

人体解剖学

上册

第二版

张朝佑 主编



人民卫生出版社

人体解剖学

下册

第二版

张朝佑 主编



人民卫生出版社

人体解剖学

上册

(第二版)

主 编

张朝佑

副 主 编

雷建章 韩亚男 廖 瑞

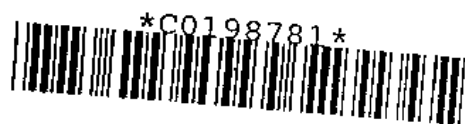
审 阅

张培林 于 频 张为龙 王仲涛

秘 书

崔慧先

人 民 卫 生 出 版 社



人体解剖学

下 册

(第二版)

主 编

张朝佑

副 主 编

雷建章 韩亚男 廖 瑞

审 阅

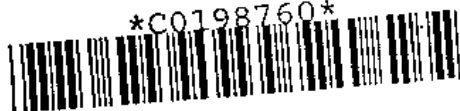
张培林 于 频 张为龙 王仲涛

秘 书

崔慧先

人 民 卫 生 出 版 社

C0198760



图书在版编目(CIP)数据

人体解剖学 上册/张朝佑主编. —2版. —北京:人民卫生出版社, 1998

ISBN 7-117-02860-2

I. 人… II. 张… III. 人体解剖学 IV. R322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 25119 号

人 体 解 剖 学

上 册

(第 二 版)

张朝佑 主编

人民卫生出版社出版发行
(100078 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼)

北京人卫印刷厂印刷

新华书店经销

787×1092 16 开本 66 $\frac{3}{4}$ 印张 1616 千字

1977年11月第1版 1998年8月第2版第3次印刷

印数: 76 501—80 500

ISBN 7-117-02860-2/R·2861 定价:(上、下册) 393.00 元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

图书在版编目(CIP)数据

人体解剖学 下册/张朝佑主编. —2版. —北京:人民卫生出版社, 1998

ISBN 7-117-02860-2

I. 人… II. 张… III. 人体解剖学 IV. R322

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第25119号

人 体 解 剖 学

下 册

(第 二 版)

张 朝 佑 主 编

人民卫生出版社出版发行
(100078 北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼)

北京人卫印刷厂印刷

新华书店经销

787×1092 16开本 61印张 1306千字
1978年7月第1版 1998年8月第2版第3次印刷
印数: 74 101—78 100

ISBN 7-117-02860-2/R·2861 定价:(上、下册) 398.00元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

编 委

(以姓氏笔画为序)

- | | |
|------------|-------------------|
| 王汉卿 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 王仲涛 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 王学礼 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 王静懿 | 教授(河北医科大学中医学院) |
| 付志良 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 边长泰 | 教授(河北医科大学中医学院) |
| 肖佩新 | 研究员(河北省放射医学研究所) |
| 李桂桐 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 杨天祝 | 教授(河北医科大学基础医学研究所) |
| 张朝佑 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 赵荣伦 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 侯广棋 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 姚铭举 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 袁德霞 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 袁桂琴 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 柴戡臣 | 教授(河北体育学院) |
| 扈传午 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 韩云明 | 教授(河北医科大学卫生技术学院) |
| 韩亚男 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 雷建章 | 教授(河北医科大学基础医学研究所) |
| 雷 琦 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 廖 瑞 | 教授(河北医科大学基础医学院) |
| 魏宝林 | 教授(河北医科大学基础医学院) |

绘 图

程寿根 李玉丁 刘 斌

再版前言

《人体解剖学》第一版是1977年问世的，迄今，已将近20年，在这段历史过程中，无论对教学工作还是科研工作，都起过一定积极作用，因此，曾得到我国学术界和广大解剖学工作者的好评，并于1978年获全国科学大会奖。由于社会在前进、科学在发展，随着时间的推移，书中不少内容显然已跟不上形势；另外，由于作者的水平有限，从内容到编排均存在一些问题和缺点，甚至还出现某些错误，因此，与读者见面后，曾陆续收到热心人士的宝贵意见和批评建议；近年来，很多读者，包括广大基层医务人员，盼望得到此书，迫切敦促再版重印。在这种形势下，人民卫生出版社提出重新修订，进行再版。

根据出版社的总体规划，第二版在内容和编排上作了比较大的调整。删除第一版中的细胞学、胚胎学总论和基础组织三篇，以突出人体解剖学内容。全书由运动器、内脏学、内分泌器、脉管学、神经学和感觉器等6篇组成。要求在内容上尽可能全一些、新一些，在文字描述上要精一些。为了联系功能、突出机体的完整性，在各器官系统的大体解剖学之后，仍简明扼要的反映一些微细结构，以供读者参考。一版中比较孤立引用的祖国医学和比较解剖学，融合在各章节的具体内容中去。解剖学名词一律以全国自然科学名词审定委员会1991年公布出版的《人体解剖学名词》为依据进行修订。书中引用的各器官系统的度量参数，均以中国解剖学会体质调查委员会郑思竞教授主持编写的《中国人体质调查》(1986年)和《中国人体质调查续集》(1990年)所发表的数据为主，以突出中国人的体质特点。二版在内容上作了大幅度的变动，不少章节是重新编写的，如内脏学的“直肠与肛管”、脉管学中的“心传导系和淋巴系”、神经学中的“脑干和脑干网状结构”以及感觉器中的“眶腔血管”等。根据科学的发展和临床应用的需，增添一部分新的章节，如脉管学中，为了适应B型超声图像的需要，特增设“心脏断面解剖学”基础一节；适应神经递质的发展，在神经学中增加“神经化学解剖”一节……等。另外，由于历史的原因，一版未附参考文献，给读者带来很多不便，有些资料无法核对查寻，为了弥补这个缺欠，二版将所引用的主要文献，均列在各篇之后，以便参考。

关于插图问题，一版中有一部分图稿，由于线条过于密集，效果不佳，故二版进行改绘或重绘，如运动器的骨学、关节学和肌学；内脏学的消化系统和呼吸系统的部分附图等。另外，由于内容的更新或增补，而增加一些新图。本书是以系统解剖学为主，阐明人体形态结构及其发生发展，并密切联系临床应用的大型参考书，其主要读者对象是医学院校教师、学生和研究生；师范院校和农院校生物系的师生；生命科学的科研工作者以及广大临床医务工作者等。

本书的编著过程，从一开始就得到全国各兄弟院校的领导和解剖界老前辈以及广大解剖学和组织胚胎学的同道、老师的关心、支持和帮助，不少院校提供了资料、标本和照片，在二版即将与读者见面之际，再次向他们致以诚恳的感谢！本版，我们荣幸地邀请到北京医科大学张培林教授、中国医科大学于频教授、安徽医科大学张为龙教授以及河北医科大学王仲涛教授作为审校者，他们在百忙中仔细阅稿，并提出宝贵意见，对进一步提高书的质量起了

很大作用，在此，向他们深表谢忱！最后，这本书能够按计划顺利完成任务并及时出版，与我院和人民卫生出版社各级领导的支持、鼓励和督促是分不开的。特别值得提出的是王兵和张之生二位主任，从选题、构思以及组稿过程，倾注了极大心血、给予诸多帮助。张之生编审更提出很多中肯意见和指导，并协助邀请专家，亲自莅临审稿定稿会等。邬扬清副编审，字斟句酌、精雕细刻，完成最后一道工序。在此，一并向他们致以崇高的敬意！

由于我们的业务水平和思想水平有限，编写经验不足，书中难免还会出现缺点和错误，殷切盼望广大读者及时提出批评建议，以便修改提高，使之日趋完善，适应社会主义建设和发展的需要。

张朝佑

1997.8. 石家庄

目 录

上 册

绪论	(1)	(一) 骨膜	(32)
一、人体解剖学的任务与分科	(1)	(二) 骨髓	(32)
二、人体解剖学的发展史	(2)	四、骨的化学成分及物理性质	(32)
(一) 公元前 22 世纪~公元前		五、骨的血管、淋巴管及神经	(33)
770 年	(2)	(一) 骨的血管	(33)
(二) 公元前 770~221 年	(2)	(二) 骨膜的血管	(33)
(三) 公元前 221~公元 220 年	(3)	(三) 骨及骨膜的淋巴管	(33)
(四) 公元 3~5 世纪	(4)	(四) 骨及骨膜的神经	(34)
(五) 公元 6~10 世纪	(4)	第一节 躯干骨	(34)
(六) 公元 11~14 世纪	(4)	一、脊柱	(34)
(七) 公元 15~20 世纪	(5)	(一) 椎骨	(34)
三、人体的轴、面和方位	(13)	(二) 脊柱的观察	(42)
(一) 人体的标准解剖学姿势	(13)	(三) 椎管	(43)
(二) 轴和面	(13)	二、胸骨	(45)
(三) 常用方位术语	(13)	(一) 胸骨柄	(45)
四、人体器官的变异和畸形	(14)	(二) 胸骨体	(46)
参考文献	(14)	(三) 剑突	(46)
		三、肋	(47)
		(一) 肋骨	(47)
		(二) 肋软骨	(49)
		四、胸廓	(50)
第一篇 运动器	(17)	第二节 颅骨	(51)
概述	(17)	一、脑颅骨	(51)
第一章 骨学	(18)	(一) 额骨	(51)
一、骨的种类及表面形态	(19)	(二) 顶骨	(51)
(一) 骨的种类	(19)	(三) 枕骨	(55)
(二) 骨的表面形态	(19)	(四) 蝶骨	(58)
二、骨的构造	(20)	(五) 颞骨	(62)
(一) 骨的细胞	(20)	(六) 筛骨	(66)
(二) 骨的纤维	(24)	二、面颅骨	(68)
(三) 骨的基质	(24)	(一) 上颌骨	(68)
(四) 骨的组织结构	(25)	(二) 鼻骨	(71)
(五) 骨膜	(26)	(三) 泪骨	(72)
(六) 骨的组织发生	(26)	(四) 颧骨	(72)
(七) 某些因素对骨的影响	(30)	(五) 腭骨	(73)
(八) 骨折的愈合	(31)		
(九) 骨的移植与异生	(31)		
三、骨的附属结构	(32)		

(六) 犁骨·····	(75)	三、胸骨各部之间的连结·····	139
(七) 下鼻甲·····	(76)	(一) 胸骨柄与胸骨体的连结·····	139
(八) 下颌骨·····	(76)	(二) 胸骨软骨结合·····	140
(九) 舌骨·····	(79)	四、胸廓的运动·····	141
三、全颅的观察·····	(80)	第二节 颅骨的连结 ·····	140
(一) 颅盖·····	(80)	一、颅结合·····	140
(二) 颅底·····	(81)	(一) 蝶枕结合·····	140
(三) 颅骨前面·····	(84)	(二) 蝶岩结合·····	140
(四) 颅骨的侧面·····	(87)	(三) 岩枕结合·····	140
四、颅骨与年龄的关系·····	(88)	(四) 枕内前结合·····	140
(一) 新生儿颅骨·····	(88)	(五) 枕内后结合·····	140
(二) 出生后颅骨的变化·····	(90)	二、颅骨的韧带联合·····	140
(三) 老年人的颅骨·····	(90)	三、颞下颌关节·····	141
五、颅骨的性别差异·····	(90)	(一) 关节囊·····	141
第三节 附肢骨骼 ·····	(90)	(二) 关节盘·····	141
一、上肢骨·····	(91)	(三) 颞下颌关节的韧带·····	141
(一) 上肢带骨·····	(91)	(四) 颞下颌关节的运动·····	142
(二) 自由上肢骨·····	(94)	四、舌骨的连结·····	142
二、下肢骨·····	(104)	(一) 舌骨各部之间的连结·····	142
(一) 下肢带骨·····	(104)	(二) 舌骨与颅骨间的连结·····	142
(二) 自由下肢骨·····	(109)	第三节 附肢骨连结 ·····	142
第二章 关节学 ·····	(123)	一、上肢骨连结·····	142
一、纤维连结·····	(123)	(一) 上肢带连结·····	142
(一) 韧带连结·····	(123)	(二) 自由上肢连结·····	145
(二) 软骨连结·····	(123)	二、下肢骨连结·····	155
(三) 骨性结合·····	(127)	(一) 下肢带连结·····	155
二、滑膜关节·····	(127)	(二) 自由下肢连结·····	157
(一) 关节的结构·····	(127)	第三章 肌学 ·····	173
(二) 关节的分类·····	(128)	第一节 概述 ·····	173
(三) 关节的运动·····	(129)	一、骨骼肌概况·····	173
(四) 关节的动脉、淋巴管		二、骨骼肌的构造·····	173
和神经·····	(130)	(一) 骨骼肌的微细构造·····	173
第一节 躯干骨的连结 ·····	(130)	(二) 骨骼肌的超微结构·····	175
一、脊柱的连结·····	(130)	(三) 骨骼肌纤维收缩机制	
(一) 椎骨间的连结·····	(130)	及滑动学说·····	180
(二) 脊柱的运动·····	(133)	(四) 骨骼肌纤维的类型·····	180
(三) 脊柱与颅骨的连结·····	(134)	(五) 肌腱连接·····	181
二、肋的连结·····	(137)	(六) 骨骼肌的组织发生·····	181
(一) 肋椎关节·····	(137)	(七) 骨骼肌的生长和再生·····	181
(二) 肋软骨与胸骨的连结·····	(138)	(八) 肌腱·····	182
(三) 肋软骨连结·····	(139)	(九) 骨骼肌的神经支配·····	182
(四) 软骨间连结·····	(139)	(十) 骨骼肌的血液供给·····	184
(五) 肋间韧带联合·····	(139)	三、骨骼肌的形状·····	184

四、骨骼肌的分类	(186)	(二) 外侧群	(205)
五、骨骼肌的作用	(187)	六、颈的分区	(203)
(一) 收缩	(187)	(一) 颈前区	(203)
(二) 伸展及弹性	(187)	(二) 胸锁乳突肌区	(203)
六、骨骼肌的工作	(188)	(三) 颈外侧区	(204)
(一) 向心工作	(188)	七、颈筋膜	(204)
(二) 离心工作	(188)	八、颈筋膜间的蜂窝组织间隙	(205)
(三) 静力工作	(188)	第四节 胸肌	(205)
(四) 肌与骨骼在运动上的 安排	(188)	一、上肢所属的胸肌	(205)
(五) 关节角度与肌作用的 关系	(189)	(一) 胸大肌	(205)
(六) 肌的安排与关节性能 的关系	(189)	(二) 胸小肌	(206)
七、骨骼肌的辅助结构	(190)	(三) 锁骨下肌	(206)
(一) 筋膜	(190)	(四) 前锯肌	(207)
(二) 滑膜囊	(190)	二、胸固有肌	(207)
(三) 腱滑膜鞘	(191)	(一) 肋间外肌	(207)
(四) 滑车	(191)	(二) 肋间内肌	(208)
(五) 籽骨	(191)	(三) 肋间最内肌	(208)
八、骨骼肌的发生和异常	(191)	(四) 胸横肌	(208)
第二节 头部诸肌	(192)	(五) 肋下肌	(208)
一、面肌	(192)	三、胸筋膜	(208)
(一) 面肌的特点	(193)	(一) 胸浅筋膜	(208)
(二) 面肌的分组	(193)	(二) 胸肌筋膜	(208)
二、咀嚼肌	(196)	(三) 胸内筋膜	(208)
(一) 颞肌	(196)	四、腋筋膜	(208)
(二) 咬肌	(197)	第五节 背肌和项肌	(209)
(三) 翼外肌	(197)	一、背浅层肌	(209)
(四) 翼内肌	(197)	(一) 斜方肌	(209)
三、头筋膜	(197)	(二) 背阔肌	(210)
(一) 颞筋膜	(198)	(三) 肩胛提肌	(210)
(二) 腮腺咬肌筋膜	(198)	(四) 菱形肌	(210)
(三) 颊咽筋膜	(198)	二、背中层肌	(210)
第三节 颈部诸肌	(198)	(一) 上后锯肌	(210)
一、颈部诸肌的分类	(198)	(二) 下后锯肌	(210)
二、颈浅肌	(199)	三、背深层肌	(211)
三、颈外侧肌	(200)	(一) 夹肌	(211)
四、颈前肌	(200)	(二) 竖脊肌	(212)
(一) 舌骨下肌	(200)	(三) 横突棘肌	(213)
(二) 舌骨上肌	(201)	(四) 枕下肌	(213)
五、颈深肌	(202)	(五) 横突间肌	(214)
(一) 内侧群	(202)	(六) 棘间肌	(214)
		(七) 肋提肌	(214)
		四、背筋膜	(214)
		(一) 项筋膜	(214)

(二) 胸腰筋膜	(214)
第六节 腹肌	(215)
一、前群	(216)
(一) 腹直肌	(216)
(二) 锥状肌	(216)
二、外侧群	(216)
(一) 腹外斜肌	(216)
(二) 腹内斜肌	(217)
(三) 腹横肌	(217)
三、后群	(218)
四、腹直肌鞘	(218)
五、腹股沟管	(218)
六、腹筋膜	(220)
七、膈	(222)
第七节 上肢肌	(223)
一、上肢带肌	(223)
(一) 三角肌	(224)
(二) 冈上肌	(224)
(三) 冈下肌	(224)
(四) 小圆肌	(224)
(五) 大圆肌	(224)
(六) 肩胛下肌	(224)
(七) 运动上肢带骨的肌群	(225)
(八) 运动肩关节的肌群	(225)
二、自由上肢肌	(226)
(一) 臂肌	(226)
(二) 前臂肌	(228)
(三) 手肌	(234)
三、上肢局部结构	(236)
(一) 腋窝	(236)
(二) 三角胸肌间沟	(236)
(三) 四边孔和三边孔	(236)
(四) 肱二头肌内侧沟和 外侧沟	(237)
(五) 肱骨肌管	(237)
(六) 肘窝	(237)
(七) 钩骨肌管	(237)
四、七肢筋膜	(237)
(一) 肩胛筋膜	(237)
(二) 三角肌筋膜	(237)
(三) 臂筋膜	(237)
(四) 前臂筋膜	(238)
(五) 手筋膜	(239)

第八节 下肢肌	(241)
一、髋肌	(241)
(一) 髋内肌	(242)
(二) 髋外肌	(242)
二、自由下肢肌	(244)
(一) 大腿肌	(244)
(二) 小腿肌	(248)
(三) 足肌	(252)
三、下肢的局部结构	(254)
(一) 梨状肌上孔和梨状 肌下孔	(254)
(二) 闭膜管	(254)
(三) 血管腔隙和肌腔隙	(255)
(四) 股三角	(255)
(五) 收肌管	(255)
(六) 股管	(255)
(七) 胭窝	(255)
(八) 腓肌内侧沟和腓肌 外侧沟	(256)
(九) 小腿腓管	(256)
(十) 肌腓骨下管	(256)
(十一) 足底内侧沟和足底 外侧沟	(256)
四、下肢筋膜	(256)
(一) 盆筋膜、髂筋膜和 臀筋膜	(256)
(二) 大腿筋膜	(256)
(三) 小腿筋膜	(258)
(四) 踝关节周围的筋膜	(258)
(五) 足筋膜	(259)
五、足的腱滑膜鞘	(260)
参考文献	(261)

第二篇 内脏学	(263)
概述	(263)
附：胸腹部的标志线和分区	(264)
第四章 消化系统	(267)
第一节 口腔	(269)
一、口腔前庭	(269)
(一) 口唇	(269)
(二) 颊	(270)
(三) 牙	(270)

二、固有口腔	(285)	(四) 神经分布	(319)
(一) 舌	(285)	四、食管的 X 线解剖	(319)
(二) 腭	(293)	第四节 胃	(320)
(三) 腭扁桃体	(296)	一、胃的概况	(320)
三、口腔腺	(298)	二、胃的形态及分部	(320)
(一) 三对大唾液腺的形态和结构	(298)	三、胃的位置和周围关系	(321)
(二) 唾液腺的组织结构	(302)	四、胃壁的结构	(322)
(三) 唾液腺的微血管构筑	(304)	(一) 粘膜	(322)
第二节 咽	(306)	(二) 粘膜下层	(323)
一、咽腔	(306)	(三) 肌层	(324)
(一) 鼻部	(306)	(四) 浆膜	(324)
(二) 口部	(307)	五、胃上皮细胞和胃底腺细胞	(324)
(三) 喉部	(308)	(一) 胃上皮细胞	(324)
二、咽壁的构造	(308)	(二) 胃底腺细胞	(325)
(一) 纤维膜	(308)	六、消化管内分泌细胞	(328)
(二) 粘膜	(308)	七、胃粘膜的组织生理	(329)
(三) 咽肌层	(308)	八、胃的血管、淋巴管及神经	(330)
(四) 外膜	(311)	(一) 胃的血液供应及其微血管的构型	(330)
三、咽的筋膜和筋膜间隙	(311)	(二) 胃的淋巴管及其引流	(330)
(一) 咽后间隙	(311)	(三) 胃的神经	(331)
(二) 咽外侧间隙	(311)	九、胃的 X 线解剖	(332)
四、咽的血管、淋巴管和神经	(312)	(一) 胃粘膜影像	(332)
(一) 咽的血管和淋巴管	(312)	(二) 胃造影的形状和位置	(332)
(二) 咽的神经分布	(312)	第五节 小肠	(334)
五、咽部 X 线解剖	(312)	一、十二指肠	(334)
第三节 食管	(312)	(一) 十二指肠的分部	(334)
一、食管的形态及位置关系	(312)	(二) 十二指肠的周围关系	(335)
(一) 颈部	(313)	(三) 十二指肠粘膜的形态结构	(336)
(二) 胸部	(313)	(四) 十二指肠的血管、淋巴管和神经	(337)
(三) 腹部	(314)	(五) 十二指肠的 X 线解剖	(338)
二、食管壁的组织结构	(317)	二、空肠和回肠	(339)
(一) 粘膜	(317)	(一) 空、回肠壁的结构	(340)
(二) 粘膜下层	(317)	(二) 空、回肠的血液供应及其微血管的构型	(345)
(三) 肌层	(318)	(三) 空、回肠的淋巴引流	(347)
(四) 外膜	(318)	(四) 空、回肠的神经分布	(347)
(五) 食管的腺体	(318)	(五) 空、回肠的 X 线解剖	(348)
三、食管的血液供应、淋巴引流和神经分布	(318)	第六节 大肠	(349)
(一) 动脉	(318)	一、盲肠和结肠的形态特征	(349)
(二) 静脉	(318)	(一) 盲肠和阑尾的形态结构	
(三) 淋巴引流	(318)		

及毗邻关系	(349)	(二) 肝内肝管的分支类型	(388)
(二) 结肠的分部及其毗邻	(353)	九、肝门内诸结构的	
(三) 结肠的组织结构	(355)	局部关系	(389)
(四) 结肠壁的微血管构型	(355)	十、肝的组织结构	(393)
二、直肠	(356)	(一) 肝小叶	(393)
(一) 直肠的形态结构	(356)	(二) 肝门管	(397)
(二) 直肠颈与固有肛管的周围		(三) 肝腺泡	(397)
结构及括约肌装置	(359)	(四) 肝的排泄管	(399)
(三) 直肠的毗邻关系	(361)	(五) 肝的血液供应	(399)
(四) 直肠的组织结构	(362)	(六) 肝的淋巴管和神经分布	(400)
(五) 直肠壁的微血管构型	(362)	(七) 肝的功能	(401)
(六) 直肠淋巴管的分布及		(八) 肝在不同情况下的	
淋巴引流	(362)	改变	(402)
(七) 直肠的神经分布	(363)	(九) 肝的再生	(402)
三、大肠的 X 线解剖	(364)	第八节 胆道系	(402)
第七节 肝	(364)	一、肝总管	(402)
一、肝的外形	(365)	二、胆囊	(402)
(一) 膈面	(365)	三、胆囊管	(403)
(二) 脏面	(365)	四、胆总管	(404)
(三) 肝的各缘	(366)	五、胆道系的血管、淋巴管	
二、肝的分叶	(367)	和神经	(404)
(一) 肝左叶	(367)	六、胆囊、胆管及肝管的变异	(405)
(二) 肝右叶	(367)	(一) 胆囊的变异	(405)
三、肝段	(367)	(二) 胆囊管的变异	(406)
(一) 肝内划区的标志	(367)	(三) 胆总管和胰管汇合点的	
(二) 肝的分区	(369)	变异	(406)
四、肝的毗邻关系	(372)	(四) 副肝管	(406)
(一) 膈面的毗邻	(372)	(五) 胆囊下肝管和肝迷走管	(406)
(二) 脏面的毗邻	(372)	七、胆道系(肝外部分)的临床	
五、肝的位置	(373)	意义	(406)
六、肝的被膜	(373)	八、胆囊的组织结构和主要功能	(407)
(一) 镰状韧带	(373)	(一) 胆囊的组织结构	(407)
(二) 冠状韧带	(373)	(二) 胆囊的功能	(407)
(三) 三角韧带	(374)	九、胆囊的 X 线解剖	(408)
(四) 肝胃韧带	(374)	第九节 胰	(409)
(五) 肝十二指肠韧带	(374)	一、胰的形态和位置	(409)
(六) 肝结肠韧带	(374)	(一) 胰头	(409)
七、肝内血管系统	(374)	(二) 胰体	(410)
(一) 肝内肝动脉	(374)	(三) 胰尾	(410)
(二) 肝内门静脉	(377)	二、胰的周围关系	(410)
(三) 肝内肝静脉	(382)	(一) 胰头的周围关系	(410)
八、肝内肝管系统	(387)	(二) 胰体的周围关系	(410)
(一) 肝内肝管的分支	(387)	(三) 胰尾的周围关系	(410)

三、胰管.....	(410)	(一) 鼻前庭的粘膜结构.....	(436)
四、异位胰.....	(411)	(二) 固有鼻腔的粘膜结构.....	(436)
五、胰的组织结构.....	(411)	(三) 鼻旁窦的粘膜结构.....	(437)
(一) 外分泌部.....	(411)	五、鼻的血管、淋巴管及神经.....	(437)
(二) 内分泌部.....	(413)	(一) 外鼻的血管、淋巴管及	
(三) 再生.....	(415)	神经.....	(437)
六、胰的血管、淋巴和神经.....	(415)	(二) 鼻腔的血管、淋巴管及	
(一) 动脉.....	(415)	神经.....	(437)
(二) 胰腺内微血管构筑.....	(415)	(三) 鼻旁窦的血管、淋巴管	
(三) 静脉.....	(416)	及神经.....	(438)
(四) 淋巴管.....	(416)	第二节 喉.....	(439)
(五) 神经.....	(416)	一、喉的构造.....	(439)
第十节 消化器的发生.....	(416)	(一) 喉软骨.....	(439)
一、口、面部的发生.....	(416)	(二) 喉软骨的连结.....	(442)
(一) 口、面部的形成.....	(416)	(三) 喉肌.....	(444)
(二) 口腔器官的发生.....	(418)	(四) 喉腔.....	(447)
(三) 口腔的畸形.....	(422)	二、喉的功能和生体观察.....	(450)
二、咽的发生.....	(423)	三、喉粘膜的结构特征.....	(450)
(一) 咽囊.....	(423)	(一) 会厌的粘膜结构.....	(451)
(二) 咽本部.....	(423)	(二) 喉腔的粘膜结构.....	(451)
三、食管的发生.....	(424)	(三) 声襞和前庭襞的粘膜	
四、胃的发生.....	(424)	结构.....	(451)
五、肠的发生.....	(424)	(四) 喉室的粘膜结构.....	(451)
六、肛门的发生.....	(426)	四、喉的血管、淋巴管及神经.....	(451)
七、消化管壁的组织发生.....	(426)	(一) 动脉.....	(451)
八、消化管的发育异常.....	(427)	(二) 静脉.....	(451)
九、肝的发生.....	(427)	(三) 淋巴管.....	(451)
十、胰的发生.....	(427)	(四) 神经.....	(452)
第五章 呼吸系统.....	(429)	第三节 气管及主支气管.....	(452)
第一节 鼻.....	(429)	一、气管.....	(452)
一、外鼻.....	(429)	(一) 气管的形态和位置.....	(452)
(一) 外鼻的骨骼.....	(429)	(二) 气管的分段和周围关系.....	(453)
(二) 鼻肌.....	(431)	(三) 气管的血管、淋巴管及	
(三) 外鼻的皮肤.....	(431)	神经.....	(454)
二、鼻腔.....	(431)	二、主支气管.....	(455)
(一) 鼻前庭.....	(431)	(一) 左主支气管.....	(455)
(二) 固有鼻腔.....	(432)	(二) 右主支气管.....	(455)
三、鼻旁窦(副鼻窦).....	(434)	(三) 主支气管的血管、淋巴管	
(一) 额窦.....	(434)	及神经.....	(456)
(二) 筛窦.....	(435)	三、气管和主支气管的组织结构.....	(456)
(三) 蝶窦.....	(435)	(一) 粘膜.....	(456)
(四) 上颌窦.....	(436)	(二) 粘膜下层.....	(457)
四、鼻粘膜的结构特征.....	(436)	(三) 外膜.....	(457)

第四节 肺	(457)	五、呼吸器的畸形	(492)
一、肺的形态	(458)	(一) 象鼻	(492)
(一) 肺尖	(458)	(二) 鼻孔闭锁	(492)
(二) 肺底	(458)	(三) 先天性喉狭窄或闭锁	(493)
(三) 肋面	(458)	(四) 食管气管瘘	(493)
(四) 内侧面	(458)	(五) 内脏转位	(493)
(五) 肺的三个缘	(460)	第六章 泌尿生殖系统	(494)
二、肺的位置和分叶	(460)	第一节 泌尿器	(494)
(一) 左肺	(460)	一、肾	(495)
(二) 右肺	(461)	(一) 肾的形态	(495)
三、支气管在肺内的分支	(462)	(二) 肾的构造	(496)
(一) 左主支气管的分支	(463)	(三) 肾段血管与肾段	(497)
(二) 右主支气管的分支	(464)	(四) 肾的组织结构	(499)
四、支气管肺段	(466)	(五) 肾的被膜及固定	(507)
(一) 左肺	(466)	(六) 肾的位置	(508)
(二) 右肺	(468)	(七) 肾与周围器官的关系	(509)
五、肺的体表投影	(470)	(八) 肾的 X 线解剖	(510)
六、肺的组织结构	(470)	(九) 正常肾的超声图像	(512)
(一) 肺的导气部	(470)	(十) 肾的血管、淋巴管及	
(二) 肺的呼吸部	(472)	神经	(512)
七、肺的血管、淋巴管及神经	(474)	(十一) 肾的异常和畸形	(513)
(一) 肺的血管	(474)	二、输尿管	(514)
(二) 肺的淋巴管	(480)	(一) 输尿管的形状、分部及	
(三) 肺的神经	(480)	位置关系	(514)
八、肺的 X 线解剖	(480)	(二) 输尿管的形态特点和	
第五节 胸腔	(482)	体表投影	(515)
一、胸膜	(482)	(三) 输尿管的组织结构	(516)
(一) 脏胸膜	(482)	(四) 输尿管的血管、淋巴管	
(二) 壁胸膜	(482)	及神经	(516)
(三) 壁胸膜的返折线及其体		(五) 输尿管的 X 线解剖	(517)
表投影	(485)	三、膀胱	(517)
(四) 胸膜腔及胸膜隐窝	(486)	(一) 膀胱的形状	(517)
(五) 胸膜的血管、淋巴管及		(二) 膀胱内面的结构	(518)
神经	(487)	(三) 膀胱的组织结构	(519)
二、纵隔	(487)	(四) 膀胱的位置及周围关系	(520)
(一) 上纵隔	(487)	(五) 膀胱的固定	(522)
(二) 下纵隔	(488)	(六) 膀胱的血管、淋巴管及	
三、纵隔的 X 线解剖	(490)	神经	(522)
第六节 呼吸器的发生	(490)	(七) 排尿、尿潴留和尿失禁	(523)
一、鼻腔和鼻窦的发生	(490)	(八) 膀胱的 X 线解剖和膀胱	
二、喉的发生	(490)	镜观察	(523)
三、气管和支气管的发生	(491)	(九) 正常膀胱的超声图像	(524)
四、肺的发生	(492)	四、尿道	(524)

(一) 男尿道	(524)	五、腹膜的血管、淋巴管及	
(二) 女尿道	(528)	神经	(617)
第二节 生殖器	(528)	第二节 体腔的发生	(617)
一、男生殖器	(529)	、原始体腔	(617)
(一) 男内生殖器	(529)	二、体腔分隔	(618)
(二) 男外生殖器	(551)	(一) 原始横膈	(618)
二、女生殖器	(556)	(二) 原始纵膈	(618)
(一) 女内生殖器	(557)	(三) 胸心包膜	(619)
(二) 女外生殖器	(583)	(四) 胸腹隔膜	(619)
【附】乳房	(586)	三、膈的发生	(619)
(一) 女乳房	(587)	第三节 系膜的发生	(620)
(二) 男乳房	(590)	一、腹侧系膜的变化	(620)
(三) 异常乳房	(590)	二、背侧系膜的变化	(620)
(四) 正常乳房的超声		(一) 食管背系膜	(621)
声像图	(590)	(二) 胃背系膜	(621)
第三节 尿生殖系统的发生	(591)	(三) 肠系膜	(622)
一、泌尿器的发生	(591)	(四) 结肠系膜	(622)
(一) 肾的发生	(591)	三、肠系膜和内脏位置的异常	(622)
(二) 膀胱与尿道的发生	(594)	(一) 肠系膜的异常	(622)
二、生殖器的发生	(595)	(二) 内脏位置的异常	(623)
(一) 生殖腺的发生	(595)	第四节 会阴	(623)
(二) 生殖管道的演化	(596)	一、会阴肌	(624)
(三) 睾丸及卵巢下降	(598)	(一) 肛门三角肌群	(624)
(四) 畸形	(599)	(二) 尿生殖三角肌群	(627)
(五) 外生殖器的发生	(600)	二、盆筋膜及会阴筋膜	(630)
第七章 体腔	(602)	(一) 盆筋膜	(630)
第一节 腹膜	(602)	(二) 会阴筋膜	(631)
一、腹盆腔器官的划分	(602)	三、坐骨肛门窝	(632)
(一) 腹膜内位器官	(602)	四、会阴的血管、淋巴管	
(二) 腹膜间位器官	(602)	及神经	(633)
(三) 腹膜外位器官	(604)	(一) 动脉	(633)
二、腹膜形成的结构	(604)	(二) 静脉	(633)
(一) 韧带	(604)	(三) 淋巴管	(633)
(二) 网膜	(606)	(四) 神经	(633)
(三) 系膜	(607)	参考文献	(633)
(四) 皱襞、隐窝及陷凹	(608)	第三篇 内分泌系统	(639)
三、腹膜隐窝	(613)	概述	(639)
(一) 结肠上隐窝	(613)	一、激素的化学分类	(640)
(二) 结肠下隐窝	(614)	二、激素如何作用于靶细胞	(640)
(三) 腹膜后隙	(615)	三、内分泌腺的相互协调作用	(642)
四、腹膜腔的全貌	(616)	四、激素的形成与排出	(642)
(一) 水平面	(616)		
(二) 正中矢状面	(616)		

(一) 激素的合成过程	(642)	位置	(671)
(二) 内分泌细胞排出激素的 方式	(643)	第二节 甲状旁腺的组织结 构	(672)
第八章 垂体	(644)	一、主细胞	(672)
第一节 垂体的形态和位置	(644)	二、嗜酸性细胞	(673)
第二节 垂体的组织结构	(647)	第三节 甲状旁腺的发生	(673)
一、远部(前叶)	(647)	第四节 甲状旁腺的血管、 淋巴管和神经	(673)
(一) 远部的组织构造	(647)	第十二章 肾上腺和嗜铬系	(674)
(二) 远部细胞的骨架系统、细胞 连接和神经分布	(650)	第一节 肾上腺	(674)
二、结节部	(650)	一、肾上腺的形态和测量	(674)
三、中间部	(651)	二、肾上腺的毗邻关系	(674)
四、神经部	(652)	三、肾上腺的组织结构	(674)
五、正中隆起	(654)	(一) 皮质的结构	(674)
第三节 下丘脑与垂体前叶的 关系	(655)	(二) 髓质	(679)
第四节 垂体的发生	(656)	四、肾上腺的发生	(682)
第五节 垂体的血管	(657)	第二节 嗜铬系	(682)
一、垂体的动脉	(657)	一、副节	(682)
二、垂体的静脉	(658)	二、主动脉旁体	(682)
第九章 松果体	(659)	三、嗜铬性细胞的小团块	(682)
第一节 松果体的形态和 位置	(659)	四、尾骨体	(683)
第二节 松果体的微细结构	(659)	第十三章 内分泌腺的 X 线解剖	(686)
第十章 甲状腺	(662)	(一) 垂体	(686)
第一节 甲状腺的形态	(662)	(二) 甲状腺	(686)
一、左叶和右叶	(662)	(三) 甲状旁腺	(686)
二、甲状腺峡	(663)	(四) 肾上腺	(686)
三、锥状叶	(663)	(五) 松果体	(686)
四、甲状腺的年龄和性别特征	(665)	参考文献	(688)
第二节 甲状腺的微细结构	(665)	第四篇 脉管学	(691)
一、滤泡	(665)	概述	(691)
(一) 滤泡细胞	(666)	一、心血管系	(691)
(二) 滤泡旁细胞	(668)	二、淋巴系	(693)
(三) 胶状细胞	(669)	第十四章 心	(695)
(四) 滤泡腔	(669)	第一节 心的外形、位置及 构造	(695)
二、间质	(669)	一、心的外形	(695)
第三节 甲状腺的发生	(670)	二、心的位置	(695)
第四节 甲状腺的血管、淋巴管 和神经	(670)	三、心的体表投影	(696)
第十一章 甲状旁腺	(671)	(一) 心外形的投影	(696)
第一节 甲状旁腺的形态和 位置	(671)	(二) 房室口及动脉口的投影	(696)

四、心的内腔	(697)	一、心的动脉	(733)
(一) 右心房	(697)	(一) 左冠状动脉	(733)
(二) 右心室	(698)	(二) 右冠状动脉	(736)
(三) 左心房	(700)	(三) 副冠状动脉	(742)
(四) 左心室	(700)	(四) 左、右冠状动脉的分布	
五、心壁的构造	(702)	类型	(742)
(一) 心内膜	(702)	(五) 冠状动脉的侧支循环	(742)
(二) 心肌层	(703)	(六) 冠状动脉异常	(750)
(三) 心外膜	(710)	二、心的静脉	(751)
六、心的度量	(710)	(一) 冠状窦	(751)
第二节 心的传导系	(711)	(二) 右室前静脉	(758)
一、心传导系的发展简史	(711)	(三) 右室后静脉	(758)
二、心传导系的形态构造	(712)	(四) 右缘(锐缘)静脉	(758)
(一) 窦房结的形态构造	(712)	第四节 心的淋巴管	(758)
(二) 房室结区的形态构造	(716)	一、心的器官内淋巴管	(758)
(三) 房室束和左、右束支的		(一) 心内膜的淋巴管	(758)
形态构造	(718)	(二) 心肌层的淋巴管	(758)
(四) 结间束和房室间副传导束的		(三) 心外膜的淋巴管	(758)
形态结构	(722)	二、心的淋巴流向	(759)
三、心传导系与房间隔缺损和		(一) 左淋巴干	(759)
室间隔缺损的关系	(724)	(二) 右淋巴干	(760)
(一) 心传导系与房间隔缺损的		第五节 心的神经分布	(760)
关系	(724)	第六节 心包	(762)
(二) 心传导系与室间隔缺损的		一、心包的形态结构	(762)
关系	(725)	(一) 纤维性心包	(762)
四、心传导系的年龄特点	(726)	(二) 浆膜性心包	(763)
五、心传导系的血液供应	(727)	(三) 心包腔	(763)
(一) 窦房结的血液供应	(727)	二、心包的异常	(765)
(二) 房室结区的血液供应	(728)	(一) 心包缺损	(765)
(三) 房室束和束支的		(二) 心包囊肿	(765)
血液供应	(729)	(三) 心包憩室	(765)
六、心传导系的神经支配	(730)	三、心包的血管、淋巴管和	
(一) 窦房结的神经支配	(730)	神经	(765)
(二) 房室结区的神经支配	(730)	(一) 心包的血管和淋巴管	(765)
(三) 房室束和束支的		(二) 心包的神经	(766)
神经支配	(731)	四、心包的生理功能	(766)
七、心传导系的生理功能	(732)	第七节 心的 X 线解剖	(766)
(一) 窦房结的生理功能	(732)	第八节 核素心血管闪烁照相解	
(二) 房室结区的生理功能	(732)	剖学基础	(768)
(三) 房室束和束支的生理		一、心及大血管池显像	(768)
功能	(732)	(一) 正常心的血池图像	(768)
(四) 结间束的生理功能	(733)	(二) 心及大血管血池显像的	
第三节 心的血液供应	(733)	临床意义	(768)

1、心肌显像····· (769)	(一) 存在部位····· (791)
(一) 正常心肌显像图像分析····· (769)	(二) 形态和构造····· (791)
(二) 心肌显像的临床意义····· (769)	(三) 功能意义····· (792)
第九节 心脏超声成像的解剖学	五、微循环····· (792)
基础····· (770)	(一) 微循环的解剖结构····· (792)
1、心脏长轴的水平断面····· (771)	(二) 微循环的生理特性····· (792)
(一) 四心腔断面····· (771)	(三) 微循环的调节····· (793)
(二) 五心腔断面····· (773)	(四) 微循环的临床意义····· (793)
(三) 冠状窦断面····· (774)	第二节 肺循环血管····· (794)
2、心脏长轴的前后位断面····· (774)	一、肺动脉干····· (795)
(一) 左心室流出道长轴断面····· (774)	(一) 右肺动脉····· (795)
(二) 左心室流入道长轴断面····· (776)	(二) 左肺动脉····· (796)
(三) 右心室流入道	二、肺静脉····· (797)
长轴断面····· (776)	(一) 右上肺静脉····· (797)
(四) 右心室流出道	(二) 右下肺静脉····· (797)
长轴断面····· (777)	(三) 左上肺静脉····· (797)
3、心脏的短轴断面····· (777)	(四) 左下肺静脉····· (798)
(一) 瓣膜区的短轴断面····· (777)	(五) 肺静脉的异常····· (798)
(二) 乳头肌区的短轴断面····· (778)	第三节 体循环的血管····· (798)
四、主动脉弓的断面····· (778)	体循环的动脉····· (798)
(一) 主动脉弓的长轴断面····· (778)	一、升主动脉····· (799)
(二) 主动脉弓的短轴断面····· (778)	二、主动脉弓····· (799)
五、左、右冠状动脉的断面····· (779)	(一) 头臂干····· (800)
第十五章 血管····· (780)	(二) 颈总动脉····· (801)
第一节 概述····· (780)	(三) 锁骨下动脉····· (812)
一、动脉····· (780)	(四) 腋动脉····· (818)
(一) 动脉间的交通或吻合····· (780)	(五) 肱动脉····· (824)
(二) 动脉的分布规律····· (781)	(六) 桡动脉····· (827)
(三) 动脉的构造····· (782)	(七) 尺动脉····· (830)
(四) 动脉的年龄变化····· (784)	(八) 掌浅弓和掌深弓····· (833)
(五) 动脉和动脉压的神经	(九) 上肢的动脉网····· (834)
调节····· (786)	(十) 上肢皮肤的血液供应与
(六) 终动脉····· (787)	上肢皮瓣····· (835)
二、静脉····· (788)	三、胸主动脉····· (837)
(一) 小静脉····· (788)	(一) 脏支····· (837)
(二) 中静脉····· (789)	(二) 壁支····· (839)
(三) 大静脉····· (789)	四、腹主动脉····· (840)
(四) 特殊静脉····· (789)	(一) 脏支····· (840)
三、毛细血管····· (789)	(二) 壁支····· (853)
(一) 毛细血管的结构····· (789)	五、髂总动脉····· (855)
(二) 毛细血管的类型····· (790)	(一) 髂内动脉····· (856)
(三) 毛细血管与物质交换····· (791)	(二) 髂外动脉····· (862)
四、动静脉吻合····· (791)	(三) 股动脉····· (863)

(四) 腘动脉	(871)	分类	(416)
(五) 胫后动脉	(874)	(四) 淋巴管-静脉吻合的临床	
(六) 胫前动脉	(876)	意义	(416)
(七) 足背动脉	(877)	第二节 胸导管和右淋巴	
(八) 下肢动脉网	(878)	导管	(947)
(九) 手足动脉的对比	(879)	一、胸导管	(947)
(十) 下肢皮肤血液供应与		(一) 胸导管腹部	(947)
下肢皮瓣	(879)	(二) 胸导管胸部	(948)
(十一) 一些常用动脉压迫		(三) 胸导管颈部	(949)
止血点	(883)	(四) 胸导管的类型	(949)
体循环的静脉	(884)	(五) 胸导管的瓣膜	(951)
一、心静脉系	(884)	(六) 胸导管的血液供应	(951)
二、上腔静脉系	(884)	(七) 胸导管的神经支配	(951)
(一) 头颈部静脉	(886)	(八) 几种哺乳动物胸导管的	
(二) 上肢静脉	(894)	形态特点	(952)
(三) 胸部静脉	(899)	二、右淋巴导管	(953)
三、下腔静脉系	(902)	第三节 头颈部的淋巴结和淋巴管	
(一) 腹部静脉	(902)	(953)
(二) 盆部静脉	(912)	一、头颈部的淋巴结	(953)
(三) 下肢静脉	(916)	(一) 枕淋巴结	(953)
四、上、下腔静脉系的交通	(920)	(二) 乳突淋巴结	(953)
第十六章 淋巴系	(921)	(三) 腮腺浅淋巴结	(953)
第一节 概述	(921)	(四) 腮腺深淋巴结	(954)
一、淋巴管	(921)	(五) 面淋巴结	(954)
(一) 淋巴管的分布	(921)	(六) 下颌下淋巴结	(955)
(二) 淋巴管的构造	(922)	(七) 颏下淋巴结	(955)
(三) 淋巴管的功能	(925)	(八) 颈前淋巴结	(955)
(四) 淋巴管的再生	(926)	(九) 颈外侧淋巴结	(956)
(五) 器官内淋巴管	(926)	(十) 咽后淋巴结	(957)
(六) 淋巴管的侧支循环	(928)	二、头颈部的淋巴管	(957)
(七) 淋巴管造影	(930)	(一) 头颈部浅淋巴管	(957)
二、淋巴组织	(931)	(二) 头颈部深淋巴管	(959)
(一) 淋巴组织内的细胞	(931)	第四节 上肢的淋巴结和	
(二) 淋巴小结	(932)	淋巴管	(964)
三、淋巴器官	(933)	一、上肢的淋巴结	(964)
(一) 胸腺	(933)	(一) 上肢浅淋巴结	(964)
(二) 淋巴结	(938)	(二) 上肢深淋巴结	(965)
四、淋巴管-静脉吻合	(943)	二、上肢的淋巴管	(966)
(一) 淋巴管-静脉吻合的实验		(一) 上肢的浅淋巴管	(966)
观察	(944)	(二) 上肢的深淋巴管	(967)
(二) 淋巴管-静脉吻合的临床		(三) 乳房的淋巴管	(967)
观察	(945)	第五节 胸部的淋巴管和	
(三) 淋巴管-静脉吻合的		淋巴结	(968)

一、胸壁的淋巴管和淋巴结	(968)	(三) 脾内的血液循环	(1001)
(一) 胸壁的浅淋巴管	(968)	(四) 脾的淋巴管和神经	(1002)
(二) 胸壁的深淋巴管和 淋巴结	(969)	三、脾的功能	(1003)
二、胸腔的淋巴管和淋巴管	(970)	(一) 造血功能	(1003)
(一) 胸腔内的淋巴结	(970)	(二) 滤血功能	(1003)
(二) 胸腔内器官的淋巴管	(972)	(三) 储血功能	(1003)
第六节 腹盆部的淋巴结和 淋巴管	(974)	(四) 破血和储铁功能	(1003)
一、腹盆部的淋巴结	(974)	(五) 免疫功能	(1004)
(一) 腹壁的淋巴结	(974)	四、脾的发生、变异和年龄 变化	(1004)
(二) 腹腔淋巴结	(975)	第十七章 脉管系的发生	(1005)
(三) 肠系膜上淋巴结	(977)	第一节 人胚脉管系的早期 演变	(1005)
(四) 肠系膜下淋巴结	(978)	一、血管和血细胞的发生	(1005)
(五) 腰淋巴结	(979)	二、人胚早期阶段的脉管系	(1006)
(六) 髂总淋巴结	(980)	第二节 心的发生	(1007)
(七) 髂外淋巴结	(981)	一、心的早期发生	(1007)
(八) 髂内淋巴结	(981)	二、心的进一步演变	(1008)
二、腹盆部器官的淋巴管	(982)	(一) 心管的弯曲和外形 变化	(1008)
(一) 消化器官的淋巴管	(982)	(二) 心内部的演变	(1009)
(二) 泌尿器官的淋巴管	(987)	第三节 动脉的演变	(1013)
(三) 男性生殖器的淋巴管	(989)	一、动脉弓的演变	(1013)
(四) 女性生殖器的淋巴管	(990)	二、背主动脉及其分支的演变	(1014)
第七节 下肢的淋巴结和 淋巴管	(993)	三、四肢动脉的发生	(1015)
一、下肢的淋巴结	(993)	第四节 静脉的演变	(1016)
(一) 小腿淋巴结	(993)	一、上腔静脉的形成	(1016)
(二) 腘淋巴结	(993)	二、下腔静脉的形成	(1017)
(三) 腹股沟淋巴结	(993)	(一) 后主静脉的演变	(1017)
(四) 股淋巴结	(994)	(二) 下主静脉的演变	(1017)
(五) 股深淋巴结	(994)	(三) 上主静脉的演变	(1018)
二、下肢的淋巴管	(994)	三、肺静脉的形成及演变	(1019)
(一) 下肢浅淋巴管	(994)	四、卵黄静脉的转化和肝门静脉 的形成	(1019)
(二) 下肢深淋巴管	(995)	五、脐静脉的演变	(1020)
(三) 下肢浅、深淋巴管之间的 交通	(995)	六、四肢静脉的发生	(1021)
(四) 上、下肢肌、肌腱、筋膜、骨及 关节淋巴管的某些特点	(996)	第五节 胎血循环及出生后的 变化	(1021)
第八节 脾	(997)	一、胎血循环	(1021)
一、脾的形态和位置	(997)	二、出生后的变化	(1022)
二、脾的构造	(999)	第六节 心和血管的异常	(1022)
(一) 被膜及间质	(999)	一、心的异常	(1022)
(二) 实质	(999)	二、动脉的异常	(1024)

三、静脉的异常	(1024)
第七节 淋巴系的发生	(1025)
一、淋巴管的发生	(1025)
二、淋巴结的发生	(1026)

三、血淋巴结的发生	(1026)
四、脾的发生	(1026)
参考文献	(1026)

下 册

第五篇 神经学

概述

一、神经元及其之间的联系	(1035)
二、神经系统的区分	(1037)
三、神经系统专用术语	(1037)
神经组织	(1037)
一、神经元	(1038)
(一) 神经元的类型	(1039)
(二) 神经元的胞体	(1041)
(三) 神经元的联系与突触	(1045)
(四) 神经纤维	(1048)
(五) 神经末梢	(1055)
(六) 神经元的再生	(1062)
二、神经胶质	(1062)
(一) 星状胶质细胞	(1063)
(二) 少突胶质细胞	(1065)
(三) 小胶质细胞	(1066)
(四) 室管膜细胞	(1066)
(五) 其他型胶质细胞	(1067)
三、神经组织的发生	(1067)
四、周围神经的构造	(1069)
五、神经节	(1069)
(一) 脑神经节和脊神经节	(1069)
(二) 自主神经节	(1071)

中枢神经系

第十八章 脑和脊髓的

概况

一、脊髓的概况	(1072)
二、脑的概况	(1072)
(一) 大脑半球上外侧面观	(1073)
(二) 大脑半球的下面观	(1074)
(三) 大脑半球内侧面观	(1075)
三、脑、脊髓神经核的位置	(1076)

第十九章 脊髓

第一节 脊髓的外形

第二节 脊髓内部结构

一、脊髓灰质	(1081)
(一) 脊髓灰质的细胞柱	(1081)
(二) 脊髓细胞构筑分层	(1093)
二、脊髓白质	(1095)
(一) 后根传入纤维的排列、进程 及其在脊髓内的分布	(1095)
(二) 脊髓的传导束	(1095)
(三) 脊髓节间联系和反 射弧	(1105)
三、脊髓的损伤	(1107)
(一) 脊髓半横断	(1107)
(二) 脊髓横断	(1108)
(三) 肌萎缩性侧索硬化	(1108)
(四) 联合变性或后侧索 硬化	(1109)
(五) 脊髓空洞症	(1109)

第二十章 延髓

第一节 延髓的外形

第二节 延髓内部结构

一、锥体交叉	(1114)
二、后索核与内侧丘系交叉	(1115)
(一) 后索核	(1115)
(二) 内侧丘系交叉	(1116)
三、下橄榄核及小脑下脚	(1116)
(一) 下橄榄核	(1116)
(二) 小脑下脚	(1120)
四、延髓脑神经核	(1120)
(一) 舌下神经核	(1120)
(二) 副神经的核团	(1121)
(三) 迷走神经的核团	(1121)
(四) 舌咽神经的核团	(1125)
五、延髓内其它神经核团	(1125)
(一) 舌下周核	(1125)
(二) 最后区	(1126)
(三) 舌下神经束间核	(1127)
(四) 间位核	(1127)
(五) 疑后核	(1127)

(六) 面后核.....	(1127)	核团.....	(1162)
(七) 室底核.....	(1128)	四、脚底.....	(1163)
(八) Probst 束核.....	(1128)	(一) 大脑皮质下行纤维.....	(1163)
(九) 嘴腹外侧网状核.....	(1128)	(二) 丘脚纤维.....	(1163)
六、延髓内的主要纤维束.....	(1128)	五、中脑损伤分析.....	(1163)
七、延髓病变综合征.....	(1128)	(一) 中脑脚底病变	
(一) 延髓腹侧的病变.....	(1128)	(Weber 综合征).....	(1163)
(二) 嘴侧延髓中央区病变.....	(1128)	(二) 中脑被盖病变	
(三) 嘴侧延髓背外侧区病变		(Benedikt 综合征).....	(1163)
(wallenberg 综合征).....	(1129)	(三) 上丘病变(Parinaud	
第二十一章 脑桥	(1130)	综合征).....	(1163)
第一节 脑桥外形.....	(1130)	第二十三章 脑干网状结构	(1165)
第二节 脑桥内部结构.....	(1130)	第一节 概述.....	(1165)
一、脑桥基底.....	(1130)	一、脑干网状结构的概念.....	(1165)
(一) 脑桥纵行纤维.....	(1130)	二、脑干网状结构的特点.....	(1165)
(二) 脑桥横行纤维.....	(1132)	(一) 解剖学特点.....	(1165)
二、脑桥被盖.....	(1133)	(二) 生理学特点.....	(1165)
(一) 脑桥内的脑神经核及		第二节 脑干网状结构的	
其它结构.....	(1133)	神经核.....	(1167)
(二) 脑桥被盖内的纤维束.....	(1143)	一、内侧(效应)区的神经核群.....	(1167)
三、脑桥损伤综合征.....	(1143)	(一) 延髓中央核.....	(1167)
(一) 尾侧脑桥基底损伤(Millard		(二) 巨细胞网状核.....	(1167)
Gubler 综合征).....	(1143)	(三) 脑桥尾侧网状核.....	(1168)
(二) 脑桥小脑角综合征(Cushing		(四) 脑桥嘴侧网状核.....	(1168)
I 型综合征).....	(1144)	(五) 楔形核.....	(1168)
(三) 脑桥中间平面病变.....	(1144)	(六) 楔形下核.....	(1168)
第二十二章 中脑	(1145)	二、外侧(感受)区的神经核.....	(1168)
第一节 中脑外形.....	(1145)	(一) 背侧网状核.....	(1168)
第二节 中脑内部结构.....	(1145)	(二) 小细胞网状核.....	(1168)
一、导水管周围灰质.....	(1146)	(三) 臂旁内侧核.....	(1168)
二、四叠体(顶盖).....	(1146)	(四) 臂旁外侧核.....	(1169)
(一) 上丘.....	(1146)	(五) 脚桥被盖网状核.....	(1169)
(二) 下丘.....	(1151)	(六) Barrington's 核.....	(1169)
(三) 顶盖前区及其邻近		三、与小脑联系的网状核群.....	(1170)
结构.....	(1152)	(一) 外侧网状核.....	(1170)
(四) 二叠体旁区.....	(1154)	(二) 旁正中网状核.....	(1170)
三、中脑被盖.....	(1154)	(三) 脑桥被盖网状核.....	(1170)
(一) 红核.....	(1154)	第三节 与网状结构关系密切	
(二) 黑质.....	(1157)	的脑干结构.....	(1170)
(三) 脚间核.....	(1158)	一、中缝核群.....	(1170)
(四) 滑车神经核.....	(1159)	(一) 中缝隐核.....	(1170)
(五) 动眼神经核.....	(1159)	(二) 中缝苍白核.....	(1170)
(六) 中脑被盖部其它神经		(三) 中缝大核.....	(1171)

(四) 中缝脑桥核	(1171)	方法	(1134)
(五) 中央上核	(1171)	二、胆碱能神经元的核群	(1135)
(六) 中缝背核	(1171)	三、乙酰胆碱能纤维通路	(1135)
(七) 中间线形核	(1171)	四、乙酰胆碱受体与重症 肌无力	(1135)
(八) 嘴侧线形核	(1171)	五、乙酰胆碱能神经元系统的 功能	(1137)
二、蓝斑核	(1171)	第二节 单胺类神经元	
三、导水管周围灰质	(1172)	系统	(1188)
第四节 脑干网状结构的纤维		一、单胺类递质合成的两个 系统	(1188)
联系	(1172)	二、多巴胺能神经元系统	(1188)
一、脑干网状结构内侧区的 纤维联系	(1172)	(一) 多巴胺能神经元	(1188)
(一) 传入纤维联系	(1172)	(二) 多巴胺通路的三个 系统	(1189)
(二) 传出纤维联系	(1173)	(三) 多巴胺受体的若干 亚型	(1189)
二、脑干网状结构外侧区的纤维 联系	(1176)	(四) 多巴胺系统及其锥体外系、 边缘系及下丘脑的功能	(1190)
第五节 脑干网状结构的		三、去甲肾上腺素能神经元(NEN) 系统	(1190)
功能意义	(1176)	(一) 去甲肾上腺素能 神经元	(1190)
一、对躯体运动的控制	(1177)	(二) 去甲肾上腺素能纤维 通路	(1190)
(一) 抑制区	(1177)	(三) 去甲肾上腺素受体可分为 α_1 、 α_2 和 β_1 、 β_2 四型	(1190)
(二) 易化区	(1177)	(四) 去甲肾上腺素能神经元 系统参与多种全身活动 的调节	(1191)
(三) 脑干网状结构与运动调节 系统的关系	(1177)	四、肾上腺素能神经元系统	(1193)
二、对躯体感觉的控制	(1178)	(一) 肾上腺素能神经元	(1193)
三、对内脏运动的控制	(1179)	(二) 肾上腺素能纤维联系	(1193)
(一) 对呼吸运动的调节	(1179)	(三) 肾上腺素能神经元系统的 功能	(1193)
(二) 对心血管活动的控制	(1180)	五、5-羟色胺能神经元系统	(1193)
四、参与内分泌活动和生物 节律的调节	(1180)	(一) 5-羟色胺能神经元	(1193)
五、对睡眠、觉醒、意识状态的 影响	(1180)	(二) 5-羟色胺能神经元 通路	(1193)
(一) 睡眠-觉醒周期与脑干 网状结构	(1180)	(三) 5-羟色胺受体	(1193)
(二) 全身唤醒反应与脑干 网状结构	(1181)	(四) 5-羟色胺能神经元系统 及其多种神经功能	(1194)
(三) 意识状态与脑干网状 结构	(1182)	第三节 氨基酸类神经元	
六、脑干网状结构与高级神经 活动	(1183)		
第二十四章 化学神经解剖学	(1184)		
第一节 乙酰胆碱能神经元			
系统	(1184)		
一、乙酰胆碱能神经元的 研究			

系统	(1195)	(一) 心房肽能神经元系统	(1205)
一、 γ -氨基丁酸能神经元系统	(1195)	(二) 血管紧张素 I 能神经元	
(一) 标记 γ -氨基丁酸能神经元		系统	(1206)
的方法	(1195)	第五节 递质共存现象	(1207)
(二) γ -氨基丁酸能神经元在脑内		一、递质共存的分类、部位及	
的分布	(1195)	形式	(1207)
(三) γ -氨基丁酸受体的		二、递质共存的生理意义	(1208)
分型	(1196)	总结	(1210)
(四) γ 氨基丁酸能神经元		第二十五章 小脑	(1212)
的功能	(1196)	第一节 小脑的外形	(1212)
二、甘氨酸能神经元系统	(1197)	一、小脑的上面	(1212)
三、谷氨酸能和天门冬氨酸能		二、小脑的下面	(1213)
神经元系统	(1198)	三、小脑的功能分叶	(1214)
第四节 神经肽类能神经元		四、小脑脚	(1215)
系统	(1199)	第二节 小脑内部结构	(1215)
一、内源性阿片样肽能神经元		一、小脑皮质	(1215)
系统	(1200)	(一) 分子层	(1215)
(一) 阿片样肽的 3 种前体物质		(二) 梨状细胞层	(1215)
和 5 种阿片样肽	(1200)	(三) 颗粒层	(1217)
(二) 阿片样肽受体的 6 种		(四) 小脑皮质的传入纤维	(1217)
亚型	(1200)	(五) 小脑皮质内的纤维	
(三) 三种阿片样肽前体在		联系	(1218)
脑和脊髓的分布具有		(六) 小脑皮质内的胶质	
类似性	(1201)	细胞	(1219)
(四) 阿片样肽能神经元系统		二、小脑皮质的定量与化学	
的功能	(1201)	构筑	(1219)
二、神经激素类肽能神经元		三、小脑中央核	(1219)
系统	(1202)	(一) 顶核	(1219)
(一) 生长抑素能神经元		(二) 球状核	(1220)
系统	(1202)	(三) 栓状核	(1220)
(二) 后叶加压素能和催产素能		(四) 齿状核	(1220)
神经元系统	(1203)	第三节 小脑的纤维联系	(1221)
(三) 促甲状腺素释放激素能		一、小脑的传入纤维	(1221)
神经元系统	(1203)	(一) 前庭小脑束	(1221)
三、脑肠肽类能神经元系统	(1203)	(二) 脊髓小脑束	(1221)
(一) P 物质能神经元系统	(1203)	(三) 网状小脑纤维	(1222)
(二) 缩胆囊素能和促胃液素能		(四) 三叉小脑纤维	(1223)
神经元系统	(1204)	(五) 皮质脑桥束和脑桥小脑	
(三) 血管活性肠多肽能神经元		纤维	(1223)
系统	(1204)	(六) 橄榄小脑纤维	(1223)
(四) 神经降压肽能神经元		(七) 顶盖小脑纤维	(1224)
系统	(1205)	二、小脑的传出纤维	(1224)
四、其它肽类能神经元系统	(1205)	(一) 顶核桥延束	(1224)

(二) 小脑前庭纤维·····	(1225)	二、下丘脑的分区和核团·····	(1250)
(二) 小脑上脚·····	(1225)	(一) 室周核群和室周系统·····	(1251)
第四节 小脑的功能及功能		(二) 视前区的细胞·····	(1251)
障碍 ·····	(1227)	(三) 视上区的核团·····	(1251)
一、小脑的功能·····	(1227)	(四) 结节区的核团·····	(1255)
二、小脑的功能障碍·····	(1227)	(五) 乳头区的核团·····	(1256)
(一) 新小脑损伤·····	(1227)	(六) 下丘脑外侧区·····	(1256)
(二) 古小脑损伤·····	(1228)	三、下丘脑的纤维联系·····	(1257)
(三) 旧小脑损伤·····	(1228)	(一) 前脑内侧束·····	(1258)
三、小脑功能障碍的消除和		(二) 穹窿·····	(1258)
改善 ·····	(1229)	(三) 杏仁下丘脑纤维·····	(1261)
第二十六章 间脑 ·····	(1230)	(四) 乳头脚·····	(1261)
第一节 丘脑 ·····	(1230)	(五) 下丘脑的连合纤维·····	(1261)
一、丘脑的外形·····	(1230)	四、下丘脑的功能·····	(1263)
二、丘脑的内部结构·····	(1231)	(一) 摄食行为调节·····	(1264)
(一) 丘脑核群·····	(1231)	(二) 水平衡调节·····	(1264)
(二) 丘脑的纤维联系和功能		(三) 体温调节·····	(1264)
综述 ·····	(1242)	(四) 情绪反应·····	(1265)
第二节 上丘脑 ·····	(1243)	(五) 神经内分泌调节·····	(1266)
一、丘脑髓纹和缰三角·····	(1243)	(六) 其它功能·····	(1266)
(一) 丘脑髓纹·····	(1243)	第二十七章 端脑 ·····	(1267)
(二) 缰三角·····	(1243)	第一节 大脑半球的外形 ·····	(1267)
二、松果体·····	(1244)	一、主要的沟及分叶·····	(1269)
三、连合下器·····	(1244)	(一) 外侧沟·····	(1269)
四、穹窿下器(附)·····	(1244)	(二) 中央沟·····	(1269)
第三节 后丘脑 ·····	(1245)	(三) 顶枕沟·····	(1269)
一、内侧膝状体·····	(1245)	(四) 距状沟·····	(1269)
(一) 背侧部·····	(1245)	(五) 扣带沟·····	(1269)
(二) 腹侧部·····	(1245)	(六) 侧副沟·····	(1269)
二、外侧膝状体·····	(1245)	二、各叶的沟与回·····	(1270)
(一) 细胞构筑·····	(1245)	(一) 额叶·····	(1270)
(二) 传入联系·····	(1246)	(二) 顶叶·····	(1270)
(三) 传出联系·····	(1246)	(三) 枕叶·····	(1271)
(四) 突触结构·····	(1246)	(四) 颞叶·····	(1271)
(五) 功能·····	(1247)	(五) 岛叶·····	(1272)
第四节 底丘脑 ·····	(1247)	(六) 边缘叶·····	(1272)
一、底丘脑核·····	(1247)	第二节 大脑半球内部结构 ·····	(1273)
二、未定带·····	(1248)	一、基底核·····	(1273)
三、红核前区·····	(1248)	(一) 尾状核·····	(1273)
四、豆核束、豆核祥和		(二) 豆状核·····	(1274)
丘脑束·····	(1249)	(三) 纹状体的纤维联系·····	(1274)
第五节 下丘脑 ·····	(1249)	(四) 纹状体的功能与损伤后	
一、下丘脑的外形及概述·····	(1249)	的症状·····	(1277)

(五) 屏状核	(1278)	四、海马结构的功能	(1298)
(六) 杏仁体	(1278)	第四节 边缘系统	(1298)
二、大脑髓质	(1280)	一、边缘系统的概念	(1298)
(一) 投射纤维	(1280)	二、边缘系统的结构	(1298)
(二) 联络纤维	(1281)	(一) 边缘系统的皮质	(1298)
(三) 连合纤维	(1283)	(二) 边缘系统的皮质下	
第二十八章 嗅脑与边缘系统	(1285)	结构	(1299)
第一节 嗅脑和边缘叶的外形和		(三) 边缘系统的纤维联系	(1299)
结构	(1286)	三、边缘系统的功能	(1299)
一、嗅球	(1286)	(一) 对情绪反应的影响	(1299)
(一) 嗅球内的神经元	(1286)	(二) 调节内脏活动	(1300)
(二) 嗅球的分层	(1286)	(三) 与记忆的关系	(1300)
二、嗅束、嗅纹和嗅三角	(1287)	(四) 其他	(1300)
三、前穿质	(1288)	第二十九章 大脑皮质	(1301)
四、隔区	(1288)	第一节 大脑皮质的结构	(1301)
(一) 隔区的位置与核团划分	(1288)	一、大脑皮质的神经细胞	(1301)
(二) 隔区的纤维联系与功能	(1289)	(一) 锥体细胞	(1301)
五、杏仁体	(1290)	(二) 颗粒细胞	(1302)
六、梨状叶	(1290)	(三) 梭形细胞	(1302)
七、前连合	(1291)	(四) 马提诺蒂细胞	(1302)
第二节 嗅觉传导径路和反射		(五) 水平细胞	(1302)
径路	(1291)	二、大脑皮质内的神经纤维	(1303)
一、嗅觉传导径路	(1291)	三、大脑皮质的分层	(1303)
二、嗅觉反射径路	(1291)	(一) 分子层	(1303)
(一) 缰核-脚间核-被盖背侧核-		(二) 外颗粒层	(1304)
背侧纵束径路	(1291)	(三) 锥体细胞层	(1304)
(二) 前穿质-隔核-前脑内侧束		(四) 内颗粒层	(1304)
径路	(1291)	(五) 节细胞层	(1304)
(三) 杏仁体-隔区、下丘脑-前脑		(六) 梭形细胞层	(1304)
内侧束径路	(1292)	四、大脑皮质神经元间的	
第三节 海马结构	(1292)	联系	(1305)
一、海马结构的外形	(1292)	第二节 大脑皮质的分类、分区	
(一) 胼胝体上回和束状回	(1292)	和分型	(1307)
(二) 齿状回	(1293)	一、大脑皮质的分类	(1307)
(三) 海马	(1293)	(一) 原皮质	(1307)
(四) 下托	(1293)	(二) 旧皮质	(1307)
二、海马结构的皮质构造	(1294)	(三) 新皮质	(1307)
(一) 海马皮质的构造	(1294)	二、大脑皮质的分区	(1307)
(二) 齿状回皮质的构造	(1295)	三、大脑皮质的分型	(1308)
(三) 梨状区的皮质构造	(1295)	(一) I型: 无颗粒型	(1309)
三、海马结构的纤维联系	(1295)	(二) II型: 额叶型	(1309)
(一) 海马结构的传入纤维	(1295)	(三) III型: 顶叶型	(1309)
(二) 海马结构的传出纤维	(1296)	(四) IV型: 脑极型	(1309)

(五) V型: 颗粒型·····	(1309)	(四) 脊髓前庭束·····	(1360)
第三节 大脑皮质的功能		(五) 脊髓脑桥纤维·····	(1361)
定位·····	(1310)	第二节 下行传导径路 ·····	(1361)
一、额叶·····	(1311)	一、躯体运动传导径路·····	(1361)
(一) 中央前区·····	(1312)	(一) 锥体系·····	(1361)
(二) 前额区·····	(1316)	(二) 锥体外系·····	(1368)
二、顶叶·····	(1317)	二、内脏运动传导径路·····	(1375)
(一) 中央后区·····	(1317)	(一) 一般内脏运动传导	
(二) 顶上区·····	(1320)	径路·····	(1375)
(三) 顶下区·····	(1320)	(二) 特殊内脏运动传导	
三、枕叶·····	(1322)	径路·····	(1377)
(一) 第Ⅰ视区·····	(1322)	第三十一章 脑室 ·····	(1379)
(二) 第Ⅱ视区和第Ⅲ视区·····	(1324)	第一节 各脑室的位置和	
四、颞叶·····	(1324)	形态·····	(1379)
(一) 听区·····	(1325)	一、侧脑室·····	(1379)
(二) 非听区·····	(1326)	(一) 中央部·····	(1379)
附: 前庭区·····	(1326)	(二) 前角·····	(1380)
五、岛叶·····	(1327)	(三) 后角·····	(1380)
六、扣带回·····	(1327)	(四) 下角·····	(1381)
第三十章 脑和脊髓内的传导		二、第三脑室·····	(1382)
径路 ·····	(1328)	(一) 顶壁·····	(1382)
第一节 上行传导径路 ·····	(1328)	(二) 底壁·····	(1382)
一、一般躯体感觉传导径路·····	(1328)	(三) 前壁·····	(1382)
(一) 本体感觉传导径路·····	(1328)	(四) 后壁·····	(1382)
(二) 痛、温觉传导径路·····	(1332)	(五) 侧壁·····	(1383)
(三) 触、压觉传导径路·····	(1335)	三、第四脑室·····	(1383)
二、特殊躯体感觉传导径路·····	(1336)	四、中脑水管和中央管·····	(1384)
(一) 视觉传导径路·····	(1336)	(一) 中脑水管·····	(1384)
(二) 听觉传导径路·····	(1344)	(二) 中央管·····	(1384)
(三) 前庭传导径路·····	(1348)	五、脑室造影与颅脑局部	
三、一般内脏感觉传导径路·····	(1351)	定位法·····	(1385)
(一) 脑神经内的一般内脏感觉		(一) 脑室造影·····	(1385)
传导径路·····	(1352)	(二) 颅脑局部定位法·····	(1385)
(二) 脊神经内的一般内脏感觉		第二节 脑室壁 ·····	(1386)
传导径路·····	(1353)	一、室管膜·····	(1386)
四、特殊内脏感觉传导径路·····	(1356)	(一) 室管膜细胞·····	(1386)
(一) 味觉传导径路·····	(1356)	(二) 长突细胞·····	(1386)
(二) 嗅觉传导径路·····	(1358)	(三) 其他细胞·····	(1387)
五、止于脑干的上行传导		二、室管膜下层和间质层·····	(1387)
径路·····	(1359)	三、脑室壁的功能·····	(1388)
(一) 脊髓顶盖束·····	(1359)	(一) 支持和保护·····	(1388)
(二) 脊髓网状束·····	(1359)	(二) 分泌·····	(1388)
(三) 脊髓橄榄束·····	(1359)	(三) 转运·····	(1388)

(四) 感受内部刺激.....	(1389)	(三) 星形胶质细胞和细胞外	
(五) 再生.....	(1389)	基质.....	(1414)
第三节 室周器官和脉络丛.....	(1389)	二、血-脑脊液屏障.....	(1415)
一、室周器官.....	(1389)	三、脑脊液-脑屏障.....	(1416)
(一) 终板血管器官.....	(1389)	四、周围神经的屏障.....	(1416)
(二) 松果体隐窝.....	(1389)	五、脑屏障的发生与成熟.....	(1416)
(三) 正中隆起.....	(1390)	六、脑屏障的生理学意义和影响	
(四) 连合下器.....	(1390)	脑屏障的某些因素.....	(1416)
(五) 穹窿下器.....	(1390)	(一) 脑屏障的生理学意义.....	(1416)
(六) 最后区.....	(1391)	(二) 影响脑屏障的一些因素	
二、脉络丛.....	(1391)	及其临床应用.....	(1417)
(一) 脉络丛的胚胎发生.....	(1391)	七、缺乏脑屏障的特殊区域.....	(1417)
(二) 脉络丛的结构.....	(1391)	第三十三章 脊髓和脑的血管	(1419)
(三) 脉络丛的功能.....	(1392)	第一节 脊髓血管.....	(1419)
第三十二章 脑脊髓被膜、脑脊液		第二节 脑血管.....	(1421)
和脑屏障	(1394)	一、脑动脉.....	(1421)
第一节 脑脊髓被膜.....	(1394)	(一) 颈内动脉.....	(1422)
一、脊髓被膜.....	(1394)	(二) 椎基底动脉.....	(1429)
(一) 硬脊膜.....	(1394)	(三) 大脑动脉环.....	(1433)
(二) 脊髓蛛网膜.....	(1395)	二、脑静脉.....	(1433)
(三) 软脊膜.....	(1396)	(一) 大脑浅静脉.....	(1433)
附：腰椎穿刺.....	(1397)	(二) 大脑深静脉.....	(1434)
二、脑被膜.....	(1397)	三、小脑静脉.....	(1436)
(一) 硬脑膜.....	(1398)	【附一】脑血管造影.....	(1437)
(二) 脑蛛网膜.....	(1405)	【附二】脑微血管铸型.....	(1437)
(三) 软脑膜.....	(1408)	第三十四章 中枢神经系统的	
第二节 脑脊液和脑脊液		发生	(1438)
循环.....	(1408)	第一节 神经管的形成和组织	
一、正常脑脊液的成分和一些理化		发生.....	(1438)
常数.....	(1408)	第二节 脊髓的发生.....	(1439)
二、脑脊液循环.....	(1409)	第三节 脑的发生.....	(1440)
(一) 脑脊液的产生.....	(1409)	一、延髓.....	(1441)
(二) 脑脊液的循行和		二、后脑.....	(1442)
吸收.....	(1410)	三、中脑.....	(1444)
(三) 脑脊液的流体静压.....	(1411)	四、间脑.....	(1444)
(四) 脑脊液的功能.....	(1411)	五、端脑.....	(1445)
(五) 与临床有关的某些		第四节 中枢神经系统的	
问题.....	(1412)	异常.....	(1446)
第三节 脑屏障.....	(1412)	周围神经系统	(1447)
一、血-脑屏障.....	(1413)	第三十五章 脑神经	(1448)
(一) 脑毛细血管内皮细胞及其		第一节 嗅神经.....	(1452)
之间的连接.....	(1413)	一、犁鼻神经.....	(1454)
(二) 基膜和周细胞.....	(1414)		

二、终神经	(1455)	(三) 膝鼓室支	(1486)
第二节 视神经	(1455)	(四) 岩外神经	(1487)
一、眼内部	(1455)	(五) 镫骨肌神经	(1487)
二、眶部	(1455)	(六) 鼓索	(1487)
三、管内部	(1457)	(七) 面神经与迷走神经耳支	
四、颅内部	(1457)	交通支	(1487)
第三节 动眼神经	(1460)	(八) 耳后神经	(1487)
一、动眼神经的经过	(1461)	(九) 二腹肌支	(1487)
二、动眼神经分支	(1461)	(十) 茎突舌骨肌支	(1487)
(一) 动眼神经上支	(1461)	(十一) 舌支	(1487)
(二) 动眼神经下支	(1462)	(十二) 终末支	(1487)
三、睫状神经节	(1463)	四、翼腭神经节	(1489)
(一) 睫状神经节的神经根	(1463)	(一) 副交感根	(1489)
(二) 睫状神经节的分支	(1464)	(二) 交感根	(1489)
四、动眼神经麻痹	(1464)	(二) 感觉根	(1490)
第四节 滑车神经	(1465)	五、下颌下神经节	(1491)
一、滑车神经的经过	(1465)	(一) 感觉根	(1491)
二、滑车神经的交通支及特征	(1465)	(二) 运动根	(1491)
三、滑车神经麻痹	(1465)	(三) 交感根	(1491)
第五节 三叉神经	(1466)	六、面神经麻痹	(1492)
一、三叉神经感觉纤维部分	(1467)	(一) 核上性面神经麻痹	(1492)
(一) 三叉神经节	(1467)	(二) 核性面神经麻痹	(1492)
(二) 三叉神经感觉根及		(三) 核下性面神经麻痹	(1492)
其核	(1467)	第八节 前庭蜗神经	(1493)
(三) 三叉神经中脑核来的		一、前庭神经	(1493)
感觉纤维	(1471)	二、蜗神经	(1495)
二、三叉神经运动纤维部分	(1471)	第九节 舌咽神经	(1497)
三、三叉神经的分支	(1471)	一、上神经节	(1498)
(一) 第一支——眼神经	(1471)	二、下神经节	(1498)
(二) 第二支——上颌神经	(1474)	三、鼓室丛	(1498)
(三) 第三支——下颌神经	(1475)	四、舌咽神经干的分支	(1499)
四、三叉神经的损伤	(1478)	(一) 咽支	(1499)
(一) 周围性损伤	(1478)	(二) 颈动脉窦支	(1499)
(二) 中枢性损伤	(1479)	(三) 茎突咽肌支	(1499)
(三) 三叉神经痛	(1479)	(四) 扁桃体支	(1499)
第六节 展神经	(1480)	(五) 舌支	(1499)
第七节 面神经	(1481)	五、耳神经节	(1500)
一、运动根	(1482)	(一) 耳神经节的根	(1500)
二、中间神经	(1482)	(二) 耳神经节的分支	(1501)
三、面神经的交通支及分支	(1485)	六、舌咽神经痛	(1502)
(一) 面神经与前庭蜗神经		第十节 迷走神经	(1502)
交通支	(1486)	一、迷走神经头部发出的分支	(1503)
(二) 岩大神经	(1486)	(一) 脑膜支	(1503)

(二) 耳支	(1503)	六、脊神经的成分	(1523)
(三) 交通支	(1504)	第二节 脊神经的脊膜支及	
二、迷走神经颈部发出的分支	(1505)	后支	(1524)
(一) 交通支	(1505)	一、脊膜支	(1525)
(二) 咽支	(1505)	二、后支	(1525)
(三) 颈动脉支	(1505)	(一) 颈神经的后支	(1525)
(四) 喉上神经	(1505)	(二) 胸神经的后支	(1526)
(五) 颈上心支	(1506)	(三) 腰神经的后支	(1526)
(六) 喉返神经	(1506)	(四) 骶神经的后支	(1529)
三、迷走神经胸部发出的分支	(1508)	(五) 尾神经的后支	(1529)
(一) 支气管前支	(1508)	第三节 脊神经的前支	(1529)
(二) 支气管后支	(1508)	一、颈神经的前支	(1530)
(三) 食管支	(1508)	(一) 颈丛	(1530)
(四) 心包支	(1509)	(二) 臂丛	(1536)
四、迷走神经腹部发出的分支	(1509)	二、胸神经的前支	(1562)
(一) 迷走神经前干	(1509)	(一) 上 6 对胸神经的前支	(1562)
(二) 迷走神经后干	(1510)	(二) 下 6 对胸神经的前支	(1564)
第十一节 副神经	(1511)	三、腰神经的前支	(1566)
一、脑根	(1512)	(一) 腰丛	(1566)
二、脊髓根	(1512)	(二) 腰骶干	(1575)
第十二节 舌下神经	(1514)	四、骶神经的前支	(1576)
一、舌下神经的交通支	(1515)	(一) 内脏支	(1578)
(一) 与迷走神经的交通支	(1515)	(二) 皮支	(1578)
(二) 与颈上神经节的		(三) 肌支	(1580)
交通支	(1515)	(四) 混合支	(1580)
(三) 与舌神经的交通支	(1515)	五、尾神经的前支	(1591)
二、舌下神经的终末支	(1515)	自主神经系统	(1593)
(一) 脑膜支	(1515)	第三十七章 自主神经的	
(二) 舌下神经自颈丛来的		中枢部	(1595)
分支	(1516)	第一节 脊髓内的自主神经	
(三) 舌下神经固有的分支	(1516)	调节	(1595)
三、舌下神经麻痹	(1516)	第二节 脑干内的自主神经	
(一) 核上性损伤	(1516)	调节	(1596)
(二) 核性损伤	(1516)	第三节 间脑内的自主神经	
(三) 核下性损伤	(1517)	调节	(1602)
第三十六章 脊神经	(1518)	一、与情绪行为的关系	(1603)
第一节 脊神经根及脊神经的		二、体温调节	(1603)
成分	(1519)	三、水分平衡的调节	(1605)
一、后根	(1519)	四、催产素和升压素的分泌及向神	
二、脊神经节	(1520)	经垂体的转运	(1606)
三、前根	(1521)	五、摄食行为的调节	(1606)
四、神经根的粗细及经过	(1522)	六、对生物节律的调节	(1607)
五、脊神经根的损伤	(1523)		

七、胃酸分泌的调节	(1607)	(一) 自主神经末梢释放递质传	
八、对心血管的调节	(1608)	递兴奋	(1623)
九、对腺垂体功能的调节	(1608)	(二) 不同性质的神经末梢释放	
第四节 大脑皮质的自主神经		不同的递质	(1624)
调节	(1611)	(三) 神经递质与受体的关系	(1625)
一、边缘叶	(1611)	(四) 神经递质的转化与药物	
二、新皮质	(1613)	中毒	(1627)
第五节 小脑及纹状体的自主神		第二节 副交感部	(1627)
经调节	(1614)	一、动眼神经内的副交感	
一、小脑的自主神经调节	(1614)	纤维	(1628)
二、纹状体的自主神经调节	(1614)	二、面神经的中间神经内含有两种	
第三十八章 自主神经的		副交感纤维	(1628)
周围部	(1615)	三、舌咽神经内的副交感纤维	(1630)
第一节 自主神经周围传出		四、迷走神经内的副交感纤维	(1630)
纤维	(1615)	五、脊髓骶部发出的副交感	
一、交感神经与副交感神经的		纤维	(1630)
一般区别	(1615)	第三节 交感部	(1630)
(一) 交感神经与副交感神经的		一、颈部	(1633)
前神经元所在的部位不同		(一) 颈上神经节	(1633)
.....	(1615)	(二) 颈中神经节	(1636)
(二) 交感神经与副交感神经的		(三) 颈下神经节	(1637)
分布范围不同	(1615)	二、胸部	(1640)
(三) 交感神经与副交感神经的		(一) 上五个胸神经节的	
功能各有其特征	(1615)	分支	(1640)
(四) 交感神经与副交感神经		(二) 下七个胸神经节的	
末梢所产生的化学递质		分支	(1641)
不同	(1616)	三、腰部	(1644)
(五) 交感神经与副交感神经		(一) 交通支	(1644)
引起效应器发生反应的		(二) 内脏支	(1644)
间隔期不同	(1616)	(三) 血管支	(1645)
(六) 交感神经与副交感神经对		(四) 分布于椎骨及其韧带的	
某些药物的反应不同	(1616)	分支	(1646)
二、自主神经节的结构	(1616)	四、盆部	(1646)
(一) 自主神经节细胞的形态与		(一) 内脏支	(1646)
类型	(1616)	(二) 血管支	(1646)
(二) 自主神经节的细胞学及组		第四节 自主神经丛	(1647)
织化学	(1617)	一、心丛	(1647)
(三) 节前纤维与节后神经元间		(一) 心浅丛	(1647)
的联系	(1619)	(二) 心深丛	(1648)
三、节后纤维的终末结构	(1620)	二、肺丛	(1648)
四、自主神经末梢释放的		三、腹腔丛	(1648)
递质	(1623)	(一) 膈丛	(1649)
		(二) 肝丛	(1649)

(三) 脾丛·····	(1649)	二、肺的神经支配·····	(1670)
(四) 胃上丛·····	(1649)	第四节 消化管的神经支配 ·····	(1672)
(五) 肾上腺丛·····	(1649)	一、消化管各部分的神经支配·····	(1672)
(六) 肾丛·····	(1649)	二、消化管壁内的神经支配·····	(1673)
(七) 精索丛·····	(1649)	(一) 消化管壁内的神经丛·····	(1673)
(八) 肠系膜上丛·····	(1650)	(二) 消化管壁内的神经节及其神经节细胞·····	(1674)
(九) 腹主动脉丛·····	(1650)	(三) 肠反射弧·····	(1675)
(十) 肠系膜下丛·····	(1650)	三、消化管的传入神经·····	(1675)
四、上腹下丛·····	(1650)	第五节 泌尿器的神经支配 ·····	(1679)
五、下腹下丛·····	(1651)	一、肾的神经支配·····	(1679)
(一) 盲肠下丛·····	(1651)	二、输尿管的神经支配·····	(1679)
(二) 膀胱丛·····	(1651)	三、膀胱的神经支配·····	(1680)
(三) 前列腺丛·····	(1651)	四、尿道的神经支配·····	(1682)
(四) 子宫阴道丛·····	(1652)	第六节 生殖器的神经支配 ·····	(1682)
第五节 自主神经周围传入纤维 ·····	(1652)	一、男性生殖器的神经支配·····	(1682)
一、一般内脏传入纤维·····	(1653)	(一) 睾丸的神经支配·····	(1682)
(一) 内感受器·····	(1653)	(二) 附睾的神经支配·····	(1683)
(二) 传入神经元·····	(1656)	(三) 输精管、精囊、射精管及前列腺的神经支配·····	(1684)
二、特殊内脏传入纤维·····	(1658)	(四) 阴茎的神经支配·····	(1685)
(一) 嗅觉传入·····	(1659)	二、女性生殖器的神经支配·····	(1686)
(二) 味觉传入·····	(1659)	(一) 卵巢的神经支配·····	(1686)
第三十九章 几种主要器官的自主神经支配 ·····	(1662)	(二) 输卵管的神经支配·····	(1686)
第一节 心脏的神经支配 ·····	(1662)	(三) 子宫的神经支配·····	(1686)
一、心脏传入神经的分布·····	(1662)	(四) 阴道的神经支配·····	(1693)
二、心脏传出神经的分布·····	(1663)	(五) 女性外生殖器的神经支配·····	(1693)
(一) 心壁内神经节·····	(1663)	第四十章 自主神经活动的基本形式 ·····	(1694)
(二) 心脏传导系统的神经分布·····	(1663)	一、颈动脉窦与主动脉弓反射·····	(1694)
(三) 心肌的神经支配·····	(1664)	二、颈动脉小球与主动脉小球的升压反射·····	(1695)
(四) 冠状动脉壁的神经支配·····	(1665)	三、呼吸反射·····	(1696)
第二节 血管的神经支配 ·····	(1665)	四、瞳孔对光反射·····	(1697)
一、躯体各部血管的神经分布·····	(1665)	五、调节反射·····	(1698)
二、血管壁的神经分布·····	(1667)	六、瞳孔皮肤反射(睫脊反射)·····	(1699)
三、血管壁传入神经的末梢装置·····	(1668)	七、咳嗽反射·····	(1700)
第三节 气管壁及肺的神经支配 ·····	(1670)	八、呕吐反射·····	(1700)
一、气管的神经支配·····	(1670)		

神经系统的节段性分布及牵涉性疼痛	(1702)	(三) 玻璃体	(1767)
第四十一章 神经系统的节段性分布	(1702)	第二节 眼副器的形态及构造	(1768)
第一节 肌的神经节段性分布	(1703)	一、眶	(1768)
第二节 皮肤的神经节段性分布	(1706)	(一) 眶的形态特征	(1768)
一、头部(颜面及额部)的皮肤	(1707)	(二) 经眶的主要结构	(1769)
二、枕部、项部、背部、臀七部至尾骨尖端诸部的皮肤	(1710)	(三) 眶与鼻旁窦的关系	(1769)
三、颈部、胸部、腹部、上肢、下肢、臀部及会阴诸部的皮肤	(1710)	(四) 眶骨膜	(1769)
第三节 内脏器官的神经节段性分布	(1715)	(五) 眶筋膜	(1769)
一、内脏器官自主神经传出纤维的节段性分布	(1715)	二、眼睑	(1770)
二、内脏器官自主神经传入纤维的节段性分布	(1717)	(一) 眼睑的形态	(1770)
第四节 神经节段性分布的临床意义	(1718)	(二) 眼睑的构造	(1771)
第四十二章 牵涉性疼痛	(1720)	三、结膜	(1773)
第一节 躯体性牵涉痛	(1720)	(一) 结膜的形态	(1773)
第二节 内脏性牵涉痛	(1721)	(二) 结膜的结构	(1773)
一、类似内脏痛	(1721)	四、泪器	(1774)
二、真性内脏痛	(1721)	(一) 泪腺的位置、形态和结构	(1774)
第三节 牵涉性疼痛的原理	(1726)	(二) 泪道	(1775)
参考文献	(1727)	五、眼球外肌	(1776)
第六篇 感觉器	(1737)	(一) 眼球外肌的形态	(1777)
概述	(1737)	(二) 眼球外肌的综合作用	(1781)
第四十三章 视器	(1739)	六、眶内的平滑肌	(1783)
第一节 眼球的形态、构造	(1739)	七、眶脂体	(1783)
一、眼球壁	(1740)	八、眼球筋膜	(1783)
(一) 眼球外膜	(1740)	第三节 视器的血管、淋巴管和神经	(1784)
(二) 眼球中膜	(1747)	一、眶内的血管、淋巴管和神经	(1784)
(三) 眼球内膜	(1752)	(一) 眶内的动脉	(1784)
二、眼球内容物	(1763)	(二) 眶内的静脉	(1784)
(一) 眼球房和房水	(1763)	(三) 眶内的淋巴管	(1786)
(二) 晶状体	(1765)	(四) 眶内的神经	(1787)
		二、眼球的血管和神经	(1791)
		(一) 外膜的血管和神经	(1792)
		(二) 中膜的血管和神经	(1793)
		(三) 内膜的血管	(1793)
		三、眼睑的血管、淋巴管和神经	(1795)
		(一) 眼睑的动脉	(1795)
		(二) 眼睑的静脉	(1796)
		(三) 眼睑的淋巴管	(1796)
		(四) 眼睑的神经	(1796)

四、结膜的血管、淋巴管和神经	(1796)	(四) 中耳的血管、淋巴管和神经	(1825)
(一) 结膜的动脉	(1797)	三、内耳	(1826)
(二) 结膜的静脉	(1797)	(一) 骨迷路	(1827)
(三) 结膜的淋巴管	(1797)	(二) 膜迷路	(1830)
(四) 结膜的神经	(1797)	(三) 内、外淋巴与听传导的关系	(1838)
五、泪器的血管、淋巴管和神经	(1797)	(四) 内耳道	(1838)
(一) 泪腺的血管、淋巴管和神经	(1797)	(五) 内耳的血管、淋巴和神经	(1839)
(二) 泪道的血管、淋巴管和神经	(1798)	第二节 前庭蜗器的个体发生	(1840)
六、眼球外肌的动脉	(1798)	一、外耳的发生	(1840)
第四节 视器的个体发生	(1799)	1、中耳的发生	(1845)
一、眼球的发生	(1799)	2、内耳的发生	(1843)
(一) 视网膜的发生	(1799)	(一) 膜迷路的发生	(1843)
(二) 视神经的发生	(1800)	(二) 骨迷路和外淋巴腔的发生	(1844)
(三) 晶状体的发生	(1800)	四、耳的畸形	(1844)
(四) 玻璃体的发生	(1800)	第四十五章 嗅器	(1845)
(五) 巩膜、脉络膜、虹膜和睫状体的发生	(1801)	第四十六章 味器	(1847)
(六) 角膜和前、后房的发生	(1801)	第四十七章 皮肤	(1849)
二、眼副器的发生	(1802)	第一节 皮肤的构造	(1850)
(一) 眶的发生	(1802)	一、表皮	(1850)
(二) 眼球外肌的发生	(1802)	(一) 基底层	(1851)
(三) 眼睑和结膜的发生	(1802)	(二) 棘层	(1851)
(四) 泪器的发生	(1803)	(三) 粒层	(1851)
三、眼在一生中的变化	(1803)	(四) 透明层	(1852)
(一) 出生时眼的特点	(1803)	(五) 角质层	(1853)
(二) 眼的生后发育	(1803)	二、真皮	(1855)
(三) 老人眼的特征	(1803)	(一) 乳头层	(1855)
第四十四章 前庭蜗器	(1804)	(二) 网状层	(1855)
第一节 前庭蜗器的形态和构造	(1804)	三、皮下组织	(1856)
一、外耳	(1804)	四、皮肤的血管、淋巴管及神经	(1856)
(一) 耳廓	(1801)	(一) 皮肤的血管	(1856)
(二) 外耳道	(1811)	(二) 皮肤的淋巴管	(1856)
(三) 鼓膜	(1813)	(三) 皮肤的神经	(1856)
二、中耳	(1813)	五、皮肤的形态结构与生理功能	(1858)
(一) 鼓室	(1813)	(一) 保护作用	(1858)
(二) 乳突窦及乳突小房	(1822)	(二) 调节体温	(1858)
(三) 咽鼓管	(1823)	(三) 感觉作用	(1858)

(四) 物质代谢作用	(1858)
(五) 吸收作用	(1858)
(六) 再生作用	(1858)
六、皮肤的年龄变化	(1859)
第二节 皮肤的附属器官	(1859)
一、指(趾)甲	(1859)
二、体毛	(1860)
(一) 体毛的形态构造	(1861)
(二) 毛发的生长、更新与影响 生长、更新的因素	(1862)
三、皮脂腺	(1863)
四、汗腺	(1863)

第三节 皮肤及其附属器官的 发生	(1865)
一、表皮的发生	(1865)
二、真皮及皮下组织的发生	(1865)
三、毛发的发生	(1865)
四、指(趾)甲的发生	(1865)
五、皮脂腺、汗腺的发生	(1866)

参考文献	(1866)
中文索引	(1870)
英汉索引	(1913)

深入，将会有一些新学科不断从解剖学中分化出去。但是，广义上仍属于解剖学的范畴。

二、人体解剖学的发展史

解剖学的发展历史可追溯到古代中国、印度、埃及和希腊等。最早只是见于原始人类生产生活中同疾病作斗争、祭祀以及打猎等分散零星的记述。随着医学的发展，解剖学这门基础科学也相应地发展起来。

（一）公元前 22 世纪～公元前 770 年

公元前 22 世纪以前相当于古代中国的原始社会。由于缺少直接的文献资料，往往只根据考古发掘出的片断遗物、某些传说或后世的研究报告进行分析。在中国，远在百万年以前就有人类生存。他们在生产生活实践中，必须同疾病作斗争，从而产生了中国最早的医疗活动。使用针砭治病的起源很早，据《帝五世纪》载：“伏羲画八卦，所以六气六腑，五行五脏，阴阳四时，水火升降，得以有象，百病之理，得以有类，乃尝百药而制九针，以拯天枉。”这是我国运用砭石、针刺治疾，对人体结构的五脏六腑最早出现的生动描述。

公元前 22 世纪，我国的夏代已从原始社会开始进入奴隶社会。由于农业生产的发展，需要大量的劳动力，战争中的俘虏被迫从事劳动而成为奴隶。但它标志着社会发展的进步。随着宗教意识的日益浓厚，社会上的巫医极为猖獗。

随着农业的发展，粮食生产有富余，有一部分人开始脱离农业劳动，从事医药、天文等脑力劳动，并逐渐形成了知识阶层。其中出现许多医药家代表。据文献记述，僦贷季、歧伯和雷公等，曾与黄帝议论医药撰《内经》。《史记》称，上古名医俞跗，治病不用内服药，“乃割皮解肌，抉脉结筋，揲荒爪幕，漓浣肠胃。”由此可知俞跗可能是一位外科医生，同时出现了“割皮解肌”等解剖的初步描述。

古印度医学的 Veda(吠陀)时代，即相当于这个时期。Veda 在梵语是求知或知识的意思，也有人解释为“圣明”或“圣经”或“明论”。吠陀约著于公元前 2000 年，最初有三种或称“三明，”后来增加一种，即所谓“四吠陀”。其中《阿闍婆吠陀》亦译作《禳灾明论》(Atharva-Veda)，约成于公元前 700 年，乃巫祝及祭祀的专著，记述了 77 种病名和创伤等病例，此外，还记载了兽医学和解剖学知识，并提到骨骼的数目。

古代埃及人，早在公元前 16 世纪时，对于木乃伊 Mummy 的制作技术已达颇为完善的程度。最讲究的方法是将脑和内脏取出，头颅和躯体的内腔填充没药、乳香及桂皮等防腐剂并缝合，置于苏打水或盐水中浸泡 70 天，取出干燥后涂以香膏并美容，再用亚麻布将尸体裹好。表明当时已能剖割尸体，并可初步识别脑和内脏。

（二）公元前 770～221 年

是我国由奴隶社会向封建社会过渡的阶段，相当于春秋战国时代。由于生产迅速发展，经济形态剧烈变动，学术思想活跃，遂形成了诸子蜂起，百家争鸣的局面。医学上摆脱了巫医的束缚，因而出现了医学分科和职业医生，著名医学家秦越人，在他一生的医疗实践中，总结出对患者“六不治”的思想，明确提出“信巫不信医不治”，充分表明当时医术与巫术的尖锐对立。这一时期最突出的代表著作是《黄帝内经》、《黄帝外经》、《扁鹊内经》、《扁鹊外经》以及《五十二病方》等。

《黄帝内经》包括《素问》和《灵枢》两部分，该书并非出于一时一人之手，是无数医家共同劳动的创造。代表我国医学在公元前 221 年以前的理论水平。它对人体解剖、生理、病理和

病因的认识,对疾病诊断和防治方法的论述,均有比较精辟的论断和见解。

《灵枢·经水》中记载:“若夫八尺之士,皮肉在此,外可度量切循而得之,其死可解剖而视之。其脏之坚脆,腑之大小,谷之多少,脉之长短,血之清浊……皆有大数。”《灵枢》是使用“解剖”一词最早的文献。

古希腊这个时期已出现不少名医和学派。如当时的 Hippocrates(公元前 460~377 年),在他的代表著作《希波克拉底文集》中,有很多解剖学记述。他认为心脏有两个心室和两个心房。右心室供给肺以血液,并从肺接受气而互相交换。但对左心室却认为不含血而含气,是固有热和智慧的所在。他对头骨作了正确的描述,但却把神经和肌腱混淆起来。其后,古希腊的哲学家和自然科学家 Aristoteles(公元前 384~322 年)对动物解剖提供了可贵资料,指出心是血液的循环中心,并把神经和肌腱区别开来。但该氏对人体的结构可能是不熟悉的。古希腊亚历山大利亚时期的医学家 Herophilus(公元前 335~280 年)在解剖学方面是很有成就的。他发现小肠起始部分约有十二个指头那样长,并命名为“十二指肠”;还发现和命名了“前列腺”;描述了睫状体、玻璃体、脉络膜和视网膜;观察了乳糜管和淋巴;发现了舌骨并对肝、胰和唾液腺进行了研究;记述了女性生殖器的卵巢和输卵管;对感觉神经和运动神经作了鉴别;查明了神经与脑和脊髓的联系,记述了脑脊髓被膜以及窦汇;认为动脉的搏动与心脏的活动有关,但却认为肺静脉把空气从肺部输送至左心;将血管和神经区分开来等。由于他在解剖学方面业绩显著,故有人认为他是记述解剖学的创始人。这个时期还有一位比较著名的解剖、生理学家和医学家, Erasistratus(公元前 310~250 年),据说他是 Aristoteles 的孙子。他曾对大脑、小脑和脑室进行了研究,并给大脑、小脑命名。他在心血管系方面的研究贡献较大,认为心脏收缩和舒张是由其内在力量所致;他命名了三尖瓣,记述了半月瓣的功能;描述了室壁之间的腱索,认为在动、静脉之间的交通有看不见的管道等。

(三) 公元前 221~公元 220 年

我国正处在秦汉时期,即从秦朝统一六国建立第一个封建王朝至公元 220 年东汉灭亡、三国鼎立这个历史阶段。这个时期,政治上相对稳定,秦始皇实行中央集权制,东西汉罢黜百家,独尊儒术,使儒学思想占据了统治地位。阴阳五行等哲学思想使当时的医学走上系统化和理论化的道路。据《汉书·王莽传》记载,新莽天凤三年(公元 16 年),王莽令太医尚方与巧屠一起解剖被处死刑者公孙庆的尸体,不仅度量其五脏,而且“以竹筵导其脉,知其始终……”探讨脉管的起始部位、循行方向以及脉管长度等。这是我国进行人体解剖最早的记述。

东汉末期著名医学家华佗(公元 145~200 年),对外科手术最为著称。若病在腹中,针药不能及,则令病人饮“麻沸散”,使病人如醉无知觉,再行剝割,去其病患。若病在肠中,便“断肠湔洗,缝腹膏摩,四五日痊愈,不痛,人亦不自寤,一月之间,即平复矣。”可见华佗对腹部外科和腹部解剖知识是比较熟悉的。另外,华佗还主张积极进行体育锻炼,并创造了一套模仿虎、鹿、熊、猿、鸟动作的“五禽戏”,以活动肢体,达到健身的目的。

和我国华佗几乎处于同时代的 Galen(公元 131~200 年),是古罗马的一位著名医学家和解剖学家。在他的医学论著中,明确指出血管内运行的是血液不是空气,神经按区分布,脑神经为 7 对等。修正了 Hippocrates 认为动脉内含有空气的错误观点。但 Galen 的描述,大部分是通过狼和猪的尸体解剖得到的。他曾对咀嚼肌、颈阔肌、肋间肌和背肌等进行了研究,注意到跟腱起始于腓肠肌。认识到心脏是肌性器官,并首先使用了“收缩期”和“舒张期”两个名词。大脑大静脉是 Galen 最先发现的。他首先描述了胼胝体,第三、四脑室以及交感神经

等。

印度佛教时期，有一位著名医生叫闍罗迦，约在公元一世纪著有《闍罗迦集》，该书共分8篇119章，其中8章是论述解剖学的。这个时期，印度还有一部著作，即《妙闻集》。此书后来曾被许多人篡改，直到公元4世纪，曾由Nagarjuna将其修订，全书包括6篇，186章，其中10章讨论解剖学，16章为病理学，66章描述外科学。

(四) 公元3~5世纪

这个阶段，我国正处在对古代医学进行理论性总结，并对医疗实践发挥其具体指导作用的时期。南北方对峙及社会的战乱状态以及文化的融合与交流，使医药知识有了丰富的实践机会并积累了不少经验。这一时期比较重要的基本理论成就，是西晋王叔和所著的《脉经》，为我国最早的一部论脉专著。其主要贡献是将脉象总结归纳为24种，并提出寸关尺三部诊脉法及其与内脏相关的理论，即左手寸关尺候心、肝、肾及其相表里的各脏；右手寸关尺候肺、脾、命门及其相表里的各腑，基本上成为后来中医诊脉的规范。这个时期还有一位著名医学家皇甫谧(公元215~282年)，他把当代风行的《黄帝内经》、《素问》以及《明堂孔穴针灸治要》三部著作，删繁就简改编成《针灸甲乙经》，共12卷，128篇，其中70篇是论经穴的，表明当时对人体结构是比较熟悉的。

公元5~6世纪，印度医生Vagbhatha(婆拜他)曾将当时印度古代的医书，按《阿输吠陀》的分类，编辑而成《八支集》和《八心集》，前者为散文体医书，后者为诗歌体，包括内、外科、小儿科、精神病、毒物学以及长寿学等，是一部比较完整的医学专著。由于他对医学的贡献卓著，故被欧洲人誉为印度的Galen。

(五) 公元6~10世纪

相当于隋唐五代时期，是我国封建社会发展中的鼎盛阶段。国家统一，经济繁荣，科学文化日益昌盛，并不断与国外进行交流，医药学也获得明显的发展。

唐代医学家孙思邈(公元581~682年)曾撰《备急千金要方》和《千金翼方》两部著作，使我国医学的发展达到一个新阶段。近代医学史学者称孙氏著作为中国历史上第一部临床百科全书。书中共收纳唐以前医方6500多个，并对食管异物剔除术和下颌关节脱臼的整复手法、步骤和要领等，均比较符合现代解剖学的要求。隋朝医学家巢元方于公元610年(即隋大业6年)曾著《诸病源候论》，全书共50卷，载列病候1720条，其中对内脏各器官的功能有很多记述，如“肾主水，膀胱为津液之府，此二经为表里，而水行于小肠，人胞者为小便。”又谓“肾主水，而开窍在阴，阴为溲便之道。”“精藏于玉房。”玉房乃指睾丸而言。表明这个时期对人体的结构和生理功能均有比较深刻的认识。

公元10世纪末，塔吉克的一位自然科学家和医学家Avicenna(公元980~1037年)，在他的名著《医典》中，对解剖学、生理学、病理学以及治疗学均记述的十分详细，是当时医学上的一部百科全书。与Avicenna同时代的Alhazen，对眼科有杰出的贡献。他研究了屈光，记述和最先采用了角膜和晶状体等解剖名词。

(六) 公元11~14世纪

这一历史阶段，相当于宋、辽、金、元时代，是我国医药学的一个重要承前启后的发展阶段。值得提出的是宋代一些医学家，为了探索人体的奥秘，于11世纪中叶至12世纪初，曾对被杀犯人的尸体(达30~56人之多)进行解剖，由医官与画家合作，将剖察所见绘制成五脏图，其中图像虽不尽正确，也堪称我国解剖学史上光辉的一页。

宋仁宗天启4年(公元1026年),太医局医官王惟一曾设计制造针灸铜人模型两具,脏腑完备,全身按俞穴标刻名称,用于传授针灸知识。不但体表的解剖部位和穴位关系比例协调,而且内脏的形态、位置和相互毗邻也是相当正确的。该氏并根据历代针灸著作进行考订,编写《铜人腧穴针灸图经》三卷,共含354穴。13世纪中叶,南宋时期的医家宋慈,曾著《洗冤录》(约于公元1247年)一书,详细记述了全身各部骨骼的名称、形状和数目,并附有检骨图。其中颅骨和全身骨骼图像均比较精美。(图绪-1,2)

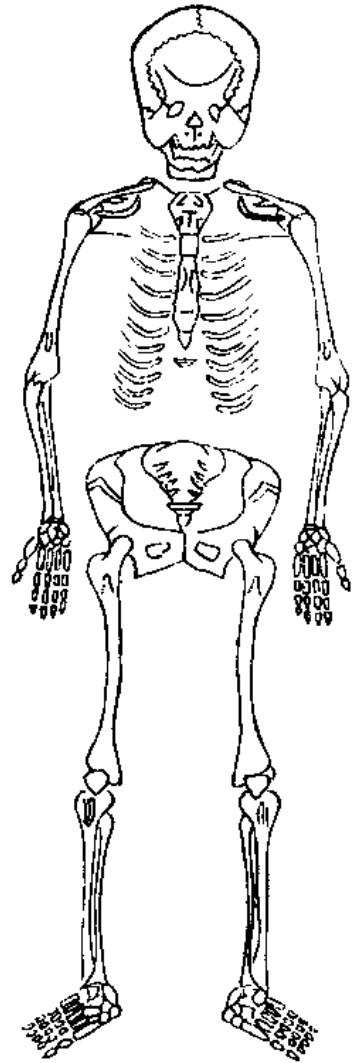
12世纪中叶至13世纪中叶,在Avicenna之后,值得介绍的医家有Abdal Latif,(1162~1231年)和Nafis,(1210~1288年)。前者曾在埃及发现许多骨骼,对其加以研究,并指出Galen所记述的人的下颌骨由两块组成是错误的。后者曾对Avicenna和Galen的解剖学记述加以评释,强调心室间隔不象他们二位所描述的可以渗透,并著有《评阿维森纳的解剖学》一书。

14世纪初,波伦亚大学教授Mondino(公元1270~1326年)于1315年公开解剖过一名妇女的尸体,并以此为基础编著一部《解剖学》,直到Vesalius以前的200余年间均作为解剖学教本,曾发行数十版。解剖人的尸体,当时虽被允许,但有诸多限制,如每年只许解剖一次,解剖内容只是内脏概况,头颅甚少切开,对于血管、神经和骨骼肌等均无系统记述。

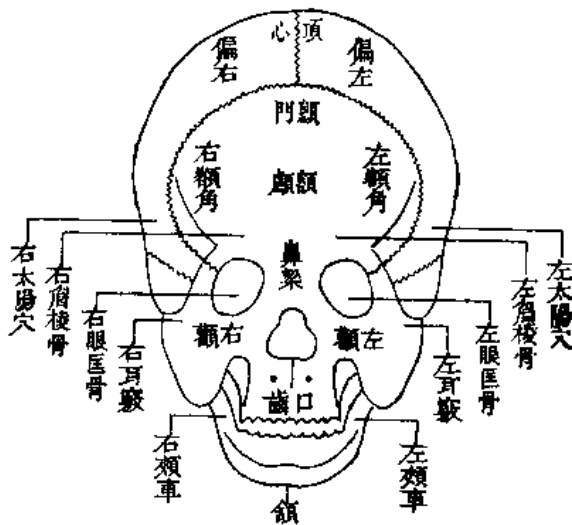
(七) 公元15~20世纪

明清时代的医学仍以《内经》以来所形成的自发唯物和朴素辨证的理论体系为基础,加深了关于人体解剖生理的认识,有些医家对脑的功能有新的记述。如李时珍(公元1518~1593年)曾谓“脑为元神之主”;金正希、王宏翰等记述“人之记性在脑”明代医学家杨继洲,在家传《卫生针灸玄机秘要》的基础上,蒐集前人有关资料编著《针灸大成》一书共十卷。其中卷六对五脏六腑的记述较为详细并附有脏腑图像。(图绪-3)

王清任(公元1768~1831年)是清代医学家,字勋臣,河北玉田人。20岁左右接触医学,曾在北京城内行医,开设药铺名“知一堂”。他强调认识人体脏腑对于临症治病的重要性,曾指出,“治病不明脏腑,何异盲子夜行,著书不明脏腑,岂不是痴人说梦。”所以王氏力图亲见人体脏腑结构。30岁时,曾亲自观察疫死小儿尸体30余具;后又三次去刑场,观察刑余犯人



图绪-1 全身骨骼图
(采自《洗冤录译义》)



图绪-2 颅骨图象(采自《洗冤录译义》)

第五篇

神 经 学

概 述

神经系统是机体内起主导作用的调节机构。人体对内外环境中的变化和各種刺激，主要是通过神经系统保持体内各器官机能活动的协调和统一，并适应环境的变化，以维持平衡。

一、神经元及其之间的联系

神经系统完成机能活动的基本组分是神经元，还有一些辅助性的胶质细胞。神经元既是神经系统的结构基本单位，又是执行机能活动的个体。神经元依靠本身所特有的应激性 *irritability* 和传导性 *conductivity* 完成感觉、整合以及运动等一系列活动。完成一次机能活动需要两个以上的神经元参与，并以反射的方式实现。完成反射的形式称为反射弧 *reflex arc*。参与反射弧的神经元包括传入神经元、中间神经元和传出神经元。

传入神经元 *afferent neuron* 或称感觉神经元 *sensory neuron*。在视网膜、嗅粘膜和位听神经节内的都属于双极神经元；其他部位的都是假单极神经元。其中的周围突末梢与辅助成分形成感受器 *receptor*。外感受器可感受触、压等机械性刺激，感受痛觉的伤害性刺激以及感受光、声、温度等各种物理性刺激；内感受器可感受内脏的机械、化学和渗透压等刺激。神经元的另一极为中枢突，传向中枢神经、沿途发出许多侧支，其末端与中间神经元发生联系。

中间神经元 *interneuron* 或称联络神经元，位于中枢神经内，属于多极神经元。这类神经元的树突较短，在胞体附近反复分支，但轴突较长。中间神经元可连接感觉神经元或运动神经元。此种连接既可由一个神经元完成，也可由多个神经元串连而成。其联络方式是将传入的冲动由中间神经元的轴突组成上行束，再传递至各级高位中枢，再由高位的中间神经元的轴突组成下行束，传给传出神经元。

传出神经元 *efferent neuron* 或称运动神经元 *motor neuron*，属于多极的神经元。此种神经元多集聚在脑脊神经的运动核内。其树突或胞体与感觉神经元或中间元发生连接。运动神经元的轴突组成脑脊神经的腹根，下行的神经纤维末梢终止于肌肉或腺体上，形成效应器 *effec-*

tor。效应器是反射弧的最终环节，终止在骨骼肌的末梢，形成运动终板 motor end plate，支配肌肉的运动；终止在腺体上的末梢，支配腺细胞的分泌。

神经系统中的各种神经元之间的联系颇为复杂。一个神经元可通过轴突的分支与多个神经元建立联系，所以当一神经元兴奋时，可以引起多个神经元发生兴奋，而同一神经元也可以接受来自多个神经元的兴奋。中间神经元之间的联系，有的呈链锁式，可以扩大冲动的范围，有的则呈环式，可以产生反馈作用，同时还可增强持久性。

神经元末梢与其他神经元的接触部位，彼此的胞质并不沟通，而靠一种特殊结构的接触点，称为突触 synapse。神经元末梢的兴奋传递，依靠神经递质 neurotransmitter。到目前为止，神经递质已发现 40 多种，如乙酰胆碱、单胺类、氨基酸类和神经肽类 neuropeptide 等。其中也包括神经调质 modulator。

根据电生理的研究，把基本抑制电路图解如下，见图 5-1。

前馈抑制 feed-forward inhibition 如图 5-1, 1 所示，某兴奋神经元 X，在功能上与其他两个 Y 和 Z 神经相联系。在 X 和 Z 之间插入一个抑制神经元，当 X 神经元活动时，可使 Z 神经元的活动降低，而 Y 神经元活动增高。由此可以阐明，当主动肌收缩加强时，而对抗肌出现放松的现象。

反馈抑制 feed-back inhibition 如图 5-1, 2 所示，神经元 A 发出冲动沿轴突传至 B 神经元，轴突的侧支与抑制神经元 X 形成突触，神经元 X 的终末通过返回路径与神经元 A 的胞体和树突发生连接，由于此部位的超极化而解除了神经元 A 的冲动。反馈电路的复杂程度有很大的差别，在返回路的某一点，可以插入两个抑制神经元 Y 和 Z。神经元 Z 对 A 的抑制效应，由于抑制神经元 Y 的活动，使神经元的抑制效应减弱。这种解除抑制效应的现象称为去抑制 disinhibition。

侧抑制 lateral inhibition 如图 5-1, 3 所示，这是一系列并行径路 A~E 传递类似的冲动。由于周围抑制神经元的作用，径路 A 的兴奋性明显增高。径路 B~E

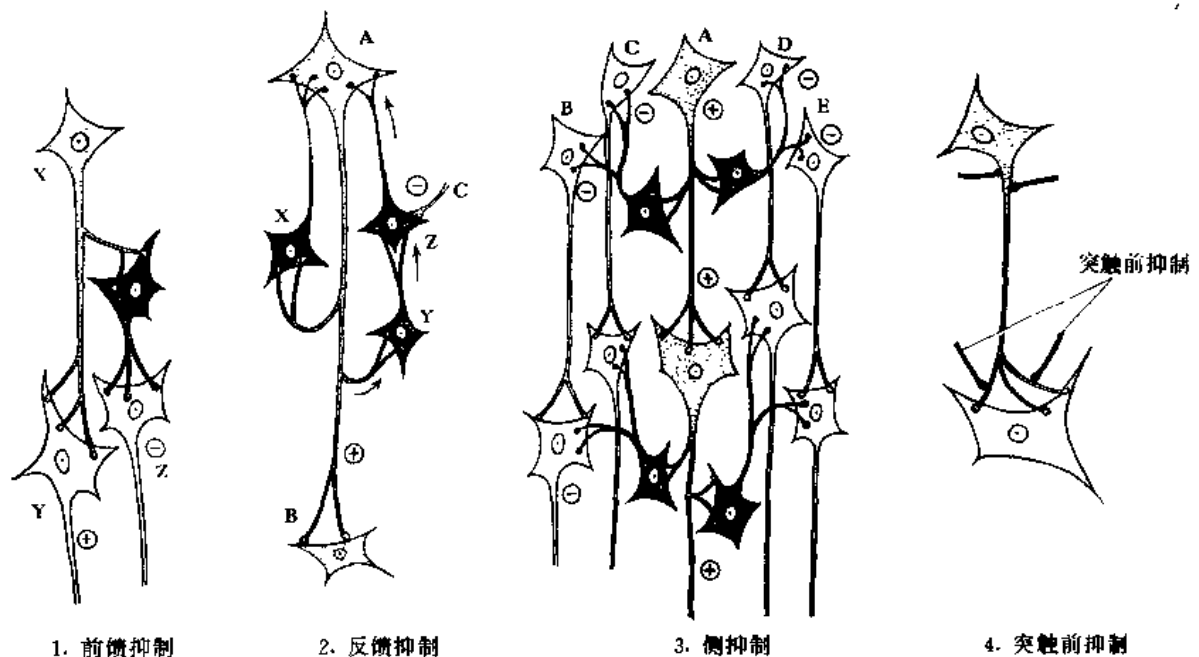


图 5-1 神经元的连接和功能

的兴奋性则降低。结果，在兴奋的中央径路周围形成一个抑制带，这样可以免受邻近径路活动的干扰，使中央径路的识别值大大增加。

此外，还有些不常见的抑制形式，如图5-1,4所示，一种位于轴突起始段的抑制终末，其作用是有利于防止迅速和全部地放出冲动；另一种是突触前抑制终末 presynaptic inhibitory terminal，可以有选择性的降低某些末梢活动，而另一些末梢不受影响，可继续活动。

二、神经系统的区分

神经组织在颅腔内聚集成脑，在椎管内聚集成脊髓，合称为中枢神经系统(central nervous system)。脑和脊髓以外的神经组织则称为周围神经系统(peripheral nervous system)。脑神经和脊神经及其神经节也属于周围神经。中枢神经系统主要由大量的中间神经元、运动神经元、有关神经纤维以及神经胶质所构成；周围神经系统则主要由运动神经元的轴突、感觉神经元胞体及其突起组成，其中也含有神经胶质细胞。

根据神经的功能与分布的不同，可分为植物性神经和躯体神经。植物性神经的传入纤维接受内脏的感觉，传出纤维支配内脏平滑肌、心肌、血管平滑肌的收缩以及腺体的分泌。躯体神经的传入纤维接受本体感觉和外界的刺激，传出纤维支配骨骼肌的运动。

三、神经系统专用术语

神经系统的结构十分复杂，为了便于叙述，根据神经元胞体和神经纤维的分布，特定如下名词：

灰质 grey matter：是聚集在大脑半球和小脑表面的神经元的胞体及其突起，新鲜标本呈较暗的灰色。因多位于脑组织的表层，故又称皮质 cortex。

白质 white matter：位于脑组织的深层，主要由大量有髓鞘的神经纤维组成。新鲜标本呈白色，故称为白质，又可称作髓质 myelin substance。

神经核 nucleus 与神经节 ganglion：由功能相同的神经元胞体聚集成细胞团，处在中枢神经部位，称作神经核。另一些聚集的细胞团处在周围神经的部位，称为神经节。

神经 nervus 和神经束 nerve tract：在周围神经系统的神经纤维集成平行的纤维束，有结缔组织包裹，称为神经。在中枢神经系统的神经，按照起始、终止和功能相同的称为束或道 tract。如起于脊髓，终止在小脑的神经纤维束，称脊髓小脑束，余类推。有些传导方向不同的神经纤维组成小束，称为混合纤维束 fasciculus。较大的纤维束组成一个区域，称为索 funiculus，如脊髓的后索、前索和侧索，有的部位又可称为脚 pedunculus，如大脑脚，也有的部位称为臂 brachium，如脑桥臂和结合臂。连接两侧对应结构的纤维束，称为连合 commissura。

网状结构 reticular formation，是由灰质和白质混杂构成。其中的神经纤维交织成网，灰质的团块散在其中。

传导径路(path way)是指传导神经冲动的通路。如通过大脑的反射弧，其传入的纤维，称为感觉传导径路，传出的纤维，称为运动传导径路。

神 经 组 织

中枢神经系统和周围神经系统都是由神经组织构成。神经组织又由神经细胞和神经胶质

细胞组成。神经细胞通称神经元，是一种高度分化的特殊类型细胞，形状大小各异，差别很大。神经细胞通常都从胞体伸出突起，有的突起很长，构成神经纤维，具有感应刺激和传导兴奋的功能。神经细胞既是神经组织的结构单位，也是其功能单位。神经胶质细胞 neuroglial cell 是神经组织的辅助成分，夹杂在神经元之间，数量远多于神经元，对神经元起着支持、营养、保护和绝缘等作用，但不具备感应和传导的功能。在神经组织中，神经元与神经胶质是两类迥然不同的成分。

神经组织在体内分布广泛，遍布各个部位或器官。各部位的神经组织共同构成神经系统。神经组织集中分布在脑、脊髓和神经节等器官，这些器官集聚了数量庞大的神经元，并具有十分复杂的结构，在控制和调节机体活动方面起着极其重要的作用。

神经组织重要而复杂的生理机能都是通过反射活动来完成，完成这种活动的基础就是神经元。神经元末梢的感受器，接受来自身体内或外界的刺激而发生兴奋，传入神经纤维将兴奋传至中枢神经系统，中枢神经系统经过分析综合，再将冲动通过传出神经纤维传到效应器，最后引起某器官的应答性反应，这一活动过程称为反射 reflex。反射活动的兴奋传导一般构成半圆弧形(图 5-2)，所以称为反射弧 reflex arc。最简单的反射活动必须由两个神经元完成，而一般的反射活动则需要二个以上的神经元完成，其间包括传入神经元、中间神经元和传出神经元，并且要经过数次兴奋冲动的传递。冲动的传递是依靠神经递质 neurotransmitter 或生物电 bioelectricity 的活动来实现。

神经元通过反射活动，既保持各器官间的联系，又协调各器官的活动，从而保证了机体内部的统一。机体生活在变化多端的外界环境中，通过神经系统的调节，使体内各器官的机能活动更好地适应外界环境的不断变化。

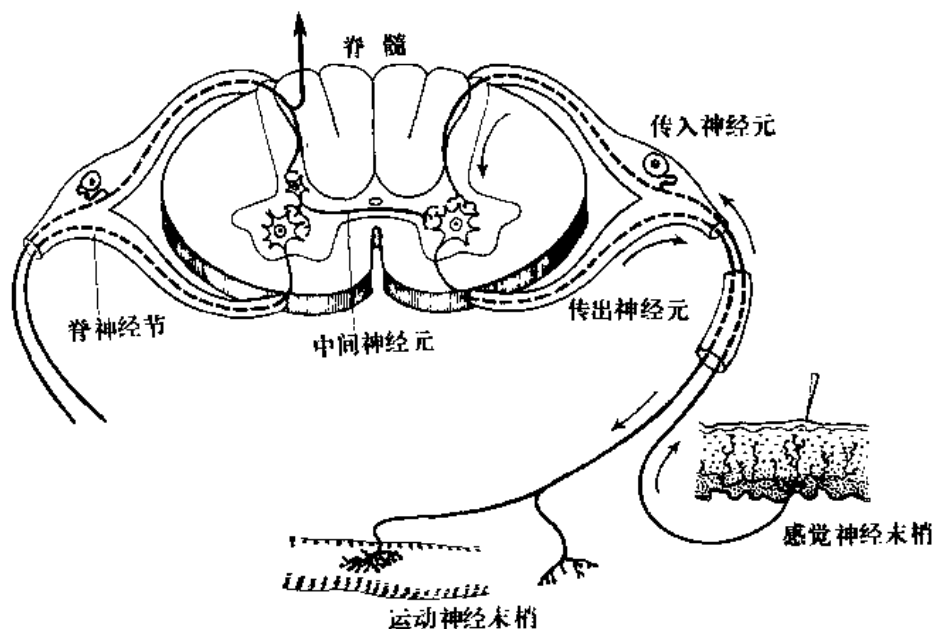


图 5-2 神经反射弧示意图

一、神经元

神经元是一种特殊类型的细胞，在形态上与其他组织的细胞有较大区别。神经元都具有胞突，是从胞体伸出长短不等的突起，因此可把神经元分成胞体和突起两部分(图 5-3)，胞体

部分包括胞核及其周围的胞浆，后者又可称为核周体 perikaryon。胞突部分可按其形状分为两种：一是呈树枝状的短突，称为树突 dendrite；另一种是细长的单突，称为轴突 axon。一般来说，每一神经元可以有数个树突，但只有一个轴突。轴突的长短因不同神经元而异，短者仅有数十 μm ，长者可达 1m 以上。延长的胞突可被施万细胞或髓鞘包裹，构成神经纤维。神经纤维的末端分布在其他组织或器官中，即为神经末梢，从功能上看，树突与轴突传导冲动的方向并不相同，树突接受刺激，把冲动传递至胞体，轴突则是把冲动自胞体传出。

以光镜观察神经元的形态结构，必须在几种不同的制片技术配合下才能了解全貌。如在苏木精伊红染色或苯胺类染料染色的切片上，可显出胞体的形态结构，而分枝的树突和较长的轴突大都被切成碎段，与神经组织中的其他成分形成毡毯样的背景，此背景称为神经毡或神经毯 neuropil。在镀银法染色的较厚切片上，可显示出神经元的外形轮廓及其部分结构如神经原纤维，但不能分辨胞体内的某些成分。观察神经纤维的髓鞘可用钼酸染色。氨银法可显示胞浆中原纤维和神经末梢。借助透射电镜和扫描电镜及其有关的技术，得以揭示出神经元的超微结构，并更新和开拓了认识。应用顺行性 anterograde 或逆行性 retrograde 溃变的示踪方法，则可显示轴突的径路及其胞体的位置。应用免疫组织化学方法或免疫荧光技术检测神经递质和肽类以及神经微丝蛋白等成分。

(一) 神经元的类型

人体内的神经元在形态上有很大的差异，不仅胞体的形状和大小不尽相同，而且胞突的数目和长短也不一致。依据神经元形态和功能的分类法有多种，现将最常用的三种分类方法介绍如下。

1. 按胞突数目分类 可分为四种(图 5-4)。此法常将胞突称作“极” pole。

(1) 单极神经元 unipolar neuron: 神经元只有一个胞突。此种类型仅见于胚胎时期的成神经细胞 neuroblast，在成人体内甚为少见。

(2) 假单极神经元 pseudounipolar neuron: 神经元的胞体伸出一个胞突，离胞体不远处胞突便呈“T”字形分支，一枝走向感受器谓之周围支，另一枝走向脑或脊髓谓之中枢支。这种神经元在胚胎早期是双极的，由于后来的演变，

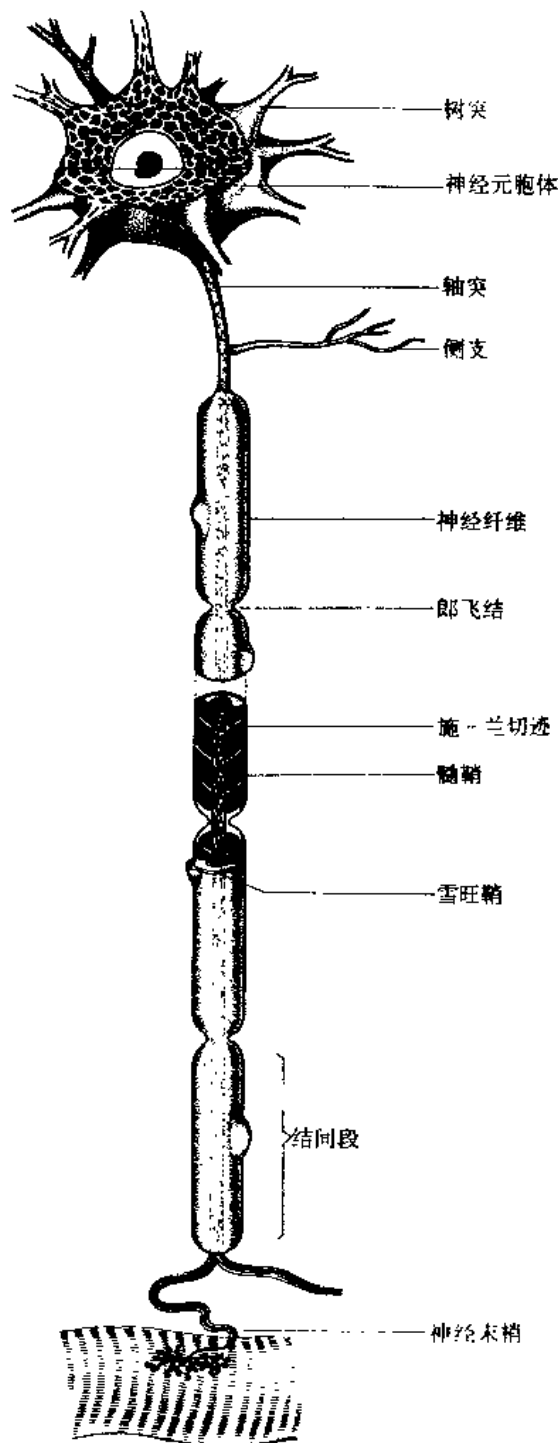


图 5-3 神经元模式图

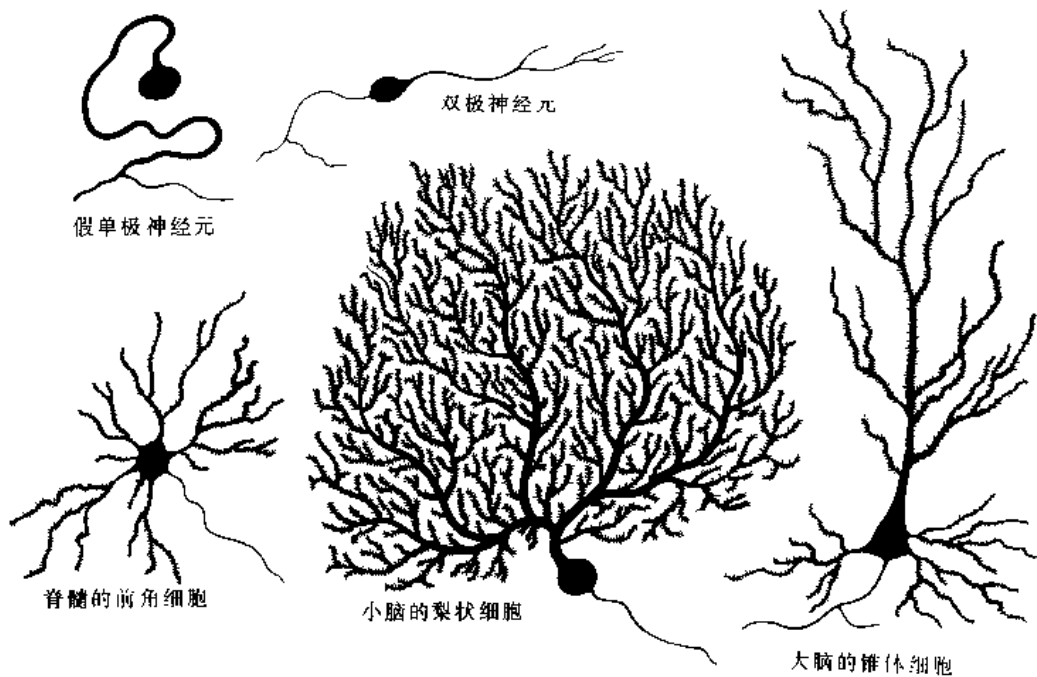


图 5-4 不同类型的神经元

两极在近胞体部分合并，因而成为假单极状，也有学者将其列入单极神经元类。从生理学观点来看，冲动向胞体传递者为树突，由胞体发出者为轴突，但在形态学上这两个分支并无区别。此类神经元见于脑神经节和脊神经节。

(3) 双极神经元 bipolar neuron: 胞体从相对的两端各伸出一支胞突，一为轴突，一为树突。此类神经元可见于视网膜和嗅粘膜上皮的感觉神经细胞，内耳的神经节细胞也属于此种。

(4) 多极神经元 multipolar neuron: 具有三个以上的胞突。其胞突虽多，但只有一支为轴突，其余皆为树突。树突的增多，极大的有利于增加神经元之间的接触联系面积。此种神经元分布广泛，形态呈多样化，胞体的大小也不尽相等。脑皮质、脊髓灰质以及交感神经节内的神经元均属于此种类型。

2. 按轴突长短分类 这种分类法是根据神经元轴突的长短进行分类，曾由 Cajal 提出。

(1) 高尔基 I 型细胞 Golgi type I cell: 神经元具有较长的轴突。此型神经元的胞体位于脑皮质内，其轴突可穿出皮质进入髓质或更远的部位；脊髓运动神经元的长轴突离开脊髓到达四肢。此型细胞的胞体较大，尼氏体多呈团块状。前述的假单极神经元，有的胞突分枝虽也很长，却不属于此种类型。

(2) 高尔基 II 型细胞 Golgi type II cell: 此型细胞的轴突较短，末端反复分枝，终止在胞体附近的脑皮质内。其胞体一般较小，尼氏体呈颗粒状。大脑和小脑皮质的颗粒细胞都属于此种类型。

3. 按神经元机能分类 通常可分为三种类型：

(1) 感觉神经元：也称传入神经元。此种神经元接受体内、外的刺激，将冲动传递到中枢神经系统。假单极或双极神经元都属于此类，如视网膜和内耳的感觉细胞，以及脑神经节和脊神经节的一些细胞等。

(2) 中间神经元：此种神经元接受其他神经元传递的冲动，然后再将冲动转递给另一神

神经元，起着联络的作用，所以又称联络神经元。此型大都是多极神经元，其树突较短且反复分枝，轴突的长短不等，大多存在于中枢神经系统中。

(3) 运动神经元：又称传出神经元。由胞体发出兴奋，经轴突传至末梢，以使肌肉收缩或腺体分泌。此类大都是多极神经元。分布在中枢神经系统以及植物性神经节内。

(二) 神经元的胞体

神经元胞体的形状和大小有很大差别。形状有圆形、梨状、棱形、锥体状和星状等。胞体的直径可从 $1\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ ，最小者如小脑的颗粒细胞，最大者可见于大脑皮质的贝兹锥体细胞 Betz pyramidal cell。胞体较大的神经元大都具有较长的轴突和发达的树突。胞体的结构与一般细胞相似，由细胞膜、细胞核和细胞质三部分组成。

1. 细胞膜 是胞体表面的质膜，并延伸包裹轴突和树突。厚度仅有 $7\sim 10\text{nm}$ ，只能在电镜下见到。经锇酸沉淀处理呈两暗一明状结构，谓之“单位膜” unit membrane。其分子结构与一般细胞膜相同，由双层脂质分子镶嵌球形蛋白所构成。膜上具有离子通道，由通道蛋白构成，可调控有关离子的通过，当胞膜发生电位改变时，可引起离子通道开放，此类通道称电位依赖性通道 voltage-dependent channel；另一种胞膜受体蛋白可接受相应的化学物质刺激，促使离子通道开放，称化学依赖性通道 chemical-dependent channel。神经元胞膜的离子通道对感受刺激和传递兴奋起重要作用。

2. 细胞核 神经元的胞核比其他细胞的胞核大，一般都呈圆形，多位于胞体的中央。通常只有一个核，个别神经元可见双核。胞核着色较浅，核膜清晰，核染色质呈细粒状，散布于核内，可见一个大而明显的核仁。但在某些较小的神经元，如颗粒细胞的胞核，染色质呈密网状，着色较深，核仁也不明显。

在神经元的胞核内有时还见到一些特殊结构，如有比核仁更小的球状小体，直径为 $0.7\mu\text{m}$ ，称作 Cajal 小体，大都靠核膜附近，只能被镀银法或苏丹黑染成黑色，在一般的染色标本上则不显，此种小体的化学成分是脂蛋白，缺乏 DNA 或 RNA，除某些神经节细胞外，一般的神经元胞核都可见有此种小体，有人推论认为与蛋白质合成有关。

在人类女性或雌性动物的神经细胞核内，常可见有一小球状的染色质团块，大都位于核仁近旁，也可贴近核膜或游离在核浆中。此种小体能被碱性染料染色，对福尔根法呈阳性反应，称为 Barr 小体，现多认为系由于雌性体细胞核较雄性多一条呈高度集缩状态的 X 染色体所致，借此可做为检测性别的参考指标之一。

在某些动物的小脑颗粒细胞或大脑锥体细胞的胞核内可见到棒状小体，称为核内小棒 intranuclear rodlet，可用铁苏木精染色显出，在电镜下也可见到，其作用尚不清楚。此外，在核仁内显有浅色小体，直径 $0.3\sim 1.3\mu\text{m}$ ，称为微核仁 nucleololus，含有氨基酸和脂类，缺乏 RNA 和 DNA，在电镜下观察，由微丝网和细颗粒组成，无界限，作用不详。

3. 细胞质 含有半流动的基质以及一些有形成分，如尼氏体、神经原纤维、高尔基复合体、线粒体、中心体、溶酶体以及色素颗粒等。这些成分在光学显微镜下，用单一染色标本不能同时显出，必须分别采用不同的标本制作技术才能显示各种成分。不过在电镜下则可同时见到。

(1) 尼氏体 Nissl body：是胞质内的一种嗜碱性物质，可被碱性的苯胺类染料所染色。在某些大的运动性神经元胞体内，多呈斑块状分布(图 5-5)，颇像虎皮的斑纹，过去曾将其称为虎斑小体 tigroid body。尼氏体广泛见于各种神经元，但其形状大小和数量则各有差异。在较

大的脊髓前角细胞，尼氏体大都呈块状，聚集在胞核附近。一些较小的神经元，尼氏体呈颗粒状，分散在胞质的四周。在树突内可见尼氏体，但不见于轴突内。

尼氏体既易被碱性染料着色，又易被核糖核酸酶消化，由此表明其化学成分是核糖核酸蛋白 ribo-nucleoprotein。应用紫外线显微分光光度测量法 ultraviolet microspectrophotometry，也证明是核糖核酸。在不同类型的神经元，其中核糖核酸的含量也各不相同，最少者仅有 50pg；最多者可达 1000pg。

在电镜下观察(图 5-5, 5-7)，尼氏体主要由平行排列的粗面内质网组成，内质网间也可见多聚核糖体 polysome。有时还可见滑面内质网与粗面内质网相连续。光镜下所见尼氏体，即这些密集排列的粗面内质网的表现。

尼氏体的主要功能是合成蛋白质，做为神经元活动时所需，如细胞中的某些成分的更新以及产生神经递质有关的蛋白质和酶类。轴突端的蛋白质大都来自胞体内的尼氏体。神经元在兴奋传导过程中，不断消耗某些蛋白类物质，尼氏体可合成新的蛋白质以补充这种消耗。据估计神经元内的蛋白质每天可更新 1/3。当神经元受到过度刺激后，尼氏体即显著减少，甚至消失。又如轴突遭受损伤或被切断后，尼氏体也会出现解体而消失，这种现象称嗜染质溶解 chromolysis。嗜染质溶解大都从胞核附近或树突中开始，最后胞体的四周也随之消失。受损的神经元一旦恢复后，尼氏体也随之出现。机体死亡后，神经元中的尼氏小体也很快解体消失。

(2) 神经原纤维 neurofibril：见于各种神经元，较大的运动神经元更为发达(图 5-6)。神经原纤维可被镀银法显示，是成束排列的细丝。在胞体内的细丝束大都交织成网，分布在其

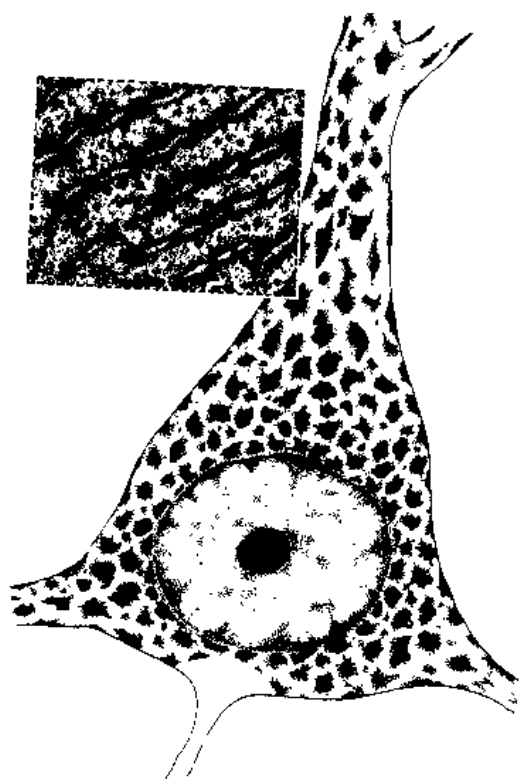


图 5-5 尼氏体及其电子显微镜图
左上附图示粗面内质网和核糖体

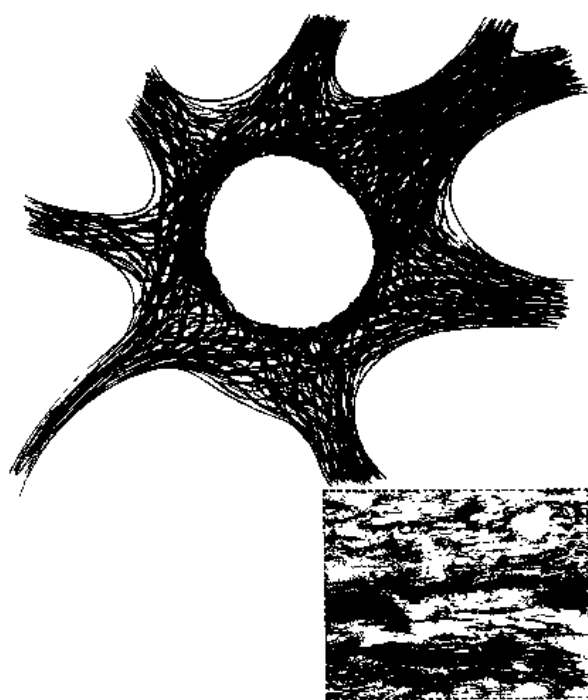


图 5-6 神经原纤维及其(右下)电子显微镜图
右下附图示神经微丝和神经微管

他胞质成分之间。神经原纤维也伸入树突和轴突中，细丝束与胞突呈平行排列，并贯穿胞突的全长。过去曾一度认为神经原纤维是镀银后的人工假像，但从相差显微镜观察生活状态的神经元仍能见到这种成分。

在电镜下观察，神经元的胞体和胞突中都可见细管和细丝样的成分(图 5-6, 5-7)。细管的直径为 20~30nm，管壁厚约 5nm。细丝的直径为 8~10nm。这种细管称作神经微管 neurotubule；细丝则属于中间纤维或中间丝 intermediate filament，含有神经蛋白，称神经蛋白中间丝 neurofilament。由此可知，在光镜下所显示的神经原纤维，实际是由于标本经过固定和镀银后，使微管或中间丝聚集成束，银盐沉积在束的表面所致。除神经微管及中间纤维外，在胞体及突起内还可见其它的细胞骨架和核骨架成分，如肌动蛋白微丝、血影蛋白微丝、锚蛋白等。

过去曾认为神经原纤维是兴奋传导物质，现已证明兴奋传导发生在神经细胞体及其突起的质膜上，与神经原纤维无关。沿轴索的微管有时见到浓密的颗粒，故证明微管与物质运输及轴浆流动有关。

(3) 高尔基复合体 Golgi complex：又名高尔基内网器。神经元胞体中的高尔基复合体很发达，可被镀银法或铁酸法显出。这种结构最早就是在神经元胞体中发现的。在光镜下观察此结构呈散乱而不规则的网状，大多分布在胞核的周围。在电镜图像上(图 5-7)，高尔基复合体是由多层的扁平囊泡组成，在扁平囊泡的周边往往膨大，常有一些散在的小泡。叠加的扁平囊泡一般为 3~8 层，泡腔内可见电子密度较大的物质。小泡呈球形，直径为 40~80nm，泡内也含有致密物质。还有些从扁平囊泡脱落而成的球形大泡，直径为 100~200nm，内含分泌物质，如神经递质等，一般以囊泡的形式送至轴突；也有一些小泡含有酸性磷酸酶，称初级溶酶体 primary lysosome 或原溶酶体 protolysosome。当胞体内蓄积脂褐素时，高尔基复合体减少以至消失。

(4) 线粒体：神经元内的线粒体与一般细胞无甚差异，多呈细长的棒状或线状(图 5-7)。除见于胞体内，还可见于胞突以至末梢部分。生活状态下可用中性红或 Janus 绿染色。电镜下观察可见线粒体内有纵列的线粒体嵴，嵴间的基质中有密度高的小颗粒，称作基质颗粒 matrix granule。

线粒体主要的作用是供给代谢活动中的能量，故含有丰富的氧化酶和水解酶。在不同的神经元中，线粒体的大小和数量颇不一致，与神经元的机能活动有密切关系。

(5) 溶酶体 lysosome：应用组织化学方法可显示较强的酸性磷酸酶活性。在电镜下可见于

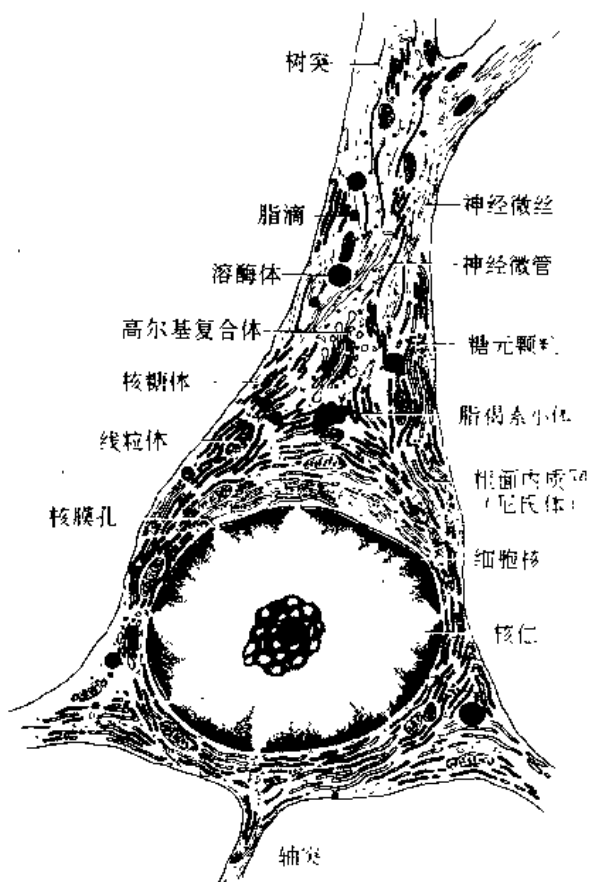


图 5-7 神经元胞体结构电子显微镜观察模式图

所有的神经元(图 5-7),其数量因不同的神经元而异。较小的神经元溶酶体亦少,仅位于胞体的一端,大的神经元溶酶体则较多。溶酶体通常呈球形,有被膜包裹,直径大小不一,一般 25~50nm,最大可达 1~2 μ m。常见者多为次级溶酶体 secondary lysosome,也可见多泡体 multivesicular body。神经元的胞体和胞突都可见有溶酶体。

溶酶体对神经元的损伤变化很敏感。当神经元缺氧时,溶酶体膨胀以至崩解,神经元出现坏死。当神经元受大剂量的射线照射后,溶酶体也出现同样的变化。溶酶体与脂褐素的产生有密切关系。

(6) 色素颗粒:在神经元的胞体内有两种色素颗粒,一种是黑色素 melanin,呈黑色或深褐色,仅见于中脑的黑质、脊髓背根神经节和交感神经节等部位的神经元。此种色素可能是儿茶酚胺合成的耗损产物。另一种是脂褐素 lipofuscin,是一种黄褐色的颗粒,易被苏丹黑 B Sudan black B 染成黑色,对 PAS 法呈阳性反应,也易被奈尔蓝 Nile blue 染色。在荧光显微镜下色素颗粒发亮黄色荧光。此种颗粒存在于胞体和主树突内,却不见于轴突内。幼年时期的神经元很少见到脂褐素,大约从 20 岁以后开始出现,随着年龄的增长,蓄积的色素颗粒逐渐增多,一般最先出现于神经节细胞,以后在中枢系统的神经元也相继出现。电镜下观察(图 5-7),脂褐素颗粒呈浓密的小体,具有嗜碱性。这种色素颗粒是残余物蓄积在溶酶体内,称残余体 residual body,属于终末溶酶体 telolysosome。通常也称作耗损性色素 wear and tear pigment。

此外,在蓝斑的神经元胞体中含有蓝色的色素颗粒,其中富有铜,在海马的神经元含有锌,在动眼神经核的神经元有丰富的铁。这些含有金属的神经元可能与特异酶类的合成有关。

(7) 其他成分:神经元除了含有上述成分外,在胚胎时期的神经细胞可见有糖元颗粒。成年的神经细胞常见脂滴。

4. 细胞突 神经元的细胞突是胞体向外伸出的突起,按其形态构造分为树突和轴突(图 5-7)。

(1) 树突 dendrites:是胞体向外伸出的树枝状突起。树突的基部较粗大,随着突起的延长和反复分支而逐渐变细,可一次分支或多次分支。一般的神经元都有数个树突,但也有的只有一个。树突一般较短,其终支局限在胞体的附近。树突的分支多少和长短因神经元类型而异,大脑皮质的锥体细胞向表层伸出一条粗大的树突,称为顶树突 apical dendrite。

树突内的组成成分与胞体内大致相同,其中也含有尼氏体、神经原纤维、线粒体以及粗面内质网和滑面内质网等,在接近树突的末端,除线粒体外,其它的数量便逐渐减少,所以在树突末端的断面上,仅见有微管、微丝和散在的线粒体。

树突分支的表面显有很多的刺状物,称为树突棘 dendritic spine,过去曾称为小芽 gemmulus。树突棘长短不等,形状也不尽相同,通常为细棘样、圆珠状或小片状,可因神经元不同机能状况而有变化。在电镜下观察大都呈蕈状,有细柄与树突连接,末端为球状。在棘内可见微丝以及囊泡状的滑面内质网,内质网呈 2~5 层的板层结构,其间有少量的致密物质,这种特殊成分称为棘器(spine apparatus),其作用尚不清楚。树突棘的数量及分布因神经元的不同而异。如大脑的锥体细胞约有数千至数万个树突棘,小脑的浦肯野细胞可多达十数万。

树突的作用是接收其他神经元传来的兴奋,并将兴奋转递至胞体。树突棘即是兴奋的转递点。树突的分支及其棘突更能扩大接受兴奋的面积,对调整神经元的兴奋也起到一定的作用。

轴突(即轴索 axon hillock)是从胞体伸出细长的线样突起。轴突与直径大体上是一致的,分支较少,有的可呈直角伸出侧支,与另外神经元发生联系,以此扩大传出兴奋的范围。在轴突初离胞体处,常显有一圆锥形的丘阜状隆起,称为轴丘(axon hillock)。此处着色浅,不显尼氏体,神经原纤维聚集成束进入轴突,电镜下观察,偶见少量的粗面内质网和多核糖体。随轴突的延长,粗面内质网和多核糖体也随之消失。轴突内的神经微丝和神经微管呈纵行排列,其间夹杂有线粒体。神经微管有时数条集聚成束,分布在轴突的中央。神经微丝则大多散在或均匀分布在轴突膜下,常见与轴膜相连。在神经微丝与神经微管之间还可见,有无数条横列细丝相连,称为横桥(cross bridge)。从而构成轴突中的网络支架。轴突膜(axolemma)与神经元胞体质膜相连续。

在轴突的起始段,轴突膜增厚,其膜下衬有一层约20nm厚的致密颗粒层。此处的膜外常附有对称性突触。起始段有最低的兴奋性阈值。当神经元胞体出现兴奋性电位变化时,该处出现外向电流,且密度较大,故在此处常发出动作电位。

轴突内的细胞质常称为轴质或轴浆(axoplasm),与胞体的胞质通连,具有不断的流动性,称为轴质流(axonal flow)。在活体观察,可见轴质沿轴突长轴呈双向的流动,称为轴突运输(axonal transport)。运输主要有两种类型:一种是缓慢运输(slow transport),是从胞体走向终末的单向运输,组成微管和中间纤维丝的有关蛋白及一切可溶性的蛋白,均以此形式运输,运输速度为每天0.1~2mm;另一种是快速运输(rapid transport),属于双向性运输,一些细胞器、递质小泡及酶蛋白类等,都以此种方式运输,其速度为每天100~400mm,至于下丘脑垂体束轴浆的双向运输速度,则每天可达2800mm。在相差电视显微镜下观察,可见蛋白类的激蛋白(kinesin)沿微管的外壁呈双向移动。据认为微管的表面有动力蛋白(dynein),具有三磷酸腺苷酶(ATPase)的作用,当有ATP存在时,可使微管出现滑动,从而完成运输的功能。不过对轴质流机理的解释学说很多,尽管均认为与微管的参与有关,但详尽的机理如何,则有待进一步研究。

轴突的末端反复分支,称终树枝(telodendron),不同类型神经元的终树枝分支数量、形式和分布有较大差异,有的末端分支呈网篮状包绕另一神经元的胞体,有的末端分出细支呈蔓样缠络在其他神经元的树突上,至于最简单的形式则是分出一、二条细支,直接附着在其他神经元的胞体或树突上。

轴突的功能主要是传导由胞体发出的冲动,将其传递给另外神经元,或传递给肌细胞和腺细胞。轴突的长短颇不一致,高尔基Ⅰ型细胞的轴突很短,其终树枝终止在邻近的神经元胞体或树突上。较大的运动神经元都有长的轴突,穿行一段较远的距离后,再终止在其他神经元或直接终止于效应器。一条轴突可通过侧枝或末端分支将冲动传递给较多的神经元或效应器。在轴突的外面大都有鞘状结构包裹,成为神经纤维。轴突的末端形成突触或神经末梢。

(三) 神经元的联系与突触

在中枢神经的脑和脊髓内聚集有数量庞大的神经元,每一神经元虽是结构和功能的单位,但不是孤立存在的,更不能单独完成神经系统的机能活动,而是许多神经元相互衔接,密切联系,共同完成机能活动。一个神经元发出的冲动可以传递给多个神经元,而一个神经元也可以接受多个神经元所传来的冲动。神经元之间的联系仅是彼此接触,并非是胞质的沟通,其接触点称为突触(synapse)。

突触的形状并不完全一致,在光镜下观察(图5-8),常见者为轴突末端膨大,呈杆状或扣

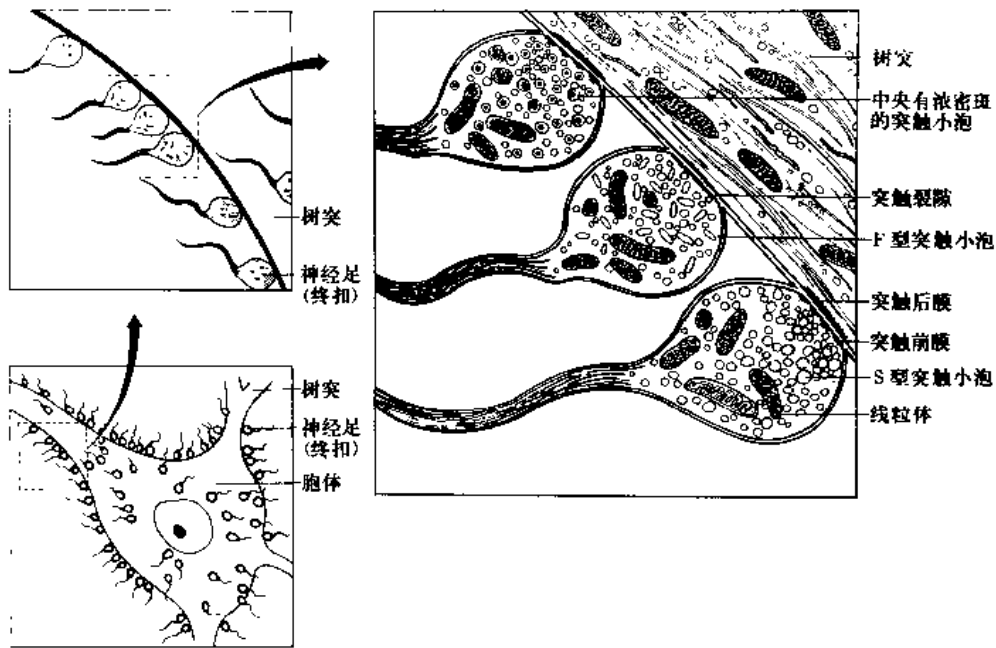


图 5-8 突触连续放大示意图

环状，贴附在另一神经元的胞体或树突表面，该结构称为神经足 neuropodia 或终结 terminal boutons，也可称为突触小体 synaptosome。还有些轴突末端形成花束状，与胞体或树突接触。

神经元之间的有多种接触方式，最常见的是轴突末梢与另一神经元的树突接触，称为轴树突触 axodendritic synapse；有的轴突末梢与另一神经元的胞体发生接触，称为轴体突触 axosomatic synapse；还有的轴突与另一神经元的轴突接触，称为轴轴突触 axoaxonic synapse。近些年又发现有树轴突触 dendroaxonic synapse、树树突触 dendrodendritic synapse 以及体体突触 somatosomatic synapse。轴树突触和轴体突触见于中枢神经系统的各部位，轴轴突触见于两条轴突末端的终扣，其他形式的突触仅限于丘脑内大感觉神经元与小神经元之间的接触。

一个神经元可以与一至多个神经元发生联系，如视网膜的神经元仅有一个突触；小脑的颗粒细胞可有数个突触；而浦肯野细胞的突触多达数万个。前述的树突棘即是突触在切片标本上的表现。

根据突触传递兴奋的方式，可分成三种类型：通过释放神经递质 neurotransmitter 传递兴奋的，称为化学性突触 chemical synapse；通过缝隙连接 gap junction，以低电阻传导兴奋的，称为电突触 electric synapse；在一个接触点同时存在化学性突触和电突触，即称混合性突触。其中以化学性突触最为常见，分布也较广泛。在突触内含有一种小泡，称突触小泡 synaptic vesicle。有的小泡较为明亮，呈圆形者称 s 型小泡 spherical vesicle；有的小泡呈扁圆形，称为 f 型小泡 flattened vesicle；或者小泡呈椭圆形，称 e 型小泡 elliptical vesicle。另有一些突触小泡之中含有浓密的核心，称 g 型小泡或颗粒型小泡 granular vesicle；还有一种含大颗粒的，称 lg 型小泡 large granular vesicle。经过梯度离心方法，将分离的突触小泡进行生化分析；表明不同类型小泡含有不同的化学递质。直径 20~40nm 的 s 型小泡含有乙酰胆碱；直径 30~60nm 的 f 型小泡含有 r 氨基丁酸。含有浓密核心的小泡与肾上腺嗜铬细胞 chromaffin cell 相似，含有肾上腺素或 5-羟色胺、多巴胺等。直径 40~100nm 的 g 型小泡还含有儿茶酚胺。直径为 100~160nm 的 lg 型小泡，主要含有肽类神经递质。

按照突触膜的厚度和对称性，小泡的大小和形状又可分为：格瑞(Gray) I 型突触，其前膜与后膜的薄厚不等，为非对称性，含有圆形的明亮小泡；格瑞 II 型突触，前后膜厚度相等，为对称性，含有扁圆形或椭圆形小泡。I 型突触主要位于树突小芽上，属于兴奋型；II 型大部分是轴体突触，则属于抑制型。

1. 化学性突触 是神经元间最常见的联系形式。在电镜下观察轴树突触(图 5-9)，轴突与树突接触处各有膜相隔，轴突膜称为突触前膜 presynaptic membrane，树突(胞体)膜称为突触后膜 postsynaptic membrane。两膜之间有裂隙相隔，称为突触间隙 synaptic cleft，间隙约宽 20~50nm，其间可见微丝物质。突触前膜的胞质膨大，其中含有较多的线粒体和大量的突触小泡，在一个突触内通常只有一种小泡，但也可见几种类型小泡共存一个突触内。经磷钨酸染色后，在前膜内侧可见有六角形致密颗粒附着，排列如网格状，颗粒直径约为 60nm，可称为致密突起 dense projection，突起间夹有 1~2 个突触小泡。

突触的前膜可释放神经递质，使突触后膜部分发生兴奋或抑制，借此调节神经的冲动传递。当神经冲动到达突触前膜时，附于小泡膜外的突触素 I synapsin I 出现磷酸化，使小泡脱落，并与突触前膜融合。突触素 I 的磷酸化可能与钙调素激酶 II calmodulin kinase II 有关，此激酶可促使小泡释放神经递质。

突触后膜的结构较为简单，其胞质面有一层致密的物质附着，这种成分主要是受体蛋白。目前已对多种神经递质的受体蛋白进行了较为深入的研究。主要有胆碱能受体、肾上腺素能受体、多巴胺受体、5-羟色胺受体以及 γ -氨基丁酸受体等。

神经递质是化学性突触传递兴奋的介质，存在于突触前膨大中。神经递质由前膜释放，经过突触间隙，作用于后膜相应的受体，遂引起兴奋传递。近年来还发现有些神经递质并不作

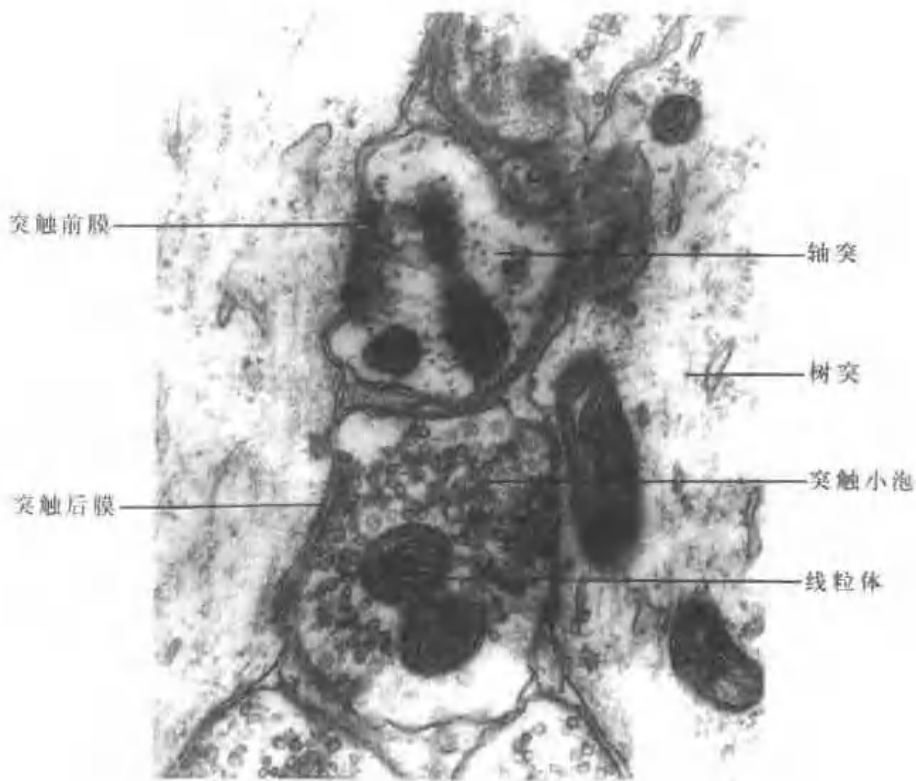


图 5-9 脊髓前角细胞轴树突触的电子显微镜图像

中间为轴突的几个终末与树突形成突触，在突触前膜内可见大量的突触小泡和线粒体

用于后膜受体,而促使靶细胞的第二信号系统活化,这种作用称为神经调制 neuromodulation。具有此作用的递质又可称为神经调质 neuromodulator。目前已经发现的神经递质约 40 余种:主要有乙酰胆碱;单胺类的去甲肾上腺素、肾上腺素、5-羟色胺、多巴胺和组织胺;氨基酸类有谷氨酸、天门冬氨酸、甘氨酸以及 γ 氨基丁酸等;神经肽类包括胰岛素、神经紧张素、生长激素刺激素、促胃液素、胰多肽、血管活性肠肽、P 物质、促肾上腺皮质激素释放因子、生长激素释放激素、生长抑素、催产素、血管升压素、 β 内啡肽、 β 溶脂激素、强啡肽 A 和 B、新强啡肽 α 和 β 、神经肽 Y、缓激肽、睡肽以及神经生长因子、蛋-脑啡肽以及亮-脑啡肽等。

有些化学性突触表现特殊的连接方式,如相近的数个突触相互连接,组成串式突触,所以称作连续突触 serial synapse,往往在同一个终末端,一侧是突触前成分,另一侧又是突触后成分。还有的在两个神经元接触面上出现数个平行的突触,其传导方向相同,称作平式突触 parallel synapse。

2. 电突触 在两个相邻的神经元之间以缝隙连接相接触,其间的缝隙约为 2nm。此种连接方式电阻低,传导速度快,不出现化学性突触传递的延宕现象。由于电突触的传导不依赖神经递质,所以可进行双向传导。这类突触多见于低等或无脊椎动物,但哺乳动物的上橄榄核和前庭核以及大脑皮质和小脑皮质也存在此种连接方式,其传导特性尚不清楚。

3. 混合性突触 即神经元之间同时存在化学性突触和电突触,多见于某些动物的突触。

(四) 神经纤维

神经纤维 nerve fiber 是细胞突起的延长部分。主要由轴突及套在它外面的鞘状结构所组成。在中枢神经系统内的鞘状结构是由少突胶质细胞形成,周围神经系统的鞘状结构则由施万细胞形成。不同的轴突分别被这两种细胞反复包绕遂构成髓鞘,但神经元的胞体部分则不被包绕(个别部位例外)。这种包有髓鞘的神经纤维称为有髓纤维 myelinated fiber,也有些轴突仅被施万细胞包裹,但不被反复包绕,因而而不形成髓鞘,称为无髓纤维 nonmyelinated fiber。

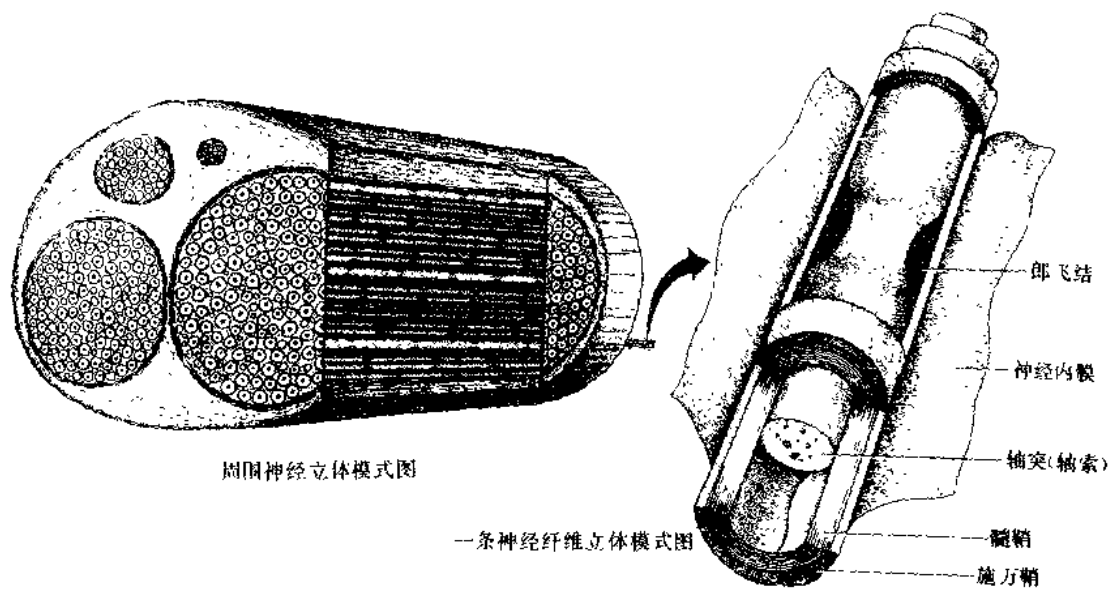
1. 神经纤维的构造 在光学显微镜下观察,一条周围神经的有髓纤维可分成轴索、髓鞘和施万鞘三部分(图 5 10)。在轴突的外层包有髓鞘,髓鞘外层又包有施万鞘,这种结构很像电线或绝缘的导线。

轴索主要为轴突,也有一些属于树突成分。

施万鞘 Schwann sheath 通常又称神经膜 neurolemma,是由施万细胞构成的鞘状结构。有髓纤维的施万鞘包在髓鞘之外,无髓纤维的施万鞘直接包在轴突之外。施万细胞包裹轴突呈分段包绕。每一施万细胞都有一个卵圆形的扁核,周围有薄层的胞浆,胞浆中含有少量的线粒体和高尔基复合体。施万细胞属于周围神经系统的神经胶质成分,但在脑和脊髓内则缺乏此种细胞。施万细胞具有较高的代谢活动,在神经纤维冲动传导过程中可供给离子活动的能量。这种细胞主要作用是生成髓鞘,对神经纤维的再生也起着重要作用。

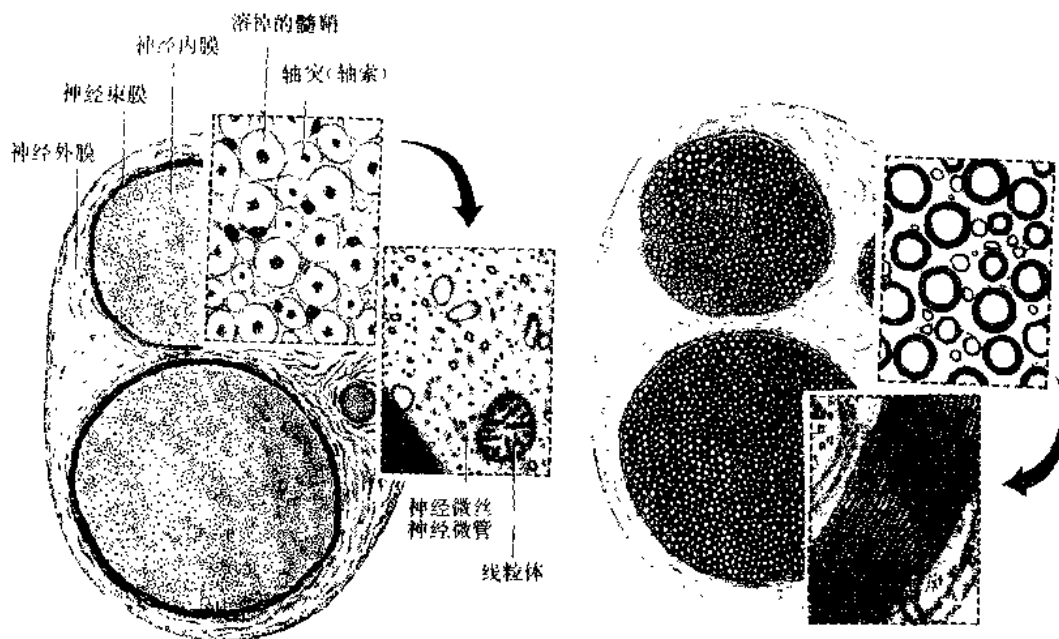
髓鞘 myelin sheath 是直接包在轴突外面的鞘状结构,由蛋白和脂类组成,主要成分为胆固醇、磷脂和糖脂,约占 70%。糖脂包括有半乳糖脑苷脂 galactocerebroside、硫脂 sulphatide 和神经节苷脂 ganglioside。周围神经髓鞘中的半乳糖脑苷脂浓度比中枢神经髓鞘低,但胆碱甘油磷脂 choline glycerophosphatide 和鞘磷脂 sphingomyelin 的浓度则比中枢神经高。成年人中枢神经髓鞘的蛋白含量仅占 30%左右。在周围神经髓鞘中含有低分子量的糖蛋白 P₁ 以及两种碱蛋白 basic protein 的 P₁ 和 P₂,而 P₁ 与中枢神经髓鞘中的碱蛋白相类似,但含量较少。

在新鲜状态下的髓鞘呈半流动的乳白色。在普通的切片标本上,由于经过脂溶剂处理,髓



周围神经立体模式图

一条神经纤维立体模式图



普通染色的切片标本，示周围神经一般结构。右下嵌图为电子显微镜示轴突

经铁酸染色的切片标本，示髓鞘。不同放大图。右下嵌图为电子显微镜下所见

图 5-10 周围神经及其神经纤维结构图

鞘中的脂类都被溶掉，遗留一些网状结构的蛋白，曾称为神经角蛋白 neurokeratin。标本若经铁酸处理，髓鞘被染成黑色。在神经纤维的横断面上呈黑色环状(图 5-10)，在纵断面上，可见髓鞘有一些斜行或漏斗状的裂隙，称为髓鞘切迹 Schmidt-Lanterman 切迹(图 5-3)。

构造完整的有髓纤维，在每隔一定的距离，髓鞘便出现间断，此处变为绞窄，轴突呈半裸露状态，宽约数微米，称为郎飞结 Ranvier node(图 5-3、5-10)。神经纤维的侧支常在郎飞结处发出。在两个郎飞结之间有完整施万鞘和髓鞘包裹的一段，称为结间段 internodal segment。每一

节结间段是由一个施万细胞所包绕,在结间段的中段可见施万细胞核(图 5-3)。不同类型的神经纤维结间段的长度并不一致,约为 50~1000 μm 。在较粗或较长的神经纤维,其结间段亦长。在神经纤维接近末梢部分,其结间段变短。结间段的长度因年龄而异,新生儿的结间段较短,成年人则较长。

应用 x 射线衍射技术分析髓鞘结构,表明髓鞘是由含有脂类和蛋白的膜层作同心圆排列而成,膜层间的间隔为 17~18nm。在电镜下观察,此种同心圆排列是由施万细胞的胞膜反复环绕轴索而成。在横断面上,髓鞘呈明暗相间的同心圆板层结构(图 5-10,5-11)。其间有多层密度很高的暗板,称为主致密线 major dense line,一般认为是由施万细胞胞膜内片的表在蛋白经缠绕后两层相互重叠并合而成。分隔暗板的是密度较低的明板,由施万细胞内外两层胞膜在缠绕后形成。在固定良好和分辨清晰的条件下,又在明板中间显有一条较窄的暗线,称为中间线或周期内线 intraperiod line,此线是由施万细胞胞膜的外片卷绕后并合而成(图 5-13)。

在电镜图像上,郎飞结处的髓鞘消失,由两侧相邻结间段的板层末端各自形成许多小的指状和杵状突起,不完整地包盖在轴索的表面,也有的指状突起不贴在轴突表面,突起内的胞浆有微管及小泡等结构。在电镜下观察,还可在髓鞘的板层并合结构中见到一些斜行裂隙,亦即并合的细胞膜所出现的 Schmidt-Lanteman 切迹,在裂隙间被细胞浆充填(图 5-13)。

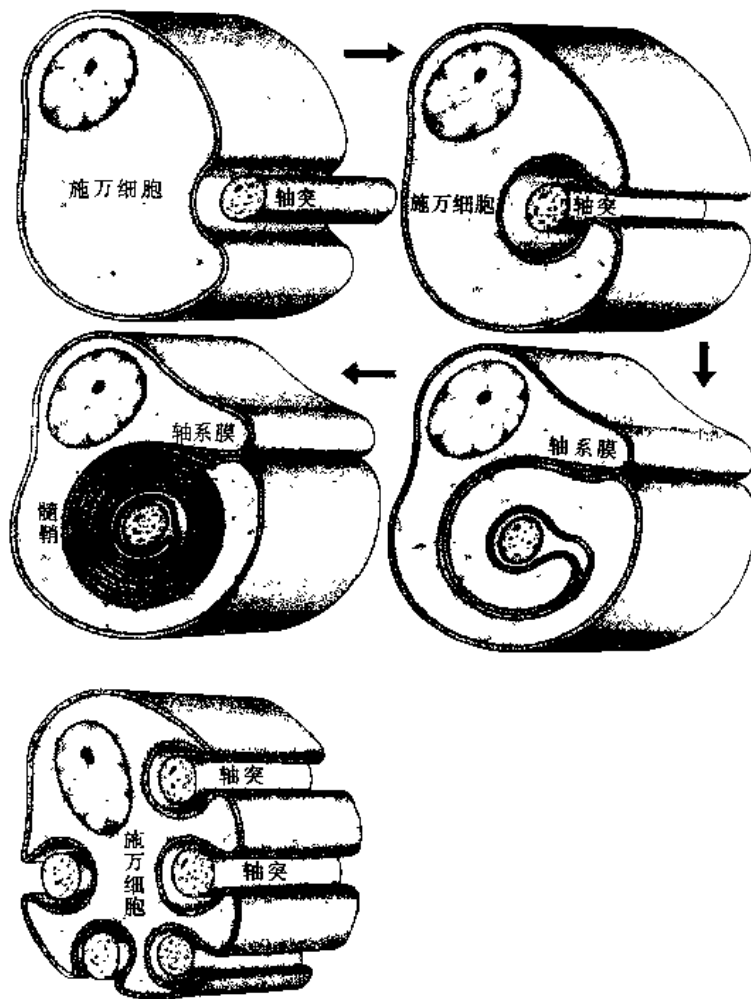


图 5-11 周围神经有髓纤维的髓鞘生成连续示意图
左下图为无髓纤维示意图

如上所述,周围神经纤维的髓鞘是由施万细胞的胞膜包卷轴索而成,且每一个施万细胞仅包绕一个结间段。而中枢神经纤维的髓鞘则由少突胶质细胞的板状胞突包卷轴索而成,但包卷的方式与周围神经不同。一个少突胶质细胞的多个胞突可分别包卷数条轴索或数个结间段,在郎飞结处间隙较宽,轴索裸露(图 5-12)。然而切迹却不甚显著,缺乏明显的神经膜。

在周围神经纤维中还有一类无髓鞘的神经纤维,称无髓神经纤维 un-medullated nerve fiber,此类纤维的直径很细,缺少髓鞘,轴突外面直接被施万鞘包裹。在电镜下观察此类纤维,由一个施万细胞包裹 5~20 条轴突,这些轴突呈不同程度被包埋在施万细胞表面的纵行陷沟内,但胞膜不作反复卷绕,故不形成髓鞘的板层结构(图 5-11)。

2. 神经纤维的髓鞘生成

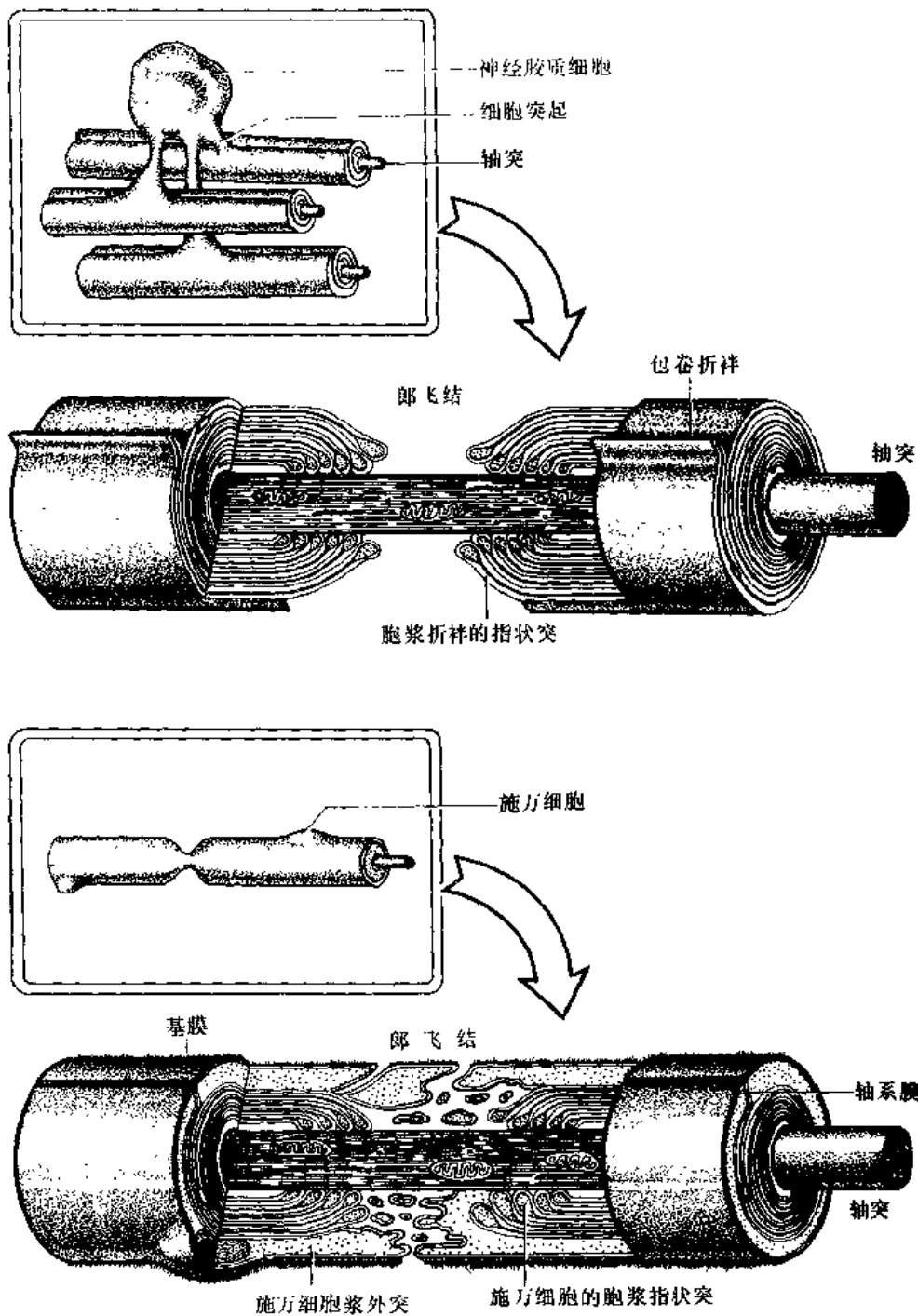


图 5-12 两种有髓神经纤维的电子显微镜观察模式图及髓鞘形成的两种不同方式
 上图为中枢神经系统的有髓纤维，少突胶质细胞突起完全环绕包绕轴突。下图为周围神经的有髓纤维，轴突先陷入施万细胞内，再反复包绕而成，显有外轴系膜

如前所述，周围神经纤维的髓鞘是由施万细胞的胞膜卷绕而成。在髓鞘形成过程中，开始时轴索先贴附在施万细胞膜的表面，此处逐渐凹陷并出现纵沟，轴索陷入沟中。随后纵沟两侧的细胞膜彼此接合，形成双层的系膜，称为轴系膜 mesaxon，轴突遂被包在细胞内(图 5-11)。无髓神经纤维仅停留在此阶段。有髓神经纤维形成时，则此过程继续发展，轴系膜不断伸展延长，包裹着轴索作螺旋状环绕，类似缠卷的摄影胶卷。旋转的方向无一定的规律。轴系膜

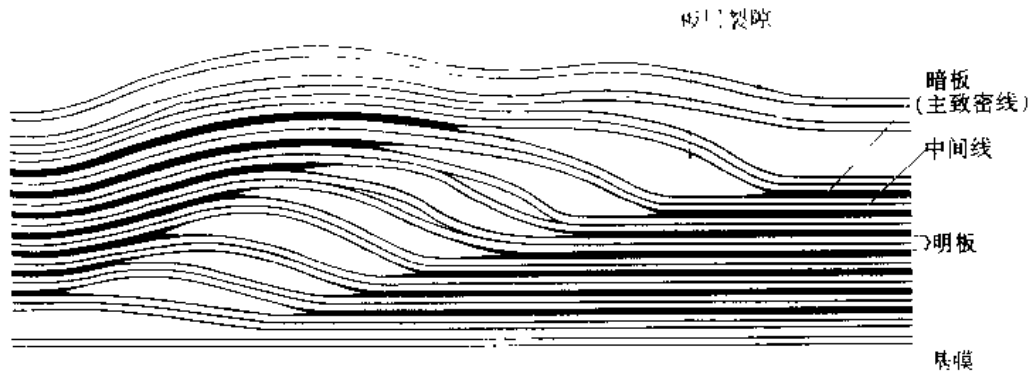


图 5-13 髓鞘中施万细胞电子显微镜下观察模式图

环绕的最初阶段，其间夹有少量细胞浆。随着轴系膜反复环绕，细胞浆被挤至一侧，双层的细胞膜完成并合。施万细胞膜的内片表在蛋白分子并合形成髓鞘的主致密线，外片并合形成周期内线，膜的脂类分子形成髓鞘的明板。

中枢神经纤维髓鞘形成时，少突胶质细胞的突起接近神经元的轴突，突起末端扩展成扁平的薄膜，包裹轴突并反复环绕，与周围神经纤维的髓鞘形成过程大致相同。少突胶质细胞的数条突起可以包绕数条轴突，所以每个细胞也可包绕数个结间段。

在个体发生过程中，神经纤维的髓鞘出现较晚，而且持续时间很长。髓鞘一般在胚胎的第 16 周开始出现，一直延续到出生后的第 2~3 年。甚至在青春前期仍有髓鞘生成。不同部位神经纤维的髓鞘生成时间并不一致，有些神经纤维终生不生成髓鞘，即为无髓纤维。脊髓前根内的神经纤维出现髓鞘最早，甚至开始在胚胎的第 6 周，而后根和内侧纵束则晚至胚胎第 20 周始出现。有的髓鞘出现更晚，如前庭脊髓内侧束和内侧丘系在胚胎第 24 周出现；视束和脊髓视丘束约在胚胎的第 36 周出现。也有在出生后始生成髓鞘者，如胼胝体在生后第 4 周出现；额桥束和颞桥束在生后第 8 周出现；皮质脊髓束从出生后开始生成髓鞘，一直持续两年。

3. 神经纤维的分类 其分类方法较多。常用的分类法如：根据存在的部位，可分为中枢神经纤维和周围神经纤维；根据传导方向和功能，可分为传入神经纤维或感觉神经纤维、传出神经纤维或运动神经纤维、脑脊髓内的联络神经纤维；根据纤维的构造，可分为有髓神经纤维和无髓神经纤维。近年来根据神经纤维的直径大小和传导速度，将其分为 A、B、C 三型，现将三型特征分述如下：

A 型神经纤维的直径最粗，一般为 $1\sim 22\mu\text{m}$ 。传导速度很快，每秒可达 $5\sim 120\text{m}$ 。大都具有发达的髓鞘，结间段较长，约为 $1\sim 2\text{mm}$ 。此型纤维的对抗损伤的能力很差，损伤后修复很慢。主要是传导躯体的本体感觉等。又根据纤维的直径再分成四种亚型：即 A_α 型神经纤维，直径为 $13\sim 22\mu\text{m}$ ，传导速度最快； A_β 型神经纤维，直径为 $8\sim 13\mu\text{m}$ ，传导速度次之； A_γ 型神经纤维，直径为 $4\sim 8\mu\text{m}$ ，传导速度再次之； A_δ 型神经纤维，直径为 $1\sim 4\mu\text{m}$ ，传导速度更次之。

B 型神经纤维的直径较细，直径为 $1\sim 3\mu\text{m}$ 。传导速度慢，每秒为 $3\sim 15\text{m}$ 。这类神经纤维也具有髓鞘，但较薄。对抗损伤的能力稍强，损伤后易修复。主要见于植物性神经的节前纤维。

C 型神经纤维的直径最细，直径仅有 $0.5\sim 1\mu\text{m}$ ，都属于无髓纤维。传导速度很慢，每秒

约为2m。受损伤后很易修复，由于修复过程中不形成髓鞘，所以再生能力强。C型纤维也称为Remak纤维。此型纤维又可分成两种亚型：即sC型神经纤维，见于植物性神经的节后纤维；drC型神经纤维，见于周围神经和后根的无髓纤维。传导痛觉、温觉和味觉的神经纤维都属于此型，嗅神经的嗅丝也属于C型神经纤维。

4. 神经纤维的传导功能 通过生理学的研究表明，神经纤维的冲动传导过程是以生物电 bioelectricity 的方式进行的。生物电活动发生在轴索的轴膜上。静止状态下的神经纤维，轴膜内带有负电荷，轴膜外则带有正电荷，轴膜的内与外保持一定的电位差，约为50~100mV，这种状态称静息电位 resting potential，此时轴膜呈极化 polarization 状态(图5-14)。维持这种极化状态是依靠轴膜对钠、钾离子的选择通透性以及离子通道。

当神经纤维受刺激而兴奋时，兴奋部位的轴膜通透性发生变化，离子通道开放，膜外的钠离子急剧进入膜内，钾离子流出膜外，出现电位反转(图5-14)，亦即膜外变为负电荷，膜内成为正电荷，于是膜内外之间的电位差暂时减小，极化状态消失，这种现象称作去极化 depolarization。去极化迅速恢复原来状态，称此现象为复极化 repolarization，轴膜阻止钠离子内流，促使外流。从去极化至复极化的过程称作动作电位 action potential。神经纤维一端发生兴奋后，动作电位沿轴膜相继出现，并迅速传递。神经纤维的冲动传导即依此方式进行。冲动传导可被有关的刺激引起，如光、电、声和热等，也可被机械性或损伤性刺激所引起。

轴膜上的蛋白质控制离子进出轴膜，称为离子通道 ion channel。当膜上的蛋白质发生构型改变时，通道开放，钠离子进入膜内，出现动作电位。某些化学物质作用于膜上相应的受体蛋白，促使离子通道开放，引起动作电位的变化。

有髓神经纤维的冲动传导，与上述的传导方式不同。由于髓鞘构成绝缘体，动作电位只能在郎飞结处发生。当传导时，冲动从一个结间段依次跳到相邻另一个结间段(图5-14)，这种冲动的传导方式称作跳跃传导 saltatory conduction。其传导速度远较无髓纤维快，所以髓鞘结构对增进传导速度起着重要作用。

5. 神经纤维的损伤、变性和再生 当神经纤维遭受某种因素所致的损伤，如切断、撕裂、挤压、缺血或化学药物中毒后，在严重的情况下可出现一系列的形态学变化。如果损伤较轻，一般都能修复，周围神经比脑脊髓内的纤维更易恢复。

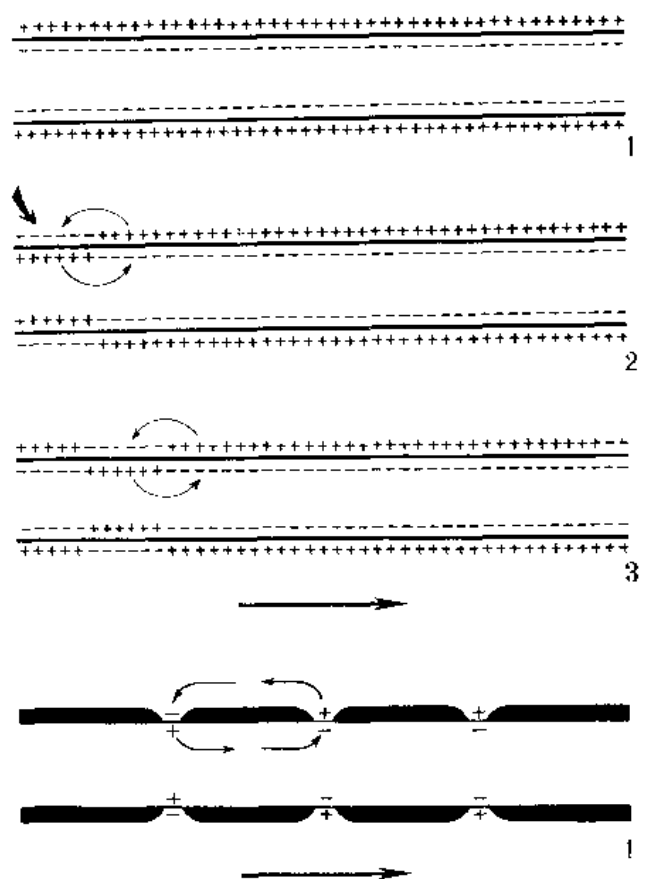


图5-14 神经纤维兴奋传导示意图

1. 示静止状态，神经纤维轴膜内为负电荷，轴膜外为正电荷
 2. 示去极化开始，电位出现反转(斜箭表示刺激)
 3. 电位依次向前反转，后面出现复极化，长箭头表示传导方向
1. 为有髓神经纤维的跳跃式传导

(1) 神经纤维损伤可按其严重程度分为五度：第一度损伤：属于轻度的损伤，通常是因为直接压迫神经纤维，暂时影响其机能活动，也可由于缺乏血液供给，神经纤维得不到营养而导致损伤。如果压迫或缺血是暂时性的，一旦解除后，在不长的时间内即可恢复机能活动。一般不会出现形态学上的变化。感觉神经纤维比运动神经纤维敏感，更易受损伤。

第二度损伤：这种损伤大都因长期或严重受压迫而造成。主要表现在受压伤的局部轴突发生坏死，或受伤轴突的远胞体段发生变性，但轴突的周围结构仍保持完整。由于轴突受伤害可引起暂时性的传导功能障碍，如出现局部感觉消失或肌肉麻痹，若能排除致伤因素后，经过一段时间仍可恢复机能活动。

第三度损伤：表现为轴索及其周围的结构全部受损伤。但组成神经束中的多条神经纤维并不都受损伤，受损伤者仅其中少数的纤维。

第四度损伤：神经束中的多条神经纤维受损伤，甚至波及整个神经束。

第五度损伤：是指大体所见的一条神经干断裂或完全断开，是较为常见的重度损伤。

除上述神经纤维损伤分度外，还可把损伤分为三种类型：神经失能 *neurapraxia*，是指神经纤维受轻度压伤，轴索并不折断，不出现明显的形态学变化，只有暂时性的功能改变；轴突折断 *axonotmesis*，即神经纤维受重度压伤或挫伤后造成轴突断开，但髓鞘和施万鞘尚存在，机能暂时消失或出现暂时肌肉萎缩，但经过一段时间后可自行修复并恢复功能；神经折断 *neurotmesis*，神经束或神经干因严重外伤而断开，需借助手术接合，可以恢复功能或不能完全恢复。

(2) 神经纤维变性：当神经纤维受损伤后便可发生一系列的变化。在损伤后 12 小时即出现形态学变化，这种变化不仅表现在神经纤维的两个断端，也可波及神经元的胞体。在折断后神经纤维的近胞体断端，只有较短的一段发生变性，一般只涉及一二节结间段；严重的损伤可扩展 20~30mm；不久便从此端的残存轴索生出幼芽，取代变性的轴突。折断后断端的远段，因与胞体脱离，失去营养供给，其轴索、髓鞘以及末梢部分，全部变性而溃解。这种变性在伤后数小时内即可出现，断端的远段轴索和末梢部分先出现膨胀，继之崩裂而成碎片，最后成为细粒，与此同时髓鞘也崩裂成为碎片。神经纤维的这种变性称为顺向性变性 *Waller* 变性。残余的碎片或细粒被巨噬细胞吞噬。无髓纤维的变性比有髓纤维出现早，进程快。中枢神经纤维发生变性的进程比周围神经慢。神经纤维的 *Waller* 变性可借助 *Marchi* 法染色显示早期溃变的髓鞘，变性的髓鞘被染成黑色，正常髓鞘则不着色。晚期溃变的髓鞘可用 *Weigert-Pal* 法显示未溃变或新生成的髓鞘。还可应用 *Nauta* 特殊染色法显示溃变的轴索和末梢。

受轻度压伤的神经纤维，在电镜下观察，先在郎飞结处的轴浆内出现线粒体破坏，经十数小时后，髓鞘便失去板层结构。

顺向变性后，神经纤维周围结缔组织中的巨噬细胞进入溃变处，清除碎片和细粒。施万细胞在早期并无显著的变化，稍后出现肥大增生，伸出胞浆突起，细胞排列呈条索状，原来的鞘状管腔消失。断端两侧的施万细胞也增生，并在断裂处愈合。施万细胞索对再生的轴索起引导作用，以便建立功能联系。

在神经纤维发生溃变的同时，神经元的胞体膨胀，胞核移向边缘，尼氏体先从中央部分开始溶解，逐渐向四周扩展。在电镜下观察，胞体内粗面内质网数量减少，排列松散，以至消失。线粒体、高尔基复合体及溶酶体也出现改变。神经纤维损伤后 12 小时，这些变化最显著。如果损伤部位距胞体近，则变化更为严重，甚至神经元死亡，断端的远段溃变而消失。

当神经纤维被切断后，除本身的神经元发生溃变外，与该损伤神经纤维连接的神经元也可发生溃变，这种现象称为跨越神经元溃变 *transneuronal degeneration*。这种溃变现象既可见于中枢神经系统，也可见于周围神经系统。若突触前的神经元轴突被切断后，与其相连接的突触后神经元也发生溃变，称为顺行性跨越神经元溃变 *anterograde transneuronal degeneration*；当突触后神经元的轴突被切断后，与其相连接的突触前神经元也发生溃变，即称为逆行性跨越神经元溃变 *retrograde transneuronal degeneration*。这种溃变现象可以跨越二三级神经元。

(3) 神经纤维再生：神经纤维损伤后虽然出现一系列的变化，如果不甚严重，一般都有再生的能力，也可恢复原来的功能。再生大约在第3周时出现。开始时，胞体内胞核的周围重新出现尼氏体，逐渐恢复正常的含量和分布，同时胞核也移向胞体的中央。这一过程约需3~6个月。与胞体相连的轴突断端生出许多幼芽，幼芽分支向远端伸长，进入折断处的疤痕组织中。若断裂的距离较近，而且疤痕组织又不致密，幼芽的细支很易穿行其间。通过疤痕组织的缝隙，并沿着施万细胞索继续前进，其生长速度每天约为2~5mm。最后只有一条粗的轴突幼芽达到目的地，其余的幼芽都逐渐消失。在轴突幼芽向前生长的同时，直径也不断增粗，直到恢复原来直径为止。在轴突生长时被施万细胞膜包裹，髓鞘也随之生成，但进程较慢，新生成的结间段也较短。神经纤维因损伤程度不同，部位不同以及其他因素的影响，生长速度也有差别。如人的感觉神经纤维生长速度平均每天4.6mm；上臂的神经再生速度每天为8.5mm。如果神经纤维的两断端距离较远，疤痕组织致密或新生幼芽向前生长受阻碍，都会影响再生。有时许多轴突幼芽与过度增生的施万细胞和结缔组织的成纤维细胞缠络一起，形成可见的结节，称为残端神经瘤，对于这种情况，需借助外科手术切除神经瘤，或手术接合，或切除疤痕组织。新生的轴突也可能误入歧途，不能到达原分布的部位，所以其功能也不能恢复。

中枢神经系统内的神经纤维损伤后，其变化过程与周围神经相似，但再生的持续时间较长。溃变所产生的碎片可被神经组织中的小胶质细胞和血液中的单核细胞吞噬。被清除的碎片及断端的间隙由星形胶质细胞充填，形成较为致密的胶质疤痕，后者可阻碍新生的轴突向前生长，又由于脑脊髓内缺少施万细胞，所以不出现引导新生轴突前进的细胞索，不易再循原路生长。由此可知中枢神经纤维虽然也能再生，但恢复原来的功能则较为困难，往往导致功能永久丧失。

在神经纤维损伤严重的情况下，两个断端的距离较大，不易接合，影响神经纤维的再生，可借助神经移植方法促进再生。如从自身取一小段浅表皮神经，移植到神经纤维断裂处，移入的施万细胞仍能继续生存并进行繁殖，连接两个断端，新生的轴突幼芽即可沿此径路向前生长。不过移植的神经，不一定都能起到连接作用。

当某条神经纤维损伤后，其相邻的正常神经纤维也能同时从郎飞结处长出侧支，与损伤后新生的轴突一起生长，达到原分布的部位，并能恢复功能，起到代偿作用，这种现象称为侧支神经再生 *collateral nerve regeneration*。神经纤维的再生时，施万细胞起着重要作用，不仅形成细胞索引导新生轴突前进，生成髓鞘，而且还能分泌促进轴突生长的神经营养因子 *neurotrophic factor*。

(五) 神经末梢

神经末梢 *nerve ending* 是神经纤维的终末部分。神经元可凭借末梢装置扩大接触面积，与

体内各组织器官发生联系，把内外界的刺激传给神经元，或者把神经元的冲动传递到各组织器官。神经元之间的联系亦通过末梢实现。分布在各组织器官上的周围神经末梢，其形态结构颇为多样化，生理机能也各不相同。通常将其分为两大类，即感觉神经末梢和运动神经末梢。

1. 感觉神经末梢 sensory nerve ending 感觉神经末梢是接受体内外各种刺激的末梢装置，所以又称感受器 receptor。一般认为，不同的刺激只能由相应的感受器接受，亦即一种感觉末梢只能感受某种专门的刺激。感受器的形态和功能较为复杂，分类方法颇不一致。按感受器的存在位置和感受刺激的不同，可分成三类：外感受器 exteroceptor，主要分布在体表的皮肤，感受外来的各种刺激，如冷、热、痛、触和压等刺激，对于嗅、视、听的感觉器官，感受远距离的刺激，又称远隔感受器 teloreceptor 由于它们各自构成器官，故分别在感觉器篇中叙述。内感受器 interoceptor，主要分布在体内的各脏器和血管壁，感受来自内脏的刺激。本体感受器 proprioceptor，分布在肌肉、腱及关节等处，感受肌肉或腱的弛张和关节的运动等，引起体位的感觉。

按照感受器所接受刺激的性质，又可分为机械感受器 mechanoreceptor，感受触觉、压觉和声波等；化学感受器 chemoreceptor，感受味觉和嗅觉等；损伤感受器 nociceptor，感受造成组织损伤的刺激，而引起痛觉；温度感受器 thermoreceptor，感受冷或热的刺激。此外，尚有光感受器 photoreceptor 和渗透压感受器 osmoreceptor 等。还发现有的感受器感受一种以上的刺激，称为多感觉感受器 polymodal receptor。

依据感受器的形态结构，通常将其分为游离神经末梢和被囊神经末梢两种类型：

(1) 游离神经末梢 free never ending：在体内分布很广，但结构简单，主要分布在皮肤的表皮，也可见于粘膜的上皮、浆膜、深筋膜、肌肉以及结缔组织等处。构成游离末梢大都是 A_δ型和 C型的神经纤维。在表皮的游离末梢均来自真皮深层的神经丛，其中包括细的有髓纤维和无髓纤维。有髓纤维走近浅层便失去髓鞘，树突末梢裸露，进入表皮后反复分成游离的细支，穿行在表皮深层的细胞之间(图 5-15)。有的细支末端膨大形成扣环或小结，或细支呈串珠状。在电镜下观察角膜的游离末梢，其细支穿行上皮细胞之间，直径为 0.2μm 左右，其末端不裸露，故不与细胞直接接触。

一般认为游离末梢是痛觉感受器。当组织受到伤害时可能释放致痛物质，如 5-羟色胺、组织胺或钾离子等，末梢受刺激后引起冲动，传入中枢神经系统，遂引起疼痛感觉。传入中枢的神经递质目前尚不十分清楚，可能是神经肽类递质。在身体内部也可见到游离末梢，如心脏、血管壁、消化道、支气管以及泌尿生殖管道等处，大都是无髓纤维的末梢。在毛囊周围也分布有游离末梢，称作毛周末梢 peritrichial ending，来自有髓纤维，在毛囊周围失去髓鞘，再分成数条细支包绕在外毛根鞘上。此种末梢可能是感受触觉。在表皮的基底层有一种较特殊的无被囊的神经末梢，称作 Merkel 触盘，又称藤形神经末梢 hederiform never ending，系由有髓神经纤维失去髓鞘，分成细支进入表皮基底层，细支末端形成凹形的盘状，托附特化的上皮细胞，细胞的胞浆内有许多分泌颗粒，胞核分叶，不同于一般的上皮细胞，称作 Merkel 细胞。此种末梢可能感受触觉，常见于幼儿的手指掌面，随年龄增长逐渐减少。在真皮中也可见到游离的神经末梢，分别来自有髓的 A_δ型纤维和无髓的 C型纤维，在该处的 A_δ型有髓纤维失去髓鞘后，末端分支呈树枝状；此种末梢感受中等度冷和热的刺激、轻度的机械性触觉刺激以及损伤性的痛觉刺激，属于接受多种刺激的独特感受器。

(2) 被囊神经末梢 *encapsulated never ending*: 这类的神经末梢均有结缔组织被囊包裹, 但其结构、形状、分布和功能则各有不同。常见的有如下数种:

触觉小体 *tactile corpuscle* 又称 Meissner 小体, 分布在真皮乳头的中, 多见于手足的掌面, 口唇、眼睑缘和舌尖等处也可见到, 但数量较少。触觉小体大都呈卵圆形, (图 5-15), 长约

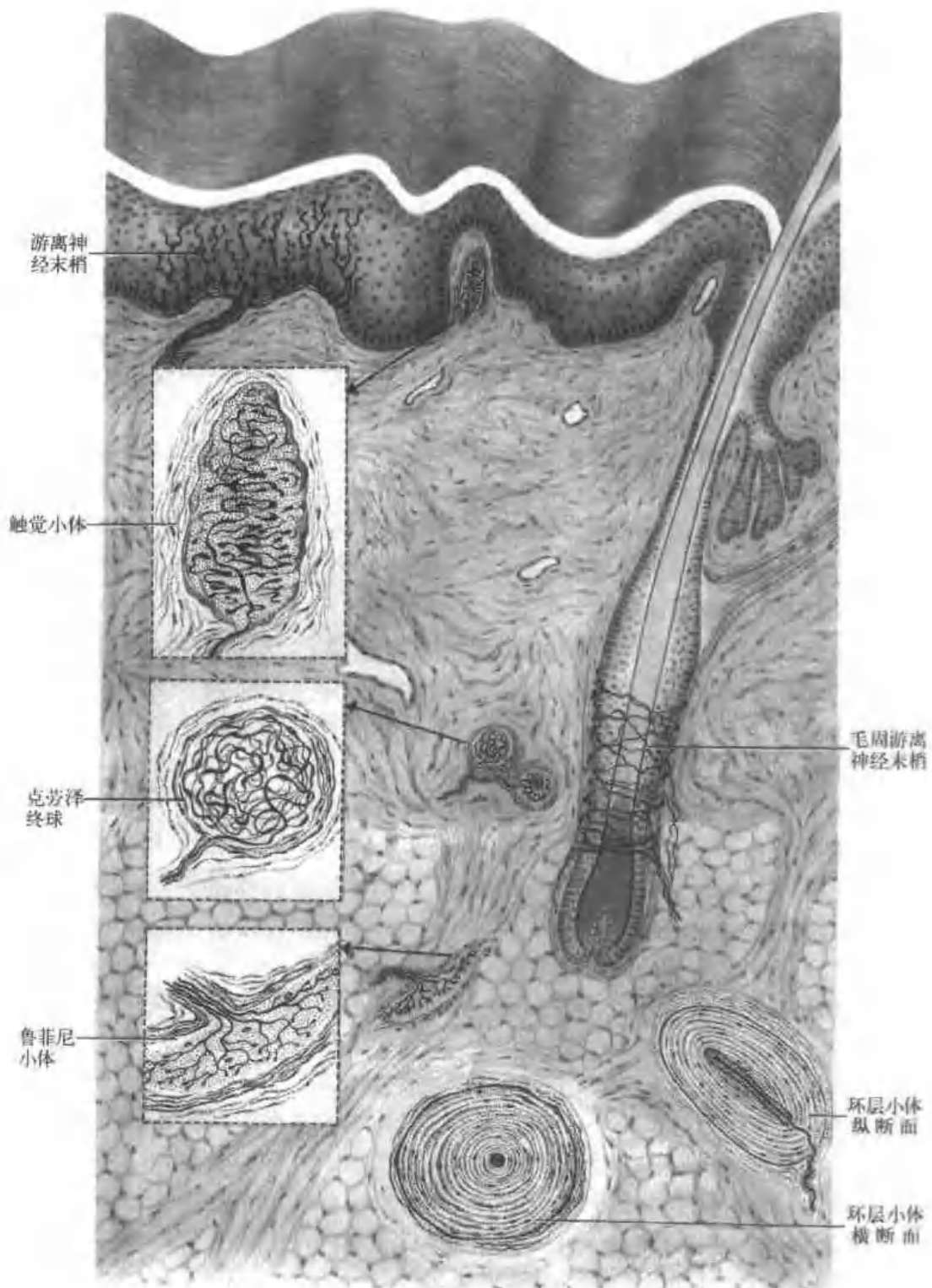


图 5-15 皮肤的几种神经末梢模式图

100 μm ，宽约30 μm ，外围包有丝球样的结缔组织被囊，内部含有横列的扁平细胞称触觉细胞 tactile cell。来自深层 A₁ 型脊髓纤维从小体的底部进入，神经纤维的结缔组织膜与被囊连接，髓鞘随之消失，裸露的树突末梢分支在细胞间盘绕。每个小体通常有2~3条有髓纤维分布其上，但也可有数条无髓纤维分布。一般认为此小体感受触觉。因年龄不同小体的数量和大小也可发生变化，例如幼年期的真皮乳头大都含有小体，但年龄增长后，小体的数量乃随之减少。

Ruffini 小体大都分布在真皮和皮下组织中，易见于足底部的深层皮下组织中。小体呈扁平的线团样，周围有结缔组织被囊(图 5-15)。一条 A₁ 型的有髓纤维在小体的中部失去髓鞘，裸露的树突反复分支呈树枝状，其末端形成小结或扣环，分支的末梢在被囊内的结缔组织中穿行。这种小体可能是温觉感受器。在关节的滑液囊中也可见到此种小体，据信与关节活动的感受有关。

Krause 终球常见于眼结膜、舌粘膜、外生殖器以及皮肤粘膜连接处。目前对此种终球的认识较为含糊，对其结构的叙述亦不甚明确。通常这种终球为圆球状的小体，直径一般约为50 μm ，但差别较大。终球的周围有结缔组织的被囊包裹(图 5-15)，一至数条的有髓纤维进入终球之前，便失去髓鞘，裸露的树突分出多条细支，盘绕在被囊中。这种终球可能感受冷觉。在大动脉的管壁、子宫内膜、腱和韧带等处也可见与终球相似的神经末梢，其作用不详。

环层小体 lamellated corpuscle 又称 Pacinian 小体，是分布很广泛的感觉神经末梢，多见于手掌和足跖等处的皮下组织中，还可在骨膜、胸膜、腹膜和胰脏等处的结缔组织中见到。此种小体多呈卵圆或圆球形(图 5-15)，大小不一，一般长约0.5~4mm，宽约0.1~0.5mm。大者可直接在肉眼下见到。环层小体的被囊是由多层同心圆排列的结缔组织膜构成，中间夹有扁平细胞，每层约为0.2 μm 厚。层次不等，最多可达50层，各层之间充满胶样物质。同心圆层的中央是由细颗粒组成的棒状物，称为内轴 inner bulb。通常每一个小体只有一条有髓纤维分布，神经纤维进入小体前，其内膜及施万鞘则与被囊接续，髓鞘消失。裸露的树突穿入内轴当中，不分支，终端稍显膨大。树突内有丰富的线粒体，沿轴膜纵行排列，一些小泡散布其中。内轴有显著的胆碱脂酶活性。小体感受深压觉。初生儿的环层小体较小，成年后体积增大，至老年出现退化现象。

在手指皮下组织中和腱表面还可见与环层小体相似的末梢，称 Golgi-Mazzoni 小体。此种小体的被囊层次较薄，一条有髓纤维进入小体，分支成丛，末端膨大呈扣结。

(3) 神经肌梭 neuromuscular spindle：是分布在骨骼肌上的感受器，简称肌梭。由4~10条较细的骨骼肌纤维被结缔组织被囊包裹而成，呈细长的梭形，长度为0.5~12mm，嵌在普通的骨骼肌纤维之间。有数条神经纤维共同分布在肌梭上。

肌梭内的肌纤维比普通骨骼肌纤维短而细，含有丰富的肌浆，但肌原纤维较少，将这种特殊的肌纤维称作梭内肌纤维 intrafusal fiber。梭内肌纤维又分两种类型：一种是较大的梭内纤维，长约7~8mm，宽约25 μm ，在纤维的中段稍为膨大，肌原纤维消失，聚集许多的细胞核，形如袋囊，此处称为核袋 nuclear bag，纤维的两端可伸出肌梭结缔组织被囊之外，此种梭内纤维称作核袋纤维 nuclear bag fiber(图 5-16)；另一种是较小的肌纤维，长约2~4mm，宽约10 μm ，细胞核排列呈纵行的链状，称作核链纤维 nuclear chain fiber。

在电镜下观察，核袋纤维又可分为两种亚型：核袋 I 型纤维，又可称为动态核袋 I 型纤维 dynamic nuclear bag I fiber，其肌原纤维缺乏 M 线，几乎没有肌浆网，但有丰富的线粒体和一些氧化酶；另一种核袋纤维称核袋 II 型纤维，又称静态核袋 II 型纤维 static nuclear bag II

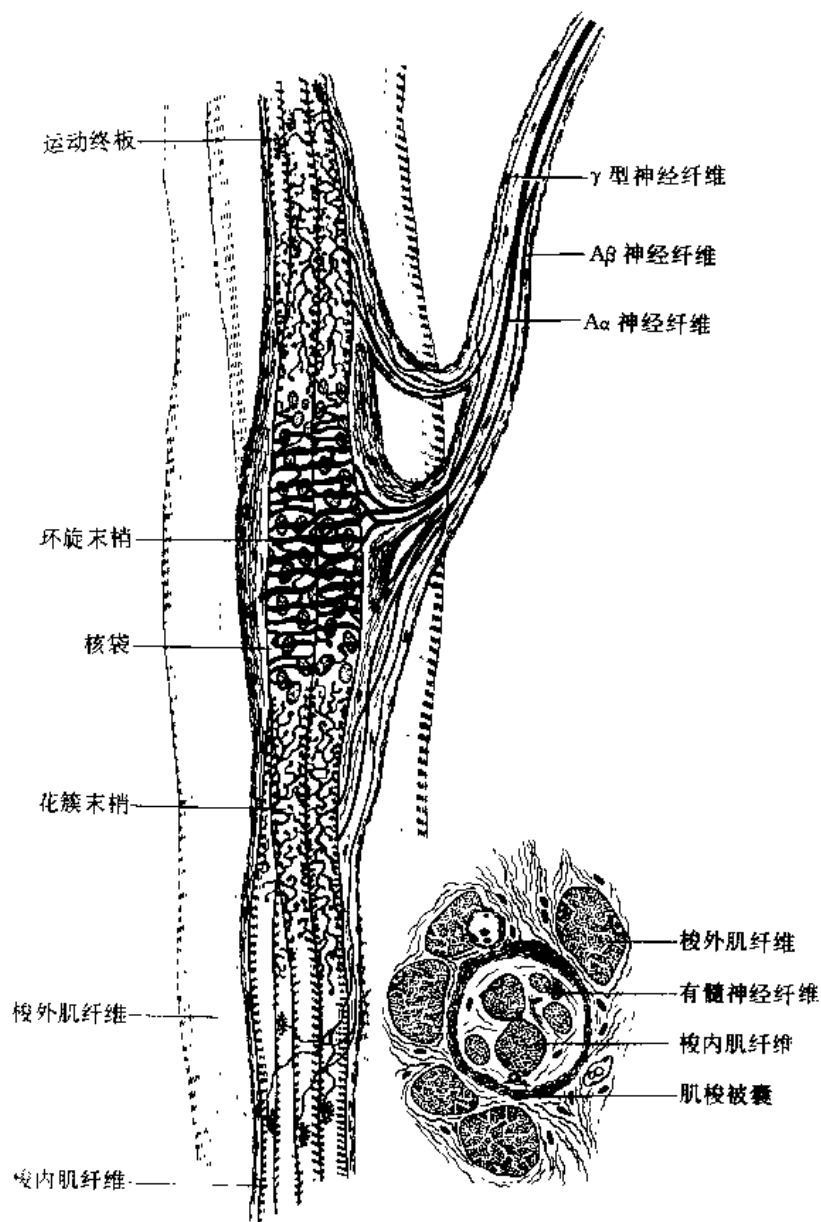


图 5-16 神经肌梭图

右下嵌图为肌梭横断面

fiber, M 线较明显, 有活性较高的三磷酸腺苷酶和糖原颗粒。核链纤维有明显的 M 线, 有发达的肌浆网和 T 小管, 糖原颗粒较多, 有高活性的碱性 TAP 酶, 线粒体较少, 氧化酶活性较低。在核链纤维的两端有弹力纤维缠绕, 然而核袋纤维则没有。

分布在肌梭内的感觉神经纤维分为两种, 一种是较粗的 A_α 型纤维, 纤维失去髓鞘后从中段进入肌梭, 末梢分支呈螺旋状环绕在梭内纤维中段(图 5-16), 称为环旋末梢 annulospiral ending, 传导速度很快, 具有较低的感受阈值, 可能是对牵张性刺激感受快速的末梢。另一种是稍细的 A_β 型纤维, 失去髓鞘后进入肌梭, 分布在核袋附近的两端, 末梢反复分支, 终端略显膨大成扣结, 似花簇样(图 5-16), 称为花簇末梢 flower spray ending, 传导速度较慢, 可能是对静态牵张性刺激感受较慢的末梢。二种均为有髓纤维。

在肌梭内除感觉神经末梢外, 还有三种运动神经末梢, 一种是细的有髓纤维, 为 γ 传出

纤维，失髓鞘后进入肌梭，分支形成胆碱能的运动神经末梢；另一种亦为细有髓纤维，即 γ_1 纤维，呈葡萄样终末分布在核袋纤维上，称为终板₂末梢 plate ending₂ 或 P₂末梢。第三种为 γ_2 纤维，其终末分支呈蔓条样终止在核链纤维上，称为蔓样末梢 trail ending。在核袋纤维的肌梭外两端，有 β 传出纤维分布，末端分支也呈葡萄样的终板，称终板₁末梢 plate ending₁ 或 P₁末梢。

神经肌梭广泛分布在身体各部位的骨骼肌中。一般来说，四肢肌内的肌梭比躯干肌多，分布在手足肌和眼肌的肌梭又多于其他部位的肌肉。肌梭大都存在于靠近肌肉的起始处，或在肌肉边缘的细肌纤维之间。

(4) 神经腱梭 neurotendinous spindle；又称腱器 tendon organ，是分布在肌腱连接处的感受器。腱梭由数条腱束组成，周围有纤细的结缔组织被囊包裹，长约1mm，宽约0.1mm。A_β型有髓纤维从被囊穿入梭内，失去髓鞘并分支，穿行腱束之间或包绕腱束，再分支形成丛状末梢，终端略显膨大呈扁平的扣状。分布到腱梭的A_β型纤维直径约12 μ m，其末梢对肌肉的牵张具有较高的感受阈值，可能感受强的牵张性刺激。

上述的各种感觉末梢所接受的刺激各不相同，但其传导的方式基本一致，即感受器受到相应的刺激后，都会引起感受器膜对某些离子通透性的改变，通常都可引起膜的去极化。例如机械感受器接受压力等刺激可导致膜结构的变形，使离子通道开放；化学感受器接受化学物质刺激后，膜蛋白与刺激物的分子结合，使受体蛋白发生变化，亦可引起离子通道开放。此外感受器的传导还取决于刺激的强度及本身的感受阈值。

2. 运动神经末梢 motor nerve ending 此类神经末梢是中枢神经系统的运动神经元向周围发出的传出纤维终末，终止在骨骼肌、腺体或脏器的平滑肌上，借此以支配肌肉的活动和腺体的分泌，所以也称效应器 effector。分布到骨骼肌的神经末梢，大都来自脑脊髓中运动神经元的有髓纤维，支配身体的活动，又称为躯体效应器 somatic effector；分布到脏器的运动神经末梢，大多来自植物性神经节的无髓纤维，支配内脏平滑肌的活动和腺体分泌等，所以又称内脏效应器 visceral effector。

(1) 运动终板 motor end plate；运动终板是躯体效应器的典型结构。来自脊髓灰质前角或脑干的神经元轴突，离开中枢后组成传出神经纤维，其中较细的有髓 γ 纤维，分布在肌梭内的骨骼肌上，较粗的有髓 α 或 β 纤维分布在肌梭以外的骨骼肌上。神经纤维失去髓鞘后，轴突反复分支，每一分支的末梢与一条肌纤维连接，连接处呈卵圆形的板状隆起，故名终板，或称神经肌接头 neuromuscular junction。终板的大小随肌纤维的大小而有不同，较大的肌纤维，其终板也大，一般的终板长为40~60 μ m，厚约10 μ m。终板大都位于肌纤维的中段，该处有细胞核聚集，一种是施万细胞核，另一种是肌纤维的细胞核，后者细胞核较大，在终板的底部则染色较深。分布到骨骼肌上的神经纤维沿途不断分支，所以一条神经纤维经分支可支配许多条肌纤维，例如从脊髓前角一个神经元发出的神经纤维，分布到臂大肌上可支配数百条肌纤维。每一分支的末梢再分成爪状细支贴附在肌膜上，表面被施万细胞膜覆盖。应用Janus绿染色标本，显示末梢的终支与肌膜之间有一层着色较深的膜分隔，膜呈栅栏状，称为神经下器 subneural apparatus，此处显有胆碱脂酶活性。

在电镜下观察(图5-17)，终板处的肌膜凹陷成槽，称为突触槽 synaptic gutter，神经末梢的轴突终端膨大呈杵状，嵌入突触槽内。轴突膜与肌膜并不融合，其间有裂隙分隔，称初级突触间隙(primary synaptic cleft)，宽约40~60nm。裂隙中含有中等致密物质，即肌膜表面陷

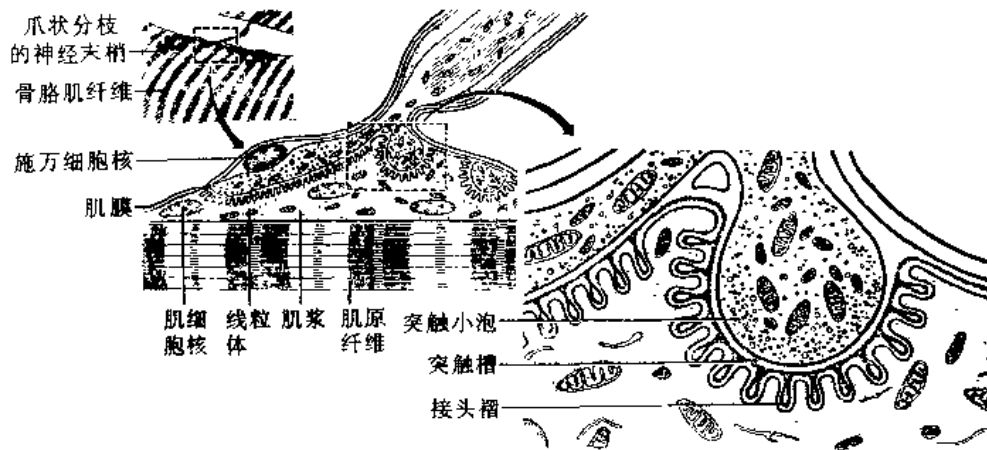


图 17 运动终板连续放大示意图

左上嵌图为光学显微镜所见、中及右下图为电子显微镜所见

入的基膜。突触处的肌膜再向肌浆内凹陷，形成许多皱褶和深沟，二者相间排列，皱褶部分称接头褶 junctional fold，深沟则称次级突触间隙 secondary synaptic cleft。这种结构相当前述的神经下器。突触间隙内有组成基膜的粘多糖类细丝，并含有胆碱酯酶。在轴突的终端含有一些线粒体以及大量的突触小泡。小泡呈清亮的圆球状，直径为 20~30nm，其中含有乙酰胆碱。未陷入突触槽内的轴膜表面覆盖有施万细胞，称为终末胶质细胞 teloglia。在肌浆内仅见有线粒体和粗面内质网等。

红肌纤维的运动终板，接头褶较短，而且松散，突触小泡也较少，白肌纤维的运动终板，接头褶长而且紧密，突触小泡也较多。在突触的肌膜上有乙酰胆碱 N 型受体，由于接头褶扩大了肌膜的表面积，故含有较多的受体。当乙酰胆碱分子与受体蛋白结合后，改变了受体蛋白分子的构型，遂使平时呈关闭状态的离子通道开放。

当神经冲动到达末梢终板时，轴膜出现去极化引起膜上的钙离子通道开放，钙离子从膜外进入膜内，许多小泡移向轴膜，以胞吐方式使乙酰胆碱释放到突触间隙中，除一部分被胆碱酯酶分解外，大部分则与肌膜上的乙酰胆碱受体蛋白结合，导致离子通道开放，于是钠离子流入膜内，钾离子流出膜外，肌膜电位发生变化，出现去极化。肌膜又产生传导的动作电位，触发肌原纤维收缩，由此引起整条肌纤维收缩。轴突终端释放的乙酰胆碱，约在 1~2ms 时间内即被突触间隙中的胆碱酯酶破坏，所以传来的突触小泡只能释放一次乙酰胆碱，也只能发挥一次作用。有机磷农药或毒扁豆素可抑制胆碱酯酶的活性，造成乙酰胆碱在运动终板处蓄积，遂引起肌肉痉挛。还有些药物如箭毒以及海蛇毒液等，可与乙酰胆碱受体分子结合，同样可导致肌肉麻痹。

(2) 内脏运动神经末梢 visceral motor nerve ending: 此类神经末梢分布在心脏、腺体、内脏和血管的平滑肌，以及肌上皮细胞等处。是植物神经节后纤维的末梢。神经元的胞体位于神经节和神经丛内，发出的轴突组成节后纤维。此类纤维较细，直径约 0.2 μ m，大多是无髓纤维。由于纤维细小，所以其末梢不易在一般染色标本上显示。末梢分支呈丛，终端膨胀成小结或扣环。在电镜下观察，末梢的小结内含有一些小泡，末梢终端不与效应细胞形成特殊的连接方式，没有终板样的接头褶，二者之间的间隙较宽，至少相距 20nm 以上。所以神经递质扩散距离较大，冲动传导也慢。

内脏运动神经末梢的神经递质主要有两类。副交感神经的节后纤维大都是胆碱能的末梢。

此种末梢小结内的小泡都呈清亮圆球状。末梢释放的乙酰胆碱与效应细胞膜上的 M 型受体(毒蕈碱受体, muscarinic receptor)结合,引起消化道和支气管等平滑肌收缩,瞳孔括约肌收缩以及心脏活动的抑制等,还促使消化腺和汗腺分泌。交感神经的节后纤维大都是肾上腺素能的末梢,末梢小结内的小泡都含有致密核心,释放的神经递质为去甲肾上腺素。作用于肾上腺素能受体,使效应细胞兴奋或抑制。此外,还发现有嘌呤能末梢,在轴突中可见较大的致密小泡,直径达 80~200nm,聚集在末梢小结内,通过胞吐作用释放神经递质,如三磷酸腺苷或其他嘌呤化合物等作用于效应细胞。这类末梢存在于消化道肌膜外层、括约肌、血管壁、泌尿生殖管道和支气管等处。

(六) 神经元的再生

一般认为,成体内的神经元是高度分化的细胞,失去分裂繁殖的能力,只有在胚胎时期或是在出生后的较短一段时间内才有新生的神经元。通常情况下,除在交感神经节细胞中看到有丝分裂现象外,在成体中枢神经系统内几乎不见有丝分裂现象。当神经元的胞突受损伤后,只要胞体未受伤害,在适宜的条件下仍可生成新的胞突,若胞体被破坏后就不易再生。近些年来,有人用不同的实验方法观察到神经细胞的分裂现象。如以成体动物的大脑皮质细胞作体外培养,细胞生存时间可达 8~13 个月,同时见到细胞有丝分裂。又在培养的小脑和脊神经节中见到双核的神经细胞。采用人工创伤的实验,在大鼠的脑皮质创伤面附近观察到神经细胞的有丝分裂,并且见到分裂的不同阶段,其分裂过程与普通细胞的有丝分裂相同。有的实验在创伤后猫的大脑皮质内,可见椎体细胞的有丝分裂;在损伤后小鼠的小脑皮质内,也见到 Purkinje 细胞出现有丝分裂。此外,有人在患原虫病的马大脑皮质内观察到椎体细胞的无丝分裂。

除上述的实验观察,说明成体的神经细胞在一定的条件下,有分裂和再生的能力。除交感神经节内可见到双核的神经细胞以外,对于中枢神经系统中神经细胞的有丝分裂现象仍未得到广泛的支持,甚至否认成体内神经细胞具有再生能力。如果能再生,在什么条件下神经细胞才能再生,再生的神经细胞能否保持原有的机能,如何克服胶质细胞形成的瘢痕组织,能否与其他神经元发生联系。这些都是需要探讨和研究的课题。

从蛇毒和颌下腺分离出一种支持神经元生存和促进神经元胞突生长的化学物质,称为神经生长因子 nerve growth factor,简称 NGF。现已查明,此因子主要由交感神经元或感觉神经元所分布的靶组织产生,生成后又被轴突的末梢摄取,转递至神经元的胞体,是维持神经元生存的必需物质。进一步发现 NGF 对胆碱能的神经元也有作用,当损伤大脑的穹窿后,加入外源的 NGF 后,可保持神经元的生存。外源的 NGF 还可使基底核的老年萎缩发生逆转。星形胶质细胞也能合成和分泌 NGF。由此可见,这种因子对神经元的生长和再生起一定的作用。

二、神经胶质

神经胶质 neuroglia 是神经组织中另一大类的细胞。这类细胞都不具有冲动传导的功能。在神经组织中数量庞大,比神经元多达十倍,分布在神经元胞体和胞突之间,或包裹神经纤维。胶质细胞也具有突起,但不分轴突和树突,胞浆内缺少神经原纤维和尼氏体。在普通染色标本上不易见到细胞全貌,只显细胞核,若借助高尔基镀银法或免疫细胞化学技术方可显示细胞的全貌。神经胶质细胞对神经元具有支持、分隔、绝缘、营养以及修复等作用。

中枢神经系统的胶质细胞可分为星状胶质细胞、少突胶质细胞、小胶质细胞、室管膜细胞以及脉络膜细胞等。周围神经系统属于胶质细胞的包括施万细胞和被囊细胞，包绕感觉神经末梢的终末膜细胞 terminal lemmal cell 和运动神经末梢的终末胶质细胞 teloglia cell，感觉上皮内的各种类型的支持细胞 sustentaculocytes 等也属于胶质细胞。

(一) 星状胶质细胞

星状胶质细胞 astrocyte 是神经胶质细胞中体积最大、数量最多的细胞。在普通的染色标本上，此种细胞有较大的胞核，直径约 $5\sim 10\mu\text{m}$ ，呈圆形或卵圆形。核内染色质稀少，为细粒状，大都靠近核膜分布，核仁不甚明显。在镀银法的标本上，细胞伸出很多的突起，似放射的星芒样。在突起的末端常显膨大，称为脚板 foot plate 或终足 end foot，贴附在邻近的血管壁上。毛细血管表面大部分被脚板贴附，所以这些脚板又称血管周足 perivascular feet。依据星状细胞的形状和胞浆中原纤维的含量，又可将其分成两种类型。

1. 原浆性星状胶质细胞 protoplasmic astrocyte

常见于灰质内，靠近神经元的胞体或树突。此种细胞突起较短，弯曲多枝，表面粗糙（图 5-18a）。有较长的突起，脚板附着小血管壁上，成为血管周足。在突起和胞体中有一些细小颗粒，称为胶质粒 gliosome。在电镜图像上，胞浆较为浅淡，有不甚发达的内质网，散在的糖原颗粒以及成束的微丝。这种微丝称为胶质微丝 gliofilament。光镜下所见的胶质粒乃是成团的线粒体。胞核内染色质呈疏散的细粒状，可见核仁。

2. 纤维性星状胶质细胞 fibrous astrocyte 多见于白质中。突起纤细而长，很少有分枝，表面较为平滑（图 5-18a）。经特殊染色可在胞浆和突起内见有纤细的原纤维。在电镜图像上（图 5-18b），原纤维是成束排列的胶质微丝，这些微丝可由胞体一直延伸至突起的末端。细胞的其他结构与原浆性星状胶质细胞无明显差异，也可见血管周足。

除上述两种典型的星状胶质细胞以外，还可见几种特殊类型的星状胶质细胞。在小脑的 Purkinje 细胞层有一种类似原浆性的星状胶质细胞，称 Bergmann 胶质细胞，胞核圆形，胞浆中有大量的游离核糖体，也可见糖原颗粒和微管。胞体发出数条突起，上行达到小脑表面，末端膨大的脚板彼此连接在软膜下形成界膜。在脑垂体的神经部也有呈星状的胶质细胞，称垂体细胞 pituicyte，细胞的突起有很多的分枝，末端终止在毛细血管壁上，或与神经末梢形成接触。在第三和第四脑室周缘还有一种星状的胶质细胞，称伸展细胞 tanycyte，细胞的基部伸出一至数条突起，终止在邻近的毛细血管和神经元上，细胞的顶端表面有许多微绒毛，胞核呈不规则的圆形，胞浆有许多微管和游离的核糖体，可见线粒体、高尔基复合体和溶酶体等，在基部的突起内可见大量囊泡和颗粒；从形态学的表现可知此类细胞在血管、神经元和脑脊液之间起着物质转运的作用，而且还可控制垂体的腺细胞分泌。在视网膜内有一种突起较长的星状胶质细胞，称为穆勒细胞 müller cell，此种细胞细长，也称穆勒纤维 müller fiber，又由于其胞体向外伸出许多细长的突起，故又称放射状胶质细胞 radial gliocyte，它在视网膜中起着保护、支持和营养的作用。

中枢神经系统中星状胶质细胞彼此连接成为网络，对神经元起支持作用，并使神经元互相分隔，又起绝缘作用。星状胶质细胞能摄取神经元释放的神经递质，参与递质的代谢和释放的调节。星状胶质细胞表面也存在多种神经递质的受体，影响细胞的代谢，可将糖原颗粒分解为葡萄糖，供给神经元利用。星状胶质细胞还能合成和分泌神经生长因子，前列腺素以及几种白细胞介素 interleukin 等。星状胶质细胞的突起有一支形成血管周足，另有一支可附于

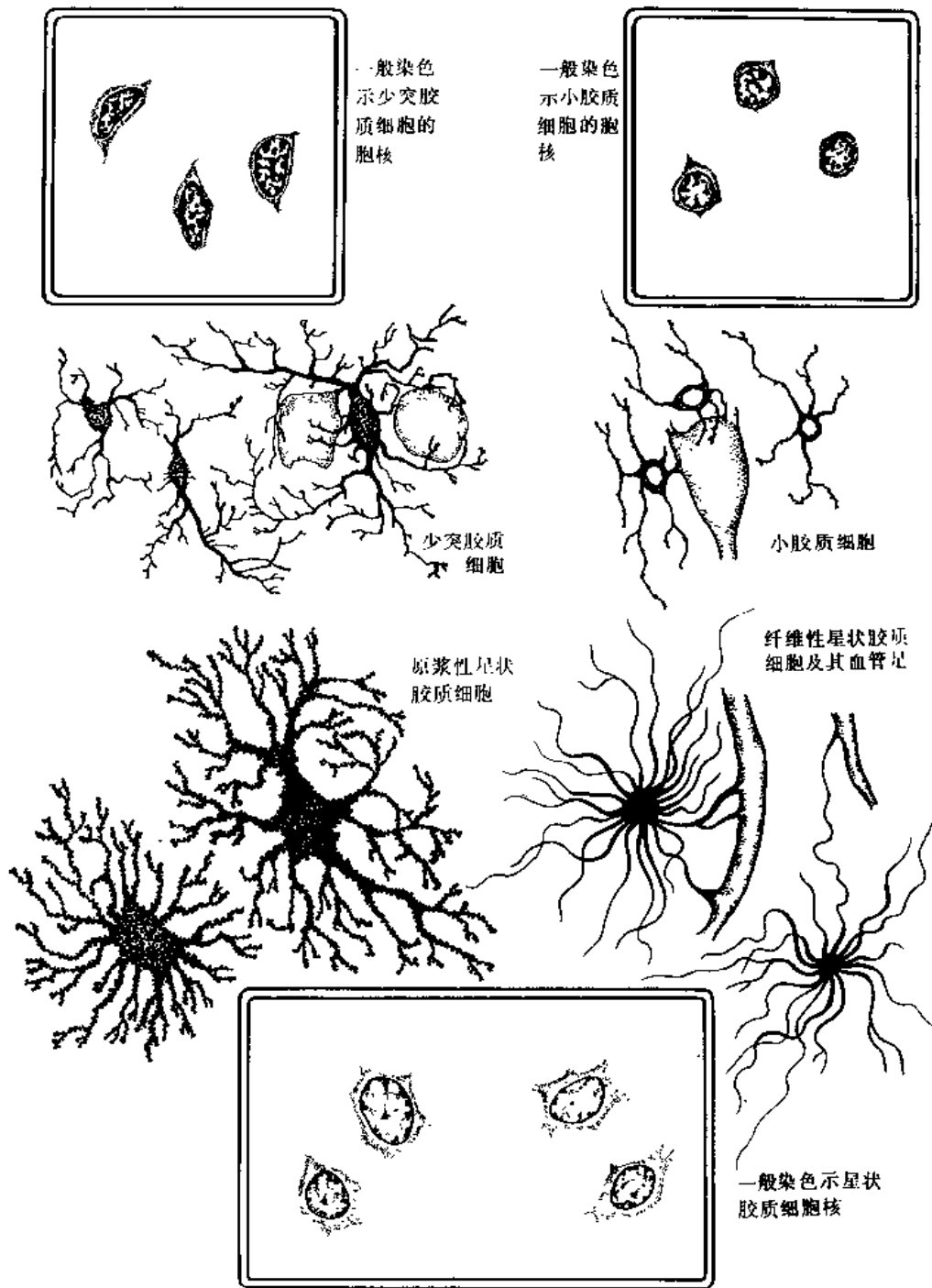


图 5-18a 中枢神经内的几种神经胶质细胞

神经元的胞体或树突上，从而构成神经元与血管之间的“转运站”。在电镜下观察，星状胶质细胞的血管周足与毛细血管的内皮紧密相接，其间夹有一层 20nm 厚的基膜，此种结构可以有选择性地使血流中的某些药物、染料以及其他化学物质等通过而进入脑组织，故起着选择性生物屏障作用，称为血-脑屏障 blood-brain barrier。一旦中枢神经系统受损伤后，星状胶质细胞可分裂增生并参与吞噬损伤的细胞碎片，代谢活动增强，胞浆中出现大量的糖原颗粒和细丝，溶酶体增多，并释放神经生长因子刺激神经元修复。与此同时纤维性星状胶质细胞增生，形成疤痕组织，称为胶质疤痕或称胶质瘤 gliosis，阻碍轴突的生长。

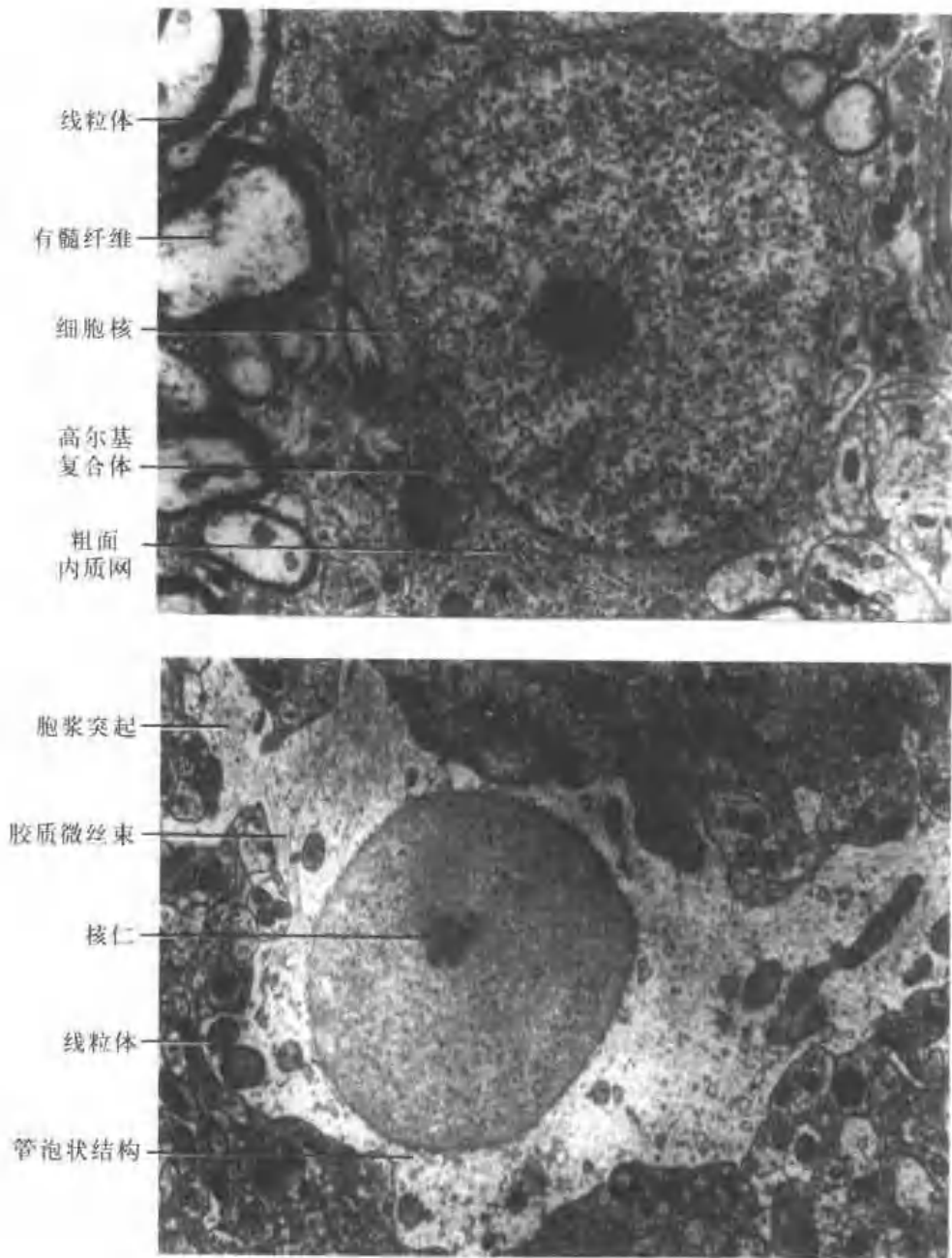


图 5-18b 两个神经胶质细胞电子显微镜图像

上图为少突胶质细胞，仅显一薄层的胞浆，其中含有丰富的核糖体，细胞的周围有许多有髓神经纤维，髓鞘的外层常与胞膜相连续。胞突与髓鞘生成有关。下图为星状胶质细胞，细胞外形不整齐，突起长短不等，胞浆内可见胶质微丝束和线粒体等，胞核染色质较疏松有一个明显的核仁

(二) 少突胶质细胞

少突胶质细胞 oligodendroglia 的胞体较小，一般呈梨形或椭圆形，细胞仅有少量的突起，(图 5-18a)。在镀银法的标本上，突起短，分支也少，表面显有小结节。在普通的染色标本上，只能显示出细胞核。核呈圆形或卵圆形，较星状细胞核小，但着色较深，染色质呈块状可显核仁。经免疫组织化学染色可显出较多的突起，而且分支亦多。在电镜下观察，少突胶质细胞着色较深，胞浆成分较为丰富，除有较多的线粒体和明显的高尔基复合体外，还有大量的

游离核糖体以及粗面内质网，有些核糖体聚集成花团样，还可见微管和多泡体等。细胞核呈卵圆形，异染色质密集于核膜附近，较易与星状胶质细胞区别(图 5-18b)。

少突胶质细胞存在于灰质和白质中。分布在灰质中者，多靠近神经元的胞体；在白质中者，大都沿神经纤维成行排列。根据少突胶质细胞存在的位置可分为三种类型：第一种称神经元周少突胶质细胞 perineuronal oligodendrocyte，分布在神经元的胞体附近，常见于脑组织内；第二种称束间少突胶质细胞 interfascicular oligodendrocyte，分布在白质内有髓纤维的周围，易见于幼体的脑组织中，当纤维髓化完成后，此种细胞随之减少；第三种称血管周少突胶质细胞 perivascular oligodendrocyte，从胞体伸出细的突起贴附在血管壁上，形成血管周足。

少突胶质细胞在初生儿的脑组织中数量较多，大都分布在神经元轴突的周围，至髓化完成后，细胞数量随之减少。所以这种细胞直接参与髓鞘形成。髓化开始时少突胶质细胞突起接近轴突，突起末端变扁平反复包卷轴突，形成板层结构的髓鞘。细胞的第一条突起皆可形成一节结间段(形成过程已述于前节)。此外少突胶质细胞有抑制神经元突起生长的作用。当神经元轴突生长的末端一旦与少突胶质细胞接触，便停止生长。因此少突胶质细胞对中枢神经的再生有阻碍作用。分布在神经元胞体附近的神经元周少突胶质细胞，可能对神经元的代谢物质起“转运站”的作用。

(三) 小胶质细胞

小胶质细胞 microglia 或 Hortege's cell 是胶质细胞中最小的细胞。一般认为是神经组织中唯一来源于中胚层的细胞。在镀银法的标本上，细胞的胞体很小(图 5-18a)，呈短棒状，伸出数条枯树枝样的突起，突起表面粗糙，显有棘刺，分支很少，不见血管足。在普通染色标本上，细胞核呈不规则的三角形，肾形或椭圆形，直径约 $5\mu\text{m}$ ，核染色质较多，着色亦深。分布在灰质和白质中，但灰质内更多。总的来说，小胶质细胞比其他胶质细胞少。灰质内的小胶质细胞多在神经元胞体附近或小血管周围。在发育过程中，小血管附近的小胶质细胞不断减少，神经元附近则逐渐增多。电镜图像中的小胶质细胞显有浓密的胞浆，可见线粒体和高尔基复合体，有时可见数个致密小体和空泡等。胞核染色质致密，沿核膜分布。

小胶质细胞具有吞噬作用，所以将此种细胞列入单核吞噬细胞系统。当脑组织受损伤时，小胶质细胞活跃，改变原来形状，成为大而圆的细胞，并移向损伤处，穿过密集屏障，吞噬并清除坏死的组织。星状胶质细胞也协助参与吞噬和清除坏死组织。

目前对小胶质细胞来自中胚层存在不同的看法。一种认识是，小胶质细胞来源血管周围的未分化细胞或血管周细胞 pericyte，还可能是来自血液循环中的单核细胞。另一种认识是，小胶质细胞从室管膜附近有变形运动的幼稚细胞演变而来，因此推断小胶质细胞是来自外胚层。所以有关小胶质细胞的起源问题，目前尚无定论。

(四) 室管膜细胞

室管膜细胞 ependymocyte 是衬附在脊髓中央管和脑室壁上的一层上皮细胞。成体的室管膜细胞大都为立方上皮，胚胎时期则具有纤毛。至出生后大部分细胞的纤毛消失，只在脑室部分室管膜细胞保留纤毛。胞核呈圆形或卵圆形，有核仁，经特殊染色，胞浆中可见原纤维。在电镜下观察，胞核呈锯齿状边缘，异染色质较多，胞浆中有丰富的线粒体，聚集在顶部，还可见有微管、微丝、少量的粗面内质网及吞饮小泡，细胞表面有微绒毛。

胚胎时期的室管膜细胞衬附在神经管壁的内层，常伸出较长的突起穿行管壁而达到表面，

并与软膜组织连接，既可起到支持作用，也可引导神经元迁移，此即早期的伸展细胞。在成体内室管膜细胞不仅构成脑室和脊髓中央管的衬附上皮，而且能防止脑脊液直接流入脑组织内。在脉络膜处的室管膜细胞，依其亚显微结构和酶的活性表明，此处细胞还有分泌和吸收的作用。此外，室管膜细胞与星状胶质细胞共同构成脑脊液-脑屏障 *cerebrospinal fluid-brain barrier*，对中枢神经内神经元的代谢具有调节作用。

(五) 其他型胶质细胞

这类细胞包括有脉络丛上皮细胞、施万细胞以及被囊细胞等。

分布在脑室壁的脉络丛是由单层柱状或立方上皮细胞组成，通称脉络丛上皮细胞 *choroid plexus epithelial cell*。细胞表面无纤毛，但有许多不规则的微绒毛。胞浆内含有大量线粒体、溶酶体、吞饮小泡以及发达的高尔基复合体。细胞基底面和侧面有许多相嵌的胞浆突起，相邻细胞顶部之间有紧密连接 *tight junction* 封闭细胞间隙，参与构成血-脑脊液屏障 *blood cerebrospinal fluid barrier*。

在神经节内的节细胞胞体被一层扁平细胞包裹，这种扁平细胞称为被囊细胞 *capsule cell*，也称套细胞 *amphicyte* 或卫星细胞 *satellite cell*。这类细胞的胞核呈扁圆形，胞浆内含有粗面内质网、高尔基复合体、微管、微丝和线粒体等。与节细胞接触面凹凸不平，并互相嵌合。细胞外面包有一层基膜。在背根神经节的节细胞完全被被囊细胞包裹，而节细胞轴突的起始蟠曲段也被被囊细胞包绕，并形成髓鞘。在植物神经节的被囊细胞不完全包裹节细胞，所以节前纤维的末梢能与节内的节细胞体形成突触。

三、神经组织的发生

除了小胶质细胞可能来自中胚层以外，神经组织的其他成分都起源于外胚层。在胚胎发育的早期，沿着胚盘中线的外胚层细胞增厚，形成神经板，继而神经板凹陷成为神经沟，神经沟的左右两缘愈合形成神经管。与此同时，在神经管的背部两侧外胚层各出现一条纵行的细胞索，并向深层组织伸展即形成神经嵴。成体的神经组织皆由神经管和神经嵴两部的细胞演变而来(图 5-19)。

在神经板阶段仅有一层立方或矮柱状上皮细胞，随着神经板的演变成为柱状细胞。至神经管形成时，细胞数量增多，形成假复层柱状上皮。靠近管腔的细胞显旺盛的有丝分裂现象。这种细胞称为生发细胞 *germinal cell*。

神经管形成后的管壁已分出三层结构：靠近管腔为室管膜层 *ependymal layer*，这层细胞不断分裂繁殖；中间为套层 *mantle layer* 或核层 *nuclear layer*，聚集许多未分化的细胞；外层为边缘层 *marginal layer*，此层不见细胞核。应用氘标记的胸腺嘧啶进行示踪研究，在放射自显影图上可见神经管壁上开始时只有一种类型的上皮细胞，称为基层细胞 *matrix cell* 或原始室管膜细胞 *primitive ependymocyte*。当细胞繁殖时，基层细胞的胞核出现位置上的周期变化。有丝分裂前的胞核都居于底层的 DNA 合成带。细胞分裂开始前期，胞核向管腔移动，移至管腔面以后，基层细胞开始出现有丝分裂。有丝分裂后的子细胞又移回深层。依此方式反复进行。有丝分裂后的基层细胞演变为成神经细胞 *neuroblast*。此细胞再向神经管壁的周围部分迁移，集聚在套层。成神经细胞向管壁边缘部分伸出轴突，遂形成边缘层。

基层细胞经过不断的分裂繁殖，分别分化为成神经细胞和成胶质细胞 *spongioblast*，继之，成神经细胞伸出突起，进一步分化为脑脊髓内的各种神经元，成胶质细胞则分别演变为星状

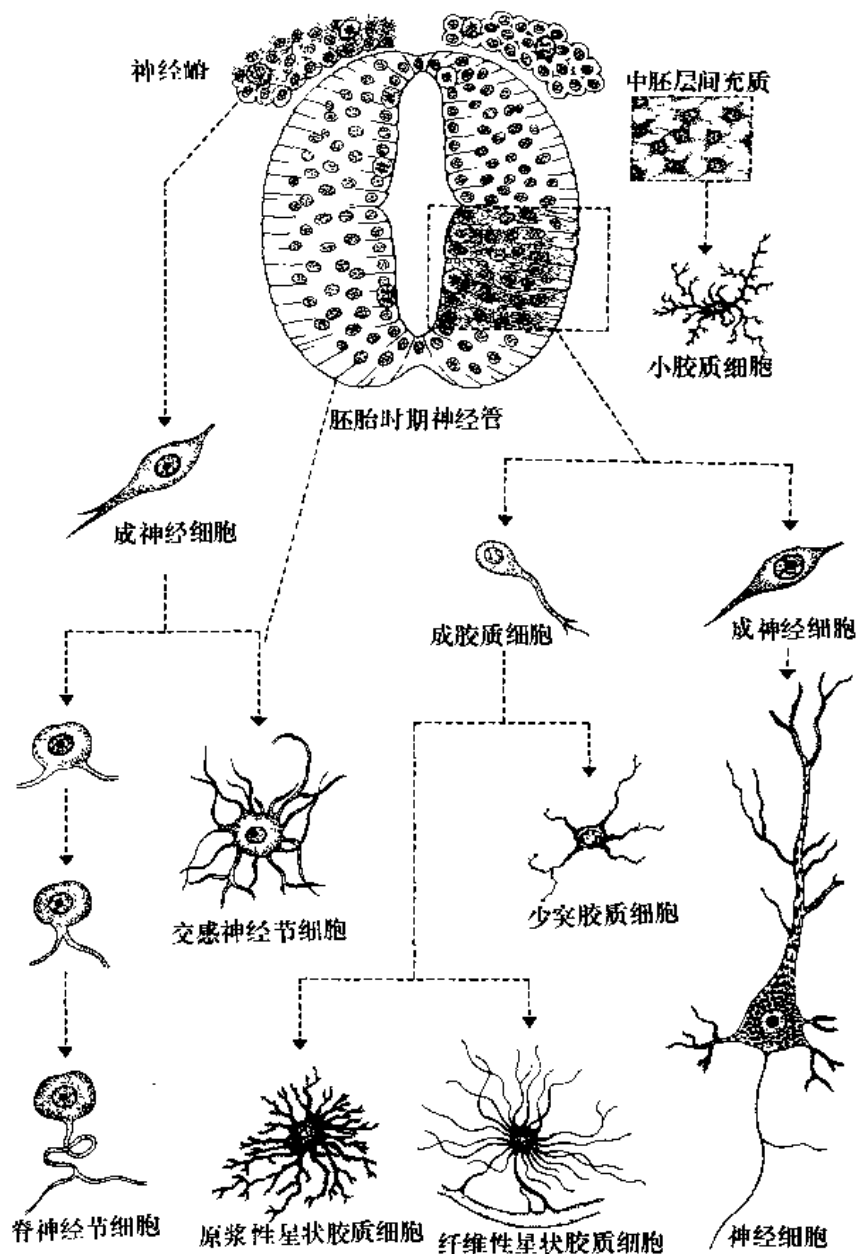


图 5 19 神经组织发生演变示意图

胶质细胞和少突胶质细胞，但这些细胞发生较晚，有些细胞迁移至边缘层后仍继续分裂；不过靠近神经管腔的一层细胞仍保持原有的形态和位置，最后成为脑室和脊髓中央管壁的室管膜细胞。周围神经纤维的施万细胞一般认为是来自神经嵴，但应用放射性同位素的示踪研究表明，这类细胞是来源于神经管。小胶质细胞是由中胚层间充质演变而来。

在胚胎早期发育过程中，纵行的神经嵴逐渐出现分节现象，遂演变为脑脊神经节。神经嵴内的一些细胞也分化为成神经细胞，这些细胞在早期阶段伸出两个突起，一支走向中枢，一支分布到外周组织，后来在紧靠细胞体的起始一段，二突起由分而合二为一，遂演变成假单极的神经节细胞。交感神经节的神经元，通常认为也是来自神经嵴的细胞，这些细胞向神经管的腹侧迁移，分化为多极的交感神经节细胞。与此同时，有些细胞分化为被囊细胞。不过也有人认为，交感神经节细胞是由神经管腹侧细胞迁移而来。

四、周围神经的构造

周围神经是由集合成束的神经纤维组成,外面有结缔组织包裹,构成完整的神经 nerve,与脑相连接的神经称为脑神经 cranial nerve;与脊髓相连接的神经则称为脊神经 spinal nerve。

每一条脊神经通常都由不同功能和不同直径的神经纤维组成。躯体运动纤维是来自脊髓前角的一些多极神经元所发出的轴突,大都为较粗的 A₁型有髓纤维,其末梢分布在骨骼肌上;脏器的交感运动纤维是来自交感神经节细胞发出的轴突,大都为较细的 C型无髓纤维,通过灰交通支加入脊神经,其末梢分布在脏器的平滑肌或腺体细胞上;躯体感觉纤维和脏器感觉纤维,是来自脊神经节内假单极神经元的外周突,纤维的直径粗细不等,有 A型有髓纤维和薄髓纤维,以及 C型的无髓纤维,其末梢分布在皮肤、肌肉、关节和脏器等处,形成各种感受器。脑神经的组成与脊神经不同,有的全属运动纤维,或全属感觉纤维,也有的是二类纤维混合组成。

在构造上,一条周围神经是由许多神经纤维束组成(图 5-10)。每条神经纤维的施万鞘之外,由纤细的结缔组织网构成的薄膜包裹,称为神经内膜 endoneurium 或称亨利鞘 Henle's sheath,对神经纤维的再生起重要作用。许多条神经纤维集合成束,束的外面被一层较致密的结缔组织包裹,称为神经束膜 perineurium。神经束大小不一,同一周围神经内的神经束也不相等,较大的神经束可被神经束膜的结缔组织穿行其间,分成束隔。几条大小不等的神经束之外又包被一层较为疏松的结缔组织膜,称为神经外膜 epineurium。神经束之间常有交通枝,即一条束中的神经纤维可以穿越至另一束中,在周围神经的行程中常出现此种现象。体内的一些小神经仅由单束组成,神经外膜直接包裹单束。

供给神经的血管在神经外膜内穿行,沿途分支进入神经束膜及神经内膜,形成毛细血管网,且常有侧支吻合。因此,若局部的小动脉发生阻塞后,不会影响血液供给。

五、神经节

神经节 nerve ganglion 是由神经元胞体聚集而成的细胞团,属于周围神经系统。神经节可分为两大类:一类是脑神经节和脊神经节,大都由感觉神经元的胞体组成;另一类是自主神经节,主要由运动神经元的胞体组成。自主神经节还包括组成交感链的椎旁节和椎前节的交感神经系统,还有分布在脏器内及其近旁的副交感神经节和神经丛。

(一) 脑神经节和脊神经节

脑神经节 cranial ganglion 和脊神经节 spinal ganglion 大都位于脑神经或脊神经的根部,为神经元胞体聚集的膨大部分。这两种神经节的结构基本相似。在神经节的表面包被一层结缔组织的被膜。此膜与其神经的外膜或束膜相连续。被膜的结缔组织伸入节内,构成网状的支架,对神经元的胞体及其突起具有支持作用。其中的结缔组织和神经纤维束将胞体分隔成许多细胞群(图 5-20)。

神经节内的神经细胞大都是假单极神经元,但在位听神经节内的则是双极神经元。胞体一般都呈圆形,大小颇不一致,直径可从 15 μm 至 100 μm 。胞核位于胞体的中央,核染色质较少,故着色浅,有明显的核仁。大神经节细胞的胞浆内尼氏体呈细粒状,分布均匀。小神经节细胞的尼氏体分布密集,着色亦深。借助镀银法在胞浆内可显示出原纤维。有的胞浆内还可见脂褐素颗粒 lipofuscin granule。

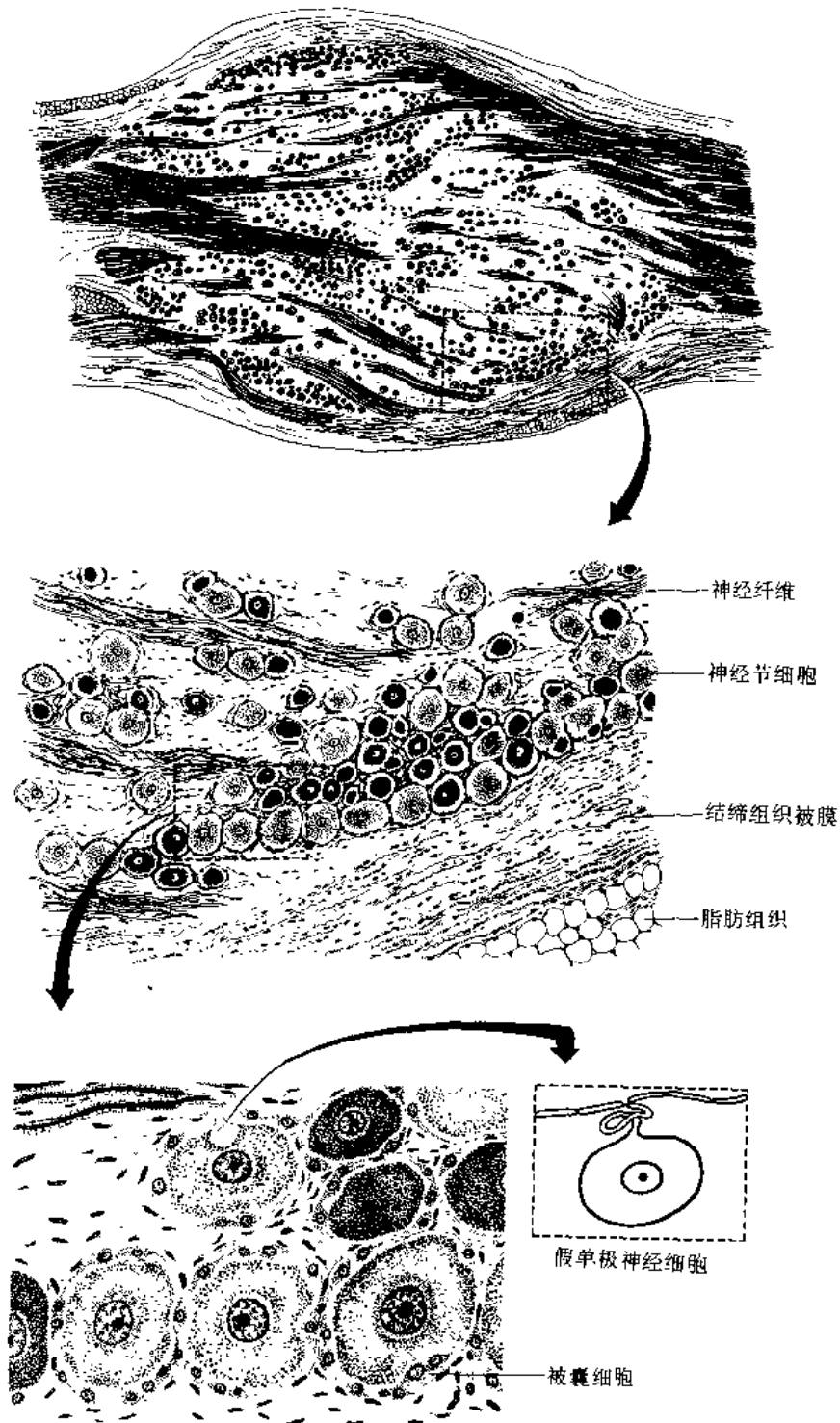


图 5-20 脊神经节连续放大示意图

大神经节细胞伸出一条突起后，先在胞体附近蟠曲环绕，穿出被囊后突起伸直，再分成二支，一支为外周突，离开神经节并入周围神经；另一支为中央突，走出神经节进入中枢神经系统。此种突起较粗，包有较厚的髓鞘。小神经节细胞的突起大都不蟠曲，直径较细，缺

少髓鞘。这些突起的结构与轴突无异。

在每一节细胞的周围包有两层细胞。外层是成纤维细胞，来自神经内膜中的结缔组织。内层直接由被囊细胞包裹，相当于神经纤维的施万细胞，属于神经胶质细胞。在被囊细胞与成纤维细胞之间有基膜相隔。

(二) 自主神经节

自主神经节的结构与脑脊神经节相似。此类神经节的表面也包有结缔组织被膜。其中的节细胞不聚集成群，大都分散存在。这些细胞属于多极神经元。细胞直径约 $20\sim 60\mu\text{m}$ ，伸出突起约 $5\sim 20$ 条。胞核偏于细胞的一侧，呈圆形或卵圆形，核染色质少，有明显的核仁；有时可见双核的细胞；胞浆内尼氏体呈细粒状，常聚集在胞体的周缘。神经原纤维较细密，并交织成网。还可见有大量的色素颗粒和一些致密小体。大部分节细胞的周围都包有被囊细胞。神经节内的节细胞数量，依神经节的大小而异，大者数量较多，小者仅有数个节细胞。

来自节前的神经纤维，进入节内分支与节细胞胞体或树突形成突触。节前纤维以及节后的副交感纤维和支配汗腺的交感纤维都是胆碱能神经，而大多数节后的交感纤维则是肾上腺素能神经。

(肖佩新)

中枢神经系统

第十八章 脑和脊髓的概况

中枢神经系统 central nervous system 是由脑和脊髓组成的，脑位于颅腔，脊髓位于椎管内。脑、脊髓外面包有三层膜：最外层为坚韧的硬膜，包着脑的部分，称为硬脑膜，包着脊髓的部分，称为硬脊膜；最内层为软膜，它紧贴脑、脊髓而富于血管，贴于脑的称为软脑膜，贴于脊髓的称为软脊膜；中间为一薄层蛛网膜。

一、脊髓的概况

脊髓 spinal cord 呈扁圆柱状，平均重量为 30g，长为 42~45cm，占据椎管全长的 $\frac{2}{3}$ 。按部位可划分为颈段(1~8)cervical segments(C)(1~8)、胸段(1~12)thoracic segments(T)(1~12)、腰段(1~5)lumbar segments(L)(1~5)、骶段(1~5)sacral segments(S)(1~5)和尾段(1~3)coccygeal segments(Co)(1~3)五段。脊髓的上段在枕骨大孔处移行于脑的延髓。紧靠枕骨大孔发出第一对颈神经。在胚胎早期脊髓下端可到骶骨下缘，从胚胎第 4 个月起，椎管比脊髓增长较快，因而脊髓在椎管内相对上升。在初生儿脊髓下端对着第三腰椎。在成人则对着第一腰椎的下缘。但是也有变异，有的可高达第 12 胸椎的下部，有的可低至第三腰椎上缘。一般说来，女性脊髓下端比男性者较低。故在第三腰椎以下进行腰椎穿刺比较安全。

二、脑的概况

脑 brain 位于颅腔内，脑表面凹凸不平，与颅腔骨面起伏一致。根据发生把脑划分为端脑(包括左右大脑半球)、间脑、小脑、中脑、脑桥、延髓六部。通常又把间脑、中脑、脑桥和延髓总称为脑干 brain stem。狭义的脑干不包括间脑。

脑是神经系最复杂的部分，人类的脑最发达。类人猿的脑重约为 600~700g；中国猿人脑的最大重量也不超过 1000g。近代人类脑重约为 1200~1500g；中国人的脑重，男子平均为 1375.3g，女子平均重量为 1305.14g。初生儿平均为 455g，至第一周岁末几乎增加一倍，以后脑重的增加即不显著。至 20~25 岁可达到最大重量。从脑重与体重的比值来看，各种动物是不相同的。人脑比其它哺乳动物脑的比值高的多。例如，人脑相当自身体重的 1/40，而象脑只相当其体重的 1/500。现代人都处于同一进化水平，在正常范围内，每个人的脑重也有明显的不同。有的人企图以脑重来衡量人种的优劣，以片面的统计资料做为反动人种论的根据。这显然是种族主义者的可耻捏造。从人脑与动物脑的结构来比较，脑发达的标志，主要表现在大脑皮质面积的增加，和皮质各层细胞的高度分化与严密的构筑。大脑皮质是人类高级神经活动(精神活动)的物质基础。

脑的整体观察

每侧大脑半球呈现三个面：即上外侧面 superolateral surface，内侧面 medial surface 和下面

inferior surface.

上外侧面是凸面状，它与颅骨的相对应凹面相适应；内侧面是垂直而平面的，并藉大脑纵裂 cerebral longitudinal fissure 和大脑镰与对侧大脑半球相分隔；下面是不规则的形状，并且可分为两部：即眶部和小脑幕部。眶部相当额叶的眶面，是凹面的，并且位于眶与鼻腔顶的上面；小脑幕部是凹凸的，并且是颞叶和枕叶的下面；小脑幕的前部相当于颅中窝的对应部；其后部位于小脑幕的余部。半球枕叶和小脑之间有横位的大脑横裂 cerebral transverse fissure，裂内有小脑幕。

此三面被下列的四个缘分隔开：①上内侧缘 Superomedial border 介于上外侧面和内侧面之间；②下外侧缘 inferolateral border 介于上外侧面和下面之间；下外侧缘的前部将额叶的眶面和上外侧面分隔开，被称为眉上缘 Superciliary border；③内侧枕缘 medial occipital border 介于大脑下面的天幕部和内侧面之间。④眶内侧缘 medial orbital margin 分隔大脑下面眶部和内侧面之间。半球的前端叫作额极 frontal pole 半球之后端叫作枕极 occipital pole；颞叶的前端叫作颞极 temporal pole。大脑下外侧缘枕极前方 5cm 处有一个凹痕，叫枕前切迹 preoccipital incisure[图 5-21(A)5-21(B)]。

(一) 大脑半球上外侧面观

大脑半球的上外侧面[图 5-21(A)]有外侧沟 lateral sulcus 和中央沟 central sulcus，它们形成脑叶的分界。外侧沟在脑下面起于前穿质的外侧，然后在额叶和颞叶之间绕到上外侧面，在此分为三支，短的前支 anterior ramus 和升支 ascending ramus 分别向前向上伸入额叶的下部，

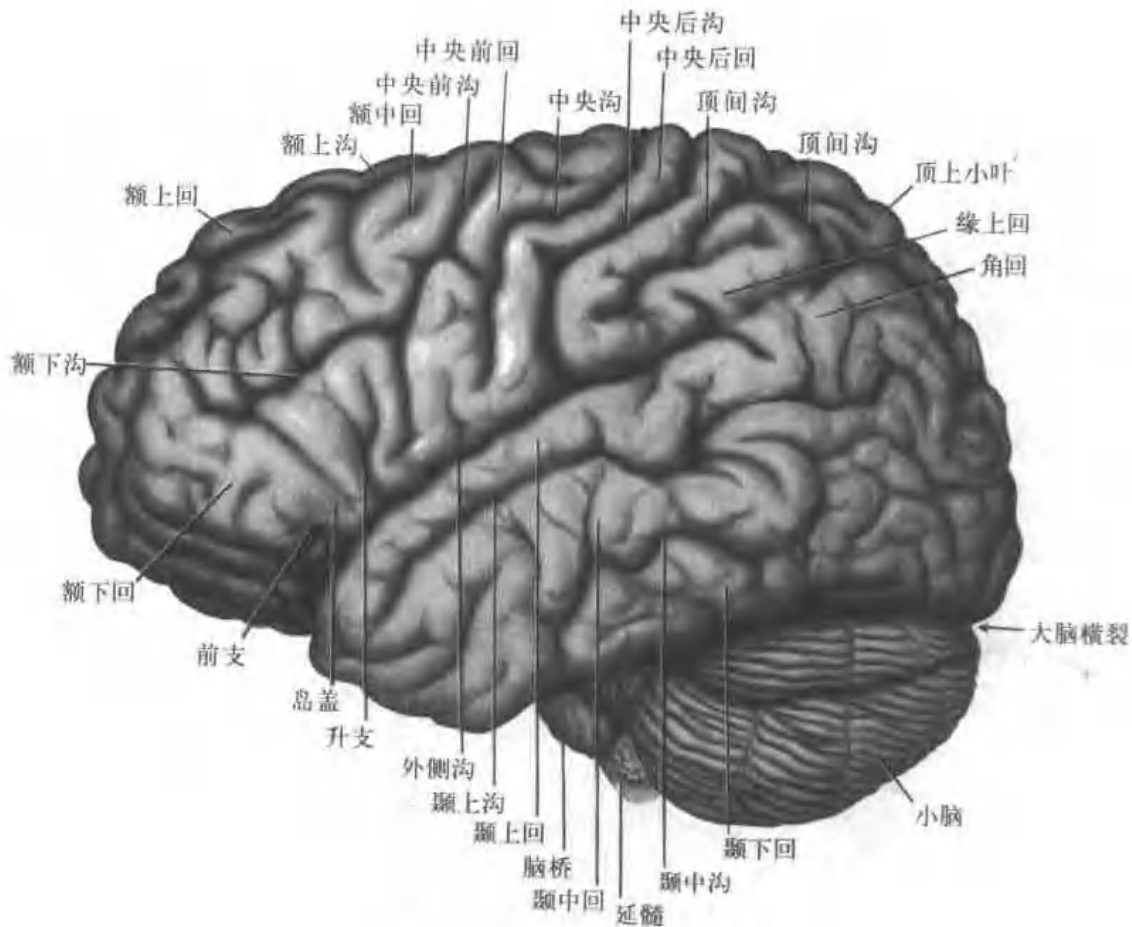


图 5-21(A) 大脑半球上外侧面观

长的后支 posterior ramus 是本干的延续、斜向后上终于顶叶的缘上回。外侧沟的上方为额叶和顶叶，下方为颞叶。

中央沟位于半球的上外侧面，分隔额、顶二叶。其上端起自上缘中点的稍后方，并延伸到半球的内侧面，它自上缘斜向前下，下端止于外侧沟后支的上方。

在半球的上外侧面，枕叶狭小，略呈三角形。顶枕沟和枕前切迹的连线可作为枕叶的前界。综上所述，额叶、顶叶、颞叶、枕叶与颅骨的对应部分相适应。在大脑半球的后方是小脑半球，小脑前下方的横隆起是脑桥，脑桥的尾侧是延髓。

(二) 大脑半球的下面观

大脑半球下面[图 5-21(B)]位于颅底之上，可区分前、中、后三部。前部位于颅前窝；中部有隆起的颞叶，位于颅中窝；后部为枕叶，承托于小脑幕上。在脑下面的前部，大脑纵裂的两侧，可见与裂并行的嗅束。束的前端略现膨大，称为嗅球。嗅束后端移行于一三角区，即嗅三角。在嗅三角的后方、额叶与颞极之间凹陷成窝状，称为大脑外侧窝 lateral cerebral fossa。窝底皮质有许多血管穿行的小孔，即前穿质 anterior perforated substance。在两侧前穿质之间，有交叉的纤维束，即视交叉 Optic Chiasma。视交叉伸向前外的部分，称为视神经，连于眼球，伸向后外的纤维束，称为视束 Optic tract。在视交叉后方的正中，有一锥状隆起，称为灰结节 tuber cinereum。其尖端部分，称为漏斗 infundibulum。漏斗尖连于一个椭圆形的垂体 hypoph-

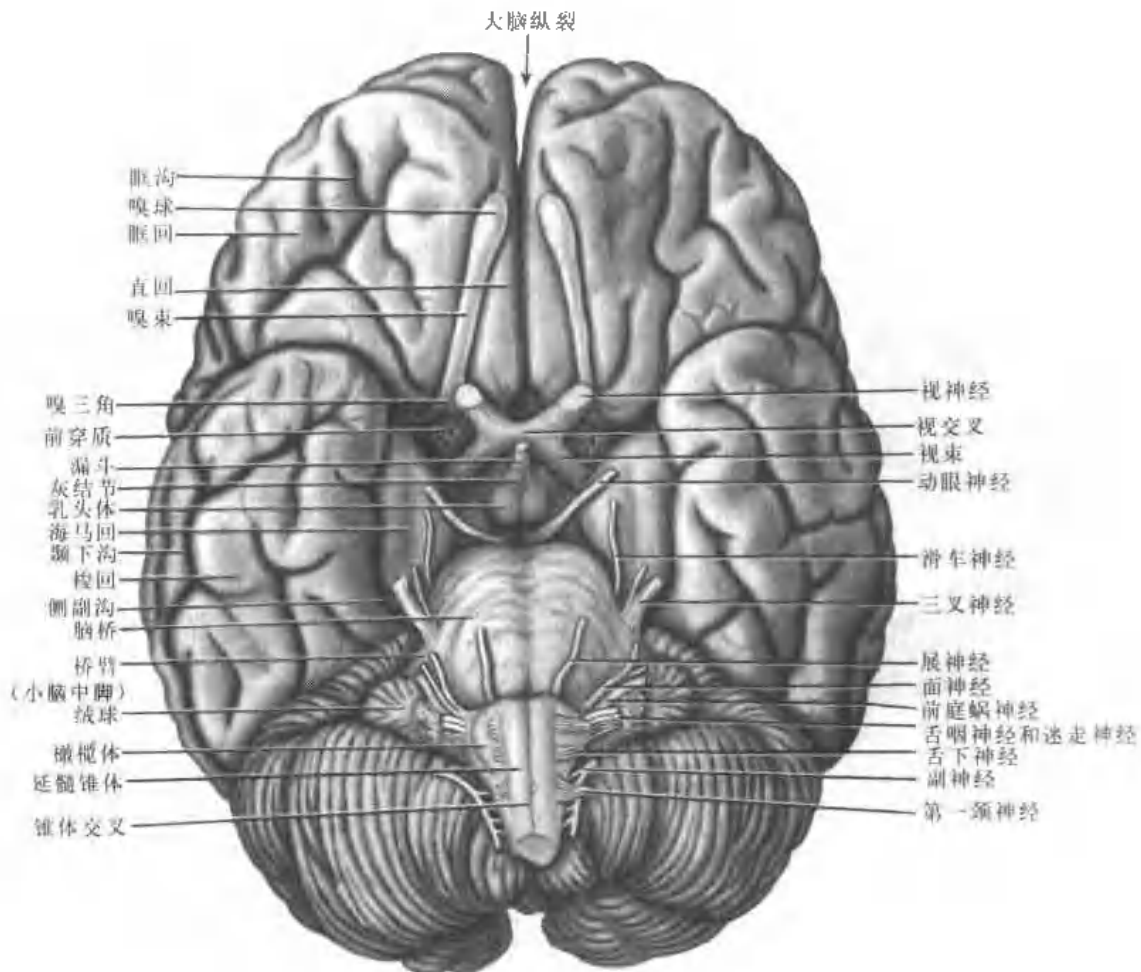


图 5-21(B) 大脑半球的下面观

ysis, 垂体位于蝶鞍的垂体窝内。灰结节的后方, 有一对圆形隆起, 即乳头体 mamillary body。从视交叉到乳头体的所有结构, 属于间脑的丘脑下部。

在左、右视束后部的内侧和乳头体的两侧, 有一对斜行隆起, 称为大脑脚 cerebral peduncle。左、右大脑脚间的窝, 称为脚间窝 interpeduncular fossa。窝底有许多血管穿行的小孔, 此部脑质称为后穿质 posterior perforated substance。大脑脚属于中脑。脚间窝侧壁的纵沟内有动眼神经(Ⅲ)经过。在大脑脚的两侧有来自背面的滑车神经(Ⅳ)经过。大脑脚的尾端连于一个横行的隆起, 即脑桥。脑桥向后外逐渐缩小, 伸入小脑半球, 形成小脑中脚 middle cerebellar peduncle。在小脑中脚上有三叉神经(Ⅴ)穿入。脑桥尾侧缘与延髓之间以延髓脑桥沟为界。在沟内有三对脑神经穿出。自正中线向外侧是展神经(Ⅵ)、面神经(Ⅶ)和前庭蜗神经(Ⅷ)。小脑与脑桥延髓之间的空隙, 称为小脑脑桥角或小脑延髓角 cerebello-medullar angle。把小脑向外推开, 在小脑延髓角内可看到由延髓穿出一排根丝, 这些根丝组成三条脑神经, 自上而下是舌咽神经(Ⅸ)、迷走神经(Ⅹ)和副神经(Ⅺ)。在延髓前外侧沟有舌下神经(Ⅻ)穿出。

(三) 大脑半球内侧面观

沿大脑纵裂纵行切开来观察。在半球内侧面的中部, 可见一弓形白色断面, 即连结两半球的胼胝体 corpus callosum, 胼胝体后端膨大为胼胝体压部 splenium of corpus callosum, 中部为胼胝体干 trunk of corpus callosum, 其前端弯向下, 称为胼胝体膝 genu of corpus callosum, 自胼胝体膝向下逐渐变窄, 称为胼胝体嘴 rostrum of corpus callosum; 自嘴转向后移行于嘴板 lamina rostralis。嘴板向下移行于终板 lamina terminalis[图 5-21(C)]。终板向下连于视交叉。在胼胝体下方, 有一弯向前下的白色索条, 即穹窿的前部, 称为穹窿柱 colum of fornix。穹窿柱前端的前方, 有一圆形白色断面, 称为前连合 anterior commissure。穹窿柱前端的后方有一孔, 即室间孔 interventricular foramen, 自室间孔向尾侧有一浅沟, 即下丘脑沟 sulcus hypothalamicus, 此沟把间脑分为上、下两部。上部为丘脑 thalamus, 下部为下丘脑 hypothalamus。在穹

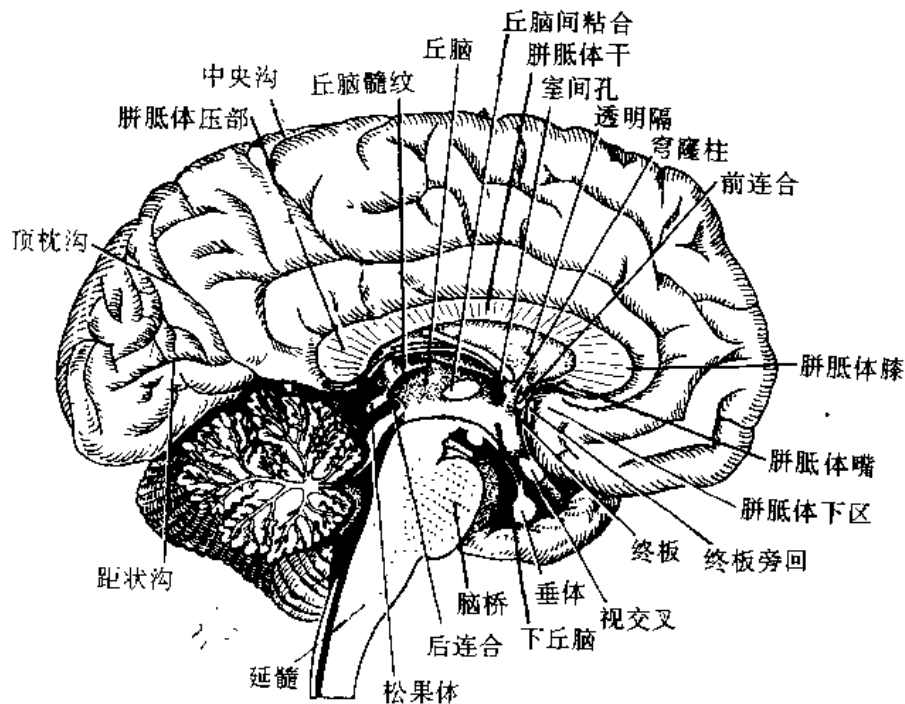


图 5-21(C) 大脑半球内侧面观

窿与胼胝体之间有一三角形薄板,称为透明隔 septum pellucidum。左右透明隔之间常有一密闭的间隙,称为透明隔腔 cavity of septum pellucidum,又称为第五脑室 fifth ventricle。但是,它与其它脑室并不交通。在丘脑中部常有一卵圆形断面,称为丘脑间粘合 interthalamic adhesion,在 30%的标本上缺乏此丘脑间粘合。在丘脑内侧面缘上有一条白色细线,称为丘脑髓纹 stria medullaris thalami。髓纹向后渐变粗,其后端的上面呈三角形,称为纒三角 habenular trigone。两侧纒三角以纒连合 habenular commissure 相连。纒连合向后连结松果体 pineal gland。纒连合下方的白色断面即后连合 posterior commissure。后连合向尾侧移行于中脑的四叠体。

三、脑、脊髓神经核的位置

胚胎时期的神经管形成后,在中央管的两侧壁上出现界沟,将侧壁分成背侧的翼板和腹侧的基板。整个神经管的翼板发生了感觉细胞群,基板发生了运动细胞群。在基板里不但出现了躯体运动细胞柱,在其背侧还出现了内脏运动细胞柱。脊神经含有躯体传入、内脏传入、躯体传出、内脏传出四种纤维。相应地在脊髓的灰质中,理论上应有四种神经核。前角和侧角分别发出躯体运动和内脏运动纤维。这些发出运动纤维的神经核,称为起始核。后角接受后根来的感觉纤维,称为终止核(图 5-22)。

脑干的基板和翼板内,不只含有一般的感觉和运动核,还分化出特殊的感觉和运动核。如此,脑干的基板和翼板各有三条细胞柱,从中线向外是:躯体运动、特殊内脏运动、一般内脏运动;内脏感觉、一般躯体感觉和特殊躯体感觉。内脏感觉未分化成两个,实际它是一般内脏感觉和特殊内脏感觉(味觉)纤维的终止核。因此脑神经的纤维成分是 7 种,脑干内的脑神经核是六类。

1. 躯体运动细胞柱 位于中线两侧,基本与前角运动细胞相似。包括动眼神经核,滑车神经核、展神经核和舌下神经核。

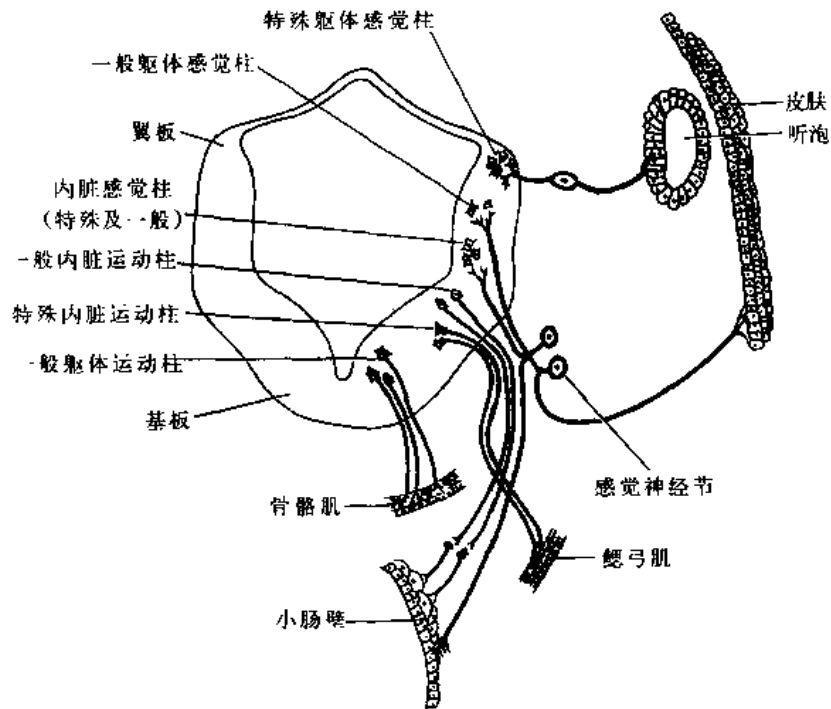


图 5-22 人胚延髓切面图(示六个功能柱位置)

2. 特殊内脏运动柱 位于躯体运动柱的腹外侧。包括三叉神经运动核,面神经核和疑核。
3. 一般内脏运动柱 位于躯体运动柱的背外侧。包括动眼神经内脏运动核、泌涎核和迷走神经背核。
4. 内脏感觉柱 紧靠迷走神经背核的背外侧,称为孤束核。
5. 一般躯体感觉柱 位置较深,在孤束核的腹外侧。包括三叉神经中脑核、三叉神经脑桥核(又名三叉神经感觉主核)和三叉神经脊束核。
6. 特殊躯体感觉柱 位置最靠外,包括前庭区内的前庭核和听结节里的蜗神经核。(图 5-22,63,64)。

(边长泰)

第十九章 脊 髓

第一节 脊髓的外形

脊髓 spinal cord (图 5-23) 呈圆柱状, 前后稍扁。全长粗细不等, 有两个膨大部。颈膨大 cervical enlargement 是脊髓第 3 颈节至第 2 胸节部分, 在第六颈节处最粗; 腰骶膨大 lumbosacral enlargement 是脊髓第 1 腰节至第 3 骶节部分, 相当的椎骨节段是第 9 至第 12 胸椎, 其与第 12 胸椎相对处的周径最粗约为 35mm, 脊髓由腰骶膨大向下逐渐变细, 形成脊髓圆锥 conus medullaris。自脊髓圆锥以下成为细长的索条, 称为终丝 filum terminale。终丝下降经骶管终于第一尾椎的背面。它的上段约 15cm 为内终丝 Filum terminale internum, 是被包于硬脊膜和蛛网膜的管状延伸鞘内, 并且远达第二骶椎的下缘。下段约 5cm 为外终丝 Filum terminale externum, 与硬膜的鞘密切相连, 下行附着于第一尾椎背面。终丝主要包含着纤维组织, 其上端与脊髓的软脊膜相连续; 它的上部, 表面有少量的神经纤维束相贴, 这些束或许是残余的第 2 和第 3 尾神经根纤维。脊髓中央管可伸入终丝约 5~6mm。蛛网膜下腔的宽大部分围绕着内终丝的伸直部; 它是脊髓(腰椎)穿刺的选择部位(图 5-24)。在清除被膜的脊髓上, 可见有 6 条纵沟, 位于腹侧正中线上者最深(约 3mm), 称为前正中裂 anterior median fissure。背侧正中线上者较

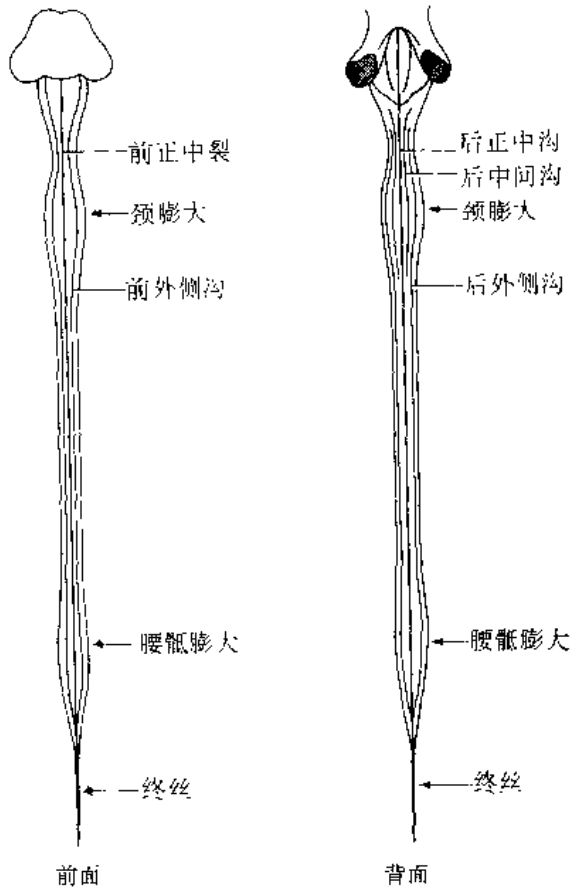


图 5-23 脊髓外形简图

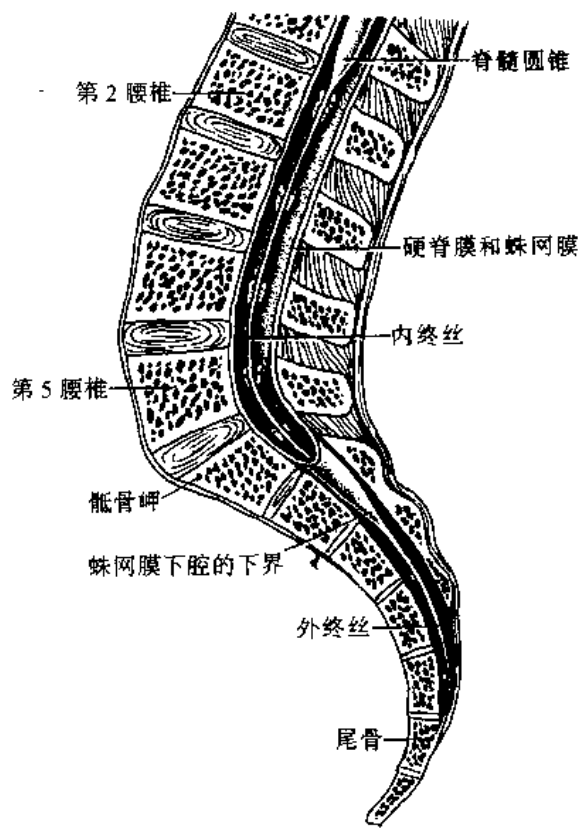


图 5-24 脊髓腰骶部的正中矢状切面, 示脊髓圆锥和终丝

浅,即后正中沟 posterior median sulcus。此沟的深部有薄的胶质板形成后正中隔 posterior median septum,伸入脊髓约 3mm。在脊髓的后外侧,脊神经后根根丝穿入处有浅沟,即后外侧沟 posterolateral sulcus。同样在前根根丝穿出的部位,有前外侧沟 anterolateral sulcus。在颈髓和胸髓上部,后正中沟和后外侧沟之间,有一浅沟即后中间沟 posteroiorintermediate sulcus,此沟是薄束和楔束间的分界沟(图 5-23, 24)。

在前、后外侧沟处可见成列的根丝,由数个根丝组成一个神经根。在前外侧沟者叫前根 anterior root,由传出神经纤维组成;同样在后外侧沟者叫后根 posterior root,由传入神经纤维组成。前、后根在椎间孔处合成脊神经 spinal nerve。每一后根未与前根合并之前,形成一个膨大,即脊神经节 spinal ganglion,此节由假单极神经元组成,神经元呈不规则椭圆形,大小悬殊;小者直径不及 $20\mu\text{m}$,大者超过 $100\mu\text{m}$,神经元的突起在神经节内呈“T”状分为两支,中枢突经后根进入脊髓,周围突形成周围神经的传入纤维,终于感受器。脊髓全长共有 31 对脊神经附着。每一对脊神经与脊髓相对应的部分,称为脊髓节段 segments of spinal cord(图 5-25)。脊髓全长划分为 31 个节:即 8 个颈节、12 个胸节,5 个腰节,5 个骶节和 1 个尾节。第一颈神经自寰椎和枕骨之间穿出。

成人脊髓的下端仅达第 1 腰椎下缘,因此腰、骶、尾神经的根丝,在椎管内围绕着脊髓圆锥和终丝约呈垂直下降,形成马尾状,总称为马尾 cauda equina。为了便于临床确定脊髓病灶的位置,应概括地了解脊髓节段与椎骨和棘突间的对应关系。在某些脊髓疾病,例如肿瘤引起的脊髓压迫症的诊断和外科治疗中,显得极为重要。脊髓节段与椎骨的对应关系。在成人,一般粗略的推算方法:上颈段脊髓节(C_{1-4})大致与同序数椎骨相对应;下颈段脊髓节(C_{5-8})和上胸段脊髓节(T_{1-4})与同序数椎骨上一节椎体相对应,如第 6 颈脊髓节与第 5 颈椎体相对应;中胸段的脊髓节(T_{5-8})约与同序数椎骨的上两节椎体相对应;下胸段的脊髓节(T_{9-12})与同序数椎骨的上三节椎体相对应;腰段脊髓节(L_{1-5})约与第 10 至 12 胸椎体相对应;骶段脊髓节和尾段脊髓节约与第 1 腰椎相对应(图 5-26)。

脊髓节段与棘突的相互关系:将第 2 颈椎至第 10 胸椎棘突的序数加 2,即为其深部的脊髓节段数。据之,第 6 颈椎棘突和

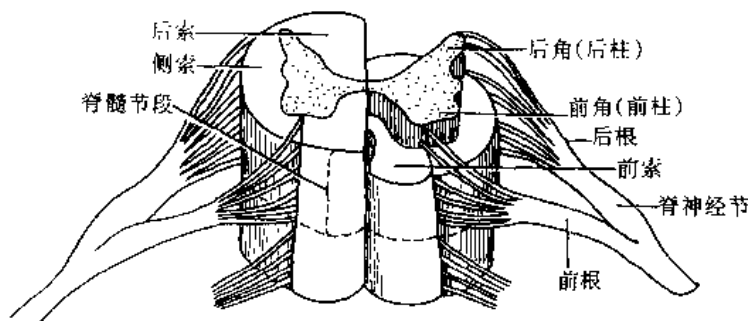


图 5-25 脊髓节模式图

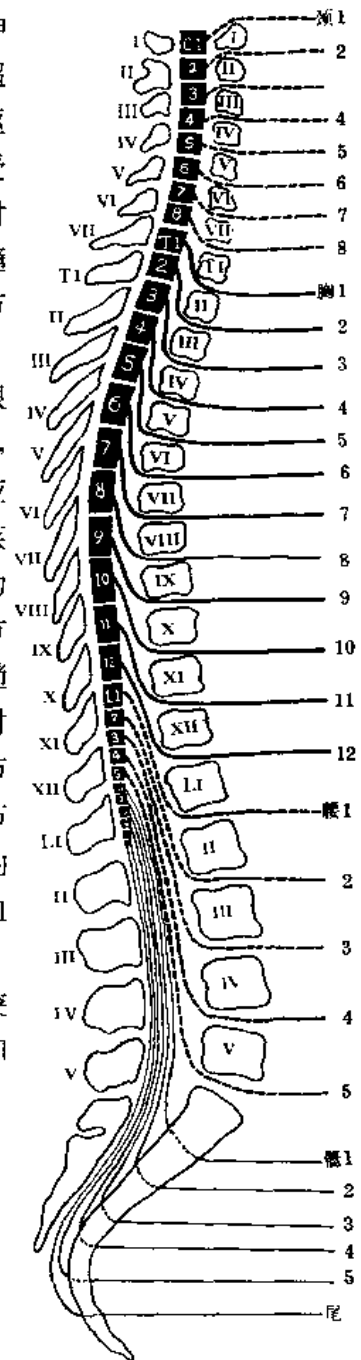


图 5-26 脊髓节段与棘突的相应关系(示意图)

第6胸椎棘突分别在脊髓第8颈脊髓节和第8胸脊髓节的浅方。但是第11和第12胸椎棘突居5个腰脊髓节的浅方。而第1腰椎棘突乃在5个骶脊髓节的浅方。图5-26表明各脊髓节与椎体和棘突的相对关系。

第二节 脊髓内部结构

在脊髓的横切面上,可见内部呈H形的灰质,其周围包绕着白质[图5-32(B)]。灰质 gray matter 呈灰红色、主要由胞体和树突及神经末梢组成,其中血管较丰富。脊髓全部灰质连续成柱状。向前、后伸出部称为灰质前、后柱,在横切面上称之为前、后角。横灰质带称为灰连合,灰连合中央有中央管 Central canal。前、后角之间的部分为中间灰质 intermediate grey。后角与脊髓表面之间隔以薄层白质带,称为背外侧束 dorsolateral fasciculus [of Lissauer]。后角也被认为有一个底,称为后角底 base of posterior horn,它与中间灰质相连续。有一个缩细的颈,称为后角颈 neck of posterior horn,后角颈扩展为一个卵圆形或棱形的头,称为后角头 head of posterior horn,以及一个尖,称为后角尖 apex of posterior horn。胶状质 substantia gelatinosa 为新月形区,呈帽状盖于后角头的后方,与传入纤维密切连接。后角尖为一薄层的海绵带,是在胶状质背侧的弧形区,位居后角的表面,即缘层 marginal layer (后角边缘核 posteromarginal nucleus)。

在胸部和上腰部有向外突出的灰质,称为侧角 lateral horn,又叫侧柱 lateral column,侧柱是仅存在于脊髓第2胸节段至第1腰节段的范围内。在灰质的外侧,在前角与后角的凹陷部,

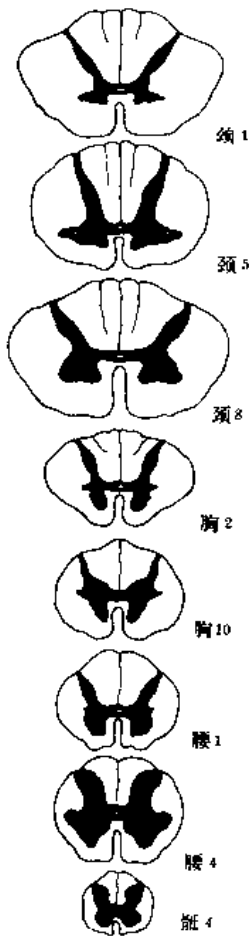


图5-27 脊髓各平面灰质和白质的比较

有成串的灰质小梁从后柱的底部侵入外侧索,并与神经纤维交织成网状,故称网状结构 Reticular formation。在颈部最为发达,在下部的脊髓节段也有类似的区域,但不太显著。灰连合由中央管分为灰质前连合 anterior gray commissure 和灰质后连合 posterior gray commissure。中央管内含有脑脊液,管腔表面由柱状纤毛上皮(室管膜)所形成,中央管周围区域由少数神经元、神经纤维网络以及神经胶质构成,称为中央胶状质 central gelatinous substance,中央胶状质的外面是灰连合。中央管向上通第四脑室,其下端在脊髓圆锥内膨大,形成终室 terminal ventricle。

白质 white matter 主要由密集的有髓纤维组成。以前、后外侧沟为界,把每侧的脊髓白质分为三部,后正中沟和后外侧沟之间部,称为后索 posterior funiculus;前、后外侧沟之间部,称为外侧索 lateral funiculus;前外侧沟和前正中裂之间者,称为前索 anterior funiculus。前索和外侧索之间无明显界限、此部常合称为前外侧索 anterolateral funiculus。在灰质前连合的前方有横行纤维形成白质前连合 anterior white commissure [图5-31(B)]。在灰连合的后方也有一窄条白质,称为白质后连合 posterior white commissure。

脊髓各部横切面的形状大小变化很大,各部灰白质的比例也不一样(图5-27)。形成差别的主要因素有二:一是与神经根的粗细有关,神经根粗,进入脊髓的纤维多,灰质的量也增加,脊髓则增粗,如颈膨大和腰骶膨大。第二个因素是脊髓与脑之间有长的纤维束联系,从脊髓尾端向脑,纤维的数目必定是逐节增加。

脊髓第4骶节断面约呈方形,全部面积较小,灰质占其大部。第1骶

节和第5腰节较粗(9.6mm×8mm),其灰质前、后柱大,前柱有一明显向外侧的高起。脊髓与脑的长纤维联系,使白质相应地增加。第7胸节断面较细(8mm×6.5mm),这与胸神经细小一致,灰质前、后柱都比较细小,外侧柱很明显。第7颈节断面呈卵圆形,最粗大(13mm×7mm),白质相对的多,灰质量也很多,并且在前柱有明显向外侧的凸起,后柱较细,几抵达后外侧沟。

一、脊髓灰质

(一) 脊髓灰质的细胞柱

脊髓灰质中含有许多大小不等、功能不同的神经元。可区分为根细胞 root cells 和柱细胞 column cells 两大类。根细胞位于前角和侧角,其轴突组成脊神经前根,供给躯体的和内脏的效

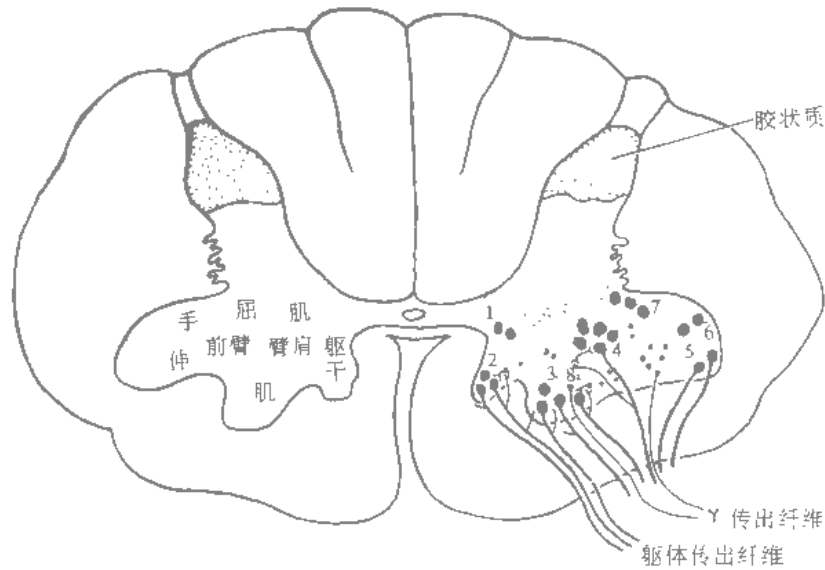


图 5-28(A) 脊髓下颈节段前角运动核的简图

1. 后内侧核 2. 前内侧核 3. 前核 4. 中央核 5. 前外侧核 6. 后外侧核 7. 后外侧后核 8. Renshaw 细胞 Renshaw cell 注意来自躯体传出细胞轴突的返支,此返支又回返到灰质,并且和位于其内侧的小间绍细胞成突触,而绍绍细胞的轴突终末又终止于发出返支的同一 α 运动神经元胞体上

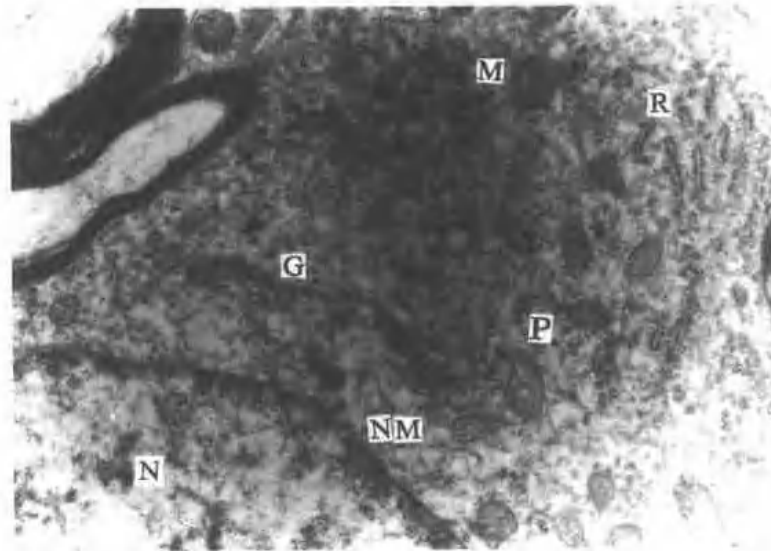


图 5-28(B) 家兔脊髓前角运动神经元的电镜像

核(N)、核膜(NM)、多聚核蛋白体(P)、粗面内质网(R)、高尔基复合体(G)、线粒体(M)

应器。柱细胞的突起位于中枢神经系内。这些神经元是中枢性的和联络性的中间神经元，其多数发出纤维进入白质。这些纤维分为升支或降支，并且形成节段间联络纤维系的一部分。这些纤维中有一些长的升支组成上升的纤维束，终止于脑的较高节段。神经细胞在灰质内可分成若干细胞群，这些细胞群纵向延伸，并且称为细胞柱或核。脊髓灰质内包含 Golgi II 型细胞，其短的无髓轴突不穿出灰质，而终于同侧或对侧灰质细胞。

80~100 μm 厚的横切片和用硫堇 thionin 或焦油紫 cresyl violet 染色的切片提供一个比较完整的神经核群图像，这样的核群在人新生儿最为显著；这些核群在成人脊髓不甚明显[图 5-

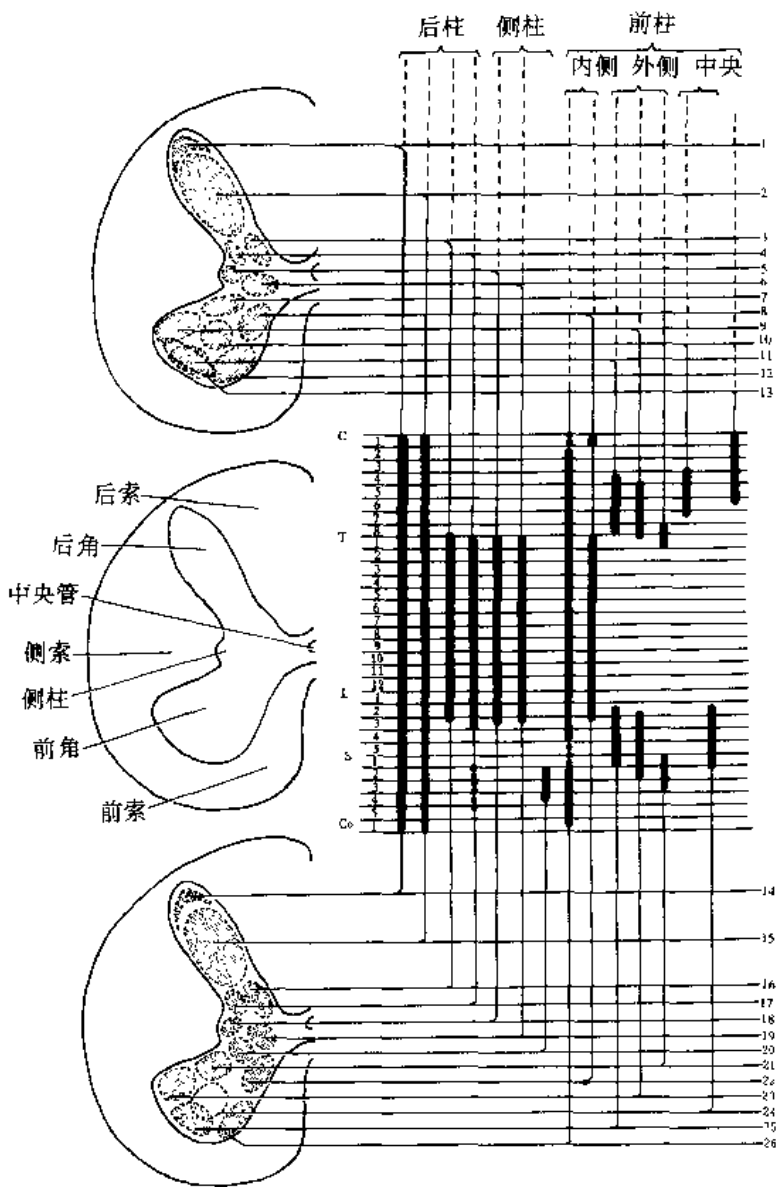


图 5-29 一般公认的脊髓灰柱内的神经细胞群或核

1. 胶状质 2. 固有核 3. 胸核 4. 内脏灰质 5. 中间外侧核 6. 中间内侧核 7. 后外侧核 8. 后内侧核 9. 后外侧核 10. 膈神经核
 11. 前外侧核 12. 前内侧核 13. 副神经核 14. 胶状质 15. 固有核
 16. 胸核 17. 内脏灰质 18. 中间外侧核 19. 中间内侧核
 20. 骶副交感核 21. 后外侧核 22. 后内侧核 23. 后外侧核
 24. 腰骶核 25. 前外侧核 26. 前内侧核
- C—脊髓颈段(1-8), T 脊髓胸段(1-12), L—脊髓腰段(1-5), S—脊髓骶段(1-5), Co 脊髓尾段(1)

30(B)、31(B)、32(B)、33(B)、34(B)]。

1. 前角的神经细胞组(图 5-28(A)) 灰质内的神经元分布不均,多集聚成纵柱,柱的位置、大小和结构各不相同,有的纵贯脊髓全长,有的只见于某些脊髓节段。

(1)根细胞柱:在脊髓灰质前角中,含有的根细胞包括 α 运动神经元、 γ 运动神经元,抑制性中间神经元,其中包括 Renshaw 细胞。

1) α 运动神经元:前角内支配骨骼肌的大躯体运动细胞被称为 alpha (α) 运动神经元,它们是大多极神经元,胞体直径平均大于 25 μm ,细胞核呈中心位并有粗大尼氏体。这些躯体传出神经元在颈和腰骶膨大部是最大的,而在脊髓胸节是较小的。 α 运动神经元发出的轴突(直径 10~13 μm),组成前根,终于梭外肌纤维。根据细胞的形态和功能,分为两型:一是紧张型 tonic,胞体比较小,其轴突传导较慢,支配红肌纤维,维持肌紧张,对紧张性牵张反射起作用。另一是位相型 phasic,它发出的轴突传导冲动比较快,支配白肌纤维,能使肌快速收缩,对腱反射(位相型牵

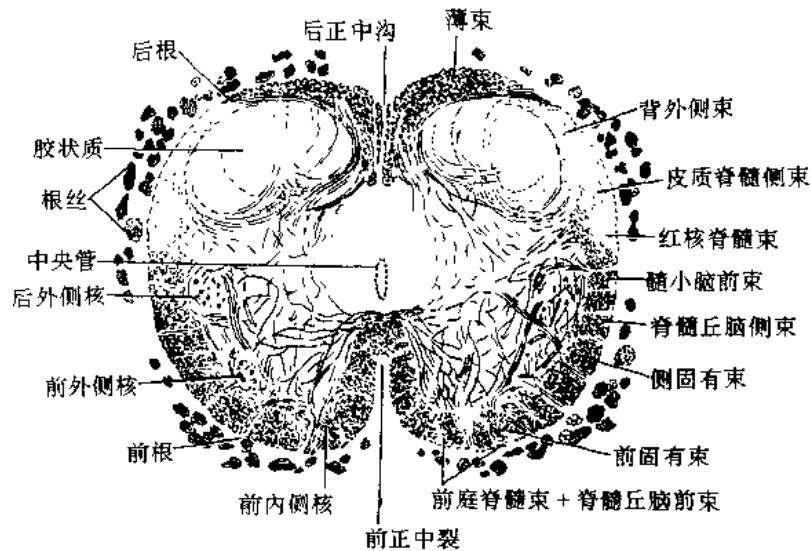


图 5-30(A) 初生儿脊髓骶节 3 的横切面

(图 30-34 选自北京医学院 臧玉淦教授译补的脑脊髓切片图谱)

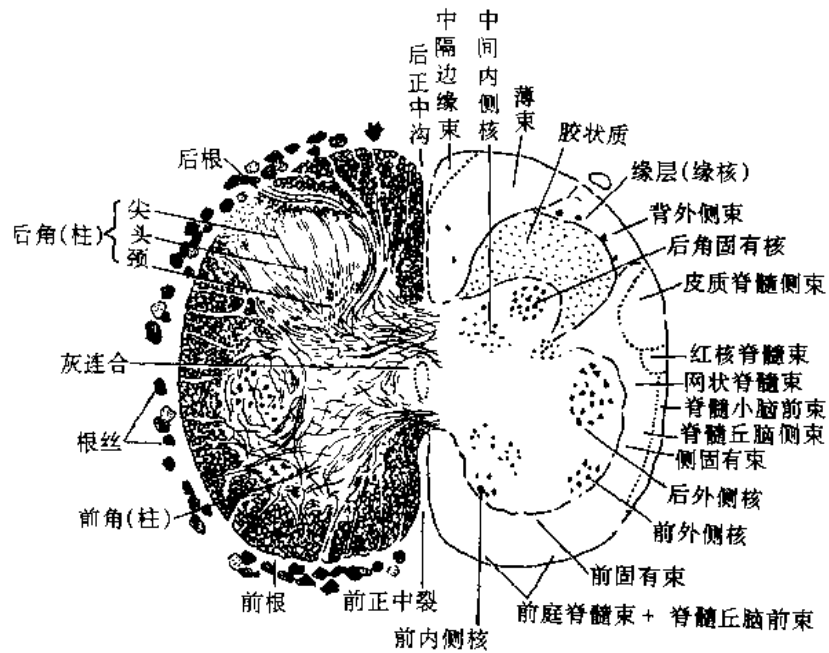


图 5-30(B) 成人脊髓骶节 3 的横切面

张反射)起作用;家兔脊髓前角运动神经元的电镜像显示于[图 5-28(B)]。

2) γ 运动神经元: 散在大型前角细胞之间, 胞体直径为 $15 \sim 25 \mu\text{m}$, 其轴突终于梭内肌纤维。按功能 γ 运动神经元也分为两型: 一种是动力型 dynamic 支配梭内核囊肌纤维 (γ_1 传出纤维), 其感受装置对快速牵拉比较敏感。另一种是静力型 static, 支配核链肌纤维 (γ_2 传出纤维), 其感受装置对缓慢持续牵拉比较敏感。

3) Renshaw 细胞: 根据生理学的观察, Renshaw 细胞位于前角的中央。根据微电极胞内记录指出, 此种细胞大概位于板层 VIII 和 IX 之间的灰质内。电生理学的研究表明 Renshaw 细胞可能接受 α 运动神经元轴突返支的突触终末, 而 Renshaw 细胞的轴突终末又终止于发出返支的同一 α 运动神经元胞体上, 形成抑制性突触, 构成一个环路, 具有反馈抑制 α 运动神经元活

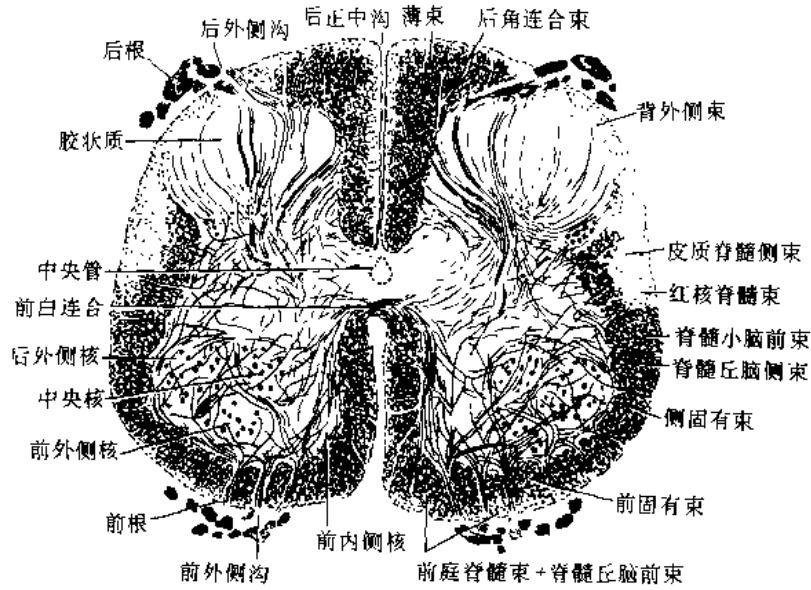


图 5-31(A) 初生儿脊髓腰节 3 的横切面

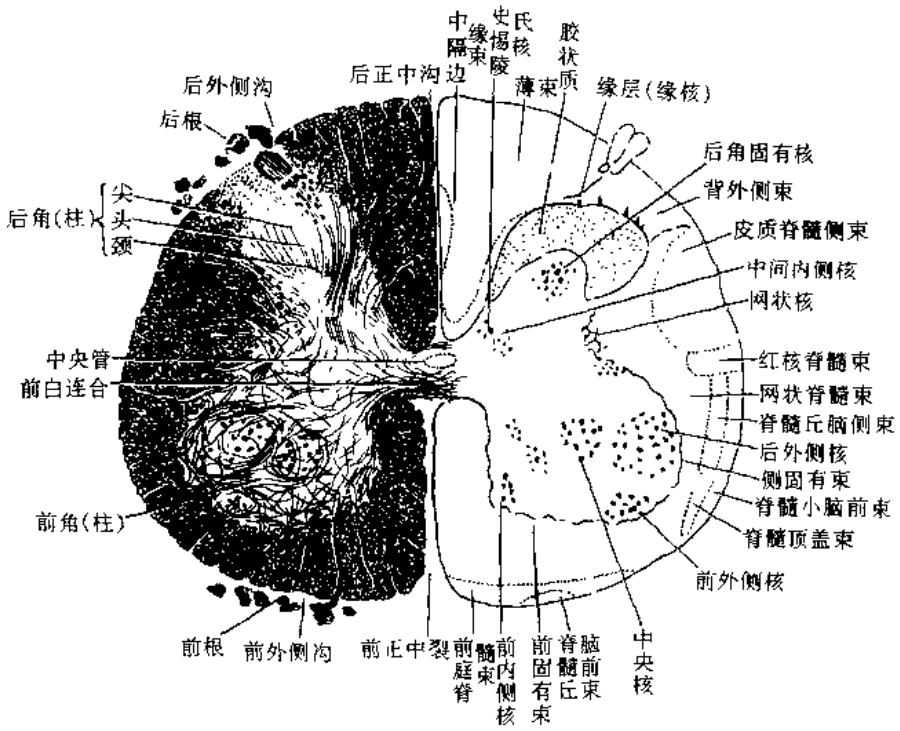


图 5-31(B) 成人脊髓腰节 3 的横切面

动的作用。

前角的神经细胞群：前角的大细胞基本分为三组，即内侧组，中央组，外侧组。在某些脊髓节段，各组又分成亚组，一般分成腹侧和背侧部。一般认为内侧组支配中轴肌，外侧组的细胞柱中支配肢体远端肌的细胞柱常位于支配肢体近端肌的背侧。一个细胞柱支配的肌群对某一关节的作用常常是相同的[图 5-28(A), 29]。

内侧组 medial group: 此组可分为后内侧核 posteromedial nucleus 和前内侧核 anteromedial nucleus 两个亚核。前者较小，于颈膨大处和腰骶膨大处最清楚，在脊髓腰骶部后内侧核则消

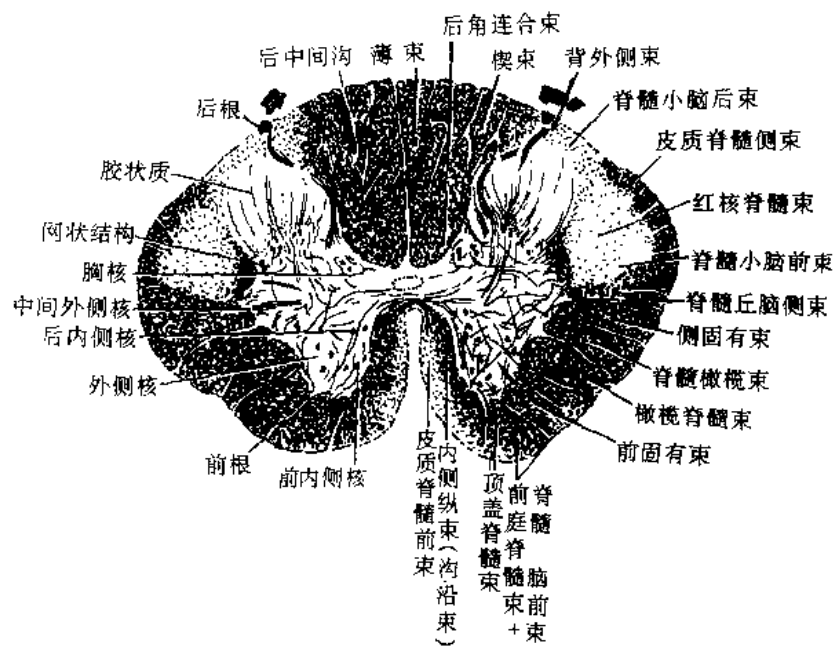


图 5-32(A) 初生儿脊髓胸节 5~6 的横切面

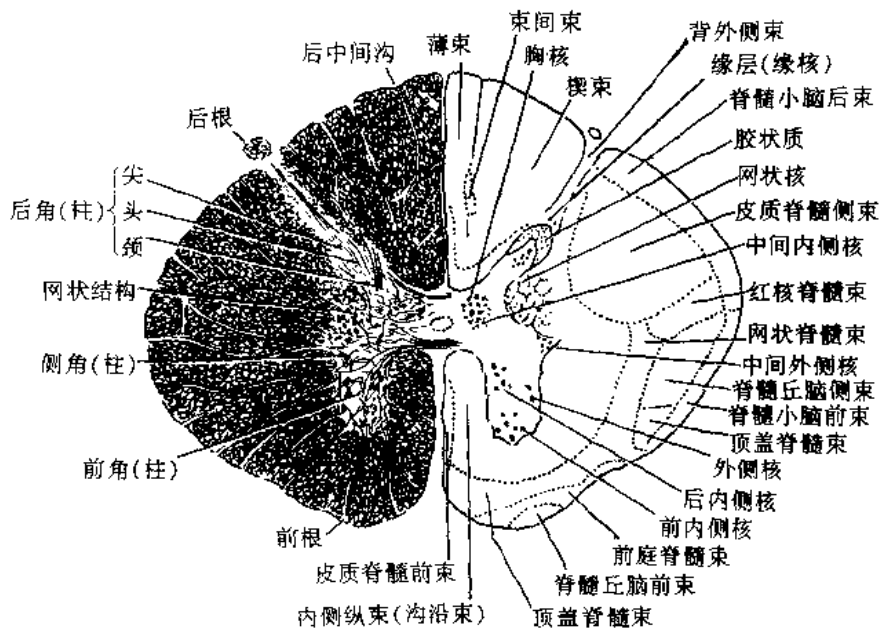


图 5-32(B) 成人脊髓胸节 5~6 的横切面

失。前内侧核贯穿于脊髓全长，于脊髓某些颈节(C₁、C₂、C₄)，胸节(T₁、T₂)，腰节(L₃、L₄)和骶节(S₂、S₃)最为明显(图 5-29,图 5-31(B))。

中央核 central nucleus: 此核是间断的，只见于一些颈节和腰骶节。位于第 3~第 7 颈节的细胞柱，称为膈神经核 phrenic nucleus，支配膈；贯穿第 2 腰节至第 1 骶节的中央核，称为腰骶核 lumbosacral nucleus，其轴突的分布尚未查明。副神经核 accessory nucleus 位于上位 5~6 颈节，占据前角腹侧缘的中间部或中央，至第 1 颈节它位于后内侧核的外侧[图 5-29,图 5-34(A)]。

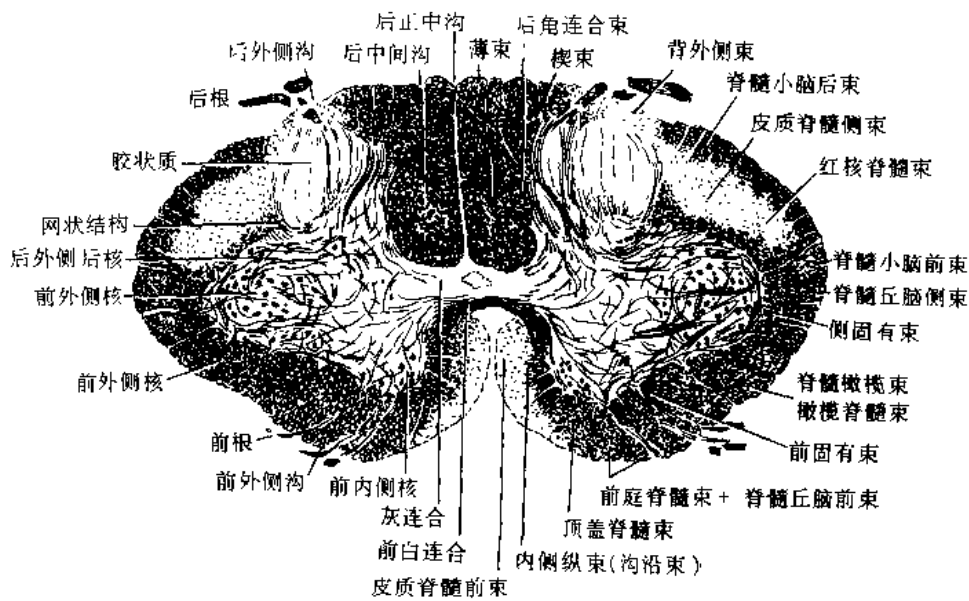


图 5-33(A) 初生儿脊髓颈节 8 的横切面

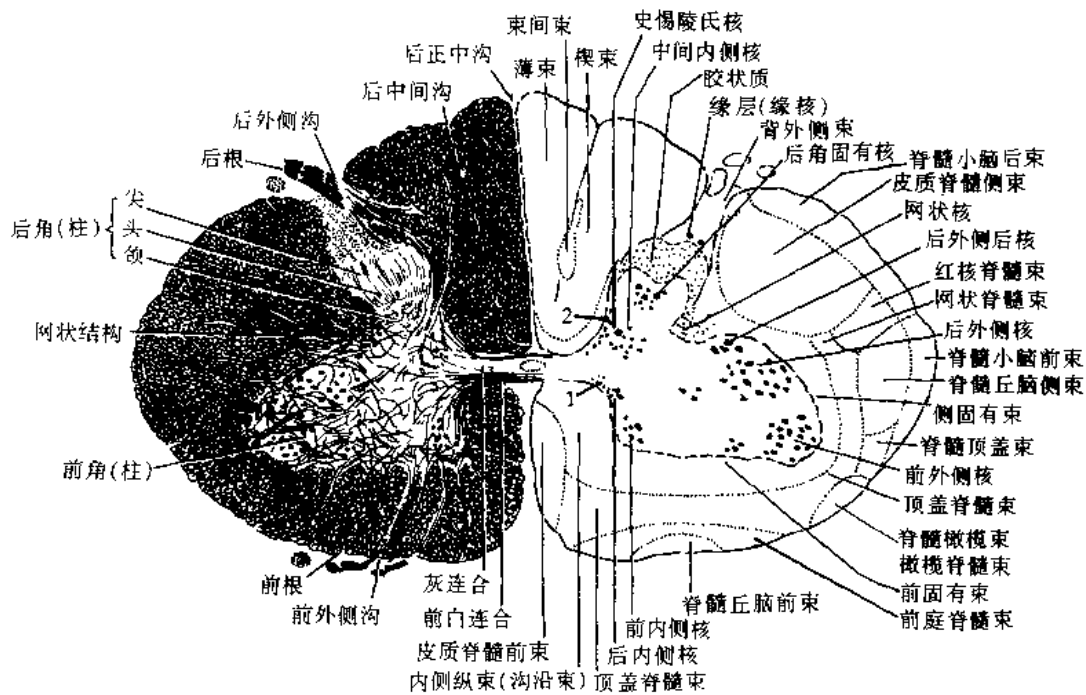


图 5-33(B) 成人脊髓颈节 7~8 的横切面

1. 前角连合核 2. 后角连合核

外侧组 lateral group; 此组又分成三个亚组, 即前外侧核, 后外侧核, 后外侧后核, 这些核全部局限在支配肢体的脊髓节内, 它们的延伸范围, 表示于图 5-29。Carpenter 还记述有中央核和前核。在颈膨大和腰膨大, 这些细胞比较大, 核团明显。前外侧核 anterolateral nucleus 在颈膨大第 4~8 颈节; 在腰膨大位于第 2 腰节至第 1 骶节。后外侧核 posterolateral nucleus 在颈膨大位于第 5 颈节至第 1 胸节; 在腰膨大位于第 2 腰节至第 2 骶节。后外侧后核 retroposterolateral nucleus 位于第 5 颈节至第 1 胸节, 和第 1 至第 3 骶节[图 5-28(A)、图 5-31(B)、图 5-33(A)、图 5-33(B)]。

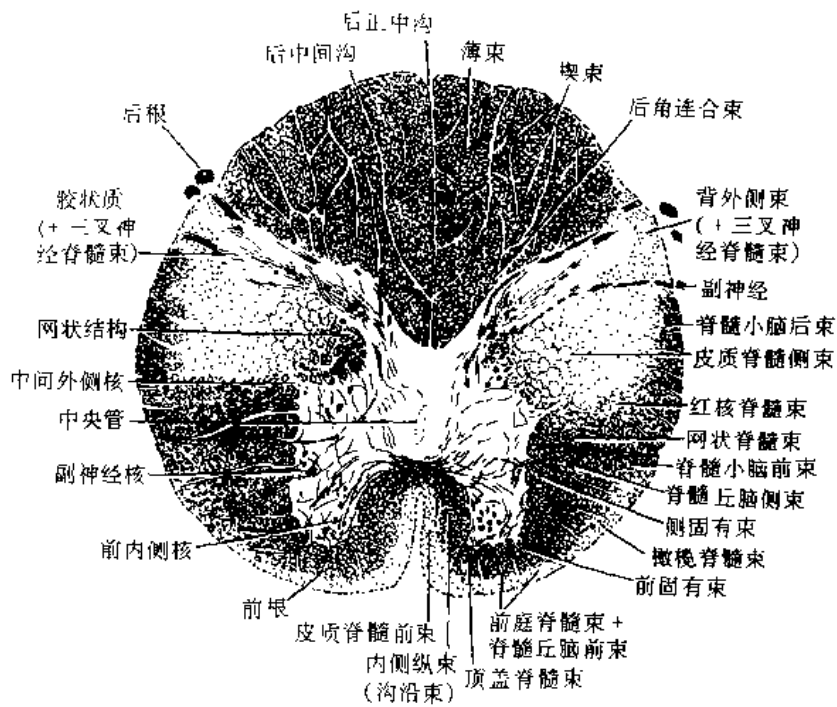


图 5-31(A) 初生儿脊髓颈节 1 的横切面

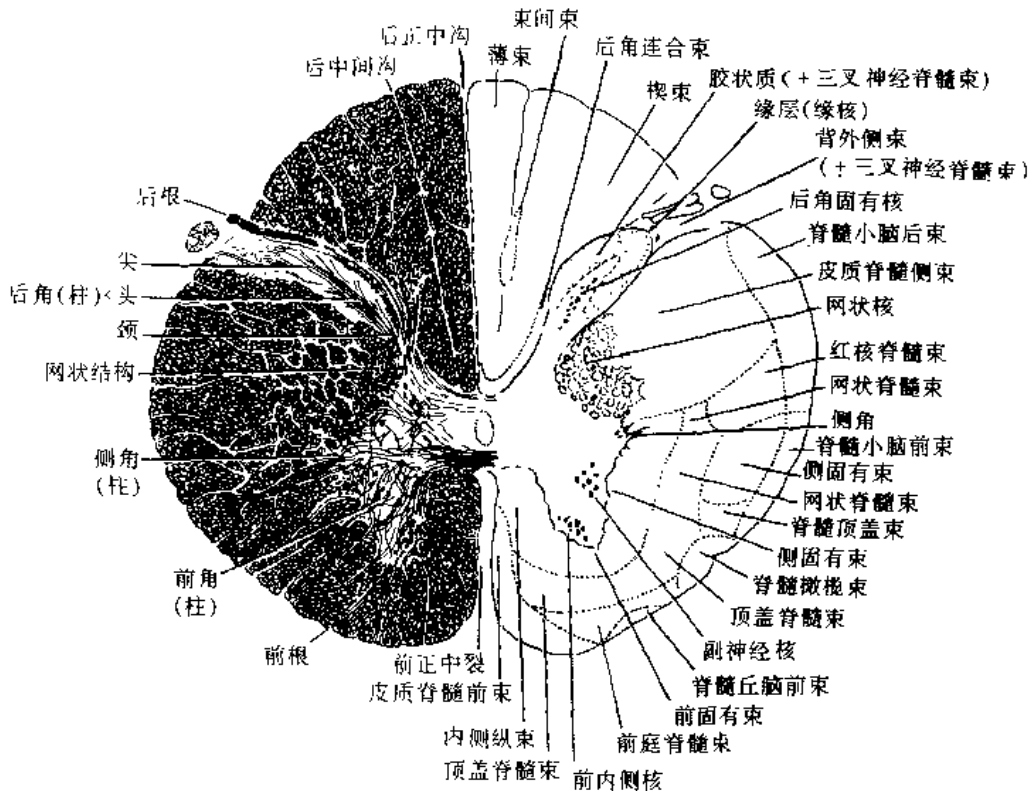


图 5-34(B) 成人脊髓颈节 1 的横切面

据 Carpenter 著的《人类神经解剖学》中记述: 外侧核组的运动细胞群尚支配躯干肌的其余部分(1976)。在脊髓胸节外侧核是小的, 不分离的, 它支配肋间肌和其它前外侧躯干肌。在脊髓颈膨大和腰骶膨大, 外侧核组扩大, 常可以区分成前外侧核, 后外侧核、前核、中央核、

以及后外侧后核等。Larsell 的神经解剖学还叙述有中外侧柱 mediolateral column。参与肢体最远端的神经支配的那些脊髓节的外侧核细胞群特别显著。这些神经核中的每一群细胞对于肢体单块肌的精确神经支配尚未完全解决。一般说来，肢体比较远侧的肌是由靠外侧的细胞柱支配。从前角的中央部到它的周边部，依次的神经支配是脊柱肌、躯干肌、肩带肌和髋带肌，大腿肌和臂肌、小腿肌和前臂肌。后外侧后核支配手肌和足肌。支配肢体伸肌的细胞沿前角周缘排列，而支配屈肌的细胞则配布在它们的深侧[图 5-28(A)]。

作者等对“短膊畸胎 phocomelus 的脊髓前角细胞群及其与上肢发育的关系”（边长泰、韩亚男等 1963）做了研究。通过这项研究测定出支配上肢各部（臂、前臂、手）的运动神经元在脊髓前角中所占的位置。短膊畸胎的外形，上肢极为短小（由肩胛骨肩峰至中指末端仅 5.5cm），不能区分臂和前臂，不见肘关节。发育完好的两手似直接生于肩部[图 5-35(A)、(B)]。作者观察了短膊畸胎的上肢外形及脊髓颈膨大的内部结构，并与正常胎儿比较。根据短膊畸胎的上肢和脊髓变态发育的反应，我们推断在正常情况下，前角外侧细胞群（前外侧核、中外侧核、后外侧核、中央核）支配臂、前臂以及肩部的一些肌。畸胎前外侧核、中外侧核、后外侧核、中央核的细胞形小，数目显著减少，于是后外侧后核就独居于后外角中。后外侧后核应是支配指肌的中枢。又因后外侧后核连接后外侧核的成分，所以，它似兼管指肌和前臂肌（掌腕部）。上述的研究结果与 Foerster 的临床资料是一致的（图 5-36），同时还可与图 5-28(A)对比观察。

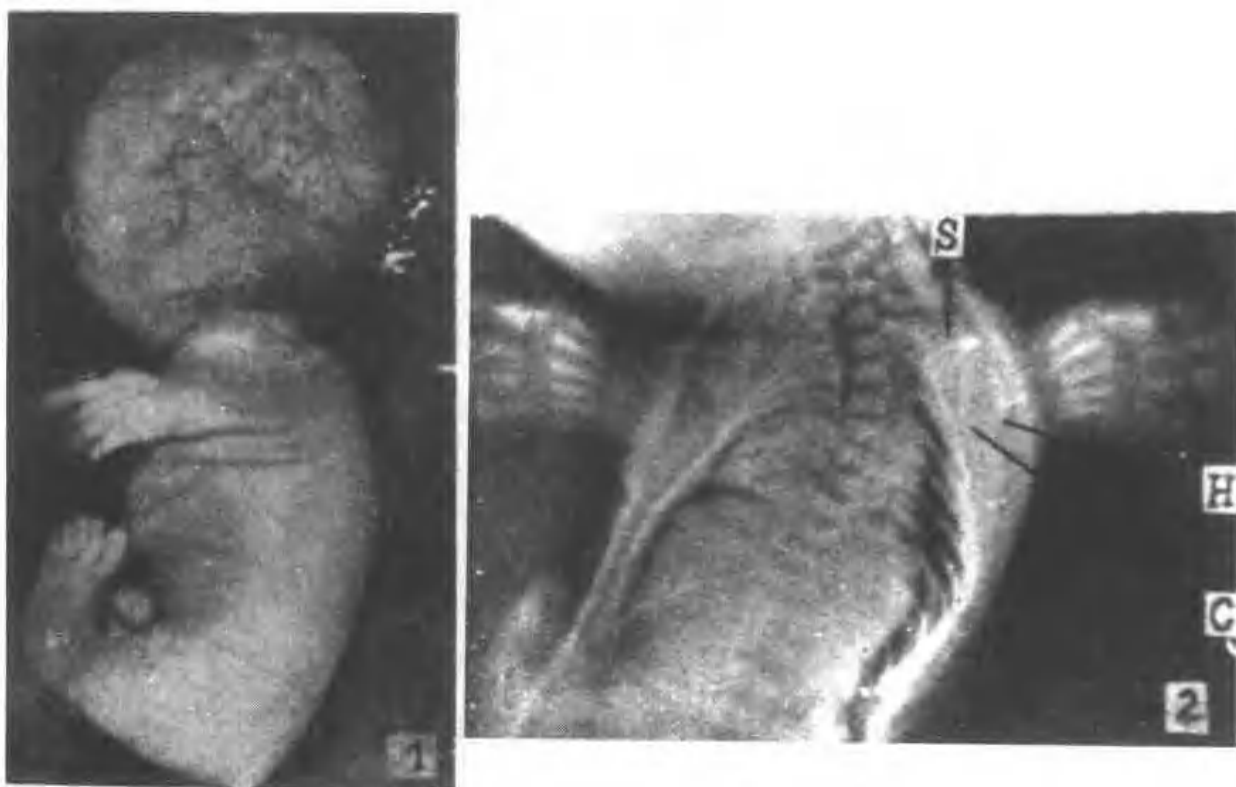


图 5-35(A) 短膊畸胎的脊髓前角细胞群及其与上肢发育的关系

1. 短膊畸胎的外形，此畸胎上肢短小，无肘关节，不易区分上臂与前臂，手似长于肩上 2. 短膊畸胎的 X 射线片，显示畸胎的上肢

S—肩胛骨，C—锁骨，H—肱骨

2. 中间带 intermediate zone: 脊髓灰质的中间区包括侧柱 lateral column(侧角 lateral horn), 由较小的神经细胞组成, 其中许多是自主性节前细胞, 胚胎时位于中央管的背外侧, 后来其中许多细胞向侧角迁移, 形成中间外侧核 intermediolateral nucleus(自主性)。靠近中央管的细胞, 组成中间内侧核 intermediomedial nucleus。中间外侧核的许多神经元发出轴突进入前根, 再经白交通支到交感干; 两个细胞柱位于第 8 颈节或第 1 胸节至第 2 或第 3 腰节。在第 2、第 3 和第 4 骶节, 位于中间灰质的一些相似的神经细胞群是盆内脏神经的来源或副交感节前神经纤维的骶部传出, 这就被称为骶副交感核 sacral parasympathetic nucleus, 骶副交感核在

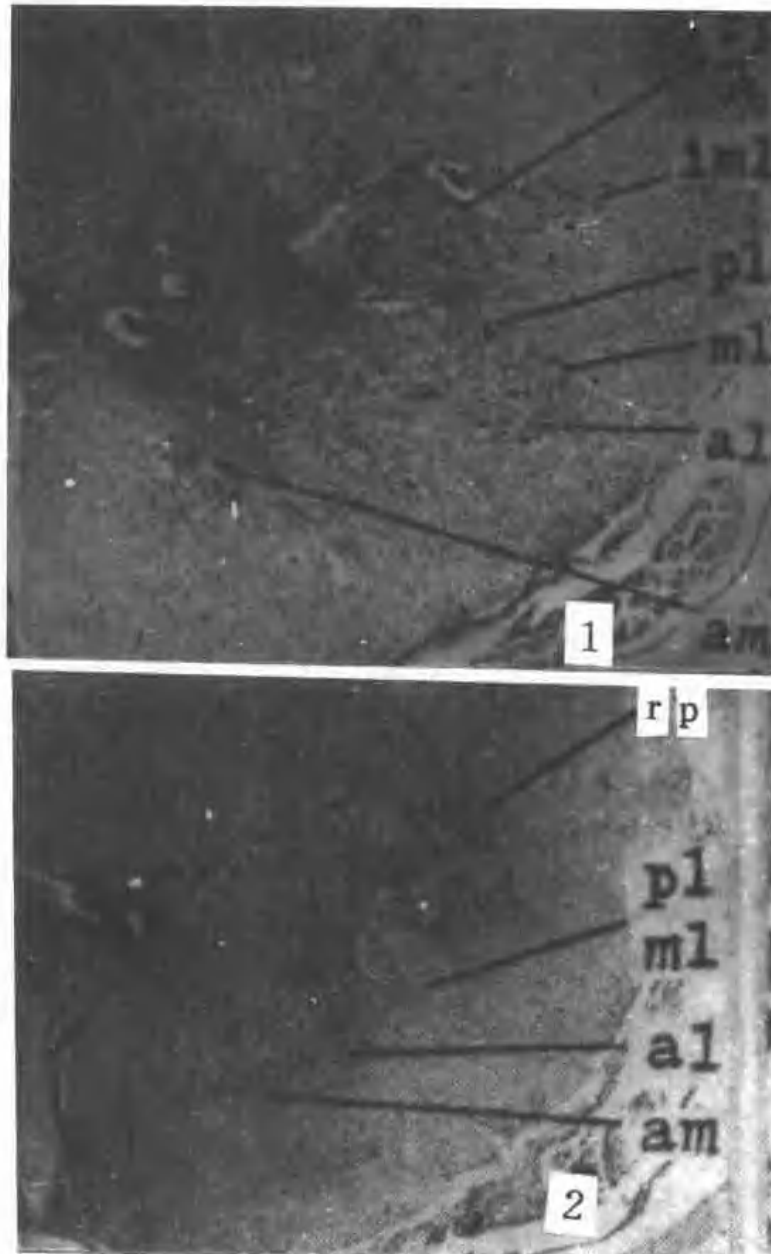


图 5-35(B) 正常胎(1)和短肢畸胎(2)第八颈段下部脊髓切片, 示各片的前角体壁性运动细胞的配布。

al 前外侧核, ml 中外侧核, pl 后外侧核, rp 后外侧后核, am 前内侧核, iml 中间外侧核。畸胎(2)第八颈段切片的 al、ml、pl, 细胞形小, 数目减少, rp 独居于后外角中, 后外侧后核, rp 应是支配指肌的中枢。(1)和(2)两胎儿的切片可以对比观察, 同时可以与图 5-28(A)对比观察, 焦油紫染色, 10μ , $\times 25$

中央管和中央胶状质的外侧，在前柱和后柱底部之间的接合带。

关于骶副交感核的研究：近来国内许多学者对此进行了研究。本书作者等用 HRP 给家兔膀胱右半壁注射，在光镜下用明、暗视野观察标记细胞的位置形态，以证明家兔骶部副交感节前神经元(骶副交感核)的位置和形态。观察结果：①标记细胞主要出现于注射侧脊髓第 1 骶节(S₁)至第 1 尾节(CO₁)，其中以脊髓第 3 骶节(S₃)和第 4 骶节(S₄)出现的标记细胞为多见。②标记细胞的位置出现于 Rexed 7 层中间带外侧核，其次位于 3~6 层外侧缘和外侧核；有的出现于侧索白质内。③标记细胞在形态上有三角形、椭圆形、梭形、多角形等。属于小型和中型细胞(秦秉志、李继硕等 1982, 边长泰、侯立琴、杨天祝等 1984, 杨天祝等 1985)。[图 5-37. (A)、(B)、(C)、(D)]

3. 后角的神经细胞群 这些细胞和其突起全在中枢神经系内。它们在后柱和中间灰质接受后根纤维的侧支或终支。它们发出的轴突，或者直接终于相同节段的前角细胞，或者进入白质，於白质内分支形成上升的或下行的纵行纤维束，形成不同长度的节间纤维束。

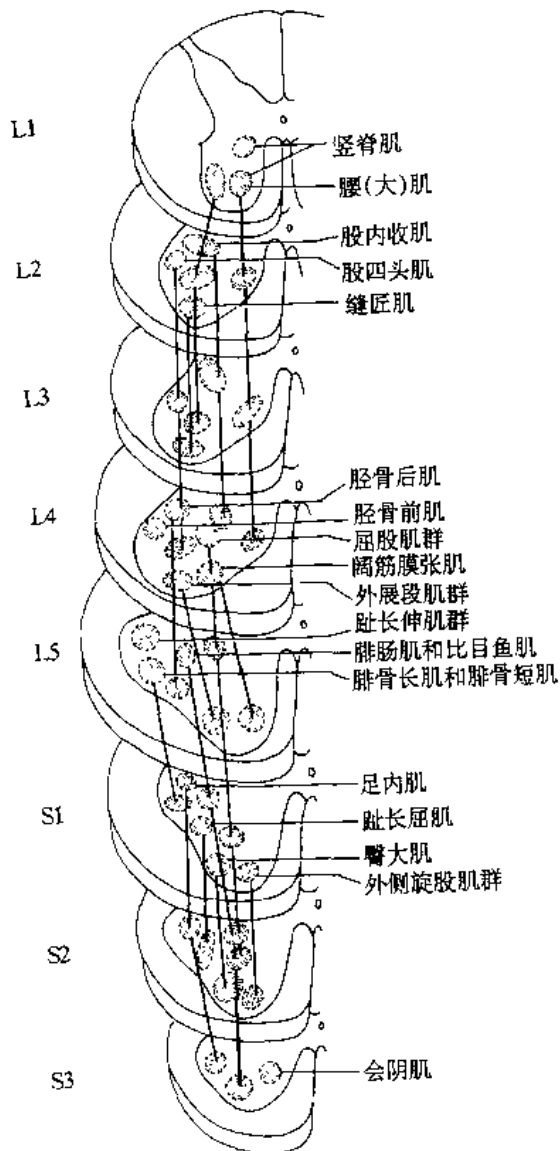


图 5-36 人类脊髓腰骶节段横切面上主要供给下肢肌的神经细胞群近似的位置和纵行的延伸。根据脊髓灰质炎的临床病理研究

(1) 缘层 marginal layer(即缘核 marginal cells 后角边缘核 posteromarginalis nucleus 或称角外巨胞核 nucleus magnocellularis pericornualis): 位于海绵带, 形成一薄层覆盖于后角尖。位于板层 I, 由大型梭状或星状细胞组成, 其直径约 50 μ m。这些细胞在腰骶节段最多。其轴突进入侧索, 分为上行性、下行性纤维, 可能形成节段间联系通路[图 5-30(B)、31(B)、32(B)、33(B)]。

(2) 胶状质 substantia gelatinosa [of Rolando](板层 I), (图 5-38): 它形成后角头外方的帽状部, 贯穿脊髓全长, 在腰骶节和第 1 颈节最大, [图 5-30(B)、31(B)、32(B)、33(B)], 其大小与后根的大小有关。在第 1 颈节, 因有三叉神经脊束核, 故增大。胶状质主要由小卵圆形或多角形细胞(S.G)组成, 其直径约 6~20 μ m。它们的树突主要呈辐射状排列。而轴突一部分向腹侧进入深部板层, 有的至对侧, 有的进入后外侧束上升或下降一段, 又返回板层 I 或 II; 大部分轴突仍在板层 I 分成终支。胶状质小细胞树突与两种终末形成突触: 一是板层 II 深部的大多数极神经元(T 细胞)的树突, 呈放射状进入胶状质; 再就是后根纤维的终支。其中细的无髓纤维, 它的终支从背侧向腹侧进入胶状

质；粗的有髓纤维，其终支绕到胶状质的腹侧，向背侧进入胶状质。此外，在板层Ⅱ和Ⅲ的交界处有锥状细胞。锥状细胞的树突接受下行径路的终支，其轴突向背侧进入板层Ⅰ，与各种终支形成复合突触；即与胶状质小细胞树突形成的轴-树突触，和与后根传入纤维形成的轴-轴突触(图 5-38)。

关于痛觉产生的机理，有人提出闸门控制学说 gate control theory，认为胶状质小细胞(S.G.)，对传入冲动有闸门样控制作用。后根粗、细传入纤维都直接兴奋 T 细胞，而胶状质小细胞对粗、细纤维末梢均起抑制作用。此种抑制作用可被粗纤维活动所加强，如此，对 T 细胞活动则起关闸门作用；细纤维活动可减弱此种抑制作用，对 T 细胞活动是开放闸门。因此，当细纤维传入强烈冲动时，粗细纤维活动之间失去平衡，细纤维传入的冲动，通过 T 细胞传到脑的高级中枢，才能识别痛觉(图 5-39、41、42)。

(3) 后角固有核 nucleus proprius (即中央巨胞核 nucleus magnocellularis centralis 中央背核 nucleus centrodorsalis)；此核位于后角的头和颈部，相当于板层Ⅲ和Ⅳ[如图 5-30(B)、31(B)、33(B)、34(B)]。细胞柱贯穿脊髓全长，由中型梭形细胞和大多角形细胞组成，这些细胞在腰骶髓最多。

(4) 网状核 nucleus reticularis；位于后角固有核外侧的网状结构内，相当板层Ⅴ，由小型和中型细胞组成[图 5-31(B)、32(B)、33(B)、34(B)]。

(5) 胸核(clarke 背核)nucleus thoracicus, nucleus dorsalis of clarke；是位于后角底内侧部的一个明显的细胞柱。由大型多极细胞组成，有大泡状核、核偏心位，粗大的尼氏体位于胞质的周边。胸核位于胸节和上部的腰节(在人类为第 1~2 腰节)。在第 10 胸节，第 12 胸节，第 1 腰节最明显(图 5-32(B))。在第 3 腰节以下，虽偶然可见一些细胞，但不易辨认。胸核是脊髓小脑后束的起始核。

(6) 后角连合核和前角连合核 nuclei cornucommissurales posterior and anterior；后角连合



图 5-37(A) 膀胱注射例示家兔脊髓第一尾节前角内的标记细胞，前角内侧有一个标记细胞(1)相当中间带外侧核区有一群标记细胞(2)代表骶副交感核 HRP 法，明视野，×4

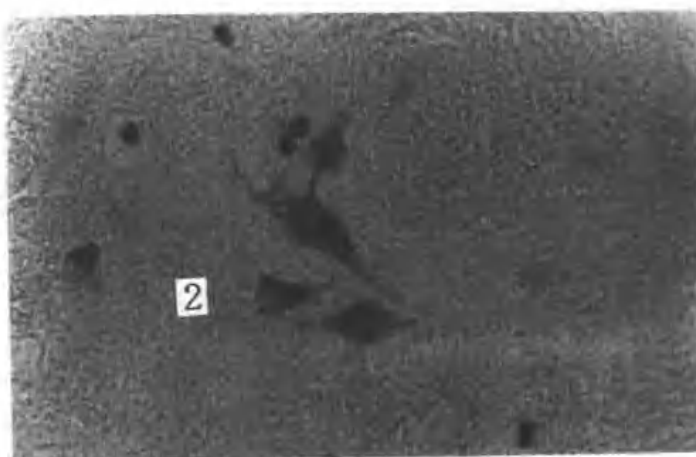


图 5-37(B) 图(A)的相当中间带外侧核区的标记细胞的放大(2)代表骶副交感核，HRP 法明视野，×40

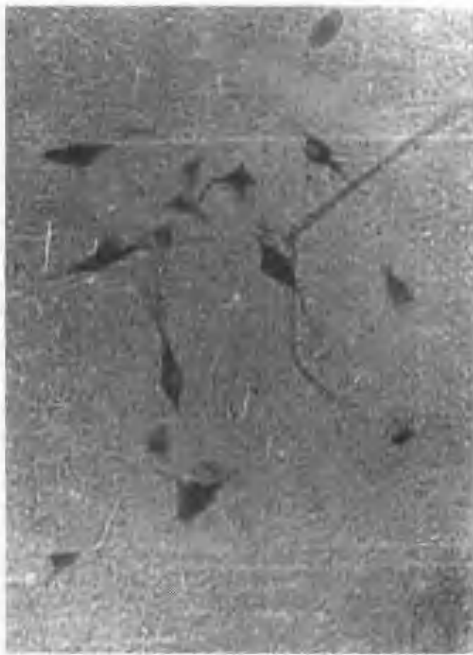


图 5-37(C) 膀胱注射例，示家兔脊髓第 4 骶节前角内的一群标记细胞，代表骶副交感核，HRP 法(明视野)



图 5-37(D) 膀胱注射例，示家兔脊髓第 4 骶节前角内的一群标记细胞(与 C 图相同)，代表骶副交感核 HRP 法，(暗视野)，×360

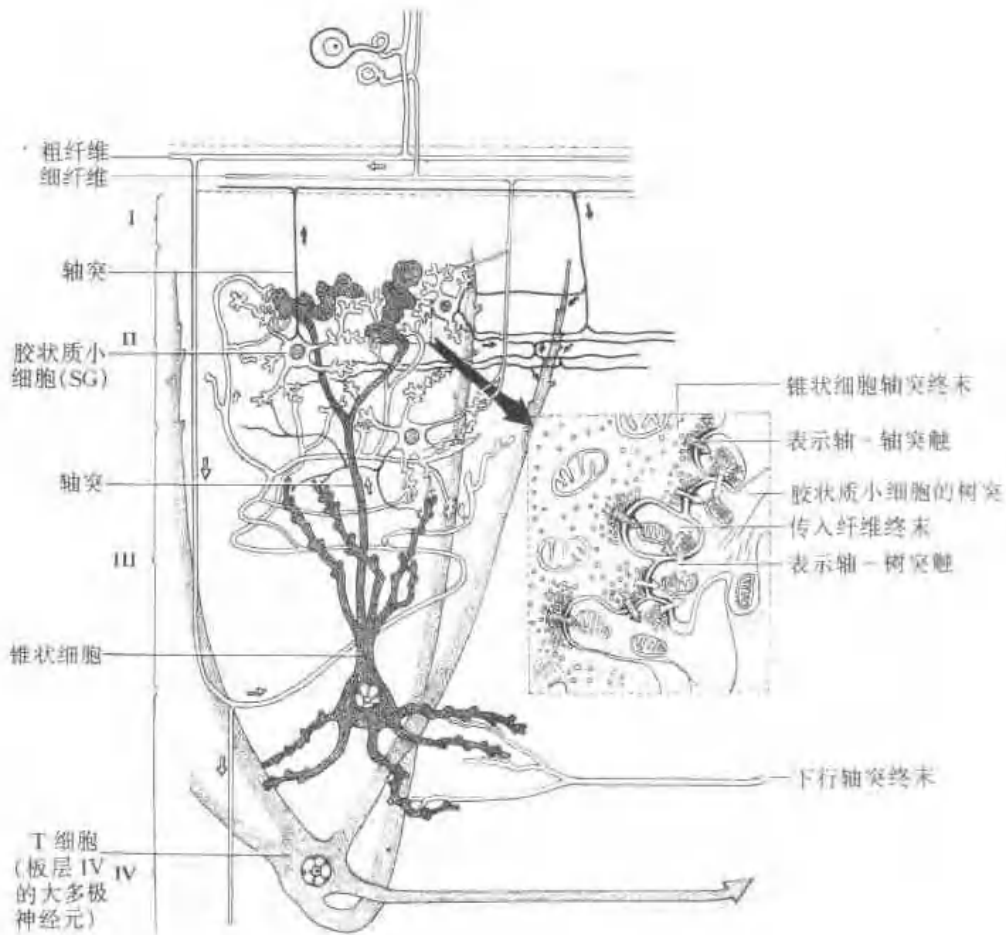


图 5-38 脊髓后角纵切面
(示神经元的安排和联系)

核为一窄条，位于后角内侧缘，并且延伸于后柱的灰质后连合的边缘，恰位于胸核的背侧。前角连合核是位于前角和灰质前连合内侧面的一個相似细胞群。两核皆由中、小型梭状细胞组成，其轴突可能形成前索和后索的节间束[图 5-33(B)]。

(二) 脊髓细胞构筑分层

过去多年来，脊髓细胞的核群时常被按局部定位和描述来命名，名词相互矛盾、混淆不清。根据 Rexed (1952、1954、1964) 的一系列启发性论文，描述猫脊髓神经元的细胞构筑分层结构，即板层构筑学 laminar architecture。这些已被证实是有价值的。他研究出一些板层，已被其他研究者证实和使用。普遍认为，高等哺乳动物脊髓灰质都有类似的板层。新生儿脊髓节和许多成年人脊髓的结构，呈现脊髓板层的形态与 Rexed 在猫脊髓的描述 (Truex and Taylor, 1968) 极相似(图 5-28、5-10)。

Rexed 利用猫脊髓灰质的研究材料，把脊髓灰质的细胞构筑结构分成 9 层，同时分别用罗马数字表出来。此外，把中央管周围的灰质区(中央灰质)称为第 X 层。总之，把脊髓灰质的这十层称为板层 I ~ X layers [of Rexed] (I ~ X)。

板层 I：是盖于后角表面的一薄层灰质，它并呈弧形弯绕到后角的边缘。其中有粗细不同的纤维束穿过，而呈松散的海绵状(海绵带)。此层内含有小型、中型、大型细胞，但为数不多。这些细胞的胞质内富有粗面内质网及其他细胞器。此层内含有无髓轴突和树突末梢及突触扣。只有少数的后根纤维与此层联系。此层名为缘层(即后角边缘核，又名角外巨细胞核)，并且在腰膨大段的光镜切片中显示最好。

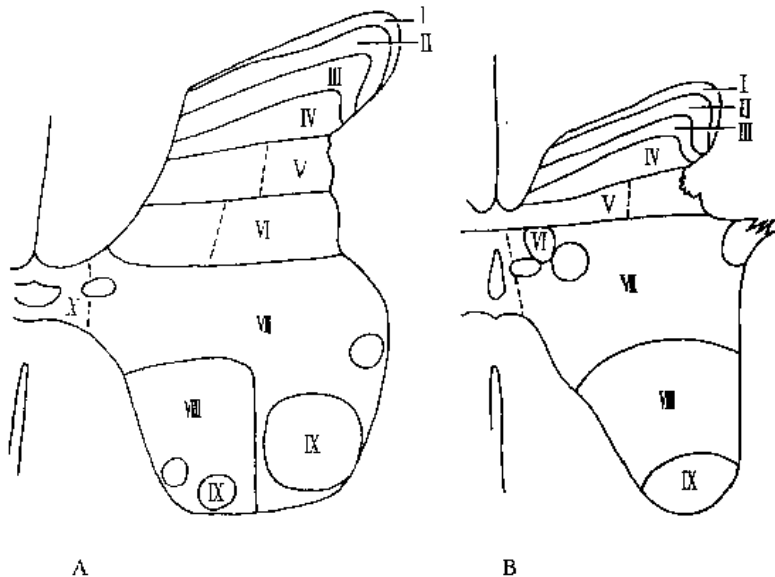


图 5-40 B. Rexed 推荐的猫脊髓灰质细胞构筑分层的横切面观察 (A. 第 5 腰节, B. 第 3 胸节)

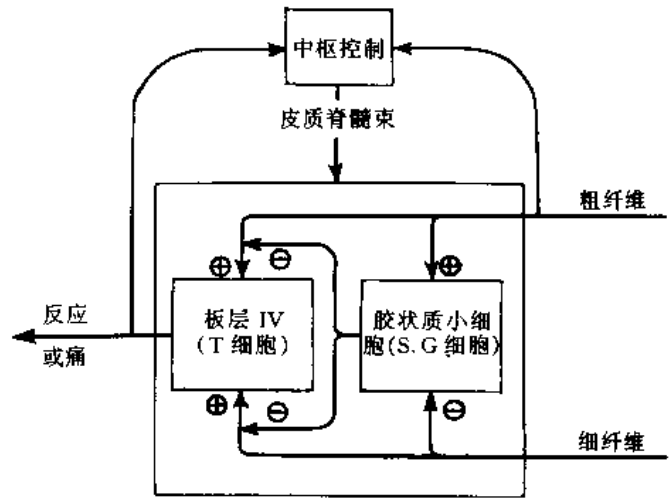


图 5-39 闸门控制学说

只有少数的后根纤维与此层联系。此层名为缘层(即后角边缘核，又名角外巨细胞核)，并且在腰膨大段的光镜切片中显示最好。

板层 I：按早期的文献，此层由许多密集的小细胞组成，并且它相当胶状质。神经元为梭形，内含少量胞质和尼氏体。有许多从后索来的粗纤维束通过此层，但只有少量后根纤维止于此层。全层有极少量的神经胶质细胞和纤维。

板层 II：是横过后角的一个带形区，由密度稍小的

较大神经元所组成。其细胞密度的排列形势比板层Ⅱ稍差，外观较浅。人的Ⅲ层宽度较猫略窄。此层富含髓轴突，本层的细胞接受来自后根纤维的大量轴-树突触(Ralston's, 1968a)。

板层Ⅳ：位于后角头的中心，是前四层中最宽者，其边界不明显。其细胞的大小和形态不一，有小圆形，三角形和很大的星状细胞，细胞排列较稀疏。后根纤维与此层内的大、中型细胞间，常见轴-树和轴-体突触。Ⅲ层和Ⅳ层中的细胞相当于后角固有核(中央巨胞核)。

板层Ⅴ：是横位于后角颈的宽度，除脊髓胸段外，此层可分为内、外二部，外侧部占 $\frac{1}{3}$ ，有许多纤维通过，呈网状，形成网状核，它向上至脊髓颈段，特别明显，它有大的胞体，尼氏体较粗大；内侧部占 $\frac{2}{3}$ ，胞体较小、具有少量细小的尼氏体；后根纤维及下行传导束的纤维(皮质脊髓束、红核脊髓束)终于此层。

板层Ⅵ：是位于后角底的宽层，在颈和腰骶膨大部发育最好，从第4胸节到第2腰节无此层。它分为较小的内侧部和较大的外侧部。内侧部占 $\frac{1}{3}$ ，由密集深染的中型和小型细胞组成；外侧部占 $\frac{2}{3}$ ，由三角形和星形细胞组成；许多来自肌肉的Ⅰ类传入纤维终于Ⅵ层的内侧部，而下行径路的纤维投射到外侧部的细胞。外侧部有些细胞的轴突进入固有束和外侧索。

板层Ⅶ：相当于中间带，其边界在脊髓各节段不同。在颈膨大和腰骶膨大，此层向外向前，延伸入前角内，含有大量中间神经元，发育较好的细胞柱，如Clarke背核，中间内侧核，中间外侧核，均位于此层内(图5-30(B)、31(B)、32(B)、33(B))。此层内含有大量后根纤维、下行纤维、脊髓节段反射弧的中继神经元。从第7层细胞发出轴突形成上行传导，发出内脏运动的节前纤维，经前根而离脊髓。

板层Ⅷ：在脊髓各节段均存在，其大小和形态不尽相同。在颈、腰骶膨大部，仅局限于前角内侧部；在胸髓第Ⅷ层横跨前角基部。此层内多数为三角形和星形细胞，偶而可见大型细胞，这些细胞内含多量胞质和粗大尼氏体。一些位于此层内侧的神经元，其轴突经白质前连合越过中线至对侧。某些下行传导束，前庭脊髓束、网状脊髓束、内侧纵束的纤维终于此层(图5-45)。

板层Ⅸ：由几组明显的躯体运动神经元组成。此层的前角细胞是大多角神经元(直径30~70 μm)，可以把它们看作是运动神经元的原始型。这些细胞有大的核和粗大的尼氏体，多数的树突及大的轴突，轴突形成前根。躯体传出神经元是最大的，而且在颈和腰骶膨大部较多。于膨大部，细胞群向外侧后侧扩展。

外侧核群边界清楚，可以看到每个核群中有大和小的胞体，其中富于尼氏体。内侧核群细胞则与板层Ⅸ间边界不清。

供给骨骼肌的大型前角躯体运动细胞称为 α 运动神经元，散在于这些大运动细胞之间的是许多较小的神经元 γ 神经元，它发出传出纤维；这些轴突经过前根供给肌梭的收缩成分(即梭内肌纤维)。 γ 传出纤维在维持肌伸缩性方面和促使肌梭置于脊髓和脊髓上结构的影响管理方面起着重要的作用(图5-28(A))。根据它们在灰质中的局部位置，许多运动核已被分出亚群，并且给与命名。如图5-28(A)所示，有细胞体的局部位置，它们的轴突供给四肢的不同肌群。

板层Ⅹ：位于中央管的周围，包括灰质前、后连合和中央胶状质 *substantia gelatinosa centralis*。

【脊髓细胞板层构筑学的功能分析和要点】创始人对脊髓细胞板层构筑学的机能意义进一步提出如下尝试性的功能分析和要点：(图5-42, 5-45)。

I~IV层是皮肤的外感受性的初级传入纤维终末和侧支的接受区。此区参与许多复杂的

多突触反射通路，有同侧的，也有对侧的；有节段内的，也有节段间的；此区也有许多长的上行传导路的起始区。

V~VI层主要接受躯干、四肢本体感受性的初级传入纤维，并且也接受大量的皮质脊髓束的投射。这两层对运动的精细调节起重要作用。

VII层(外侧部)与中脑和小脑有上行和下行的联系(经脊髓小脑束,脊髓顶盖束,脊髓网状束,顶盖脊髓束,网状脊髓束及红核脊髓束)。因而它可能是调节姿势和运动的反射中枢；VII层内侧部的一些细胞可能为内脏反射的媒介和联系。

VIII层：内含脊髓固有的联合神经元群，此层接受两侧板层VII的连合纤维络末，还接受来自网状脊髓束、前庭脊髓束及内侧纵束等下行传导束纤维。它们的轴突影响两侧前角运动神经元特别是兴奋 γ 运动神经元的活动。

IX层：包括 α 和 γ 运动神经元和许多中间神经元(联合神经元)。大 α 运动神经元供给梭外肌纤维的运动终板。也有一些 γ 运动神经元，它的轴突供给肌梭内的梭内肌纤维。

二、脊髓白质

白质主要由上、下行传导的纵行纤维组成。其横行纤维不是终止的纤维，就是起始的纤维。灰质柱细胞的轴突横行进入白质；上、下纵行纤维的侧支和终支进入灰质。

(一) 后根传入纤维的排列、进程及其在脊髓内的分布

脊神经节细胞的中枢突进入脊髓的后外侧沟。脊神经后根分成许多根丝，这些细胞的根丝呈线状进入脊髓。脊神经节细胞的周围突，从躯体的和内脏的感受器向中枢传达冲动。每一根丝进入脊髓前分为较大的内侧束和较小的外侧束。内侧束的粗大厚髓鞘纤维，它们来自神经节的大细胞，并形成脊神经节细胞的中枢突，传导来自肌梭、腱器、环层小体、触觉小体的位置、运动、震颤等感觉(图5-41)。它们进入后索后分为长升支和短降支，其中有些升支在同侧后索内上行可至延髓的薄束核和楔束核。内侧束的其它纤维仅有短的升降支，并发出侧支经板层I、II和III内侧部，终于板层IV的细胞，其中一部返回板层II和III，终于小细胞辐射状树突和来自板层IV的长树突之间；后根外侧束由细的有髓纤维和无髓纤维组成，其中细的薄髓鞘纤维来自脊神经节的小细胞，传导来自游离神经终末和终球的痛温感觉及轻触觉，进入背外侧束dorsolateral fasciculus[of Lissauer]区的内侧部，分为升支和降支，上行或下行2~3个脊髓节，其侧支直接终于板层I、II和III。

按Sprague(1958), sprage and Ha(1964), 后根纤维的侧支也可分布到前角。后根的纤维在板层VI的中央部分布的特别浓密；后根纤维也发出侧支，横过板层VII到达板层VIII和终于板层IX的大多数运动神经元。

胸核是后根有髓纤维的一个主要终止处，从后根到胸核的传入纤维研究指示：①每一后根纤维发出的侧支，可以终止于6~7个脊髓节，所以各脊髓节后根纤维在胸核的终止是有重叠的。②终于胸核的大量后根纤维来自下肢。③进入胸核的纤维，经过后根的升支和降支的侧支。后根纤维在胸核细胞上的突触是一种独特的突触，即终末纤维与胸核神经元的树突有长的平行接触；而且通常巨大的突触终扣的一部分被细胞表面的凹陷埋藏。在后根纤维和胸核细胞之间的大突触是脊髓突触中较大的一种突触(图5-41)。

在侧索和前索的升、降纵行纤维也有侧支和终支进入灰质。

(二) 脊髓的传导束

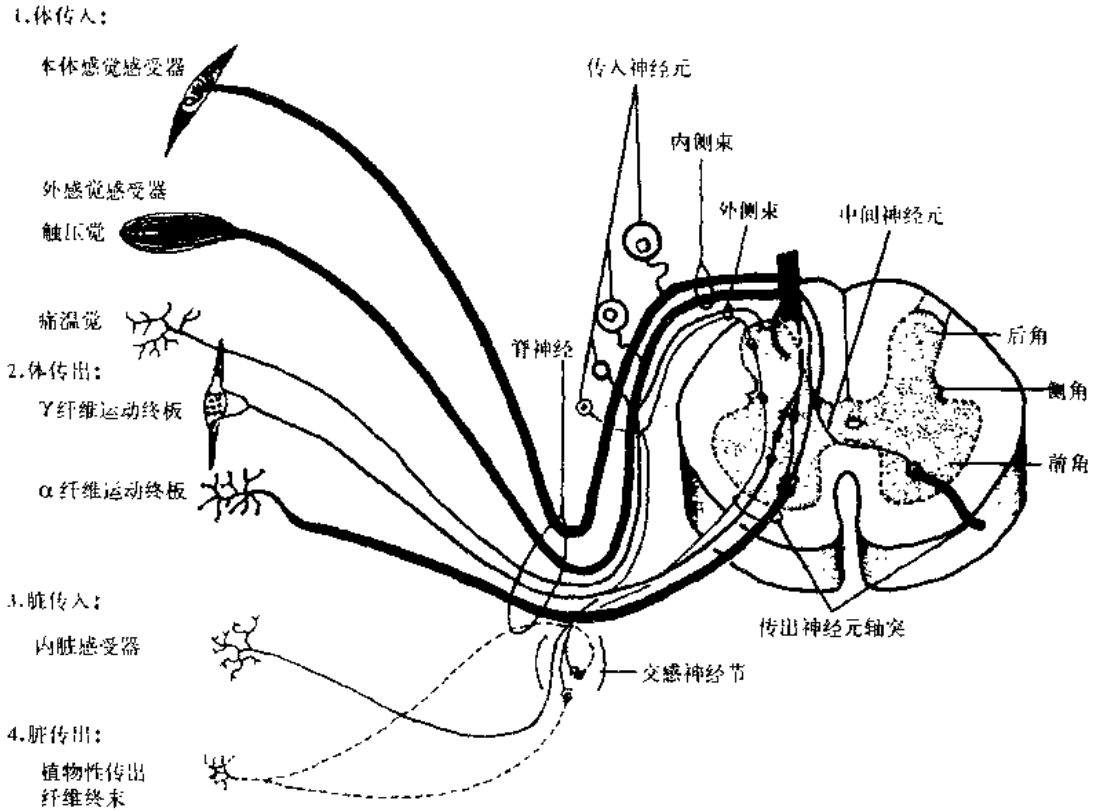


图 5-41 胸脊神经纤维的功能成分及进入脊髓的后根纤维的排列图解

显示几种反射弧至骨骼肌的传入及传出纤维用红色，至内脏器官的用蓝色，触压觉及痛温觉纤维用黑色

脊髓白质内的上、下行纤维，乃是脊髓节段和脊髓与脑之间的联络纤维。一般说来联络脑和脊髓的长纤维位于表层，联络脊髓节段间的短纤维位于深层。按传导冲动的方向来说，有上行传导束和下行传导束之分。这些传导束是用顺行溃变的方法来确定的。切断一条神经纤维之后，脱离胞体的部分完全溃变，胞体本身也出现染色质溶解、核偏位等现象，根据这些变化来追查其起始和终止，也可用各种的神经组织化学方法(如辣根过氧化物酶法)、实验技术，以及这些方法的联合使用进行研究。

1. 上行传导束(图 5-42, 5-43)

(1) 薄束 *fasciculus gracilis* 和楔束 *fasciculus cuneatus*(图 5-42)：此二束位于脊髓后索内，后索纤维传导意识性本体感觉(又名深感觉)、包括位置觉、运动觉和震动觉。在意识性本体感觉传导路中还有传导皮肤的精细触觉的纤维。

脊神经节细胞的周围突起自肌、腱、骨膜关节和皮下结缔组织的各种感觉神经末梢传入本体感觉的中枢突，即后根厚髓鞘纤维的大部，经后根的内侧束至后角的内侧进入后索，于该处它们分出长的升支和短的降支。其中后根纤维的侧支，有的终于前角细胞，组成牵张反射；有的终于胸核。

后根纤维的降支，长度不同，在多数脊髓节的颈段和胸段中，它们形成一个扁形的束，即束间束 *interfascicular fasciculus* 过去称为束间(半月)束 *Interfascicular [Semilunar] fasciculus* 或逗点束 *Comma tract of Schultze*，位于楔束和薄束之间(图 5-43(A))。在脊髓节的腰段，此束靠近后中间隔的中间下行，称为隔缘束 *septomarginal fasciculus*，它在骶节，在靠近后正中隔

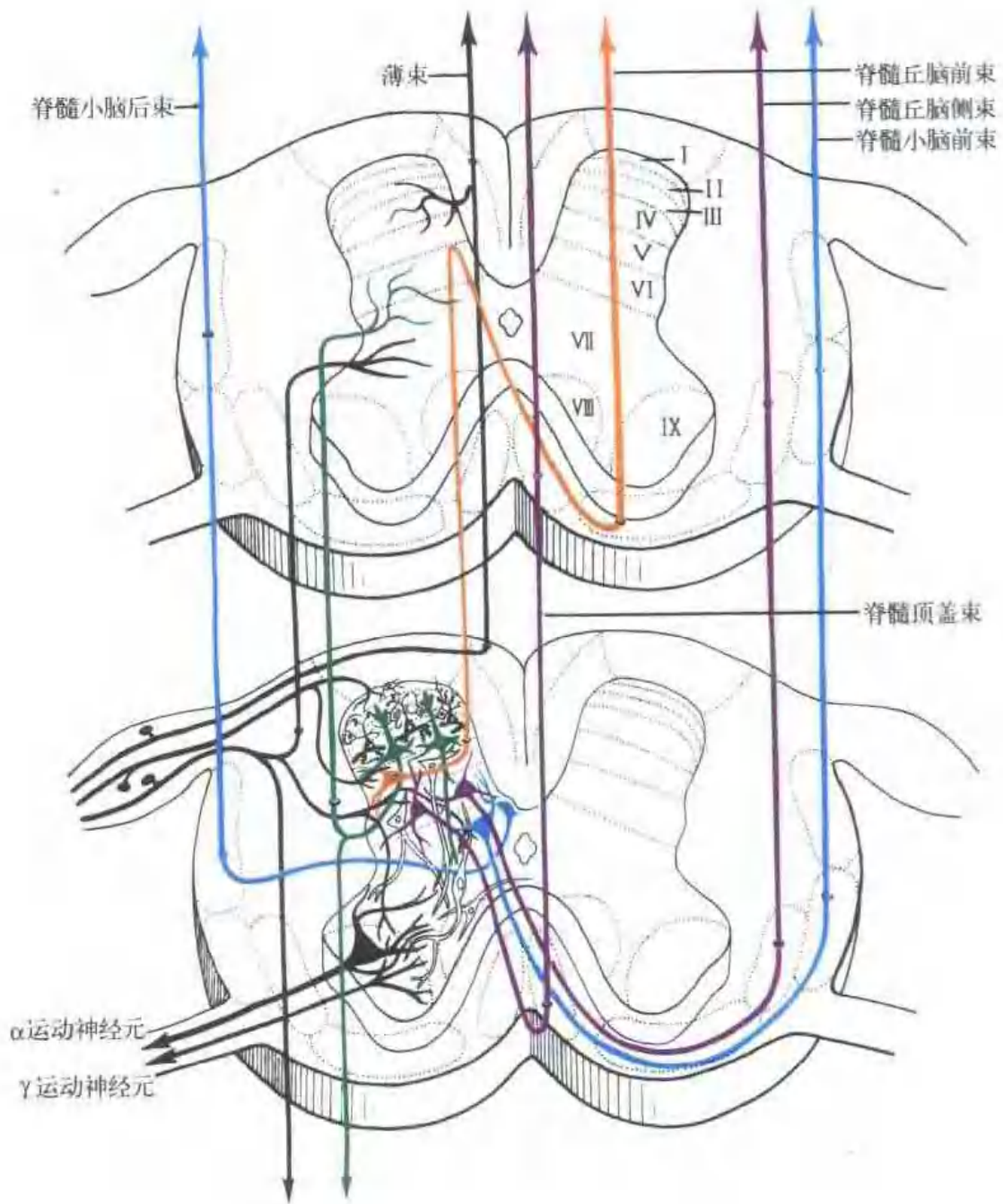
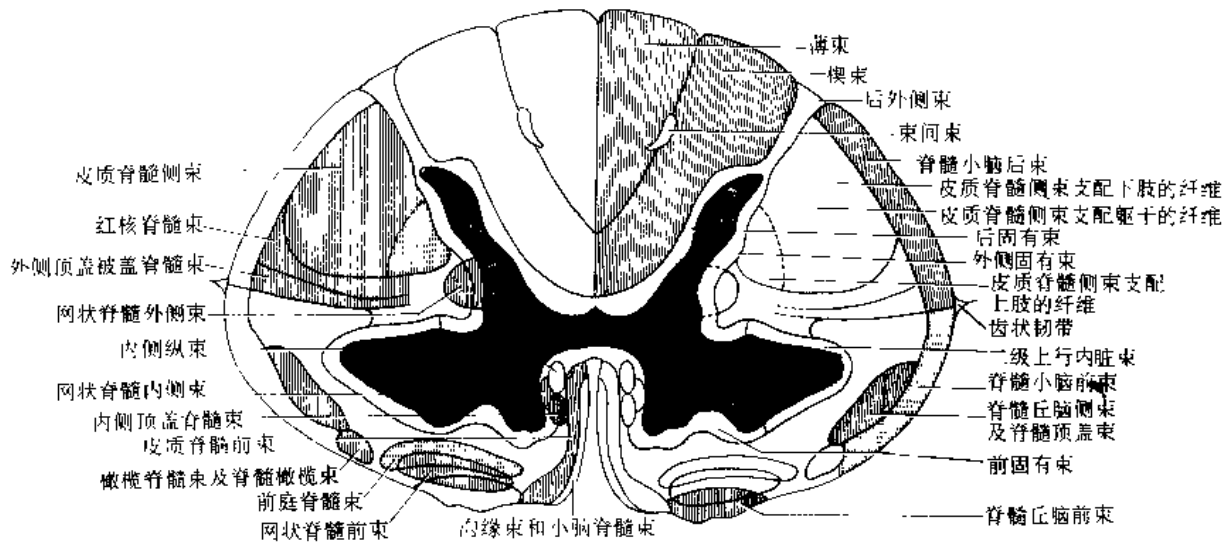
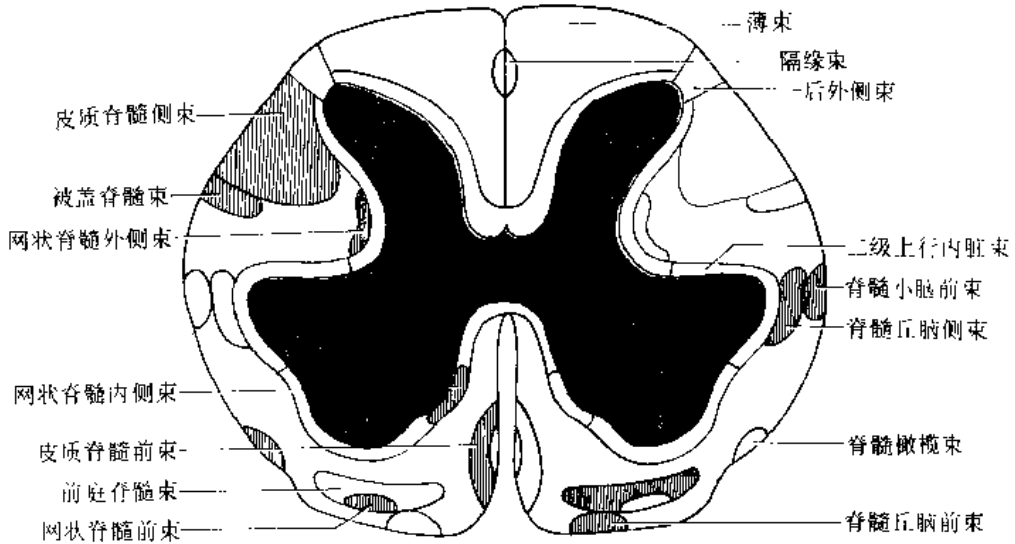


图 5-42 脊髓的主要上行束及其起始模式图和一些灰质的组织结构

图的灰质内虚点线表示板层，白质内指示传导束的局部位置，一个 α 运动神经元和一个 γ 运动神经元包括在灰质内。胶状质的结构图形已描绘于图 5-38。胶状质的小神经元是未染色的。胶状质大神经元是实形染色的。联系上行的和下行的节间纤维的板层 IV 细胞是绿色的。初级的感觉传入纤维包括薄束的一些纤维是黑色的，脊髓顶盖束是紫色的；脊髓丘脑前束是黄色的。脊髓丘脑侧束是紫色的，脊髓小脑前束和后束是蓝色的。



A 中颈节横切面



B 腰髓节横切面

图 5-43 脊髓传导束的位置模式图

和脊髓周缘处占据一个小三角形(图 5-30(B)), (图 5-43(B))。

后根纤维的升支在后索内组成薄束和楔束, 在脊髓的颈段和上胸段, 后索被后中间沟分为内侧的薄束和外侧的楔束(图 5-43(A))。后中间沟把薄束和楔束分开, 在第 6 胸节以上看得比较清楚。如此, 薄束出现在全部脊髓节段并传导来自骶节、腰节和下部 6 个胸节后根纤维长升支来的冲动。楔束位于后中间沟的外侧, 传导来自上 6 胸节和全部颈节后根纤维的长升支来的冲动。

后索内上升纤维的排列, 形成自然的重迭的分层排列, 即来自长的骶节的纤维在后索的最内侧, 来自短的颈节的纤维在最外侧, 来自胸节和腰节的纤维占据上述二者中间的位置。即从后索内侧向外侧, 其纤维的排列依次为骶、腰、胸、颈节的纤维(图 5-44)。

由于后索内多数上升纤维相对的较短, 并且终于灰质后柱, 因此只有部分后根纤维在同侧薄束和楔束内上行, 最后终止于延髓的薄束核和楔束核, 这些纤维都是后根升支中最长的

上行纤维。由于薄束、楔束呈定位排列，所以，投射到薄束核和楔束核的后根纤维在这些核内也呈相应的定位关系。

后根脊神经节细胞的中枢突组成上行性通路的第 I 级神经元。在薄束内到达延髓的上行性纤维，终止于薄束核的细胞。而楔束的纤维终于楔束核的细胞，薄束核和楔束核的神经元组成传入系的第 II 级神经元。第 I 级神经元的轴突向腹内侧呈弯曲状经过，形成内弓状纤维 internal arcuate fibers，绕中央管的前方，横过正中中线，在延髓下部交叉，即称内侧丘系交叉 decussation of medial lemniscus fibers，转折向上，呈矢状位排列的纤维束，称为内侧丘系 medial lemniscus，此内侧丘系上升经脑桥、中脑，终于丘脑的腹后外侧核。由丘脑腹后外侧核发出的纤维通过内囊终于大脑皮质的躯体感觉区(图 5-218)。

后索的损伤引起同侧精细触觉及意识性本体觉减退或消失。即可导致两点间精细触觉，位置觉和震动觉受损。因为传递实体觉的冲动不再能到达顶叶，对物体大小、重量和质地的分辨能力也丧失。由于牵张反射减弱，而肌张力减退，再加以运动感觉消失，形成感觉性运动失调 sensory ataxia。患者如不借视力，就不知道关节的位置和运动方向。患者走路时摇摆不定，立正闭眼时，左右摇摆不定。位置觉、运动觉(位置和运动的感觉)严重的受影响，不能感觉小的被动运动。单侧薄束与楔束被破坏者，所有上述症状见于脊髓病损之同侧，而以肢体远端更严重。若为一侧内侧丘系损害，则障碍见于病损的对侧。

(2) 脊髓丘脑侧束 lateral spinothalamic tract：位于侧索，在脊髓小脑前束的内侧(图 5-43 (A))，图 5-220，5-42)。考虑到临床上的重要性，可把脊髓丘脑侧束与脊髓丘脑前束分开论述，它的组成纤维比脊髓丘脑前束浓密，并且脊髓丘脑侧束包含许多直接到达丘脑的长纤维。

脊神经节细胞的周围突起自皮肤、粘膜等处的各种痛、温觉感受器，它的细的中枢突大部分经后根外侧束进入脊髓的 Lissauer 区(图 5-220)。在背外侧束(Lissauer 束)分为升支和降支，升支上升 1~2 节。升、降支沿路发侧支进入灰质，它们的侧支终于板层 IV~VII。脊髓丘脑前束的起始细胞与脊髓丘脑侧束的起始细胞相同。看来可能板层 VI、VII 以及板层 VIII 的细胞发出轴突横过白质前连合，并且上升入对侧的外侧索，形成脊髓丘脑侧束。当此束斜行横过到对侧时，可能是通过进入的一个脊髓节，也可能是在此束横过对侧以前，先在本侧上升 1~2 节脊髓节段以后，再横过到对侧。

脊髓丘脑侧束中的纤维有一定定位关系，最外侧和后面的纤维代表身体的最下部，比较内侧的和靠前面的纤维是与上肢和颈部有关(图 5 44)。传

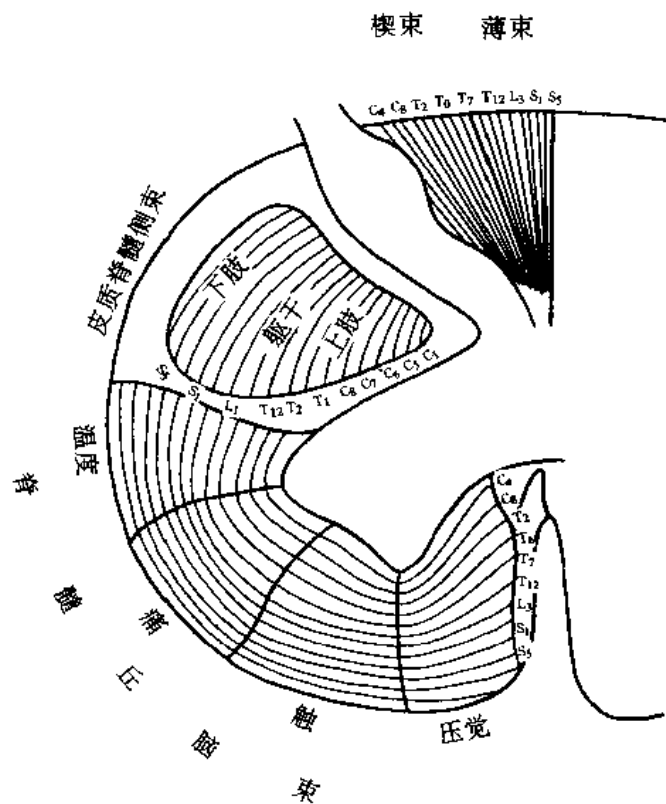


图 5 44 脊髓传导束纤维的定位排列

S 骶节 L—腰节 T—胸节 C—颈节

导温度觉的纤维在后方，传导痛觉的纤维比较靠前。即传导骶部信息的纤维位于最外侧，传导颈部的纤维位于最内侧。自外向内依次为骶、腰、胸、颈各部(图 5-44)。当髓内病变时，痛、温度觉障碍自病变节段逐渐向身体下部扩展。反之，当髓外病变时，痛觉障碍自身体下部向上扩展。

切断一侧脊髓丘脑侧束时，身体对侧损伤节段平面以下 1~2 节痛觉和温度觉完全消失(痛觉缺失 *anagesia*，温度觉缺失 *thermoanesthesia*)。此种对侧的浅感觉缺失的平面较受损的相应平面低 1~2 个脊髓节。痛觉缺失包括体壁的浅部和深部，但不包括内脏，因内脏的痛觉由双侧传导。单侧损伤时，肛门和外生殖器没有显著的影响。经过一段时间之后，患者时有痛觉的恢复，也许由于有不交叉的脊髓丘脑纤维存在之故。

Nathan 和 Smith(1951)证明，在人，促进膀胱胀满感觉的纤维和排尿愿望的纤维，以及来自膀胱、尿道下部、输尿管痛觉有关的纤维全位于脊髓丘脑侧束之内。他们认为传导尿道的触觉、压或胀满觉由后索传导。

脊颈束 *spinocervical tract*(脊髓颈丘脑通路)，Buch(1961)证实，猫并不存在不间断的脊髓丘脑束，Morin 等(1955)建议脊颈束可以作为脊髓丘脑束的同源物。脊颈束的起始细胞，Taub(1964)认为位于后角固有核(板层 III 和 IV 的位置)，从后角固有核细胞发出的轴突在同侧的外侧索后部上升，并且终于外侧颈核 *lateral cervical nucleus*。外侧颈核是一个纵行的细胞柱，位于猫脊髓的第 1 颈节和第 2 颈节外侧索，后角的前外侧(Rexed and Brodal, 1951)。有些学者记述，人的外侧颈核较小。外侧颈核的纤维在第 1 和第 2 颈脊髓节交叉到对侧，随对侧内侧丘系到丘脑，它们终于丘脑腹后外侧核的限定部位。此外，外侧颈核也发轴突至对侧下橄榄核及脑干网状结构。幼猫脊髓内的脊颈束含 2000 至 3000 条纤维，直径 10~14 μm ，是猫脊髓中最快的传导通路。解剖学的研究，脊颈束可以传导与痛刺激有关的冲动。

(3) 脊髓丘脑前束 *anterior spinothalamic tract*：是脊髓丘脑束位于前索的部分，位于脊髓前根的内侧和前庭脊髓束的背侧，它被邻近的纤维束所遮盖。许多的临床资料证明，认为此纤维束是传导粗触觉和压觉的。板层 I 和 V 的神经元对皮肤的和温度刺激有反应。板层 VI 和 VII 与肌的和关节的感受器相联系。脊髓丘脑前束起始神经元的精确位置尚未完全明瞭，通常的记述，第 2 级神经元在灰质后角，接受后根神经节初级感觉神经元进入后根轴突的直接突触。在内侧丘系和脊髓丘脑束进入丘脑处附近应用电刺激，证明板层 V 和 VI 对躯体有反应，提供了一些脊髓丘脑束起始的证据(图 5-231)。

根据脊髓索切断束 *corcotomies* 的实验表明：大部分脊髓丘脑纤维在白质前连合交叉，在接近它们的起始节段，或者在起始节段内。这些上升的纤维束在配布上有定位关系(Nathan 等, 1951)。在任何阶段交叉过的纤维均在已交叉过纤维的内侧面上升，所以，纤维束呈节段性地排列(图 5-44)，从较下节段来的纤维，位于最浅层。继续向上经过延髓、脑桥到丘脑腹后外侧核。与脊髓丘脑前束相混合的是下行性的网状脊髓纤维和上行的脊髓网状纤维。脊髓丘脑纤维可以发出侧支到脑干网状核。

(4) 脊髓小脑束：包括自脊髓传导冲动直接到达小脑的纤维束。Oscarsson 曾在猫和猴中确定，自脊髓至小脑的传导束共有 4 个，即：①脊髓小脑后束，②脊髓小脑前束，③楔小脑束，④脊髓小脑嘴侧束。

1) 脊髓小脑后束 *posterior spinocerebellar tract*：位于脊髓侧索表面的后部，主要由不交叉的纤维束组成。从胸核大细胞发出，它从第 3 腰节延伸到第 8 颈节。脊神经节的传入纤维经

后根到达胸核。胸核发出粗大的纤维，经过同侧外侧索上行，至延髓经小脑下脚(绳状体)进入小脑，终止于小脑的上蚓和下蚓。此传导束初见于上部腰节(L₁)，随进入上部脊髓节的纤维而逐渐增大，直到胸核的上端(第8颈节)。因为胸核(Clarke柱)在脊髓下部腰节和骶节不出现，冲动经这些尾部脊神经后根进入，并且汇入小脑，首先藉后根纤维的上升支运送到薄束的嘴侧；在较高阶段胸核出现时，这些纤维又离开薄束，并且进入胸核(图5-219)，(图5-42, 5-43(A))。

此不交叉的传导通路，从周围到小脑是由两个神经元组成，即脊神经节细胞和胸核。冲动从肌的肌梭和腱器的牵张感受器的刺激发出，经过脊髓小脑后束传导到小脑。胸核的神经元藉I_a类和I_b类传入纤维接受单突触刺激，并且时常有来自Ⅱ类肌梭传入纤维的附加的刺激(Oscarsson, 1965)。如此脊髓小脑后束传导从牵张感受器、触觉感受器及压觉感受器来的冲动，直接地从脊髓节段到小脑的特定部位。目前，认为此束传导的冲动与个别肢体肌的精细运动和姿势的协调有关。

2) 脊髓小脑前束 anterior spinocerebellar tract: 沿着脊髓侧索的表层，位于脊髓小脑后束的前方(图5-42, 5-43(A), 5-219)。Cooper和Sherring认为猴的此束纤维起自腰节前角背侧部的脊髓边缘细胞 spinal border cells。Hubbard和Oscarsson在猫的调查指出，猫的此传导束起自腰节3~6，起始细胞位于后角颈部和基底部的外侧部，以及灰质中间带的外侧部(即板层V, VI及VII的外侧部)。脊髓小脑前束的纤维比脊髓小脑后束的纤维少，它是由均匀的粗大纤维(11~20μm)所组成。脊髓小脑前束起始后，其大部纤维经白质前连合进入对侧侧索，小部纤维至同侧脊髓小脑前束。此束初见于下腰部脊髓节，至上颈部脊髓节有些纤维与脊髓小脑后束混合，通过脊髓、延髓、脑桥上升，在脑桥上阶段此传导束转向后，沿小脑上脚(结合臂)背面进入小脑，终于小脑前叶。脊髓小脑束在脊髓内损伤的影响是难以确定的，因为其他传导束常与该束同时存在。单纯小脑损伤可造成肌张力减低和肌运动不协调，形成小脑共济失调 cerebellar ataxia，但是位置感觉和运动感觉并未损伤。

3) 楔小脑束 cuneocerebellar tract(图5-219): 因为胸核(Clarke背核)在第8颈节以上不存在，在上部阶段进入脊髓的颈脊神经的粗纤维在同侧楔束内上升，至延髓后外侧部的副楔核 accessory cuneate nucleus 终止，副楔核的细胞发出的纤维组成楔小脑束。此束的纤维，即后外弓状纤维 posterior external arcuate。作为小脑下脚的一个成分进入小脑，并且终止于同侧的小脑皮质(第V小叶)。这些小脑传入纤维是分布于前叶中间带的前肢区，并且到达蚓锥体和正中旁小叶的前肢区。

4) 脊髓小脑嘴侧束 rostral spinocerebellar tract: 曾被Oscarsson和Uddenberg所记述，它与脊髓小脑前束相似，传导同侧前肢的神经冲动。此传导束起始细胞的位置，尚不清楚。但是它们在颈部脊髓位于胸核的嘴侧，发出不交叉的传导束，经过小脑下脚和上脚到达小脑。此传导束的纤维主要分布于小脑前叶(第I至第V小叶)的同侧部。

(5) 脊髓网状束 spinoreticular tract(图5-232): 始自脊髓各部的后角细胞，其纤维在前外侧索上升。一部分纤维终于延髓外侧网状核，自此发出的纤维经小脑下脚(绳状体)终于小脑前叶和正中旁小叶。外感觉的冲动可能通过此路径传达到小脑。脊髓网状束大部分纤维终于脑干网状结构。至延髓的纤维主要终于巨细胞网状核；至脑桥的纤维是双侧的，而比终于延髓的纤维少，主要终于脑桥尾侧网状核；只有少量纤维终于中脑网状结构。脊髓网状纤维是种系发生的古老部分，是维持意识和醒觉状态的重要结构。

(6) 脊髓顶盖束 spinotectal tract: 是小束, 位于脊髓小脑前束的内侧, 脊髓丘脑侧束的腹侧。起始于对侧的深部板层, 在脊髓前外侧部上升。在脊髓和脑干内, 终于中脑上丘的深层及中央灰质外侧区。此束传入的冲动, 可引起头颈转向刺激的来源。有人认为此束是脊髓丘脑束的一部分或其侧支组成(图 5-42,43), (图 5-231)。

(7) 脊髓皮质束 spinocortico tract: 始自全部脊髓节, 而大部分纤维始于颈髓。其纤维沿皮质脊髓束上升, 大部纤维经锥体交叉到对侧, 随锥体上升, 经内囊终于大脑皮质的深层, 可能是通过大脑皮质的反射径路。

(8) 脊髓橄榄束 spinoolivary tract: 其纤维起始于脊髓各阶段平面的深部板层, 大部分纤维在对侧前索外侧部上升, 大部终于背侧和内侧副橄榄核。自此部发出纤维多半交叉后终于小脑蚓部。此束传导皮肤感觉和肌腱的本体感觉(图 5-43(A)、(B))。

(9) 脊髓前庭束 spinovestibular tract: 其纤维从脊髓腰节开始沿同侧上升, 部分纤维与脊髓小脑后束混合, 大部纤维投射到前庭外侧核背部。

(10) 脊髓桥纤维 spinopontine fibers: 其大部纤维是脊髓皮质束的侧支, 随脊髓皮质束上升, 终于桥核, 此径路可能传导外感觉冲动至小脑。

(11) 内脏感觉束 visceral Sensory tract: 胸腹内脏的感觉纤维经后根进入脊髓, 可能在后角和中间灰质中继后, 随脊髓丘脑束上升。成对脏器的痛觉纤维, 在对侧前外侧索上行, 不成对脏器的痛觉纤维可能在两侧的前外侧索上行; 膀胱、直肠的痛觉纤维可能在后索内上行。

2. 下行传导束(图 5-43)、(图 5-45)

(1) 皮质脊髓束 corticospinal tract: 又叫锥体束 Pyramidal tract, 是最大而最重要的下行束。由 100 多万根纤维组成其中有髓鞘的纤维约有 70 万根。纤维直径有 90% 为 $1\sim 4\mu\text{m}$, 9% 为 $5\sim 10\mu\text{m}$, 还有 3 万~4 万根纤维的直径 $11\sim 12\mu\text{m}$ 。这些纤维部分始自中央前回(Brodmann4 区、运动区)的巨锥体细胞, 大部分纤维始于(Brodmann3、1、2 区)和 6 区的锥体细胞。此束下降经内囊、脚底、脑桥和延髓锥体。在锥体的下端, 约有 $\frac{2}{3}$ 的纤维交叉形成皮质脊髓侧束; 不交叉的纤维沿内侧前索下降, 成为皮质脊髓前束; 还有不交叉的纤维沿同侧侧索下降, 称为前外侧皮质脊髓束。

1) 皮质脊髓侧束 lateral corticospinal tract: 约占锥体束纤维的 75%~90%。位于侧索的后部, 脊髓小脑后束和外侧固有束之间下降, 在腰骶部因脊髓小脑后束尚未出现, 此束则位于脊髓侧索的边缘。由于此束沿路有纤维终于灰质, 所以向下逐渐缩小。此传导束纤维的定位排列, 即由外向内依次为下肢、躯干、上肢和颈部。亦有人认为在脊髓内, 皮质脊髓侧束无定位, 至少其定位不像图 5-44 所画的情况(图 5-43、44、45)(图 5-233)。

2) 皮质脊髓前束 anterior corticospinal tract: 由锥体束不交叉的纤维组成, 在前索靠近前正中裂下降。虽然有的纤维可追查到腰部, 正常情况只能追到上胸部。其纤维主要终于上肢肌和颈肌的运动核。此束只见于人和高级猿类。由于交叉纤维的数量不恒定, 此束的大小也不一致, 但缺如者极少见。个别人锥体束纤维不交叉, 形成两个巨大的锥体前束。皮质脊髓前束大部纤维终于同侧前角, 小部纤维经白质前连合, 终于对侧前角(图 5-233)。

3) 前外侧皮质脊髓束 anterolateral corticospinal tract: 此束由较细的不交叉纤维组成, 沿侧索的腹侧部下降, 终于同侧前角运动细胞。

皮质脊髓侧束的背内侧部终于板层 IV、V 和 VI 的一部分; 腹内侧部纤维终于板层 VI 和 VII

的背侧部。皮质脊髓侧束的不交叉纤维终于后角底部，中间灰质和前角中央部。近来研究认为始于中央前回的纤维终于前、后角底部和中间灰质，而始于中央后面的纤维主要终止于后角，特别是后角固有核。皮质脊髓纤维主要终于中间灰质的中间神经元。但有些纤维直接终于前角运动细胞。来自中央前面的纤维终于中轴外 epi-axial 的运动神经元，而不是中轴 axia 运

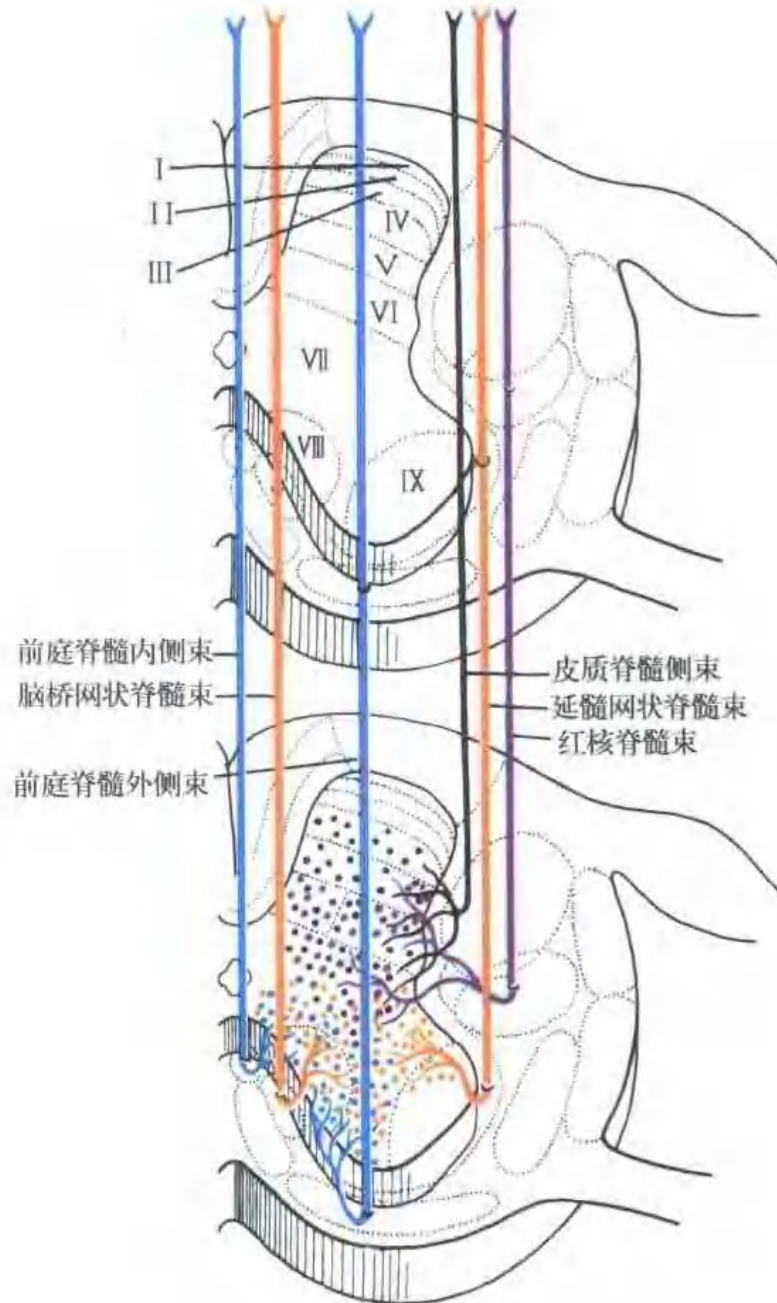


图 5-45 脊髓的主要下行束及其在灰质内的终止模式图

虚点线表示板层。皮质脊髓束是黑色的，红核脊髓束是紫色的，网状脊髓束是黄色的，前庭脊髓束是蓝色的

动神经元。皮质脊髓束的交叉纤维终于分布肢体远侧和近侧肌的神经元。不交叉纤维终于分布到近侧肢体肌的神经元。有人曾估计锥体束约有 55% 终于颈髓, 20% 终于胸髓, 25% 终于腰骶髓。这些纤维在出生前开始髓化, 到生后两岁髓化尚未完全。

(2) 网状脊髓束 reticulospinal tract: 此束由较细的纤维组成, 主要起自脑桥和延髓的网状结构。在脊髓前索和前外侧索下降, 此束的纤维起自脑桥、延髓网状结构的内侧 $\frac{2}{3}$ 部。绝大部分纤维起自巨细胞网状核和脑桥尾侧, 嘴侧网状核。起于脑桥网状结构的纤维几乎全在内侧纵束下降, 故称脑桥网状脊髓束 pontoreticulospinal tract(图 5-45); 此束主要在脊髓前索的内侧部下降。来自脑桥网状结构的少数纤维经白质前连合至对侧。其纤维主要终于板层 VII 及板层 VI 的邻近部分。延髓网状脊髓束 bulboreticulospinal tract(图 5-45), 起自两侧延髓网状结构, 但主要是同侧, 在侧索前部下降, 主要终于板层 VI, 有少量纤维终于板层 IX(图 5-232)。

网状脊髓纤维大部分可能是通过板层 VII, VIII 的中间神经元, 而影响 γ -运动神经元。脑桥网状脊髓束与前庭脊髓束的终止区相同; 延髓网状脊髓束的终止区也接受红核脊髓束和皮质脊髓束的纤维。植物神经的下行纤维, 可能随网状脊髓束和皮质脊髓束下行, 终于中间灰质的节前神经元。

(3) 前庭脊髓束 vestibulospinal tract: 位于前索, 其纤维与脊髓丘脑前束相混合。此束始于前庭外侧核, 起始后沿同侧下降, 到颈髓大部纤维位于侧索的前部, 到脊髓的尾侧部则转入前索。前庭脊髓束始自外侧核的大细胞和小细胞, 纤维的起始也有局部定位, 起于前庭外侧核腹嘴侧部纤维终于颈节; 起于背尾侧部的纤维终于腰骶节; 起于中间部的纤维终于胸节。前庭脊髓束纵行脊髓的全长。前庭脊髓束的大部纤维终止于颈节和腰节; 胸髓段只接受少量纤维。前庭脊髓束的纤维终于全部板层 VIII 和板层 VII 的内侧和中央部。其纤维与板层内的中间神经元形成轴-树突触和轴-体突触。除胸节外, 没有前庭脊髓纤维直接终于运动神经元。在胸节有少量纤维直接终于前角的前内侧群细胞(相当板层 VIII 和 VII 的一部分)。

前庭脊髓束的内侧部纤维, 起始于前庭内侧核, 沿内侧纵束下行, 只有部分纤维交叉, 可能达不到脊髓腰段, 只与颈肌和上肢肌有关, 称此部纤维为前庭脊髓内侧束 medial vestibulospinal tracts(图 5-45)。前庭脊髓内侧束, 在脊髓沿沟缘束下行, 终于前角内侧部。通过中间神经元影响 α -和 γ -运动神经元。前庭脊髓外侧束 lateral vestibulospinal tracts(图 5-45)对躯体运动可能具有易化作用, 增强肌张力, 并加强反射活动。去脑强直可因损坏前庭核而减弱; 内侧束可能具有抑制作用, 并且参与头颈部肌肉共济活动, 以维持头位平衡(图 5-227)。

(4) 红核脊髓束 rubrospinal tract(图 5-45, 5-236): 是较小的纤维束。起自中脑红核的大细胞和小细胞, 起始后立即交叉(腹侧被盖交叉), 经过脑干被盖的外侧部, 在皮质脊髓束的腹侧下降。红核脊髓束的局部定位, 终止于颈节的纤维起于红核的背内侧部; 终于腰骶节的纤维起于红核的腹外侧部; 到胸节的纤维起于红核的中间部。红核脊髓束的纤维终于板层 V、VI 和板层 VII 的背侧部。红核脊髓束在下行过程中, 发侧支至小脑、面神经核及延髓外侧网状核。红核还发出不交叉的下行纤维终于下橄榄核。

刺激猫的红核可引起对侧前肢和后肢屈曲。红核脊髓束的重要作用是控制屈肌的张力。由于其纤维不直接终于前角细胞, 可能由两条径路传导冲动。一是通过中间神经元易化屈肌 α -运动神经元; 再就是作用于 γ -运动神经元, 间接影响 α -运动神经元。

(5) 顶盖脊髓束 tectospinal tract(图 5-236): 主要起自四叠体上丘的深层细胞, 有些纤维

起自下丘和邻近的神经元。起自上丘的纤维绕中央灰质向腹侧，向内侧，在内侧纵束的前方形成背侧被盖交叉。此束在脑干上部位于内侧纵束的前方；至延髓则与内侧纵束混合，沿颈节前索前内侧部下降，大部纤维终于上部四个颈节段，只有少量纤维终于颈段下部节段。其纤维终于板层Ⅷ、Ⅵ和Ⅴ的一部分。此束传导冲动可能有完成对视觉、听觉的姿势反射运动的功能。白顶盖发出至脑干的纤维有交叉和不交叉两种纤维，终于两侧中脑网状结构和对侧桥延网状结构的内侧区。其中有一显著的顶盖脑桥束 tectopontine tract 终于桥核的后外侧部。一部纤维下降进入脊髓，称为顶盖脊髓外侧束。起始于两侧上丘的一部纤维，终于红核尾侧中脑被盖的细胞，自此发出的纤维与顶盖脊髓外侧束的纤维，共同沿红核脊髓束的腹侧下行，总称此束为外侧顶盖被盖脊髓束 lateral tectospinal tract。此束可达脊髓腰骶段，其中有些纤维终于颈节板层Ⅷ和板层Ⅴ的邻近部分。还有些纤维终于中间外侧核，参与在黑暗中引起瞳孔扩大的反射弧的组成[图 5-43(A)]。

(6) 内侧纵束 medial longitudinal fasciculus: 位于前索的后部，为一复合下行纤维束的总称，主要由下行纤维组成。它在脑干不同阶段起于不同的核，所以综合成为内侧纵束(MLF)。在脑干部由上、下行纤维组成。在脑干和脊髓，此传导束的纤维靠近正中缝，并且接近中脑水管，第 4 脑室或中央管的腹侧。在脊髓内的内侧纵束的下行纤维起自前庭内侧核、网状结构、上丘(顶盖脊髓纤维 tectospinal fibers)、cajal 中介核(中介脊髓纤维 interstitiospinal fibers)。此束纤维只在脊髓的上部颈节明显，少量纤维可追查到腰髓。

下行到内侧纵束内的前庭纤维，仅从前庭内侧核发出，终于板层Ⅷ的背侧部和板层Ⅴ的邻近部。内侧纵束下行于脊髓前索的内侧部，靠近正中裂，又称沟缘束 sulcomarginal fasciculus。

(7) 橄榄脊髓束 olivospinal tract[图 5-219,5-43(A)]: 此束位于脊髓小脑前束的前方，在脊髓前索和外侧索交界处，位置靠近脊髓表面。它与脊髓橄榄纤维相混合。脊髓橄榄纤维上到达内侧和背侧副橄榄核。橄榄脊髓束仅见于颈节，在横切面上呈浅染的三角区，从第 4 颈节以下渐消失，主要终于颈段上部的前角。此传导束在人的脊髓初步被认出，但是没有实验的证据，证明它与下橄榄核的连接(Brodal,1969)。

(三) 脊髓节间联系和反射弧

脊髓内许多短纤维，这些纤维主要起自灰质内的中间神经元，终于前角运动神经元。其纤维沿灰质柱形成上行或下行支。此上、下行支只经过几个脊髓节就终止。这些纤维在前索、侧索和后索深部，紧靠灰质形成固有束，分别称为前固有束 anterior fasciculus proprius、外侧固有束 lateral fasciculus proprius 和后固有束 posterior fasciculus proprius。固有束是由上行和下行纤维组成。后固有束位于后角之间，沿后连合形成的窄带，又称后角连合束 posterior cornu-commissural tract；外侧固有束的纤维最多；前固有束主要是脑干几个联合束的延续，如内侧纵束。其中有脊髓的联络纤维和连合纤维，这些束在脊髓又称为沟缘束。此外后根内侧部纤维的下行支也属于联合纤维，这些纤维组成的束，由于位置不同而有不同名称。在颈部位于薄束和楔束之间，称为束间束或返点束；在胸髓位于后正中隔后缘，称为隔缘束，在腰髓位于后正中隔的中部，称为卵形束 oval bundle；在骶部位于后索的内侧，称为三角束 triangular fasciculus。

固有束是脊髓内反射弧的组成部分，最简单的脊髓反射弧只包括一个传入神经元和一个传出神经元，组成单突触反射 monosynaptic reflexes，一般只局限于一个或相邻脊髓节内，称为节段内反射 intersegmental reflexes，多数反射弧是由两个以上神经元组成的多突触反射，即

在传入神经元和传出神经元之间还有中间神经元，其轴突在固有束内上行，下行数个脊髓节才终于前角细胞。此种反射称为节段间反射 intersegmental reflexes(图 5-46)。

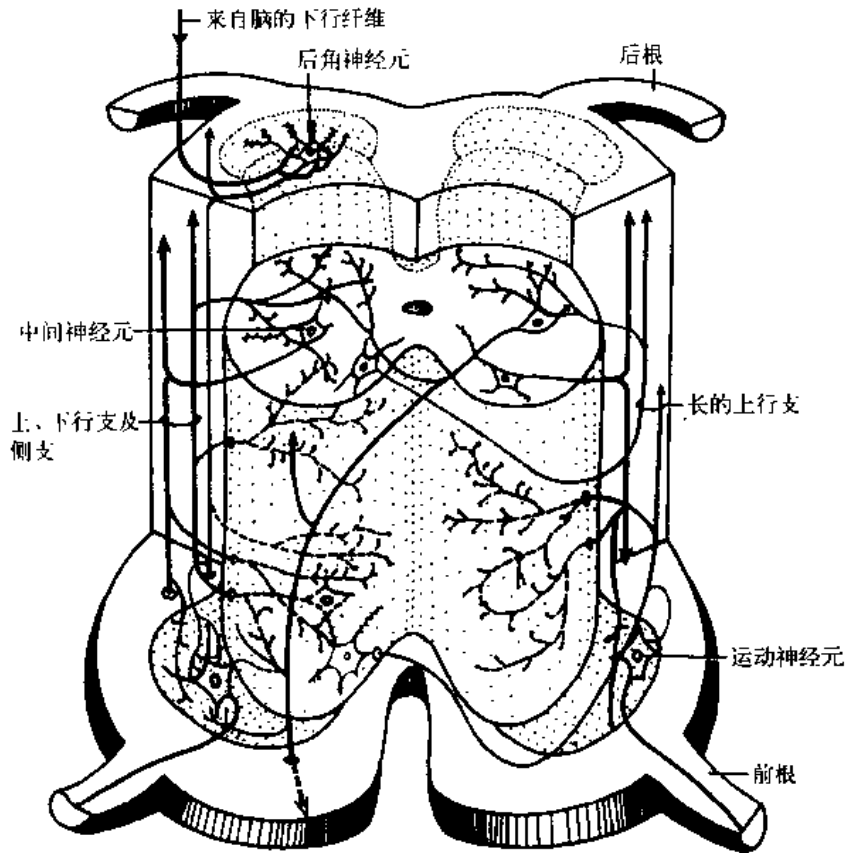


图 5-46 脊髓中间神经元联系示意图

最多数的脊髓反射具有 5 个主要成分：①外周感受器，即位于皮肤、粘膜、运动器和内脏的感觉神经末梢器官，它们接受刺激，并将这种刺激转化为神经冲动。②感觉神经元，即脊神经节细胞，它把外周感受器接受的各种刺激经后根传入脊髓。③中间神经元(有兴奋性和抑制性两种)，即脊髓反射的节段中枢，中间神经元连接着感觉和运动神经元，起联络和调节作用。④运动神经元，即前角运动细胞、中间外侧核及骶副交感核。它们发出的轴突，经前根外出，控制效应器。⑤效应器，它是运动神经末梢所支配的器官，如肌、腺等，对传来的神经冲动发生适宜的反应。牵张反射 stretch reflex 或肌弛缓性反射 myotatic reflex(图 5-47)是由两个神经元组成的单突触反射，它也是节段内反射。膝反射、跟腱反射等腱反射都是牵张反射的一种表现。其生理机能在于维持骨骼肌紧张，对维持直立姿势特别重要。接受牵拉刺激的感受器是肌梭和腱器。肌梭 muscle spindle 由专门化的细长肌纤维(梭内肌纤维)束所组成，其周围包有结缔组织囊，附着于梭外肌纤维 extrafusal muscle fibers 的肌内衣。肌梭的没有收缩力的核囊区 nuclear bag region(赤道区 equatorial region)的牵张组成机械的刺激，需要激动此种感受器的环旋末梢或初级传入纤维(group Ia)。从较小的前角细胞发出 γ 传出纤维终止于肌梭(梭内肌纤维)的极(收缩的)区导致感受器致于脊髓或脊髓上的管理之下。腱器 tendo organ 位于腱与肌的连接处。正如 Fulton 和 Pi-suner(1927~1928)首先指出肌梭与梭外肌纤维平行排列，因此肌的牵张产生肌梭的神经冲动发放，当梭外肌纤维收缩时趋向于肌梭的无能力的负荷。腱器与梭外肌纤维连续，并且能被肌的牵张或收缩引起神经冲动发放。现

在的生理学研究相信，根据间接的证据，指出低阈的肌梭是最好的包括牵张反射在内的感受器。可是到肌梭的 γ 传出纤维对这种感受器的效能，能产生有效的影响。在突然地轻扣肌或腱后而激发肌弛缓性反射(牵张反射)，在这种方式下产生一个肌的短暂的突然的牵张。如此，打击股四头肌的腱诱发出一个牵张肌的强有力的收缩和小腿的一个迅速伸展(图 5-47)。在这个例子中，所有的感觉的和运动的神经纤维组成股神经，离开和进入股四头肌。回想，二或三或较多的肌节 myotomes 的一部分被结合到每一肌，二或三或较多的脊神经和脊髓节供给感觉的或运动的纤维。股神经由第 2、第 3、第 4 腰脊神经的感觉的和运动的纤维组成。如此，位于这些感觉的和运动的纤维间的突触必须被联系到第 2、第 3、第 4 腰脊髓节段。肌弛缓性反射在确定神经系的运动的完整阶段上是有临床应用意义的，并可以揭示高级管理的解除的证据。

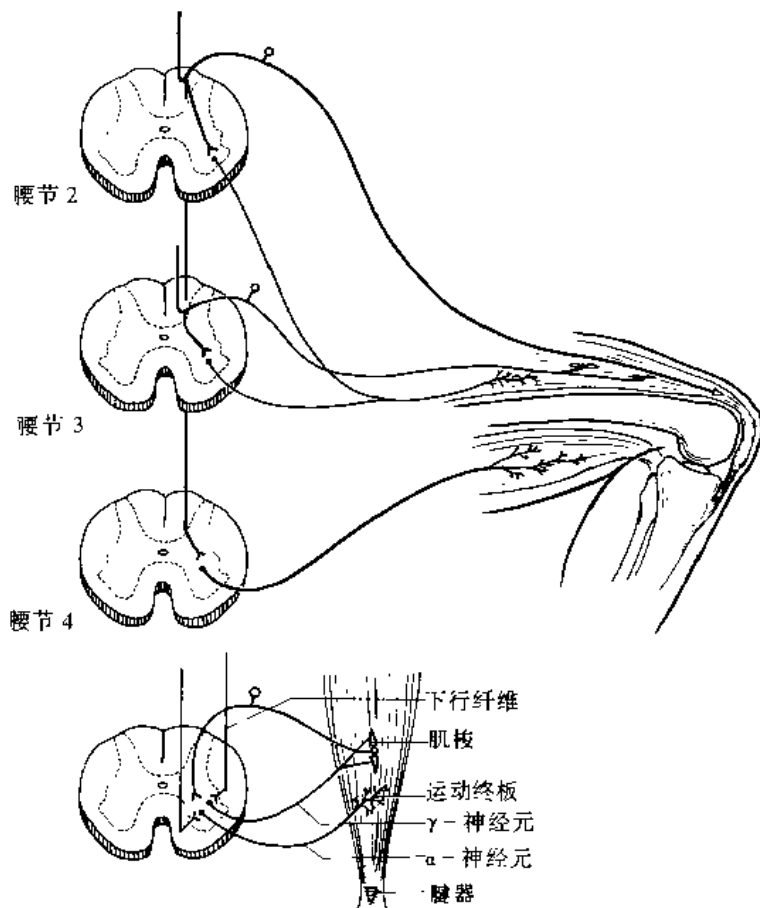


图 5-47 牵张反射模式图

从腱器来的传入纤维 (group Ib) 对 α 运动神经元有双突触的抑制的影响(图 5-47)。虽然腱器比肌梭有较高的阈， I_b 纤维的传入神经冲动发放能够产生对 α 运动神经元的抑制的影响，它可减少肌的紧张性。和肌梭不同，腱器不能接受中枢神经系的传出纤维。

三、脊髓的损伤

(一) 脊髓半横断

如脊髓外伤或髓外肿瘤可引起脊髓半横断 spinal cord hemisection 的体征和症状，这些症状形成 Brown-Sequard 综合征。①由于损伤后索，产生损伤节段以下同侧本体感觉、两点辨别觉丧失。②由于损伤了皮质脊髓侧束，出现损伤节段以下同侧上运动神经元瘫痪，形成损伤节段以下痉挛性瘫痪。由于锥体外系的抑制作用被阻断，而脊髓后根传入冲动的促进作用明显，因而肌张力增强，深反射亢进，跖反射变为踇指背屈，形成 Babinski 征阳性。③由于损伤前角，同侧损伤节段出现下运动神经元瘫和血管运动障碍。④由于损伤脊髓丘脑侧束，出现损伤平面以下对侧 1~2 节段以下的痛、温度觉消失。⑤由于损伤节段后根受害，出现感觉过敏现象；当脊髓外侧肿瘤压迫到脊髓丘脑侧束时，由于先压迫浅部纤维，首先出现骶节痛温觉消失，随着肿瘤的增长逐渐压迫深部纤维(图 5-48)。

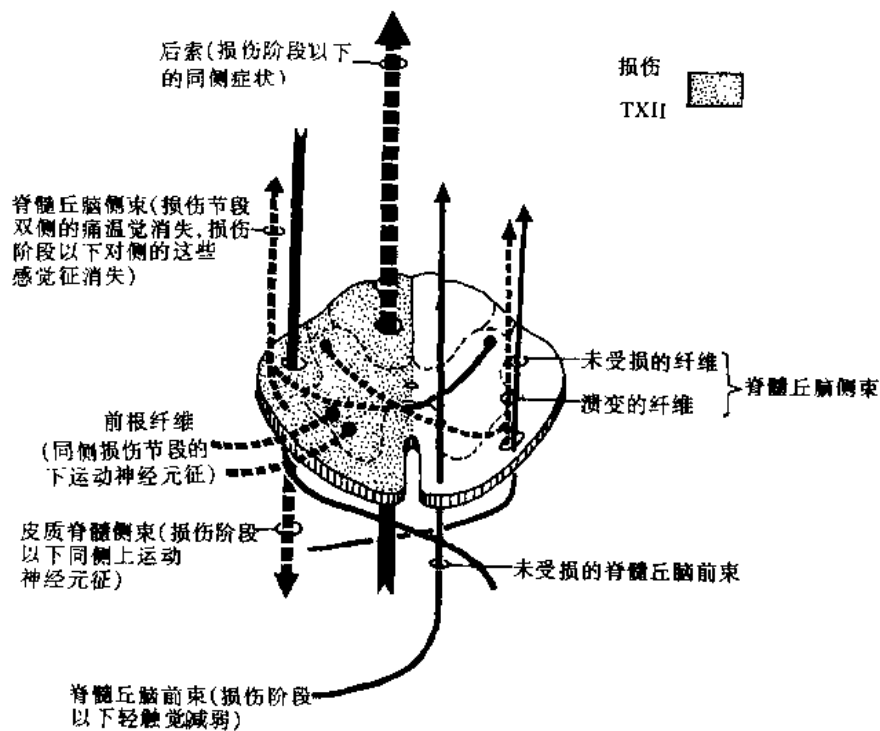


图 5-48 脊髓半横断，这种损伤形成 Brown-Sequard 综合征，箭头表示冲动传导的方向；
断续的线表示溃变的神经纤维

(二) 脊髓横断

脊髓外伤和脊髓压迫症的晚期，由于高级中枢的下行各束突然被阻断，也可导致脊髓横断 spinal cord transection 性损伤。在损伤节段以下立即产生下列症状：①躯体感觉消失，②内脏感觉消失，③运动功能消失，即随意运动瘫痪(截瘫 paraplegia)，④肌张力消失，⑤反射活动消失。此外，正常体温不能维持，大便潴留，膀胱不能排空和血压下降等，总称为脊髓休克(spinal shock)。它是从分离的脊髓尾端神经功能的全部缺乏为特征。脊髓休克的时间各种动物不同。人脊髓休克延续的时间范围为 1~6 周，平均约为 3 周。当此时间，在损伤节段以下没有神经活动的证据。在脊髓休克时期的终末，以 Babinski 征的出现为恢复的预示。损伤 1 至数周后，脊髓反射有一定的恢复。如肌张力增加和深反射亢进；对皮肤损害性刺激可引起保护性屈肌反射，搔抓反射。内脏反射活动也能部分恢复，如血压上升，发汗、排便和排尿反射。

膀胱障碍一般分三个时期。脊髓横断后的尿潴留，是由于膀胱逼尿肌瘫痪和膀胱内括约肌痉挛所致。2~3 周以后，出现溢流性尿失禁，是由于逼尿肌日益肥厚，膀胱内压暂时性胜过外括约肌的阻力而出现继续滴尿现象。到第三期出现自动排尿，可能由于腹壁肌挛缩，增加膀胱外压所致。

(三) 肌萎缩性侧索硬化

amyotrophic lateral sclerosis(图 5-49)包括上、下运动神经元。它是不知病源的退行性变病，经常发生在 50~60 岁时期，以皮质脊髓束和前角细胞的溃变为特征(图 5-49)。前角细胞的退行性变，常常开始侵犯脊髓节的颈段，此病被证明是上肢的肌萎缩，通常在小的固有的手肌、躯干肌和下肢肌的痉挛性的软弱。肌软弱通常是对称性的，并且变成此病的终末阶段。在受

影响的肌纤维的自发性收缩(即肌纤维的随意擅动)能被患者和检查者观察和感觉。受影响肌的肌伸张刺激坚持到萎缩的全部完成。在这种进行性疾病的晚期,上述的症状往往伴有由于进入脊髓腰节和骶节的下行性自主纤维的损伤而形成的膀胱和直肠的功能性紊乱。这些纤维位于网状脊髓束和皮质脊髓束附近,并且可以被认为是到脊髓内脏核的节段上联系。

(四)联合变性或后侧索硬化

恶性贫血的神经病学表现,引起周围神经和中枢神经系的变性。神经系的贫血和变性是由维生素 B₁₂ 的缺乏所引起。胃液分泌的缺乏,夺去病人维生素 B₁₂ 吸收所需要的酶。周围神经和脊髓的传导束经受各种程度的变性。脊髓变性主要侵袭在脊髓后索和皮质脊髓束,但是这种侵袭不仅只限制在现在所说的这些系统内(图 5-50(A))。联合变性病或后侧索硬化 combined system disease 的患者有感觉和运动的障碍。感觉障碍包括位置觉和振动觉的丧失,表现感觉性共济失调。感觉障碍在肢体远端是最大的,而且趋向是双侧对称的。有轻度的温度觉和痛觉的损害。下肢软弱是常见的,而且步态为痉挛的和失调的。Babinski 氏征可以在双侧引出。中等的肌消瘦通常发生在此病的晚期(图 5-50(A))。

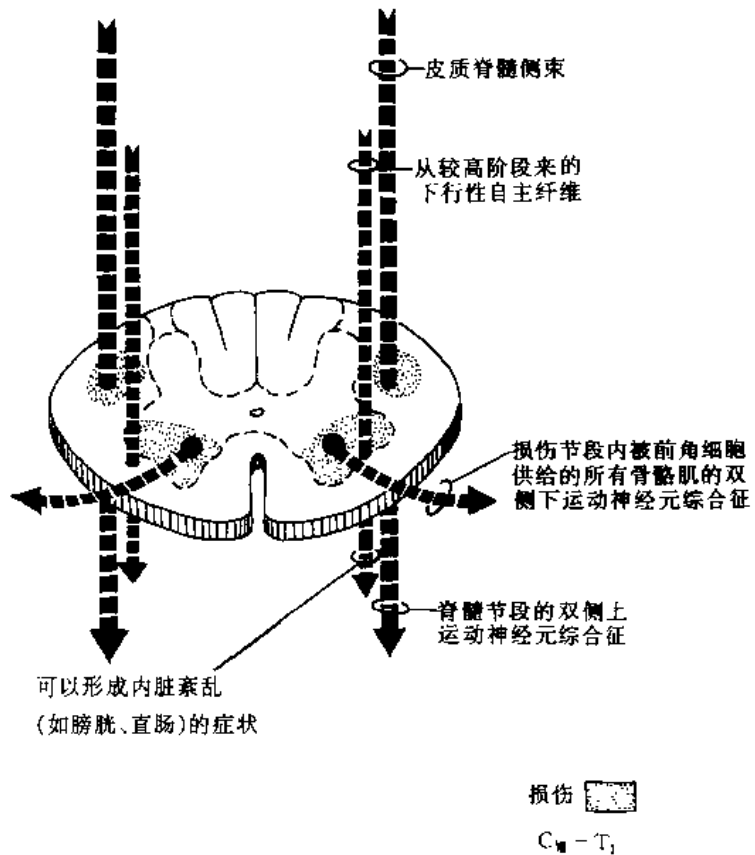


图 5-49 肌萎缩侧索硬化的脊髓损伤的图解。箭头表示冲动传导的方向;断续的线表示溃变的神经纤维

(五)脊髓空洞症

脊髓空洞症 syringomyelia 是一种以被胶质细胞围绕的中央管长空洞性的病理变化为特征的慢性病,此种胶质细胞与脊髓中央管的发育有关。这种空洞可以延伸到延髓(即延髓空洞症)。脊髓空洞症也许与胚胎时中央管闭锁异常有关。胚胎时期神经管闭合不全或遗留下来的胶质细胞索,在某些因素影响下增生,后因血液循环不良,中心部崩解退化而形成空洞。典型的脊髓空洞症发生于脊髓节的下颈段和上胸段。脊髓受疾病的侵袭区扩大,并横切面上显露出不规则的空洞,中央管空洞中含有清亮的或黄色的液体。

此病的特点是痛觉和温度觉的早期损伤或丧失,而仍保存有触觉。这种痛温觉的选择性的丧失,经常见到首先发生在手和前臂,它系起因于几个连续节段的交叉的感觉纤维(脊髓丘脑束)的中断。这种感觉丧失被称为“分离的感觉” dissociated sensory 丧失,因为另一部分感觉被保留。以后,空洞可以向外侧和后方,向上或下扩大,并可以破坏附近的纤维束和灰质。如此情况的一个病例说明于(图 5-50(B))。病例的损伤中断了第 8 颈节和第 1 胸节的脊髓丘

脑侧束的交叉纤维。创伤的轴突从它们的起始细胞离开,并且进行退行性变,图5-50(B)破折线所示。这些起自脊髓双侧交叉纤维的损害,形成脊髓第8颈节和第1胸节脊神经和皮区的双侧痛温觉丧失。所有全部第1胸脊髓节的痛觉温度觉纤维都毁坏,因为少数纤维上升和交叉到第7脊髓节,所以第8脊髓节纤维的一部分也剩下。这种损伤的类型如上所说形成“分离的感觉”。脊髓丘脑侧束的剩余部分包含正常的纤维已交叉到对侧脊髓节损伤的上方或下方。在此病例,空洞的外侧延伸部已经损坏灰质前角,并且也毁坏通过该区的神经纤维(图5-50(B))。具有此种损伤的病人,将有一个单侧下运动神经元损伤的症状和体征,以及除典型的感觉紊乱外还有一个Horner综合征。这些神经病学的发现帮助确定局部的损伤限止在脊髓第8颈节和第1胸节。

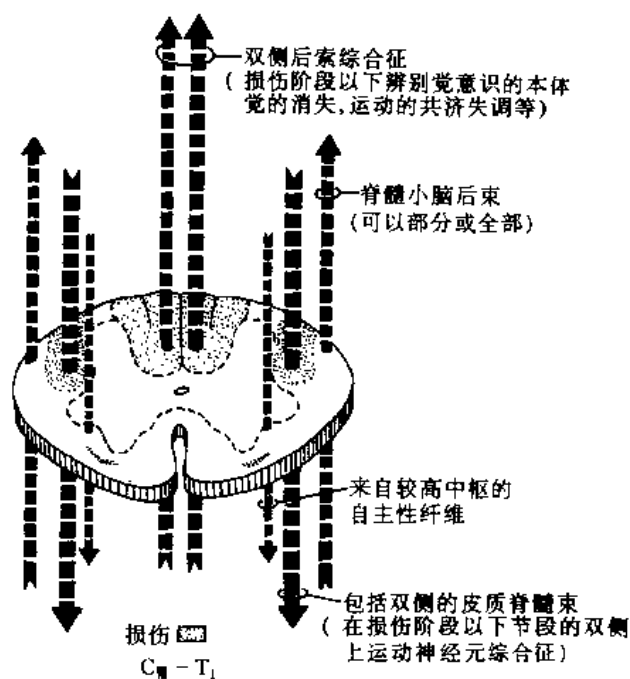


图5-50(A) 联合变性病或后侧索硬化的脊髓溃变,主要包括后索的上行纤维和侧索的下行纤维,但是这种病也包括其他传导束。箭头和断续线指示此病的变性纤维。在变异情况下,才能看到变性延伸到脊髓小脑后束

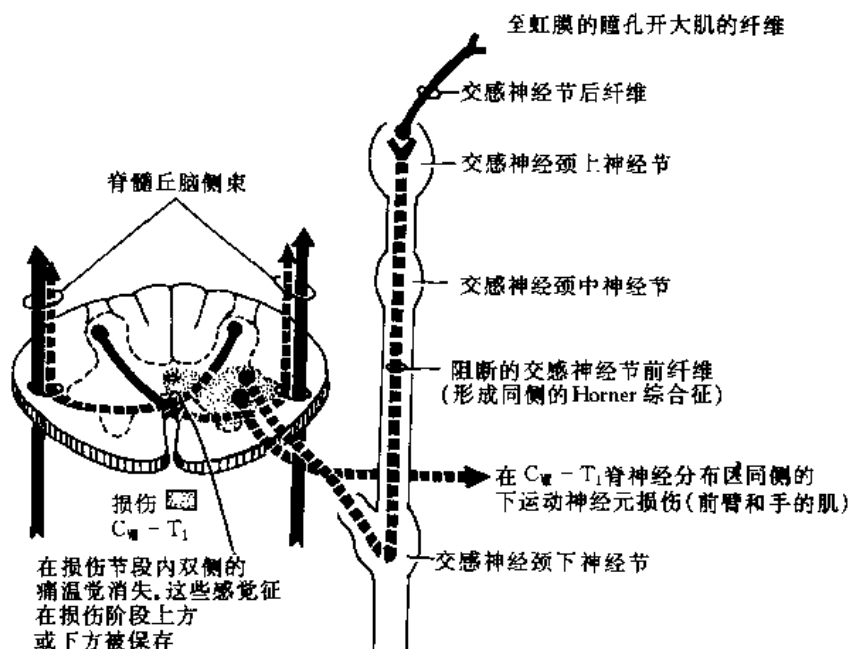


图5-50(B) 脊髓空洞症的图解,此图还有空洞的外侧延伸进入灰质前角。箭头表示冲动传导的方向;断续线表示溃变的神经纤维

(边长泰)

第二十章 延 髓

第一节 延髓的外形

延髓 medulla oblongata 如倒置的圆锥形。其下端以第一颈神经最上小根为界，约相当枕骨大孔处，向下与脊髓相续。其上端在腹侧面上以横沟与脑桥分隔；其背侧面以菱形窝的髓纹与脑桥分界。延髓腹侧斜卧于颅后窝枕骨斜坡上，延髓背侧与小脑扁桃体为邻，二者均位于枕骨大孔上方。延髓长约 3cm，可分上下两部，下部外形与脊髓类似，内腔仍为中央管，称闭锁部；上部内腔向背侧开放，形成第四脑室下半，称开放部。在前正中裂 anterior median fissure 两侧，延髓上部有棒状隆起，称锥体 pyramid，其深方有锥体束通过；两侧锥体下延形成发辫式交叉，称锥体交叉 decussation of pyramid。在锥体背外侧有卵圆形隆起，称橄榄 olive，其深方为下橄榄核。锥体与橄榄之间有前外侧沟 anterolateral sulcus，舌下神经自此沟出脑。橄榄后方有橄榄后沟 retroolivary sulcus，自上而下有舌咽神经，迷走神经及副神经在此出脑(图 5-51、52、53)。

在背侧，闭锁部可见由脊髓上行的薄束和楔束，向上分别终于膨大的薄束结节 gracile tu-

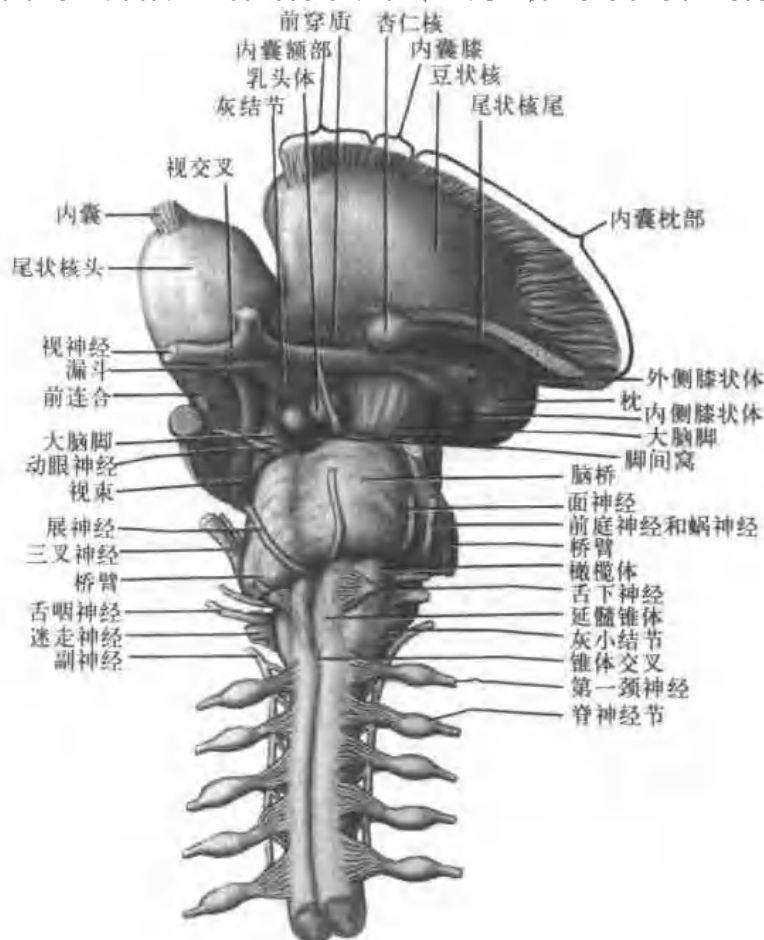


图 5-51 脑干的腹侧面

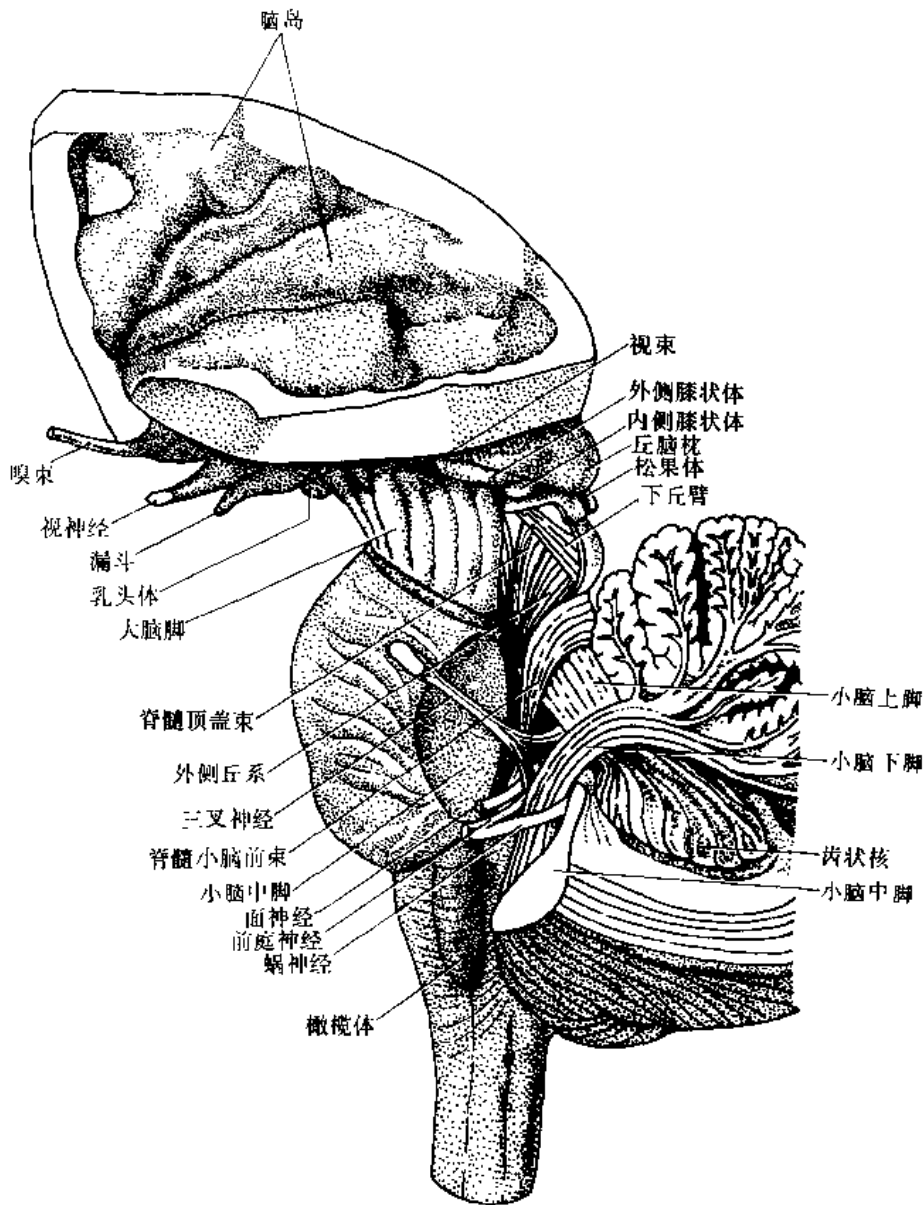


图 5-52 脑干侧面简图

bercle 和楔束结节 cuneate tubercle, 二者深方各为薄束核和楔束核。在楔束结节与橄榄之间, 有一不明显的纵行隆起, 称三叉结节或灰小结节 trigeminal tubercle, or tuberculum cinereum, 其深方为三叉神经脊束及其核。开放部在背侧面形成菱形窝下半。

菱形窝 rhomboid fossa 由延髓开放部及脑桥的背侧面组成, 构成第四脑室底。窝之上侧界是小脑上脚, 下侧界自内下而外上是薄束结节、楔束结节及小脑下脚。菱形窝上下角之间有纵行的后正中沟 posterior median sulcus。菱形窝两个侧角之间, 有几条横行的纤维束, 称(第四脑室)髓纹 striae medullares。髓纹不是蜗核的听觉纤维, 而是迷走的皮质脑桥小脑纤维, 可能与延髓弓状核、桥延体核及外弓状纤维有关。后正中沟两侧各有一条纵沟, 称界沟 sulcus limitans。后正中沟与界沟之间的内侧区称运动区, 其深方有脑神经运动核。界沟外侧区称感觉区, 其深方有脑神经感觉核。

运动区在髓纹以上呈纵行隆起, 称内侧隆起 medial eminence, 其靠近髓纹部有一对圆形膨起, 称面神经丘 facial colliculus, 由面神经膝纤维绕展神经核所致。运动区在髓纹以下, 有斜

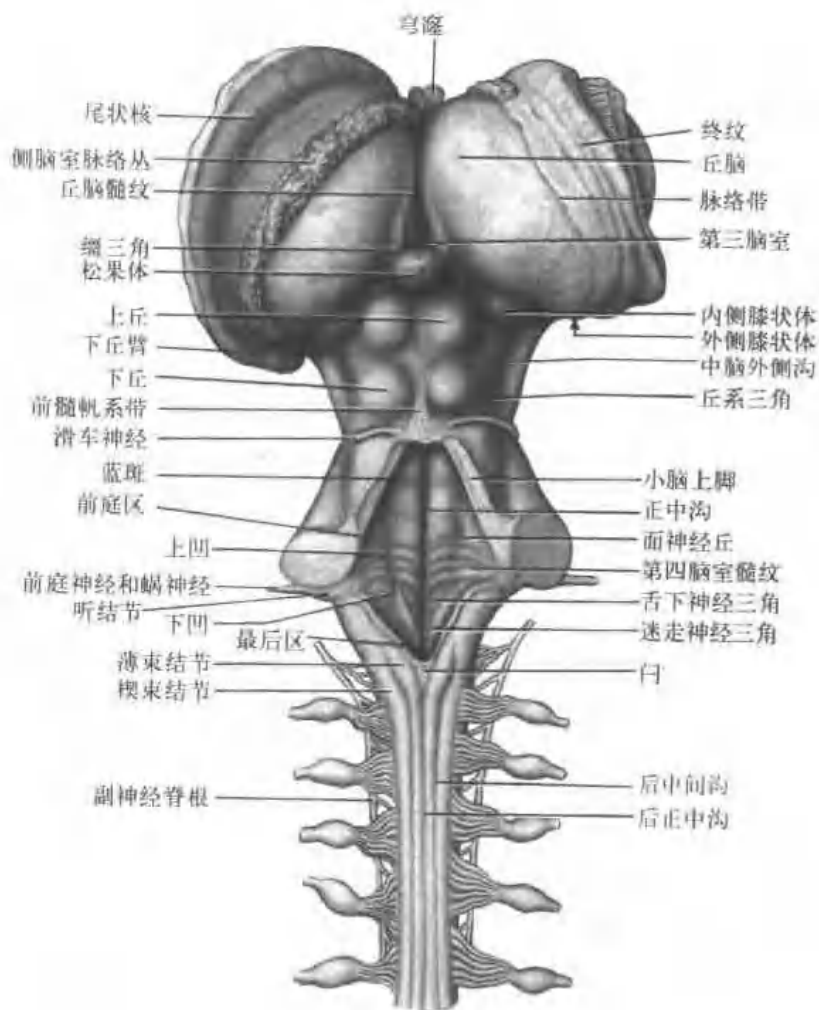


图 5-53 脑干的背侧面

向内下方的两条浅沟，将此区分为三个小三角区。内上方的叫舌下神经三角 hypoglossal triangle, 其深方是舌下神经核。居中间位的是迷走神经三角 vagal triangle, 其深方是迷走神经核。下外侧的三角狭窄，称最后区 area postrema 属室周器官之一，无血脑屏障。界沟靠近髓纹上下较明显，分别称上凹 superior fovea 和下凹 inferior fovea。界沟上端外侧有蓝色斑点区，称蓝斑 locus ceruleus, 内含蓝斑核，是去甲肾上腺素能神经元聚集的部位。由于感觉区深方以前庭神经核群最表浅，又称前庭区 vestibular area。前庭区外侧角可见一小结节，称听结节 acoustic tubercle, 其深方是蜗背侧核。在菱形窝下角，有第四脑室脉络带附着的弯曲边缘，称凹 obex。凹是表示切面水平的常用标志。

第二节 延髓内部结构

延髓与脊髓内部结构相续，但与脊髓不同，发生了几大变化：①在延髓下端，由于左右侧运动纤维形成锥体交叉，切断了灰质前角；②在锥体交叉平面上方，又出现了左右侧感觉纤维的内侧丘系交叉；③在延髓开放部，腹侧出现了巨大的下橄榄核，背外侧出现了粗大的小脑下脚纤维；④由于中央管在开放部敞开，形成第四脑室。结果运动区位于内侧，感觉区位于外侧；反之，脊髓的前角(运动区)位于腹侧，后角(感觉区)位于背侧；⑤延髓内又加入

由支配腮弓的神经细胞演化而来的神经核群(如疑核等)。延髓内主要含末四对脑神经的核群；⑥由于锥体交叉和内侧丘系交叉，灰白质截然分开的结构打乱，变为灰白质交织的脑干网状结构。

一、锥体交叉

在延髓开放部，大脑皮质下行投射纤维聚集成锥体。锥体内含锥体束中的皮质脊髓束，而皮质核束大部分纤维已离开锥体。一侧锥体内的纤维多达100万根，其中仅有3%~4%来自中央前回4区的大锥体细胞(Betz细胞)；大多数纤维来自大脑皮质其它区。此外，锥体内还有调节植物性神经活动的纤维和上行纤维，后者如脊髓脑桥纤维等。由于锥体内纤维来源广泛，纤维直径变动范围很大(图5-54)。

两侧锥体内的纤维在延髓闭锁部大部分交叉至对侧(占据锥体的内侧3/4)，在前正中裂上形成发辫式交叉，即锥体交叉，其上下间距约6~7mm。交叉纤维先位于中央管前方，后向对侧背外侧行，降入脊髓侧索背侧部，形成皮质脊髓侧束。锥体内小部分纤维(占据锥体外侧的1/4)不交叉，一部分沿脊髓前索下降，形成皮质脊髓前束；另一部分沿脊髓侧索腹

侧部下降，形成皮质脊髓前外侧束(Barnes束)。

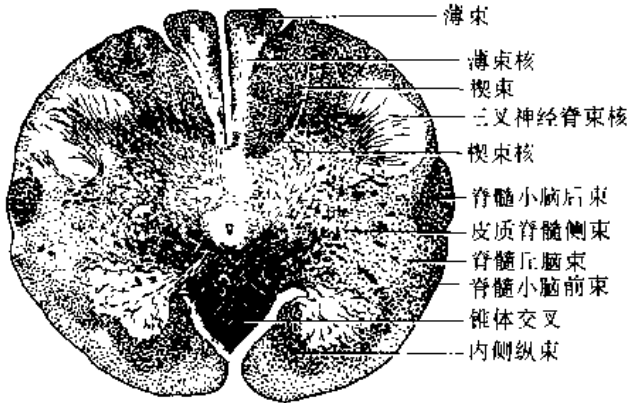


图 5-54 延髓平锥体交叉切面

锥体交叉情况个体差异很大。据 Yakovlev 等(1966)的研究，上述交叉型式者占 67.8%；双侧锥体纤维全部交叉者占 16.2%；一侧全交叉，另侧不全交叉者占 12.9%；两侧全不交叉者占 2.3%；一侧全交叉，另侧全不交叉者占 0.8%。临床证据表明，锥体及锥体交叉中的纤维有躯体定位性分布，支配上肢的纤维偏内侧，支配下肢的纤维靠外侧。关于纤维交叉顺序，有

限的资料指出，有些人是一侧纤维全部纤维交叉后，另一侧纤维再交叉；另一些人是左上肢纤维交叉后，右上肢纤维再交叉；接着，躯干左侧纤维交叉后，躯干右侧的纤维再交叉；最后，左下肢的纤维交叉后，右下肢的纤维再交叉。张培林(1955)统计国人 68 例锥体交叉类型如下(表 5-1)：

表 5-1 国人锥体交叉类型

类 型	出现例数	%±标准误
锥体交叉在表面不显型	4	5.9±2.12
单股越边型	6	8.8±3.29
左右单股交叉型	20	29.4±5.33
迭指型	25	36.8±5.66
交织型	6	8.8±3.29
混合型	7	10.3±3.52

二、后索核与内侧丘系交叉

(一) 后索核

后索核 nuclei of posterior funiculi 包括薄束核 gracile nucleus 和楔束核 cuneate nucleus, 脊髓后索的薄束和楔束分别止于相应核。在锥体交叉平面上, 薄束核已较大, 而楔束核则刚出现。自此平面向上, 随着二束纤维不断终止, 二核体积逐渐增大。至下橄榄核下端平面, 全部薄束纤维和大部分楔束纤维已被二核所取代(图 5-55)。

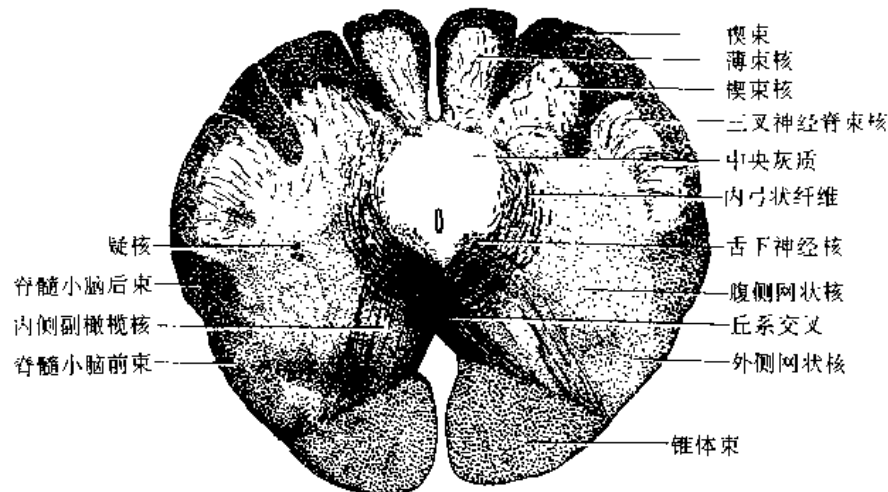


图 5-55 延髓平丘系交叉切面

据 Kuypers 和 Juerk (1964) 的研究, 猫的后索核细胞有两种主型: 一种为大而浑圆的细胞, 树突分支丰富, 多聚集在后索核的中段背侧区, 因细胞群集成簇状, 称此区为团簇带 cluster zone。另一种为中等大小细胞, 有辐射状长树突, 多集中在后索核的头端和腹侧区, 此区为网状带 reticular zone。此外, 许多研究表明, 后索核内还有许多中间神经元, 多分布在网状带。中间神经元对后索核内的投射神经元, 起突触前或突触后抑制作用。

在团簇带内, 主要接受肢体远端来的后根纤维, 相邻神经纤维在核内的终止区很少重叠。反之, 在网状带内, 汇聚着多种来源的纤维, 有来自肢体近端的 I 级或 II 级传入纤维, 也有来自大脑皮质及巨细胞网状核的纤维, 这些纤维终末在网状带内分布弥散, 相互重叠较多。从功能上看, 达团簇带的纤维其外周感受野小, 特异性强; 达网状带的传入纤维其外周感受野较大, 为多种刺激所兴奋。

大部分后索核细胞具有感受特异性, 尤其是团簇带的细胞。一是具有感受类别特异性 modality-specific, 即仅对一种感受器来的冲动起反应, 如分别对毛囊感受器、Meissner 小体、Merkel 盘、Ruffini 末梢、以及 Pacini 小体的刺激起反应; 其中触觉的皮肤感受野较小, 尤以四肢远端和指(趾)尖最小; 有些后索核细胞对关节运动起反应。二是具有感受部位特异性 place specificity, 后根纤维向后索核的投射具有严格的定位关系。三是上述两种感受特异性又为外周抑制局部回路所加强, 靠核内中间神经元的突触前或突触后抑制实现。

由于网状带细胞接受大脑皮质、巨细胞网状核、以及脊髓后角来的纤维, 调控着后索核向丘脑的投射过程。这种调控作用主要是抑制性的, 也有易化性的。此外, 后索核还有下行纤维, 经后索至脊髓后角板层 V。因为板层 V 许多细胞对伤害性刺激敏感, 故推测此下行纤维调控着疼痛传导过程。

(二) 内侧丘系交叉

后索核发出有髓纤维，绕过中央管向腹内侧行，称内弓状纤维 internal arcuate fibers。两侧内弓状纤维在中央管腹侧交叉，即内侧丘系交叉 decussation of medial lemniscus，又称感觉交叉 sensory decussation。此交叉位于锥体交叉颅侧。交叉后的纤维折向上行，组成内侧丘系 medial lemniscus，位于锥体束背侧。内侧丘系上达丘脑腹后外侧核。猴和人的内侧丘系纤维全部为交叉过的，且不发侧支至脑干网状结构。内侧丘系纤维躯体定位排列严格，薄束核纤维占据腹外侧，楔束核纤维居背内侧。向丘脑投射的纤维主要位于团簇带内；网状带细胞发纤维至脑干、小脑与脊髓，其机能意义尚不明确。

三、下橄榄核及小脑下脚

(一) 下橄榄核

下橄榄核 inferior olivary nucleus 在橄榄的深方，为一多皱、囊袋状的巨大神经核，其腹内侧是锥体束，内侧是内侧丘系。核柱长约 15mm，下端达锥体交叉上端平面，上端至面神经核下端平面。下橄榄核细胞主要由中、小型圆形或梨形细胞组成，树突短而分支少(图 5-56、57)。

1. 下橄榄核的组成

(1) 下橄榄主核 principal olivary nucleus：呈开口向中缝的囊袋状，此开口称下橄榄核门 hilum of inferior olive，主核细胞轴突经此门发出。主核周围有浓密的纤维束包绕，称橄榄核套 amiculum of olive，主要由橄榄小脑纤维组成。

(2) 背侧副橄榄核 dorsal accessory olivary nucleus：位于主核背侧，为一呈内外侧横伸的核区。

(3) 内侧副橄榄核 medial accessory olivary nucleus：位于主核内侧，为一呈背腹向纵伸的核区。

在种系发生上，主核内侧部及两个副核较古老，称旧橄榄 paleo-olive，其纤维投以小脑蚓部(旧小脑)；主核外侧大部是新橄榄 neo-olive，向属于新小脑的小脑皮质投射。内侧副橄榄核可能参与躯干肌和尾肌的运动调节，游泳本领高强的鲸此核非常发达。自鸟类开始至哺乳类，方出现背侧副橄榄核和主核，人类主核最发达，与人类新小脑发达程度相平行。

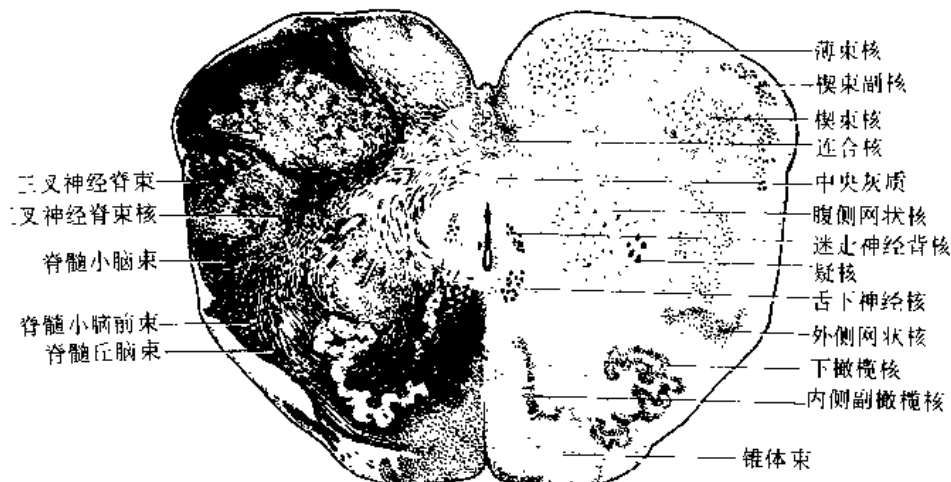


图 5-56 延髓平橄榄体尾侧部切面

2. 下橄榄核的传出联系(图 5 59、60、61)

在所有小脑中继核当中，下橄榄核和脑桥核最重要。全部下橄榄核细胞均发出橄榄小脑纤维 olivocerebellar fibers，至小脑皮质及小脑核的各个部分，在小脑内构成攀缘纤维。下橄

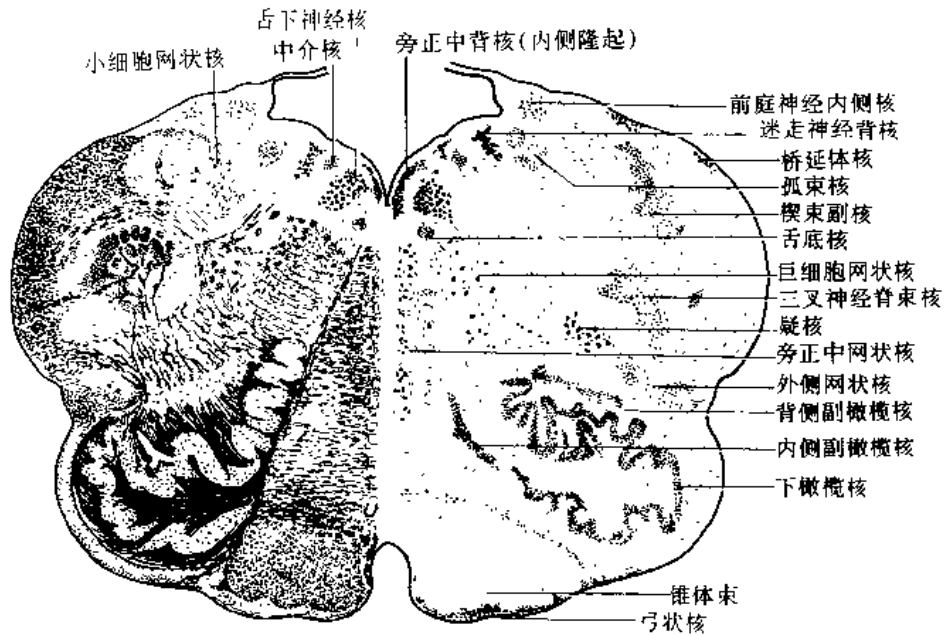


图 5 57 延髓平橄榄体中部切面

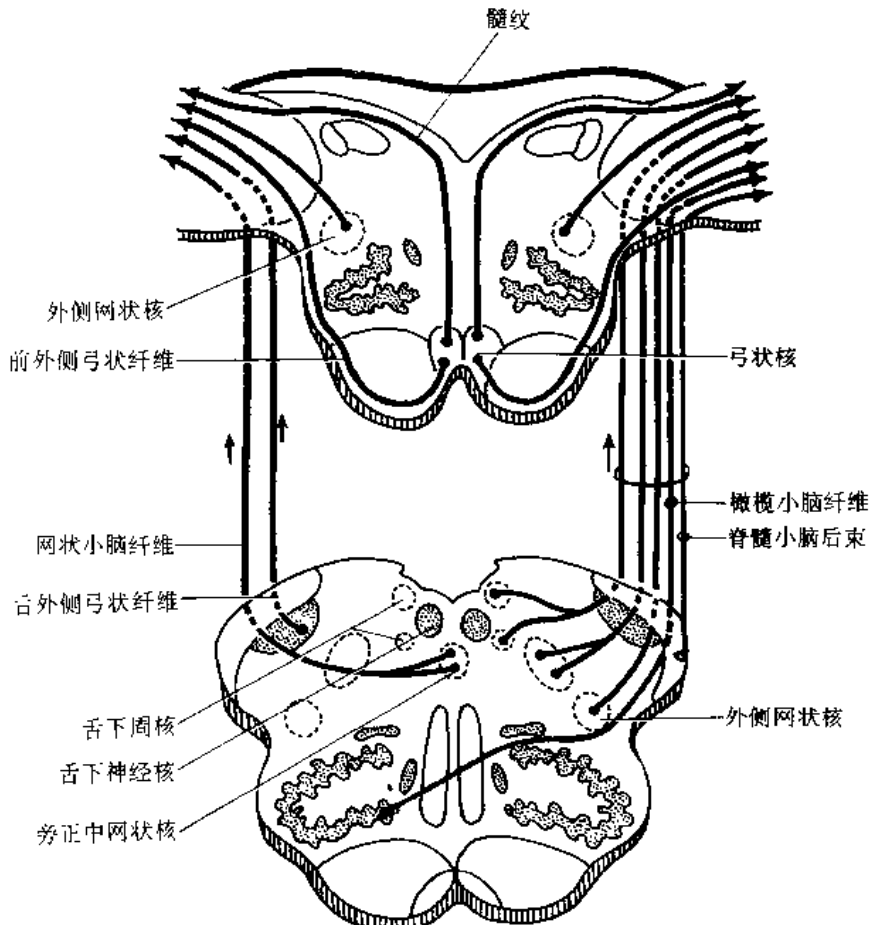


图 5-58 小脑下脚纤维组成模式图

橄榄核的一个特定区投射至数个小脑小叶，在小脑内形成一个纵带；这些纵带的躯体定位性十分精确。除至双侧顶核外，橄榄小脑纤维皆投射向小脑的对侧部。

3. 下橄榄核的传入联系(图 5-62)

下橄榄核的传入联系与传出联系相反，来源十分广泛。

(1) 脊髓橄榄束 spinoolivary tract: 据 Oscarsson(1973)的研究,可分为前索的脊髓橄榄小脑通路(VF-SOCP)和后索的脊髓橄榄小脑通路(DF-SOCP)。前者由脊髓后角细胞起始,经前索直接止于两个副橄榄核。后者经后索先至同侧后索核,后者再至对侧两个副橄榄核,是间接通路。二路在小脑前叶终止区有明确的躯体定位,即来自腰髓的纤维止于两个副橄榄核的外侧区,来自颈髓的纤维止于二核的内侧区;来自薄束核的纤维止于背侧副橄榄核的外侧区,来自楔束核的纤维止于背侧副橄榄核的内侧区;二路在小脑内终止于不同的纵带。

(2) 皮质橄榄纤维 corticoolivary fibers: 大部纤维起自大脑皮质躯体运动区,少量纤维起自6区。纤维发自大脑皮质V层中型锥体细胞,经锥体束以躯体定位方式止于下橄榄核各部。

(3) 红核橄榄束 rubroolivary tract: 与起自导水管周围灰质的纤维在一起,同行于被盖中央束内,二者皆止于主核背侧部,导水管周围灰质的纤维还止于内侧副橄榄核上端。

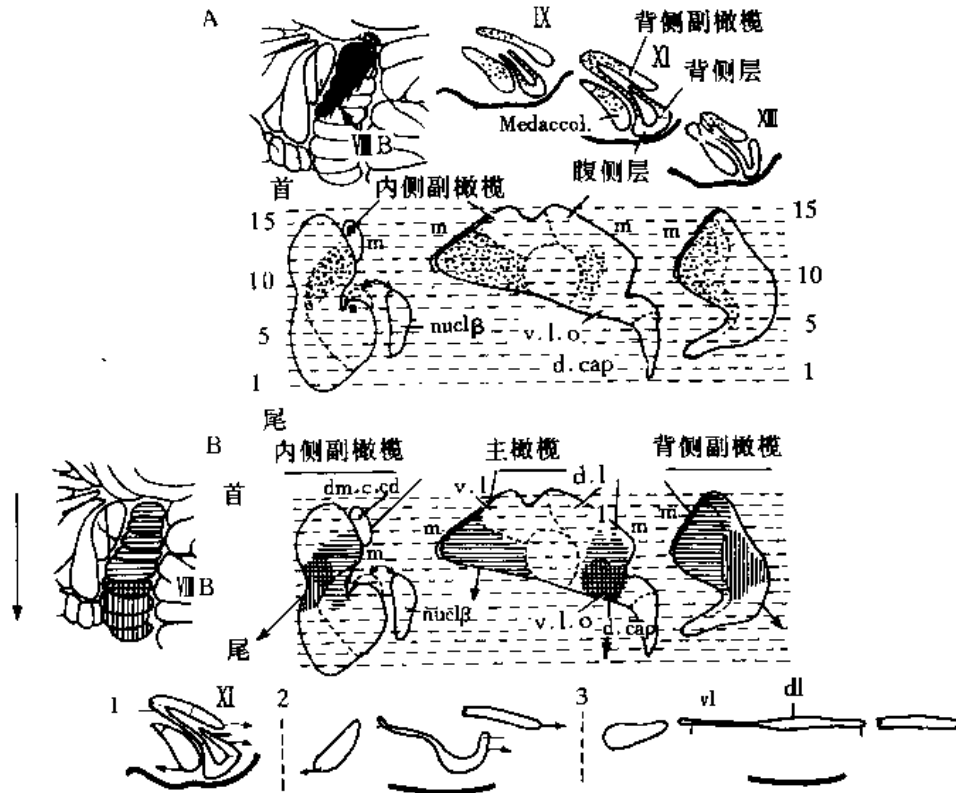


图 5-59 下橄榄核诸区向小脑一特定小叶的投射图解

A. 向猫小脑左侧旁正中小小叶内注射 HRP, 注射区(黑色区)囊括了此小叶约一半。HRP 标记细胞(黑点区)分别出现在下橄榄核的四个亚核区。左上图显示 HRP 注射范围, 右上图为在对侧下橄榄核内三个代表横切片上的标记细胞。以下诸列图设想将下橄榄核各亚核展平, 观察标记细胞的分布概况。B. 下橄榄核各亚核向小脑旁正中小小叶投射概况。

左侧图为旁正中小小叶; 右侧图是展平后的下橄榄核各亚核。请注意小叶诸区与橄榄核区的局部对应关系。缩写:

d. l. 与 v. l. 主橄榄的背层与腹层; l. 外侧; m. 内侧; 下橄榄核的各小部; d. cap 背侧小帽;

dm. c. col. 背内侧细胞柱; nucl.β. β核; v. l. o. 腹外侧凸。

(引自 A. Brodal 等, 1975)

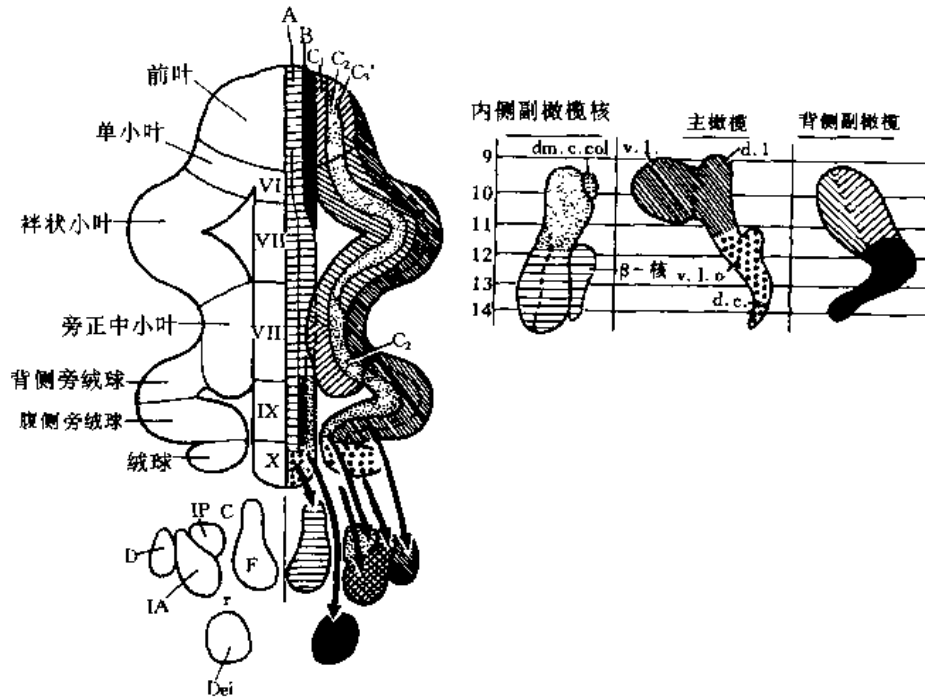


图 5-60 下橄榄核至小脑投射方式说明图

下橄榄核簇各个部分投射至小脑内不同的纵带。这些纵带或多或少呈连续状贯穿小脑。此图进一步显示从各个小脑纵带投射至小脑核群和前庭外侧核的一般型式。D. 齿状核；Dei. 前庭外侧核；F. 顶核；IA 和 IP. 前、后间位核；d. c. 背侧小帽；dm. c. col. 背内侧细胞柱；d. l. 和 v. l. 背侧层和腹侧层；v. l. α. 腹外侧凸。

(引自 Groenewegen 等, 1979)

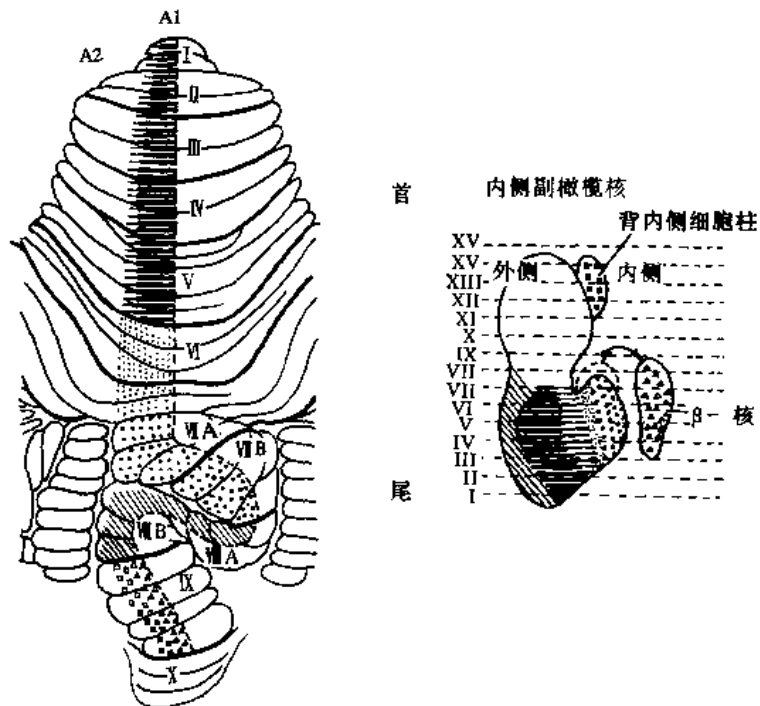


图 5-61 下橄榄核投射至小脑蚓部 Voogd A 带的模式图

左图是部分小脑表面的模式图。罗马数字表示 Larsell 小叶。右图是内侧副橄榄核腹内侧面观的重建图。除至蚓垂 (X 小叶) 的传入外，至 A 带的全部传入纤维，都来自内侧副橄榄核的尾侧半。注意定位方式，除蚓小结即第 X 小叶外，蚓部的每个小叶都从下橄榄核簇的特定部分接受传入纤维。(引自 A. Brodal, 1981)

(4) 小脑橄榄纤维 cerebelloolivary fibers: 起自齿状核和间位核, 以定位方式止于下橄榄核各部。这样, 下橄榄核与小脑形成具有往返联系的回路。

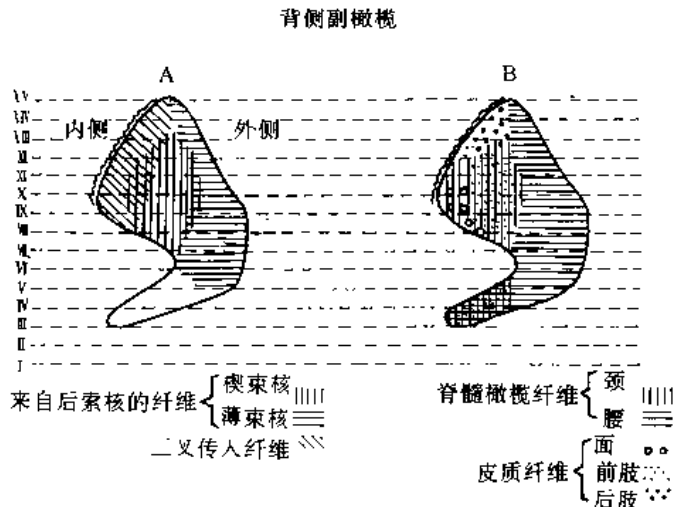


图 5-62 在背侧副橄榄核内, 不同起源的传入纤维呈定位分布

背侧副橄榄核主要经后索核(A)及脊髓橄榄腹侧束纤维(B)接受来自脊髓的输入。注意其相应的躯体定位方式(后肢在外侧, 前肢在内侧)。最内侧区接受一些三叉传入(A)。大脑皮质传入纤维终止区示于 B 图内。

(引自 A. Brodal, 1981)

(5) 其它至下橄榄核的纤维: 来自顶盖前区、上丘、前庭神经核等。

超微结构观察表明, 下橄榄核内的突触联系十分复杂, 既有突触小球, 又有缝隙连接。下橄榄核是研究比较充分的神经核, 但其功能细节仍不清楚。

(二) 小脑下脚

1. 小脑下脚 inferior cerebellar peduncle 又称绳状体 (restiform body), 由脊髓小脑后束、橄榄小脑纤维、及其它脑桥延髓核团至小脑的纤维组成; 后者包括楔束副核、弓状核、外侧网状核、旁正中网状核、脑桥被盖网状核、桥延体核、以及舌下神经周核, 发出的纤维总称网状小脑纤维 reticulo cerebellar fibers (图 5-58)。

2. 楔束副核 accessory cuneate nucleus 位于楔束核外侧, 其细胞明显比楔束核者大、染色更深, 形态与脊髓背核 Clarke's column 细胞类似。该核接受脊髓颈段和上胸段 (T_{1-6}) 的后根纤维; 其中, 颈髓上段纤维终于该核腹外侧部, 颈髓下段和上胸髓纤维终于该核的背内侧部。楔束副核的传出纤维行于延髓背外侧边缘, 组成后外侧弓状纤维 posterior external arcuate fibers, 经小脑下脚入小脑, 终止于旧小脑和古小脑。此部纤维似为脊髓小脑后束的补充, 将上肢和颈部的冲动传向同侧小脑。

3. 弓状核 arcuate nucleus 位于锥体束腹侧, 细胞与脑桥核者类似, 为中型卵圆或多角形细胞。此核接受大脑皮质纤维, 传出纤维组成前外侧弓状纤维 anterior external arcuate fibers, 经两侧小脑下脚入小脑。

4. 傍绳状体 juxtarestiform body 位于小脑下脚内侧, 由以下纤维束组成: ①前庭小脑纤维; ②三叉小脑纤维; ③小脑前庭纤维; ④顶核延髓束(钩状束); 以及⑤小脑网状纤维。

四、延髓脑神经核

(一) 舌下神经核

舌下神经核 hypoglossal nucleus 位于舌下神经三角深方。核柱长约 18mm, 介于下橄榄核下端平面与第四脑室髓纹平面之间。细胞为典型的多极运动神经元, 其轴突自核腹侧发出, 沿内侧丘系外侧向腹外侧行, 自锥体与橄榄之间出脑 (图 5-63、64)。

舌下神经核的传入纤维联系: ①皮质核束纤维, 其中舌下神经核支配颏舌肌的细胞仅接受对侧纤维, 舌下神经核其它部分接受双侧皮质核束纤维; ②脑干网状结构传入纤维; ③三

叉神经感觉核传入纤维；以及④孤束核传入纤维等。这些纤维与舌的吸吮、咀嚼和吞咽反射活动有关。舌下神经核的传出纤维支配所有的舌内、外肌(腭舌肌除外)。

(二) 副神经的核团

副神经的核团由延髓部和脊髓部组成。延髓部始自疑核的尾端，其纤维从延髓橄榄后沟下部穿出，出颅后并入迷走神经，形成喉返神经的运动纤维，支配喉肌。脊髓部始自上位5~6个颈脊髓节的前角后外侧细胞柱，其纤维向外侧穿过侧索，在颈神经前后根之间出脊髓，沿齿状韧带后方上行，经枕骨大孔入颅腔，与延髓部纤维汇合成一干，再经颈静脉孔出颅，支配胸锁乳突肌和斜方肌。

(三) 迷走神经的核团

1. 迷走神经背核 dorsal nucleus of vagus nerve 位于迷走神经三角深方，核柱上下端均略超出舌下神经核，在后者的背外侧。主要由较小的梭形细胞组成，其间杂有含粗重尼氏体和散在色素颗粒的大细胞。不同类型的细胞是否机能各异尚不十分清楚，其中可能有感觉通路二级神经元。

迷走神经背核的传入纤维主要来自：①孤束核的二级内脏感觉纤维，与内脏反射有关；②下丘脑经背侧纵束直接或间接止于此核的纤维；③额前皮质的眶区的纤维，大多路经脑干网状结构间接抵达此核；④网状结构传入纤维；⑤前庭神经核群的传入纤维。在迷走神经背核中，只含有少量有髓纤维，提示进入该核的多数纤维是无髓的。

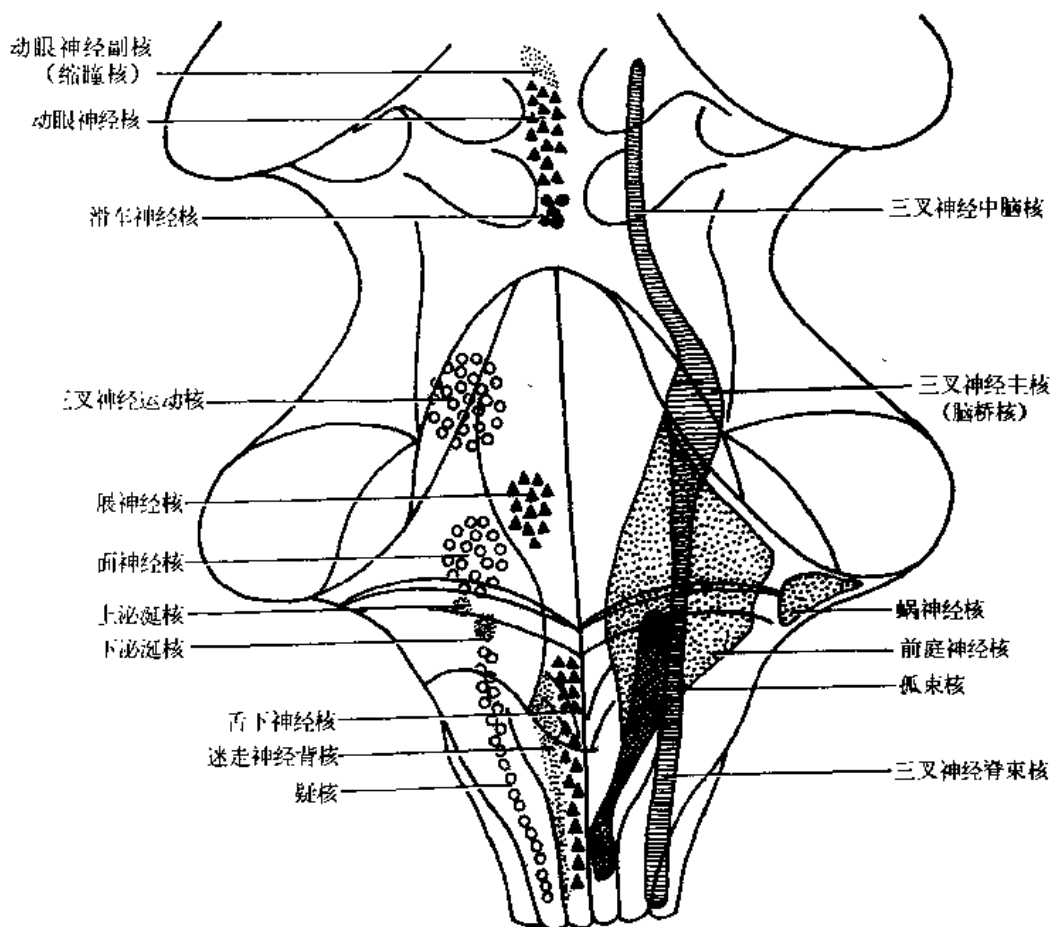


图 5-63 脑神经核在脑干背面的投影图

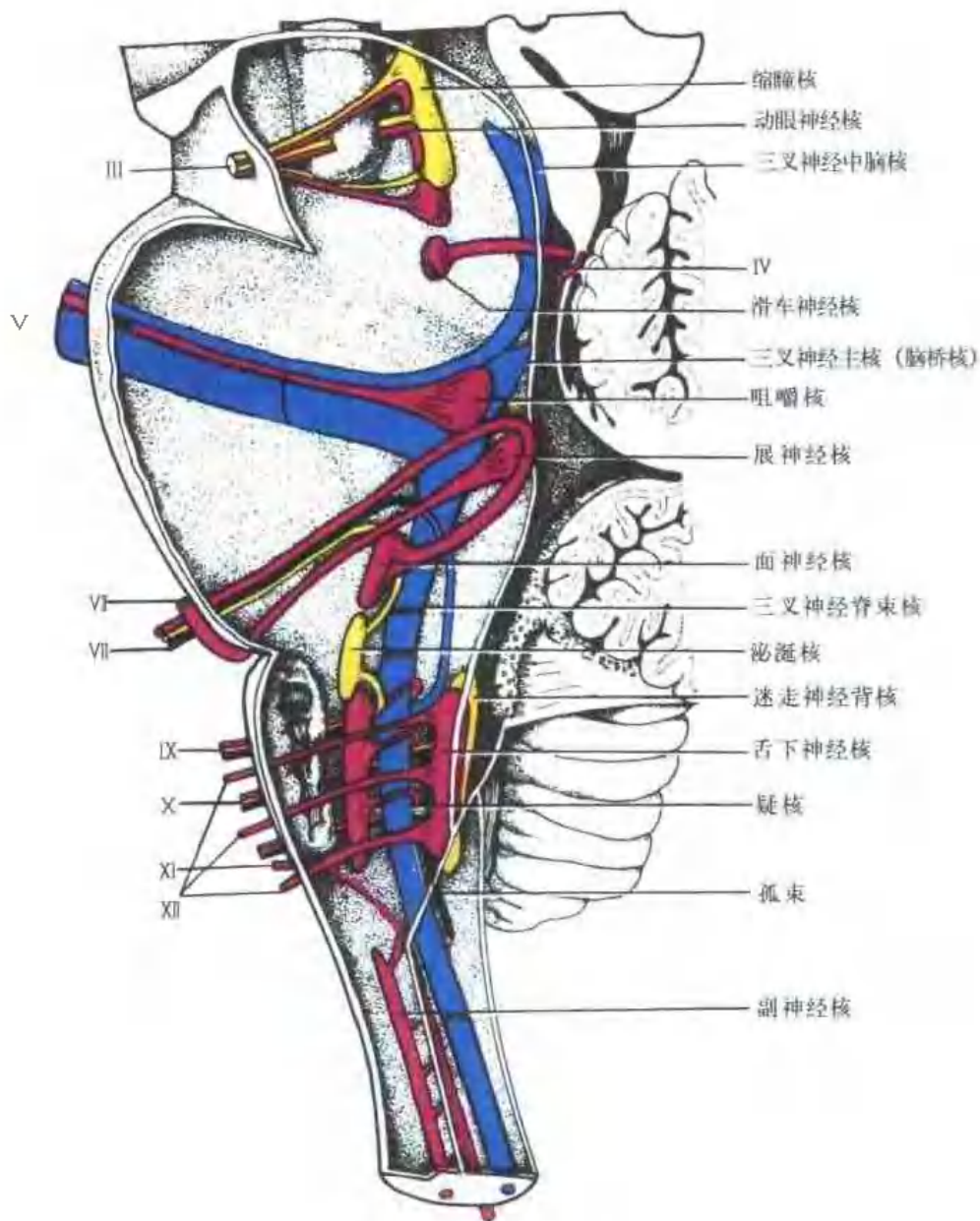


图 5-64 脑干脑神经核模式图

迷走神经背核的传出纤维向腹外侧行，穿过三叉神经脊束核及脊束，由橄榄背侧出脑。这些纤维是支配胸腹腔脏器平滑肌、心肌、以及腺体的副交感节前纤维。对迷走神经背核的神经支配，研究结果颇不一致。有人发现，家兔的该柱有躯体定位性分布，核柱尾侧部至食管和气管；核柱嘴侧部至肺及腹腔器官；核柱中间部至心和腹腔器官。猴的迷走神经背核核柱中间部由中型细胞支配心肌，其余的胸腹腔脏器由小型细胞支配。Kerr(1969)根据生理实验提出，迷走神经背核可能只发出分泌纤维，而位于疑核与迷走神经背核之间的细胞，可能支配平滑肌。用 HRP 法研究结果也很不一致，Geis 等(1980)报告，支配心肌的纤维大部起自疑核，少量来自迷走神经背核。Todo 等(1977)则否认疑核发纤维至窦房区和房室区，认为这些区主要由迷走神经背核和孤束核的某些细胞支配。

2. 疑核 nucleus ambiguus 位于延髓腹外侧网状结构内，居三叉神经脊束核和下橄榄核

之间。核柱长约16mm，始于内侧丘系交叉平面，向上伸至下橄榄核嘴侧部平面。疑核由典型的多极运动神经元组成。有报道疑核内有躯体定位性分布，支配咽喉下部诸肌的神经元位于核柱的较嘴侧，而支配咽喉上部诸肌的神经元位于核柱的较尾侧。近年研究指出，疑核还发纤维至心肌。疑核传出纤维先向背内侧行，然后转折向腹外侧，分别加入舌咽神经、迷走神经和副神经。

疑核的传入纤维主要来自：①皮质核束经过中间神经元，联系两侧疑核，控制吞咽和发声活动；②来自三叉神经感觉核和孤束核，参与由咽喉肌及其它肌完成的咳嗽、吞咽及呕吐等反射活动；③脑干网状结构，包括起自大脑皮质或皮质下结构，经过网状结构再至疑核的间接调节束路。

3. 孤束核 nucleus of solitary tract 因包绕孤束而得名。孤束 solitary tract 由面神经(中间神经)、舌咽神经、及迷走神经的内脏初级传入纤维组成，止于其周围的孤束核。孤束核基本上位于迷走神经背核外侧，核柱长约16mm，贯穿延髓全长。两侧核柱的配布呈“V”字形，即颅侧端偏向外侧，尾侧端两侧核柱会合在中央管背侧。因此，孤束核在延髓不同的横切面上，位置不断变化。一般，孤束核与迷走神经背核的细胞形态相似，但较后者小得多。

(1) 经典研究将孤束核分为以下亚核：①连合核 commissural nucleus 在延髓尾侧部，中央管背侧，为两侧核柱会合部。②味觉核 gustatory nucleus 位于孤束核上端，因接受面神经和舌咽神经的味觉纤维而得名。③迷走神经感觉背核 dorsal sensory nucleus of vagus 位于孤束的背侧。④迷走神经感觉腹核 ventral sensory nucleus of va-

gus 环绕孤束其它部分。⑤胶质亚核 subnucleus gelatinosus 在最后区平面上，位于孤束核的背外侧角。在髓鞘染色的切片上容易分辨此亚核，具胶质外貌，且缺乏有髓纤维。

(2) 大鼠孤束核的亚核：Kalia, (图 5-65)等(1984)将大鼠孤束核分为7个亚核：①连合核，位于门之尾侧平面上，是一中线核团，接受来自化学感受器、压力感受器、以及胃肠道的传入信息。②孤束内侧核 medial nucleus of solitary tract, 是最大的亚核，贯穿核柱全长内侧区。该亚核接受来自心血管、胃肠道及压力感受器的传入信息。③中间核 intermediate nucleus, 介于孤束内侧核与孤

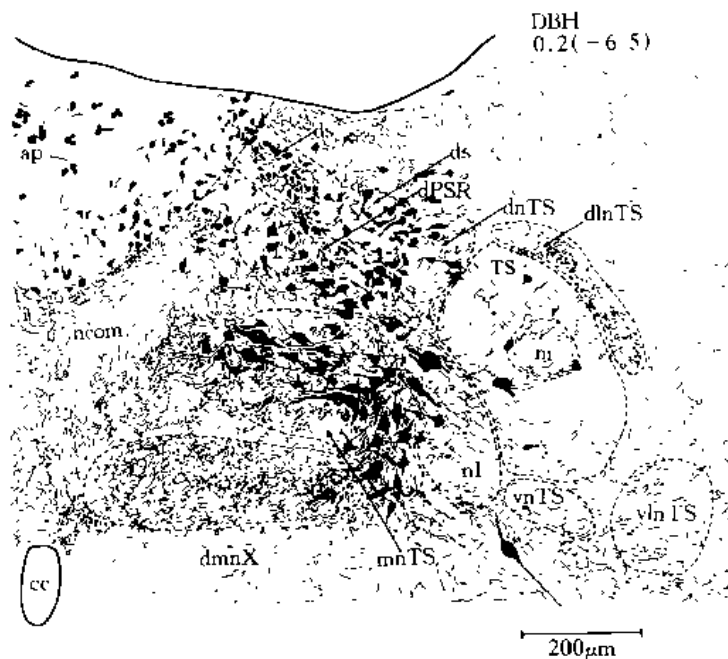


图 5-65 大鼠延髓背侧部冠状切面的线条图，显示孤束核(nTS)及其相关区

此图显示多巴胺β-羟化酶免疫反应神经元、神经纤维、以及终末前突起的定位。ap. 最后区；cc. 中央管；dlnTS. 孤束核的背外侧亚核；dmnX. 迷走神经背核；dnTS. 孤束核的背侧亚核；dPSR. 旁孤束背侧区；ds. 背侧条带；mnTS. 孤束核的内侧核；neom. 孤束核的连合核；ni. 孤束核的间质核；nI. 孤束核的中间核；TS. 孤束

(引自 M. Kalia 等, 1985)

束之间，在口嘴侧平面最明显，是肺和心传入纤维的终点。④间质核 nucleus interstitialis，位于孤束外侧部纤维内，接受喉的大部分传入纤维，此外还接受气管与支气管、以及肺的传入纤维，故它是呼吸核。⑤孤束背外侧核 dorsolateral nucleus of solitary tract，在最后区水平上，接受颈动脉窦及颈动脉小球，以及主动脉神经的压力感受器与化学感受器的传入信息，还接受来自激惹性感受器 irritant receptor 和肺牵张感受器的传入信息，因此该核参与与压力感受器及化学感受器有关的反射活动。⑥和⑦孤束腹侧核和孤束腹外侧核 ventral and ventrolateral nuclei of solitary tract，二核与颈动脉窦反射及肺牵张反射有关(图 5-66)。

此外，与孤束核相关的区域有：①室周区 periventricular region 为一无细胞区，但是邻近的孤束核细胞树突伸入此区，在口或口以上平面，可能是延髓背侧的内脏功能整合区。②孤束旁背侧区 dorsal parasolitary region 也为无细胞区，位于孤束的背侧，在最后区及其嘴侧平面上。孤束背外侧核细胞树突伸向此区。下丘脑下行传入纤维，与压力感受器及化学感受器的初级传入纤维，在此区可能相互作用。③孤束旁腹侧区 ventral parasolitary region，位于迷走神经背核的外侧，孤束的腹侧，为一边界不清的无细胞区，可能参与迷走神经背核与孤束核间的整合活动。④最后区。⑤迷走神经背核，二者与连合核关系密切。

从功能上分析，孤束腹外侧核、孤束腹侧核、中间核，以及间质核，主要与呼吸活动调节有关；显示生长抑素、脑啡肽以及 P 物质的免疫反应性，以生长抑素最突出。孤束背外侧核及连合核，主要与压力反射及化学反射有关；显示 P 物质和垂体后叶素运载蛋白 I 的免疫

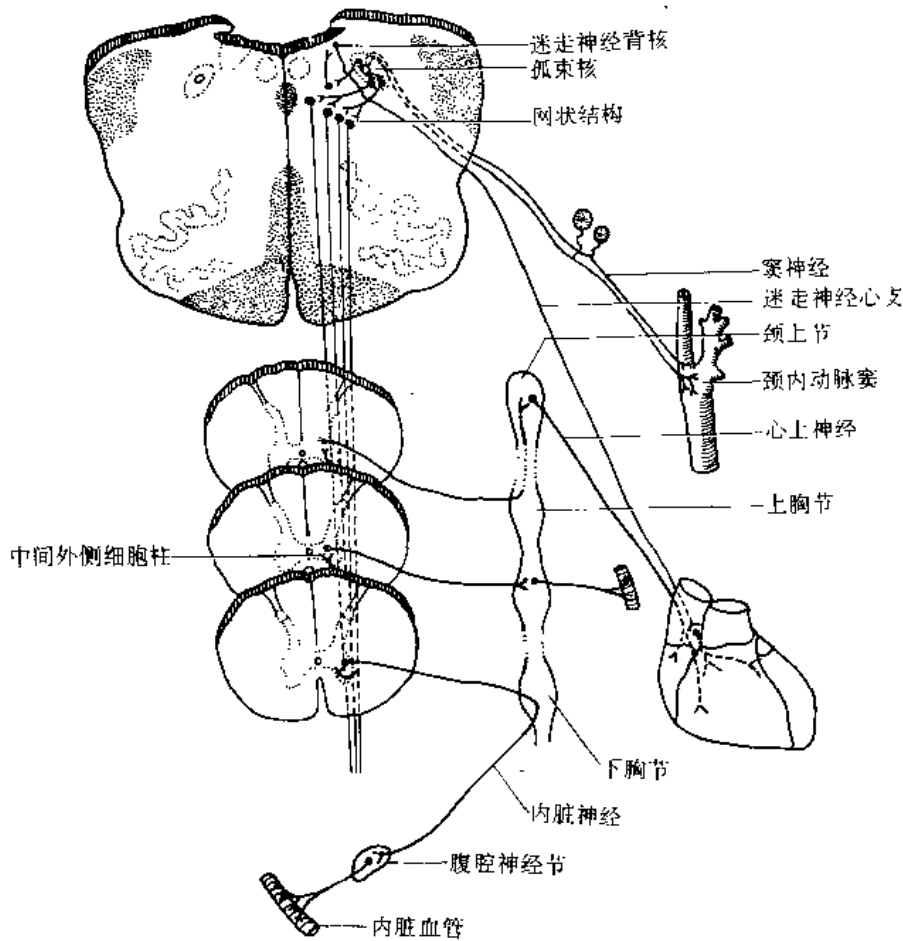


图 5-66 颈动脉窦减压反射模式图

反应性。孤束内侧核主要与胃肠道活动有关；此核接受P物质免疫反应神经末梢。孤束旁腹侧区与孤束核的呼吸神经元相联系，含P物质和脑啡肽的神经末梢。孤束旁背侧区主要与孤束核的压力与化学感受神经元相联系，含脑啡肽免疫反应性神经末梢。室周区与孤束内侧核相联系，与胃肠道功能有关，含P物质及脑啡肽免疫反应神经末梢。

(3) 孤束核的传入纤维联系：van der Kooy等(1984)对大鼠的研究表明，有以下传入通路：①起自下丘脑室旁核、弓状核、下丘脑后外侧区，一方面以单突触与孤束核建立联系；另一方面，经过脑干背外侧网状结构，建立多突触的孤束核联系。而脑干背外侧网状结构参与吞咽、呕吐、心血管与呼吸活动的调节。②来自额前皮质区，下行经大脑脚和锥体束，终止于孤束核核柱全长，尤其是孤束核的背侧部，包括孤束内侧核的背侧部和孤束背外侧核，以及连合核。直接的额前皮质-孤束核通路，可能是前脑调节心血管活动及全身植物神经活动的重要途径，属儿茶酚胺通路。③来自皮质下结构，如杏仁中央核和终纹床核，主要至同侧孤束核。以上三部分传入纤维，组成前脑内脏系统，大多与孤束核有往返联系。

(4) 孤束核的传出纤维联系：①至脑干若干区，如迷走神经背核、疑核、中缝背核以及背外侧网状结构。既可能参与多种内脏反射，又可能参与上行投射。②起自孤束核尾侧部的上行纤维，投射至下丘脑的室旁核、背内侧核、弓状核、视前内侧区和杏仁中央核等；部分纤维上达大脑皮质和嗅球。③至小脑前庭部。④孤束核脊髓束 solitariospinal tract 是被解剖和生理学证实的一个纤维束。它主要起自孤束核尾侧部，向下可追踪到腰髓，此束构成一些内脏反射弧的传出链。⑤味觉上传径路(见下述)。

(5) 味觉传入与孤束核：据 Whiteheel(1983)的研究，经过面神经中的中间神经纤维，舌咽和迷走神经味觉传入纤维至孤束核颅侧端的味觉核。现在已知，味觉传入纤维也终止于孤束核核柱的中间部(粗纤维)和尾侧部(细纤维)。孤束核发出的二级味觉纤维并不直达丘脑，面先终止于脑桥味觉区 pontine taste area，即臂旁核内的某些细胞，再经双侧上行投射，至丘脑腹后内侧核的最内侧部。其次，还有腹侧上行投射至下丘脑进食区和端脑腹侧。再向上投射至皮质味觉区 cortical taste region。过去认为，该皮质区靠近皮质嗅区。现在认为，皮质味觉区靠近中央前、后回最下部的舌感觉区。其次，还投射至脑岛前部的第二躯体感觉运动区。

(四) 舌咽神经的核团

舌咽神经的核团基本上与迷走神经的相同，包括疑核、孤束核及下涎核。下涎核 inferior salivatory nucleus 是迷走神经背核颅侧端上方的独立细胞群，位于延髓与脑桥交界的平面上，但细胞散在，一般染色切片不易辨认此核。

五、延髓内其它神经核团

在延髓内，除有末四对脑神经核、三叉神经脊束核，以及下橄榄核、后索核及楔束副核外，还有舌下周核群、最后区、舌下神经束间核、间位核、疑后核、面后核、室底核，以及 Probst 束核和延髓嘴侧腹外侧区等。

(一) 舌下周核

舌下周核 perihypoglossal nuclei，是指舌下神经核周围的若干细胞群，主要包括舌下前置核、中介核、及舌底核等。此核群虽在位置上邻近舌下神经核，但与其并无联系。近年来，对此核群研究较细致。

1. 舌下前置核 nucleus prepositus hypoglossi 位于舌下神经核颅侧，核柱长约 6~7mm，

从舌下神经核嘴侧端平面上至展神经核平面。其细胞以中型和大型者为主，也有小细胞。

(1) 舌下前置核的传入纤维联系：据 Mc Crea 和 Baker(1985)的研究，其传入纤维来自：①两侧舌下周核；②前庭神经核群；③脑桥和延髓旁正中网状结构；④小脑前庭部；少量传入纤维还来自中脑 Cajal 间位核，内侧纵束嘴侧间位核、后连合核、上丘、视束核、诸眼外肌运动核、三叉神经脊束核、颈中央核等。

(2) 舌下前置核传出纤维联系：其纤维投射至：①小脑皮质；②前庭神经核群；③下橄榄核；④脑桥和延髓旁正中网状结构；⑤傍二叠体周围的网状结构；⑥对侧上丘；⑦对侧顶盖前区；⑧眼外肌诸运动核；⑨腹外侧膝状体核；⑩丘脑中央外侧核；⑪对侧三叉神经脊束核；⑫中缝脑桥核；⑬动眼神经副核；⑭未定带；以及⑮丘脑中央旁核。

(3) 舌下前置核的功能：在协调头部与躯体运动中，该核对眼的位置和眼动速度进行判断，并将判断结果分布开来。Ⅱ、Ⅳ、Ⅵ对脑神经核和动眼前核群 preculomotor nuclei，既发纤维至眼外肌和其它眼外肌运动核，又发侧支至舌下前置核，这样可将眼动的参数转换成凝视的坐标。其次，舌下前置核与前庭神经核群及眼外肌运动核之间有双向联系，使水平向前庭-动眼反射在前置核部位起中枢整合作用。再有，Cajal 间位核是垂直向前庭-动眼反射的整合区，前置核与此核又有联系。最后，前庭神经核、脑桥和延髓网状结构等均向此核发出投射。前置核与这些核的联系，主要是获得头部和躯体运动的信息。

2. 中介核 *intercalatus nucleus of Staderini* 位于舌下神经核嘴侧部与迷走神经背核之间，细胞小而浓染，散在少量中等细胞。中介核传入纤维来自前庭内侧核、小脑皮质前庭部、顶核、与动眼有关的脑桥和中脑网状结构、舌下前置核、孤束核，舌咽与迷走神经。中介核传出纤维至小脑皮质、小脑核、前庭神经核、眼外肌运动核。中介核的功能与前庭及眼球转动机制密切相关。

3. 舌底核 *sublingual nucleus* 或称 Roller 核 位于舌下神经核嘴侧段的腹侧，由密集的中型细胞组成。对于此核纤维所知甚少，传入纤维可能来自前庭神经核和舌下前置核、大脑皮质、顶核及脊髓。传出纤维至少至小脑和舌下前置核。

(二) 最后区

最后区 *area postrema* 位于第四脑室尾侧部，连合核的背侧。最后区属室周器官之一，血管丰富，有许多大的窦状隙，属窗性毛细血管，内皮间缺乏紧密连接，因此缺少血脑屏障。既往认为最后区的细胞全部属神经胶质。但是后来发现最后区不仅有神经元胞体，而且有突触结构和神经纤维(图 5-67)。

1. 最后区的传入纤维联系 根据 Barr(1974)在大鼠上的研究，传入纤维来自：①两侧下丘脑的室旁核、背内侧核及小细胞核 *parvocellular nucleus of hypothalamus*；②孤束核尾侧部；③迷走神经传入纤维。

2. 最后区的传出纤维联系 ①至两侧孤束核、孤束及迷走神经背核，共同组成迷走背侧复合体 *dorsal vagal complex, DVC*；②疑核；③三叉神经脊束核与脊束；④三叉旁核 *paratrigeminal nucleus*；⑤延髓腹外侧儿茶酚胺细胞群；⑥小脑蚓部；⑦臂旁外侧核。

3. 最后区的功能 ①属室周器官 *circumventricular organs* 之一，与其它室周器官，如穹隆下器、终板血管器、正中隆起等有复杂的联系(图 5-161)，对脑内化学感受器和神经分泌活动起重要的协调作用。在介导血中血管紧张素Ⅱ的中枢加压作用及致渴作用方面，室周器官系统将动员起来。在摄食后调制美味感受和诱导呕吐方面，最后区是化学感受器的触发区

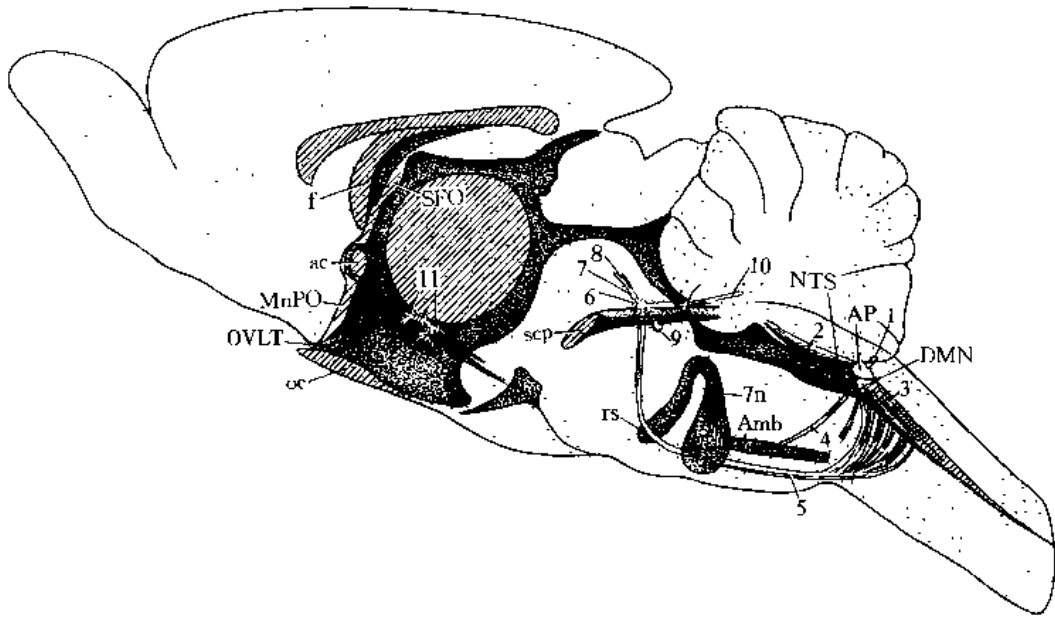


图 5-67 大鼠脑最后区的主要传入与传出联系(矢状面模式图)

1. 最后区(AP)至三叉神经脊束核和三叉旁核的投射
2. 孤束核(NTS)的嘴侧部
3. 孤束核尾侧部
4. 至或经过疑核(Amb)的投射
5. 横经延髓腹外侧儿茶酚胺细胞柱的脑桥传入纤维
6. 在臂旁外侧核内 AP 第一终末区的位置(部分被小脑上脚掩盖)
7. 在臂旁外侧核内, 第二 AP 终末区位置
8. 向嘴侧延伸至导水管周围灰质的纤维束
9. 向尾侧至臂旁内侧核和三叉神经中脑核的纤维束
10. 向小脑蚓部投射的尾内侧束
11. 传出至 AP 的下丘脑环形丛部位, 臂旁外侧核少量逆行标记细胞未在图上显示; 从中缝背核至 AP 的传入投射也未显示。DMN. 迷走神经背核 ac. 前连合 oc. 视交叉 OVLT. 终板血管器 MnPO. 视前正中核 rs. 网状脊髓束

f. 穹窿 scp. 小脑上脚 SFO. 穹窿下器 (引自 Shapiro 和 Miselis, 1982)

chemoreceptor trigger zone, 影响着植物性神经活动的传出效应。②一方面, 最后区与脑桥背外侧被盖(尤其是臂旁外侧核)相联系, 后者再向上投射至下丘脑、视前区的若干核团、杏仁中央核和终纹床核、大脑皮质以及小脑。另一方面, 最后区与孤束核尾内侧部和 A₁ 区有往返联系, 而后二者又与上述间脑区相联系。如此将神经或体液的内感受冲动, 传至前脑诸结构, 调控植物性神经活动和行为。③最后区和孤束核→臂旁外侧核→丘脑腹后内侧核最内侧部及丘脑板内核群→大脑皮质, 此径路与产生大脑皮质 α 节律有关。④最后区直接或间接地与儿茶酚胺各类神经元联系; 其中有些纤维显示, 有 5-羟色胺与脑啡肽, 去甲肾上腺素与脑啡肽及神经紧张肽共存现象; 反之, 下丘脑至最后区的下行投射中, 有些纤维含催产素、后叶加压素、甲硫脑啡肽和组胺等。

(三) 舌下神经束间核

舌下神经束间核 interfascicular nucleus of 12, 散在于向腹侧行的舌下神经根纤维中间, 位于舌底核所在平面, 细胞形态与舌底核者相似, 可能纤维联系也与后者类似。

(四) 间位核

间位核 nucleus interpositus, 位于舌下前置核与前庭神经内侧核之间, 其细胞形态与后者类似, 但更小而更淡染。

(五) 疑后核

疑后核 retroambiguus nucleus, 其核柱自脊髓和延髓交界平面, 上至下橄榄核尾端平面, 长约 4mm(猫)。其位置相当脊髓中间带外侧核, 细胞也与后者类似。

(六) 面后核

面后核 retrofacial nucleus 在猫的疑核嘴侧部，常分背腹两组细胞。背组位于被盖中间部，腹组位于面神经核尾侧，常称此腹组为面后核。

(七) 室底核

室底核 subventricular nucleus，在猫的延髓，位于舌下前置核背侧，细胞与前庭神经上核者类似。

(八) Probst 束核

Probst 束核 nucleus of Probst's bundle，位于舌下神经核和孤束核交角的腹侧，细胞中等大小。

(九) 嘴腹外侧网状核

嘴腹外侧网状核 nucleus reticularis rostroventrolateralis, RVL, Ross 等(1984)的研究指出，在延髓上部的腹外侧网状结构中，下橄榄核上 1/3 部的腹侧，有一局限区，他们命名为 RVL，此核含 C₁ 肾上腺素能细胞，其下行投射至胸髓的中间带外侧核和内侧核，控制着交感性节前神经元。此核对紧张性血管运动的调节很关键，对维持静息状态的血压很重要。

六、延髓内的主要纤维束

在延髓背外侧部有粗大的小脑下脚，前已述及，这是由脊髓小脑后束和橄榄小脑纤维等入(及出)小脑纤维组成。其腹侧是三叉神经脊束，为三叉神经的一级传入纤维，止于三叉神经核。此束的腹侧依次列有脊髓小脑前束和脊髓丘脑束等由脊髓上行的纤维束。在延髓中线的腹侧部两侧为锥体束。在延髓上部，此束由皮质脊髓束和皮质核束组成；在延髓下部，此束只由皮质脊髓束组成。在锥体束背侧，中缝两旁，由腹侧向背侧，依次排列着内侧丘系、顶盖脊髓束、内侧纵束和背侧纵束。此外，通行于延髓网状结构的还有中央被盖束及网状结构的上下行纤维束。

七、延髓病变综合征

(一) 延髓腹侧的病变

舌下神经靠近锥体束外侧出脑，此部病变常累及锥体束和舌下神经，造成病损侧舌下神经损伤和对侧躯体偏瘫。舌下神经支配同侧舌内外肌，病损侧舌肌进行性萎缩；由于颏舌肌患侧功能丧失，伸舌时对侧颏舌肌将舌推向患侧，即舌偏向患侧。由于病损平面位于锥体交叉上方，故出现对侧偏瘫。如病变为急性的，如脑血管梗塞所致，则偏瘫呈弛缓型，肌张力减弱，被动运动阻力下降，腱反射减弱，浅反射消失，足跖病理反射也消失。急性病变 4~6 周后，或慢性病变，上下肢瘫痪发展为痉挛型，肌张力亢进，被动运动阻抗增强呈折刀样，腱反射亢进，浅反射消失，足跖病理反射阳性。此种为脑干病变典型的交叉瘫。

若病灶扩展累及两侧锥体束，则可出现四肢瘫及病变侧舌肌瘫。若病灶向背侧扩展，累及内侧丘系，则可导致病损对侧躯体位置觉、振动觉及分辨性精细触觉障碍(图 5-68)。

(二) 嘴侧延髓中央区病变

外侧网状结构内的一小病灶，可能累及疑核和脊髓丘脑束。若病变在右侧，则右侧喉肌瘫痪，右声带功能丧失，声音嘶哑；右侧咽肌瘫痪，软腭右侧半肌肉不能收缩，软腭和腭垂偏向左侧，引起吞咽困难及发音障碍。若病变范围扩大，侵及内侧丘系，可能出现左侧躯体位置觉、振动觉及分辨性精细触觉丧失。若侵及孤束，将导致右侧咽粘膜感觉缺失和舌右半

味觉丧失。

(三) 嘴侧延髓背外侧区病变 (wallenberg 综合征)

椎动脉的分支小脑后下动脉，供应嘴侧延髓背外侧区和小脑蚓部的下面。血栓形成造成此动脉闭塞。病变区包括小脑下脚、三叉神经脊束和脊束核、前庭神经核、脊髓丘脑束、疑核、下行性交感神经径路，以及舌咽和迷走神经根纤维。小脑下脚内的脊髓小脑后束受损，造成小脑性共济运动失调及病变侧躯体肌张力低下。三叉神经脊束及其核受损，造成病变侧面部痛温觉丧失及角膜反射消失。脊髓丘脑束病变，导致对侧躯体痛温觉丧失。前庭神经核受损，将产生异常的眼球震颤。下行性交感神经径路受损，引起病变侧 Horner 综合征，即瞳孔缩小，上睑下垂，眼球陷没，病变侧面部无汗。疑核及舌咽和迷走神经受损，导致软腭及咽喉肌瘫痪，造成吞咽困难和发音障碍。

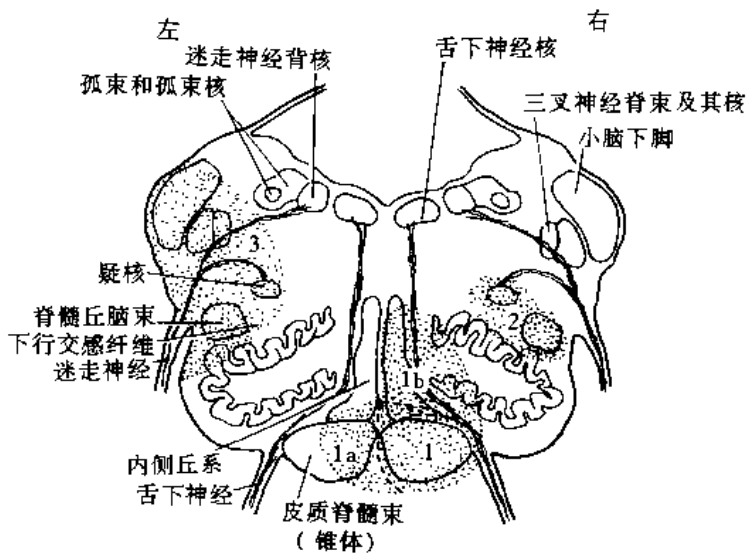


图 5-68 延髓上部的横切面。阴影区表示病变累及区

1. 右侧舌下神经和右侧锥体受累区 1a. 此病变向左侧扩展，累及左侧锥体 1b. 此病变向背侧扩展，累及右侧内侧丘系
2. 侵犯右侧疑核和脊髓丘脑束的病变区
3. 侵犯延髓背外侧部的病变，包括小脑下脚、三叉神经脊束核及脊束、脊髓丘脑束、疑核、前庭神经核、下行交感神经纤维、以及舌咽与迷走神经纤维。

(引自 Gilman 和 Winans, 1982)

(杨天祝)

第二十一章 脑 桥

第一节 脑桥外形

人的脑桥 pons 最发达,因为人体直立之后,大脑与小脑间反馈性运动调节回路高度发展,形成腹侧宽阔的横隆起,称脑桥基部 basilar part of pons。脑桥基部位于颅后窝的枕骨斜坡上。在其腹侧面正中线上,有纵行的浅沟即基底沟 basilar sulcus,有基底动脉通过。脑桥向两侧逐渐缩小,移行为桥臂 brachium pontis,又称小脑中脚 middle cerebellar peduncle,向背外侧进入小脑。在此横行纤维束中,有一束纤维从上内方斜向后下方,其部分纤维经面神经与前庭蜗神经根之间,在绳状体外侧面形成一小隆起称为桥延体 pontobulbar body。脑桥腹侧面下缘有延髓脑桥沟 bulbopontine sulcus,与延髓分界。在此横沟内,有Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ对脑神经根;其中,展神经位于脑桥下缘与延髓锥体之间;在横沟外侧端有面神经和前庭蜗神经,二者之间又有细小的中间神经,属面神经成分。此横沟外侧端恰位于脑桥、延髓以及小脑三者交界的凹窝,称为脑桥小脑三角 pontocerebellar trigone,蜗神经纤维瘤常可压迫此三角附近的脑神经。三叉神经根位于桥臂始端的中间平面上。以三叉神经根和面神经根的连线,作为桥臂与脑桥的分界。脑桥腹侧面上缘与中脑大脑脚相接,分界明显。脑桥背侧面形成菱形窝的上部。脑桥与中脑的移行部缩窄,称菱脑峡 rhombencephalic isthmus,它包括结合臂、上髓帆及丘系三角。结合臂 brachium conjunctivum,又称小脑上脚 superior cerebellar peduncle,是一对连结小脑与中脑的扁纤维束,它向前上方上升,至下丘尾侧深入中脑。上髓帆 superior medullary velum 是一薄层白质板,紧张于左右结合臂之间,形成第四脑室上部的顶壁;上髓帆尾侧部紧贴于小脑小舌的下面,其嘴侧部连于四叠体的正中沟;此沟有隆起的窄带,称上髓帆系带 frenulum of superior medullary velum;在系带的两侧,有滑车神经(Ⅳ)穿出。丘系三角 trigonum lemnisci 是结合臂上段腹外侧的三角区,其嘴侧边界为下丘臂,尾侧边界为结合臂外侧缘,腹外侧边界为中脑外侧沟。外侧丘系纤维通过此区(图 5-51, 52, 53)。

第二节 脑桥内部结构

在脑桥横切面上,以斜方体(后述)为界,将脑桥分为背腹两个部分。背侧部称为脑桥被盖 tegmentum of pons,是延髓的延续部分;腹侧部即桥基底,是种系发生上较晚的部分(图 5-69、70、71)。

一、脑桥基底

人的桥基底比被盖大,主要由纵横纤维组成,纤维间有许多细胞团簇。

(一) 脑桥纵行纤维

包括锥体束、皮质脑桥束和皮质网状束等。

1. 锥体束 pyramidal tract 包括皮质脊髓束和皮质核束。皮质脊髓束 corticospinal tract 通过脑桥时,被横行纤维分隔为若干小束,至脑桥下缘又聚集起来,进入延髓锥体。皮质核束

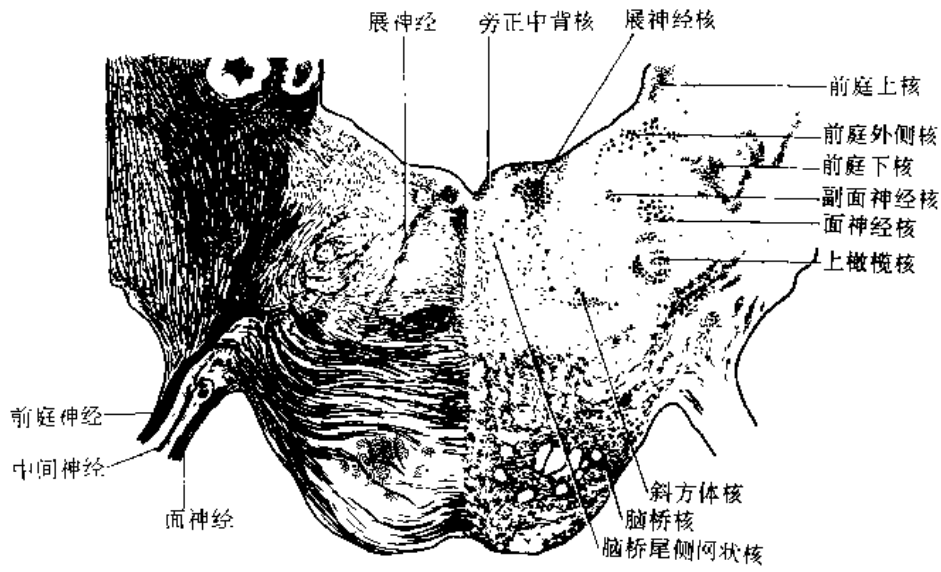


图 5-69 脑桥下部横切面

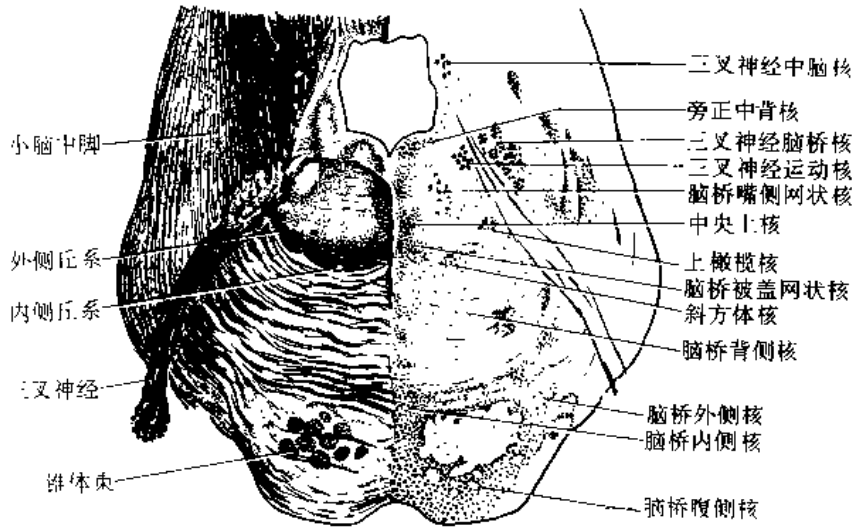


图 5-70 脑桥中部横切面

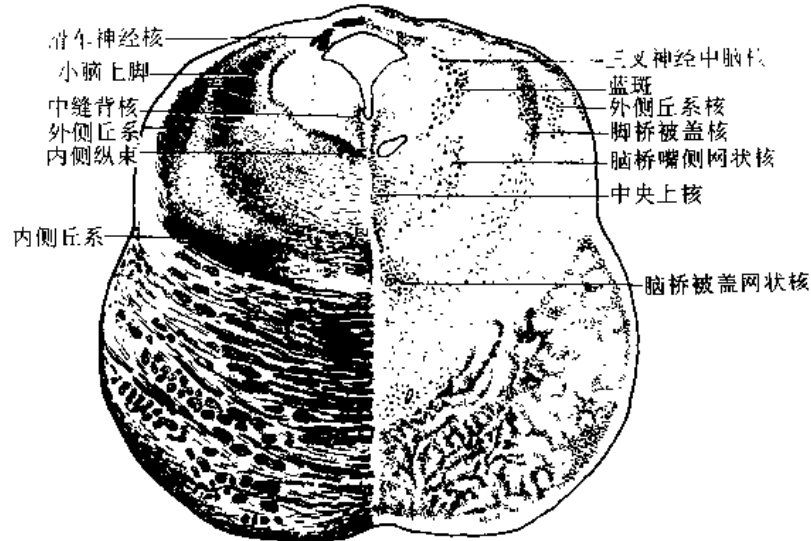


图 5-71 脑桥上部横切面

corticonuclear tract, 又称皮质延髓束 corticobulbar tract, 与皮质脊髓束伴行, 在下行途中不断有纤维离开锥体束, 移向背侧或掺入内侧丘系内, 再进入脑桥被盖。皮质核束纤维至脑神经躯体运动核, 除面神经核下半和舌下神经核只接受对侧皮质核束外, 其余运动核皆接受双侧皮质核束。少数纤维可直接止于运动核, 多数纤维经过网状结构中间神经元中继后, 与运动核间接联系。

据 Elliott(1963)记载, 在内囊下方, 皮质核束逐渐分散成几个束(图 5-72)。至动眼神经核、滑车神经核的纤维, 自皮质核束主干背侧发出, 穿经黑质和中脑网状结构, 向背外侧行至二核, 此部纤维称外侧皮质核束 lateral corticonuclear tract。至三叉神经运动核的纤维, 少量来自外侧皮质核束, 但主要来自内侧皮质核束 medial corticonuclear tract。后者自皮质核束主干腹侧发出, 向内侧行, 再沿内侧丘系内侧下行。面神经核接受三组纤维: 外侧束、内侧束、以及由主干发出的分散纤维。舌下神经核接受皮质核束主干来的弥散纤维。疑核接受主干束终端的纤维; 主干纤维与皮质脊髓束一起, 在延髓下端越过锥体交叉, 下行至上部颈脊髓节, 继而转向背侧再上行, 至延髓内的疑核。此发针样纤维束, 又称 Rick 束 Rick's bundle。

2. 皮质脑桥束 corticopontine tract 起自大脑皮质各叶, 终于脑桥核。包括起自额前区, 止于同侧脑桥核内侧群的额桥束 frontopontine tract, 和起自顶上和顶下小叶, 枕颞叶背外侧面, 止于同侧脑桥核外侧群和背侧群的顶枕颞桥束 parietooccipito-temporopontine tract。据估计, 人类一侧皮质脑桥纤维总数约 1900 万条, 一侧脑桥核细胞总数约 2300 万个, 二者数目接近(Afini 等 1980)。据猕猴的资料, 皮质脑桥束终止情况有三种: ①大脑皮质某一特定区的纤维, 通常局限地终止于脑桥核的一个“纵柱”; ②不同皮质区的纤维, 可汇集于同一脑桥核细胞上; ③一个皮质区的纤维又常投射至脑桥核的数个小区。猫的资料表明, 在大脑皮质、脑桥核及小脑皮质之间, 具有某种程度的躯体定位排列关系。

3. 皮质网状束 corticoreticular tract 参见脑干网状结构章。

(二) 脑桥横行纤维

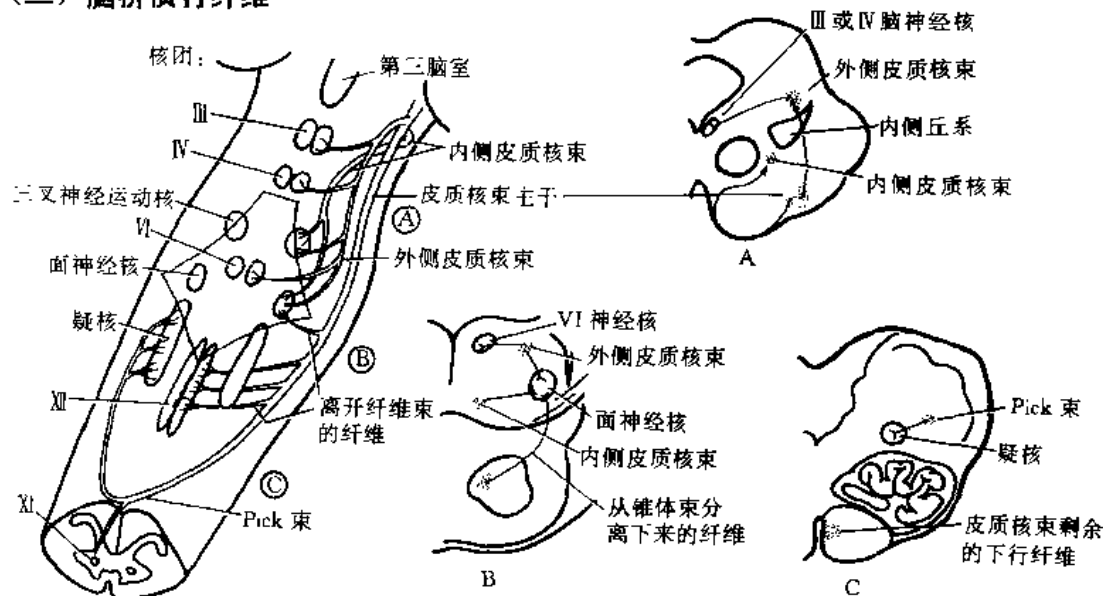


图 5-72 皮质核束系统, 锥体束向脑神经的躯体运动核和内脏运动核发出分支。为了图显示清晰, 重要的越边联系没有显示, 只显示了 Pick 束和至副神经核的越边纤维。

A. B. C 为三个不同脑干高度的横切面(H. C. Elliott, 1963)

脑桥横行纤维 transverse fibers of pons 由脑桥核细胞发出，止于小脑皮质，多数纤维越过中线交叉至对侧，组成脑桥小脑纤维 pontocerebellar fibers，即小脑中脚。

1. 脑桥核 pontine nucleus 根据其于锥体束的位置关系，可分为内侧群、腹侧群、外侧群和背侧群。后两组参与跟踪视靶回路。该核以中小型略显肥大的多角形细胞居多。脑桥核除主要接受皮质脑桥束外，其传入纤维还来自：①上丘与下丘的顶盖脑桥纤维；②脊髓脑桥纤维；③后索核脑桥纤维；④三叉神经脊束核脑桥纤维；⑤网状脑桥纤维以及⑥小脑脑桥纤维 (Swenson 等, 1984)。这意味着躯体感觉信息，除经脊髓小脑束直达小脑外，还可经脊髓、脑干、以及大脑皮质，通过脑桥核间接至小脑。其次，小脑与脑桥间有着往返联系。

2. 脑桥小脑纤维 所有的脑桥核细胞均发纤维至小脑，主要是到对侧小脑，少量纤维到同侧小脑。大部分脑桥小脑纤维为细苔藓纤维，其中至小脑半球及绒球旁区的纤维最多；蚓部接受双侧纤维，但纤维数量较少；也有纤维至绒球和小脑神经核，但小结叶未有纤维终止。脑桥小脑束在组构方面有特点：①脑桥核的一个“纵柱”，常投射至数个小脑区；②每个小脑区接受两个以上脑桥核区来的纤维；③部分纤维在小脑内有躯体定位性分布。皮质脑桥束和脑桥小脑束总称皮质小脑束 corticocerebellar tract，构成大脑-小脑-大脑回路的一部分，此回路与控制随意运动的灵活性或自由度有关。

3. 桥延体核 nucleus of pontobulbar body 与脑桥核同源，其形态与位置因部位而异。其上部位于小脑中脚的腹侧面，为一不规则的较大细胞群；该核向尾侧延伸，呈弓状围绕小脑下脚的外侧和背侧；在脑桥和延髓交界平面上，位于小脑下脚的腹侧。此核由不规则的小型多边形细胞组成。传入纤维来自皮质脑桥束和小脑皮质的纤维；其传出纤维至小脑。除桥延体核外，延髓弓状核及脑桥被盖网状核，也属脑桥核同源核。

二、脑桥被盖

脑桥被盖的结构与延髓相似，其背侧部有一层灰质，形成菱形窝上半部，其中含 V ~ VIII 对脑神经的核团。灰质层与脑桥基部之间，有脑桥网状结构。许多纵行传导束也通行于脑桥。

(一) 脑桥内的脑神经核及其它结构

1. 前庭神经核 vestibular nuclei 位于第四脑室底菱形窝界沟外侧的前庭区深方，由四个大核及一些小核组成(图 5-63、69)。

(1) 前庭内侧核 medial vestibular nucleus of Schwalbe: 核柱长约 9mm，介于薄束核上端与展神经核下端平面之间。其腹外侧与孤束核为邻，其外侧与前庭下核及前庭外侧核为邻。此核由密集的中、小型细胞组成，多呈卵圆形、梭形或三角形，尼氏体淡染，但在核团的背外侧部散有大而深染的细胞。

(2) 前庭外侧核 lateral vestibular nucleus of Deiter: 核柱长约 4mm，介于前庭下核上端与三叉神经运动核下端平面之间。其外邻小脑下脚，腹侧接小细胞网状核。此核含大型多极神经元，也散布着中、小型细胞。

(3) 前庭下核 inferior vestibular nucleus: 核柱长约 5mm，介于楔束副核上端与面神经核下端之间。其外邻小脑下脚，内接前庭内侧核。此核多数细胞为中型多极神经元，但不如前庭内侧核细胞排列密集；散在其间还有形态类似的小细胞。在细胞之间散布着一些被横断的纤维束(前庭神经降支)，这是在切片上识别此核的一个特征。

(4) 前庭上核 superior vestibular nucleus: 此核为前庭内、外侧核上端向上延伸的细胞区,核之上界不甚明确。在横切面上,此核恰位于第四脑室底与侧壁交界部位,小脑中脚的内侧。此核主要由中型细胞组成,呈圆形、卵圆形或梭形,尼氏体中度嗜染,树突较短。核团中央区细胞形体略大而密集。

此外,还有些小核团也属前庭神经群(Brodal, 1974),如f、l、x、y、z组,前庭上方核 supravestibular nucleus 及孤束旁核 parasolitary nucleus。在前庭神经根纤维之间,还有前庭神经中介核 interstitial nucleus of vestibular nerve。

前庭神经核与内耳前庭器的联系(图 5-73): 前庭内侧核和前庭上核接受壶腹嵴的传入冲动。前庭外侧核主要接受椭圆囊斑的传入纤维。前庭下核接受壶腹嵴、椭圆囊斑及球囊斑的传入信息。

前庭神经核群的纤维联系(图 5-74): 内耳前庭器来的前庭神经纤维,入脑后分为升降二支。升支进入前庭外侧核,前庭上核和小脑;降支进入前庭内侧核和前庭下核。近年研究表明,前庭神经核群

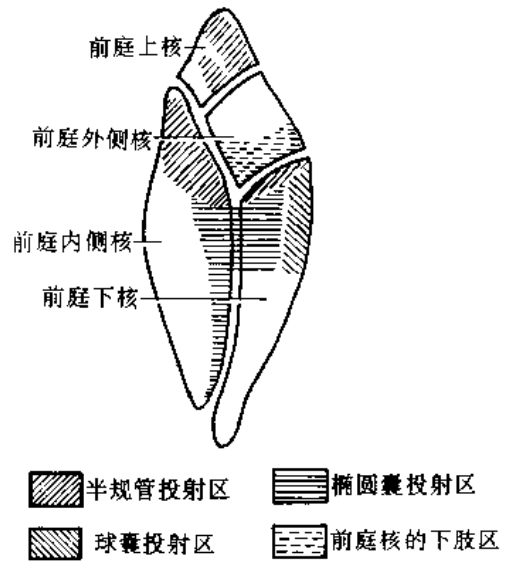


图 5-73 前庭器与前庭神经核间的定位关系
前庭外侧核的空白区代表其腹上部,接受前庭神经升支,也与颈髓相联系,可视为前庭核的上肢区。此外,本图未表示出三部分间的重叠投射关系。

(引自张培林,1987)

只有部分区域接受一级前庭纤维。前庭神经核群与脊髓、小脑、眼外肌神经核、脑干网状结构、丘脑、以及大脑皮质,都有丰富的联系。

(1) 前庭核与脊髓的联系: 可分为前庭脊髓外侧束和前庭脊髓内侧束。前庭脊髓外侧束 lateral vestibulospinal tract 起自前庭外侧核,终止于同侧脊髓板层 VII 和 VIII,少量纤维止于板层 IX,此束可下达骶髓。由于板层 VIII 细胞有越边联系,刺激一侧前庭外侧核,可引起两侧肢体运动反应。前庭外侧核与脊髓之间,有较明确的躯体定位关系。外侧核上腹部投射至颈髓,下背部至腰骶髓,中间段至胸髓。该束对前角伸肌神经元有很强的易化效应,对屈肌神经元起抑制效应。由内耳前庭器刺激诱发的姿势反射,以及去大脑僵直状态,均有此束参与。前庭脊髓内侧束 medial vestibulospinal

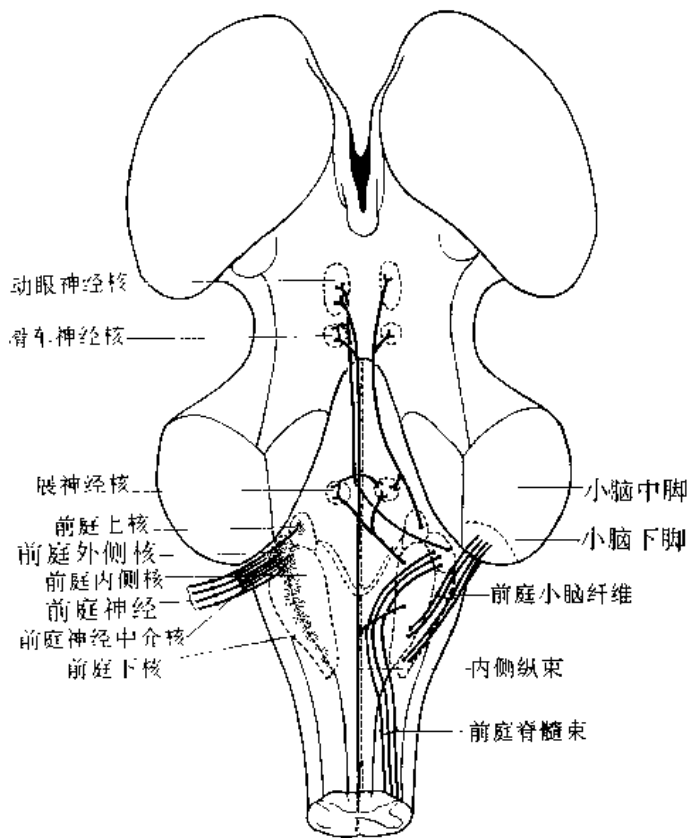


图 5-74 前庭神经核及其投射纤维

tract 主要起自前庭内侧核,少量纤维起自前庭下核。此束纤维少,终止区与外侧束者类似,但仅下达至上胸髓,故只参与颈肌和上肢肌的前庭反射。在前庭脊髓束内,还有来自内耳前庭器来的初级纤维。

除前庭脊髓束外,还有脊髓前庭纤维 spinovestibular fibers,部分纤维为脊髓小脑后束的侧支。多数纤维终于 x 组,少数纤维至前庭内侧,外侧和下核的最下部,这些核区几乎不接受前庭初级纤维。间接通路有脊髓——网状结构——前庭神经核通路,以及脊髓-小脑-前庭神经核通路。综上所述,前庭神经核群与脊髓之间,形成往返回路。此回路的功能在于矫正姿势,拮抗不必要的运动,增强运动的稳定性。头部位移兴奋内耳前庭器,进向兴奋前庭神经核和脊髓,产生伸肌反射;而脊髓至前庭神经核的反馈活动,在于适当抑制这种伸肌反射。例如,人体开始向右侧跌落时,右腿伸肌紧张度增强,左腿伸肌松弛;同时颈肌收缩,企图维持头部的正常位置。

(2) 前庭神经核与眼外肌神经核的联系:主要通过两侧内侧纵束,至眼外肌神经核。主要有两种反射弧:一个是内耳前庭器-前庭神经核-眼外肌神经核的基本反射弧,它是由三级神经元双突触组成的;另一个是间接的前庭-转眼反射弧,除三级神经元的基本反射弧外,附加了侧臂控制器 controller of the side-arm,即小脑及小脑前核群(如舌下神经前置核和旁正中脑桥网状核等)。侧臂控制器的作用有两方面,一是提高反应灵敏性,即便极微弱的前庭刺激,也可对眼外肌运动产生有效的影响;二是“记忆”作用,依据反应的适宜性,小脑起的增益作用 gain 可以被重调 reset。例如,人们带上望远镜,正常的前庭转眼反射就不适应;但经过一段时间,小脑将其增益效应加以重调,即可代偿镜头效应。

内侧纵束 medial longitudinal fasciculus, MLF 贯穿脑干全长,是染色很深的一对纤维束。其位置在脑干中缝背侧端的两侧。此束向下进入脊髓白质前索,靠近前正中裂,其延续至脊髓的部分称沟缘束 sulcomarginal fasciculus,又可称前庭脊髓内侧束 medial vestibulospinal tract。MLF 包含越边和不越边的纤维,其中许多纤维又分为上行支和下行支。参加 MLF 的神经核主要有前庭神经核簇、眼外肌神经核(Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ)以及颈肌的脊髓前角运动细胞柱;其次,还有一些中脑核团(Cajal 间位核、达克谢维奇核、内侧纵束嘴侧间位核、后连合核及上丘),上橄榄核及脑桥网状结构等,也发纤维参加 MLF。在此纤维束内,有前庭神经核簇至两侧眼外肌神经核的纤维;有眼外肌各神经核相互联系的纤维;前庭神经核簇下行至颈肌运动神经元的纤维;以及前庭神经核簇至其它上述核团的纤维及其它纤维联系等。此束的功能意义在于使头部与眼协调一起运动,对内耳前庭器的刺激起反应。此束是前庭系统维持头部与躯体平衡的重要环节。此束又是产生生理性眼球震颤的通路。

眼球震颤 nystagmus(图 5-75):当头部位移开始或终止时,半规管内淋巴由于惯性而产生流动,引起壶腹嵴的终帽偏斜,从而产生神经冲动,通过前庭神经核的中继,达到眼外肌和颈肌运动核,引起眼外肌活动和颈肌及四肢肌紧张,形成一种姿势反射,其主要表现即眼球震颤。如头部向左旋转,则发现眼球向右缓慢移动(慢动相),至一定程度时,眼球快速移向左(快动相)。如此反复进行,称为眼球震颤,震颤的方向以快动相为准。

眼球震颤的生理意义是当头旋转时,眼仍能保持注视物体。这种两眼同向运动是一侧的外直肌和另一侧的内直肌同时收缩而形成的。其反射弧是前庭冲动在前庭神经核中继后,经内侧纵束或网状结构,传至一侧的展神经核和动眼神经核(因为分布于内直肌的纤维是越边的)(图 5-73)。在每一侧前庭神经核内都可能有“左旋”和“右旋”两种神经元。右旋细胞发

纤维至同侧内侧纵束和网状结构；左旋细胞发纤维至对侧内侧纵束和网状结构，前庭冲动兴奋左旋细胞时抑制右旋细胞。

(3) 前庭神经核与小脑的联系：前庭下核和前庭内侧核发出纤维，经傍绳状体止于古小脑皮质以及两侧顶核；古小脑终止区包括绒球小结叶，蚓垂和旁绒球等。反之，从小脑前庭区又有纤维返回前庭神经核。此反馈回路与身体平衡功能有关。其反射通路为：前庭器→前庭神经核→绒球小结叶→前庭神经核→脊髓运动神经元→肌肉装置。第四脑室附近的肿瘤，由于压迫了绒球小结叶，此回路中断，导致身体平衡失调，站立不稳。但是由于小脑余部完好，随意运动仍很协调。

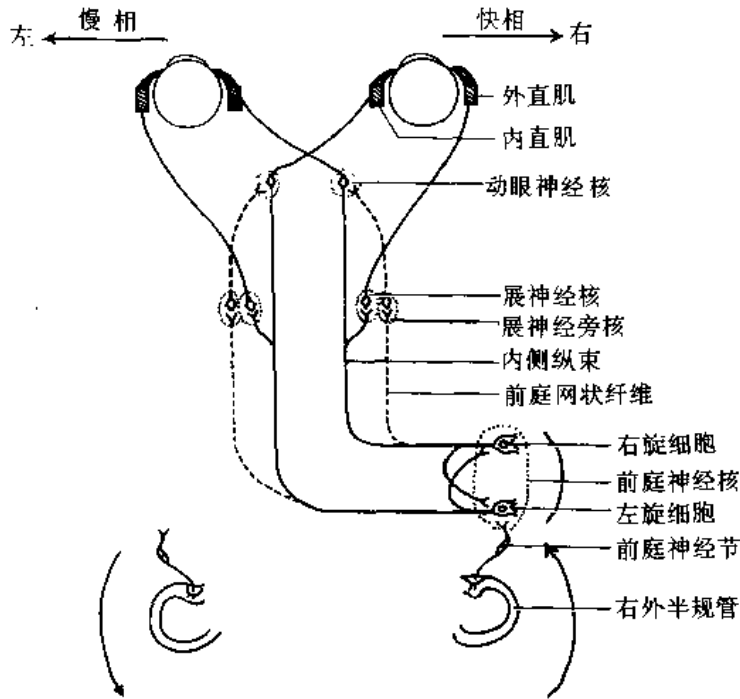


图 5-75 眼球震颤机理示意图

(4) 前庭神经核与脑干网状结构的联系：延髓和脑桥下部网状结构，投射至前庭神经核的各个部分；前庭神经核又投射向网状结构的广泛区域，二者间往返联系丰富。当内耳前庭器受到过度刺激时，可经前庭神经核传至网状结构的心血管运动区，呼吸区及呕吐反射区，引起恶心、呕吐、心悸、出汗，面色苍白等一系列植物神经功能紊乱症状，即晕车、晕船现象。

(5) 前庭神经核与大脑皮质及丘脑的联系：刺激内耳前庭器，可诱发眩晕、头昏眼花等意识性知觉，但其反射径路所知甚少。前庭神经核向丘脑投射，这一点是肯定的，但关于终止区各研究结果不一；包括腹后核，腹中间核，以及腹后下核(位于腹后内、外侧核之间)。关于大脑皮质前庭区，早期认为在颞叶听区的外侧和嘴侧。近年研究又发现三个皮质前庭区：①位于3区的面部感觉区；②躯体运动区内；③以及顶内沟前部的一个小区。除上述直接通路外，肯定还有多突触的间接通路或经小脑，或经网状结构；或经达克谢维奇核和Cajal间位核。

(6) 前庭神经外侧核的小细胞：发纤维经前庭神经至前庭器，可能对前庭冲动起抑制性反馈控制作用。

综上所述，前庭系统担负三种机能：①是头部空间位置和运动的主要感受器，其信息对维持身体平衡很重要。②是维持肌张力和躯体姿势的重要调节系统。③是协调眼球运动的重要装置。

2. 与听觉传导有关的脑桥核团

(1) 蜗神经核 cochlear nuclei: 又分蜗背侧核和蜗腹侧核。蜗腹侧核 ventral cochlear nucleus 位于延髓与脑桥交界平面，小脑下脚的腹外侧。核柱长约 3mm，蜗神经穿过此核，将其分成颅侧亚核和尾侧亚核。Osen 等(1969)依细胞构筑情况，将猫的蜗腹侧核分为三区、一帽和一

层(图 5-76)。它们是上部的球形细胞区 area of spherical cells, 下部的章鱼形细胞区 area of octopus cells 以及上下区之间的中央区 central region。中央区含多极细胞, 小球形细胞以及小细胞; 在腹侧核的背外侧, 有一小细胞的“帽”; 在蜗腹侧核表面, 还有一层小颗粒细胞。

蜗背侧核 dorsal cochlear nucleus 位于延髓与脑桥交界平面, 小脑下脚的背外侧, 听结节深方, 核柱长 2~3mm。在灵长类以下的哺乳动物, 蜗背侧核分五层: 一层浅表的分子层和四个细胞层。其主要投射神经元是双极锥体细胞, 呈辐射状排列, 类似小脑皮质的梨状细胞。人类蜗背侧核分层不明显。在蜗神经核内, 除有发出二级听觉纤维的神经元外, 还有许多中间神经元。

人类与猫相比, 蜗神经核大小近似。蜗背侧核与蜗腹侧核之体积比, 人为 1: 28, 猫为 1: 4。人蜗腹侧核的球形细胞和章鱼形细胞较小。人蜗腹侧核的小细胞帽比猫的大, 但没有颗粒细胞层。人蜗背侧核不分层, 锥体细胞失去典型的定向性, 浅分子层仅为遗迹。人蜗背侧核不具备与小脑皮质结构的类似性。此区别的意义所知甚少。

耳蜗螺旋神经节双极细胞的中枢突分为上行支和下行支。上行支终于蜗腹侧核球形细胞区, 下行支止于蜗背侧核。此一级听觉纤维在蜗神经核内有明确的音频定位。来自蜗底的高频细纤维, 止于蜗背侧核的背侧部; 来自蜗顶的低频粗纤维, 止于蜗背侧核的腹侧部和蜗腹侧核。蜗神经核内各种细胞投射部位也不同, 球形细胞、小球形细胞及章鱼形细胞主要投射至上橄榄核; 锥体细胞和多极细胞投射至对侧下丘。

(2) 上橄榄核 superior olivary nucleus: 位于脑桥下部被盖的腹外侧, 核柱长约 4~5mm, 介于面神经核下端与三叉神经运动核下端平面之间。猫的上橄榄核由四个亚核组成: 上橄榄外侧核、斜方体核、上橄榄内侧核, 以及橄榄周核。

上橄榄外侧核 lateral nucleus of superior olive, 又称上橄榄主核, 在横切面上呈“S”形。此核由密集的中小型细胞组成, 主要为双极细胞。外侧核接受两侧传入纤维, 同侧者来自蜗核的球形细胞; 对侧者来自蜗核的小球形细胞, 经斜方体核中继, 间接到达此核。外侧核内有准确的音频

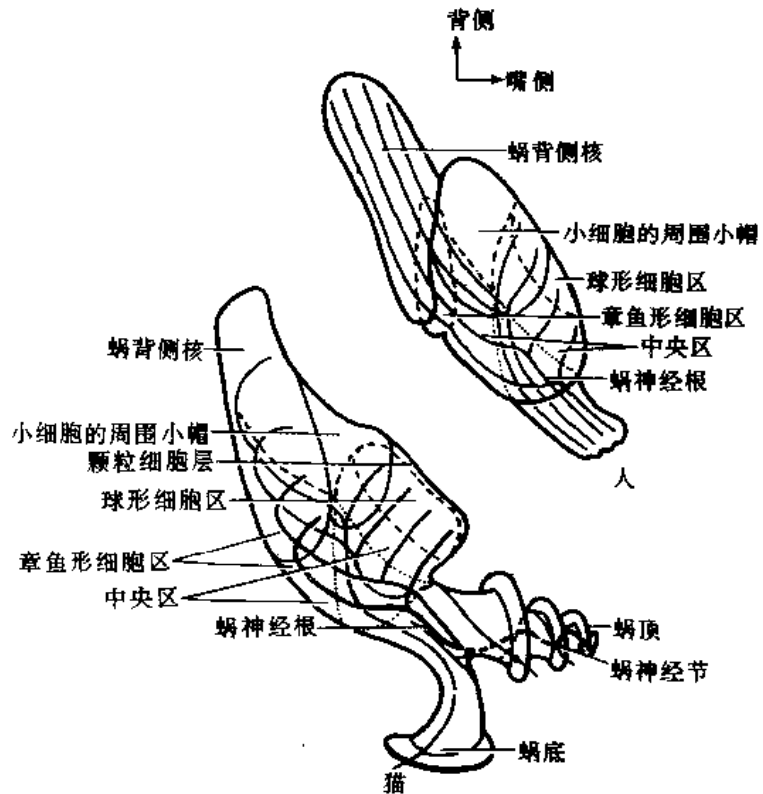


图 5-76 猫和人蜗神经核的侧面观图解

下图(猫)中, 细线代表来自蜗底的纤维, 粗线为来自蜗顶的纤维, 因此也反映了蜗神经核内的音频定位分布。蜗神经升支止于蜗腹侧核, 蜗神经降支进入蜗背侧核, 并旋转 180°后, 止于背侧核细胞。

上图(人)与猫的主要区别: ①球形细胞区和章鱼形细胞区较小; ②中央区和小帽较大; ③无颗粒细胞层; ④蜗神经降支进入蜗背侧核后

不旋转 180°, 直接终止。 (引自张培林 1987)

定位分布，核外侧区代表低频，内侧区代表高频，并且各种可听到的音频均有代表。对两耳声响强度差异，外侧核极敏感，可能参与音响的空间定位机制。外侧核发纤维至两侧下丘中央核及外侧丘系背核。

上橄榄内侧核 medial nucleus of superior olive, 又称上橄榄副核或 Winkler 橄榄旁核。此核居斜方体旁正中线的纤维内，其内侧邻接斜方体核。该核由散在的中小型细胞组成；其双极细胞接受两侧蜗核球形细胞的纤维。内侧核主要对低频音响起反应，并且对两耳间声响的微小时间相差敏感。此核传出纤维多直接投射至同侧下丘中央核。

橄榄周核 periolivary nucleus 位于上橄榄核的腹外侧区，由散在的大中型细胞组成，其中大细胞属乙酰胆碱能。此核接受下丘和蜗核纤维，传出纤维经斜方体、中间听纹和背侧听纹，又回到两侧蜗核，形成蜗核-橄榄周核-蜗核回路。

斜方体核 nucleus of trapezoid body 位于中缝两侧，斜方体纤维之中，上橄榄内侧核的腹内侧。该核由界限不清的小细胞团组成，细胞与蜗核小球形细胞类似。斜方体核接受对侧蜗腹侧核中央区的小球形细胞的二级纤维，以及对侧耳蜗的一级听觉纤维。传出纤维至同侧的上橄榄外侧核。对家兔的研究表明，一些轴突与上橄榄核簇内侧部细胞以及脑桥网状结构联系，由后者再联系两侧面神经核及三叉神经运动核。这种联系可能与听敏调节反射有关，即镫骨肌反射和鼓膜张肌反射(Borg, 1973)。

人类的上橄榄外侧核和斜方体核不发达；上橄榄内侧核大致与猫的大小相似。

(3) 外侧丘系核 nuclei of lateral lemniscus: 位于外侧丘系纤维中，常分为背腹二核。外侧丘系腹核 ventral nucleus of lateral lemniscus 位于脑桥腹外侧部，核柱长约 8mm，与三叉神经运动核柱平行。该核主要由小圆形或卵圆形细胞组成。外侧丘系背核 dorsal nucleus of lateral lemniscus 位于外侧丘系嘴侧 $\frac{1}{3}$ 的背侧部，核柱长仅 1~2mm，主要含中型多形细胞。腹核主要接受外侧丘系纤维侧支，传出纤维至同侧下丘中央核。背核接受两侧上橄榄外侧核纤维，发纤维至两侧下丘中央核。

始于蜗腹侧核和蜗背侧核的二级听纤维组成三条听纹：①腹侧听纹 ventral acoustic stria 自蜗腹侧核，沿被盖前缘向内侧行，大部分交叉到对侧，穿经内侧丘系或其腹侧，形成斜方体 trapezoid body，因其在横切面上的形状得名。至对侧上橄榄核的背外侧，转而上形成外侧丘系 lateral lemniscus。其余纤维终于同侧或对侧的上橄榄核及斜方体核，自此二核发出的纤维，随同侧或对侧外侧丘系上升。②背侧和中间听纹 dorsal and intermediate acoustic striae，分别始自蜗背侧核和蜗腹侧核的背侧部，纤维绕过小脑下脚的背侧再转向内侧。背侧听纹纤维在内侧纵束腹侧越过正中缝，再向腹外侧行，并入对侧外侧丘系。中间听纹纤维向腹内侧行，经网状结构中部越过正中缝，进入对侧外侧丘系。由于一些纤维终于网状结构和上橄榄核群，三条听纹经过被盖时，纤维逐渐减少。上橄榄核群发出的三级听纤维，随同侧外侧丘系上升。因此，外侧丘系纤维比始自蜗神经核的纤维要少。

与听觉上行传导通路平行，还有反馈性下行通路。从大脑皮质听区经各级中继核，最终返回内耳螺旋器的毛细胞，即皮质耳蜗通路(corticocochlear pathway)。已知此下行通路对听觉起抑制作用或易化作用，但其功能细节尚不甚明瞭。就脑干部分来说，有下丘上橄榄投射 colliculo-olivary projection，至橄榄周核；下丘蜗核投射 colliculo cochleoneur projection；蜗核

上橄榄周核-蜗核回路；以及橄榄耳蜗束 olivocochlear tract，自上橄榄周核至耳蜗螺旋器毛细

胞。

3. 面神经的核团

(1) 面神经核 nucleus of facial nerve: 位于疑核上方, 展神经核腹外侧的网状结构中。核柱长约 3~4mm, 介于疑核上端和展神经核中下段平面之间。此核主要由典型多极运动神经元组成, 其间也散布着中小型多极细胞。猫的面神经核至少可分为四个亚核: ①背内侧亚核, 发纤维组成耳后支, 支配枕肌和耳肌, 可能还发纤维至镫骨肌。②腹内侧亚核, 发纤维组成颈支, 支配颈阔肌。③中间亚核, 发纤维组成颞支和颧支, 支配额肌、眼轮匝肌、皱眉肌和颧肌等。④外侧亚核, 发纤维组成颊支和下颌缘支, 支配颊肌、口轮匝肌及唇肌等。人类面神经核最分化, 主要特征是内侧的亚核很小, 外侧亚核很大。有人认为, 这种分化与人类耳肌和枕肌的退化, 口周围肌的高度分化有关。此外, 在面神经核的背内侧, 还有一面神经副核 accessory nucleus of facial nerve, 又称背侧亚核, 细胞形态与面神经核类似, 可能支配二腹肌后腹和茎突舌骨肌。

面神经核自其背侧发出纤维, 向背内侧行至第四脑室底膜的深面, 从内侧绕过展神经核上部的背侧, 形成面神经膝 genu of facial nerve, 然后在展神经核外侧向腹外侧行, 并稍向尾侧, 自脑桥小脑角出脑。这种不寻常的行程与胚胎发生有关。在 10mm 的人胚上, 面神经核位于第四脑室底, 展神经核上方; 随着胚胎发育, 面神经核首先下移并在展神经核的背侧; 然后该核迁移至最终的腹外侧位。结果面神经纤维被拉长呈袢状, 旋绕展神经核。面神经核接受多种传入纤维: ①皮质核束纤维, 接受双侧纤维的是中间亚核及二内侧亚核(主要支配额肌和眼周围诸肌); 仅接受对侧纤维的是外侧亚核(主要支配口周围诸肌)。②皮质网状纤维和网状结构至面神经核的纤维, 即间接的皮质核束纤维。③上丘传入纤维, 介导强光刺激引起的闭眼反射。④对侧红核传入纤维。⑤上橄榄核及其它听觉核的传入纤维, 介导由强烈声响引起的闭眼反射和镫骨肌收缩反射(镫骨肌也由面神经核支配, 但起源细胞定位不清)。⑥三叉神经感觉核的传入纤维, 介导角膜反射和面肌反射。⑦孤束核传入纤维, 介导吸吮反射。⑧丘脑与苍白球经网状结构的间接传入纤维, 控制面肌的表情活动。⑨同侧中脑网状结构传入纤维等。

(2) 上涎涎核 superior salivatory nucleus: 和泪腺核 lacrimal nucleus 位于面神经核的背内侧, 迷走神经背核的上方, 内侧丘系的背外侧。此核由散在细胞组成, 在切片上一般染色不易辨认。此核发出节前纤维, 控制下颌下腺和舌下腺的分泌。此外, 在上涎涎核附近, 还有一些细胞, 称泪腺核, 由此发出的节前纤维, 控制泪腺、鼻腔粘膜腺及腭腺的分泌。

(3) 孤束核: 来自舌前 2/3 味蕾的味觉纤维, 经面神经的鼓索终于此核上端。

(4) 三叉神经脊束核: 耳廓皮肤的部分传入纤维, 经面神经的中间神经至此核。

4. 展神经的核团

(1) 展神经核 nucleus of abducent nerve: 位于面神经丘深方, 核柱长约 3mm, 介于面神经核上端与三叉神经运动核下端平面之间。该核由大中小型多极神经元组成。有人认为, 只有大细胞才支配眼外直肌。其轴突从核的背内侧发出, 向腹外侧行, 自脑桥下缘与锥体之间出脑。另一些细胞发出轴突参与内侧纵束。

(2) 展旁核 paraabducens nucleus 和膝上核 supragenicular nucleus: 位于第四脑室底室管膜与展神经核背侧之间, 散在面神经膝纤维中间的细胞, 称展旁核。在展神经核下部的背侧, 由稍小的运动神经元组成膝上核。二核轴突发侧支至展神经核, 并经内侧纵束和网状结构至对

侧的动眼神经核的腹侧区。此二核引起两眼的侧方同向运动 conjugate lateral movement。即共轭性水平向注视运动展神经核接受两侧皮质核束纤维，顶盖延髓束纤维，红核延髓束纤维，二三级听纤维，内侧纵束纤维，以及网状结构的传入纤维。

5. 三叉神经的核团

(1) 三叉神经脊束核 spinal nucleus of trigeminal nerve: 是脊髓后角背侧结构的延续，位于延髓和脑桥下部的的外侧区，外邻三叉神经脊束。根据细胞构筑学，核柱又可分为三个亚核：尾侧亚核，极间亚核和嘴侧亚核(图 5-77)。

1) 尾侧亚核 caudal subnucleus: 与脊髓后角 I ~ IV 层很相似，核柱长约 13mm，上述楔束副核出现平面。在横切面上，又可分为三层：缘带亚核，相当脊髓板层 I，为一薄层稀疏的大中型多角细胞。中层为胶状质亚核、相当脊髓板层 I 和 II，由密集的无髓纤维网和分散的小细胞组成，此层最厚，轮廓呈半月状。最深层是大细胞亚核，相当脊髓板层 IV，由大中小不等的各形细胞组成。

2) 嘴侧亚核 rostral subnucleus: 介于三叉神经脑桥核与极间亚核之间，核柱长约 7mm。此亚核位于延髓上部和脑桥下部的被盖外侧区。其细胞与脊髓胶状质的相似。

3) 极间亚核 interpoler subnucleus: 介于嘴侧亚核与尾侧亚核之间，核柱长约 6mm。此亚核由弥散淡染的大中小型细胞组成。

(2) 三叉神经脑桥核 pontine nucleus of trigeminal nerve: 又称感觉主核 main sensory nucleus of trigeminal nerve，位于脑桥中间平面的被盖外侧区。核柱长约 5mm，介于三叉神经脊束核与中脑核之间，三叉神经运动核的外侧。此核细胞略为密集，胞体呈卵圆或圆形，属中小型神经元。

(3) 三叉神经中脑核 mesencephalic nucleus of trigeminal nerve: 核柱很长，约 22mm，自三叉神经入脑平面至上丘上端平面，紧邻蓝斑核外侧。该核细胞大面浑圆，排布松散，属滞留在脑内的感觉神经元。

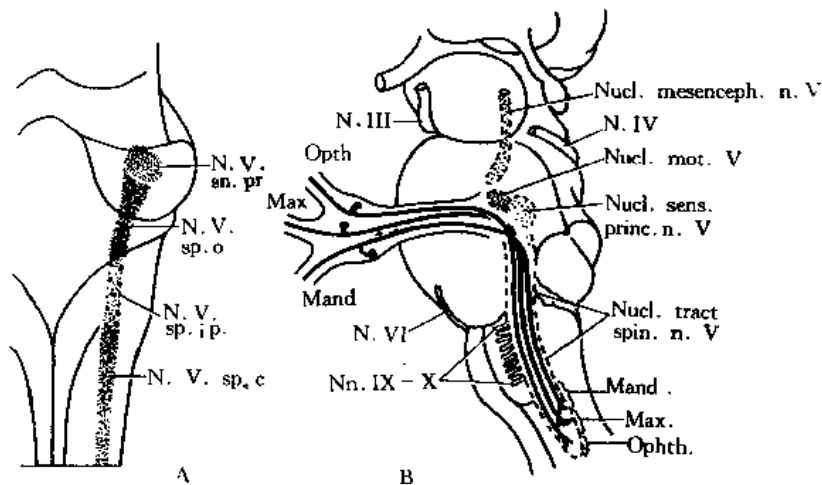


图 5-77 A. 显示三叉神经感觉核划分的模式图。上方(N. V. sn. pr.)是三叉神经感觉主核(脑桥核); 其下方是三叉神经脊束核的三个亚核区: 嘴侧亚核(N. S. sp. o), 极间亚核(N. V. sp. ip.), 以及尾侧亚核(N. V. sp. c.)。尾侧亚核又与脊髓后角相延续。(引自 Olszewski, 1950)。B. 显示三叉神经三大支纤维在三叉神经脊束内的定位分布模式图。三叉神经脊束纤维又以同样型式终于三叉神经脊束核, 三大支纤维以接续嘴尾侧终止的情况仍有争议。(引自 A. Brodal, 1981)

(4) 三叉神经运动核 motor nucleus of trigeminal nerve: 位于三叉神经脑桥核内侧, 其上下端略超出脑桥核核柱两端。该核由典型的大中型运动神经元组成。

(5) 与三叉神经感觉核群有关的小核团: ①三叉上核 supratrigeminal nucleus 位于三叉神经脑桥核和运动核的背侧, 由松散排列的细胞组成。②三叉间核 intertrigeminal nucleus 位于三叉神经脑桥核和运动核的腹侧, 细胞分布与三叉上核类似。③三叉神经脊束核尾侧亚核内侧的网状结构小区。以上三个细胞区接受三叉神经感觉核, 大脑皮质, 以及脊髓来的传入纤维; 其传出纤维投射至丘脑。它们的功能: ①三叉神经核群的整合部; ②三叉神经感觉核与运动核之间的中间神经元系统; ③在三叉神经向上传递过程中起重要作用。

三叉神经感觉核群的传入联系: ①三叉神经半月神经节假单极神经元的中枢突, 形成三叉神经根, 在脑桥臂始端的中间平面入脑。在脑桥被盖外侧区, 有半数根纤维既有上行支(至三叉神经脑桥核), 又有下行支(形成脊束, 止于三叉神经脊束核)。余下半数根纤维属无髓或细髓者, 只有下行支, 加入三叉神经脊束。在脊束内, 三叉神经三大支纤维按板层排列: 眼神经细胞的中枢突排在脊束的最腹侧和最尾侧; 下颌神经者排在脊束的最背侧和最嘴侧; 上颌神经者排在脊束的背腹向的中间位和颅尾向的中间段。在脊束核内, 眼神经者排在核的腹侧区; 下颌神经者排在核的背侧区; 上颌神经者排在核的中间位, 且三大支在核内的终止区很少重叠。三叉神经三大支向脑桥核投射者, 排列关系与脊束核类似。早期临床观察发现, 面皮感觉区在三叉神经脊束核内有定位关系: 围绕口和鼻的中线面区, 其代表区在脊束核的上端; 面皮较外侧区, 其代表区接续在该核的更下部。于是, 在脊束核柱的各个水平上, 有面皮呈同心圆排列的代表区, 即所谓“洋葱皮”样代表区(图 5-78)。②大脑皮质躯体感觉运动区(Sm I 和 Sm II), 尤其是面区的下行传入纤维, 可至三叉神经脑桥核和脊束核。③红核传入纤维至三叉神经脑桥核和脊束核的极间亚核。④脑干网状结构经过上述的三个小核团, 将三叉神经、中间神经、舌咽神经、迷走神经、以及脊髓的传入纤维, 会聚于脊束核。

三叉神经感觉核群的传出联系, 目前仍有争议。①三叉丘脑束 trigeminothalamic tract, 又称三叉丘系 trigeminal lemniscus。全部脑桥核细胞都发纤维投射至丘脑。起自该核腹侧 2/3 的纤维, 形成较粗大的腹侧交叉束 ventral crossed tract, 位于内侧丘系的背内侧, 与内侧丘系一起上行, 投射至丘脑腹后内侧核和未定带的腹侧部。起自三叉神经脑桥核背内侧 1/3 的纤维, 形成背侧不交叉束 dorsal uncrossed tract, 是较细的同侧投射, 止于丘脑腹后内侧核的背内侧部, 此部没有腹侧交叉束纤维终止。交叉的腹侧束与眼神经和上颌神经有关; 不交叉的背侧

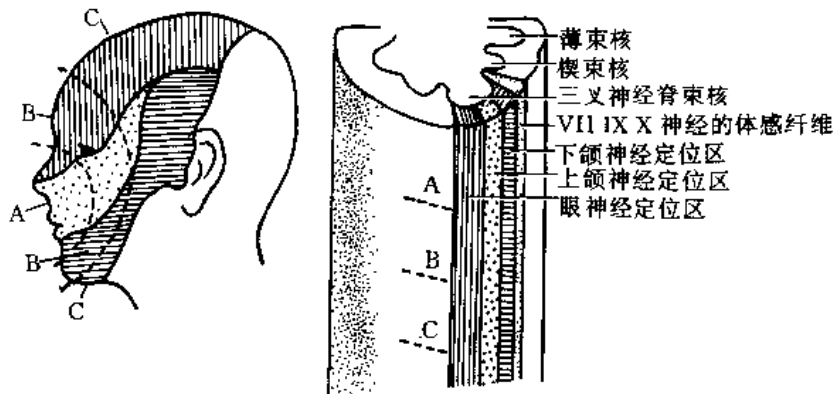


图 5-78 三叉神经系统定位关系图解, 示“洋葱皮”样感觉缺失的机制。分别损伤右图的 A、B、C 三区, 在面部则相应地发生 A、B、C 三带的感觉缺失。(引自 A. Brodal, 1981)

束与下颌神经有关。(2)三叉-网状-丘脑联系。关于三叉神经脊束核有否上行投射有过争议。有人观察到极间亚核和嘴侧亚核有上行投射，另一些人观察到尾侧亚核有上行投射。总之，直达丘脑的纤维很少。但是，脊束核发纤维至两侧脑桥和延髓的网状结构，后者一路至丘脑腹后内侧核，是脊束核与丘脑联系的主要通路；另一路至丘脑板内核群，是上行网状激动系统的一个重要组成部分。(3)投射向小脑的纤维。主要起自脑桥核和脊束核中上段，与脊髓小脑前束同行，经小脑上脚至同侧小脑蚓部的山顶和山坡。(4)三叉神经感觉核投射至中脑顶盖和导水管周围灰质。(5)三叉神经感觉核传出纤维至脑桥和延髓的脑神经运动核，包括V、VI、IX、X及XII对脑神经者，形成局部反射联系，组成泪腺反射、角膜反射、眼心反射、喷嚏反射、以及下颌反射的通路。

三叉神经中脑核的纤维联系：关于中脑核的纤维联系和功能，均有尚不肯定的问题。但是可以确定的是，此核与本体感觉有关。来自咀嚼肌的传入纤维，经下颌神经追查至中脑核柱全长，该核发纤维组成三叉神经中脑根。其侧支联系三叉神经运动核，组成单突触的咀嚼肌牵张反射弧。其次，上下颌牙及其牙周膜的压力感受器的传入冲动，经上颌神经和下颌神经，终止于中脑核的下部，参与控制咬合力量的机制(Gottlieb等1984)。再次，有报道中脑核与眼外肌的牵张反射也有关(Cooper等，1953；Fillenz，1955)，但至少有些蹄类四足哺乳动物的眼外肌本体感受神经元，位于三叉神经节内(Manni和Bortolami，1979)。有些中脑核纤维还至小脑前叶和小脑核群；另些纤维至上丘。

三叉神经运动核的纤维联系：其轴突除支配咀嚼肌外，还支配鼓膜张肌，腭帆张肌，下颌舌骨肌，以及二腹肌前腹。许多研究表明，运动核内，其所支配的各个肌均有定位分布关系。运动核传入联系广泛：①两侧皮质延髓束纤维，少量直接终止在该核，多数先经网状结构中继再至此核。②三叉神经中脑核直达纤维。③三叉神经脑桥核和脊束核，以及其它脑神经感觉核的传入纤维。④顶盖延髓束传入纤维。⑤内侧纵束纤维等。

三叉神经感觉核的功能：从种系发生上看，脑桥核较脊束核出现晚，直到哺乳类和人才有相当发达的脑桥核。根据临床病理资料推断，脑桥核和脊束核的嘴侧亚核与后索核同源，而脊束核余部与脊髓丘脑束系统同源，但实验证据不多。就感受类型分析，脊束核的尾侧亚核及其在颈髓上部(C₁~₂)后角的延续部分，是接受伤害性刺激的核区。这种伤害感受性单位有双重代表，一者在尾侧亚核的最深层(大细胞亚核，另一者在其浅层(缘带亚核)(Price等，1976)。但是在脑桥核和脊束核的嘴侧亚核内，也发现有对伤害性刺激起反应的细胞(Eisenman等，1963)。就机械性刺激感受神经元分析，脑桥核和脊束核嘴侧亚核的细胞感受野小，适应快，多数具有感受类型特异性。位于脊束核尾侧亚核内侧的网状结构小区的细胞，对面皮触刺激起反应，但感受野大，其中许多细胞也为视听刺激所兴奋。总之，触觉、温度觉及痛觉并非存在着各自特异的神经核区，在痛传递过程中，触刺激和伤害性刺激是密切合作的。根据Woolsey和van der Loos(1970)的研究，鼠的触须对部位特异性和触刺激各种特点，感受都十分灵敏；结果在大脑皮质躯体感觉区内，一根触须就有其自己的皮质柱代表区。Zucker and Welker(1969)的研究指出，当着鼠的触须碰到某一物体时，其三叉神经节感觉细胞有能力对此机械刺激的诸多特征编码：外周物体的定位，触须弯曲的方向，碰触开始点与终止点，弯曲幅度、速度，时程，重复率以及时间构型等。

6. 脑桥中央灰质 central gray matter of pons 位于第四脑室底上部，为从正中线至第四脑室外侧角的一宽带细胞层。在脑桥与中脑交界平面，与中脑导水管周围灰质接续。在下方，始

于三叉神经运动核下端平面。该灰质由排列不规则的小细胞组成。细胞呈卵圆形、三角形或细长形，中度嗜染而尼氏体颗粒不明显。

7. 脑桥网状结构(见脑干网状结构章)

(二) 脑桥被盖内的纤维束

在正中缝两侧，自背侧向腹侧依次有背侧纵束、内侧纵束、顶盖脊髓束、以及内侧丘系。在内侧丘系的外侧，被盖的腹外侧，有脊髓丘脑束，后者的背侧有红核脊髓束，在其外侧有脊髓小脑前束。在脑桥被盖的外侧边缘有外侧丘系。

三、脑桥损伤综合征

(一) 尾侧脑桥基底损伤(Millard-Gubler 综合征)

尾侧脑桥基底损伤又称 Millard-Gubler 综合征，表现为交叉性外展神经-面神经麻痹-偏瘫综合征(图 5-79)。因基底动脉系统血管病变、炎症、肿瘤及变性病变所引起。病变累及脑桥基底内的皮质脊髓束和在脑桥下缘与延髓锥体间出脑的展神经根。由于此部位在锥体交叉平面以上，损伤侧皮质脊髓束支配对侧肢体肌肉，故表现损伤对侧肢体偏瘫。由于损伤侧展神经受损，损伤侧眼外直肌瘫痪，眼内直肌肌力相对亢进，损伤侧表现内斜视，眼外展不能。由于两眼球不在对应位置，因此出现复视征。若损伤稍向外侧扩展，累及在延髓脑桥沟出脑的面神经，还会出现损伤侧面神经核下瘫，即损伤侧眼睑不能闭合(眼轮匝肌)，口角不能闭合(口轮匝肌)，口角歪向健侧(对侧口周围肌肌力相对亢进)，鼻唇沟变浅(损伤侧面肌张力降低)，以及额纹消失(额肌)等。简言之，此种瘫痪特点是交叉瘫，损伤侧展神经和/或面神经瘫，对侧肢体偏瘫。

类似病变若向背侧扩展进入脑桥被盖，可累及病变侧内侧丘系，旁正中网状结构，乃至内侧纵束。此病变位于延髓内侧丘系交叉平面以上，故可表现为对侧躯体位置觉、振动觉、运动觉，以及分辨性精细触觉的障碍。脑桥旁正中网状结构及内侧纵束，参与同向性外侧凝视机制 conjugate lateral gaze。此机制受损，丧失两眼同时转向病变侧的能力，造成病变侧凝视不能。尾侧脑桥基底综合征加上上述症状，称 Foville 脑桥综合征。

若病变累及两侧内侧纵束，可引起核间性眼肌麻痹 internuclear ophthalmoplegia，这是多发性硬化

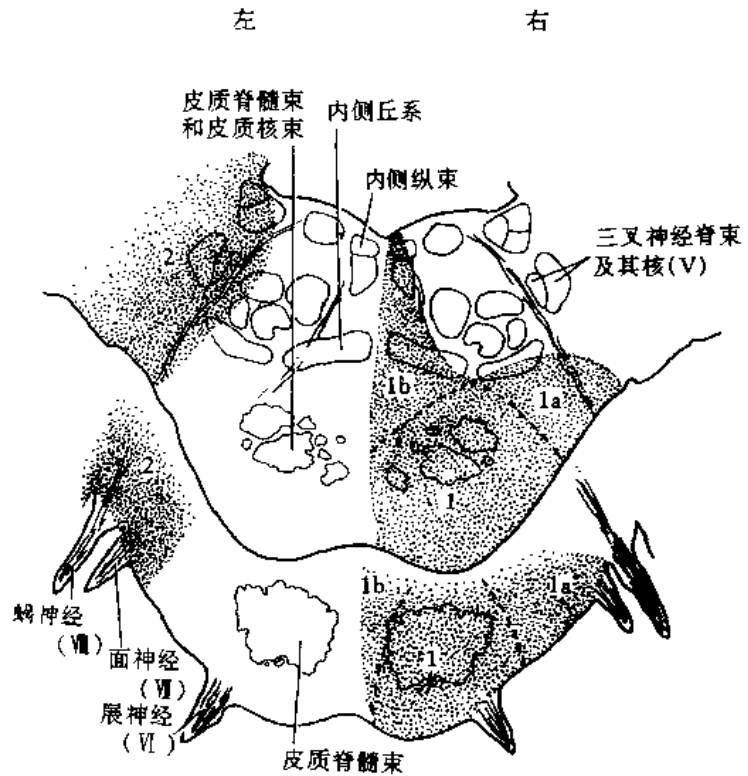


图 5-79 脑桥下部的横切面。阴影区表示病变累及区。1. 右侧皮质脊髓束和右侧展神经受累；1a. 此病变向外侧扩展又累及面神经；1b. 此病变向背侧扩展又可累及右侧内侧丘系和右侧内侧纵束；2. 脑桥小脑角肿瘤侵犯区。

(引自 Gilman 和 Winans, 1982)

常见的病变。当试图凝视一侧时，一侧眼内收不能超越眼之中间位，另一侧眼外展时伴有粗大的眼球震颤。由于两眼聚凑机制在脑桥以上，即视网膜→视皮质→上丘和顶盖前区→眼外肌神经核→眼外肌，故两眼聚凑功能未受损。

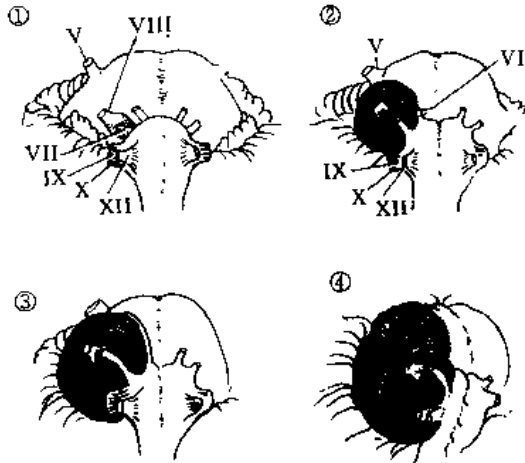


图 5-80 听神经瘤发展的四个阶段

第一阶段①仅累及前庭蜗神经(VIII)：耳鸣；稍后，耳聋和平衡障碍。第二阶段②累及V、VII、IX、X、XII脑神经：颜面痛、面部表情肌力减弱、咽下困难和构音障碍。第三阶段③小脑也受累：运动失调和共济失调。第四阶段④第四脑室受肿瘤压迫颅内压增高。

(引自 JG Chusid, 1982)

(二) 脑桥小脑角综合征(Cushing I型综合征)

脑桥小脑角综合征又称 Cushing I 型综合征，常见于听神经纤维瘤。此肿瘤生长缓慢，病变发展分四个阶段，其临床表现的发展很有助于诊断。第一阶段，首先出现听神经刺激症状，如耳鸣或听觉异常。随后可出现听神经受压损伤征，如丧失声响空间定位能力及音频分辨力，甚至患侧耳聋。第二阶段，由于瘤体逐渐扩大，可压迫前庭神经、面神经、舌咽神经、迷走神经及副神经，向上还可刺激三叉神经。此时可出现面肌麻痹，面部疼痛，咽下困难，以及构音障碍 dysathria 等。第三阶段，由于瘤体进一步扩大向后压迫小脑，则可能出现共济失调 ataxia 和运动失调 incoordination。第四阶段，瘤体压迫第四脑室，脑脊液循环受阻，出现颅内压增高的症征(图

5 80)。

(三) 脑桥中间平面病变

若病变位于一侧脑桥基底，可累及皮质脊髓束及三叉神经根，产生同侧三叉神经麻痹，同侧面面部皮肤感觉丧失，角膜反射消失；张口时下颌偏向患侧，咀嚼肌瘫痪萎缩；对侧肢体呈现痉挛性偏瘫(图 5-81)。

如病变向背侧扩展进入脑桥被盖，累及内侧丘系，则造成对侧躯体位置觉、振动觉、运动觉，以及分辨性精细触觉丧失。累及皮质核束，可出现对侧面神经核上瘫及舌下神经瘫。病变累及脑桥旁正中网状结构，则表现为向对侧凝视不能，两眼紧张性地偏斜向病变侧。

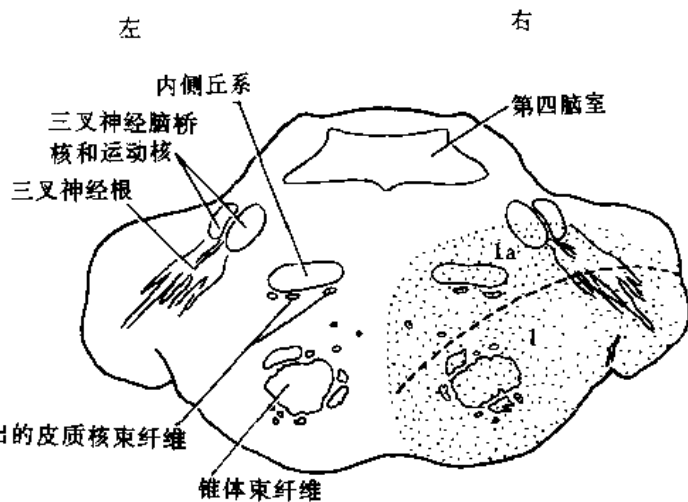


图 5-81 脑桥中间部横切面

阴影区表示病变累及区。1. 累及右侧皮质脊髓束和右侧三叉神经根的病变区；1a. 此病变向背侧扩展，累及内侧丘系和皮质核束纤维

(引自 Gilman 和 Winans, 1982)

(杨天祝)

第二十二章 中 脑

第一节 中脑外形

中脑 midbrain 介于间脑和脑桥之间，长约 15~20mm(图 5-51~53)。其上界为视束，与间脑的乳头体和松果体邻近。其下界与脑桥的菱脑峡相接，有滑车神经自此出脑。中脑穿经小脑幕裂孔。中脑由背侧的四叠体 corpora quadrigemina，又称中脑顶盖，tectum of midbrain，和腹侧的大脑脚 cerebral peduncle 组成。四叠体由两对小圆丘组成，上方的一对称上丘 superior colliculus，下方的一对称下丘 inferior colliculus。两侧上丘与下丘各向前外上方伸出一对长隆起，上丘者称上丘臂 brachium of superior colliculus，终于后丘脑的外侧膝状体；下丘者称下丘臂 brachium of inferior colliculus，终于后丘脑的内侧膝状体。左右下丘之间有一皱襞连于上髓帆，称上髓帆系带 frenulum of superior medullary velum；在系带两侧，下丘下方，有滑车神经穿出。中脑腹侧的两个粗大纵柱即大脑脚。左右大脑脚之间为脚间窝 interpeduncular fossa，窝底的灰质为许多细小血管穿过，称后穿质 posterior perforated substance。大脑脚内侧面有动眼神经根穿出。大脑脚外侧面有一纵沟，称中脑外侧沟 lateral sulcus of midbrain。

第二节 中脑内部结构

在中脑横切面上，背侧部中央有中脑水管 mesencephalic aqueduct 的断面，又称大脑水管。中脑水管周围有一厚层灰质，称导水管周围灰质 periaqueductal gray matter。其背侧为中脑顶盖，腹侧为大脑脚。大脑脚又被黑质分为背腹二部，背侧为中脑被盖，内含网状结构；腹侧为脚底 crus cerebri，主要由下行纤维束组成(图 5-82、83)。

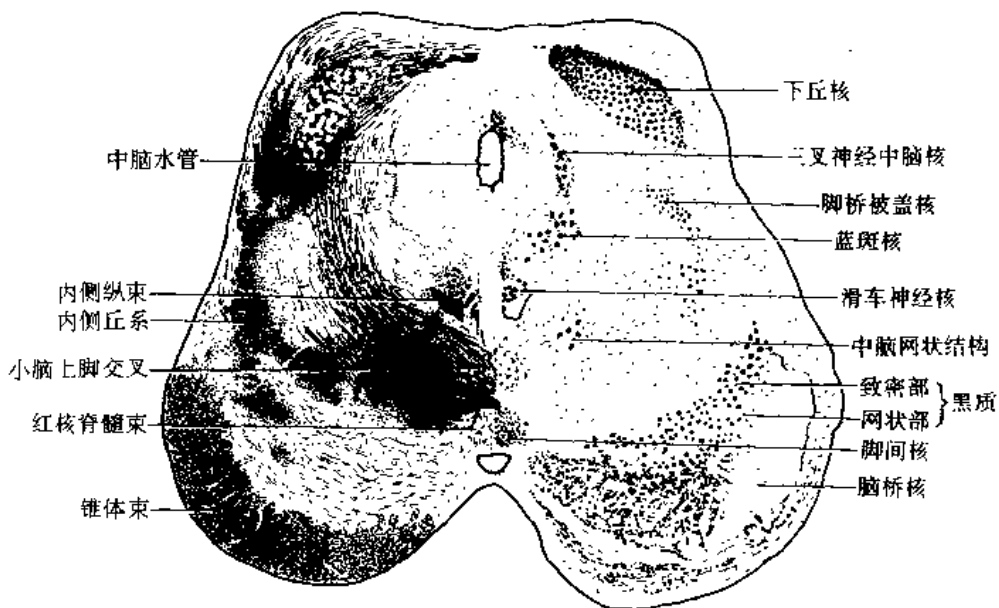


图 5-82 中脑下丘阶段横切面

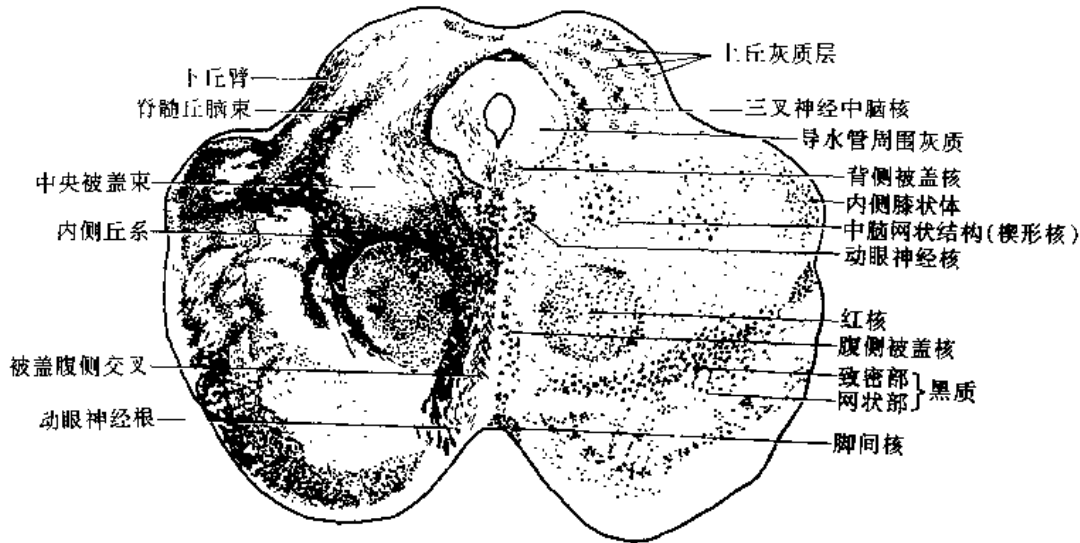


图 5-83 中脑上丘横切面

一、导水管周围灰质

根据 Beitz(1985)的研究,大鼠导水管周围灰质可分为四个亚核:①内侧亚核 medial subnucleus,为靠近中脑水管的一薄层细胞,细胞稀疏,主要由小型拉长而深染的细胞组成。②和③腹外侧亚核和背外侧亚核 ventrolateral and dorsolateral subnuclei,位于灰质的腹侧、外侧及背外侧,细胞相对较大,呈梭形或三角形,而背外侧亚核的细胞又比腹外侧亚核的稍大些。④背侧亚核 dorsal subnucleus,位于中脑水管的背侧,细胞最密集,大量的神经胶质细胞,偶见小长形深染的神经元。内侧亚核主要呈辐射状向腹侧发出纤维,例如至腹侧被盖区;同时也向上投射至底丘脑的红核前区。背外侧亚核及腹外侧亚核向上投射至下丘脑后区及若干丘脑核。背侧亚核向下投射至下橄榄核,也投射至同侧顶盖前区和缰外侧核。

导水管周围灰质的传入联系十分广泛,如扣带回、额前皮质、海马、隔核、下丘脑外侧区及腹内侧核、缰核、未定带、脚间核、黑质、脑干网状结构以及脊髓,均有纤维至导水管周围灰质;并且与脑内许多区有着双向联系。

从功能上分析,导水管周围灰质可能是边缘前脑与感觉冲动的汇聚区之一,在整合疼痛的情绪反应方面起着重要作用。另一方面,依据当时的情绪状态,导水管周围灰质对疼痛传入过程,也起着重要的调制作用。免疫细胞化学研究证明,导水管周围灰质是阿片样肽能神经元的重要分布区。目前已经肯定,针刺镇痛或电刺激镇痛机制,与这里的阿片样肽能神经元有关。其镇痛通路如下:导水管周围灰质的阿片样肽能神经元→脑干网状结构→中缝大核的5-HT能神经元→5-HT脊髓通路至脊髓→抑制初级感觉纤维中的P物质终末,达到镇痛效应。为缓解癌瘤晚期患者的顽固性剧痛,在导水管周围灰质内埋藏刺激电极,患者痛剧时自行刺激即可。此外实验还表明,导水管周围灰质还与发怒、进食、膀胱张力等生理反应有关。

二、四叠体(顶盖)

四叠体包括上丘与下丘;在上丘与丘脑的过渡区,还有顶盖前区及其邻近结构,如后连合、达克谢维奇核及Cajal间位核。此外,在下丘腹外侧还有二叠体旁区。

(一) 上丘

上丘是与视觉反射有关的脑区，在整合眼球运动的机制中起重要作用。在种系发生，上丘是鱼类视觉的高级中枢，具有大脑皮质样分层构筑。自爬行类以后，因视觉与后丘脑和大脑皮质建立了广泛的联系，上丘的重要性逐渐减退。到了人类，上丘进一步缩小，主要参与眼球运动的各种反射活动。在个体发生，四叠体是翼板的部分细胞移至边缘层形成的。

1. 上丘 由灰白质相互交替的7层结构组成(图 5-84)，自浅入深包括：①带状层 *stratum zonale*，由枕叶下行的细纤维，经上丘臂至此。在纤维之间有小型水平细胞，其轴突呈切线或向心方向。②灰质层 *stratum cinereum*，又称外灰质层 *outer grey layer*，由呈放射状排列的细胞组成，其树突伸入带状层，轴突穿入深层。其中较大的细胞位于此层深部。皮质顶盖纤维和大部分视束纤维终于此层。③视层 *stratum opticum*，又称浅白质层，此层纤维由上丘臂进入，来自视束和外侧膝状体。纤维间有散在细胞，其轴突深入丘系层。④丘系层 *stratum lemnisci*，又可分为中灰质层 *middle gray layer*、中白质层 *middle white layer*、深灰质层 *deep gray layer* 及深白质层 *deep white layer*。丘系层传入纤维来源十分广泛，如来自大脑皮质额眼区(8区)，丘脑枕，腹外侧膝状体核，下丘脑，丘脑网状核、未定带，顶盖前区，黑质，下丘，导水管周围灰质，小脑顶核以及脊髓等的纤维。丘系层传出纤维既向尾侧投射，又向嘴侧投射。向下投射至脊髓上颈节的板层Ⅴ和Ⅵ；同侧脑桥核的背外侧部；脑干网状结构；下橄榄核及小脑蚓部的视区；中缝核群；中脑楔形核；二叠体旁核以及黑质、下丘和顶盖前区。向上投射至丘脑枕，丘脑内侧背核，丘脑板内核群，丘脑网状核，外侧膝状体核以及其它脑区。传出纤维由丘系层中的大、中型细胞的轴突组成。

2. 上丘浅层与深层功能不同(图 5-85、86、87)。上丘浅层包括带状层、灰质层及视层(I~II层)，仅与视觉系统有关，传入与传出联系范围较小，是视环境的感受分析器 *sensory analyzers of visual environment*。浅层内有视网膜定位谱 *a retinotopic map*。视网膜中心区定位于上

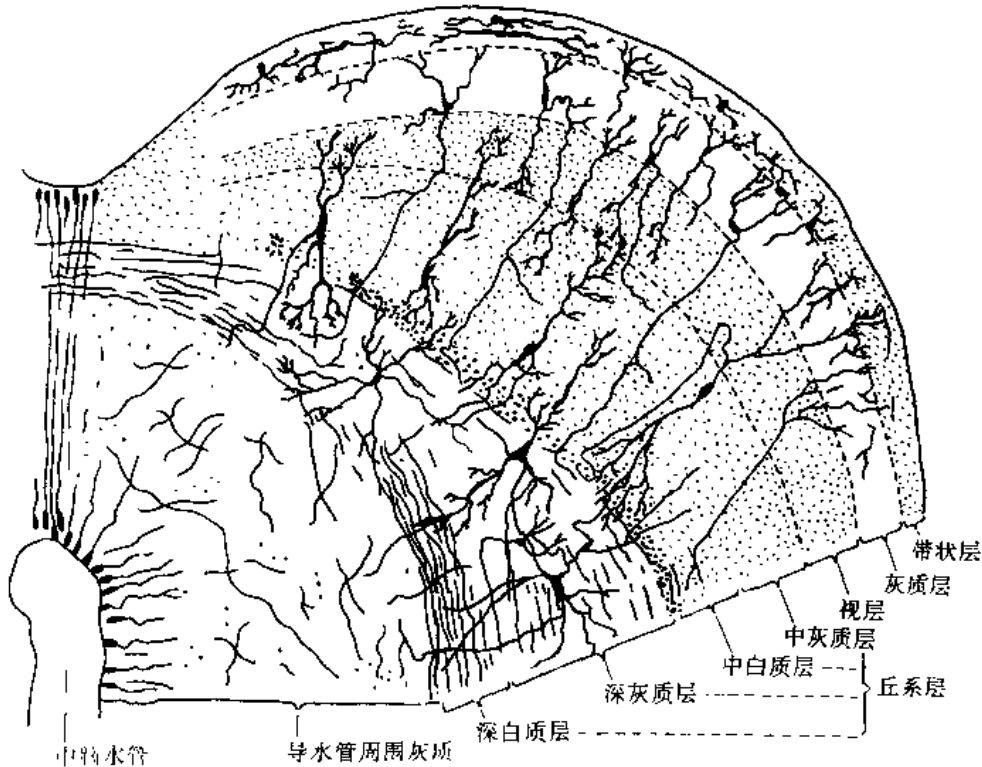


图 5-84 上丘细胞配布(8个月胎儿上丘切面)

丘嘴侧部的浅层；视网膜周边区定位于上丘尾侧部的浅层；视网膜下半部定位于上丘浅层的内侧区；视网膜下半部定位于上丘浅层的外侧区。

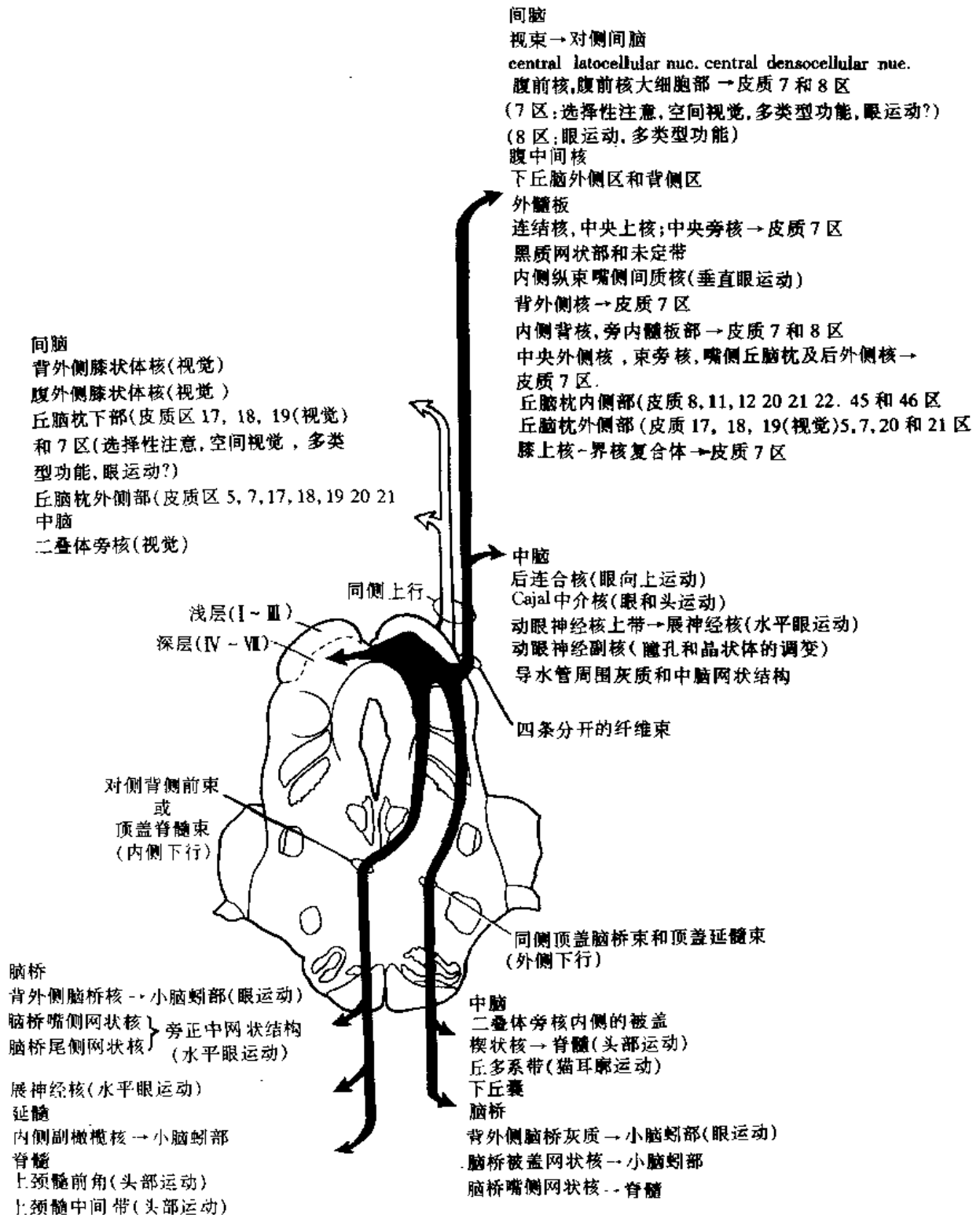


图 5-85 猕猴上丘浅层(空白箭头)和深层(黑箭头)细胞轴突的投射区,这些靶区以小箭头表示,各部分结构已知的功能已在图注中标出。

(引自 M. F. Huerta 和 J. K. Harting, 1984)

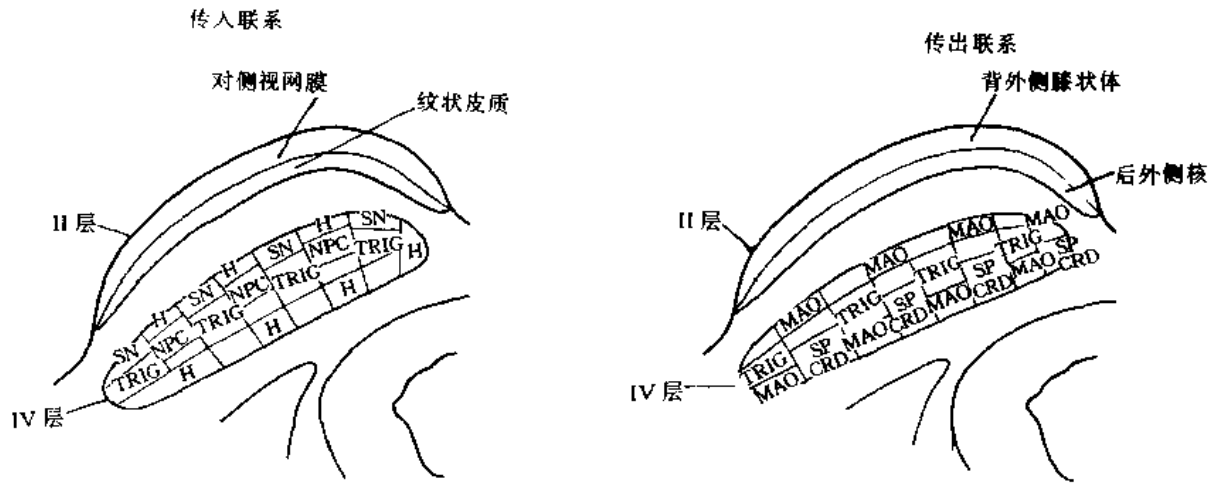


图 5-86 猫上丘浅层(II)和深层(IV)在联系上已确定的亚区类型模式图

在 II 层内, 由对侧视网膜和纹状皮质束的传入轴突的亚层画在左侧传入联系上; 由上丘至外侧膝状体的神经元和上丘至后外侧核(传出联系)神经元的亚层画在右侧。在 IV 层内, 由下丘脑(H), 后连合核(NPC)、黑质(SN)、以及三叉神经脊束核(TRIG)束的传入轴突形成的模块(modules)画在左侧; 而上丘-橄榄(MAO)、上丘-脊髓(SPCR)以及上丘-三叉神经核(TRIG)投射细胞形成的模块画在右侧。这些模块的内外侧精确空间关系依然有待确定。

(引自 M. F. Huerte 和 J. K. Harting, 1984)

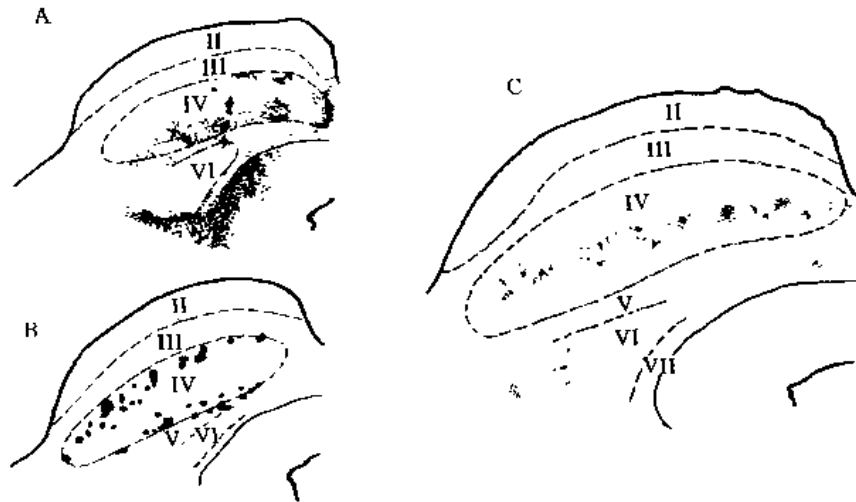


图 5-87 A. 显示猫下丘脑-上丘传入投射区的线条图(细点区); B. 上丘-橄榄投射神经元(粗点)的定位; C. 三叉-上丘投射(细点区)及其与上丘-三叉神经核投射神经元(廓影)的关系。此图显示, 传入纤维(A)和传出纤维(B)在上丘深层形成斑块或簇状, 并显示这些传入模块和传出模块在空间上

是偶联的(C)。 (引自 M. F. Huerte 和 J. K. Harting, 1984)

上丘深层包括丘系层(V~VI层), 不仅与视觉系统有联系, 而且与听觉、躯体感觉、躯体运动系统有联系, 是重要的皮质下感觉运动整合器 a subcortical sensorimotor integrator, 或称视运动区 an optomotor region。在接受视、听、躯体感觉刺激后, 动物眼、头及躯体联合转向刺激源方向; 在这种定向反射活动中, 上丘深层起重要作用。上丘深层细胞的感受野比浅层细胞大得多。深层也有视网膜定位谱, 其代表区与浅层者相对应。深层有听觉、躯体感觉、眼球震颤等的粗略定位关系。另外, 深层还有眼、头, 及外耳等运动的运动谱 motor maps, 与感觉谱相一致。

3. 上丘内纤维联系的亚分层结构 根据 Huerts 和 Harting(1984)的研究, 关于亚分层的主要概念有两个: ①一定的传入纤维与一定的传出纤维在上丘内联系在一起, 其联系部位可以亚分层来代表。②上丘浅层中亚分层的最小单位, 与深层中亚分层的最小单位, 通常类型不同。其中研究最多的是 II 和 IV 层中的亚分层。

(1) I 层可分为背腹二亚层。树獭 *tupaia glis* 背侧亚层接受视网膜来的纤维, 投射至背外侧膝状体核; 腹侧亚层细胞主要接受纹状皮质来的纤维, 投射至丘脑枕核。应当强调指出, 大多数达 I 层的传入纤维终末, 以连续的薄水平板层分布; 而发出传出纤维的 II 层细胞, 也是如此连续薄层状分布。其次, 从 I 层发出传出纤维的细胞, 并非全部局限在某一亚板层内。例如, 向背外侧脑桥投射的细胞, 就位于 I 层的几个亚板层内。于是这种细胞即可接受种类更多的视觉传入。第三, 亚层构筑允许对空间中同一点的不同类型的视觉信息, 分别传送到不同的亚板层, 于是在 I 层内有许多平行的信息通道 *information channels*。同时, 由于在 I 层内, 这些信息通道又很邻近, 故很容易在通道之间发生交互作用。

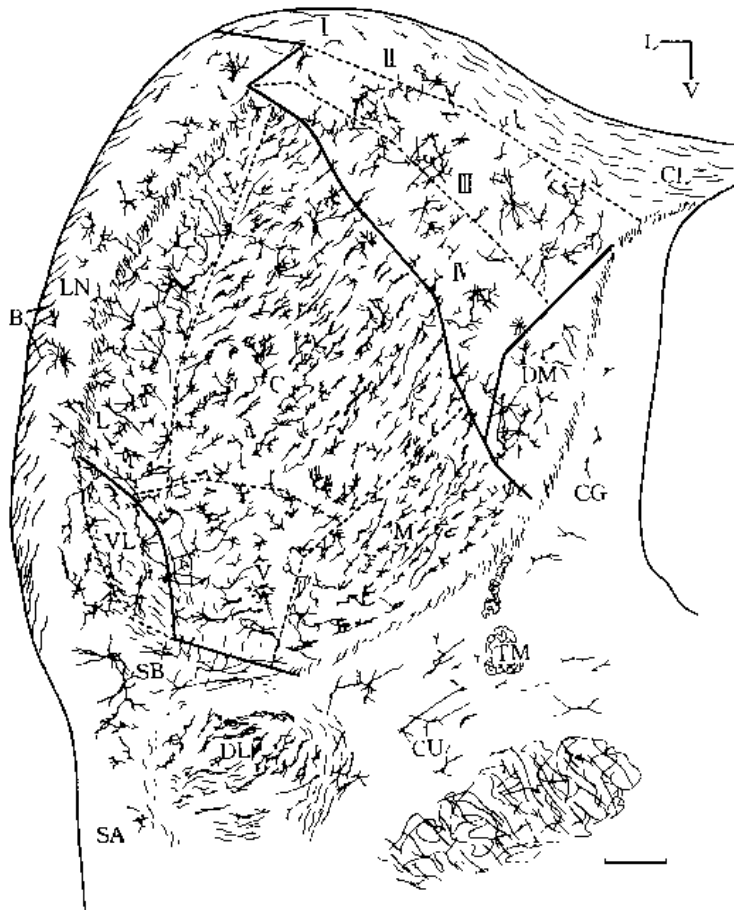


图 5-88 猫下丘中间部横切面, 恰在下丘连合尾侧(Golgi Cox 法), 猫龄 2 个月, 标尺 0.5mm, 可见下丘三个主要部分, 包括背侧皮质 I—V 层。B. 下丘臂; C. 中央核的中央部; CG. 导水管周围灰质; CL. 连合核外侧部; CU. 楔形区; DL. 外侧丘系背侧核; DM. 背内侧核; L. 中央核外侧部; LN. 外侧核; M. 中央核内侧部; SB. 丘下区; SA. 披肩核; TM. 三叉神经中脑束; V. 中央核腹侧部; VL. 腹外侧核

(2) IV 层的传入与传出径路也呈现亚层分布。例如猫的上丘, 黑质传入纤维终于 IV 层的最背侧; 三叉神经脊束核传入纤维终于 IV 层的最腹侧; 下丘脑传入纤维终于 IV 层与 V 层间的边缘区, 即恰位于三叉神经脊束核的深方。但是, 这些传入纤维终末区在内外侧方向上并不连续, 而是呈周期性分布的斑块状。在颅尾向上, 这些斑块形成纵行的条带。这些斑块或纵行条带称为“传入模块” *afferent module*。同样, 发出传出纤维的细胞也呈簇状分布, 与传入模块相对应。如果数种传入模块与某一传出通道联系在一起, 这一传出通路起源细胞必然在 IV 层内分布得更弥散些。发出顶盖脊髓束的神经元位于 IV 层的腹侧半, 此纤维束形成被盖背侧交叉 *dorsal tegmental decussation*。发出顶盖上橄榄束的神经元位于 IV 层腹侧边缘。其传出纤维达三叉神经脊束核的上丘细胞, 位于 IV 层背腹向的中间部。

对灰松鼠的研究表明, 黑质

(Morest 和 Oliver, 1984) 至上丘的传入纤维终末区和上丘

至脊髓的传出纤维起始细胞区重叠在一起。在控制眼球运动的机制中，这条传入-传出信息通路起重要作用。总之，I(浅)层与IV(深)层相比，后者的信息径路的信息种类均更多些；后者细胞的感受野要比前者大得多。其次，在传入与传出径路的连接方式上，上丘浅层与深层也不尽一致。

(二) 下丘

1. 下丘的组成。根据对猫下丘的研究，Oliver 和 Morest(1984)将其分为如下各部(图 5-88)(表 5-2)：根据树突分支的基本型式，下丘可分为顶盖和被盖两部分。典型的顶盖部细胞为多极神经元，具有 4 个以上的主树突，树突分支多，侧支多，树突附件 dendritic appendages 显著。典型的被盖部细胞往往仅有两三个主树突，二级分支少，树突行程长而直，树突附件少。顶盖部包括中央核 central nucleus、皮质及中央旁核群 paracentral nuclei。中央核具有板层状的神经毡，由具有盘状树突野的神经元组成，其树突野与外侧丘系的轴突相平行。相反地，下丘皮质形成松散的弯弯曲曲的神经毡层，其神经毡与中央核者相垂直，没有带盘状树突野的神经元。中央旁核群散在，包绕着中央核，计有连合核 commissural nucleus，背内侧核 dorsomedial nucleus，嘴极核 rostral pole nucleus，外侧核 lateral nucleus 以及腹外侧核 ventrolateral nucleus。下丘被盖部包括丘周区 pericolicular areas，下丘臂核 nucleus of brachium of inferior colliculus，以及披肩核 sagulum。

表 5-2 上丘分部

I 顶盖	I 被盖
A. 中央核(CN)	A. 丘周区
1)内侧部(M)	1)楔形区(CA)
2)中央部(C)	2)丘底区(SB)
3)外侧部(L)	3)外侧丘间区(LI)
4)腹侧部(V)	4)内侧丘间区(MI)
(间质带)	5)背侧丘间区(DI)
	6)腹侧丘间区(VI)
B. 皮质部	B. 下丘臂核
1)背侧皮质部(DC)	1)间质部(外侧部)(BI)
2)尾侧皮质部(CC)	2)副部(内侧部)(BA)
C. 中央旁核群	C. 披肩核(Sagulum)(nucleus saguli)(SA)
1)连合核(CI 和 CM)	
2)背内侧核(DM)	
3)嘴极核(RP)	
4)外侧核(LN)	
5)腹外侧核(VL)	

2. 下丘的纤维联系

(1) 下丘为听觉传导径路的关键部位。一方面，上行的听觉纤维在到达内侧膝状体和听皮质之前，几乎全部在上丘中继；另一方面，听皮质发出大量下行纤维至下丘，影响下丘内固有回路和至下丘的上下行纤维径路。因此在下丘和皮质听区间形成往返回路。

(2) 下丘还是听觉与躯体感觉及运动系统等多种信息的整合部位。一方面,下丘接受脊髓丘脑束和内侧丘系的躯体感觉纤维;另一方面,下丘发纤维至背外侧脑桥核、上丘、中脑被盖、导水管周围灰质、对侧下丘、上橄榄周核,以及蜗后核等。其中,下丘经顶盖脑桥束 tectopontine tract 至背外侧脑桥核,后者经小脑中脚至小脑蚓部的听视区 audiovisual area in vermis,由蚓部和顶核再投射向上丘和内侧膝状体的非板层部。因此,下丘涉及包括小脑在内的神经回路,在听或视刺激引起的运动行为中,推测起某种作用。下丘传出纤维加入顶盖网状束 tectoreticular tract 和顶盖脊髓束 tectospinal tract,参与视听反射活动。

(3) 下丘接受两耳来的听觉信息,但以对侧耳来的纤维为主;下丘至内侧膝状体的投射以同侧为主,对侧较少,故大脑皮质听区以接受对侧耳的听觉信息为主。

(4) 下丘的顶盖部与被盖部纤维联系不同。顶盖部主要与听觉信息的处理有关,被盖部则参与听觉与其它多种信息的整合。但是,中央核的外侧部既有顶盖型细胞,又有被盖型细胞。顶盖部的中央核,下丘皮质及中央旁核群,都有音频频谱定位关系,而被盖部则没有这种定位关系。此外,中央旁核群以单耳反应为主,其它下丘各区大多为双耳反应性。以 Golgi 银浸法区分出如此之多的下丘亚区,如何进一步与功能相联系,很有深入研究的必要性,如音频反应性,两耳间时间差,音强差,以及联系的神经冲动类型等。

(三) 顶盖前区及其邻近结构

顶盖前区 pretectal area 位于上丘嘴侧,是中脑与丘脑交界区。其邻近结构包括后连合,达克谢维奇核和 Cajal 间位核(图 5-89~91)。

1. 顶盖前区由若干核团组成:①视束核 nucleus of optic tract,由不规则的大细胞组成,细胞沿顶盖前区背外侧边缘呈板层状排列,恰在上丘臂纤维外侧,是顶盖前区中最明显的核。②豆状下核 sublentiform nucleus,在视束核内侧,由中小型细胞组成,核团轮廓呈新月状。③顶盖前区核 nucleus of prepectal area,位于顶盖前区背内侧部。④顶盖前区橄榄核 olivary nucleus of prepectal area,从上丘外上方延伸至后连合的尾侧,边界较清楚,由较大和较小的细胞所组成。⑤顶盖前区主核 principal nucleus of prepectal area,位于豆状下核的腹侧,由密集的中小型淡染细胞组成。

2. 顶盖前区的纤维联系

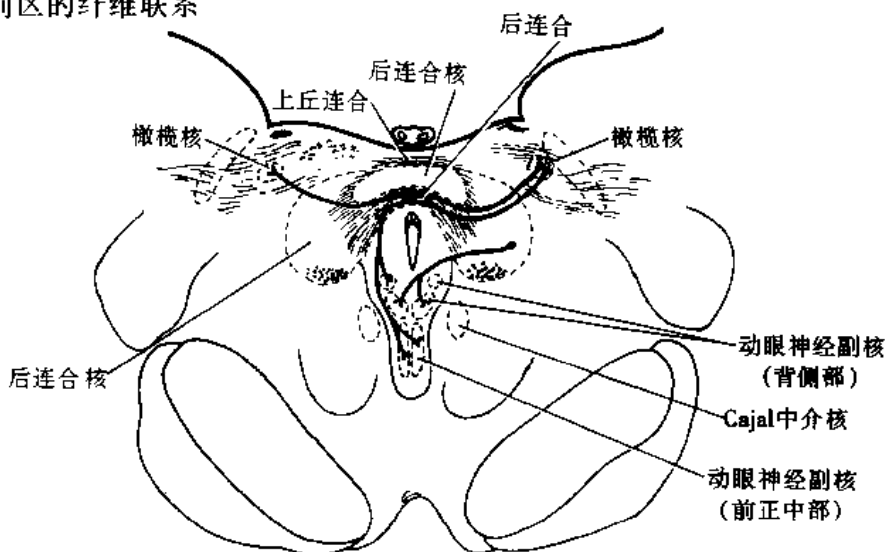


图 5-89 经后连合(尾侧部)横切面模式图(引自张培林, 1987)

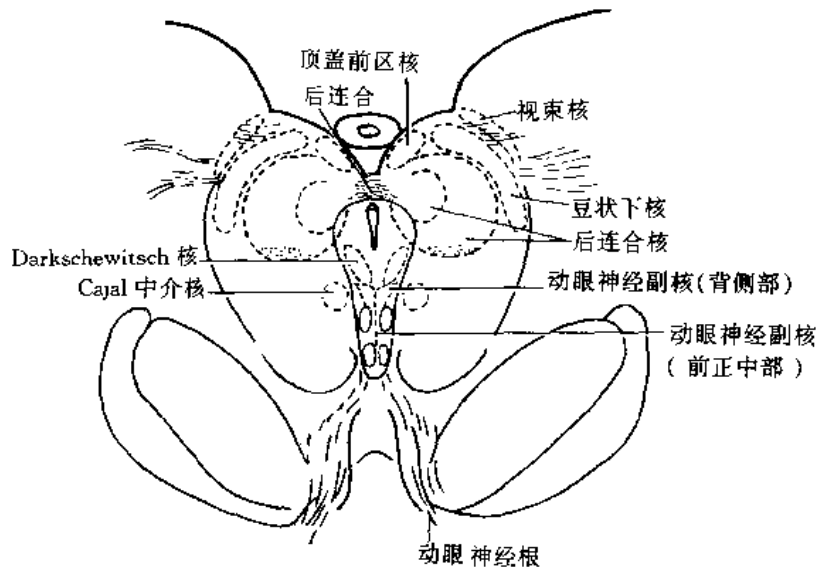


图 5-90 经后连合(上丘上方)横切面的模式图(引自张培林, 1987)

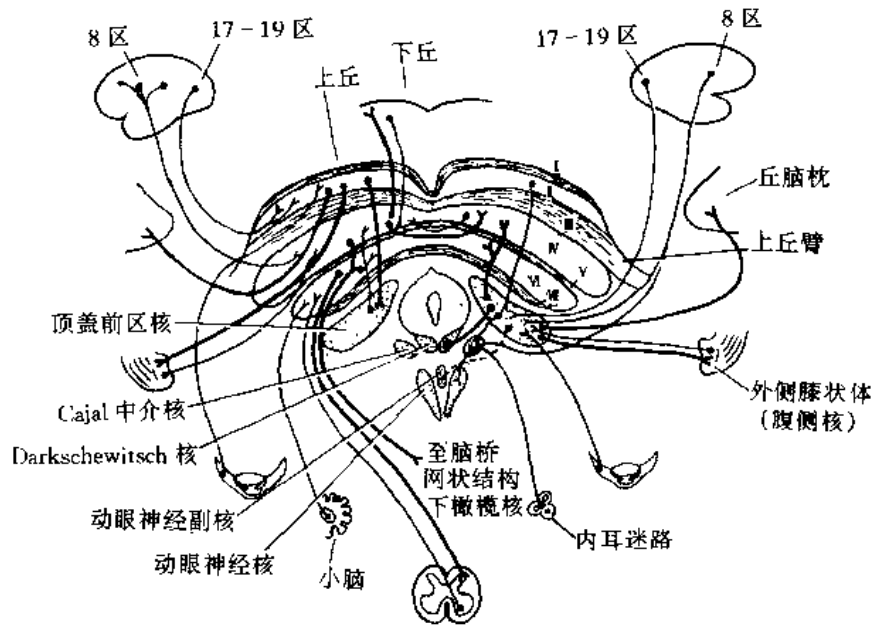


图 5 91 上丘和顶盖前区主要联系的图解

(1) 顶盖前区的传入纤维主要来自视网膜，终止于豆状下核、视束核、顶盖前区主核及顶盖前区橄榄核，而顶盖前区核不接受视网膜传入纤维。此外，顶盖前区还接受大脑皮质 8 区(额眼区)和枕叶 17~19 区的传入纤维，在控制眼跟踪运动中起作用；上丘、外侧膝状体、丘脑枕、以及脑桥网状结构也有纤维达顶盖前区。

(2) 顶盖前区的传出纤维有：①起自视束核、豆状下核及顶盖前区主核，至丘脑枕，形成视网膜-顶盖前区-丘脑枕-大脑皮质视觉联络区通路，属膝体外视觉径路之一。②至两侧 Cajal 间位核和同侧上丘，参与眼球垂直向运动的控制机制。③至同侧下橄榄核，继而联系小脑的前庭部，此路可能影响前庭-眼反射的小脑调控活动。④至下丘脑和脑干等与视觉无直接关联的核团。至今，并未发现顶盖前区与眼外肌神经核群有直接联系。顶盖前区不仅参加瞳孔

对光反射弧，而且参加眼调节反射弧，增加晶状体曲度，以使眼能看清近物。

3. 顶盖前区邻近结构

(1) Cajal 间位核 *interstitial nucleus of Cajal*: 位于中脑嘴侧端，内侧纵束的腹外侧及其纤维中间，由中型多极细胞组成。间位核的传入纤维来自前庭神经核群、顶盖前区以及上丘，还有记载大脑皮质 8 区(额眼区)也发纤维至此核。Cajal 间位核的传出纤维可经内侧纵束至两侧的动眼神经核、滑车神经核、及同侧的舌下神经前置核。Cajal 间位核的传出纤维又至前庭神经核群；并可形成间位脊髓束，沿沟缘束下降。总之，Cajal 间位核代表着动眼前中核 *preoculomotor* 之一。

(2) 达克谢维奇核 *Darkschewitsch nucleus*: 位于导水管周围灰质的腹外侧边缘，Cajal 间位核和内侧纵束的背内侧，主要由小细胞组成。该核传入纤维来自大脑皮质中央前、后回、脊髓、上丘、小脑核、以及舌下神经前置核。此核传出纤维尚需进一步研究确定，可能至动眼神经核。

(3) 后连合 *posterior commissure*: 位于上丘嘴侧，在中脑水管与第三脑室移行部的背侧，因此是中脑向间脑移行的标志。后连合由粗厚的越边横行纤维组成；在其纤维的嘴侧、外侧及腹侧，均有细胞环绕，称这些细胞为后连合核 (*nucleus of posterior commissure*)。组成后连合的纤维来源尚未全部搞清楚，目前已知包括：①从顶盖前区内某些核团发出的纤维；②来自后连合核的纤维。损伤猫的后连合，瞳孔间接对光反射减弱，但不会消失。Carpenter Pierson (1973) 使用红外线瞳孔散缩描记仪，在中线切断猴的后连合纤维之后，并未发现瞳孔对光反射有何变化。损伤后连合核，并切断来自 Cajal 间位核的纤维，则导致两侧眼睑回缩，以及眼球垂直向运动障碍。

(四) 二叠体旁区

二叠体旁区 *parabigeminal area* 位于下丘腹外侧，介于中脑表面和外侧丘系之间，是一边界明确的区域，主要由斜行或横行的纤维组成。在纤维中间有散在的细胞群，称二叠体旁核 *parabigeminal nucleus*。目前已知，此核接受对侧上丘的传入纤维，其传出纤维至两侧上丘的深层和浅层。在二叠体旁核和上丘某些部分之间，还存在着一定的局部定位关系 (Méndez-Otero, 1980)。据 Benevento 和 Standage (1983) 的研究，视网膜-二叠体旁核-丘脑枕-大脑皮质视联络区，是另一条外侧膝状体外的视觉径路。

三、中脑被盖

中脑被盖 *tegmentum of midbrain* 位于中脑水管腹侧，黑质的背侧。其中主要核团有红核、黑质、脚间核、动眼神经核和滑车神经核。此外，被盖内还有若干神经核和中脑网状结构。

(一) 红核

红核 (*red nucleus*) 肉眼即可见，在横切面上为一对大而圆的核团，直径约 5mm。由于富含铁色素和血管，在新鲜标本上红核呈淡杏黄色。核柱从上丘尾端平面，上达下丘脑乳头体嘴侧平面。换言之，下丘平面没有红核。

1. 红核可分为大细胞部和小细胞部。两种细胞的比例和分布，不同的哺乳动物各异。灵长类大细胞减少，而小细胞相应增加。大细胞部仅限于核柱的尾侧，由大多极细胞组成，其轴突组成红核脊髓束。小细胞部占据核柱的大部分，也发出红核脊髓束。根据细胞密度和有无板层，小细胞部又再分为尾侧部、嘴侧部及背内侧部。尾侧部位于后连合平面以下；在继

脚间束平面上，有一板层状有髓纤维束将背内侧部与红核其它部分隔开；再向嘴侧，有另一纤维板层将红核嘴侧端与小细胞其它部分分开，此嘴侧端为嘴侧部。小脑上脚纤维包绕红核，宛如红核的被囊。

2. 红核的传入纤维主要来自小脑核群和大脑皮质。

(1) 小脑传入纤维起自小脑齿状核、栓状核和球状核，其纤维形成小脑上脚(结合臂)，在中脑尾侧平面全部交叉到对侧，即小脑上脚交叉 decussation of superior cerebellar peduncle，进入或包绕对侧红核。此路纤维称齿状红核束 dentatorubral tract。其中止于红核的纤维有局部定位关系，齿状核纤维至红核小细胞的嘴侧部，栓状核纤维至红核小细胞的尾侧部。

(2) 皮质红核纤维 corticorubral fibers 主要起自大脑皮质运动区和辅助运动区。皮质红核纤维也有局部定位关系，代表上肢的皮质区纤维止于红核小细胞的背内侧部；代表上肢的皮质区纤维止于红核的腹外侧区。

(3) 其它红核传入纤维：苍白球发纤维经 Forel 被盖区 tegmental region of Forel 达红核。中脑顶盖和前庭神经核发出纤维也至红核。还有些传入纤维来自下丘脑、黑质和脊髓。

3. 红核的传出纤维联系广泛。

(1) 红核脊髓束 rubrospinal tract(图 5-92)起自红核核柱的全长，由红核内侧发出，越过中线，形成被盖腹侧交叉 ventral tegmental decussation，交叉后沿特殊内脏运动核核柱附近下降，进入脊髓侧索(但是红核大细胞部的纤维未下达脊髓)。此束具有躯体定位性分布：起自红核背内侧的纤维终于颈髓，支配上肢区；起自红核腹外侧部的纤维终于腰骶髓，支配下肢区；起自红核背腹向中间区的纤维终于胸髓，支配躯干区。由此可见，皮质红核纤维和红核脊髓束一起，共同组成具有躯体定位关系的皮质脊髓径路。这条径路与皮质脊髓束有许多相似性：①大脑皮质起始区有所重叠(但多数纤维起始区不同)；②都含有粗细不等的纤维；③都终止于脊髓全长；④在脊髓内的分布区类似；⑤都有躯体定位性关系；⑥都主要使屈肌的 α 和 γ 运动神经元活动易化，并且都以单突触兴奋同样的脊髓中间神经元。

(2) 红核小脑束 rubrocerebellar tract：先至下橄榄核、外侧网状核和楔束副核，然后再至小脑核，这样与小脑上脚一起，组成红核-小脑-红核回路。在此回路中，具有躯体定位关系。就红核而言，只有核柱尾侧 2/3 参加此回路。

(3) 红核脑干束 rubrobulbar tract：起自红核嘴侧 1/3，投射至眼外肌运动核群、三叉神经感觉核和运动核，面神经核，前庭神经核，下橄榄核，薄束核与楔束核以及终止于脑干网状结构。

(4) 红核丘脑纤维，很难确定红核是否发纤维至丘脑腹侧中间核。

4. 红核的功能与运动的控制有关。

(1) 皮质-红核-脊髓径路与皮质脊髓束一起，共同组成背外侧通路 dorsolateral pathways，在对肢体远端诸肌的运动控制方面，尤其在精细调控手与指的活动方面，起重要作用。当破坏皮质脊髓束而未损伤皮质-红核-脊髓径路时，腕部运动基本正常，但是手和指的活动显示有明显的障碍；若皮质脊髓束和皮质-红核-脊髓束同时受损，则腕部运动也发生障碍。研究发现，红核的大细胞部有全身诸肌的代表，与大脑皮质运动区相似。刺激红核大细胞部的一个单点，将引起单块骨骼肌或一个小肌群的收缩。但是，各个肌肉在红核内的代表区远不如皮质运动区那样精细，人类的红核相对较小而不发达。

(2) 红核兴奋对侧肢体的屈肌神经元，同时抑制该肢体的伸肌运动神经元，这两种作用

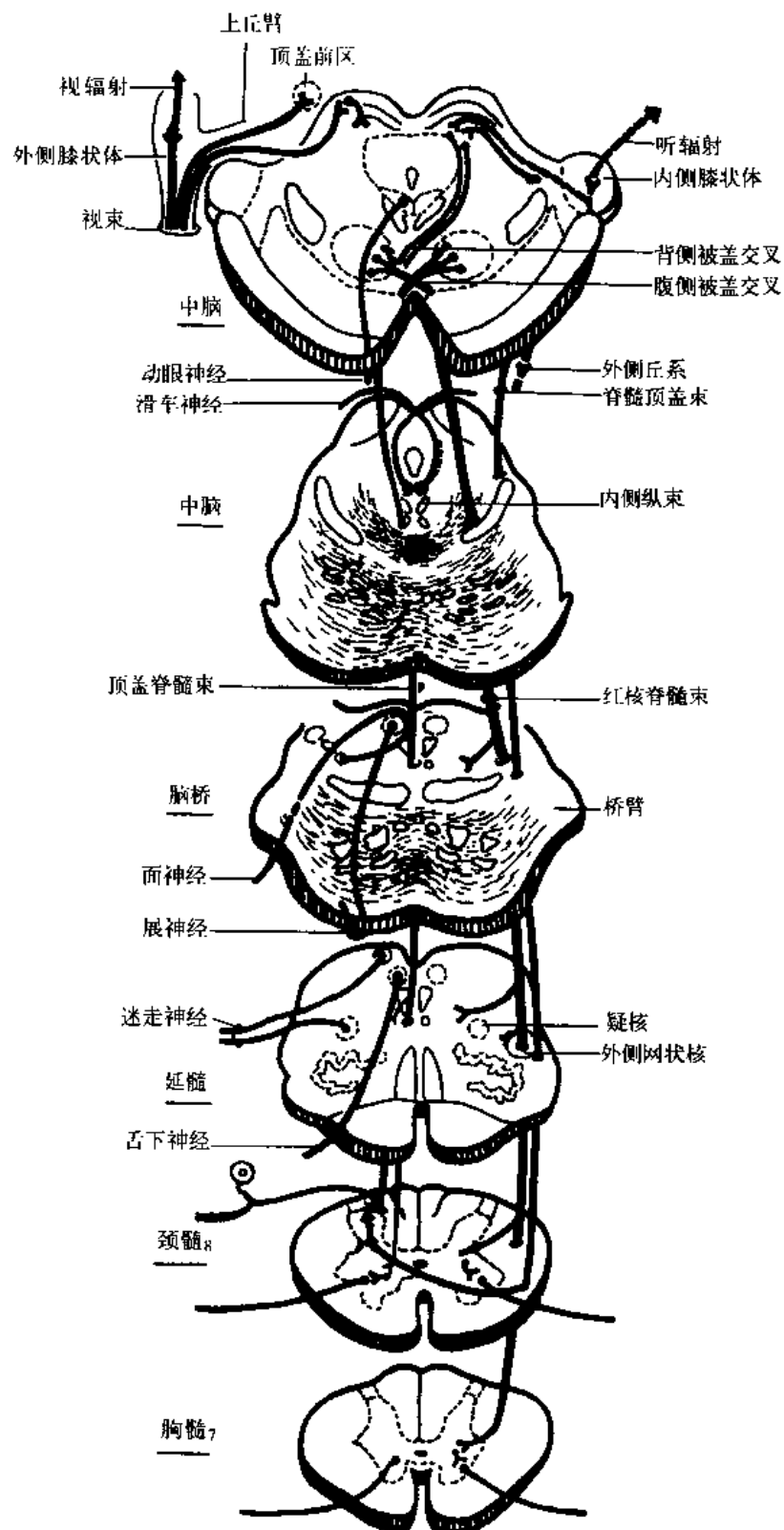


图 5-92 红核脊髓束和顶盖脊髓束

都是经过红核脊髓束至脊髓板层 VI 和 VII 的中间神经元，然后再至前角 α 和 γ 运动神经元。

(3) 红核接受来自小脑的传入纤维数量远比来自大脑皮质的多，这提示红核与小脑之间，

通过小脑上脚的往返联系可能更重要。Brodal 等(1954)发现,红核细胞的轴突往往是分叉的,同一细胞的轴突既到脊髓又到小脑,或者既到下橄榄核又到脊髓,这提示存在着反馈性联系。

(4) 从临床角度看,顶盖-中脑麻痹综合征 Benidikt, Syndrome 累及一侧红核时,常可引起对侧肢体的运动障碍,包括不自主运动,静止时粗大震颤,在感情冲动和运动时振幅增加,以致不能控制,肢体运动共济失调及舞蹈样动作。此时损伤侧眼球运动麻痹。损伤猴一侧红核及对侧小脑上脚纤维,并未产生另外的症状,这提示上述综合征引起的运动障碍,可能是阻断了小脑上脚传出纤维的结果。

(二) 黑质

黑质 *substantia nigra* 在人脑最发达,贯穿中脑全长,并上延至底丘脑核平面,是中脑内最大的核。黑质紧靠脚底,位于红核的腹侧。

1. 黑质的分部:根据形态学、个体发生、组织化学及病理学的研究,可将黑质分为两部,背侧为致密部 *compact part*,腹侧为网状部 *reticular part*。

(1) 致密部由大型多极神经元组成,多数细胞含黑色素。根据细胞排列方式,致密部又可再分为 α 、 β 和 γ 三个部分。 α 部位于致密部的腹侧区,常聚集着较大而形态不规则的细胞群。 β 部位于 α 部的背侧,细胞弥散而不聚集成群,方向不定。 γ 部出现在红核最大平面,位于 β 部的背侧,含黑色素细胞,细胞长轴多朝向背外侧,位于红核“被囊”最腹侧的纤维中间。

(2) 网状部由色素细胞和非色素细胞组成。与致密部相比,其色素细胞较小,黑色素也较少,非色素细胞与苍白球细胞类似,含铁质。

(3) 除致密部和网状部外,在黑质的背面和红核的腹外侧,还有散在的细胞,其形态与大小各异,其间有含黑色素的大细胞,许多学者认为此区是致密部的弥散延伸区。同时,在黑质的外侧,有一层小细胞覆盖着脚底的背侧面,称脚周核 *peripeduncular nucleus*。

2. 黑质的传入纤维联系 ①纹状体黑质纤维,起自尾状核和壳,经内囊后脚和大脑脚,分布到黑质致密部和网状部。在此纤维束内有局部定位性分布,尾状核头腹内侧纤维分布于黑质的最内侧部;壳后部纤维分布于黑质的最外侧部。②苍白球黑质纤维, Grofova(1979)发现猫的脚内核 *endopeduncular nucleus* 投射至黑质的致密部,而不至网状部。猫的脚内核相当人类苍白球的内侧段。③中缝背核黑质纤维;④杏仁中央核黑质纤维;⑤终纹床核黑质纤维;⑥倚核黑质纤维;⑦额叶皮质(6区和9区)黑质纤维;以及⑧底丘脑黑质纤维。

3. 黑质的传出纤维联系(图 5-93、94) ①黑质纹状体纤维 *nigrostriatal fibers*, 主要起自黑质致密部,其次起于网状部及靠近黑质、位于被盖腹侧和腹外侧的细胞组。纤维经黑质背内侧边缘上行至下丘脑外侧区,再经内囊内侧部分达尾状核头和壳的嘴侧部。另外,有一部分纤维在 Forel 被盖区离开纤维束主体而行向外侧,在底丘脑核背方穿过内囊后部和苍白球,到达纹状体的尾侧部。黑质纹状体通路变性,是震颤麻痹的重要病理变化之一;黑质细胞产生多巴胺,经此多巴胺能纤维束,供应纹状体多巴胺。②黑质端脑纤维 *nigrotelencephalic fibers*, 起自黑质致密部,投射至嗅结节、倚核、杏仁核及额叶皮质。此路也含多巴胺能纤维,与边缘系统参与的情感和情绪调节有关。精神分裂症与此路病变有关。③黑质丘脑纤维 *nigrothalamic fibers*, 起自黑质网状部,终止于丘脑腹内侧核和腹中间核的内侧区。由于腹中间核发纤维投射至大脑皮质运动区,推测此路可能对皮质运动区施加影响。④黑质顶盖纤维 *nigrotectal fibers*, 起自黑质网状部,呈双侧投射(以同侧为主)至上丘的中间层和深层,影响顶盖脊髓束

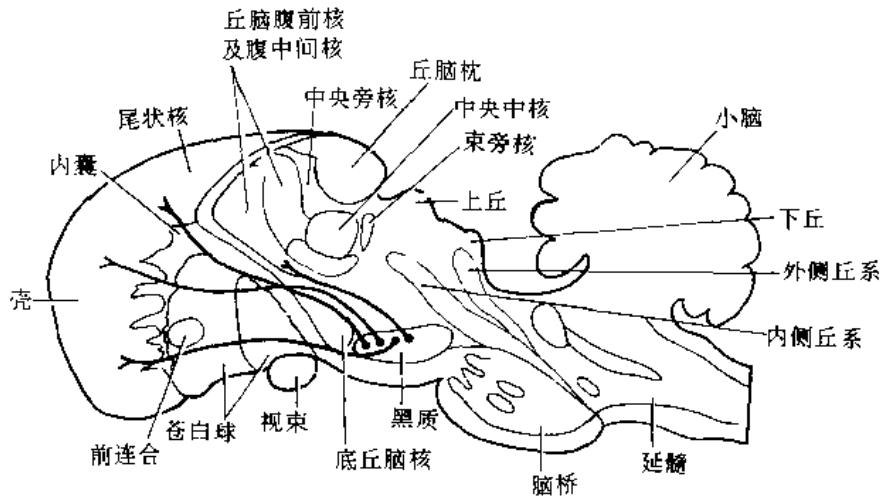


图 5-93 黑质传出纤维外侧部(经内囊)的模式图(主要示黑质纹体纤维)(引自张培林,1987)

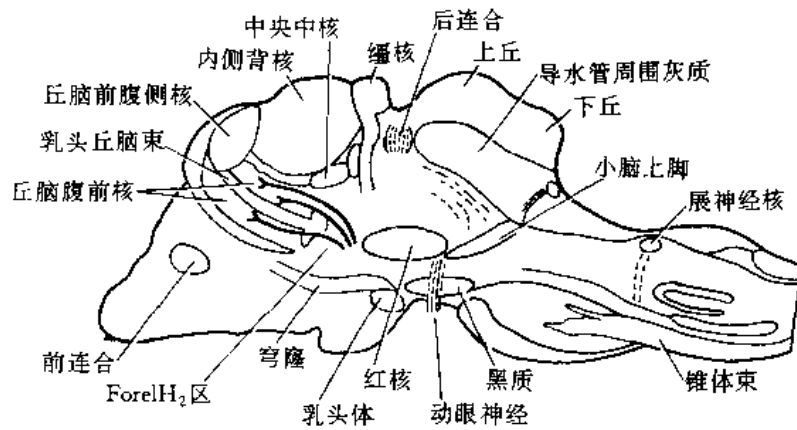


图 5-94 黑质传出纤维内侧部的模式图(主要示黑质丘脑纤维)(引自张培林,1987)

起始细胞,参与视觉定向调节。荧光逆行双标记研究证明,部分黑质网状部细胞的轴突,有两岐分支,一支至丘脑,另一支至顶盖。⑤黑质被盖纤维 nigrothalamic fibers,主要分布于导水管周围灰质的外侧部,以及脑干下部的网状结构。

4. 黑质的功能(参见化学神经解剖学章)

(三) 脚间核

脚间核 interpeduncular nucleus 位于脚间窝底的深方,核柱长约 7mm,在中脑下半部。一般哺乳动物此核发达,但人类较小。其细胞为中型多极细胞而淡染,其树突多数朝向背内侧。

1. 脚间核的亚核 在人类,脚间核似不能再划分亚核;但在大鼠上,Hamill 和 Lem (1984)却可划分为三个不成对的亚核和四个成对的亚核(图 5-95)。三个不成对的亚核是嘴侧亚核、中央亚核和背侧亚核。四个成对的亚核是间位亚核、背外侧亚核、中间亚核和外侧亚核。近年免疫细胞化学的研究发现,脚间核细胞含多种化学物质,如乙酰胆碱、P 物质、阿片样肽类、 γ -氨基丁酸、5-羟色胺、去甲肾上腺素以及促黄体生长素释放激素等。

2. 脚间核的纤维联系 脚间核的传入纤维束主要有三条:①缰核脚间束 habenulo-interpeduncular tract,或称后屈束 fasciculus retroflexus,起自缰核内侧核,到达脚间核,二核各部分间有局部定位关系。②乳头脚间束 mammillo-interpeduncular tract,起自下丘脑乳头体。③脑干

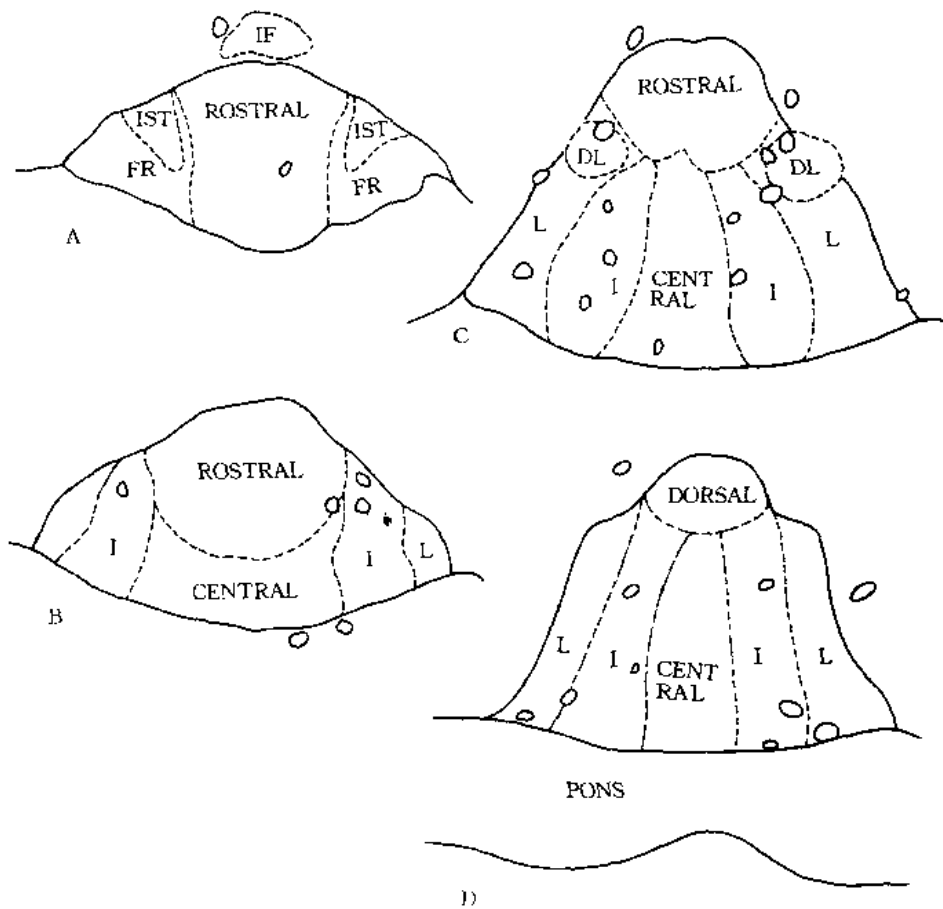


图 5-95 大鼠脚间核亚核分区。从嘴侧(A)至尾侧(D)四个冠状切面上的切面描绘图。

CENTRAL. 中央亚核; DORSAL. 背侧亚核; DL. 背外侧亚核; IF. 束间核; IPN.

脚间核; IST. 间质亚核; I. 中间亚核; L. 外侧亚核; ROSTRAL. 嘴侧亚核

(引自 Hamill G. S. 和 Lenn N. J., 1984)

被盖至脚间核的投射。80年代的研究表明,脚间核传出纤维联系广泛,包括至背侧被盖核、腹侧被盖核,丘脑内侧背核、下丘脑外侧区、隔区、斜角带核、海马,以及中脑被盖。脚间核既属于边缘中脑区之一,又是菱脑投射系统的一个反射性中继站,经背侧纵束至各植物性神经区。

3. 背侧纵束 dorsal longitudinal fasciculus 位于中脑水管的腹外侧,行经导水管周围灰质、脑桥和部分延髓。它是既有上行纤维又有下行纤维的束路,大部分纤维不交叉,联系着下丘脑和脑干若干细胞群,如动眼神经副核、上丘、疑核、上、下涎核、面神经核、孤束核,以及舌下神经核。

(四) 滑车神经核

滑车神经核 nucleus of trochlear nerve,位于中脑下丘平面,导水管周围灰质的腹侧,内侧纵束的背侧。由典型的多极运动神经元组成,但较动眼神经核细胞稍小。滑车神经发出后,向背侧旋绕导水管周围灰质,继而在此灰质背侧,两侧滑车神经交叉,在前髓帆系带两侧出脑,支配眼上斜肌。

(五) 动眼神经核

动眼神经核 nucleus of oculomotor nerve 位于上丘平面,导水管周围灰质的腹侧,内侧纵

束的背侧，核柱长约 5mm(图 5-96、97)。

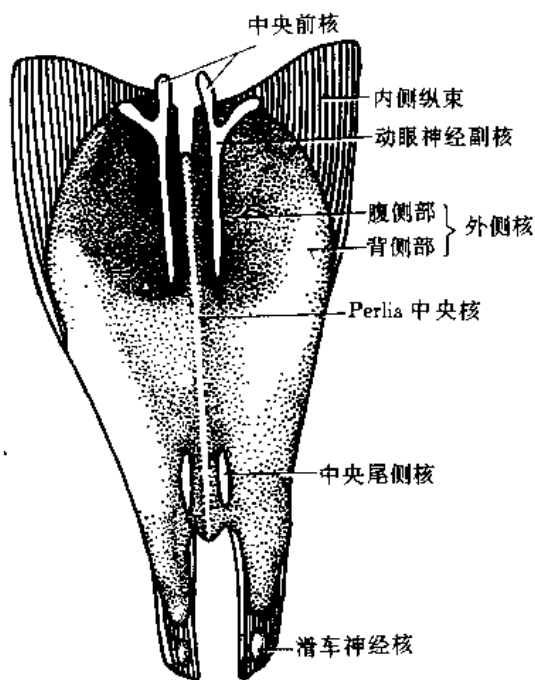


图 5-96 人脑动眼和滑车神经核模式图

1. 动眼神经核 包括成对的外侧核和内脏运动核，以及不成对的中央尾侧核。

(1) 外侧核 lateral nucleus: 居中线的外侧，由典型的多极运动神经元组成。它可分成若干细胞群，分别支配不同的眼外肌：背侧细胞支配下直肌，中间细胞支配下斜肌，腹侧细胞支配内直肌。这几部分细胞均支配同侧上述眼外肌。在背侧和中间细胞的内侧，还有内侧细胞，它发出越边纤维支配对侧上直肌。

(2) 中央尾侧核 caudal central nucleus: 位于中线上，夹在两侧动眼神经核柱尾侧 1/3 的中间。其细胞与外侧核的相似但较小，支配两侧上睑提肌。

玻利亚中央核 central nucleus of Perlia 位于中央尾侧核的颅侧，人类此核常缺如，哺乳动物的该核变异很大。关于此核参与眼辐凑反射的说法，没有得到证实。在正中缝上，总能观察到一些散在的大型运动神经元，但是从未形成如中央尾侧核那样，

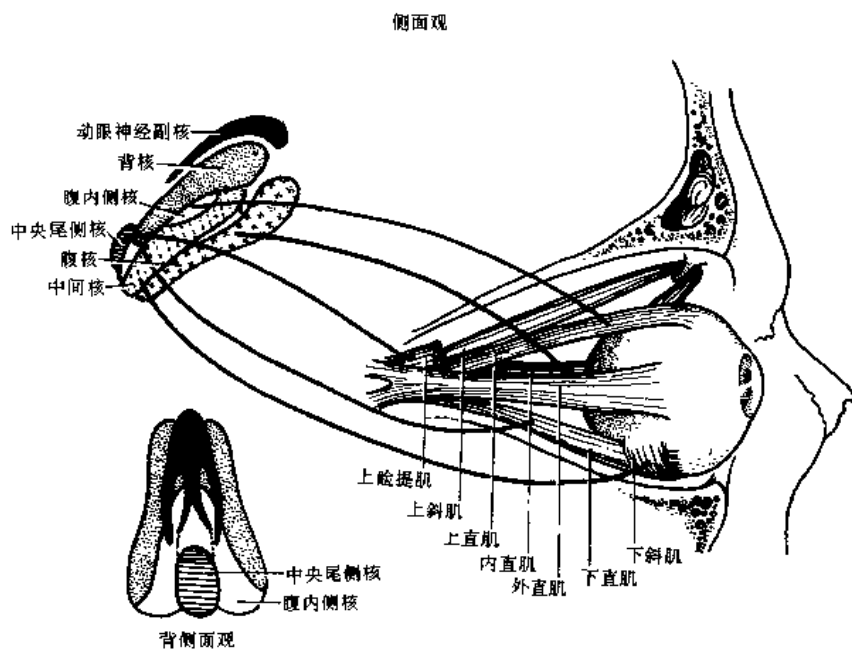


图 5-97 眼外肌在动眼神经核的定位

的核团。这些细胞可能支配单侧上直肌，并不支配双侧内直肌。

(3) 动眼神经副核 accessory nucleus of oculomotor nerve: 又称 Edinger-Westphal 核或 Якупович 核，即动眼神经内脏核。此核位于动眼神经核柱嘴侧的背方和背内侧。此核的嘴侧端两侧在中线上会合。该核细胞与动眼神经核的躯体运动神经元明显不同，为小型卵圆形细胞或梭形细胞，细胞长轴与此核长轴平行。该核细胞发出的副交感性节前纤维不交叉，随同侧

动眼神经出脑，终于眼眶内的睫状神经节，后者发出的节后纤维大部分支配睫状肌，小部分支配瞳孔括约肌。

另外，在动眼神经核、滑车神经核及展神经核中，还有中间神经元，称为核间神经元 inter-nuclear neurons，它们联系着三对眼外肌神经核。

2. 眼外肌神经核的传入联系 为完成十分精细的眼球运动和两眼协调联合运动，眼外肌神经核接受许多种传入信息(图 5-98)。

(1) 来自视网膜和眼外肌本体感受信息的传入最重要，但没有直达眼外肌神经核群的径路。

(2) 大脑皮质额眼区(8区)的下行纤维，与眼球运动的主观随意性控制有关。一侧的眼外肌神经核接受两侧皮质核束纤维，但是后者并未直达眼外肌神经核。而两眼协调联合运动受着枕叶 17、18、19 区的控制。

(3) 前庭器和前庭神经核通过内侧纵束，直接控制两侧眼外肌神经核，组成前庭—眼反射弧，在头部姿势或头部运动变化时，调节眼的位置。

(4) 小脑与动眼神经核有直接联系。

(5) 颈肌的活动经脊髓至前庭神经核，再至眼外肌神经核，由两侧内侧纵束间接影响眼球运动。有否直接的脊髓至眼外肌神经核联系尚不肯定。

关于上述多种信息的整合部位，至少有以下神经区。

(1) 所谓动眼神经附属核 accessory oculomotor nuclei，包括后连合核、内侧纵束嘴侧间位核、达克谢维奇核及 Cajal 间位核。它们与垂直向注视运动密切相关，而Ⅲ、Ⅳ脑神经核是执行运动神经元。

(2) 顶盖前区；

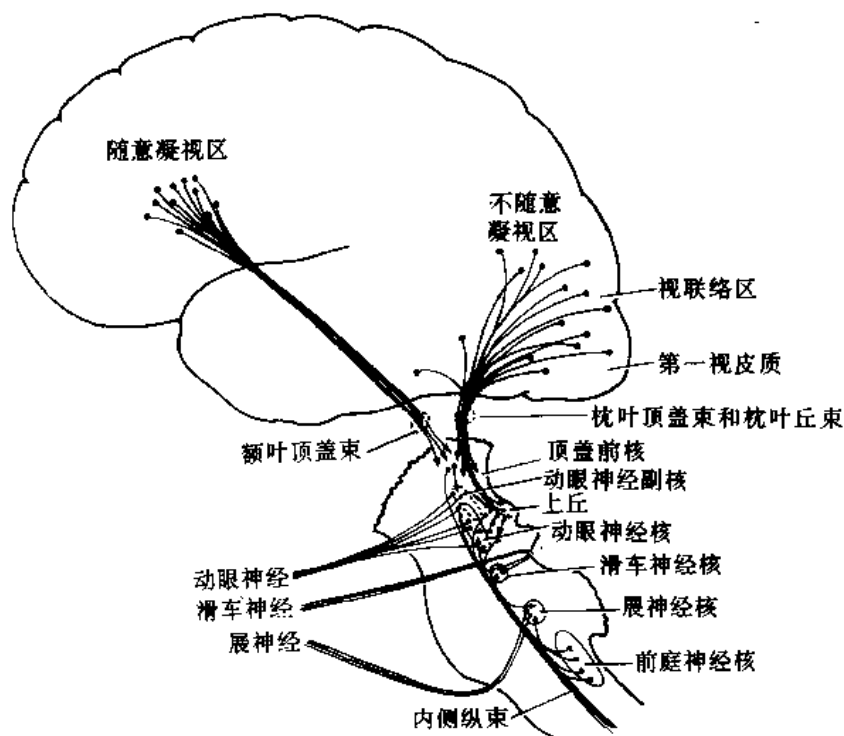


图 5-98 控制两眼联合运动的神经通路(引自 AC Guyton, 1987)

- (3) 上丘;
- (4) 脑桥旁正中网状结构(参见脑干网状结构章)
- (5) 舌下神经前置核(参见延髓章)

3. 眼外肌本体感受径路十分精细复杂。人类眼外肌内有本体感受器,即肌梭和螺旋神经末梢(spiral nerve ending)。眼外肌的本体感受冲动由Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ对脑神经传入脑干,进入脑干后有几条通路:①三叉神经中脑核的假单极神经元,其周围突分别进入Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ对脑神经,其中枢突分别进入Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ对脑神经核,形成两个神经元的牵张反射弧。②三叉神经节的假单极神经元,其周围突经眼神经,在海绵窦内或眼眶内,与Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ对脑神经相吻合;其中枢突终于三叉神经脊束核的嘴侧亚核,由后者投射至丘脑腹后核群,再经颇为迂回的通路,影响眼外肌的运动。③牵张猫的眼外肌,在小脑蚓部的视区记录到了电位活动;这种刺激还可引起长潜伏期的上丘电位活动。但是,关于眼外肌本体感受性神经支配的许多问题还远未解决。

4. 动眼神经核损伤的表现 主要的病征如下:①患侧眼外斜视,因为滑车神经支配的上斜肌,和展神经支配的外直肌共同作用,使瞳孔转向外下方。由于动眼神经支配的内收肌等瘫痪,患侧眼不能内收。②患侧上睑下垂,因动眼神经支配的上睑提肌瘫痪,不能与面神经支配的眼轮匝肌相抗衡所致。③患侧瞳孔扩大,瞳孔对光反射及调节反射消失,这是由于损伤了动眼神经副核的副交感纤维,导致睫状肌和瞳孔括约肌瘫痪所致。

(六) 中脑被盖部其它神经核团

1. 腹侧被盖区 ventral tegmental area of Tsai 位于脚间核背侧和黑质内侧,从动眼神经根平面上达下丘脑乳头体平面,由密集的中小型细胞组成。Taber(1961)将猫的腹侧被盖区分为三个亚核:①臂旁色素核 parabrachial pigmented nucleus,位于该区尾侧部,细胞散在小脑上脚交叉腹侧纤维中间。②腹侧被盖核 ventral tegmental nucleus of Tsai,位于该区嘴侧部,脚间核的背外侧。③黑质旁核 paranigral nucleus,位于该区腹侧部,黑质尾侧部的内侧。腹侧被盖区属边缘中脑区之一,是多巴胺能等多种递质神经元聚集部位。

据 Beckstead R. M. 等研究(1979),腹侧被盖区传出投射很广泛,如投射至纹状体的腹内侧,腹侧纹状体,倚核;缰外侧核,丘脑连合核,中央中核及内侧背核的最内侧区;下丘脑后区、外侧区及视前区;终纹床核、斜角带核、隔外侧核内侧半;额叶扣带回及皮质嗅区等。

2. 背侧被盖核 dorsal tegmental nucleus 位于导水管周围灰质内,动眼神经核和滑车神经核的背侧,为脑桥中缝背核的延续。此核由小细胞组成,其中散在有较大细胞。

3. 腹侧被盖核 ventral tegmental nucleus 位于内侧纵束的腹侧,中线的两侧,是脑桥中央上核的延续。背侧被盖核和腹侧被盖核的传出纤维,沿背侧纵束和乳头脚上升,终于乳头体、下丘脑外侧区、视前区和隔区。

4. 环状核 annular nucleus 在猫的中脑,位于内侧纵束纤维中间或环绕此束,由中小型细胞组成,该核主要在下丘阶段。

5. 最小核 minimal nucleus 在猫的中脑,位于红核核柱中段的外侧边缘。在横切片上,为一小卵圆形细胞密集的核,细胞小而深染。

6. 丘系旁核 paralemniscal nucleus 介于内侧丘系外侧和下丘臂内侧之间,位于中脑上2/3阶段,为一薄层小而深染的细胞。

7. 滑车上核 *supratrochlear nucleus* 在滑车神经核和内侧纵束的背侧，导水管周围灰质的腹侧，由中型深染细胞组成。

8. 披肩核 *sagulum nucleus* 恰在外侧丘系背侧核的背外侧，贴靠中脑下部表面。*Sagulum* 原意斗蓬，下丘似帽，*Sagulum* 即是帽下的披肩。该核由浅染的小细胞组成。向尾侧，在下丘移行于小脑上脚的地方，即披肩核的尾腹侧，又有一由小细胞集聚而成的深染的丘系后核 *retrolemniscal nucleus*，该核位于外侧丘系核的外侧。

四、脚 底

脚底 *crus cerebri* 位于中脑最腹侧部，主要由纤维束组成。

(一) 大脑皮质下行纤维

大脑皮质下行纤维包括锥体束和皮质脑桥束。传统认为，锥体束占据脚底的中 3/5 部，其中支配下肢的纤维位于脚底偏外侧，上肢的纤维居中间，面部与咽喉纤维偏内侧。脚底内侧 1/5 由额桥束占据；脚底外侧 1/5 由顶枕颞桥束占据。但是这种观点受到置疑，据 *Tomasch* (1969) 统计，每侧大脑脚底纤维多达 2000 万根，而每侧皮质脊髓束纤维仅有 100 万根，与锥体束占据 3/5 脚底的说法不吻合。

(二) 丘脚纤维

丘脚纤维 *pes lemnisci* 可能是皮质核束离开纤维束主体的迷走纤维。它包括内侧丘脚和外侧丘脚两部分。

1. 内侧丘脚或浅丘脚 *medial or superficial pes lemniscus* 自脚底外侧部分出，向内侧行绕脚底腹侧面，在额桥束内侧形成半月形纤维束，继而转向背侧离开脚底，穿过黑质，在内侧丘系腹内侧部附近降行。

2. 外侧丘脚或深丘脚 *lateral or deep pes lemniscus* 自脚底背面分出，在黑质外侧部穿行，下降一段距离后，继而背转在内侧丘系中降行。丘脚纤维可能止于脑桥和延髓被盖，并主要投射至网状结构，极少数可能到脑神经运动核。

五、中脑损伤分析

(一) 中脑脚底病变(Weber 综合征)

中脑脚底病变出现 *Weber* 综合征。若侵及右侧脚底和右动眼神经，可造成右侧皮质脊髓束和右侧动眼神经损伤症状。由于损伤部位在延髓锥体交叉平面上方，故出现左侧肢体瘫痪。由于皮质核束许多纤维已经过丘脚转向背侧，故可不受影响。但是若病变向背侧扩展，则可累及皮质核束，引起左侧面部口周围肌、软腭肌及舌肌肌力减弱。此时，面左下部偏向右侧，软腭与悬雍垂偏向右侧，伸舌时舌左偏(图 5-99)。

(二) 中脑被盖病变(Benidikt 综合征)

中脑被盖病变出现 *Benidikt* 综合征。若病损中脑被盖部，可能累及动眼神经根纤维、内侧丘系、脊髓丘脑束、三叉丘系、红核及小脑上脚纤维。若病变在左侧，则出现左侧动眼神经损伤表现；面部和躯体深浅感觉障碍则出现在右侧。累及红核与小脑上脚纤维，则产生右侧上下肢的不自主运动和共济失调(小脑上脚纤维全部交叉到对侧)。

(三) 上丘病变(Parinaud 综合征)

上丘病变引起 *Parinaud* 综合征，表现眼球向上方凝视不能，这是由于上丘间接地与动眼

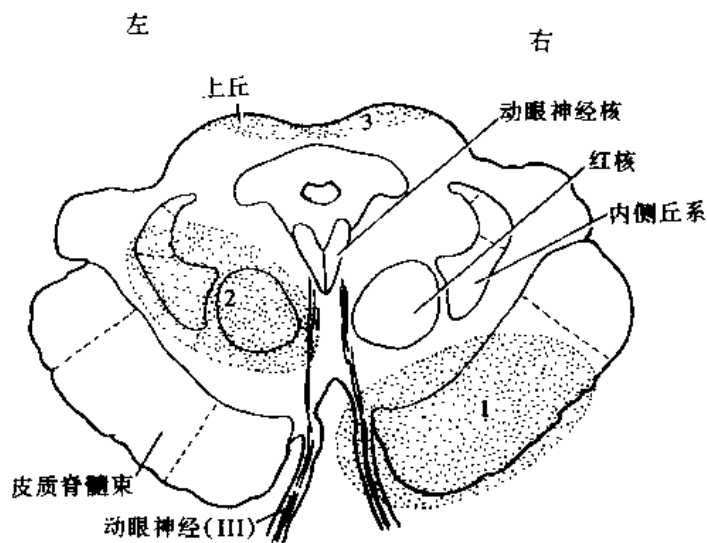


图 5-99 中脑上丘横切面，阴影区表示病变累及区

1. 侵犯右侧脚底和右侧动眼神经的病变区，此病变向背侧扩展将累及皮质核束纤维
2. 中脑被盖的病变区，可累及动眼神经根、红核、内侧丘系、以及小脑上脚纤维
3. 累及上丘的病变区。

(引自 Gilman 和 Winans, 1982)

核簇发生功能联系，对各种影响眼球运动的冲动起整合作用。由于水平凝视涉及脑桥网状结构，故未累及水平凝视活动。其次，瞳孔大小固定不变，可能与损伤后连合纤维，导致瞳孔对光反射消失。但是由于从视网膜至视皮质，再下达脑干眼外肌核的径路未受影响，故两眼调节反射仍存在。此种综合征常因松果体肿瘤压迫上丘所致。

(杨天祝)

第二十三章 脑干网状结构

第一节 概 述

一、脑干网状结构的概念

脑干网状结构 reticular formation of brain stem 是脑干中央区,在此神经纤维纵横穿行,交织成网状,大小不等的神经细胞穿插在纤维束之间,这种灰白质交织的结构,即称网状结构。但是脑干网状结构并非杂乱无章,无论在结构上还是在功能上,均可分辨出网状神经核群和网状结构形成的纤维束。脑干内的脑神经核、薄束核、楔束核、红核、黑质等边界明确的核团,以及已叙述过的许多传导束,都不属脑干网状结构。向嘴侧延续,脑干网状结构与丘脑的板内核群,下丘脑外侧区,以及底丘脑的未定带相联系;向尾侧延续,脑干网状结构主要与脊髓的 V~VI 板层有关。个体发生上,网状结构由神经管的翼板与基板之间的组织发育而来。种系发生上,网状结构比较古老,代表着网状神经系。与脑干网状结构关系密切的脑干区,有中缝核群,蓝斑,以及导水管周围灰质。

二、脑干网状结构的特点

(一) 解剖学特点

1. 脑干网状结构可分为内外侧两大区。外侧区称感受区或联络区,占据延髓和脑桥的外侧三分之一。此区以接受各种传入冲动为主,细胞以小型者居多,其轴突多向内侧行至内侧区。内侧区称效应区或整合区,占据延髓、脑桥的内侧三分之二,以及中脑被盖的大部。此区以大中型细胞为主,其轴突很长,有的上行投射至间脑或前脑;有的下行投射达脊髓;约有半数细胞轴突分升降二支,兼向颅尾侧投射(图 5-100)。

2. 脑干网状结构的细胞构筑仍有节段性。如同脊髓细胞构筑具有节段性一样,网状神经元的树突分布野多与脑干长轴相垂直,伸向脑干横截面的各个方向;而网状神经元的轴突多沿脑干长轴上下分布;轴突有许多侧支,构成脑干各个节段间的联系(图 5-101)。

3. 以菱脑峡平面分界,其上方的内侧网状神经元,以向间脑和前脑投射为主,下行投射次之;其下方的内侧网状神经元,以下行脊髓投射为主,上行投射次之(Jones 等 1985)。另一些学者的研究结果与此不同,认为向上投射为主的网状神经元,在脑干内位置相对较低;向下投射为主的网状神经元,在脑干内位置相对较高。

4. 脑干网状结构具有多突触联系的形态特点。但是除在外侧区见到极少数 Golgi I 型细胞外,整个网状结构几乎没有这种神经元。大部分神经元属等树突型神经元 isodendritic neurons,树突长而呈辐射状发出,主要分布在内侧区。另一种是异树突型神经元 allodendritic neurons 树突短而弯曲,蟠曲在核团范围内,使核团边界较明确,此型细胞分布于外侧区。

(二) 生理学特点

1. 在整个中枢神经系统中,脑干网状结构是神经冲动会聚 convergence 和分散 divergence

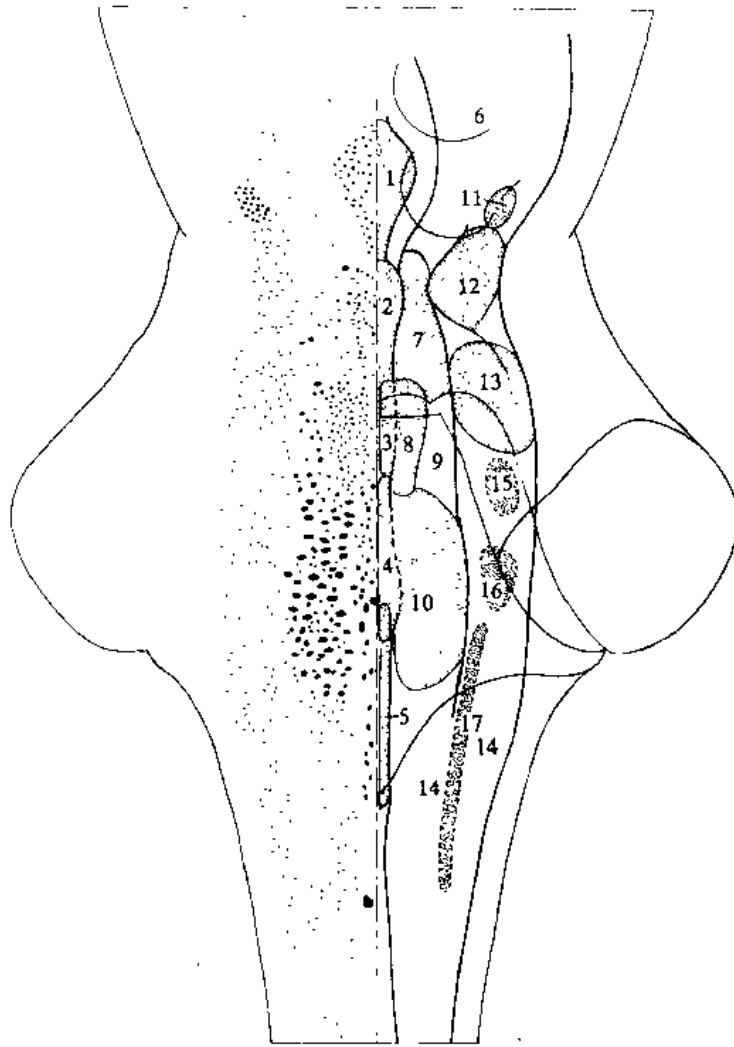


图 5-100 脑干网状结构，脑干背侧面观的半模式图

左侧：细胞构筑 右侧：区域划分 密集点区：脑神经运动核团。正中组(中缝核群)：1. 中缝背核 2. 上中央核 3. 中缝脑桥核 4. 中缝大核 5. 中缝隐核 内侧组(内侧网状结构) 6. 楔形核和楔形下核 7. 脑桥嘴侧网状核 8. 脑桥被盖网状核 9. 脑桥尾侧网状核 10. 巨细胞网状核 外侧组(外侧网状结构) 11. 脚桥被盖网状核 12. 臂旁外侧核 13. 臂旁内侧核 14. 延髓中央核 脑神经运动核 15. 三叉神经运动核 16. 面神经核 17. 疑核

(引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

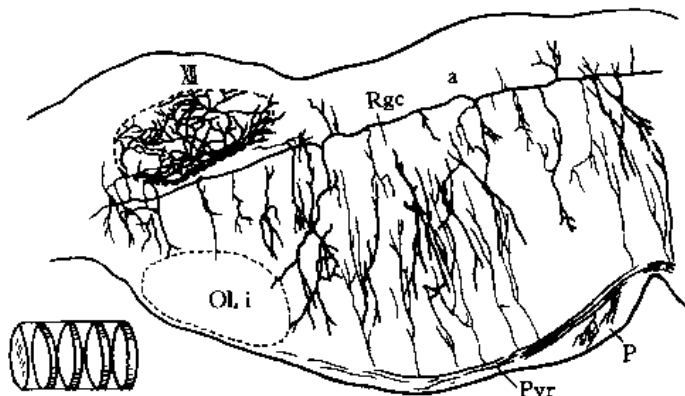


图 5-101 幼兔网状结构的神经元，Golgi 法切片

a. 网状神经元的轴突 OL.i. 下橄榄核 P. 脑桥核 Pyr. 锥体束纤维 Rgc. 巨细胞网状核 XI. 舌下神经核。

(引自 A. Brodal, 1981)

的核心场所。现在已知，脑和脊髓各个部位的信息都向脑干网状结构会聚，因此它对神经系统的各种机能均起整合作用。反之，脑干网状结构又将信息返回脑和脊髓各个部分，影响着整个中枢神经系统的功能状态水平。

2. 以传递“非特异性”传入信息为主。例如，各种感觉传导通路的侧支或部分纤维，进入脑干网状结构，虽然与特异性视、听、嗅、以及躯体感觉无直接联系，但对维持大脑皮质的清醒状态很重要。另一方面，脑干网

状结构也传递诸如内脏的慢痛等特异性信息。

3. 脑干网状结构既有上行的功能系统，如上行网织激动系统，又有下行的功能系统，如皮质网状纤维和网状脊髓束等。

4. 脑干网状结构内具有多种化学特异性神经元(参见化学神经解剖学章)。通过各种化学机制，这些不同化学特性的神经元互相制约，又互相依存，关系十分复杂。

第二节 脑干网状结构的神经核

脑干网状结构的神经核按三部分叙述：内侧区的神经核群，外侧区的神经核区，以及与小脑联系的网状核群(图 5-100、102)。

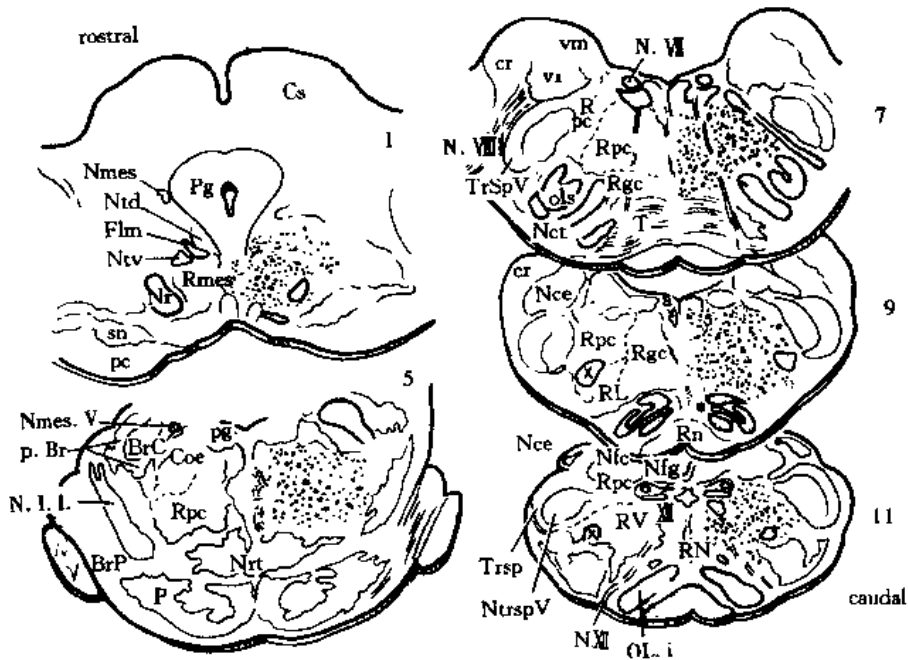


图 5-102 猫脑干网状结构细胞构筑图 将各种细胞群及其组成的大、中、小细胞均画在序列横切面上
Coe. 蓝斑下核 Flm. 内侧纵束 Nce. 楔外核 Nfc. 楔束核 Nfg. 薄束核 Nr. 红核 Nrt. 脑桥被盖网状核
NtrspV. 三叉神经脊束核 P. 脑桥核 Pg. 导水管周围灰质 Rgc. 巨细胞网状核 RL. 外侧网状核 Rmes.
中脑网状结构 Rn. 中缝核 Rpc. 脑桥尾侧网状核 Rpc. 小细胞网状核 RV. 腹侧网状核

(引自 Brodal, 1957)

一、内侧(效应)区的神经核群

根据 Nieuwenhuys 等(1978)的划分法，从尾侧向颅侧依次为延髓中央核，巨细胞网状核，脑桥尾侧网状核，脑桥嘴侧网状核，楔形核及楔形下核。

(一) 延髓中央核

延髓中央核(central nucleus of medulla oblongata)位于延髓中央部，由脊髓延髓交界平面至橄榄中下 1/3 交界平面，核柱长约 18mm。依细胞密度和细胞类型，又将其分为腹侧网状核 ventral reticular nucleus 和背侧网状核 dorsal reticular nucleus。腹侧网状核细胞较少，以较深染的中型细胞为主。背侧网状核细胞多而密集，以小梭形细胞为主。

(二) 巨细胞网状核

巨细胞网状核 gigantocellular reticular nucleus(图 5-103)位于腹侧网状核上方，延髓上部

和脑桥下半平面,核柱长约10~12mm。此核以巨型深染的多极神经元为主,可分为三种细胞:①巨大丰满的多极神经元,尼氏体颗粒常环绕胞核呈同心圆状,故又称洋葱皮细胞 onion skin cells;②大而细长的多极神经元,稍小于第一型细胞,颇似躯体运动神经元。③胞浆淡染的小细胞,呈梭形或三角形。在脑干横切片上,此核位于被盖的腹内侧部。

(三) 脑桥尾侧网状核

脑桥尾侧网状核 caudal pontine reticular nucleus 占据脑桥下半被盖的大部分,始于面神经核下端平面,上达三叉神经运动核中间平面。与巨细胞网状核上端有部分重叠,后者位于此核的腹侧。此核以中小型细胞为主,呈梭形或三角形;其间散在着少数大多极神经元,与躯体运动神经元形态类似。

(四) 脑桥嘴侧网状核

脑桥嘴侧网状核 rostral pontine reticular nucleus 占据脑桥上半被盖大部分,始自三叉神经运动核中间平面,上达下丘下端平面。细胞与脑桥尾侧网状核的类似,但细胞更多,染色更深些;在中小型细胞的背景上,也有少量大型丰满深染的细胞。

(五) 楔形核

楔形核 cuneiform nucleus 位于中脑被盖的背外侧部,导水管周围灰质的腹外侧。核柱自下丘下端上至上丘上端。该核由中小型细胞组成,有三角形、梭形或卵圆形几种形态。楔形核与脑桥嘴侧网状核接续。

(六) 楔形下核

楔形下核 subcuneiform nucleus 占据中脑中间平面的被盖外侧部,楔形核的腹侧。细胞与楔形核的类似,但细胞较稀少,且散布着少量较大细胞。

二、外侧(感受)区的神经核

从尾侧向嘴侧依次为背侧网状核、小细胞网状核、臂旁核、以及脚桥被盖网状核。

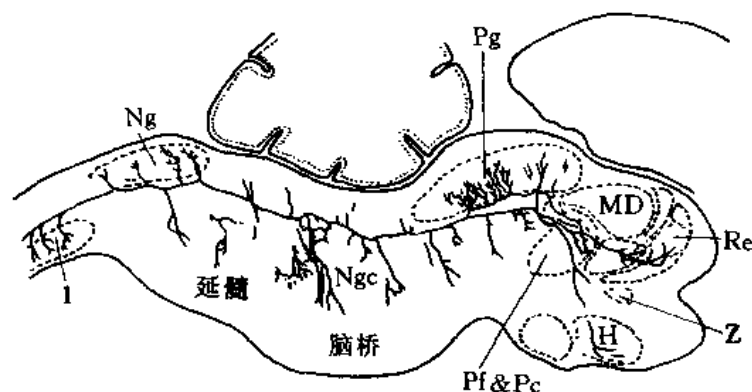


图 5-103 新生 2 天大鼠脑干矢状切面(Golgi 法)绘图,显示巨细胞网状核(Ngc)一个大细胞的轴突

此轴突分成为一个长的上行支和一个长的下行支。其下行支的侧支至邻近的网状结构,至薄束核(Ng)及脊髓前角(1);其上行支的侧支至网状结构、导水管周围灰质(Pg),然后达丘脑几个核团(如束旁核和旁中央核(Pf.&. Pc)、连结核(Re),及其它丘脑核)、下丘脑(H)、以及未定带(Z)。MD. 丘脑内侧背核。

(引自 Scheibel 和 Scheibel, 1958)

(一) 背侧网状核(已前述)

(二) 小细胞网状核

小细胞网状核 parvocellular nucleus 位于延髓和脑桥被盖的背外侧部,从橄榄上中 1/3 交界平面,上达三叉神经运动核下端平面。此核由小、中型细胞组成,呈三角形或梭形,分布稀疏,方向不规则。

(三) 臂旁内侧核

臂旁内侧核 medial parabrachial nucleus (图 5-104) 沿小脑上脚内侧面分布,脑桥被盖上部的背外侧区。核柱从前庭上核上端平面,上至滑车神经交叉平面。该核细胞密集,由

小卵圆形或小梭形细胞组成，中度嗜染；偶见含黑色素的较大细胞。

(四) 臂旁外侧核

臂旁外侧核 lateral parabrachial nucleus(图 5-104) 覆盖小脑上脚外侧面和腹外侧面，呈狭长的细胞带。核柱从三叉神经运动核上方 4mm 起，上至中脑下端平面。其细胞与臂旁内侧核的类似，但细胞更小，染色更深。

臂旁内侧核接收孤束核嘴侧部(味觉部)的传入纤维；臂旁外侧核接收孤束核较尾侧大部(一般内脏感觉部)的传入纤维。二核传出纤维将味觉和一般内脏感觉信息传至前脑。

(五) 脚桥被盖网状核

脚桥被盖网状核 pedunculopontine reticular tegmental nucleus(图 5-105)位于中脑被盖下半的腹外侧部，楔形核和楔形下核的腹侧，小脑上脚的外侧，内侧丘系的内侧和背侧，其下方为臂旁核。在 Nissl 染色切片上，该核边界不清。核柱从脑桥与中脑交界平面，上至红核下端平面。此核由大中型细胞组成，细胞深染，呈卵圆形或拉长形。根据细胞密度，此核又分为致密亚核 subnucleus compactus 和弥散亚核 subnucleus dissipatus。致密亚核又称 Koelliker 核，位于核柱下半的背外侧部。此核团主要含乙酰胆碱能神经元，还有 P 物质能和心房肽能神经元等。

脚桥被盖网状核接收内侧丘系、脊髓丘脑束、中央被盖束、背侧被盖束及内侧纵束的传入纤维。其传出纤维分

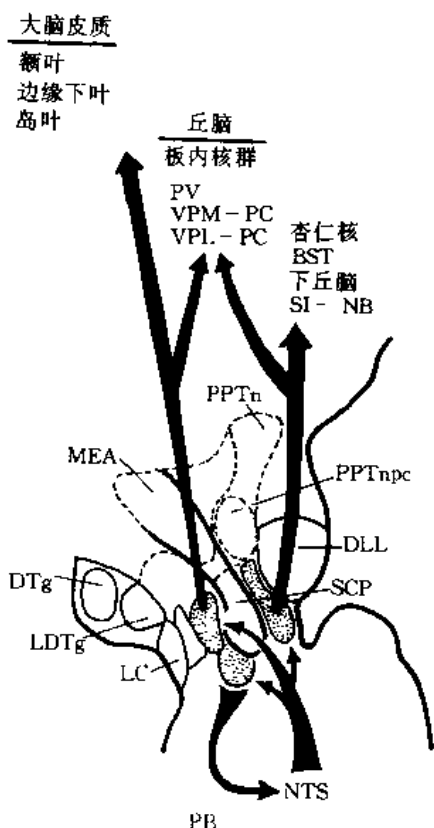


图 5-104 臂旁核(PB)的纤维联系
(大鼠水平切面模式图)(引自 DB Rye 等, 1987)

DTg. 被盖背侧核 BST. 终纹状核
DLL. 外侧丘系背侧核 LC. 蓝斑
CDTg. 被盖背外侧核 MEA. 中脑锥体外区 NTS. 孤束核 PPTn. 脚桥被盖网状核 PPTn-PC 脚桥被盖网状核致密部 PV. 丘脑室旁核 SCP. 小脑上脚 SI-NB. 无名质-基底核 VPC-PC. 丘脑腹后外侧核小细胞部 VPM-PC. 丘脑腹后内侧部小细胞部

背、腹两路上行，背侧路至丘脑许多核团；腹侧路至未定带和下丘脑外侧区。

脚桥被盖网状核的功能主要有：①属脑桥—膝体—枕叶(PGO)爆发放电神经元，此电波的产生，预示着快眼动睡眠(深睡)的开始。②参加上行网织激动系统。电刺激此核区，可诱发大脑皮质弥散的低电压快速电波(去同步化)。

(六) Barrington's 核

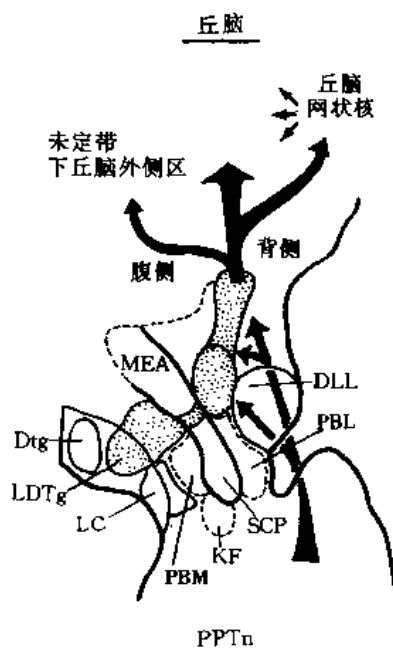


图 5-105 大鼠脚桥被盖网状核(PPTn)的纤维联系

DLL. 外侧丘系背侧核 DTg. 被盖背侧核
LC. 蓝斑 LDTg. 被盖背外侧核 MEA. 中脑锥体外区 KF. Koelliker-Fuse 核
PPTn. 脚桥被盖网状核 PBL. 臂旁外侧核 PBM. 臂旁内侧核 SCP. 小脑上脚
(引自 DB Rye 等, 1987)

位于脑桥嘴侧部背外侧网状结构内，在被盖背外侧核的腹外侧，向尾侧延伸至蓝斑的内侧，含中等大小细胞。刺激此核区，可使膀胱逼尿肌收缩；破坏此区，可能导致膀胱持久性地不能排空。

三、与小脑联系的网状核群

它们把来自大脑皮质和脊髓的冲动，中继后传至小脑。此核群包括外侧网状核，旁正中网状核，以及脚桥被盖网状核。

(一) 外侧网状核

外侧网状核 lateral reticular nucleus 又称侧索核 nucleus of lateral funiculus。位于下橄榄核下半部的背外侧。根据细胞形态和密度，此核可分为外侧部和内侧部。外侧部由中型细胞组成，排列密集；内侧部由大型细胞组成，细胞排列疏松。

外侧网状核的主要传入纤维来自脊髓、大脑皮质及红核；其传出纤维经小脑下脚进入小脑。

(二) 旁正中网状核

旁正中网状核 paramedian reticular nucleus 位于下橄榄核中部平面的背侧，靠近正中线。此核又称前索核 nucleus of anterior funiculus。细胞以大型者占多数，染色佳良，细胞排列疏松。

旁正中网状核的传入纤维来自脊髓、后索核、前庭神经核、小脑顶核、顶盖、舌下周核，以及大脑皮质躯体感觉区 I 及运动前区(6区)；其传出纤维至小脑(前叶和蚓后部)和脊髓等。旁正中网状核可能是发起两眼水平凝视的运动细胞前结构。

(三) 脑桥被盖网状核

脑桥被盖网状核 tegmentoreticular nucleus of pons 又名翼状核 pterygoid nucleus。此核位于脑桥被盖的腹侧部，内侧丘系的背侧，由中型多极神经元组成。

脑桥被盖网状核参与小脑—网状结构—小脑回路，又是大脑小脑通路的中继站之一。

由上述可见，与小脑联系的三个网状核，都参加大脑小脑通路。在重多的纤维束路当中，按纤维数量看，它们不如脑桥核重要；但是对于进入小脑前的信息整合作用来说，它们又有其特点，其功能细节值得进一步研究。

第三节 与网状结构关系密切的脑干结构

一、中缝核群

沿脑干正中缝两侧，形成多少连续着的细胞窄带，此即中缝核群。在结构与功能上，它们与脑干网状结构关系密切。从尾侧依次向嘴侧，可分辨出 8 个中缝核，即中缝隐核与中缝苍白核，中缝大核，脑桥中缝核(中央下核)，中央上核，中缝背核和中间线形核，以及嘴侧线形核。中缝核群是 5-羟色胺能神经元的聚集区(图 5-100)。

(一) 中缝隐核

中缝隐核 nucleus raphe obscurus 位于延髓中部平面至脑桥下部平面之间，被盖背侧部中缝两侧的纤维网内。多数为小型细胞，呈圆形或卵圆形；也散在少量大中型细胞，染色较深。

(二) 中缝苍白核

中缝苍白核 nucleus raphe pallidus 分布平面同中缝隐核，位于后者腹侧，锥体背侧的正中

线上，不成对。大中型细胞占多数，小细胞也不少，因胞浆淡染而得名。

(三) 中缝大核

中缝大核 *nucleus raphe magnus* 下方与中缝隐核及中缝苍白核相接续，从下橄榄核上部平面上至脑桥中部平面，在下橄榄核上部平面较发达，位于被盖的腹侧部。此核细胞形态与巨细胞网状核和脑桥尾侧网状核的类似。背侧部细胞较少，以中型多极细胞为主；腹侧部细胞密集而多，在横切片上略呈菱形，以大中型细胞为主，散布着巨大神经元。

(四) 中缝脑桥核

脑桥中缝核 *raphe nucleus of pons* 又名中央下核 *inferior central nucleus*。核柱上界略高过三叉神经运动核的上端平面，下界位于中缝大核上端的背侧。此核由中小型细胞组成。

(五) 中央上核

中央上核 *superior central nucleus* 下方与中央下核相接续。核柱下端起自脑桥中上部平面，上达中脑下丘中部平面，以菱脑峡平面此核最明显。其背侧有小脑上脚交叉和中缝背核，腹侧为脚间核。此核由密集的小中型细胞组成。

(六) 中缝背核

中缝背核 *nucleus raphe dorsalis* 位于导水管周围灰质的腹侧区。核柱下界为脑桥上上部平面，上界为动眼神经核下部平面。在滑车神经核平面上，该核可分为密集的正中组和弥散的两侧翼组。细胞属中型，呈多极形或梭形。

(七) 中间线形核

中间线形核 *nucleus linearis intermedius* 位于小脑上脚交叉纤维的背侧，中缝背核的腹侧，下接中央上核。核柱从小脑上脚交叉中部平面，上至红核下端平面。此核含两种细胞，一种是中型多极或梭形细胞，另一种是小型圆形或梭形细胞。

(八) 嘴侧线形核

嘴侧线形核 *nucleus linearis rostralis* 位于动眼神经根纤维的内侧，形成狭窄的细胞带；其下端接中间线形核。核柱从红核中部平面，上至中脑上端平面。此核有三种细胞：大型多极细胞；中型梭形或三角形细胞；以及胞浆淡染的小细胞。

二、蓝斑核

蓝斑核 *nucleus ceruleus* 位于脑桥上半部，第四脑室底菱形窝界沟上端的深方，外侧紧邻大细胞的三叉神经中脑核。核柱长约 12mm，下端始于三叉神经运动核上端平面，上端达中脑下丘下缘平面。此核含两种细胞，一种属中型细胞，成人者多含黑色素，呈圆形、卵圆形或多极形；另一种为小型淡染细胞，呈卵圆形或圆形，散在较大细胞之间。蓝斑核是脑内去甲肾上腺素能神经元最多的部位(图 5-106)。

蓝斑下核 *subceruleus nucleus* 位于蓝斑核

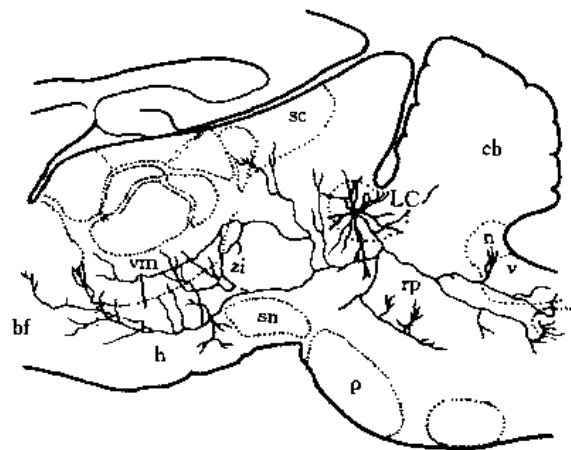


图 5-106 蓝斑核细胞轴突侧支在脑内的分布。以快速 Golgi 法将 14 天小鼠的相邻两张切片图像绘制在一起。bf. 基底前脑 cb. 小脑 h. 下丘脑 LC. 蓝斑 nv. 前庭神经核群 P. 脑桥 rp. 中缝脑桥核 sc. 上丘 sn. 黑质 vm. 腹内侧丘脑 zi. 未定带

(引自 Scheibel 和 Scheibel, 1977)

腹外侧，是一群弥散的神经元。此核的轮廓大致呈“L”形，其横带居腹侧，纵向伸展，称腹侧亚核；竖带居背侧，背腹向伸展，仅见于核团上段，称背侧亚核。腹侧亚核以小细胞为主，散布着含黑色素的较大卵圆形细胞。背侧亚核由大中型细胞组成，其中许多细胞含黑色素。蓝斑核和蓝斑下核组成蓝斑复合体(参见第24章第二节)。

三、导水管周围灰质

见中脑章。

第四节 脑干网状结构的纤维联系

脑干网状结构的传入和传出纤维联系十分广泛，几乎遍及整个中枢神经系统。现分别叙述其内侧区和外侧区的纤维联系(图5-107)。

一、脑干网状结构内侧区的纤维联系

(一) 传入纤维联系

主要接受脑干网状结构外侧区的纤维，也接受来自脊髓、脑干、小脑、间脑、以及端脑的纤维。

1. 脊髓网状束 spinoreticular tract 各种感觉信息经后根传入脊髓灰质，后者中有大量中间神经元会聚各种信息，已失去感觉类型的特异性。这些中间神经元的轴突，多数经白质前连合交叉，沿对侧白质前外侧索上行，经过一个或多个突触(即脊髓固有束)，终止于脑干网状结构的内侧区。也有少量纤维上达丘脑板内核群。依纤维终止数量多少排序如下：延髓中央核上部和巨细胞网状核下部最多；脑桥尾侧网状核次之；脑桥嘴侧网状核再次之；中脑楔形核和楔形下核最少。

2. 脑神经核至脑干网状结构的纤维 各个脑神经感觉核均发纤维或侧支，先至网状结构外侧区，再至其内侧区。例如，脑干内的三叉神经脊束核、孤束核、前庭神经核群，以及蜗神经核等。部分视神经纤维先至上丘，再经顶盖网状纤维达网状结构。嗅冲动经前脑内侧束可下达中脑网状结构。此外，三叉神经、舌咽神经和迷走神经的一级传入纤维，也有少量达网状结构。

3. 脑干内其它神经核与网状结构的联系 在各个网状结构内侧核之间；在被盖旁正中区(如脑桥被盖网状核、旁正中网状核、达克谢维奇核以及Cajal间位核等)与内侧核群之间；中缝核群与内侧核群之间；蓝斑和臂旁核与中脑网状核之间；脑神经运动核群和前庭神经核与内侧核群之间，均有丰富的联系。反之，听觉传导通路上的一些核，如斜方体核、上橄榄核、外侧丘系核及下丘，与内侧核群均无联系。后索-内侧丘系系统、下橄榄主核、以及楔束副核等，也未见与内侧核群有联系。

4. 小脑顶核网状联系 经过顶核延髓束 fastigiobulbar tract，主要止于巨细胞网状核和延髓中央核；既有交叉纤维，又有不交叉纤维。

5. 前脑网状纤维 分为以下三个部分：

(1) 皮质网状纤维 corticoreticular fibers：起自大脑皮质运动前区，下行至网状结构内侧核群；纤维终止数量以至发出网状脊髓束的网状核群较多。

(2) 边缘前脑结构及下丘脑至网状结构内侧核群的纤维，路经前脑内侧束，乳头被盖束，

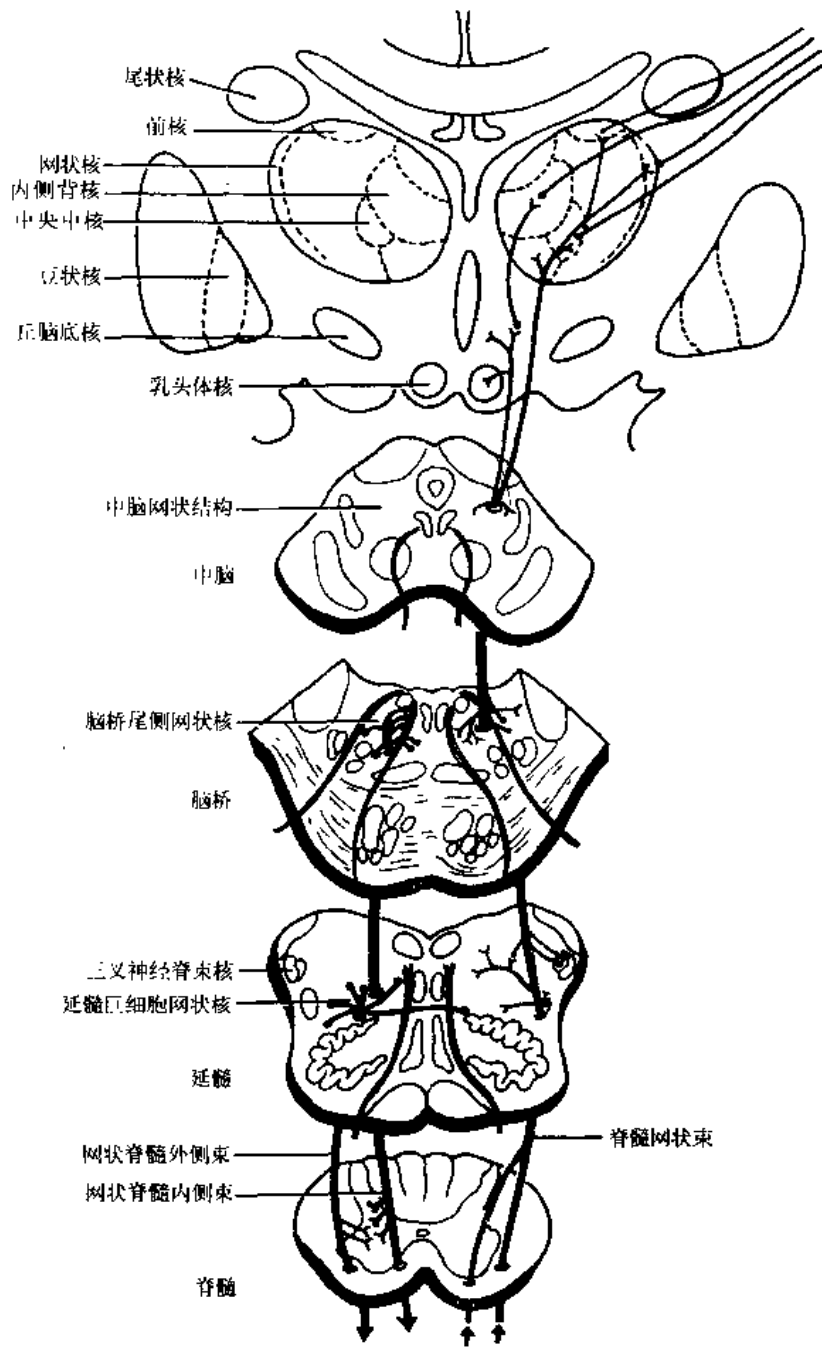


图 5-107 网织系的升降束

以及髓纹 纒脚问束。

(3) 苍白球至中脑网状结构的纤维。

(二) 传出纤维联系

网状结构内侧区既投射至前脑，又下行至脊髓全长(图 5-108, 109)。

1. 网状前脑纤维可分背腹两路，即背侧的被盖背侧束 内侧丘脑径路和腹侧的被盖腹侧束 前脑内侧束径路。

(1) 被盖背侧束 内侧丘脑径路 dorsal tegmental tract-medial thalamic pathway; 先后经过

导水管周围灰质腹外侧，后联合核，丘脑后核群，束旁核及中央中核，及其它板内核，进而达丘脑前腹核。

(2) 被盖腹侧束—前脑内侧束径路 ventral tegmental tract-medial forebrain bundle pathway: 始于所谓的被盖辐射 tegmental radiation, 经底丘脑、下丘脑外侧区, 视前外侧区, 然后分三路分别进入基底前脑结构, 纹状体以及杏仁核群。

(3) 脑干网状结构前脑投射分布区: 在丘脑内, 按纤维终止量依次为束旁核, 板内核群, 中线核群及前核群。除底丘脑和下丘脑外侧区外, 在基底前脑结构中, 视前内侧核和视前外侧核, 隔内侧核, 无名质, 以及斜角带核纤维终止较多。在端脑基底核群中, 依次有脚内核 nucleus intrapeduncularis、苍白球与尾状核一壳的腹侧部, 以及苍白球与尾状核一壳的背侧部。在杏仁核群中, 依次为杏仁中央核、杏仁前区及杏仁基底外侧核。脑干网状结构内侧区是否

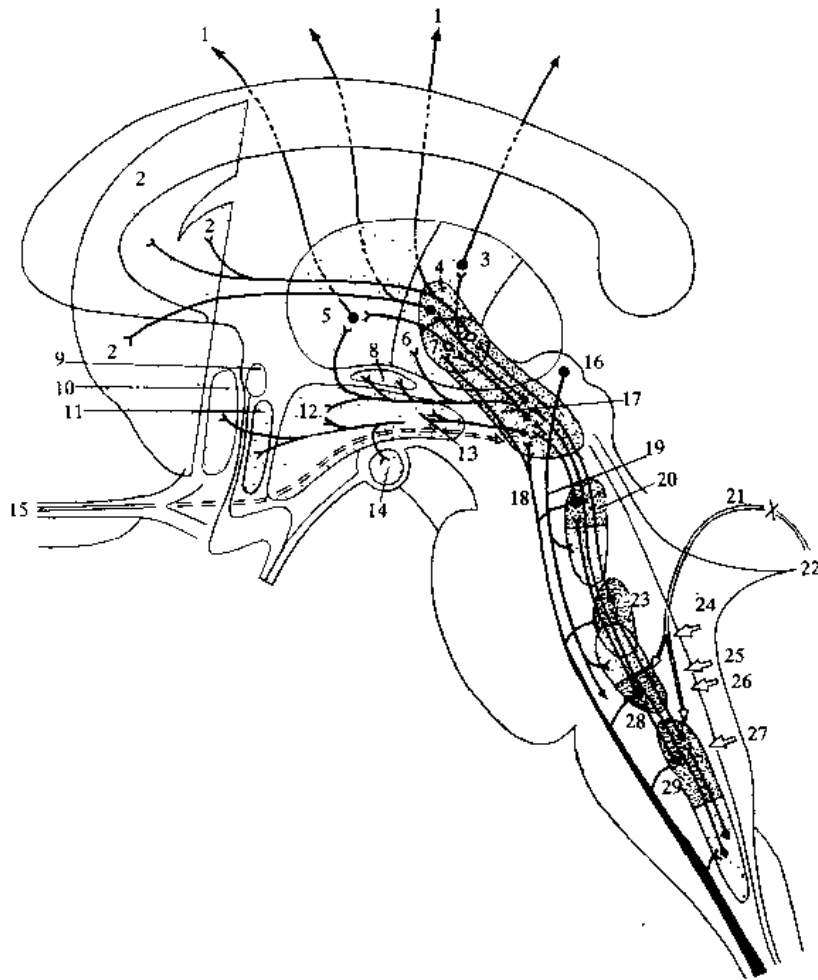


图 5-108 网状结构上行纤维系统

1. 大脑新皮质 2. 纹状体 3. 丘脑后外侧核 4. 丘脑板内核群 5. 丘脑腹前核和腹中间核 6. 丘脑腹后核 7. 丘脑中央中核 8. 未定带 9. 前联合 10. 隔核 11. 视前核 12. 下丘脑外侧区 13. 腹侧被盖区 14. 乳头体外侧核 15. 嗅束 16. 上丘 17. 中脑网状结构 18. 脊髓网状束 19. 顶盖延髓束和顶盖脊髓束 20. 脑桥嘴侧网状核 21. 小脑钩束 22. 顶核 23. 脑桥尾侧网状核 24. 叉叉神经传入纤维 25. 蜗神经传入纤维 26. 前庭系传入纤维 27. 孤束核传入纤维 28. 巨细胞网状核 29. 延髓中央核

(引自 R. Nieuwenhuys 等, 1978)

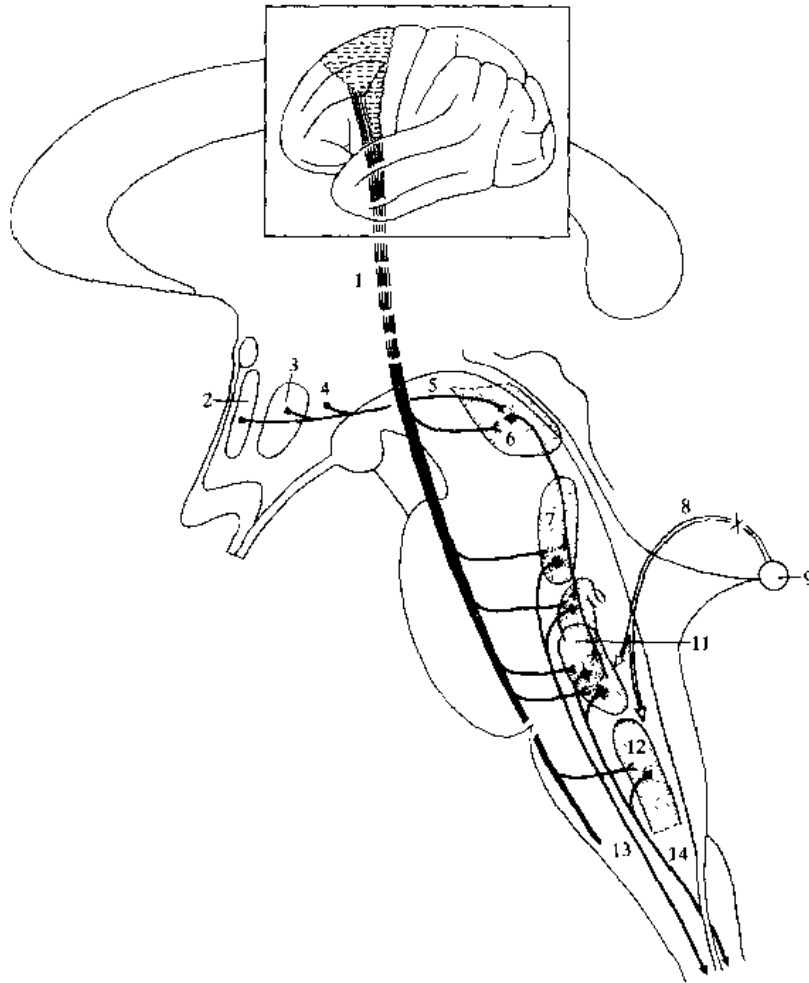


图 5 109 内侧网状结构的下行纤维系统

1. 锥体束 2. 视前核 3. 下丘脑前核(区) 4. 下丘脑 5. 前脑内侧束 6. 中脑网状结构 7. 脑桥嘴侧网状核
8. 小脑钩束 9. 顶核 10. 脑桥尾侧网状核 11. 巨细胞网状核 12. 延髓中央核 13. 脑桥脊髓束
14. 延髓脊髓束 (引自 R Nieuwenbuys 等, 1978)

有直达大脑皮质的投射，尚不肯定。

2. 网状脊髓纤维可分为网状脊髓内侧束和网状脊髓外侧束。

(1) 网状脊髓内侧束 medial reticulospinal tract: 起自全部内侧网状核，但依其颅尾向顺序，越近延髓者投射纤维量越多。此束通行于两侧下橄榄核与外侧网状核之间，沿脊髓前索下行，与前庭脊髓束和脊髓丘脑束为邻。

(2) 网状脊髓外侧束 lateral reticulospinal tract: 主要起自巨细胞网状核和中脑楔形核及楔形下核。此束行经外侧网状核与三叉神经脊束核之间，沿脊髓侧索下行，纤维与红核脊髓束部分纤维混杂。

(3) 网状脊髓纤维的终止区: 网状脊髓束遍及脊髓各个节段。与前角运动神经元和节前神经元之间，主要靠中间神经元间接联系。据 Petras(1967)研究，网状脊髓束在脊髓灰质内的分布区，称为所谓的脊髓信使带 internuncial zone of spinal cord，包括脊髓的大细胞网状结构区(前角内侧部)和小细胞网状结构区(中间带和后角基部)。

二、脑干网状结构外侧区的纤维联系

脑干网状结构外侧区主要接受各种感觉传导通路的侧支或纤维，其轴突向内侧与网状结构内侧区形成突触联系。外侧区也接受来自对侧大脑皮质运动区，以及对侧红核的下行纤维。皮质网状纤维，红核网状纤维，外侧网状核群及延髓运动神经元，共同组成控制精细分化运动的功能系统的一部分(图 5-110)。

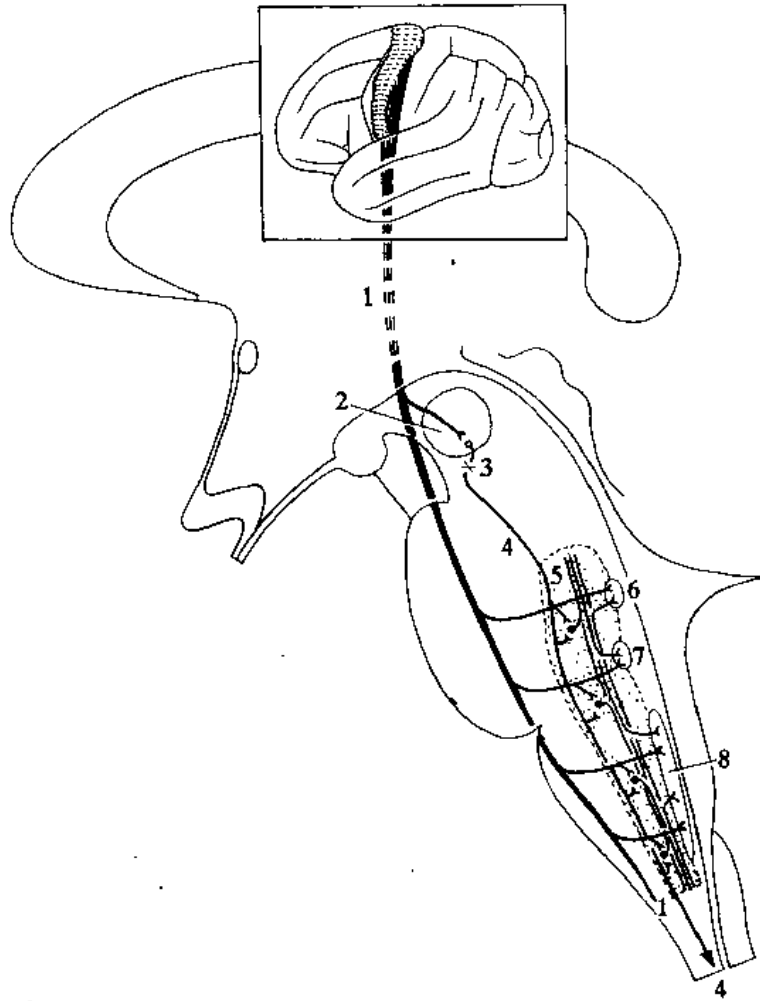


图 5-110 外侧网状结构的下行纤维系统

1. 锥体束 2. 红核大细胞部 3. 腹侧被盖交叉 4. 红核脊髓束 5. 外侧网状结构 6. 三叉神经运动核
7. 面神经核 8. 舌下神经核

(引自 R. Nieuwenhuys 等, 1978)

网状结构外侧区的小细胞也发出较短的上下行纤维，与各腮弓运动核及舌下神经核形成突触联系，组成一个延髓固有系统 propriobulbar system。此系统与脑神经的传入传出纤维一起，组成许多延髓反射通路。

第五节 脑干网状结构的功能意义

Maruzzi 和 Magoun(1949)首次将意识的维持与脑干网状结构联系在一起，引起科学界的广泛重视。在这以前，人们对于脑干网状结构的重要性，基本处于无知状态，认为它是种系

发生上神经系统古老的剩余物(leftover)。现在已知,脑干网状结构对脑和脊髓的各种机能,都起着整合作用,如对躯体运动的控制,躯体感觉的控制,内脏运动的控制,神经-内分泌的转换,生物钟机制,睡眠与觉醒以及各个意识水平的调节,对时-空的分辨,认识性映射和探究,学习与记忆,情感,长时期的体内环境平衡稳定等,都有脑干网状结构参与。

一、对躯体运动的控制

前脑网状纤维和锥体束的侧支,终止于发出网状脊髓束的内侧网状核群,网状脊髓束与脊髓中间神经元发生突触联系,最终调控着前角运动神经元。这种调控作用既有抑制性的,又有易化性的。

(一) 抑制区

位于延髓网状结构的腹内侧区,相当于巨细胞网状核(其最上部除外)及部分腹侧网状核(图 5-111)。刺激猫或猴的此区,可抑制脊髓牵张反射,降低肌张力。这种抑制效应很强,能使去大脑僵直的动物强直的肢体松弛下来;刺激此区,还可抑制由刺激大脑皮质引起的躯体运动行为。抑制效应出现在双侧,但以同侧效应更明显。抑制效应主要作用于伸肌。在临床上,锥体束损伤出现痉挛性瘫痪,这有几种原因。一是大脑皮质神经元对下位运动神经元的抑制性作用取消;二是前脑网状纤维和网状结构抑制区的效应减弱;三是脑干网状结构易化区的作用相对加强。

(二) 易化区

其范围较大,居抑制区的背外侧,不仅贯穿整个脑干,而且上达底丘脑,下丘脑及丘脑板内核群。电刺激易化区的任一水平,均可引起双侧易化效应,也主要作用于伸肌。

易化区接受许多神经区的影响。纹状体可使易化区的活动减弱。下丘脑,新小脑-红核,前庭神经和前庭核来的冲动,可使易化区的活动增强。从脊髓上行的感觉通路侧支来的冲动,对易化区的活动有调节作用。在中脑上、下丘间横断的动物,由于前脑下行纤维被切断,抑制区的传入联系中断,而易化区的尾侧部和外庭外侧核仍可起易化作用,抑制与易化作用失衡,故出现“去大脑僵直”。

(三) 脑干网状结构与运动调节系统的关系

还与两大运动调节系统有关(图 5-112)。经过小脑下脚和中脚,与小脑联系的网状核群,通过小脑实现对躯体运动自由度的调节。经过与黑质-纹状体系(包括底丘脑核和未定带)的联系,网状结构也涉及躯体运动稳定机制的调节。其次,网状结构的纤维终

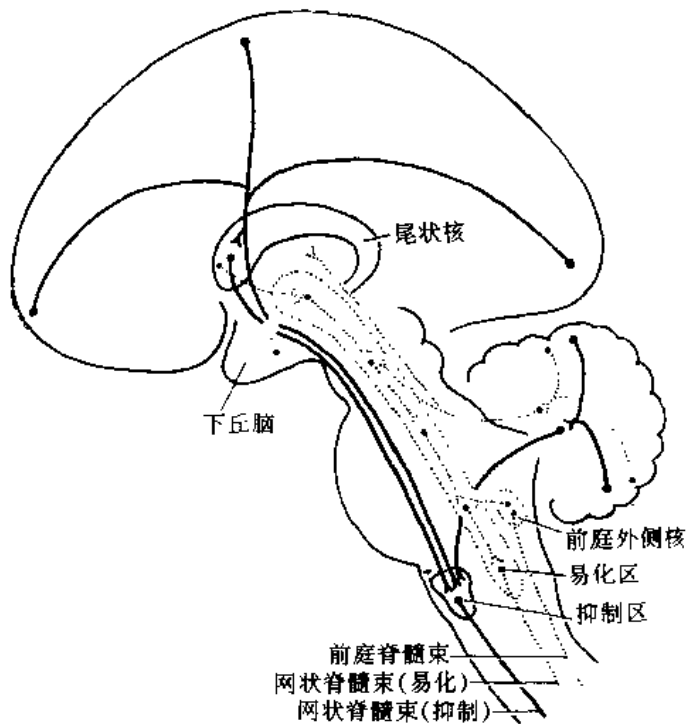


图 5-111 网状结构抑制区和易化区的范围和纤维联系 (引自张培林, 1987)

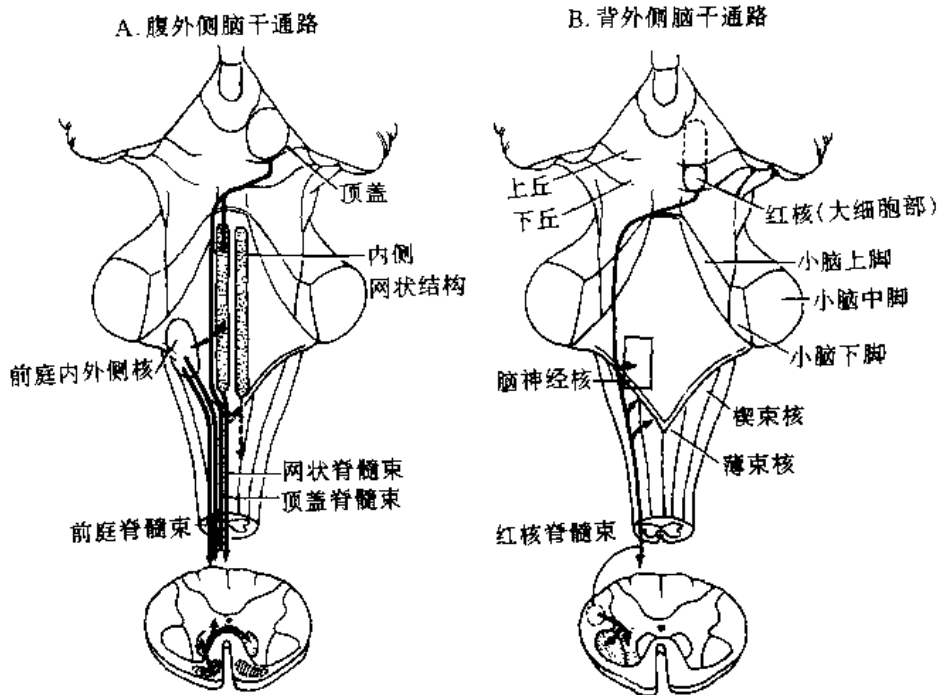


图 5-112 两组下行脑干通路，控制着不同组神经元和肢体不同的肌群

A. 腹外侧通路。其主要成分是网状脊髓束，前庭脊髓内、外侧束，以及顶盖脊髓束。它们在脊髓前索下行。这些纤维束终止于脊髓灰质的阴影区。B. 背外侧通路。其主要成分是红核脊髓束，起始于红核尾侧的大细胞部。此束在脊髓背外侧索内下行，终止于脊髓灰质的阴影区。表格说明两组通路控制的神经元群和肌群。

(引自 ER Kandel, 1985)

	A. 腹外侧脑干通路	B. 背外侧脑干通路
脑干	眼外肌运动核(Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ) Ⅹ、Ⅺ(图中未显示) 内侧的中间神经元;	脑神经核Ⅵ、Ⅶ、Ⅺ 楔束核、薄束核、Ⅴ 外侧的中间神经元;
脊髓	长行的脊髓固有神经元; 前角内侧运动细胞柱	短行的脊髓固有神经元; 前角外侧运动细胞柱
肌肉	近侧肌 >> 远侧肌 伸肌 > 屈肌	远侧肌 >> 近侧肌 屈肌 > 伸肌

止于下橄榄核，红核，上丘与下丘，丘脑的腹前核和腹中间核等，也间接调节躯体运动。

二、对躯体感觉的控制

1. 网状脊髓束对上行感觉信息有控制作用。这类网状纤维可能是 5-羟色胺能的，与去甲肾上腺素能纤维，脑啡肽能纤维，P 物质能纤维等，共同调节着痛信息及它种感受的传递过程。

2. 初级传入纤维在脊髓和脑干的终点，接受网状结构的影响。这种影响可能是突触前的，也可能是突触后的；可能是易化性的，也可能是抑制性的。

3. 与处理感觉信息有关的脑区，均接受脑干网状结构的传入影响。例如丘脑核群、边缘系统，以及间接地至躯体感觉皮质区等。

4. 诸如听、视、嗅等特殊感觉，也接受网状结构的影响。例如，网状结构的纤维可达蜗核，前庭神经核，顶盖和顶盖前区，内侧膝状体和外侧膝状体，以及间接传入至大脑皮质的视区、听区及嗅区。

三、对内脏运动的控制

心肌、血管和内脏平滑肌，以及内外分泌腺，均受内脏神经节后神经元控制。这些节后神经元直接或间接地接受网状脊髓束和网状延髓纤维 reticulobulbar fibers 的控制。另一方面，控制心血管系和各内脏系统的边缘系统，与脑干网状结构之间有着丰富的往返联系。这里，着重叙述网状结构对呼吸运动及心血管运动的调节。

(一) 对呼吸运动的调节

网状神经元参与呼吸节律及呼吸反射的调节，这一点业已十分肯定。但是这些呼吸神经元的分区和定位，各学者的研究尚不统一。后来微电极探查的结果表明，延髓网状结构内存在有吸气神经元 inspiratory neurons 和呼气神经元 expiratory neurons。这两种神经元的分布，虽有相对集中的部位，但大多是交错存在的，很难把它们截然划分，因此对呼吸和吸气中枢的概念，应从功能上去理解(图 5-113)。

1. 延髓网状结构有两组呼吸神经元相对集中的部位 ①背侧呼吸组 dorsal respiratory group, 位于几乎整个延髓背侧区, 大多数有关神经元位于孤束核区内, 少数细胞位于孤束核附近的网状结构内。此组神经元的轴突交叉到对侧, 下行至颈髓的膈肌运动神经元; 兴奋时主要引起吸气运动, 在控制节律性呼吸方面起主导作用。②腹侧呼吸组 ventral respiratory group, 位于延髓腹外侧部, 相当于疑核和疑后核 nucleus retroambiguus 区, 几乎贯穿延髓全长。刺激此区, 既可引起呼气, 也可引起吸气, 这取决于哪些细胞受到刺激。在平静呼吸时, 腹侧呼吸组几乎不起作用。疑核与咽喉肌运动有关, 疑后核与肋间肌运动有关, 支配也是交叉性的。

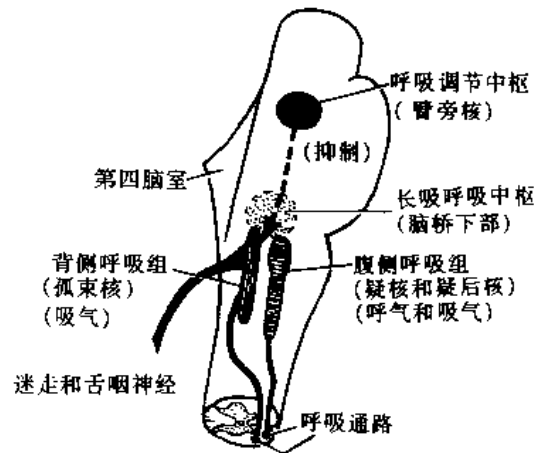


图 5-113 呼吸中枢的结构
(引自 A. C. Guyton, 1987)

2. 脑桥网状结构外侧区有呼吸调整中枢 pneumotaxic center 和长吸中枢 apneustic center。
(1) 呼吸调整中枢位于脑桥上端背外侧区的臂旁内侧核和 Koelliker 核(脚桥被盖网状核的致密亚核)。此区的兴奋, 与肺扩张时迷走神经传入冲动一起, 使吸气向呼气转化, 防止过长过深的吸气。

(2) 长吸中枢是脑干网状结构易化区的一部分, 位于脑桥网状结构的中下部。此区兴奋, 对延髓吸气神经元有很强的兴奋效应。当阻断脑桥呼吸调整中枢作用时, 则会出现长吸式呼吸。

3. 呼吸中枢的化学敏感区 chemosensitive area of respiratory center: 位于延髓腹外侧表面深方数微米, 在舌咽神经和迷走神经进出延髓处的腹侧。此区对血中 CO_2 浓度或 H^+ 浓度的变化十分敏感, 进而兴奋呼吸中枢有关部分, 从而调节呼吸的频率和深度。

4. 与呼吸有关的大部分网状神经元, 属局部回路的中间神经元。Hukuhara(1974)发现, 在与呼吸有关的网状神经元中, 仅有 15% 向脊髓投射, 12% 向中脑投射, 余者大部神经元没有长行的投射纤维。既然少量纤维上达中脑, 提示中脑甚至更上方的脑区, 也参与呼吸调节。

(二) 对心血管活动的控制

1. 所谓心血管中枢的概念是指，连续分布在边缘系统、下丘脑、中脑、脑桥和延髓中的各级心血管神经元，以及这些脑区之间的复杂联系。在延髓上缘切断脑干后，延髓心血管神经元仍能完成一些基本的心血管反射，在相当大的程度上，仍可对血压、心输出量及各器官血流量分配等进行调节。但在正常生理条件下，心血管活动的调节涉及上述广泛的脑区(图 5-114)。

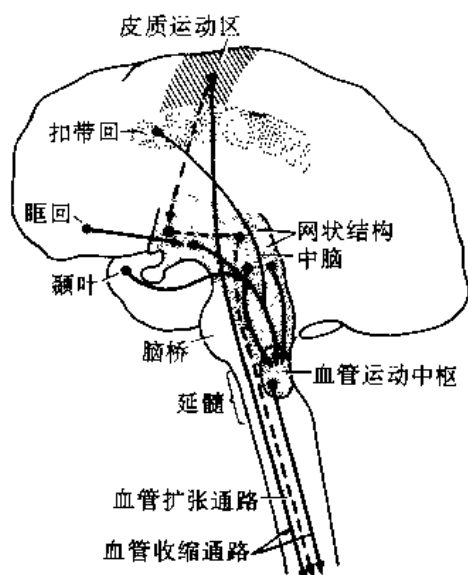


图 5 114 对血循环神经调节起重要作用的脑区。长划线代表抑制性通路
(引自 A. C. Guyton, 1987)

2. 下部脑干网状结构有三个区参与心血管活动调节。

(1) 血管收缩区 vasoconstrictor area; 又称 C-1 区。此区位于延髓上部和脑桥下部的腹外侧区，相当于外侧巨细胞旁核 lateral paragigantocellular nucleus 的上半部。外侧巨细胞旁核占据延髓被盖的腹外侧，外侧网状核内侧大细胞部的上方，似是巨细胞网状核尾侧部向腹外侧的延续。该区细胞合成去甲肾上腺素，发下行纤维至胸髓侧角的节前神经元。

(2) 血管舒张区 vasodilator area; 又称 A-1 区。此区位于延髓下半的腹外侧区，相当于外侧巨细胞旁核的下半部。此区细胞合成去甲肾上腺素，发纤维上至 C-1 区，抑制后者的缩血管反应，导致血管扩张。

(3) 感觉区 sensory area; 主要位于延髓和脑桥下部的背外侧区，相当于孤束核区；其次也位于旁正中网状核和舌下周核区。迷走神经和舌咽神经的传入纤维至感觉区，后者传出纤维至 C-1 区和 A-1 区。

四、参与内分泌活动和生物节律的调节

1. 脑干网状结构向下丘脑发出投射纤维，其中包括胆碱能、单胺能，其它神经化学能纤维。这些纤维直接或间接终止于下丘脑神经分泌细胞，影响后者释放激素或抑制释放激素的合成、运输及释放，从而也影响垂体的内分泌活动。既然许多生物节律依赖下丘脑的参与，故网状结构也间接影响生物节律的调节。

2. 网状脊髓束部分纤维终止于胸髓节前神经纤维，后者上至颈上交感神经节，其节后纤维(松果体神经)支配松果体，从而网状结构也调控着松果体的内分泌活动。既然松果体与昼夜 24 小时生物节律调节有关，那么网状结构也起间接调节作用。

五、对睡眠、觉醒、意识状态的影响

(一) 睡眠-觉醒周期与脑干网状结构

1. 临床资料和实验研究支持脑干网状结构参与睡眠-觉醒周期的调节。刺激已入睡猫脑干网状结构内侧区，猫迅即觉醒，其脑电图由睡眠时的慢波转变为清醒时的快波。反之，毁损中脑被盖中央区的网状结构，并未伤及中脑周边部的特异性上行传导束，动物可进入持续昏睡状态，脑电波呈现持续性慢波。

Gamper(1926)记载一无脑儿，缺少端脑和基底核群，仅有中脑以下的脑干和小脑。此婴儿仍能维持正常的睡眠-觉醒周期。20世纪初，von Economo对昏睡性脑炎 lethargic encephalitis 患者进行尸体解剖，发现病变部位在中脑和尾侧间脑。French(1955)描述一患者昏睡长达数月，给予外界刺激能使患者醒来，一旦刺激停止，患者又立即昏睡。死后尸检发现，病变在中脑网状结构。反之，枕骨大孔疝患者，压迫延髓，直至呼吸停止之前，仍能保持神志清醒。大量证据表明，中脑和尾侧间脑是维持觉醒的关键部位。

其次应强调指出，对觉醒的维持，各种传入冲动是必不可少的。巴甫洛夫将狗放在既无声响又无光线的房内，动物很快入睡。在各种传入刺激中，以三叉神经的刺激对觉醒最有效。在抢救突然昏迷者时，让其闻氨水等有强烈刺激嗅味的物质，常可有辅助复苏的效果。

2. 上行网织激动系统 ascending reticular activating system, ARAS 是维持大脑皮质觉醒状态的功能系统，根据大量研究表明，此系统的形态学基础如下：①脊髓灰质中间带和脊髓网状纤维；②脑神经或其感觉核传入网状结构的纤维和顶盖网状纤维；③脑干网状结构内侧区和蓝斑)和网状丘脑纤维；④非特异性丘脑核团(板内核群、中线核群及前核群)和丘脑皮质纤维。因ARA及S毁损或失活导致的睡眠称为被动睡眠。

3. 上行网织抑制系统 ascending reticular inhibiting system, ARIS 与 ARAS 的动态平衡，决定着睡眠-觉醒周期的变化，近年提出的 ARIS 概念的形态基础，在延髓的孤束核周围和脑桥下部网状结构内侧区。电刺激猫的此区，可使其迅即入睡，并出现慢波脑电图。相反，如在脑桥中段切断脑干，则动物呈现不眠状态。这提示此区的上行纤维，对脑干网状结构的上部给予抑制性影响。由 ARIS 活动产生的睡眠称主动睡眠。关于睡眠-觉醒周期的形态学研究，目前已深入到神经化学水平(参见化学神经解剖学章)。

(二) 全身唤醒反应与脑干网状结构

Birkmayer(1966)对全身唤醒反应 general arousal reaction 与脑干网状结构(图 5-115)的重

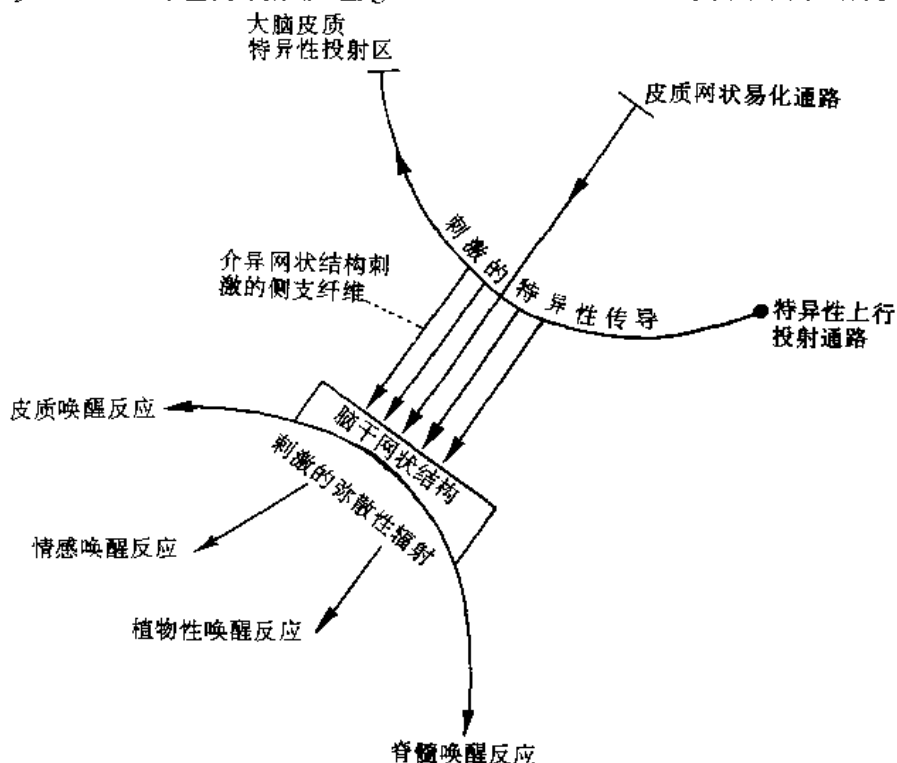


图 5 115 全身唤醒反应(Birkmayer, 1966)

要意义，作过精彩的论述。

1. 四种唤醒反应都通过脑干网状结构 一方面，每一种传入刺激经过特异性投射通路，到达大脑皮质特异性功能区，产生一种特异性感觉。另一方面，经过侧支纤维，这些刺激兴奋脑干网状结构，网状神经元发出广泛弥散的纤维，引起4种唤醒反应：①皮质唤醒反应，脑电去同步化；②情感唤醒反应，通过网状结构至边缘系统的投射；③植物性唤醒反应，通过网状结构与下丘脑的联系；④脊髓唤醒反应，通过网状脊髓束提高肌张力。举例说明，一个人黑夜在树林里，突然听到枪声，他会立即警觉起来(皮质唤醒反应)；心情感到恐惧(情感唤醒反应)；心跳加快(植物性唤醒反应)；以及全身肌肉紧张(脊髓唤醒反应)。这一系列的全身反应，代表着机体对枪响刺激的适应(adaption)状态。

2. 疾病与四种唤醒反应的关系(图 5-116) 从生物-心理-社会三元论的现代医学模式考虑，脑干网状结构参与的4种唤醒反应，与维持体内环境平衡与稳定有关。疾病往往反映在这种反应机制的过度或不足两个方面。

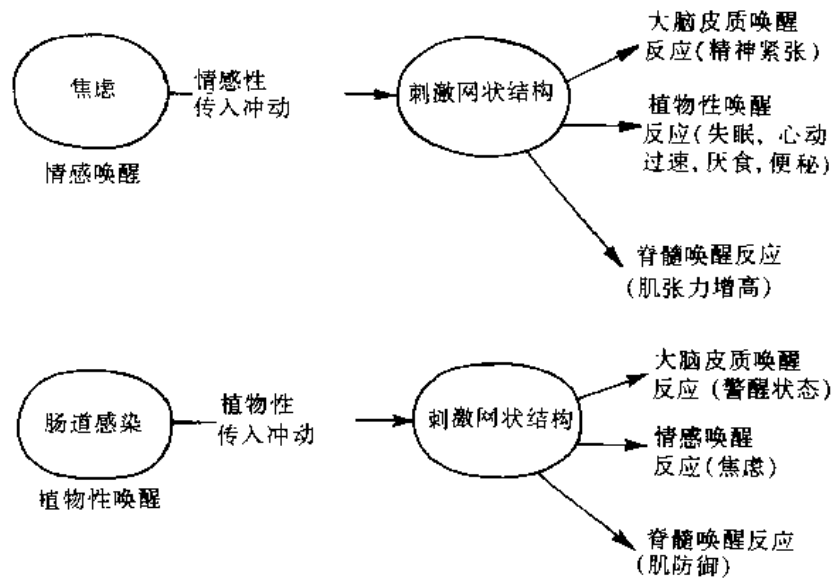


图 5-116 疾病引起的全身唤醒反应(Birkmayer,1966)

(三) 意识状态与脑干网状结构

1. ARAS 和 ARIS 与大脑皮质相互影响，决定着意识的各个水平。关于意识 consciousness 的定义，至今没有满意的解释；但是研究意识的各个水平还是可能的。从昏迷、木僵 stupor、睡眠、困倦 drowsiness、松弛的心境 relaxed mood 到觉醒、注意、有效的知觉、辨认、以及准备给予适当的反应，都属意识的不同水平。早期观点认为，意识是由大脑皮质单独决定的；Magoun 和 Morozzi(1949)的研究改变了这种观点。即便广泛的大脑皮质切除后，人类的意识也不会完全消退。目前认为，ARAS 与 ARIS 的动态平衡，二者与大脑皮质的相互影响，决定着意识的各个水平。

2. 几种意识状态与脑干网状结构相关的实例。摇篮中的婴儿被催眠入睡，可能是通过前庭网状联系实现的。教师乏味的讲授使学生打瞌睡，可能是通过皮质网状抑制通路实现的。该通路也是催眠术发挥效益的基础。总之，重复性的单调阈下刺激，可以抑制脑干网状结构。突发的阈上刺激，可以兴奋脑干网状结构，产生全身唤醒反应。皮质网状联系也参与辨认和注意机制，有选择地忽略其它种刺激。例如在一个热烈而嘈杂的宴会上，人们可能从中鉴别出

某位朋友的熟悉说笑声。巴比妥类导致的麻醉状态，可能是作用于 ARAS 多突触部位，降低突触传递效应所致。目前认为，脑干网状结构必须与脑的其它部分密切合作，如大脑皮质和丘脑，才能实现对意识水平的调节。

六、脑干网状结构与高级神经活动

通过脑干网状结构向下丘脑—边缘系统的投射，它可能参与时-空性分辨 spatio-temporal discrimination, 认知性映射 cognitive mapping, 探究 exploration, 酬谢 reward, 学习与记忆, 以及情感变化等高级神经活动。在这些复杂的神经活动中, 涉及许多神经递质和神经调质交互作用机制。当以手术或药物改变网状结构功能状态时, 上述功能都会产生深刻而又微妙的变化。

(杨天祝)

第二十四章 化学神经解剖学

自 20 世纪 60 年代以来, 由于神经解剖学研究技术的飞速进展, 如荧光组织化学, 放射自显影术, 以及免疫细胞化学法等, 标记出以神经化学物质为特征的神经元系统, 如乙酰胆碱能神经元系统, 单胺能神经元系统, 氨基酸能神经元系统, 以及肽能神经元系统等, 使神经解剖学进入了新阶段, 即化学神经解剖学 chemical neuroanatomy。神经化学物质包括神经递质 neurotransmitters, 神经调质 neuromodulators 和神经营养物质 neurotrophic factors 等几大类。神经递质参与化学突触的神经冲动传递, 其中许多递质神经元在突触部位要经多级化学信使的转换; 一种递质又有多种受体, 经多种离子通道发挥作用。神经递质又受神经调质调控, 许多神经肽类属神经递质或神经调质, 目前很难确定。以前认为是激素的物质, 如胰岛素和心房肽, 现在已知在脑内也存在这类激素能的神经元, 使着对神经与内分泌两大调节系统的关系, 有了更深入的理解。以神经生长因子 Nerve growth factor 为代表的神经营养物质, 目前发现不下十几种。仅就目前已研究较多的几十种神经活性物质特异性神经元系统来说, 这类神经元的分布有些与已知的神经核和纤维束部位一致, 有些则不一致; 一种化学能神经元可以分布在许多脑和脊髓的区域, 而某一脑区或脊髓区又可能含多种化学能神经元; 有些神经化学物质的受体, 不仅存在神经元膜上, 也存在于神经胶质细胞膜上。由此可见, 神经系统的结构与功能的复杂程度, 远远超过以往的构想。

显然, 化学神经解剖学的不断发展, 具有重大的意义。化学神经解剖学已经大大超出原有解剖学的形态学研究界限, 与研究神经系统的其它学科更紧密地结合在一起, 产生了神经生物学 neuro biology 或神经科学 neuroscience, 成为整个生命科学的发展前沿。化学神经解剖学与分子生物学的结合, 朝着破译脑与精神 brain and mind 的相互关系方向发展。当今精神病学的进展, 正是以化学神经解剖学的知识, 对其发病机理有了进一步理解。既然神经解剖学已深入到化学分子水平, 这就促进了神经药理学的发展, 其中受体药理学的进展, 已使对神经系统疾病的治疗, 有了明显的改观。上述意义仅仅是化学神经解剖学影响的一部分, 这里不胜枚举。

化学神经解剖学方兴未艾, 许多问题尚待研究。例如, 已知孤束核区有 20 种以上神经化学特异性神经元, 在化学上它们相互间有哪些制约或依赖关系? 孤束核区既然有这么多种化学物质, 它与这些化学特异性神经元系统又有什么关系? 这些化学系统与孤束核的哪些功能相关? 等等。仅就一个神经核来说, 结构与功能的知识尚处在原始阶段, 对整个中枢神经解剖学来说, 面对的问题就更加复杂, 更难解释。由此可见, 化学神经解剖学今后还会有巨大的发展。

第一节 乙酰胆碱能神经元系统

一、乙酰胆碱能神经元的研究方法

以胆碱酯酶组织化学法和胆碱乙酰转移酶免疫细胞化学法, 可标记出脑和脊髓内的乙酰胆碱能神经元 cholinergic neurons。乙酰胆碱 acetylcholine, Ach 由胆碱和乙酰辅酶 A, 在胆碱

乙酰转移酶 choline acetyltransferase, ChAT 催化下合成。Ach 在突触部位释放后, 由胆碱酯酶 cholinesterase, ChE 水解失活。首先, 以 ChE 组织化学法标记了 Ach 能神经元系统。但是, ChE 既可水解 Ach, 又可水解丁酰胆碱, 因此一些非 Ach 细胞也被标记出来, 如黑质、红核、未定带及束旁核等。后来设法抑制丁酰胆碱的活性, 才能特异性地标记 Ach 能神经元。直到 80 年代才获得了 ChAT 的单克隆抗体, 得以实现用免疫细胞化学法, 标记 Ach 能神经元系统。Ach 是最早鉴定出的神经递质, 但是中枢的 Ach 能神经元系统的解剖学知识, 是近年的研究成果。

二、胆碱能神经元的核群

胆碱能神经元的核群主要有 4 组(图 5-117)

1. 纹状体群包括尾状核、壳、纹状核(伏隔核)accumbens nucleus 和嗅结节的大多数神经元。
2. 嘴侧胆碱能细胞柱 rostral cholinergic column 包括隔内侧核、斜角带核、以及 Meynert 基底核 nucleus basalis of Meynert 的大多数神经元。
3. 尾侧胆碱能细胞柱 caudal cholinergic column 包括脚桥被盖网状核、被盖背外侧核、以及臂旁核内较大深染的细胞。此群从中脑尾端延至脑桥嘴侧端。
4. 脑神经和脊神经中的躯体运动神经元和内脏运动神经元。

此外, Ach 能神经元还分布在大脑新皮质(I、II、IV 层)、嗅球、嗅前核、海马、屏状核、缰内侧核、下丘脑弓状核及下丘脑外侧区、小脑深核、蓝斑、第四脑室底, 以及脊髓灰质板层 VI 和 X 等处。

三、乙酰胆碱能纤维通路

1. 隔海马投射和斜角带海马投射。自嘴侧胆碱能细胞柱经穹窿至海马。
2. 嘴侧胆碱能细胞柱至大脑皮质的广泛投射; 投射至大脑皮质各层, 以 I、II、IV 层最多。
3. 斜角带核和嗅结节至嗅球的投射。
4. 尾状核和壳内的局部回路。
5. 缰内侧核至中脑脚间核的投射。
6. 杏仁核传入通路, 主要来自嘴侧胆碱能细胞柱。
7. 丘脑的胆碱能传入纤维, 主要来自尾侧胆碱能细胞柱及小脑与脊髓, 以丘脑腹前核和腹中间核接受纤维最多, 但丘脑内无 Ach 能神经元。
8. 下行胆碱能通路, 来源尚不清楚, 已知红核脊髓束和网状脊髓束内可能有 Ach 纤维。

除上述通路外, Ach 参与许多局部回路, 如在大脑新皮质、尾状核和壳、海马、以及杏仁核内。此外, 存在 Ach 纤维终末的有小脑皮质和视觉传导通路, 如视网膜、外侧膝状体、上丘及视皮质, 但纤维来源尚不详。

四、乙酰胆碱受体与重症肌无力

1. Ach 受体的研究取得了突破性进展。已知 Ach 受体分 M 型 mAChR 和 N nAChR 型。在大脑皮质的锥体细胞和纹状体细胞上, 以 M 型受体为主; 在脊髓 Renshaw 细胞上, 以 N 型受体为主; 在丘脑和脑干神经核内, 两型受体兼有。近年以基因克隆技术, 弄清了 M 和 N 型受

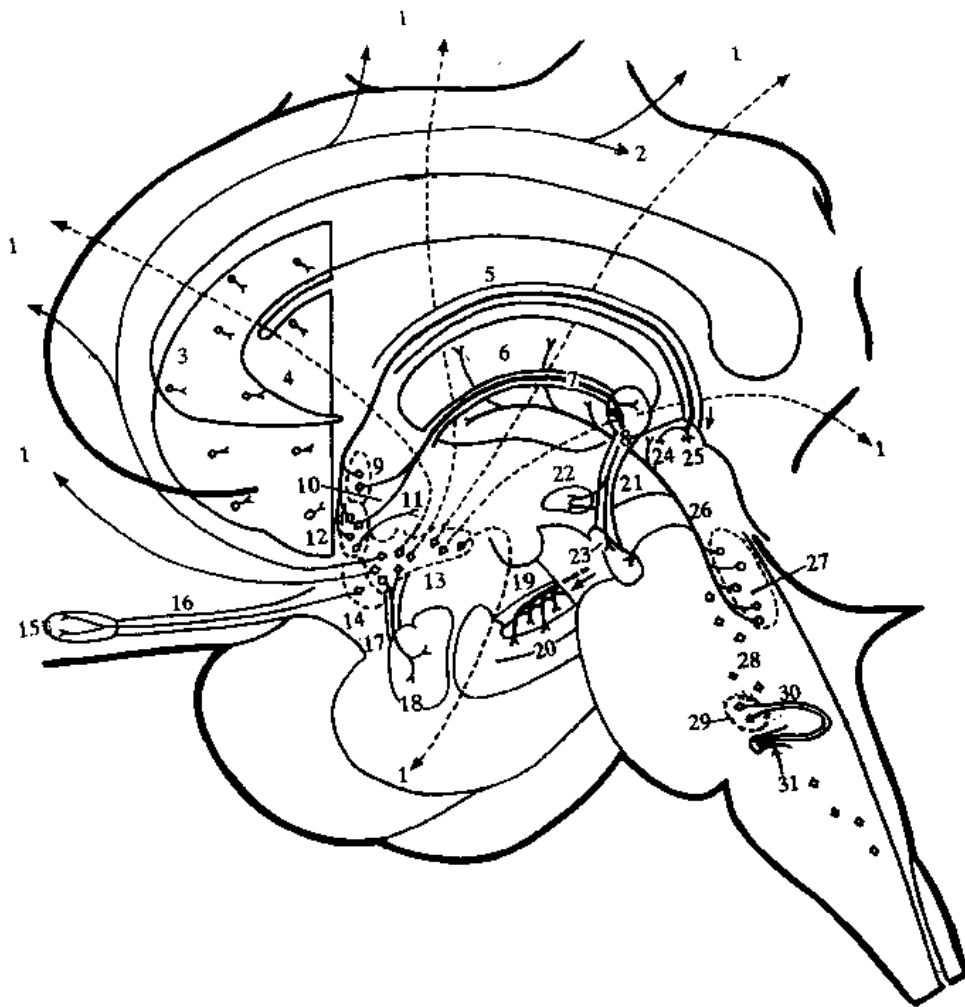


图 5-117 胆碱能神经细胞群和通路

- | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------------|
| 1. 新皮质 | 9. 隔内侧核 (Ch1) | 21. 缰核脚间束 |
| 2. 扣带回 | 10. 斜角带核, 背侧部 (Ch2) | 22. 腹侧被盖区 |
| 3. 尾状核 | 11. 下丘脑外侧区 | 23. 脚间核 |
| 4. 壳 | 12. 倚核 | 24. 顶盖前区 |
| 5. 穹窿 | 13. Meynert 基底核 (Ch4) | 25. 上丘 |
| 6. { 内侧膝状体
外侧膝状体
丘脑板内核群
丘脑前核
丘脑外侧核群 | 14. 斜角带核, 腹侧部 (Ch3) | 26. 被盖背侧束 (Shute 和 Lewis) |
| | 15. 嗅球 | 27. 被盖背外侧区 (包括臂旁核和导水管周围灰质 (Ch5+Ch6)) |
| | 16. 嗅束 | 28. 内侧网状结构 |
| | 17. 杏仁腹侧通路纤维 | 29. 橄榄周核 |
| 7. 丘脑髓纹 | 18. 杏仁基底核 | 30. 橄榄耳蜗束 (Rasmussen) |
| 8. 缰内侧核 | 19. 海马伞 | 31. VIII 脑神经 |
| | 20. 海马 | |

(引自 Rudolf Nieuwenhys, 1985)

体的化学构象, 是受体研究的一大突破 (图 5-118, 119)。nAChR 是五聚体糖蛋白 ($\alpha_2, \beta, \gamma, \delta$), 五个亚单位围成筒状, 中央形成离子通道。ACh 与两个 α 亚单位结合后, nAChR 离子通道构象发生改变, 从关闭状态变成开放状态, 使大量 Na^+ 内流。

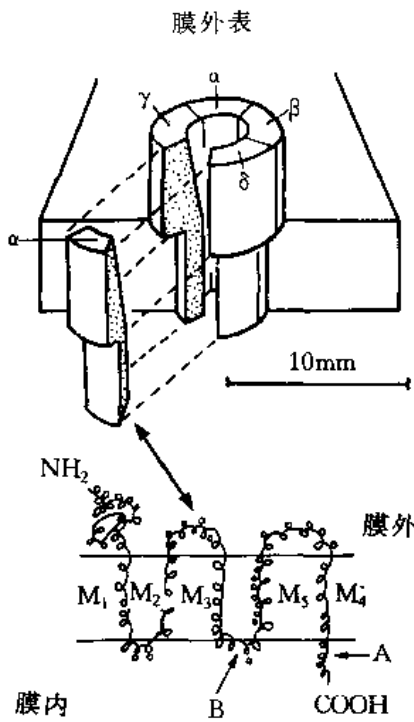


图 5-118 胆碱 N(菸碱)受体的立体构象模式图
(引自 Stevens CF, 1985)

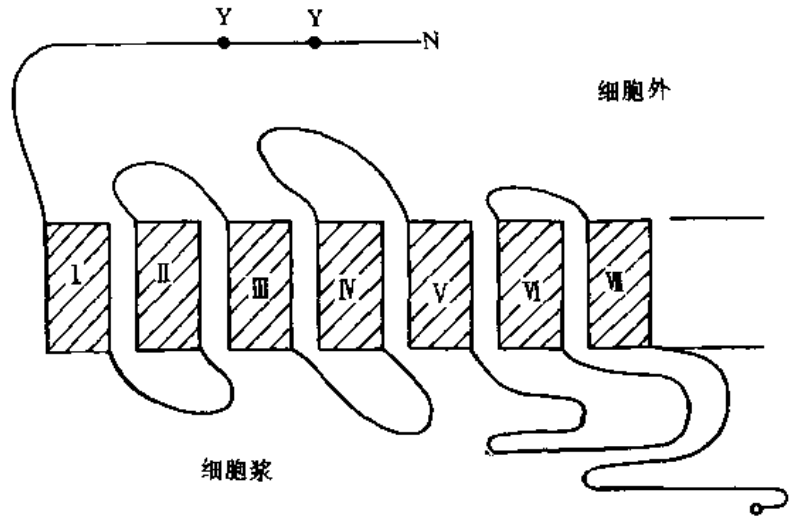


图 5-119 胆碱 M(毒蕈碱)受体在细胞膜上构象的模式图
I ~ VII 代表受体蛋白穿越膜的部分, 它们都由疏水性很强的氨基酸组成
Y. 为加糖基的部位 N. 氨基端 (引自许绍芬等, 1990)

2. 重症肌无力 myasthenia gravis 是神经-肌肉接头部位的自身免疫疾病。患者血清中含 nAChR 抗体, 使 Ach 与受体结合机率下降, 导致肌纤维不起收缩反应, 出现肌无力症。目前认为, 自身抗原来自胸腺肌样细胞上的 Ach 受体。患者常有胸腺生发中心增生, 少数患者有胸腺瘤。常以免疫抑制剂环磷酰胺或硫唑嘌呤, 以及胸腺切除等治疗此病。

五、乙酰胆碱能神经元系统的功能

乙酰胆碱 Ach 能神经元系统的功能以兴奋为主, 在脑和脊髓中起多种调节作用

1. 参与运动和感觉功能 脊髓和脑干的躯体或内脏运动神经元为 Ach 能神经元。在纹状体-黑质回路上, Ach 与多巴胺及 γ -氨基丁酸相互制约, 三者比例失调, 可导致舞蹈病或震颤麻痹等运动障碍。在躯体感觉传导通路上, 第二、三级神经元中, 很可能有 Ach 能神经元。

2. 参与觉醒和睡眠调节 在上行网状激动系统中, 大脑皮质内, 有大量 Ach 纤维或 Ach 纤维终末。此系统对维持脑电觉醒和行为觉醒很重要。反之, Ach 能神经元对睡眠有双重调节作用。中缝背核的 5-羟色胺能神经元触发慢波睡眠; Ach 能神经元抑制中缝背核的这种作用, 从而抑制慢波睡眠。但在异相睡眠时期, 大脑皮质和纹状体内 Ach 释放增加, 又促进此期睡眠。

3. 参与针刺镇痛机制 针刺镇痛时, Ach 释放增加, 更新加快。应用药物改变中枢 Ach 含量, 可改变镇痛效果。

4. 与学习记忆功能有关 嘴侧胆碱能细胞柱向大脑皮质发出广泛投射, 与近期记忆的神经回路有关。Alzheimer 老年性痴呆患者 Meynert 基底核 Ach 能细胞数量明显减少, 细胞体积缩小。凡加强中枢 Ach 活性的药物, 均可改善老年人学习和记忆能力。

5. 可能参与体温、摄食、饮水及血压等方面的调节 这主要通过下丘脑内 Ach 能神经元,

但结果存在着种属差异。

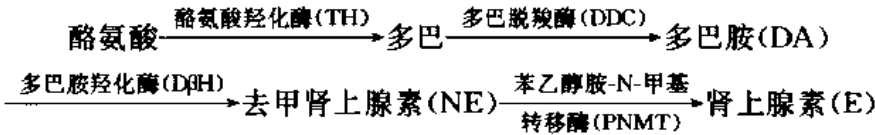
6. 近年有实验提示, Ach 有抑制免疫功能的现象。

第二节 单胺类神经元系统

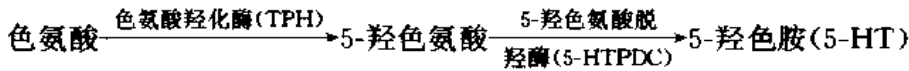
单胺类 monoamines 包括儿茶酚胺 catecholamines, CA 和 5-羟色胺两大类, CA 又包括多巴胺, 去甲肾上腺素和肾上腺素。

一、单胺类递质合成的两个系统

1. CA 的前体——酪氨酸



2. 5-羟色胺的前体——色氨酸



以免疫细胞化学法, TH 和 DDC 免疫反应阳性的细胞, 即为 CA 神经元; DBH 阳性者为 NE 神经元; PNMT 阳性者为 E 神经元。5-HTPDC 免疫反应阳性者为 5-HT 神经元。此外, 以甲醛或乙醛酸诱发荧光的组织化学法, 也可显示 CA 神经元和 5-HT 神经元。

单胺氧化酶(MAO)和儿茶酚胺氧位甲基转移酶(COMT)是所有单胺类的降解酶。

二、多巴胺能神经元系统

(一) 多巴胺能神经元

多巴胺能神经元 dopaminergic neuron DAN 集中在 $A_8 \sim A_{15}$ 细胞群(表 5-3)(图 5-120), 位于中脑、间脑、嗅球、以及视网膜的 DAN 数量最多, 占 CA 神经元总数的 80%。在 DAN 中, 中脑 $A_{8,9,10}$ 群细胞又占 70%。

表 5-3 单胺类神经元在脑内的分布

NE (延髓、脑桥)	DA (中脑、间脑)	5-HT (中缝核群)
A_1 外侧网状核区	A_8 黑质致密部下端背侧的网状结构(红核后区)	B_1 中缝苍白核及其外侧
A_2 孤束核、连合核、迷走背核	A_9 黑质致密部	B_2 中缝隐核
A_3 下橄榄背侧副核及其背侧	A_{10} 腹侧被盖区、向背侧延至线形核及臂旁色素核	B_3 中缝大核
A_4 第四脑室顶外侧部	A_{11} 下丘脑尾侧室周灰质	B_4 第四脑室底灰质内(展神经核及前庭神经核背侧)
A_5 上橄榄核背侧、面神经根内侧的网状结构	A_{12} 下丘脑弓状核	B_5 中缝脑桥核
A_6 蓝斑	A_{13} 下丘脑尾侧背内侧部	B_6 脑桥中央下核
A_7 蓝斑下核, Koelliker-Fuse 核	A_{14} 下丘脑嘴侧室周核	B_7 中缝背核
	A_{15} 嗅球外带	B_8 中缝中央上核和中间线形核
		B_9 下丘水平, 内侧丘系背方及周围

表中(*)区为单胺类神经元最密集部位。 A_3 在人类不易区分

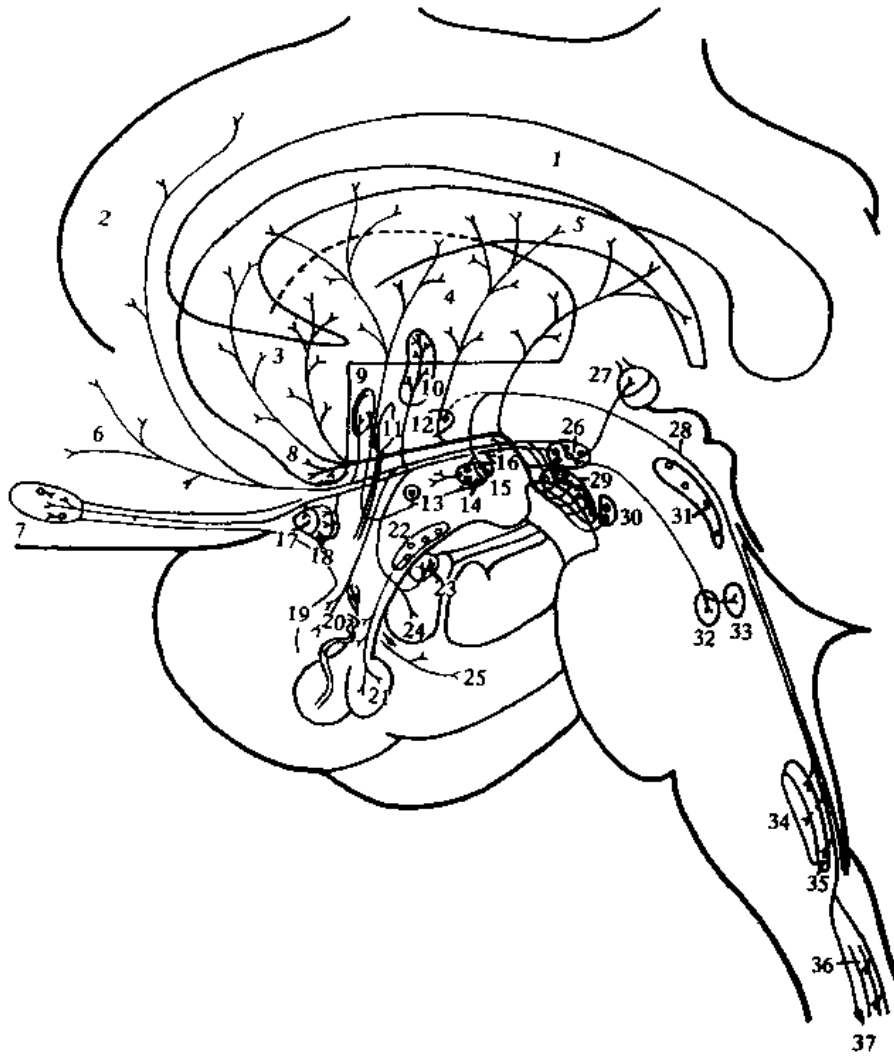


图 5-120 多巴胺能神经元的胞体和纤维

1. 胼胝体 2. 扣带回前部 3. 尾状核头部 4. 壳 5. 尾状核尾部 6. 额叶皮质 7. 嗅球(A₁₅) 8. 倚核 9. 隔外侧核 10. 终纹床核 11. 前连合 12. 下丘脑室旁核 小细胞部 13. A₁₄细胞群 14. A₁₃细胞群 15. A₁₁细胞群 16. 前脑内侧束 17. 前嗅核 18. 前穿质 19. 梨状前皮质 20. 正中隆起 21. 垂体后叶 22. 漏斗核(A₁₂) 23. 杏仁中央核 24. 杏仁基底核 25. 内嗅皮质 26. 腹侧被盖区(A₁₀) 27. 缰外侧核 28. 背侧纵束 29. 黑质致密部(A₉) 30. 被盖外侧区(A₈) 31. 中缝背核 32. 蓝斑 33. 臂旁外侧核 34. 迷走神经背核 35. 孤束核 36. 脊髓胶状质 37. 脊髓中间外侧核

(引自 Rudolf Nieuwenhys, 1985)

(二) 多巴胺通路的三个系统

DAN 通路明确而局限，主要有三个系统。

1. 中脑纹状体系起自 A_{8,9,10}，投射至纹状体及其它前脑核团。
2. 中脑边缘皮质系起自 A_{10,9}，投射至边缘前脑结构，如嗅结节、嗅前核、杏仁核、终纹床核、隔外侧核、额前内侧皮质、扣带回、海马及内嗅回等。
3. 结节漏斗系统为短纤维联系，自下丘脑弓状核至正中隆起，与产生释放激素的细胞及室管膜伸展细胞形成突触，再通过垂体门脉系，联系垂体前叶和中间叶。

(三) 多巴胺受体的若干亚型

Seeman (1980, 1981) 曾将 DA 受体分为 D₁~D₄ 四种亚型。近年来较多学者支持分为 D₁ 和 D₂ 两种亚型，因为已证实 D₃ 实际上是 D₁ 受体高亲和力的结合态；D₂ 和 D₄ 则是可以互变

的同一受体。一般认为,激活 D_1 受体,可使腺苷酸环化酶(AC)活力增强;激活 D_2 受体,则抑制或不影响 AC 活力。有人认为, D_1 受体大多为突触后受体, D_2 受体主要为突触前受体。通过阻断 D_2 和 D_1 受体的抑制作用,抗精神分裂症药物使 DAN 发放增强。

(四) 多巴胺系统及其锥体外系,边缘系及下丘脑的功能

1. 参与躯体运动调节 在大脑皮质下行指令控制下,中脑纹状体 DAN 系统“启动”某个动作,为一切躯体运动行为作好准备。其次,此 DAN 系统又调节肌紧张,调准运动行为的能量水平,对维持躯体运动的稳定性很重要。黑质内 DAN 变性及其数量减少,可导致震颤麻痹(Parkinson 综合征)。其它运动性疾病,如突触后麻痹、舞蹈病、迟发性运动障碍等,均与该 DAN 系统异常有关。

2. 参与工作记忆机制的调节 所谓工作记忆 Working memory,属短时记忆的一种类型,包括两个方面:一是从某一瞬间到另一瞬间的知觉;二是即刻检索脑已储存的类似信息作为参照。以 Goldman-Rakic 研究组(1992)为代表的研究指出,工作记忆依赖额前叶皮质谷氨酸能神经元和多巴胺(DA)之间的平衡。DA 来自中脑边缘皮质系统。谷氨酸水平降低或 DA 水平过高,都可导致精神分裂症。因为行为由即刻刺激过度主宰,而不能由当时的内部信息与既往储存信息形成平衡。

3. 参与垂体内分泌活动的调节 经结节漏斗 DAN 系统,调节垂体前叶和中间叶,加强促性腺激素释放,抑制催乳素分泌;其调节途径有两种:①下丘脑弓状核的 DA 末梢,调控正中隆起细胞,后者是神经内分泌换能器,其分泌的释放激素影响垂体前叶分泌有关激素。②DA 末梢分布至正中隆起和垂体柄的垂体门脉血管,DA 经门脉进入垂体前叶,直接抑制催乳素分泌。此外,部分 DAN 纤维,经漏斗直接进入垂体中间叶和后叶,通过 D_2 受体抑制 α -促黑激素(α -MSH)和 β -内啡肽的释放,调控后叶分泌催产素。

4. 参与心血管活动的调节 脑干尾端(如脑池周围组织)DA 的活动,可抑制心血管活动;黑质等脑内较高部位的 DAN 活动,可兴奋心血管活动。

5. 参与痛与镇痛 许多实验表明,凡能增强中枢 DAN 系统的药物,均能明显拮抗吗啡镇痛和针刺镇痛。

三、去甲肾上腺素能神经元(NEN)系统

(一) 去甲肾上腺素能神经元

去甲肾上腺素能神经元 norepinephrinergic neuron, NEN 集中在 $A_1 \sim A_7$ 细胞群(表 5-3),位于延髓和脑桥。其中, A_6 (蓝斑)NEN 占 NEN 总数的一半。根据部位, NEN 群又可归纳为 3 个区:①被盖外侧区($A_{1,3,5,7}$),位于延髓和脑桥腹外侧网状结构内;②蓝斑复合体($A_{6,4,7}$),位于脑桥上端的背外侧区;③延髓背侧区(A_2)。

(二) 去甲肾上腺素能纤维通路

NEN 通路遍布脑和脊髓的各个部位。其中蓝斑神经元投射最广泛,上达大脑皮质,下至脊髓末端(图 5-121)。被盖外侧区和延髓背侧区的 NEN 神经元投射较局限,向上大部分达下丘脑,向下至脊髓(图 5-122)。蓝斑 NEN 的传出投射组成去甲肾上腺素背侧束 dorsal noradrenergic bundle;其余 NEN 群的传出投射组成去甲肾上腺素腹侧束(ventral noradrenergic bundle)。

(三) 去甲肾上腺素受体可分为 α_1 、 α_2 和 β_1 、 β_2 四型

α 受体介导血管收缩, α_1 受体位于突触后膜上; α_2 受体位于突触后膜和突触前膜上,后者

又称自身受体,是抑制 NE 释放的反馈调节系统。 β_1 受体介导心肌收缩力加强和心率加快; β_2 受体介导支气管和血管扩张。目前在临床上,已广泛使用 NE 受体激动剂和阻断剂,治疗多种疾病。

(四) 去甲肾上腺素能神经元系统参与多种全身活动的调节

1. 维持觉醒状态 蓝斑 NEN 的上行投射是上行网状激动系统的重要组成部分,在维持觉醒状态方面起重要作用。其次,通过压制背景活动及无关刺激,蓝斑 NEN 可以提高脑内的

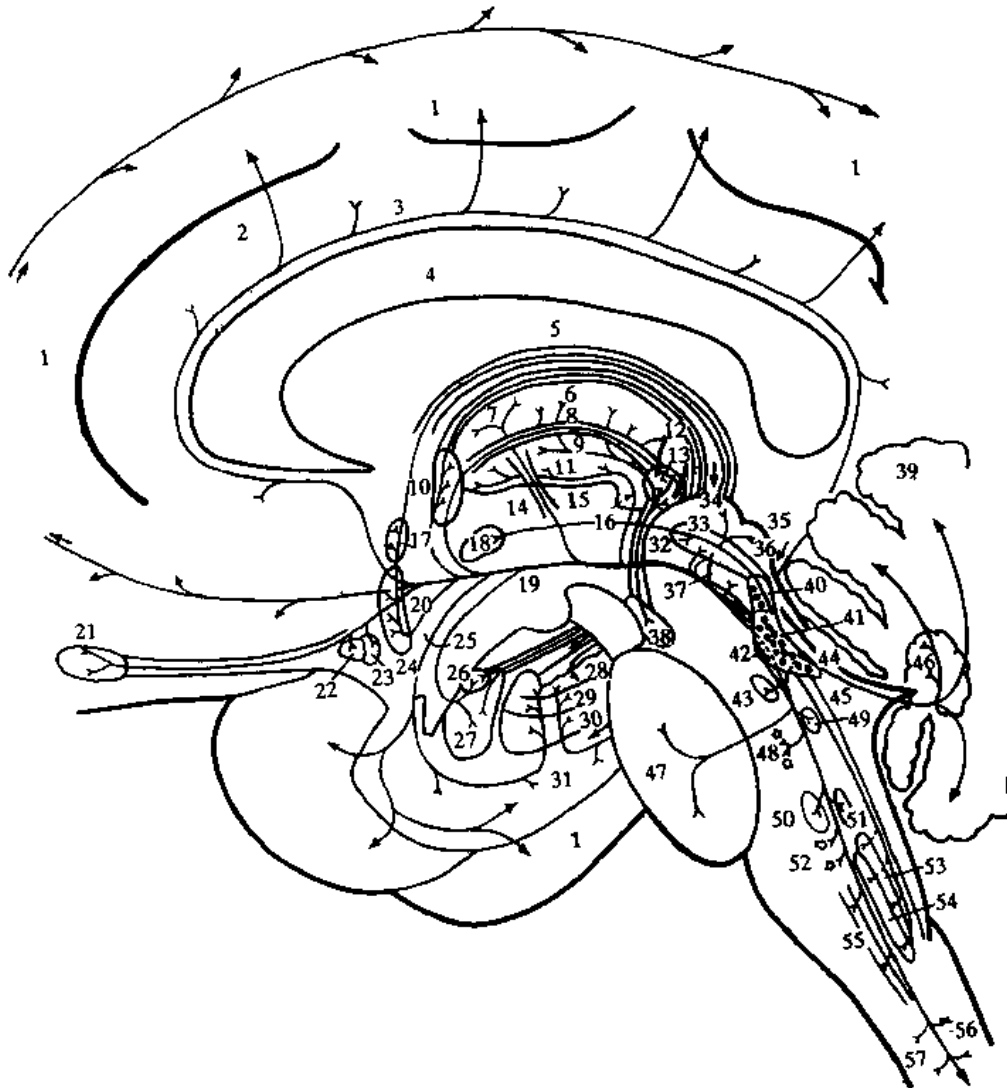


图 5-121 去甲肾上腺素能神经元的胞体和纤维 I

1. 新皮质 2. 扣带回 3. 髓纹 4. 胼胝体 5. 穹窿 6. 终纹 7. 丘脑前核 8. 丘脑髓纹 9. 丘脑 10. 终纹床核
11. 内髓板 12. 缰外侧核 13. 缰内侧核 14. 乳头丘脑束 15. 外髓板 16. 内、外侧膝状体 17. 隔内侧核
18. 下丘脑室旁核(小细胞部) 19. 前脑内侧束 20. 斜角带 21. 嗅球 22. 前嗅核 23. 前穿质 24. 斜角带核
25. 脚祥和杏仁腹侧通路纤维 26. 杏仁中央核 27. 杏仁基底核 28. 齿状回 29. 海马 CA₁ 区 30. 下托
31. 海马旁回 32. 缰核脚间束 33. 背侧纵束 34. 上丘 35. 下丘 36. 导水管周围灰质 37. 中缝背核
38. 脚间核 39. 小脑皮质 40. 蓝斑, 嘴侧延伸部(A₆cg) 41. 蓝斑 42. 蓝斑下区(A₆sc) 43. 外侧丘系核
44. 蓝斑, 尾侧延伸部(A₄) 45. 结合臂(小脑上脚) 46. 小脑中央核 47. 脑桥核 48. 脑桥网状结构
49. 三叉神经脑桥核 50. 蜗前核 51. 蜗后核 52. 延髓网状结构 53. 孤束核 54. 迷走神经背核
55. 三叉神经脊束核 56. 后角(IV、V、VI层) 57. 前角

(引自 Rudolf Nieuwenhys, 1985)

信噪比 signal-to-noise ratio, 使有意义的信号突出起来。

2. 参与镇痛调节 NEN 下行至脊髓的纤维, 可能参与针刺镇痛, 其作用与吗啡类似。反之, NEN 上行纤维拮抗吗啡镇痛。这两种相反的作用, 都是通过 α 受体实现。由此可见, 即便同一种受体, 因在脑和脊髓作用部位不同, 产生效应也不同。

3. 参与植物神经和内分泌活动的调节 ①脑内 α 受体参与 NE 的降压效应; 脑内 β 受体参与 NE 的升压效应。②脊髓内的 α_1 和 α_2 受体参与 NE 的降压效应。③NEN 上行至下丘脑的投射, 作用于室旁核和视上核, 刺激升压素细胞, 使血压上升, 心率加快。④蓝斑 NEN 至下丘脑的投射, 再经垂体门脉至垂体前叶, 间接调控前叶激素的释放。⑤NEN 至下丘脑的投射, 通过下丘脑细胞的 α 受体, 参与体温及摄食调节, 但效应有种属差异。

4. 参与学习记忆机制 NEN 的上行投射参与脑内所谓的酬谢系统 rewarding system, 表现为动物自愿自我刺激的行为, 这显然涉及学习与记忆功能。老年性痴呆患者记忆力明显下降, 其脑内 NE 的合成酶 D β H 相应减少。以 D β H 阻断剂及 β 受体阻断剂, 均使动物不能保持记忆。

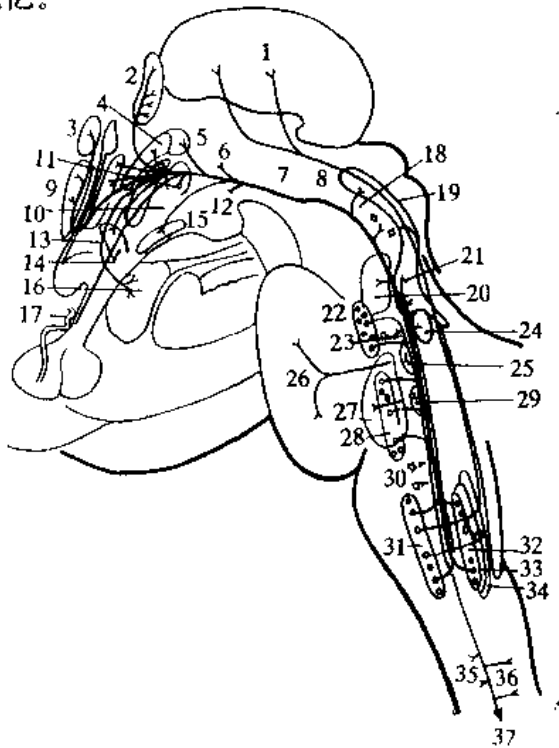


图 5-122 去甲肾上腺素能神经元的胞体和纤维
1. 丘脑室周区 2. 终纹床核 3. 隔外侧核 4. 室旁核, 大细胞部 5. 室旁核, 小细胞部 6. 下丘脑外侧区 7. 前脑内侧束 8. 背侧纵束 9. 斜角带核 10. 下丘脑前区 11. 下丘脑背内侧核 12. 下丘脑后区 13. 视前内侧核 14. 视上核 15. 漏斗核 16. 杏仁复合体 17. 正中隆起 18. 中脑网状结构 19. 导水管周围灰质 20. 中央上核 21. 蓝斑 22. A₇ 细胞群 23. 脑桥网状结构 24. 臂旁核 25. 三叉神经运动核 26. 脑桥核 27. 中缝大核 28. A₃ 细胞群 29. 面神经核 30. 延髓网状结构 31. A₁ 细胞群 32. A₂ 细胞群 33. 迷走神经背核 34. 孤束核 35. 中央灰质(脊髓) 36. 脊髓胶状质 37. 中间外侧核

(引自 Rudolf Nieuwenhys, 1985)

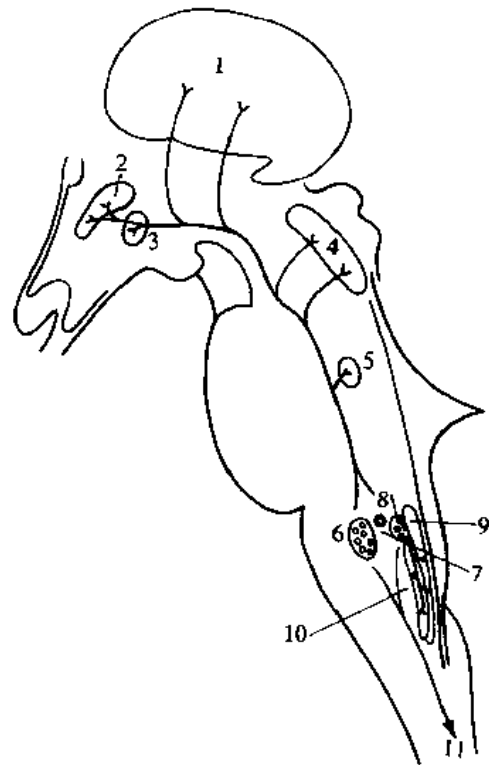


图 5-123 肾上腺素能神经元的胞体和纤维
1. 丘脑 2. 下丘脑室旁核 3. 下丘脑背内侧核 4. 导水管周围灰质 5. 蓝斑 6. C₁ 细胞群 7. C₂ 细胞群 8. C₃ 细胞群 9. 孤束核 10. 迷走神经背核 11. 脊髓中间外侧核

(引自 Rudolf Nieuwenhys, 1985)

5. 与精神情绪活动有关 情绪激动时脑内 NE 活动增强,更新加快。精神抑郁症患者脑内 NE 减少,躁狂患者脑内 NE 过量。

6. 与睡眠的关系结果不一致,可能与 5-HT 共同起作用,参与睡眠与觉醒的转换。

四、肾上腺素能神经元系统

(一) 肾上腺素能神经元

肾上腺素能神经元 epinephrinergic neuron, EN 大多位于延髓,主要有 C₁~C₃ 三群(表 5-3)(图 5-123)。

1. C₁ 群位于延髓下橄榄核的外侧,相当腹外侧网状核 ventrolateral reticular nucleus,它与 A₁ 相毗邻。

2. C₂ 群位于延髓背侧,靠近第四脑室底的迷走神经背核、舌下神经核及孤束核处,与 A₂ 相连续。

3. C₃ 群位于延髓中缝的背侧,舌下神经起始部的内侧,细胞分散在内侧纵束纤维之间。

此外,EN 也见于下丘脑等许多脑区,但细胞稀少。

(二) 肾上腺素能纤维联系

C₁~C₃ 细胞群发出纤维,经脑干网状结构和腹侧被盖区,与去甲肾上腺素腹侧束混合,再经前脑内侧束上行至下丘脑外侧区,沿途纤维终止于迷走神经背核、孤束核、蓝斑腹侧部、导水管周围灰质的腹侧部、缰核、丘脑中线核群、下丘脑的背内侧核、室旁核、视前区、弓状核、正中隆起;部分纤维可达杏仁核、倚核及隔区。另外,下行纤维可至脊髓中间(带)外侧核。

(三) 肾上腺素能神经元系统的功能

EN 的功能涉及多个方面,如垂体内分泌调节,血压、体温及饮食调节,以及全身应激状态的调节等。

五、5-羟色胺能神经元系统

(一) 5-羟色胺能神经元

5-羟色胺能神经元 serotonergic neuron, 5-HTN 大部分位于脑干中缝核群,命名为 B₁~B₆(表 5-3)。中缝核群占 5-HTN 总数的 77.5%,余者大部分散布于脑干其它区域(图 5-124)。

(二) 5-羟色胺能神经元通路

5-HTN 通路弥散至脑和脊髓各部,其投射区与 NEN 通路类似,上达大脑皮质,下至脊髓全长。

(三) 5-羟色胺受体

5-HT 受体有三型。5-HT₁ 和 5-HT₂ 亚型为与 G 蛋白相关受体;5-HT₃ 为配基门控离子通道。根据对激动剂和拮抗剂的选择性,Peroutka(1988)又将 5-HT₁ 再分成四种亚型,即 5-HT_{1A}, 5-HT_{1B}, 5-HT_{1C} 和 5-HT_{1D}。5-HT₁ 受体位于中枢神经系统和周围神经系统,以及平滑肌上,其效应为抑制递质释放,血压下降,脑底动脉收缩。5-HT₂ 受体位于中枢神经系统,平滑肌及血小板上,以兴奋效应为主,使神经元去极化,平滑肌收缩,以及血小板凝集。5-HT₃ 受体分布于周围神经系统,引起多种兴奋效应。

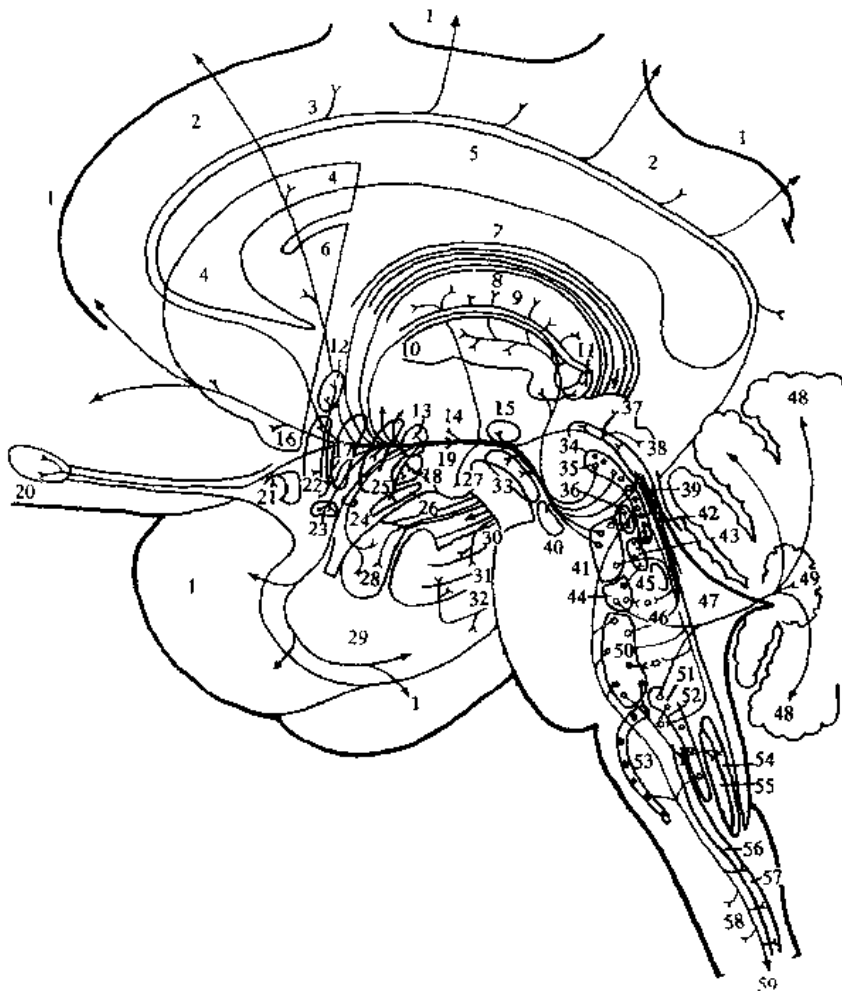


图 5-124 5-羟色胺能神经元的胞体和纤维

1. 新皮质 2. 扣带回 3. 髓纹+扣带 4. 尾状核 5. 胼胝体 6. 壳 7. 穹窿 8. 终纹 9. 丘脑 10. 髓纹 11. 缰内侧核 12. 隔内、外侧核 13. 下丘脑背内侧核 14. 下丘脑外侧区 15. 腹侧被盖区 16. 倚核 17. 内、外侧视前核 18. 下丘脑腹内侧核 19. 前脑内侧束 20. 嗅球 21. 前嗅核 22. 斜角带核 23. 交叉上核 24. 脚样+杏仁腹侧通路纤维 25. 下丘脑前区 26. 漏斗核 27. 乳头体 28. 杏仁复合体 29. 海马旁回 30. 齿状回 31. 海马4区 32. 下托 33. 黑质 34. 导水管周围灰质 35. 中缝背核(B₇) 36. 被盖背侧核 37. 上丘 38. 下丘 39. 背侧纵束 40. 脚间核 41. 中央上核(B₆+B₈) 42. 室管膜上丛 43. 蓝斑 44. 中缝脑桥核(B₅) 45. 臂旁核 46. 中脑网状结构 47. 第四脑室 48. 小脑皮质 49. 小脑中央核 50. 中缝大核(B₃) 51. 中缝隐核(B₂) 52. 延髓网状结构 53. 中缝苍白核(B₁) 54. 孤束核 55. 迷走神经背核 56. 三叉神经脊束核 57. 脊髓胶状质 58. 前角 59. 中间外侧核 (Rudolf Nieuwenhys 等,1985)

(四) 5-羟色胺能神经元系统及其多种神经功能

1. 与精神情绪变化密切相关 实验和临床证据提示, 诸如压抑、失眠、幻想、躁狂, 以及各种内心活动的波动, 都与脑内 5-HT 含量的升降有密切关系。精神分裂症的发病可能与脑内 5-HT 代谢紊乱有关。Chopin 等(1987)认为, 5-HTN 系统功能亢进可导致焦虑; 使其功能适当减弱则可缓解焦虑。

2. 参与中枢镇痛机制 在外周, 5-HT 是一种致痛物质; 但在脑内, 它具有镇痛效应。一方面, 通过中枢下行性镇痛通路, 5-HT 可加强吗啡镇痛或针刺镇痛效应。另一方面, 中缝背

核 5-HTN 的上行投射,既抑制丘脑束旁核对伤害性刺激的感受,又联系边缘前脑各个结构,组成中脑-边缘前脑镇痛回路(图 5-125)。

3. 参与睡眠调节 破坏中缝核,使脑内 5-HT 含量下降,或以药物拮抗脑内 5-HT,均可导致失眠。反之,对失眠动物进行 5-HT 脑室内注射,则其睡眠得以恢复正常。

4. 参与下丘脑对内分泌和植物神经活动的调节 对垂体-肾上腺-性腺轴的内分泌活动,5-HTN 主要起抑制性效应。对体温、心血管活动以及胃肠运动,5-HTN 均有调节作用。最近发现,5-HT₂受体可能参与呕吐机制,拮抗此受体的药物可起制止呕吐作用。

5. 参与躯体运动调节 通过与纹状体和小脑的联系,5-HTN 系统调节躯体运动。震颤麻痹的震颤征,与 5-HT 有关。

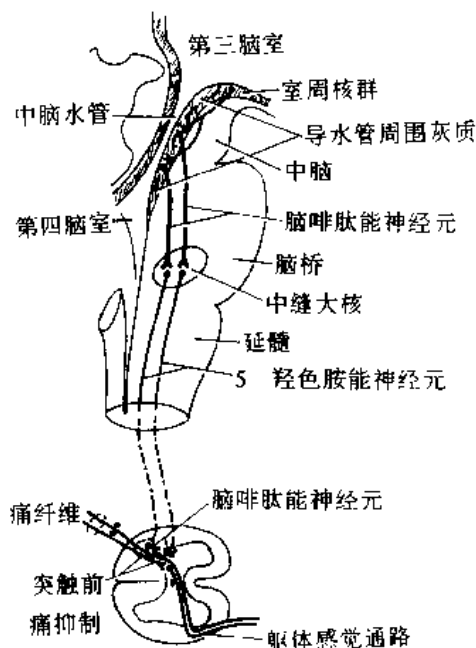


图 5-125 脑干和脊髓的镇痛系统,显示传入的痛信号在脊髓水平受到抑制。(引自 A. C. Guyton, 1987)

第三节 氨基酸类神经元系统

在氨基酸类当中,符合神经递质标准的,中性氨基酸有 γ -氨基丁酸(GABA)、甘氨酸和 β 丙氨酸,属抑制性神经递质;酸性氨基酸有谷氨酸和天门冬氨酸,属兴奋性神经递质。具有神经活性,尚不能确定为递质者有组织胺、脯氨酸和牛磺酸。这里仅介绍 GABA、甘氨酸、谷氨酸,以及天门冬氨酸能神经元系统。

一、 γ -氨基丁酸能神经元系统

(一) 标记 γ -氨基丁酸能神经元的方法

以谷氨酸脱羧酶(GAD)免疫细胞化学法,可标记 γ -氨基丁酸能神经元 GABAergic neuron GABAN(图 5-126)。在 GAD 催化下,谷氨酸转化为 GABA。突触释放 GABA 后,有三种命运:①被突触后神经元氧化脱氨;②被突触周围的星形胶质细胞摄取;③被突触前膜重新摄取。在哺乳动物脑内,GABA 含量很高,是单胺类含量的 1000 倍,而在外周器官 GABA 含量很少。

(二) γ -氨基丁酸能神经元在脑内的分布

GABAN 在脑内分布广泛,以局部回路神经元为主。

(1) 研究最深入的 GABAN 区是小脑皮质。小脑皮质中的篮状细胞、星形细胞、高尔基细胞、以及浦肯野细胞均含 GABA。浦肯野细胞的轴突,是小脑皮质至小脑深核的唯一传出途径。因此可以说,小脑皮质对脑其它部位的各种效应,都是通过 GABA 的抑制作用实现的。

(2) 纹状体内的 GABAN 多数属局部回路细胞,同时也参与纹状体-黑质间的大回路 DA-Ach-GABA-DA。舞蹈病患者尾状核壳内 GABAN 变性减少,纹状体-黑质回路内 GABA 减少,对黑质 DA 神经元的抑制作用减弱,运动稳定增益机制削弱,出现不自主的躯体运动。

(3) 大脑皮质内的 GABAN 主要分布在额叶,与锥体外系有关。GABAN 分布在 I ~ IV 层

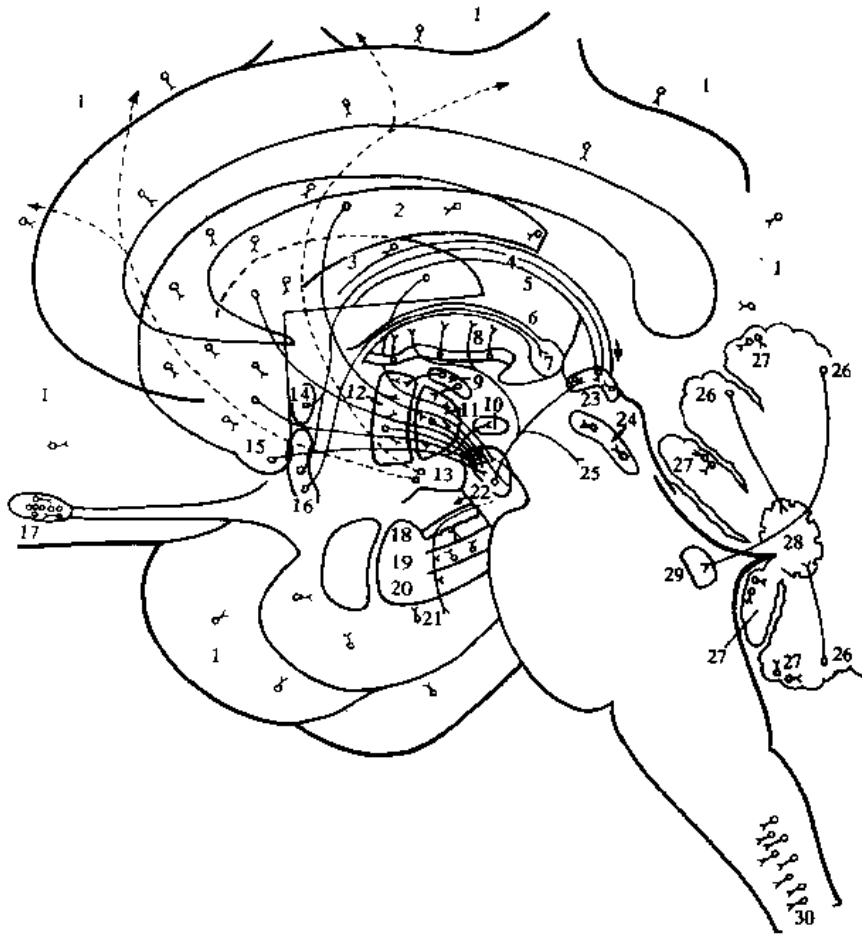


图 5-126 γ -氨基丁酸(GABA)能神经元的胞体和纤维

1. 新皮质 2. 尾状核 3. 壳 4. 穹窿 5. 丘脑 6. 丘脑髓纹 7. 缰内侧核 8. 丘脑网状核 9. 底丘脑核 10. 腹侧被盖区 11. 苍白球内侧部 12. 苍白球外侧部 13. 下丘脑后部的 GABA 细胞群 14. 隔内侧核 15. 倚核 16. 斜角带核 17. 嗅球 18. 齿状回 19. 海马 4 区 20. 下托 21. 内嗅皮质 22. 黑质 23. 上丘 24. 中缝背核 25. 中脑被盖 26. 蒲肯野细胞 27. 高尔基星状和篮状细胞 28. 小脑中央核群 29. 前庭外侧核 30. 脊髓

(引自 Rudolf Nieuwenhys, 1985)

内的中小型星形细胞。海马和齿状回中的篮状细胞，也属 GABA，参与局部回路上的反馈抑制。临床资料表明，惊厥或癫痫患者的大脑皮质 GABA 含量下降。

(4) 在下丘脑、丘脑、脑干、以及脊髓内，也有 GABA。

(三) γ -氨基丁酸受体的分型

GABA 有 A 和 B 两型受体(图 5-127、128)

A 型受体与 Cl^- 通道有关，兴奋时突触后膜对 Cl^- 通透性增加。A 型受体主要存在于 GABA 的神经末梢上，可能是一种自我受体 autoreceptor，对 GABA 的释放起调节作用。荷包牡丹碱 bicuculline 和印防己毒素 picrotoxin 是 A 型受体阻断剂。B 型受体与 K^+ 通道有关，兴奋时对 K^+ 通透性增强。两型受体的效应均使突触后细胞超极化，兴奋性下降。苯二氮草类药物，如安定和利眠宁等，能与 GABA 调控蛋白结合，解除后者对受体的掩盖作用，从而加强了 GABA 的抑制效应，起镇定安神作用。

(四) γ -氨基丁酸能神经元的功能

GABA 系统对中枢神经系统的功能有重要意义。

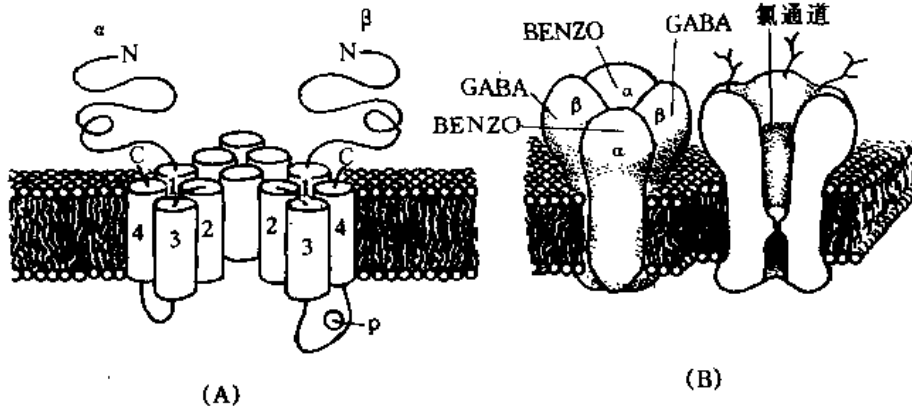


图 5-127 GABA_A 受体模式图

(A) α亚基和β亚基在细胞膜上的图象。C. 肽链的羧基端；N. 肽链的氨基端；1、2、3、4 肽链穿越膜的部分，α和β亚基的肽链都四次穿越细胞膜。P. β亚基上的丝氨酸残基，在此部位可发生cAMP 依赖的磷酸化过程。(B) GABA_A受体复合体，由2个β亚基(有GABA结合点)和2个α亚基(有安定结合点)组成。4个亚基中间为氯通道。亚基围绕氯通道以一定方向排列。GABA和BENZO分别指GABA和安定结合点。

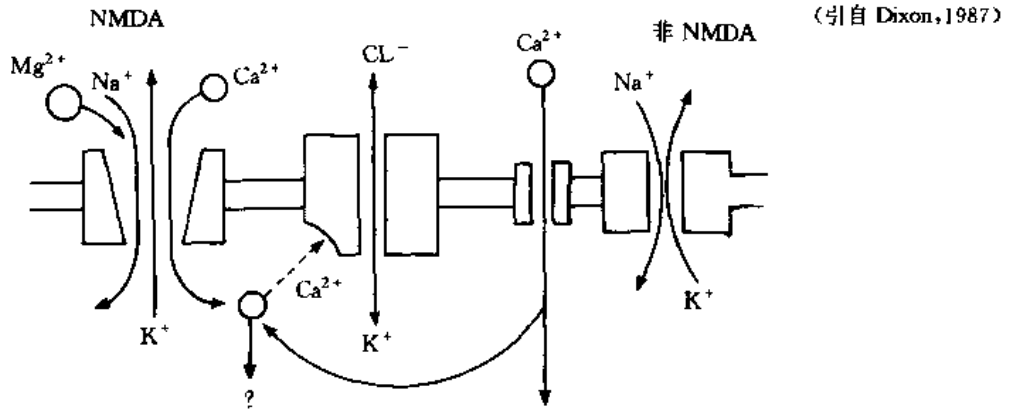


图 5-128 N-甲基-D-门冬氨酸、非N 甲基 D-门冬氨酸、海人藻酸和使君子酸受体模式图非 NMDA 受体激活，导致单价阳离子(Na⁺, K⁺)通透性增加。NMDA 受体激活，除 Na⁺, K⁺通透性增加外，还使 Ca²⁺ 内流入细胞内；Ca²⁺ 进入细胞通过 Ca²⁺ 通道和 NMDA 通道。(引自 Mac Dermott, 1987)

(1) GABA 的抑制效应在于防止兴奋性神经元发放过度，调准其活动强度。更有人形象地把 GABA 比喻成脑功能的化学雕刻刀，使整个脑的活动得以修饰塑造，使之精细调整。如果给予 GABA 拮抗剂，导致动物神经活动广泛亢进，甚至出现惊厥。反之，苯二氮草类药物，通过加强 GABA 的抑制效应，可起到抗焦虑作用。

(2) 对一些选择性机能，GABA 的抑制效应是必不可少的。例如，家兔视网膜中的无长突细胞，属 GABAN，它们使节细胞只对视像一定方向的运动起反应。若阻断无长突细胞的活动，则家兔不再能分辨视像的运动方向。又如，大脑皮质躯体感觉区对鉴别皮肤上相近两点的刺激，则是通过皮质内局部回路的 GABAN，利用周围抑制(或称侧抑制)机制，使兴奋中心区突出起来，实现精细分辨觉。总之，在脑内信息的筛选和分析方面，GABAN起着十分重要的作用。

(3) 通过下丘脑，GABAN 对垂体内分泌活动以及摄食活动起调节作用。

(4) GABAN 参与中枢镇痛机制，但结果颇不一致。

二、甘氨酸能神经元系统

甘氨酸能神经元 glycinergic neurons 集中在脊髓和下位脑干。随着向脑的嘴侧推移，此类

神经元依次减少，但也存在于GABAN分布区。在脊髓内，甘氨酸能神经元多为较小的中间神经元，又以前角内甘氨酸含量最高。在舌下神经核与前庭神经核群之间的交互抑制纤维，也属此类纤维。

三、谷氨酸能和天门冬氨酸能神经元系统

谷氨酰胺在谷氨酰胺酶催化下，生成谷氨酸 glutamic acid, Glu；草酰乙酸和谷氨酸在天门冬氨酸转氨酶作用下，合成天门冬氨酸 aspartic acid(图 5-129)。

Glu 在中枢神经系统内分布不均，以大脑皮质、海马、小脑和纹状体含量最高；脑干和下丘脑次之；脊髓更次之。在脊髓内，灰质背侧部含量高于其腹侧部；后根含量高于前根。因此推测，谷氨酸是初级传入神经元的兴奋性递质。

天门冬氨酸的分布以小脑、丘脑及下丘脑的含量最高；大脑皮质和纹状体的含量较低；脊髓的含量低于脑的含量，与谷氨酸相反，其灰质腹侧部高于其背侧部。天门冬氨酸可能是中间神经元的兴奋性递质。

由于谷氨酸和天门冬氨酸的作用相互交叉，不适宜直接作为配基，来研究它们的受体，而常用选择性高，作用强的氨基酸来命名受体。它们的受体有三型：①海人藻酸(kainic acid KA)受体；②使君子酸(quisquatic acid, OA)受体以及③N-甲基-D-天门冬氨酸 N-M-D-aspartic acid, NMDA 受体。KA 和 OA 受体通道维持平时的信息传递。海马锥体细胞的 NMDA 受体通道，只在学习和记忆过程中开放，起长时增强(LTP)效应，因此 NMDA 是与学习记忆有关的重要物质。

在脑中风等脑缺血性疾病时，由于脑缺血和缺氧，没有足够的能量将释放的兴奋性氨基酸代谢掉，造成细胞外间隙谷氨酸积聚，神经元去极化时程延长，脑细胞内 Ca^{2+} 积聚，长时激活蛋白和磷脂降解酶，产生花生四烯酸和氧自由基，破坏细胞膜，缺血区扩大，终至大量

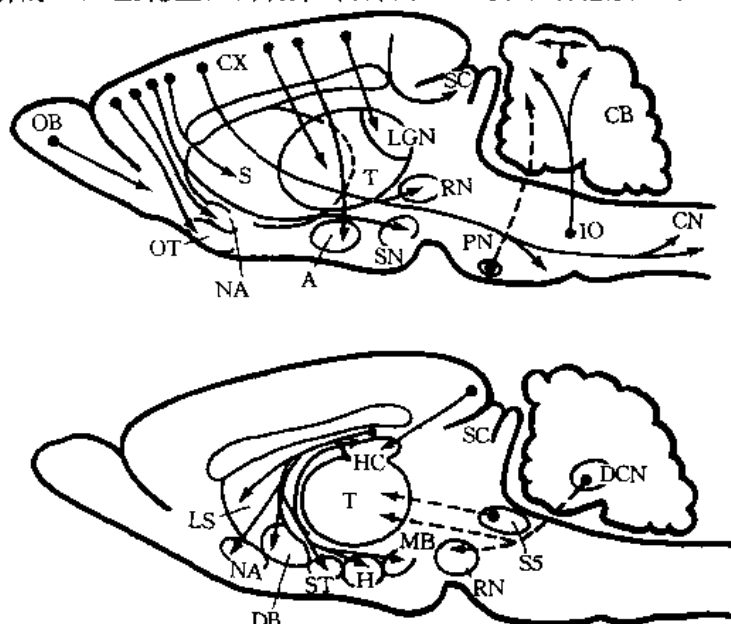


图 5-129 酸性氨基酸能神经元主要分布区和通路

A. 杏仁核;CB. 小脑;CN. 楔束核;CX. 大脑皮质;DB. 斜角带核;DCN. 小脑深核;H. 下丘脑;HC. 海马;IO. 下橄榄核;LGN. 外侧膝状体;LS. 隔外侧核;MB. 乳头体核;NA. 倚核;OB. 嗅球;OT. 嗅结节;PN. 脑桥核;RN. 红核;S. 纹状体;SC. 上丘;SN. 黑质;ST. 终纹床核;S5. 三叉神经脊束核;T. 丘脑。(引自 G. Siegel 等, 1989)

脑细胞坏死，此即脑中风的谷氨酸兴奋毒学说。

第四节 神经肽类能神经元系统

神经肽类能神经元 peptidergic neurons 系统可分为四类：①内源性阿片样(吗啡样)肽能神经元系统；②神经激素肽类能神经元系统；③脑肠肽类能神经元系统；④其它肽类能神经元系统。神经肽类属神经递质或神经调质，多数难于确定。神经肽类物质很多，这里仅叙述资料较多者(表 5-4)。

表 5-4 神经肽类物质分类

-
1. 阿片样肽 opioid peptides
 - (1) 甲硫脑啡肽 met-enkephalin, M-ENK
 - (2) 亮脑啡肽 leucine-enkephalin, L-ENK
 - (3) β -内啡肽 β -endorphin, β -EP
 - (4) 强啡肽 dynorphin, Dyn
 - (5) α -新内啡肽 α -neoendorphin, α -neoEp
 2. 神经激素类肽
 - (1) 后叶加压素 vasopressin, VP
 - (2) 催产素 (oxytocin, OT)
 - (3) 生长抑素 somatostatin, SOM; or somatotropin releasing inhibitory factor, SRIF
 - (4) 促甲状腺素释放激素 thyrotropin releasing hormone, TRH
 - (5) 促肾上腺皮质激素 adrenocorticotropin hormone ACTH
 - (6) 促黄体生成素释放激素 luteinizing hormone releasing hormone, LHRH
 - (7) 促肾上腺皮质激素释放激素 corticotropin releasing hormone, CRH, CRF
 - (8) 生长素释放激素 growth hormone releasing factor, GHRF; or somatotropin releasing hormone, SRH
 - (9) α -促黑激素 melanocyte stimulating hormone, α -MSH
 3. 脑肠肽类
 - (1) P 物质 substance P, SP
 - (2) 神经降压肽 neurotensin, NT
 - (3) 蛙皮素类 bombesin, BOM; kassinin, KAS
 - (4) 血管活性肠多肽 vasoactive intestinal polypeptide, VIP
 - (5) 胰高血糖素 glucago
 - (6) 促胰液素 (secretin)
 - (7) 缩胆囊素 cholecystokinin, CCK
 - (8) 促胃液素 gastrin, G
 - (9) 胃动素 motilin
 - (10) 胰岛素 insulin
 4. 其它神经肽类
 - (1) 血管紧张素 I angiotensin I, AT I
 - (2) 降钙素基因相关肽 calcitonin gene related peptide, CGRP
 - (3) 降钙素 calcitonin
 - (4) 缓激肽 bradykinin
 - (5) 神经肽 Y neuropeptide Y, NPY
 - (6) 鸟胰多肽 avian pancreatic polypeptide, APP
 - (7) 肌肽 canosine
 - (8) 心房肽, 或心房利尿钠多肽 atriopeptin, atrial natriuretic polypeptide, ANP
 - (9) K 物质 substance K, or neurokinin A
 - (10) 神经激肽 B neurokinin B
 - (11) 甘丙肽 galanin, GAL
-

一、内源性阿片样肽能神经元系统

(一) 阿片样肽的 3 种前体物质和 5 种阿片样肽

阿片肽属五肽，其 3 种前体物质是：①阿黑皮素原 pro-opiomelanocortin, POMC，是包括 265 个氨基酸的糖蛋白，POMC 裂解的一个分子片段包括 β -内啡肽(β -EP)。②脑啡肽原(proenkephalin)，含 263 个氨基酸，包括 M-ENK 和 L-ENK。③新内啡肽-强啡肽原 pro-neoendorphin-dynorphin，含 256 个氨基酸，是 α -新内啡肽(α -neoEP)和强啡肽(Dyn)的前体。目前已鉴定出 5 种阿片样肽：M-ENK、L-ENK、 β -EP、 α -neoEP 和 Dyn(图 5-130)。

(二) 阿片样肽受体的 6 种亚型

即 μ_1 、 μ_2 、 κ 、 σ 、 δ 和 ϵ 。 μ_1 与镇痛有关， μ_2 与呼吸抑制有关； δ 与致幻和欣快感有关； κ

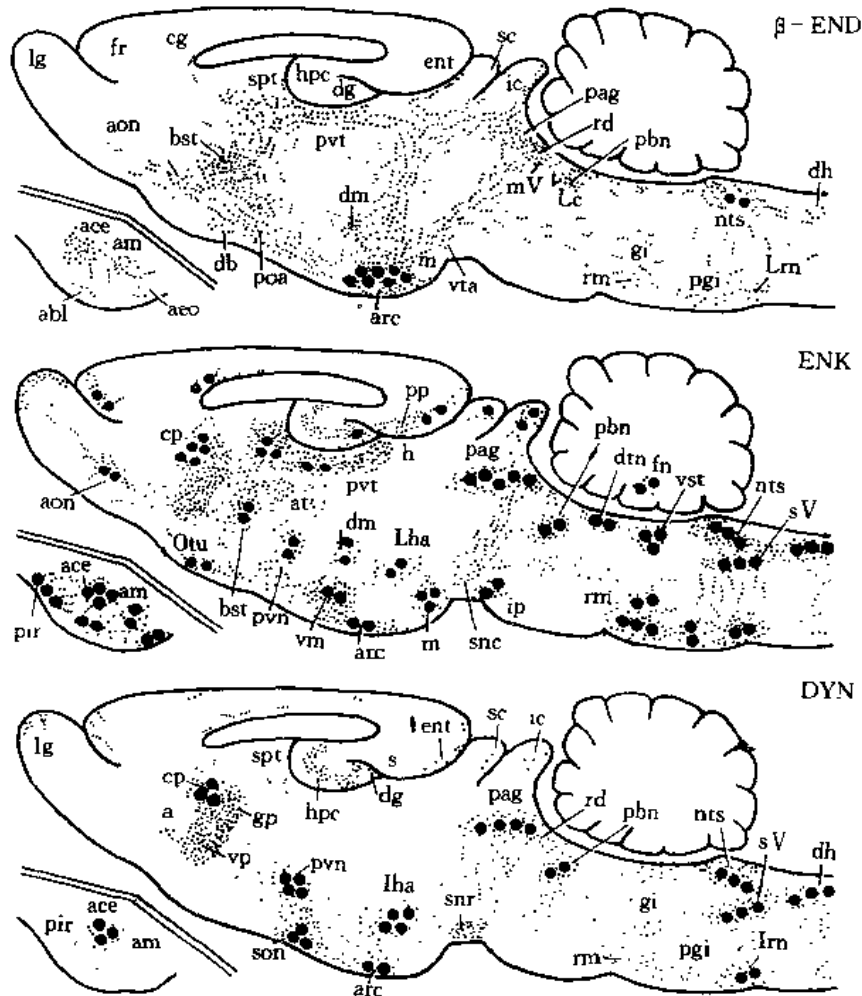


图 5-130 三种内源性阿片肽在大鼠脑内的分布

β -ENK(β -内啡肽) ENK(亮-脑啡肽) DYN(强啡肽 A) ●神经元 —:纤维或神经末梢

a. 倚核 abl. 杏仁外侧基底核 ace. 杏仁中央核 aco. 杏仁皮质核 am. 杏仁内侧核 aon. 前嗅核 arc. 弓状核 at. 丘脑前核群 bst. 终纹床核 cg. 扣带皮质 cp. 尾-壳核 dh. 脊髓后角 dg. 齿状回 dm. 下丘脑背内侧核 dtm. 被盖背侧核 ent. 内嗅皮质 fr. 额叶皮质 fn. 小脑顶核 h. 缰核 hpc. 海马 ic. 下丘 ip. 脚间核 gi. 巨细胞网状核 gp. 苍白球 lc. 蓝斑 lg. 嗅束 lha. 下丘脑外侧区 lrm. 外侧网状核 m. 乳头体核 mV. 三叉神经中脑核 nts. 孤束核 otu. 嗅结节 pag. 导水管周围灰质 pbn. 臂旁核 pgi. 巨细胞旁网状核 pir. 梨状皮质 pp. 穿通纤维通路 poA. 视前区 pvn. 下丘脑室旁核 pvt. 丘脑室旁核 rd. 中缝背核 rm. 中缝大核 s. 下托 sc. 上丘 snt. 黑质网状部 son. 视上核 spt. 隔核 sV. 三叉神经脊束核 vm. 下丘脑腹内侧核 vp. 腹侧苍白球 vta. 腹侧被盖区

(引自 Goldstein A. 1987)

与调节上述3种亚型受体的作用有关； σ 与兴奋心血管和呼吸功能有关； ϵ 见于大白鼠输精管中。纳洛酮为上述受体亚型的共同阻断剂。近年来又研制出各个亚型选择性的阻断剂。若能研制出专门兴奋 μ_1 受体的药物，则可能生产出无副作用的阿片类新镇痛药。

(三) 三种阿片样肽前体在脑和脊髓的分布具有类似性

(1) POMC细胞有两组最明显：①下丘脑弓状核及其附近的细胞群，主要投射至纹状体、海马和大脑皮质；此外，经间脑和端脑的室周系统，分布到许多下丘脑核和边缘前脑诸结构，后者如视前区、隔核和终纹床核；经外侧投射纤维，进入杏仁核区；经背侧下行投射纤维，进入丘脑室周区，导水管周围灰质，以及脑干网状结构(如巨细胞网状核、外侧网状核和中缝大核)，这些脑区均属对伤害性感受与其它感觉起整合作用的部位；此外，此路投射纤维还至涉及心血管和呼吸调节的脑区，如臂旁核、疑核、孤束核，以及迷走神经背核等。②孤束核尾侧部的连合核区，此组小细胞向腹外侧投射至外侧网状核。

(2) 脑啡肽原细胞与阿片受体相伴分布，其细胞主要分布于局部回路中，也存在于若干投射系统中，如下丘脑-垂体通路，杏仁核-终纹床核通路；尾状核和壳-苍白球通路；下丘脑室旁核和腹内侧核-导水管周围灰质通路；以及乳头丘脑束通路。按含量排列，纹状体、倚核、下丘脑前区、导水管周围灰质、杏仁核等区含量最高；丘脑和大脑皮质次之；大脑髓质、小脑和脊髓中含量最低。

(3) 强啡肽原细胞的分布与脑啡肽原细胞的类似，如大脑皮质、海马、杏仁核、纹状体、下丘脑视上核与室旁核，导水管周围灰质、臂旁核、三叉神经脊束核、孤束核、外侧网状核以及脊髓后角胶状质。由于强啡肽和脑啡肽分布位置相似，推测可能通过不同的受体，它们参与共同的中枢活动。

(四) 阿片样肽能神经元系统的功能

(1) 内源性阿片样肽发挥镇痛效应通过多种途径：①激活下行性痛调制系统。Fields和Basbaum(1978)提出一条下行性痛调制通路：导水管周围灰质和间脑室周灰质→延髓的中缝大核和巨细胞旁网状核→脊髓后角胶状质。此通路起始区是阿片样肽能神经元较多区。对顽固性疼痛患者，在导水管周围灰质埋藏刺激电极，患者疼痛时自行电刺激，可收到镇痛效果。针刺镇痛也是通过这条下行性痛调制系统。②在脊髓后角内，抑制痛信息的向上传递。上述下行性痛调制通路的纤维至后角胶状质，激活胶状质内的脑啡肽中间神经元，后者对含致痛物质(P物质)的初级传入纤维终末，起突触前抑制作用。其次，脑啡肽又可阻断 Ca^{2+} 进入初级传入纤维终末，阻断该终末P物质的释放，从而起镇痛作用。③阿片样肽能神经元通过边缘系统，调制疼痛引起的痛情绪反应。④行为上的应激 behavioral stress，如战斗、精神紧张、恐惧和焦虑等，可以镇痛。这一方面与下丘脑-垂体的内分泌调节有关，另一方面也与内源性阿片样肽能神经元系统有关。应激时阿片样肽大量释放，既阻滞痛觉的传导，又压制痛的情绪反应。

(2) 内源性阿片样肽能神经元系统广泛影响生理功能和行为反应。①参与呼吸和心血管运动的调节。阿片类抑制呼吸，主要由于降低了脑干细胞对 CO_2 的敏感性，这些细胞包括孤束核、疑核、迷走神经背核、和臂旁内侧核等。另外，延髓腹外侧浅表层的“化学敏感区”对阿片类的作用十分敏感。在正常情况下，内源性阿片样肽对心血管功能并无明显调节作用，但在应激状态下它们大量释放，导致血压进一步下降，呼吸严重受抑制，成为休克恶性循环中的一个环节。②在调节行为反应方面，涉及性行为、摄食与饮水、修饰(grooming)行为、躯体运动以及心理自发反应行为(operant behavior)等。③内源性阿片样肽与内分泌系统相互作用，

引起生长激素、促肾上腺皮质激素、催乳素、以及抗利尿激素释放增加；反之，促甲状腺素、黄体生成素、以及卵泡刺激素循环水平下降。

(3) 内源性阿片样肽既象神经调质，又似神经递质。这类肽能够抑制多种神经递质释放，如肾上腺素、多巴胺、乙酰胆碱和P物质，这说明它们可能起神经调质作用。另一方面，许多阿片样肽受体位于突触后膜上，阿片样肽位于突触前囊内，又因神经元去极化而将其释放，因此阿片样肽作用又类似神经递质。

(4) 在某些疾病当中，阿片样肽与病理变化有关。阿片样肽可引起欣快感而成瘾。剂量稍大导致木僵状态。精神分裂症和抑郁症时的紧张症 catatonia 与阿片样肽有关；对内因性抑郁患者给予纳洛酮，拮抗阿片样肽受体，可能收到良好疗效。另外，阿片样肽可能介导败血症休克中的严重低血压。

二、神经激素类肽能神经元系统

目前业已证明，许多神经激素不仅经血循起全身性体液调节作用，而且还作用于突触部位，起神经递质或调质作用。

(一) 生长抑素能神经元系统

生长抑素 somatostatin, SOM, 又称促生长激素抑制释放因子 somatotroping releasing inhibitory factor, SRIF, 是环状的14肽。近年研究表明, SOM的作用远远超过其名称所限范围, 参与广泛的机能调节。

1. 生长抑素能神经元不仅存在于下丘脑、也广泛分布于脑和脊髓的许多部位(表5-3)。SOM能神经元在下丘脑内, 集中在视前区和下丘脑前部的室周区, 其次位于弓状核、室旁核、视交叉上核、腹内侧核, 及散在于下丘脑外侧区。在前脑内, 分布于大脑皮质、海马、杏仁核、纹状体、丘脑腹后内侧核、外侧膝状体、以及未定带等。在脑干内, 分布于导水管周围灰质、顶盖、黑质、红核、脚间核、蓝斑、臂旁核、蜗神经核、三叉神经脊束核、孤束核、迷走神经背核以及疑核等。在脊髓内, 见于后角Ⅰ、Ⅱ板层、腰骶髓的中间带外侧核和前角等。在室周器官内也见有SOM能神经元分布。

2. SOM神经纤维分布更广泛 最主要的是下丘脑-垂体通路, 通过垂体门脉至垂体前叶; 通过下丘脑垂体束直达垂体后叶。其它通路也发自下丘脑, 可分别投射至边缘系统、纹状体、脑干, 以及脊髓。在下丘脑内, 由室周核发SOM纤维, 联系其它下丘脑核。

3. SOM能神经元主要起抑制作用

(1) 抑制内分泌激素的释放或分泌: 如抑制垂体前叶生长激素的合成与释放; 抑制促甲状腺素的分泌; 抑制甲状旁腺素和降钙素的分泌; 还抑制胰岛素、胰高血糖素及肾素的分泌。

(2) 参与镇痛及对多种感觉传导的调控。在脊髓后角内, SOM能神经元可抑制传导伤害性信息的初级传入纤维, 其镇痛效应可能与阿片样肽受体有关。此外, SOM能神经元还参与视、听、味及其它内脏感觉信息的调控。

(3) 通过孤束核等, 参与呼吸和心血管运动的中枢调节, 使呼吸变深变慢, 心率减慢, 血压下降。

(4) 影响多种神经递质的释放, 对多巴胺和乙酰胆碱的释放起抑制作用; 对5-HT的释放则起促进作用。

(5) 参与多种神经精神病的发病。在老年性痴呆、精神分裂症、舞蹈病及震颤麻痹时, 脑

内 SOM 含量均有改变。

(二) 后叶升压素能和催产素能神经元系统

后叶升压素 vasopressin, VP 和催产素 oxytocin, OT 均为 9 肽, 最初是垂体后叶中分离提纯的激素。VP 和 OT 往往与神经垂体肽(neurophysin)(又称后叶激素运载蛋白)结合在一起。

1. VP 和 OT 能神经元集中在下丘脑视上核和室旁核的大细胞, 但是 VP 能细胞也见于交叉上核的小细胞、终板血管器、松果体及连合下器等室周器官。

2. VP 和 OT 能纤维主要分布在下丘脑-垂体后叶通路和下丘脑-垂体门脉通路。此外还有以下通路: ①至脑干和脊髓的下行投射。通过乳头体上区至中脑腹侧被盖区、蓝斑和臂旁核。部分纤维继续下行, 终止于孤束核、迷走神经背核、连合核和中介核。下达脊髓的纤维终止于板层 I ~ III 和 X, 以及中间带外侧核。②至边缘系统的上行投射, 起自下丘脑室旁核和交叉上核, 终止于缰外侧核、海马及杏仁核。

3. 关于 VP 和 OT 能神经元的功能 已知 VP 作用于肾小管上皮, 加强其重吸收功能, 起抗利尿作用。OT 促进子宫平滑肌收缩和促进排乳。此外, 这两种神经元还参与下列生理功能: ①参与心血管运动的中枢调节。下丘脑室旁核发纤维至孤束核和脊髓中间带外侧核, 而孤束核接受舌咽神经和迷走神经传入的有关血压和血容量的信息(来自主动脉压力感受器, 颈动脉小球化学感受器, 以及心房牵张感受器), 再由孤束核上传至下丘脑室旁核, 从而形成调节心血管活动的回路。②影响学习和记忆。将 VP 注入脑室能巩固记忆, 作用部位可能是海马和隔核。③抑制发热反应, 参与体温调节。④维持昼夜节律。交叉上核内的 VP 能细胞一方面接受视网膜来的冲动; 另一方面传出冲动至下丘脑、杏仁核及海马等边缘系统结构, 参与昼夜节律生物钟的调节。

(三) 促甲状腺素释放激素能神经元系统

促甲状腺素释放激素 thyrotropin releasing hormone, TRH 为 3 肽。除其名称提示的内分泌功能外, 可能还是一种神经调质。

1. TRH 能神经元大部分位于下丘脑 在下丘脑内, 分布于交叉上核、室旁核、背内侧核、穹窿周区以及下丘脑外侧区。此外, 还分布于延髓, 如中缝隐核、中缝苍白核和中缝大核。

2. TRH 能纤维遍及端脑、间脑、脑干及脊髓。以纤维密度分析, 倚核、正中隆起、下丘脑背内侧核、室旁核及穹窿周区内密度最高。下丘脑内的 TRH 能细胞发纤维至正中隆起, 影响垂体激素的释放。延髓中缝区的 TRH 能细胞投射至脊髓前角和侧角。

3. TRH 能神经元参与多种神经调节 例如刺激多巴胺释放, 导致动物运动增加; TRH 直接作用于脊髓运动神经元, 已用于截瘫治疗。通过对下丘脑的控制, 引起体温升高, 饮食减少等。

三、脑肠肽类能神经元系统

一些肽类激素首先是在消化系统分离提纯的, 后来在脑和脊髓内也发现了相应的肽, 它们可能起神经调质或神经递质作用。这里仅简述 P 物质、缩胆囊素、促胃液素、血管活性肠多肽以及神经降压肽能神经元系统。

(一) P 物质能神经元系统

P 物质 substance P, SP 是发现最早的神经肽, 已测定为 11 肽。在突触前部内, 存在于大颗粒囊泡中。SP 可被多种水解酶水解。

1. SP 能神经元多分布在与感觉通路有关的部位 除脊神经节和三叉神经节外,还分布于 30 多个脑区,尤其集中在神经末梢部位,其分布与 EEK 颇为相似。在脊髓胶状质、三叉神经感觉核、孤束核、前庭神经核、上丘、以及外侧膝状体等部位,不仅有其密集的纤维终末,而且还有此类细胞的胞体。此外,SP 能神经元还分布在下丘脑、缰核、纹状体、杏仁核、脚间核、脑干网状结构、中缝核群以及蓝斑等(表 5-3)。

2. SP 能纤维通路主要涉及初级感觉传入通路,也参与多种神经调节。①脊神经节内的 SP 能细胞体积小,发细纤维至脊髓后角, I、II 板层内最浓密,向深层行纤维逐渐减少;在前角内纤维呈散在分布;在脊髓中央管腹侧,有一条与此管平行的 SP 能纤维束,纵贯脊髓全长,纤维终末可进入中央管,接触脑脊液,此纤维束称中央管腹侧纵束。皮肤受到伤害性刺激时,兴奋脊神经节内 SP 能神经元,脊髓内有 SP 大量释放,与痛信息的初级传入有关。经舌咽神经和迷走神经传入的 SP 能纤维,除传导痛信息外,至孤束核的纤维还可介导血压下降、心率减慢。②尾状核和壳-苍白球-黑质 SP 能纤维通路,参与躯体运动行为调节。舞蹈病患者纹状体萎缩,苍白球和黑质网状部内,SP 含量明显减少。③下丘脑-垂体 SP 能通路。在下丘脑内,SP 能神经元分布在乳头体、背内侧核、腹内侧核、弓状核、正中隆起及室周核等。经垂体门脉至垂体前叶,促进生长激素、催乳素、性激素的释放。④其它通路如缰脚间束以及缰内外侧核间联系。在杏仁核复合体局部回路中,均有 SP 能纤维。值得注意的是,近年发现在脑的高级部位,SP 反而起镇痛效应,其原因可能是兴奋内源性阿片样肽能神经元,继而经 5-HT 能下行痛控制通路,至脊髓后角。此外,SP 还有促进免疫反应的作用。

(二) 缩胆囊素能和促胃液素能神经元系统

缩胆囊素 cholecystokinin, CCK 是由 33 个氨基酸组成的肽链;促胃液素 gastrin 属 17 肽。二者的羧基端有一 5 肽相同,故免疫细胞化学上有交叉反应。

1. 缩胆囊素能和促胃液素能神经元分布广泛 见于大脑皮质、嗅皮质、海马、杏仁核;下丘脑室旁核;脑干内的导水管周围灰质、动眼神经副核、臂旁核、及中缝核群等;脊髓后角及灰质中间带。

2. 这两种纤维分布广泛 例如,①大脑皮质间投射;②中脑腹侧被盖区至尾状核和壳、以及杏仁核的上行投射;③下丘脑室旁核至正中隆起和垂体后叶的投射;④动眼神经副核和延髓至脊髓的下行投射。

3. 缩胆囊素能和促胃液素能神经元主要参与躯体或内脏感觉的信息传导。在视、听、味、一般内脏感觉以及痛觉传导通路中,均有这两种神经元。此外,它们也参与胃肠道和胆道的运动调节,引起相应平滑肌收缩。此外,CCK 还对垂体激素的释放、厌食、脑血流的调节以及锥体外系运动调节等方面起效应。

(三) 血管活性肠多肽能神经元系统

1. 血管活性肠多肽 vasoactive intestinal polypeptide, VIP 属 28 肽。VIP 能神经元主要分布于大脑皮质、海马与齿状回、杏仁核;下丘脑的交叉上核、乳头体区和弓状核以及导水管周围灰质。此外,在延髓的三叉神经脊束核、孤束核及中缝大核中,也散在着 VIP 能神经元。

2. VIP 能纤维通路主要有 3 条:①杏仁核-终纹-下丘脑前区通路;②导水管周围灰质-终纹床核及杏仁核通路;③初级感觉传入通路。

3. VIP 能神经元的生理功能极其广泛 ①兴奋大脑皮质和海马的中间神经元;②控制各个内脏系统的运动、血流和分泌活动;③促进内分泌激素的释放或分泌,如催乳素、生长激

素、胰岛素、胰高血糖素以及甲状腺素等。

(四) 神经降压肽能神经元系统

1. 神经降压肽 neurotensin, NT 又称神经紧张肽, 是一种 13 肽。NT 能神经元在端脑内分布于边缘前脑结构; 在间脑内分布于丘脑室周区和下丘脑视前内侧核、室周核、室旁核、弓状核及下丘脑外侧区; 在脑干内分布广泛, 细胞密集区有导水管周围灰质、臂旁核、蓝斑、中缝大核及孤束核等; 在脊髓内集中在后角 I、II 层。

2. 对 NT 能纤维通路了解较少, 已知者发自杏仁核。除引起血管扩张和血压下降外, NT 能神经元还参与以下功能: ①参与镇痛; ②增强戊巴比妥钠的镇静效应; ③降低体温; ④抑制由多巴胺释放引起的运动。

四、其它肽类能神经元系统

(一) 心房肽能神经元系统

心房肽(atriopeptin), 又称心房利尿钠多肽 atrial natriuretic polypeptide, ANP, 是 80 年代首先在心房肌细胞内发现的一种激素, 其活性结构是有 28 个氨基酸的环形肽。近年发现, ANP 也存在于神经系统内, 可能起神经递质或神经调质作用(图 5-131)。

1. 在脑和脊髓内, ANP 能神经元分布广泛(表 5-5)。从大脑皮质到脊髓都有其分布, 其中下丘脑含量最多。依功能其分布区分为 3 个系统; ①与调节心血管系统有关的结构, 如第三脑室前腹侧端的室壁, 即 AV3V 区, 其纤维投射至下丘脑室旁核, 后者分泌的垂体后叶加压素, 催产素以及促肾上腺皮质激素释放激素, 与控制心血管活动的脑区有直接联系。ANP 能神经元又分布于孤束核、臂旁核以及三叉神经脊束核等与心血管传入信息有关的结构。臂旁核是孤束核传导心血管冲动至前脑的主要换元部位。延髓腹外侧区、终纹床核及杏仁核等也含 ANP 能细胞或纤维, 也与调节心血管活动有关。②与边缘系统有关的 ANP 能神经元, 分布在缰内侧核、乳头体核、被盖背侧核、隔外侧核、终纹床核、杏仁核、脚间核以及导水管周围灰质。③下丘脑-腺垂体系统。从下丘脑室旁核、腹内侧核、弓状核、下丘脑外侧区和后区, 至腺垂体。此外, 在脊髓前角、侧角和后角内, 也发现有 ANP 能神经元。在脑室周围器官如终板血管器、穹窿下器及最后区, 还有脉络丛, 均存在 ANP 受体, 说明血液中的 ANP 可通过血脑屏障影响脑的活动。

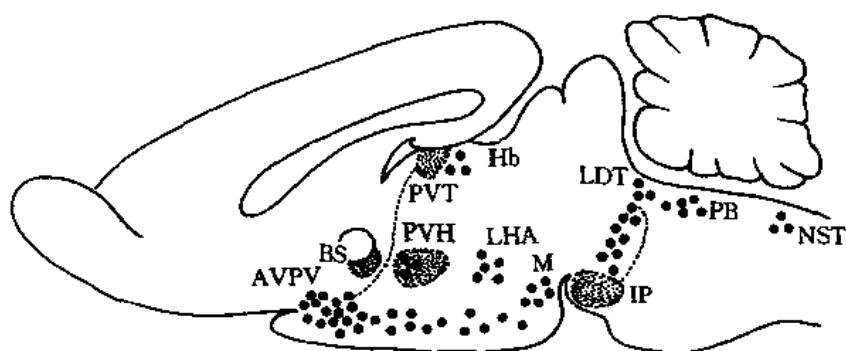


图 5-131 心房肽能神经元主要分布区。

AVPV. 前腹侧室周核 BS. 终纹床核 Hb. 缰核 IP. 脚间核 LDT. 背外侧被盖核 LHA. 下丘脑外侧区
M. 乳头体 NST. 孤束核 PB. 臂旁核 PVH. 下丘脑室旁核 PVT. 丘脑室周核。粗点示胞体分布区,

细点示纤维终末分布区。

(引自 R. Quirion, 1988)

2. ANP 受体可分为两种亚型,即 B-ANP 受体和 C-ANP 受体。前者激活后与 cGMP 系统偶联而产生效应,主要分布在脑内;后者激活后与 cGMP 无偶联反应,主要分布在血管,也分布于脑内,尤其是室周的 ANP 受体,可能对维持血中 ANP 含量起重要作用。

3. ANP 能神经元的功能主要与水、电解质、及心血管活动的调节有关。AV3V 区与饮水和体液调节有重要关系。向第三脑室注射 ANP,可抑制下丘脑室旁核后叶加压素的释放,使尿量增加,尿渗透压降低;还可降低血管紧张素 I 水平,抑制其引起的饮水行为。由于 ANP 抑制由 VP、AT I、NE 及 5-HT 引起的血管收缩反应,故可降低血压。此外,下丘脑-腺垂体素的 ANP,对性激素和生长激素等有调节作用。

(二) 血管紧张素 I 能神经元系统

血管紧张素 I angiotensin I, AT II 属 8 肽,由血管紧张素原转变而来。在肾内,肾小球旁器产生的肾素分解生成血管紧张素 I (ATI),在肺内,ATI 在 ATI 转移酶作用下生成 AT II。但是在脑和脊髓内,AT II 来自神经组织自身,因为血中的 AT II 不能通过血脑屏障。在脑组织内,也含有血管紧张素原、肾素及 ATI 转移酶。

1. AT II 能神经元分布于下丘脑室旁核和视上核的大细胞部,穹窿下器、穹窿周区、未定带、杏仁核、小脑浦肯野细胞等部位。

2. AT II 能纤维通路大多起自下丘脑 ①视上核和室旁核至垂体后叶的通路;②下丘脑室旁核下行至脑干和脊髓的通路;③视前内侧区下行至中脑导水管周围灰质和腹侧被盖区的通路;④穹窿下器至视前区的通路;⑤脊神经节至脊髓后角板层 I 的初级感觉传入通路。

3. AT II 的生理作用主要是致渴和升高血压 AT II 是极强的致渴剂,将 0.1ng 的 AT II 注射到大鼠的穹窿下器,可使已经饱饮的鼠再饮水。AT II 的升压作用比其它升压肽(SP 和 VIP)强得多。一方面,AT II 刺激视上核释放 VP,VP 经垂体门脉作用于垂体前叶,引起 ACTH 释放;另一方面,AT II 通过对胸髓侧角的作用,加强交感神经活动,导致血压升高。此外,AT II 还有其它作用,如选择性调整单胺类的输出量;参与对心血管活动的调控;以及参与记忆机制等。

表 5-5 几种肽能神经元胞体在脑和脊髓分布的概况

		SP	ENK	β-Ep	SOM	ANP
脊 髓	脊神经节(脑神经节)	+++				
	后角	+	+		+	+
	前角				+	+
脑	感觉核	+	+	(孤束核) +++	+	(孤束核) +++
	运动核		+		+	
	网状结构	+	+		+	+
	中缝核	+	+			
	蓝斑	+			+	
	臂旁核	+	+		+	+
	被盖背侧核	+	+			
	黑质		+		+	
下	导水管周围灰质	+	+			+

续表

		SP	ENK	β -Ep	SOM	ANP
	上、下丘	+	+			(顶盖前区) +
小	脚间核					
	脑		+			
间	缰核	+				+
	丘脑室周核		+			
	丘脑腹后内侧核				+	
	外侧膝状体		+			
脑	室周核、视前区	+	+		卅	卅
	下 室旁核、视上核		+		+	+
	背、腹内侧核	+	+		+	+
	丘 弓状核	+	+	卅	+	+
	正中隆起	+				
	脑 乳头体	+	+			+
	外侧区、后区		+		+	
	尾状核-壳	+	卅		+	
	苍白球	+	卅			
	端 大脑新皮质		+		+	
海马、齿状回		+		+		
脑	隔核、斜角带		+			+
	杏仁核、终纹床核	+	+		+	+
	嗅结节		+		+	

第五节 递质共存现象

长期人们认为，一个神经元内只存在一种神经递质，其全部纤维终末只释放同一种递质。近年发现，一个神经元内可存在两种或两种以上的递质或调质，称此为递质共存现象，而且是一种普遍存在的规律。

一、递质共存的分类、部位及形式

1. 递质共存可归纳为三类：①不同经典递质共存；②经典递质与神经肽类共存；③不同的神经肽共存。某些神经区内，可有两种以上的递质共存。
2. 递质共存的部位见于脑和脊髓的各个部位。根据现有资料，简要列表 5-6、7、8。
3. 在神经末梢部位，递质共存至少有 4 种形式(图 5-132)。Hökfelt 提出肽类和单胺类共

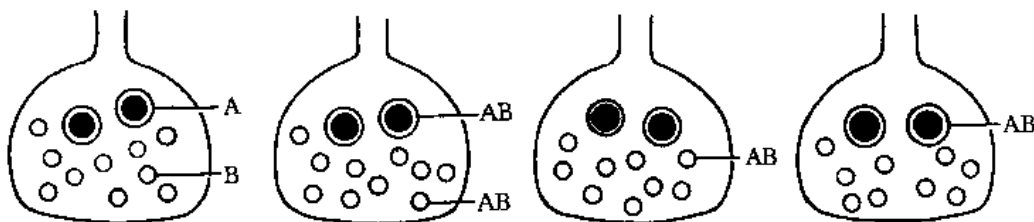


图 5-132 神经末梢部位递质共存形式示意图

A. 肽类物质 B. 单胺类物质

存的形式：①在同一末梢内，分别储存在大颗粒囊泡和小囊泡内；②共存在大、小两种囊泡内；③仅共存于小囊泡内；④仅共存于大囊泡内。

二、递质共存的生理意义

关于递质共存的生理意义，在各学者之间意见不同。在这里，只选 Hökfelt(1980)提出的几种生理意义(图 5-133)。

1. 两种递质均作用于突触后细胞，一种为主递质 primary transmitter，决定看突触效应是兴奋或是抑制的性质；另一个是辅递质 cotransmitter 或调质 modulator，对主递质的数量和特性进行精细调节，加强或减弱突触的强度。例如颌下腺中 Ach 和 VIP 共存，在与受体结合过程中，VIP 可引起 mAChR 的变构反应，提高了该受体对 Ach 的亲合力，使 Ach 的突触效应增强 3~5 个数量级。

2. 一种递质激活突触后膜上的一种受体，另一种递质封闭另外的受体类型。

3. 一种递质作用于突触后受体，另一种递质或调质与突触前自身受体结合，反馈调节突触前终末递质的释放量。

4. 一种递质作用于突触后受体，另一种递质作用于其它终末的突触前受体，起抑制或协助作用。

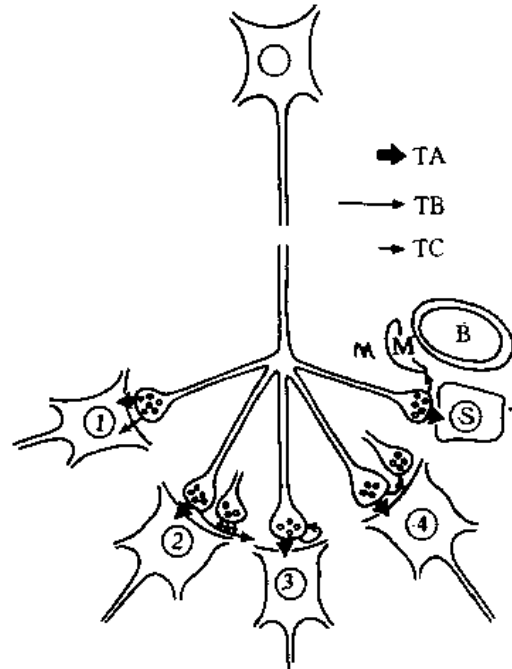


图 5-133 在递质传递过程中，共存递质的几种作用可能性。B. 毛细血管；M. 周细胞；S. 汗腺细胞；TA、TB、TC. 神经递质 A、B、C

表 5-6 经典递质与神经肽共存

经典递质	神经肽	共存部位
DA	Enk	颈动脉小球(猫)
	CCK	腹侧被盖区(大鼠、小鼠、猫、人及猿)
	NT	腹侧被盖区
NE	Enk	肾上腺髓质(狗)、蓝斑
	NPY/APP*/BPP**	延髓(大鼠、人)、蓝斑(大鼠)、交感神经节(大鼠、人、猫)
	VP	蓝斑(大鼠)
	SOMT	交感神经节(豚鼠、牛)
E	Enk	肾上腺髓质
	APP/BPP/NPY	延髓(大鼠)
	SP	延髓(大鼠)
	NT	孤束核(大鼠)
	CCK	孤束核(大鼠)
5-HT	SP	脊髓(大鼠)、延髓(大鼠、猫)
	TRH	延髓(大鼠)
	SP+TRH	脊髓、延髓(大鼠)

续表

经典递质	神经肽	共存部位
Ach	CCK	延髓(大鼠)
	EnK	延髓(大鼠)、脑桥(猫)
	EnK	脊髓(大鼠), 节前神经元(猫)
		耳蜗神经(豚鼠)
	SP	脑桥
		睫状神经节(鸟)
	SP+EnK	植物神经节(猫)、皮质(大鼠)
	VIP	基底前脑(大鼠)
	CGRP	延髓运动神经核(大鼠)
	NT	节前神经元(猫)
GABA	LHRH	交感神经节(牛蛙)
	SOM	心(蟾蜍)
	SOM	丘脑(猫)、皮质、海马(大鼠、猫、猴)
	CCK	皮质(猫,猴)
	NPY	皮质(猫,猴)
	Galanin	下丘脑(大鼠)
	EnK	视网膜(鸡)
GLYcine		苍白球腹侧区(大鼠)
	NT	视网膜(斑鸠)

* APP=鸟类胰多肽 ** BPP=牛胰多肽

(引自 Hokfelt, T. 1987)

表 5-7 不同的经典递质共存

递质名称	共存部位	作者
DA/GABA	大鼠黑质、未定带、嗅球	Gall 等, 1987
NE/Ach	发育的交感神经元	Furshpon, 1979
5-HT/Ach	蜗牛巨大神经元	Cottrell, 1977
5-HT/GABA	中缝背核、室管膜上神经元	Gamrani 等, 1984
5-HT/DA	蜗牛神经元	Kerkut 等, 1967

表 5-8 不同的肽类物质共存

递质名称	共存部位	作者
ACTH/ β -EP	下丘脑弓状核	Watson 等, 1978
	垂体前叶分泌颗粒	Pelletier 等, 1977
BOM/CGRP	大鼠脊神经节	Panula 等, 1983
CCK/OT	神经垂体神经末梢	Martin 等, 1983
	室旁核大细胞	Vanderhaeghen 等, 1981, 1983

续表

递质名称	共存部位	作者
CCK/CRF	室旁核小细胞	Mezey 等, 1985
ENK/OT	神经垂体神经末梢	Martin and Voigt, 1987
ENK/SP	猫回肠神经, 大鼠下丘脑	Domoto 等, 1978 Shimada 等, 1987
ENK/SOM	豚鼠正中隆起	Beauvillain 等, 1984
PH1/ENK	室旁核	Höupelt 等, 1983
PH1/LHRH	室旁核	Hökfelt 等, 1983
PH1/NPY	小肠肌内神经元	EkBlad 等, 1984
VIP/NPY	小肠肌内神经元	EkBlad 等, 1984
VP/CRF	室旁核小细胞	Tramu 等, 1983
VP/DYN	室旁核大细胞	Watson 等, 1982
SP/VP	室旁核大细胞	Stoeckel 等, 1982
SP/TRH	延髓	Johansson 等, 1979
SP/CCK	大鼠导水管周围灰质 脊神经节	Skirboll 等, 1982 Dahlsgard 等, 1982
GAL/VP	下丘脑室旁核, 视上核	Rökæus A. 1987
GAL/SP/CGRP	脊神经节	Gibson & Jacobowitz, 1985
SP/CGRP	大鼠结状神经节 心血管和支气管感觉神经	Li 等, 1984 Lundberg 等, 1985
SP/PP	鸡视网膜	Katayama-Kumoi 等, 1985
SRIF/G/CCK	豚鼠结肠神经	Schultzberg 等, 1980
SRIF/APP	大鼠纹状体, 大脑皮质	Vincent 等, 1982, 1984
SRIF/NPY	猫大脑皮质, 大鼠弓状核	Chronwall 等, 1984
NE/ATP	交感神经	Stjärne 1986

5. 一种递质作用于—类靶细胞, 另一递质作用于另一类靶细胞。例如, 交感神经节细胞内的 Ach 刺激汗腺分泌, VIP 扩张小血管, 增加血流量, 共同起散热作用。

总 结

目前已知的数十种神经化学特异性神经元系统, 在脑和脊髓内广泛重叠分布, 形成令人眼花缭乱的构筑图象。其中分布最广泛者, 当属去甲肾上腺素系统和 5-羟色胺系统, 但其胞体却集中在脑干。去甲肾上腺素系统的作用以兴奋、激动为主; 5-羟色胺系统的作用以抑制、稳定为主。在各种化学特异性神经元系统中, 以多巴胺系统胞体最集中(中脑和间脑), 投射径路最明确和最局限。就感觉神经元而言, 已知含有 P 物质、生长抑素、谷氨酸以及血管活性肠多肽等。而在运动神经元当中, 以乙酰胆碱为主。就氨基酸能神经元系统而言, γ -氨基丁酸和甘氨酸属抑制性递质, γ -氨基丁酸以局部回路作用为主, 小脑的传出效应可能全部由其抑

制效应所决定；甘氨酸的特点是仅在脊髓与下位脑干发挥抑制作用。谷氨酸与天门冬氨酸系统属兴奋性递质系统，在脑和脊髓广泛部位起作用。肽类神经元系统包括阿片样肽、神经激素肽、脑肠肽，以及其它肽类，是近年发现种类最多，研究最活跃的领域。其中阿片样肽主要参与体内镇痛机制；神经激素肽以下丘脑和边缘系统为主；脑肠肽是消化系统和神经系统同时存在的肽类，其功能特点在于主要与植物神经活动的调控有关；在其它肽类当中，以心房肽能神经元系统最引人注目。另一方面，肽类物质在小脑内几乎全不存在。

（杨天祝）

第二十五章 小 脑

小脑 cerebellum 为菱脑背侧的球形隆起,系由后脑两侧翼板融合演发而成。小脑是随动物运动的复杂化而进化发展的。如水栖动物主要靠前庭位觉器系感知体位运动的改变,其小脑主要由接受前庭纤维的部分组成。这部分在哺乳动物仍保留下来,即绒球小结叶,称之为原小脑 archicerebellum 或前庭小脑。陆生动物由于出现了四肢,维持姿式和运动方式复杂化,导致了神经调节也相应复杂化,随之出现了小脑体 corpus of cerebellum。小脑体与绒球小结叶中间,出现后外侧裂 posterolateral fissure 随动物的进化,小脑体又出现原裂 primary fissure,分小脑体为前后两叶。前叶 anterior lobe 位于原裂以前,主要接受脊髓小脑束的纤维,称之为旧小脑 paleocerebellum 或脊髓小脑。后叶 posterior lobe 是原裂以后的部分,包括单叶 simple-lobule、正中间小叶 midimedial lobule, 袂旁正中小叶 ansoparamedian lobules。以上三叶为种系发生上最新的部分,称为新小脑 neocerebellum, 由于接受皮质脑桥小脑束的纤维故又称为脑桥小脑。后叶的后部,为后正中小叶 posteromedial lobule, 接受脊髓小脑束的纤维,属于旧小脑。由于各种动物的姿势和运动方式不同,因此它们小脑的形态也有所不同,如爬虫类由于依靠躯干肌移动躯体,其小脑蚓部特别发达,能飞的鸟其小脑蚓部比不能飞的鸟更发达;长颈鹿的单叶比较发达;猫的四肢运动灵巧,其袂旁正中叶比较发达;一角鲸没有后肢但熟悉水性,其小脑的旁绒球比较发达,而人的旁绒球则早已退化。

第一节 小脑的外形

小脑位于颅后窝,约重 150g(成人),占脑重的 10%,表面面积约 1000 平方厘米,约占大脑皮质的 40%,如将小脑皮质的皱折展平,其前后径可达 1 米以上。小脑上面较平坦,盖以小脑幕,其前后缘凹陷,称为小脑前、后切迹, anterior、posterior cerebellar notch。后切迹里有小脑镰嵌入。小脑下面的中部凹陷,包围脑干,称为小脑谷 cerebellar vallecule。小脑中部卷成环状,称为蚓部 vermis(即小脑蚓),向两侧连接小脑半球 cerebellar hemisphere。小脑表面有许多平行沟,沟间的部分称为小脑叶片 cerebellar folia。有些沟比较深,把小脑分成若干小叶。其中最显著者是水平裂 horizontal fissure,始自小脑中脚,以水平方向绕小脑半球的外侧缘和后缘,终于小脑后切迹。此裂为小脑上面和下面的界限。

一、小脑的上面

小脑上面(图 5-134)包括小脑半球的上面和上蚓、小脑上面有呈“V”字形的原裂,其尖向后,位于上蚓中后 1/3 之间。该裂向前外与水平裂前端相遇。上蚓被深沟分为五部。从前向后是小舌 lingula、中央叶 central lobule、山顶 culmen、山坡 declive、蚓叶 folium of vermis。蚓部都与相应的半球的小叶相连。中央小叶连于中央小叶翼 ala of central lobule; 山顶和山坡连于方叶 semilunar lobule,中间隔以原裂;蚓叶连于上半月叶 superior semilunar lobule,后方以水平裂与下半月叶相接。

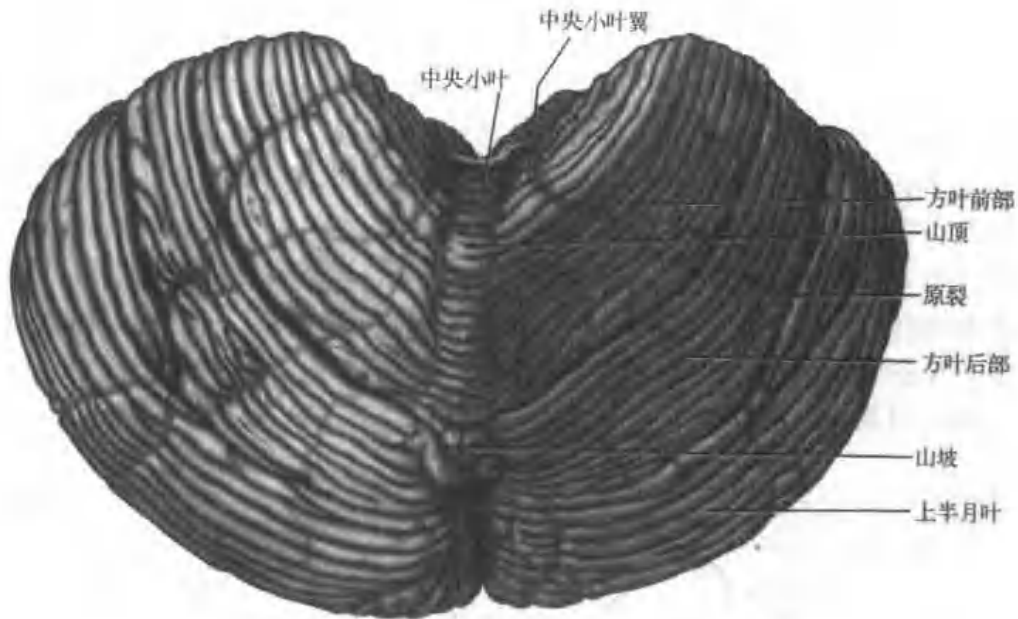


图 5-134 小脑上面 (背侧面)

二、小脑的下面

小脑下面(图 5-135)中间为下蚓, 两侧为小脑半球的下面。下蚓又分为四部分, 从后向前是蚓结节 tuber of vermis、蚓锥体 pyramid of vermis、蚓垂 uvula of vermis、小结 nodule。蚓结节向两侧连于下半月叶 inferior semilunar lobule; 蚓锥体连于二腹小叶 biventral lobule, 二者之间隔以次裂 second fissure 或称锥后裂 retropyrarnidal fissure; 蚓垂连于小脑扁桃体 tonsil of cerebellum。小结是小脑的最前部, 它与蚓垂之间以后外侧裂为界。小结向两侧绒球脚 peduncle of flocculus 与绒球 flocculus 相连。

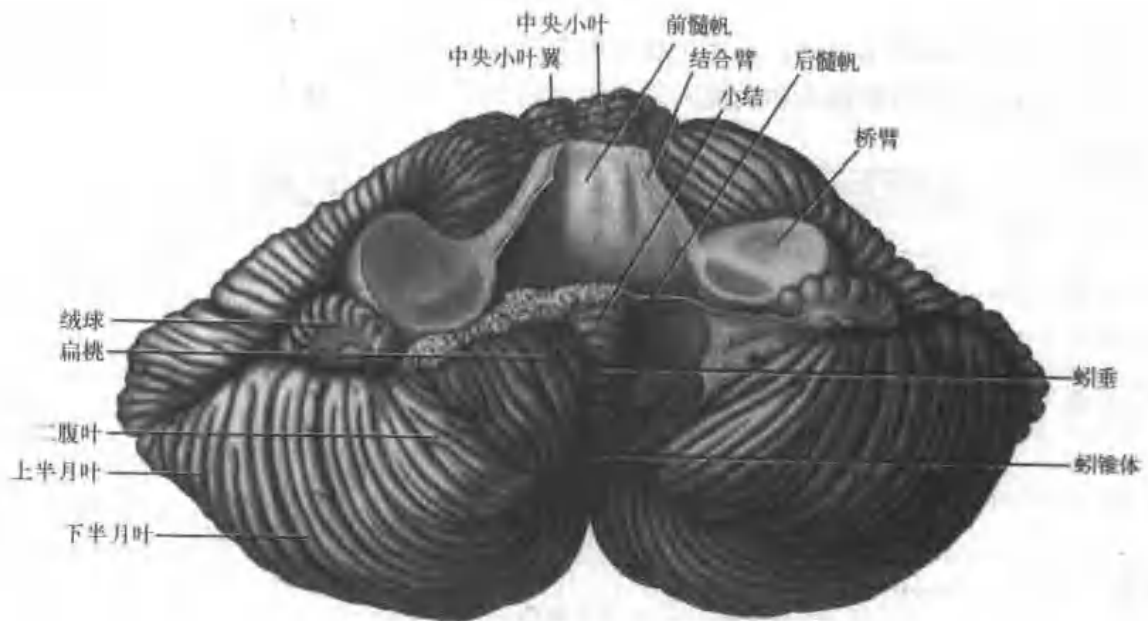


图 5-135 小脑下面 (腹侧面)

三、小脑的功能分叶

Larsll 根据进化, 以最早分化出来的后外侧裂为界把人的小脑分成绒球小结叶和小脑体 (图 5-136)。小脑体被原裂分为前叶和后叶。前叶包括小舌、中央小叶、中央小叶翼、山顶和方形小叶前部 anterior quadrangular lobule。后叶又以次裂分为中叶和固有后叶。中叶包括蚓部的山坡、蚓叶、蚓结节和小脑半球上的方形小叶后部 posterior quadrangular lobule、上半月小叶、下半月小叶。山坡及方形小叶后部也称单小叶。蚓叶和蚓结节也称正中小叶。固有后叶的蚓部包括蚓锥体和蚓垂, 合称后正中小叶。其半球部分为二腹叶和小脑扁桃体, 合称正中旁小叶。上半月小叶、下半月小叶和二腹小叶也称为祥状小叶。旁绒球 paraflocculus 或称付绒球, 是蚓垂伸入扁桃体的一小部分, 在人已不明显。

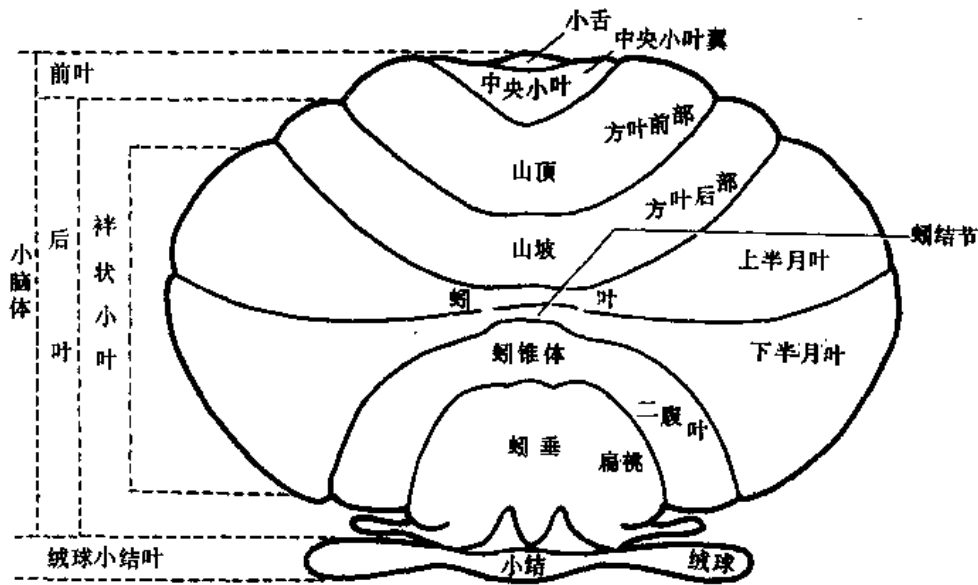


图 5-136 人小脑分叶模式图

绒球小结叶的蚓部是小结, 它通过绒球脚与半球部分绒球相连接。

此种划分法对其纤维联系和功能的关系均较密切, 为了便于读者参阅, 现将两种命名法列表比较如下:

解剖形态名称		比较解剖名称		
半球部	蚓部	蚓部	半球部	
中央叶翼.....小舌.....中央叶			} 前叶	
方叶前部	山顶			
		←原裂→	} 小脑体	
方叶后部	山坡	单叶		
上半月叶	蚓叶			
		←水平沟→		
下半月叶	蚓结节	正中小叶 祥状小叶		} 后叶
		←次裂→		
二腹叶	蚓锥体	后正中小叶 旁正中小叶		
扁桃	蚓垂			
		←后外侧裂→		
绒球	小结	绒球小结叶		

四、小 脑 脚

小脑以三对脚与脑干相连，其中最粗大者是小脑中脚，即脑桥臂，与上下脚相比，其位置最靠外侧，它向腹侧连于脑桥，几乎全部由脑桥小脑纤维组成，并包括少许来自脑桥网状核到小脑皮质的轴突，及少量小脑脑桥的纤维。小脑下脚位于小脑中脚的内侧，向尾内侧连于延髓，又称绳状体，包括的传入纤维有：直接的和二级前庭小脑纤维、橄榄小脑纤维、网状小脑纤维、脊髓小脑后束、后外弓状纤维、楔形小脑纤维和前外弓状纤维。传出的纤维有：发自绒球、蚓部和旁蚓部皮质的小脑前庭纤维，以及顶核延髓束，它包括顶核前庭纤维与顶核网状纤维。小脑上脚位于最内侧，它向嘴侧连于中脑，又称结合臂。第四脑室顶的小脑白质可分为上、下两部。上部张于小脑两上脚之间，称上髓帆或前髓帆；下部者很薄，称下髓帆或后髓帆，下髓帆向内下方与第四脑室脉络组织相连，向两侧延至绒球形成一白质窄带，连接绒球和小结。小脑上脚内主要是齿状核和中位核的传出投射，也有些来自顶核的纤维；其传入纤维有脊髓小脑前束和三叉小脑束也向上绕过上脚；而顶盖小脑纤维和红核小脑纤维(见于某些动物)则从其内侧通过。

(赵荣伦)

第二节 小脑内部结构

小脑的灰质与白质的分布，与脊髓相反。在小脑表面复盖着薄层灰质，为小脑皮质。内部由白质形成髓体 *corpus medullare*。自髓体发出白质板，伸入各叶，面后再发二级三级白质板，最后白质板表面包以小脑皮质，形成小脑叶片。在切而上髓质板呈树枝状，称为活树 *arbor vitae*。两侧小脑半球间的连合纤维形成前后两个小脑连合，后连合在顶核区，前连合在齿状核的前方。在髓体内有小脑中央核(或叫深核)。

一、小 脑 皮 质

小脑皮质 *cerebellar cortex* 的全部面积约有 1000cm^2 ，显露于表面者只有 $1/6$ 。各部小脑皮质的结构大致相同。在垂直叶片长轴的切面上，可见皮质包于表面，白质位于叶片的中央，由平行的纤维组成，伸向小脑髓体。皮质可分为明显的三层：由浅至深分别叫分子层 *molecular layer*，梨状细胞层 *piriform cell layer* 和颗粒层 *granular layer*(图 5-137、138)。

(一) 分子层

厚约 $300\sim 400\mu\text{m}$ ，其主要成分是梨状细胞的树突和颗粒细胞轴突的分支。在此层内只有少量的神经细胞。位于此层浅部的较小，称为星状细胞。它有一个短轴突和数个细树突，与梨状细胞的树突相接触。位于深部的是篮状细胞 *basket cell*。每个篮状细胞有短粗的树突和一特殊的轴突。它在与叶片长轴垂直的切而上，与皮质表面平行，贯穿分子层的深部，由轴突发出 $10\sim 12$ 个侧支，每一侧支走向梨状细胞的胞体，其末端反复分支，与其它篮状细胞者共同形成筐篮状包围着梨状细胞体，并与之形成突触。故一个梨状细胞可以接受几个篮状细胞轴突的侧支。

(二) 梨状细胞层

由一层排列整齐的梨状细胞的胞体组成。在小脑皮质内此种细胞约有 1500 多万个。一般在叶片顶部较多，在叶片基部较少。梨状细胞的胞体多呈梨形，宽 $35\sim 50\mu\text{m}$ ，高 $50\sim 70\mu\text{m}$ 。含有一个大而圆的细胞核，其中有一深染的核仁，胞质内有许多大小不等的尼氏小体，围绕

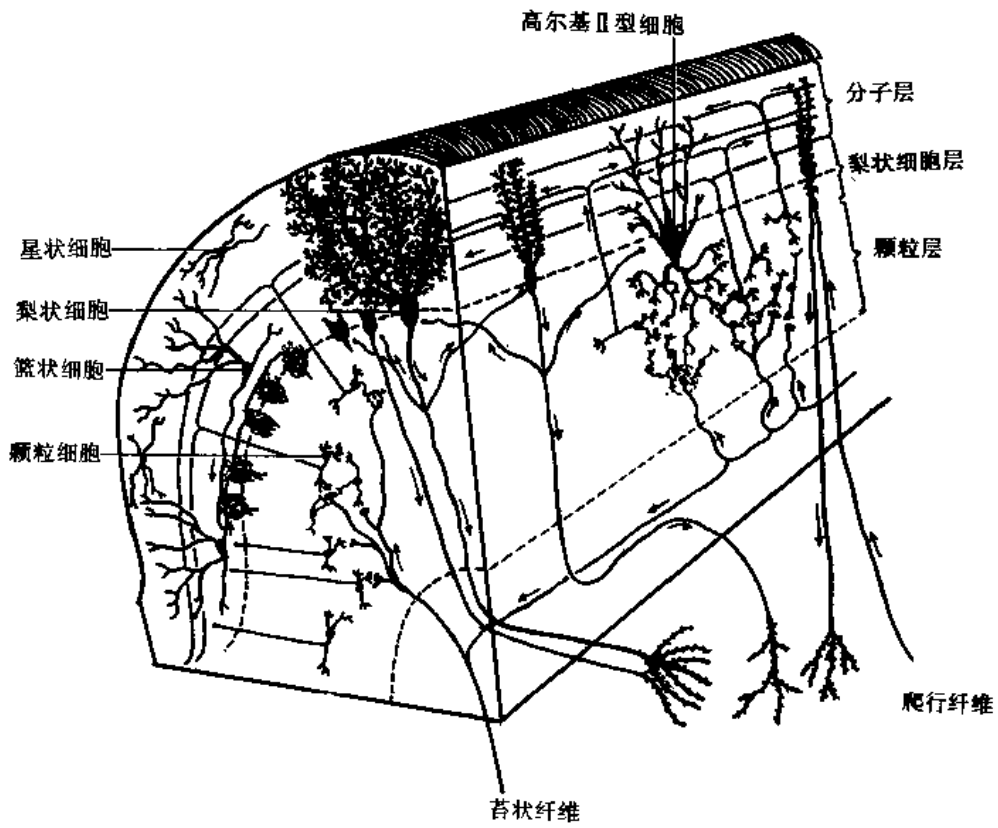


图 5-137 小脑叶片纵横切面神经元配布模式图

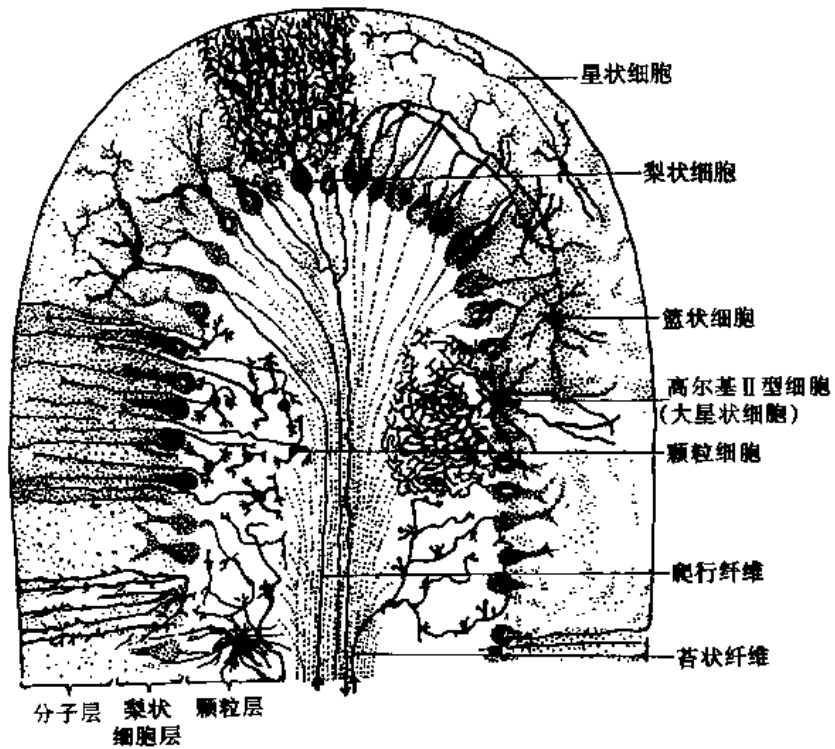


图 5-138 小脑叶片横切面细胞构筑示意图

核呈同心圆排列。由胞体向分子层发出 2~3 个粗大而光滑的树突，然后反复分支形成扁柏树支状，在与叶片长轴垂直的切面上呈扇形，而在与叶片长轴平行的切面上则只占一窄条区域。在树突 3 级以上的分支，其表面有许多小棘，猴的一个梨状细胞树突分支上的小棘约有 61,000 个，在人小棘的数目可多达 18 万个。其总面积可达 222,000 μm^2 。在一个梨状细胞树突分支间，约有 20~30 万条颗粒细胞轴突分支通过，并与其小棘形成突触。梨状细胞的轴突离开胞体不远，便被髓鞘包裹，穿过颗粒层进入白质，其末端大部终于小脑中央核，少数出小脑直接止于前庭核。在轴突经过颗粒层时，可发出侧支返回分子层，沿叶片长轴走行，并与邻近的梨状细胞体或高尔基 I 型细胞形成轴-体突触。梨状细胞的轴突是小脑皮质的唯一传出纤维，因此，所有传入小脑皮质的冲动，必须集中于此细胞，而后达到小脑的传出路径。

(三) 颗粒层

位于梨状细胞层的深侧，沟底部厚约 100 μm ，小叶顶部厚约 400 μm 。在苏木素伊红染色的切片上，此层有大量密集深染的细胞核，很像淋巴细胞。在镀银的切片上可见此种细胞是一种多极的小神经元。称为颗粒细胞。其数目很多，在人每立方毫米约有 240 万个。其直径约 4~8 μm ，胞浆很少，有 3~5 个短树突，其末端形成爪状末梢，与苔状纤维末梢和高尔基 I 型细胞轴突的末梢共同形成丝球状结构，称为小脑小球。颗粒细胞有一无髓的轴突，伸入分子层后形成“T”形分支，该种分支沿叶片长轴平行走行，故叫平行纤维。它们穿过一层层梨状细胞的树突，每条可与 500 个树突上的小棘形成突触。在颗粒层中还有一种体积较大的高尔基 II 型细胞，多位于梨状细胞层附近，其树突伸向各层，但以分子层内者为主，无方向特异性。据估计一个高尔基 II 型细胞可与 10 个梨状细胞相接触。此种细胞的轴突很短，但分支极多，在颗粒层中形成密丛，分支末端参与小脑小球的形成。

小脑小球 cerebellar glomerulus(图 5-139)：位于颗粒细胞之间，在苏木素伊红染色的切片中为直径约 10 μm 的粉红色球样结构，又名小脑岛 cerebellar islands。它是由苔状纤维的终结、许多颗粒细胞树突的终支、高尔基 I 型细胞轴突终末及其树突的邻近部分所形成的复杂突触结构。其中心是一个苔状纤维的终结，它可与 20 个左右的颗粒细胞树突终支相接触，高尔基 I 型细胞轴突的终支包在颗粒细胞树突的外面形成丛。整个小脑小球外面包有一层胶质囊。生理学证明，苔状纤维与颗粒细胞的突触是兴奋性的；而高尔基 II 型细胞的轴突与颗粒细胞的突触则起抑制作用。因此，小脑小球有两种突触前纤维和一种突触后成分(即颗粒细胞的树突)。高尔基 II 型细胞对苔状纤维与颗粒细胞起反馈抑制作用。传给高尔基 II 型细胞的兴奋主要来自分子层的平行纤维。

(四) 小脑皮质的传入纤维

传入小脑皮质的纤维来自脊髓小脑束、楔小脑束、橄榄小脑束、前庭小脑束和桥小脑束等。此外还有联系相邻叶片的短联络纤维和连结同侧不同皮质区的长联络纤维。按结构可分为爬行纤维和苔状纤维两种(图 5-137、138)

1. 爬行纤维 climbing fibers 或攀缘纤维 过去曾被认为是小脑中央核的返回轴突或梨状细胞轴突的返回侧支。近来认为大部分爬行纤维来自下橄榄核。该种纤维较细，它在白质与颗粒层中均无分支，当其接近梨状细胞时，失去髓鞘，并分为几个小支，各沿梨状细胞的树突攀缘而上，并与之形成突触。其侧支亦可与颗粒细胞、篮状细胞和高尔基 I 型细胞接触。由爬行纤维传来的冲动，可以直接传给梨状细胞，对其有强兴奋作用。

2. 苔状纤维 mossy fibers 较粗，主要来自脊髓小脑束、橄榄小脑束和桥小脑束等。人皮质

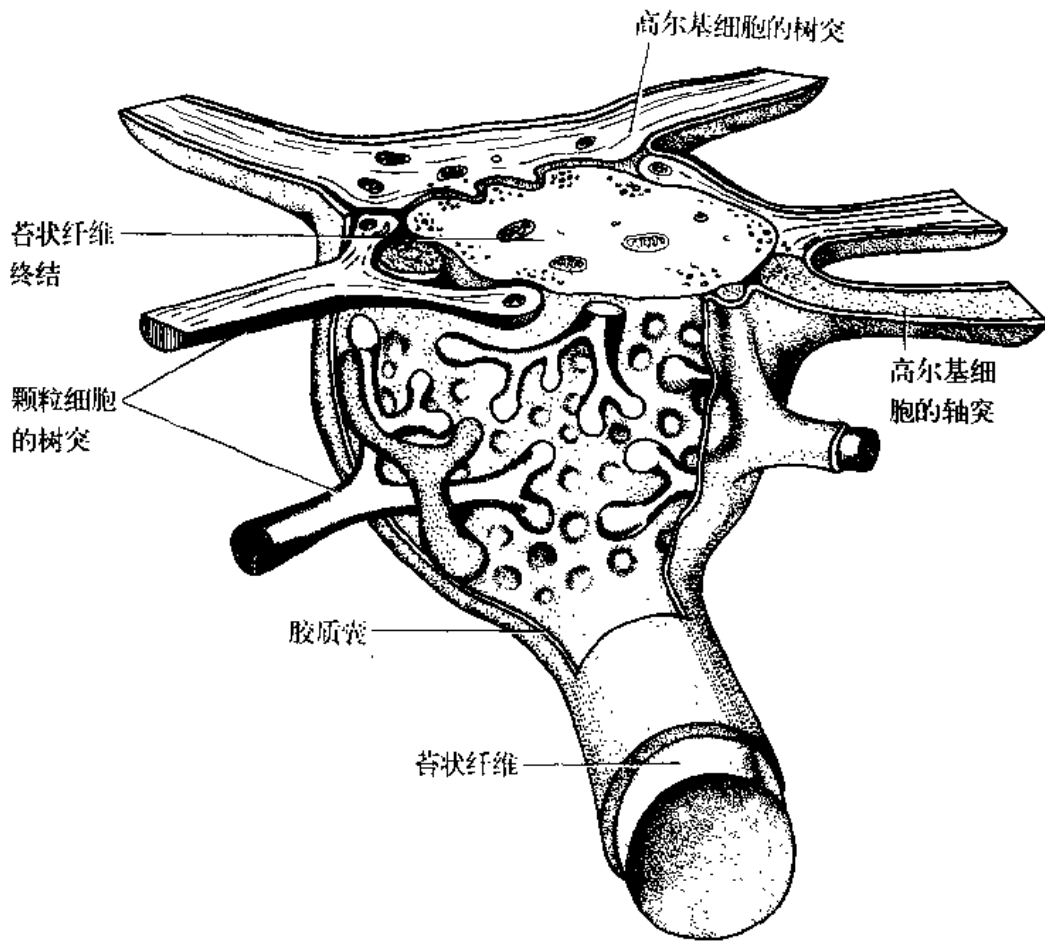


图 5-139 小脑(小球)模式图

前在白质内分为 20~30 分支，其中一部可达邻近叶片。进入颗粒层后失去髓鞘，分为许多小支，其末端形成终结。以此为中心与颗粒细胞的树突末梢和高尔基Ⅰ型细胞轴突末端共同形成小脑小球。在此，苔状纤维把兴奋传给许多颗粒细胞，后者除可把冲动传给梨状细胞外，还可传给篮状细胞，再由它的轴突横向传给梨状细胞。通过以上各种连系，一个简单的冲动，便可扩散到广泛的小脑皮质。这与爬行纤维形成鲜明对比。

(五) 小脑皮质内的纤维联系

通过生理学的研究得知爬行纤维对梨状细胞具有强烈的兴奋作用，同时也可兴奋篮状细胞和高尔基Ⅰ型细胞。刺激颗粒细胞的浅层平行纤维，可通过突触兴奋梨状细胞，而刺激颗粒细胞的深层平行纤维时，则由于星状细胞和篮状细胞的抑制作用，所以对梨状细胞的兴奋并不明显。星状细胞、篮状细胞和高尔基Ⅰ型细胞都是小脑皮质内的抑制性神经元。星状细胞在分子层对梨状细胞的树突起抑制作用。篮状细胞的抑制作用，可能是通过轴-体突触作用于梨状细胞体。高尔基Ⅰ型细胞可能是在小脑小球阻止传入冲动。梨状细胞是小脑皮质唯一的传出成分，其轴突大部分终于小脑中央核，只有绒球小结叶的部分纤维终于前庭神经核，对它们起抑制作用。梨状细胞轴突的返回侧支作用于高尔基Ⅰ型细胞及篮状细胞，可能有解除这些细胞的抑制作用。另外一些梨状细胞的轴突形成皮质联络纤维，短的联系邻近的叶片，如

蚓部皮质的联络纤维，只到邻近蚓部叶片。而小脑前叶的长联络纤维，则可投射到同侧下半月叶后部叶片。下半月叶发出的长联络纤维，则终于对侧下半月叶的叶片。有人认为上述长、短联络纤维都是梨状细胞轴突的侧支。

(六) 小脑皮质内的胶质细胞

小脑皮质内除有一般的神经胶质细胞外，还有一种特殊的由星状胶质细胞演变而来的高尔基上皮细胞 Golgi epithelial cell，又称 Bergmann 细胞。此种细胞的胞体位于梨状细胞之间，从胞体发出许多与皮质表面垂直的突起，其末端止于皮质表面，形成小的梢足，互相连结形成界膜。在突起的表面附有许多呈叶片状的侧突，彼此相互接触，形成网状支架，包绕梨状细胞光滑的树突干和其它成分。此种细胞有支持梨状细胞并使其光滑的树突干与平行纤维隔开的作用。

二、小脑皮质的定量与化学构筑

在人的小脑皮质，如以小叶顶面每 1mm^2 面积为一单位，向皮质深部所形成垂直柱内约含 500 个梨状细胞、600 个篮状细胞、20 个高尔基 I 型细胞，300 万个颗粒细胞和 60 万个小脑小球。小脑皮质全部表面积约为 $100,000\text{mm}^2$ 。由此可以推算出小脑皮质内各种神经元的总数。从传入纤维而言，每条爬行纤维在梨状细胞层下方，可分为数支，每支只与一个梨状细胞形成突触。但其侧支则又可与其它中间神经元相联系。与此对比，每条苔状纤维则可与一个小叶内的 400 个颗粒细胞形成突触，如果包括其伸入相邻小叶中的侧支，则可多达数千。而每个颗粒细胞则可与 4~5 个苔状纤维的终末形成突触。颗粒细胞升入分子层的轴突分支所形成的每条平行纤维长约 2~3mm，可与 300~450 个梨状细胞形成突触。因此，一根苔状纤维通过颗粒细胞的轴突可将兴奋扩散到以十万计的梨状细胞。而一个梨状细胞又可与以十万计的平行纤维形成突触。

近来通过免疫组化研究，对小脑的化学构筑有了一些新的认识。进一步证实了小脑皮质内各种神经元和神经纤维的性质。梨状细胞为抑制性的神经元，它至少有 3 种抑制性神经递质： γ -氨基丁酸(GABA)、胃动素(motilin)和氨基乙磺酸(taurine)。有的细胞含有 GABA 和胃动素，有的含有 GABA 和氨基乙磺酸、有的为氨基乙磺酸和胃动素。30% 的细胞不含上述递质，可能是其中所含递质尚未发现。星状细胞与篮状细胞可能都含 GABA，但部分星状细胞可含氨基乙磺酸。高尔基 II 型细胞主要为 GABA 能，但一部分含有脑啡肽(enkephalin)，至于是否为两种各含一类递质的细胞，还是一种细胞含有两类递质，尚无定论。至于神经纤维，一般认为爬行纤维含谷氨酸和天冬氨酸。但目前尚无精确定位的技术方法。苔状纤维的一部分为胆碱能，其它大部则仍不明确。颗粒细胞的平行纤维为谷氨酸能。在颗粒层有去甲肾上腺素能和 5-羟色胺能的神经纤维形成的密丛，由此丛发出纤维进入分子层与平行纤维并走。该等神经纤维都很细，弯曲并有膨大部，彼此交织成网，它们可能有旁分泌作用。

(王仲涛)

三、小脑中央核

小脑半球的髓体中每侧有四个核，即顶核、球状核、栓状核和齿状核(图 5-140)。其中顶核在发生中出现最早。

(一) 顶核

顶核 fastigial nucleus 位于第四脑室的顶壁内，靠近正中面，小脑小舌和中央小叶的腹侧，

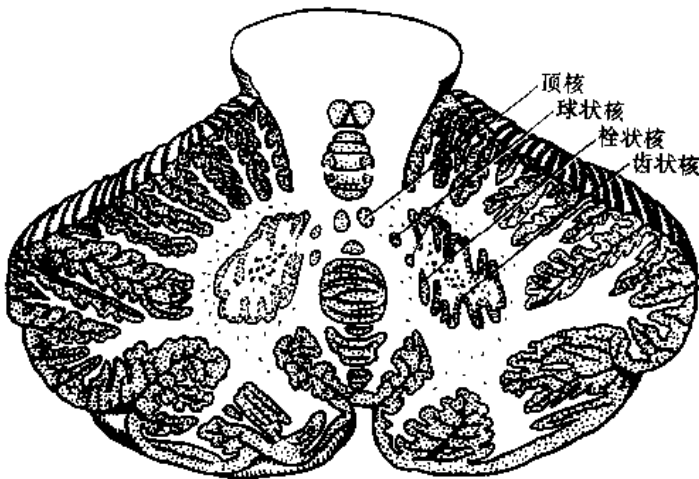


图 5-140 小脑-脑桥切面图示中央核群

呈卵圆形，其矢状径为 10mm，横径 5mm，此核由内侧外侧两部组成。外侧部比较古老，由大型多极细胞组成。内侧部比较新，含有小型细胞。在人类，每个核含有大小型两种细胞约 5,000 个。顶核接受蚓部皮质的纤维并有定位关系，前蚓的纤维终于顶核的嘴侧部；单叶、蚓叶和蚓结节的纤维终于中部；蚓锥体、蚓垂和小结的纤维终于尾侧部。由顶核发出的纤维形成顶核延髓束，由交叉和不交叉的纤维组成。其中一束纤维先绕过结合臂后下降，称为钩束。此束经齿状核

内侧下降，经过旁绳状体终于前庭神经核和网状结构(图 5-145)。再经过内侧纵束和网状脊髓束终于眼外肌和颈肌的运动核，参与平衡反射活动。

(二) 球状核

球状核 globose nucleus 是一个不规则的灰质块，约为 5×5×3 毫米大小，位于顶核的外侧，常被纤维分隔成数块。由大型和小型多极细胞组成。此核主要接受旧小脑皮质来的纤维，其发出的纤维加入结合臂。

(三) 栓状核

栓状核 emboliform nucleus 是一楔形灰质块，位于齿状核门，其界限与齿状核之间常不易分清。其矢状径 13~18 毫米，垂直径及横径仅 3~4 毫米，核尾横径仅为 0.25~0.5 毫米。由大型多极细胞组成。它接受新旧小脑皮质的纤维。发出的纤维加入结合臂。低等哺乳动物，栓状核和球状核合成一个中位核 interpositum nucleus。人类的栓状核和球状核除了含有大的多极细胞外，还有较小的多极细胞，细胞数约有 26 万个。

(四) 齿状核

齿状核 dentate nucleus 位于髓体的中部，核长 16~21 毫米，高 7~11 毫米，宽约 8 毫米，呈皱褶袋状，袋口向背内侧，称为齿状核门 hilum of dentate nucleus，此核只见于哺乳动物，人类的最发达，约含有 28 万个细胞。由两部分组成，较小的背内侧部发生较早，为旧齿状核，属于旧小脑；较大的腹外侧部发生较晚，是新齿状核，属新小脑。此核主要由大型多极细胞组成，其轴突在核内即被有髓鞘，出齿状核门组成结合臂进入中脑，轴突还发侧支止于核内。小细胞的轴突投射到丘脑，大细胞投射到网状结构和对侧红核，并止于红核小细胞的周围。在齿状核内还有小型星状细胞，其轴突在核内分支而终。齿状核接受小脑新皮质来的纤维。

小脑中央核的传入纤维，绝大部分来自小脑皮质。小脑各部皮质都有纤维投射到中央核。上、下蚓皮质投射到顶核；前叶的蚓部投射到顶核的嘴侧部；单叶和正中小叶投射到顶核中部；后正中小叶和小结的纤维投射到顶核的尾侧部。半球内侧部皮质主要投射到同侧的球状核和栓状核；半球外侧皮质投射到整个齿状核，以及球状核和栓状核的尾侧部。绒球小结叶的部分纤维投射到两侧顶核的尾侧部。另外，中央核还直接接受下列的传入纤维：橄榄小脑

纤维到中央核群，二级前庭纤维到顶核；一部分红核小脑纤维到球状核和栓状核。已证明梨状细胞传出的冲动起抑制作用，小脑中央核必定还接受兴奋冲动，推测这种兴奋冲动主要来自下橄榄核。小脑中央核对传入的兴奋和抑制起一定的整合作用。

第三节 小脑的纤维联系

小脑的传入纤维比传出纤维多三倍以上，多数的传入纤维束经下脚和中脚进入小脑，少数则经上脚进入小脑。除红核小脑纤维，前庭小脑纤维和橄榄小脑纤维的一部分终于小脑中央核外，所有传入纤维都终于小脑皮质。

小脑的传入纤维主要传导来自前庭器的特殊本体感觉，和来自肌、腱、关节的本体感觉冲动，根据在一些动物所作的电生理研究证明，触、听、视觉冲动在小脑皮质有比较明确的定位。用触觉刺激可引起同侧前叶，单叶和两侧旁正中小叶的电位变化。后肢投射到中央小叶；前肢投射到山顶；头部投射到单叶。在旁正中小叶的投射顺序则与此相反。视觉和听觉冲动投射到单叶、蚓叶、蚓结节，以及其邻近半球皮质(图 5-141、142、143)

一、小脑的传入纤维

(一) 前庭小脑束

前庭小脑束 vestibulocerebellar tract 其中有直接来自前庭神经的纤维，初级纤维来自三个半规管的壶腹嵴。Carpenter 等(1972)在猴发现也有起自球囊斑及椭圆斑者。经旁绳状体，终于同侧绒球小结叶、旁正中小叶和蚓垂，少数止于小舌及齿状核。近年来，HRP 研究表明整个蚓部都接受初级前庭纤维的投射。小脑纤维，大部来自前庭神经脊核，小部来自前庭神经内侧核之腹侧部。一级和二级前庭纤维的终止相同，但二级前庭纤维数量较大，并且终止于两侧的蚓垂、小结、顶核和间位核。通过前庭投射，将来自迷路的有关头部加速运动及其空间位置的信息送达小脑。

(二) 脊髓小脑束

1. 脊髓小脑后束主要由不交叉的纤维组成，起于脊髓颈₂至腰₂节段胸核的(Clarke 氏柱)细胞发出的纤维经同侧的外侧索后部上行，经小脑下脚之背内侧部入小脑，经齿状核的外侧散开，终于前叶的嘴内侧部和蚓锥体及旁正中小叶的外侧部，大部纤维终于同侧。脊髓小脑后束传导来自躯干和下肢肌与皮肤的神经肌梭，腱器官和某些触觉感受器的冲动。

2. 脊髓小脑前束主要由交叉的纤维组成。它们起自脊髓中胸段以下，细胞体位于后角的颈底中间带及前角的背外侧缘、脊髓腰骶膨大灰质后角基部，以及中间灰质外侧部的神经元(V-VII层

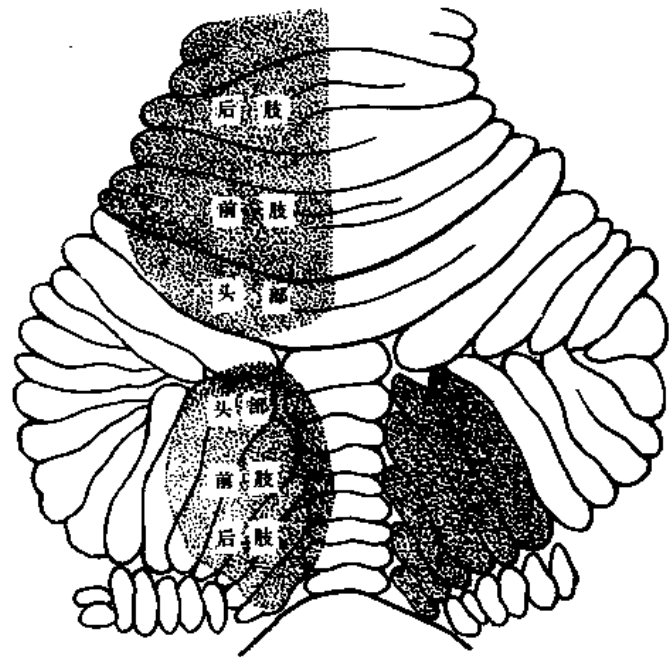


图 5-111 猴小脑的触觉投射区示意图

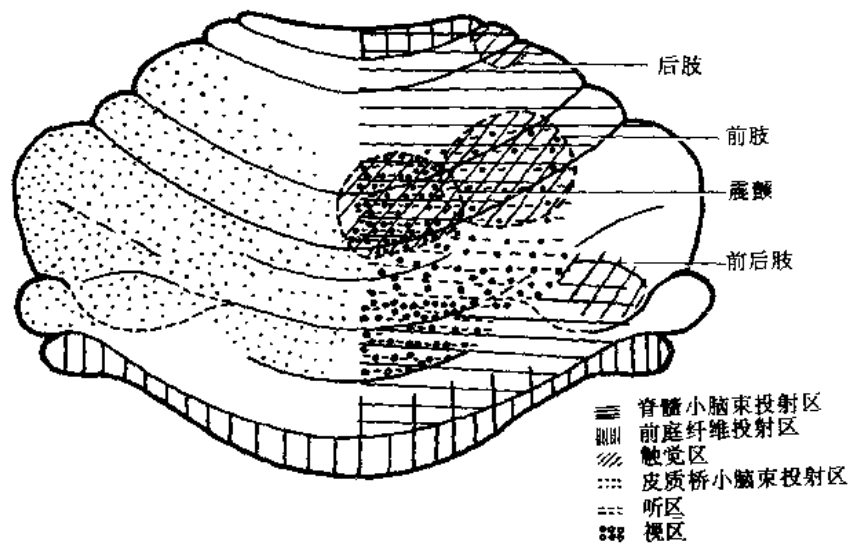


图 5-142 哺乳动物小脑皮质触、视和听觉投射区

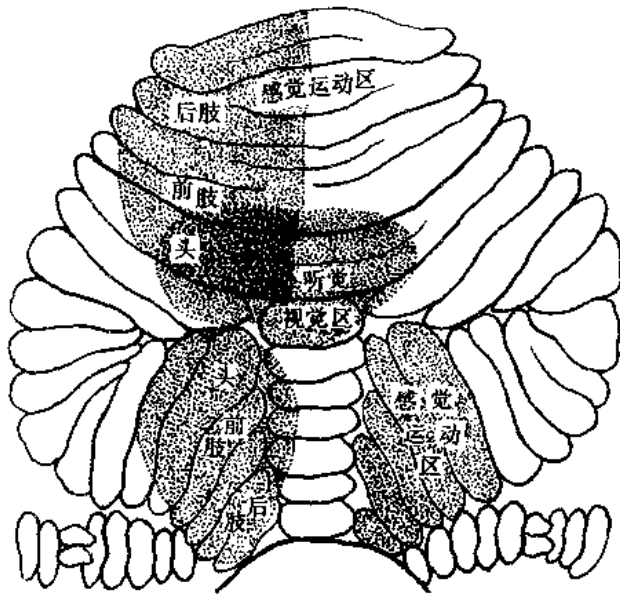


图 5-143 猴皮质桥小脑投射区示意图

的外侧部)。纤维上升至小脑上脚的背外侧，绕小脑上脚进入小脑，其终止与脊髓小脑后束相同，但主要终于前叶，只有少量纤维终于蚓锥体和旁中央小叶。此束大部纤维再交叉终于对侧的小脑皮质，约有 15% 的纤维终于两侧，也有人认为多数纤维不越边。脊髓小脑前束有些纤维经小脑下脚进入小脑。脊髓小脑前束主要传导来自肌和腱的本体感觉冲动。

3. 楔小脑纤维 cuneocerebellar fibers 始自延髓的副楔核，经同侧小脑下脚，终于前叶后部，单叶的前部及旁正中小叶。此种纤维传导同侧上肢和颈部的本体感觉冲动至小脑。它传导皮肤

感觉冲动的投射区，小于脊髓小脑前束的投射区。

4. 脊髓小脑嘴侧束 rostral spinocerebellar tract 其纤维始自胸核嘴侧的细胞，于脊髓前索上升，1/3 经小脑下脚，2/3 经小脑上脚，与脊髓小脑前后束一起进入小脑，几乎全部纤维终于前叶，大部分纤维终于同侧，有些侧支终于对侧的相应区。

(三) 网状小脑纤维

网状小脑纤维 reticulocerebellar fibers 始于延髓外侧网状核、旁正中网状核、舌下周核及脑桥被盖网状核。前者的纤维经过同侧绳状体传入小脑。始自脑桥被盖网状核的纤维经脑桥臂传入小脑，始自外侧网状核的纤维终于同侧的前叶和旁中央小叶，一般多数纤维终于蚓部。其它外侧网状核的纤维终止于同侧半球。旁正中网状核的投射是不交叉的，它终止在前叶蚓部和后叶的蚓锥体、蚓垂以及顶核。舌下周核脑桥被盖网状核，可能是桥核位移的部分，其纤

纤维经脑桥臂进入小脑投射到蚓小结以外的全部小脑。到蚓部的纤维有的交叉，有的不交叉；而到半球的纤维则全部交叉。脊髓的上行纤维在前外侧索上升，终于外侧网状核的小细胞部，自此发出的纤维终于小脑的特定部位。此径路传导躯体触觉至小脑。外侧网状核还接受来自红核和顶核的纤维。因此，这条径路对小脑网状纤维有反馈作用。同时，这些网状核都接受来自大脑皮质，特别是感觉运动区的输入。

（四）三叉小脑纤维

三叉小脑纤维 trigeminocerebellar fibers 主要始自三叉神经脑桥核和中脑核，随脊髓小脑前束横过前髓帆，形成小脑前连合，主要终止于齿状核和栓状核。三叉小脑纤维传导咀嚼肌牵张感觉冲动，可能也传导来自面肌和眼外肌的本体感觉至小脑。始自三叉神经脑桥核和脊束核的纤维，经小脑下脚入小脑，终于蚓部的山顶和山坡。

有起自延髓腹侧弓状核的外弓状纤维，沿延髓的外面经小脑下脚入小脑。因为弓状核可能是移位的脑桥核，所以弓状核至小脑的输入就是脑桥小脑系的一部分。

（五）皮质脑桥束和脑桥小脑纤维

皮质脑桥束和脑桥小脑纤维 corticopontine tract pontocerebellar fibers 在人类最发达。主要始自大脑皮质的额叶和颞叶，小部分纤维始自顶叶、枕叶。全部终止于同侧的脑桥核。额桥纤维主要终止于脑桥核的嘴背侧部。顶桥纤维多终于脑桥核的尾侧部。自脑桥核发出的脑桥小脑纤维越过脑桥基底部分，组成对侧的小脑中脚，主要终于小脑新皮质，也有许多纤维至旧小脑。

近年来，用电生理的方法，发现动物的大脑皮质区在小脑有明确的投影区。运动感觉区(4、3、1、2区)投射到小脑前叶和单叶。皮质的下肢区投射到中央小叶。上肢区投射到山顶；面区投射到单叶。这些投射区与小脑接受来自下肢、上肢和面部的触觉冲动区是相同的。第二躯体感觉区投射到对侧旁正中小叶，从前向后是面、臂、下肢。同样，听区和视区皮质投射到单叶、蚓叶和蚓结节。这些区也接受来自周围的视觉和听觉冲动。

脑桥的被盖网状核可能是桥核移位的部分。其纤维经小脑中脚进入小脑，终于小结以外的蚓部和袞状叶。被盖网状核接受一些脊髓传入纤维和内侧丘系的纤维，还接受来自大脑皮质的下行纤维。结合臂有些下行纤维也终于此核，可能是小脑网状反馈纤维的一部分。

（六）橄榄小脑纤维

橄榄小脑纤维 olivocerebellar fibers(图 5-144)始自对侧全部下橄榄核，经小脑下脚，有次序的终于全部小脑皮质。即一定的下橄榄核的神经元投射到一定的小脑皮质区，而其它橄榄核的神经元不投射到此区。下橄榄核的外侧部投射到对侧小脑半球的外侧部；内侧副橄榄核的下半和背侧副橄榄核的背侧半投射到蚓部和半球的内侧部；下橄榄核背侧部的纤维投射到小脑的上面；始自下橄榄核腹侧部的纤维投射到小脑的下面。下橄榄核尾部可能有终于小脑中央核的纤维。下橄榄核大约有 90 万个神经元，它是攀缘纤维的来源，攀缘纤维兴奋梨状神经元。借助于橄榄小脑束，小脑接受来自大脑感觉运动区皮质、尾状核、苍白球、中脑水管周围灰质、中脑网状结构和红核的信息。因为上述部位均有纤维投射到下橄榄核。被盖中央束的大量纤维和皮质脊髓束的侧支也止于下橄榄核簇。

下橄榄核簇也是脊髓与小脑之间的中继站。主要起自腰骶髓节段的交叉的脊髓橄榄束。在前和前外侧索中上行。在猫，这些纤维止于背侧和内侧橄榄副核，由此再发橄榄小脑纤维投射到对侧小脑。脊髓橄榄小脑纤维止于前叶蚓部、蚓锥体及邻近的蚓垂部。

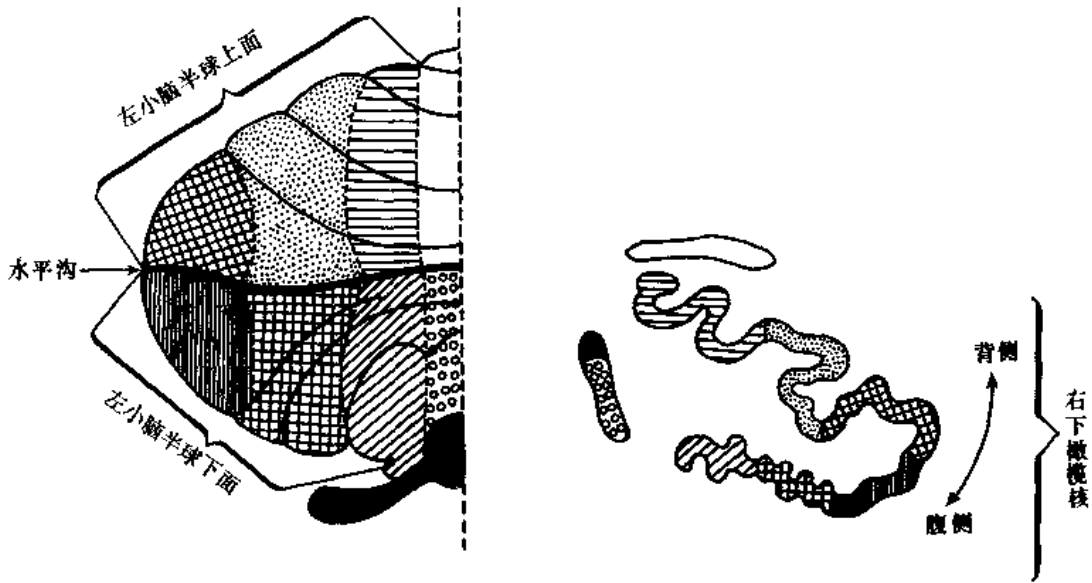


图 5-144 橄榄小脑投射区示意图

(七) 顶盖小脑纤维

顶盖小脑纤维 tectocerebellar fibers 始自中脑顶盖，经过顶盖脑桥纤维，终于脑桥核。在脑桥核中继后进入小脑。可能终于蚓结节、蚓叶和单叶的后部。这些纤维传导视听冲动至小脑。

另外，有人曾描述过猫的红核小脑纤维，起自红核大细胞部，经过小脑上脚，主要止于对侧中位核，有一些纤维可能止于同侧。它们是按体部定位排列的、曾有人报导有红核到齿状核的纤维，但也有人否认。

二、小脑的传出纤维

小脑的主要传出纤维束，始自中央核，根据起始、经过和投射区，可区分为两个传出系，即小脑上脚和顶核延髓纤维。

(一) 顶核桥延束

顶核桥延束 fastigiobulbar tract(图 5-145)始自顶核，经钩束和旁绳状体出小脑。始自顶核的交叉和不交叉的纤维，绕过结合臂下降，形成钩束，其中自顶核嘴侧部(顶核前 2/3)发出的纤维不交叉；自顶核尾侧部(顶核后 1/3)发出更多的纤维，大部分纤维交叉。钩束的纤维下降转向腹内侧，分别终于前庭神经核和桥延网状结构的背内侧部。钩束内的交叉纤维终于前庭神经上核的周边部和前庭神经内侧核的腹侧部，以及前庭神经外侧核和脊髓核的腹外侧部。还有些纤维下行至外侧网状核和舌下周核。钩束的小部纤维于脑干背外侧部上升，终于外侧丘系核，后连合核，以及丘脑的一些核。

钩束内的不交叉纤维大部进入旁绳状体，其中始自顶核嘴侧部的纤维，大部终于前庭神经核，其分布与交叉纤维有明显的不同，它们终于前庭神经脊核、内侧核和外侧核的背侧部，此背侧部不接受交叉的纤维。终于前庭神经各核的交叉和不交叉的纤维稍有些重叠，只有在前庭神经上核交叉和不交叉纤维的终止是相同的，这些纤维在前庭神经外侧核的不同分布具有特殊意义，因为始自外侧核的前庭脊髓束有局部定位，这个发现可说明蚓部皮质的局部定位。例如，从顶核的上肢及下肢区来的纤维分布到两侧前庭外侧核，投射到脊髓颈段及腰骶

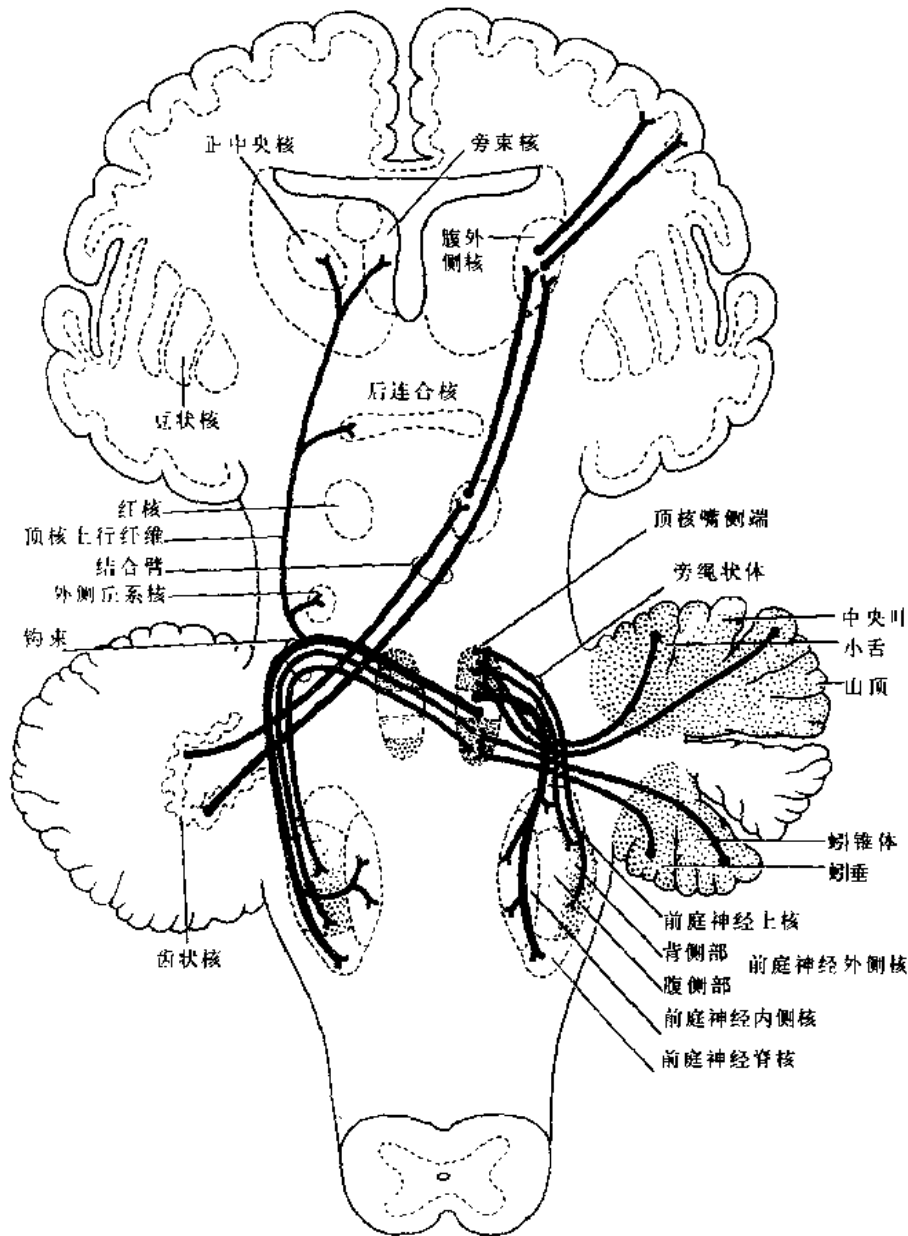


图 5-145 顶核联系示意图

段的部位。上部与下部的顶核前庭投射分别至同侧和对侧的前庭外侧核，起兴奋作用，而前庭核对伸肌运动神经元又有兴奋性影响。

(二) 小脑前庭纤维

小脑前庭纤维 vestibulocerebellar fibers 自同侧和部分对侧绒球小结和顶核发出纤维，经旁绳状体投射至全部前庭核。另外，来自上、下蚓部皮质的梨状细胞轴突，可直接终止于前庭外侧核。这些小脑前庭投射，可能存在定位关系，例如，蚓部的上肢区投射到前庭外侧核的上肢区。

(三) 小脑上脚

小脑上脚(图 5-146)由始自齿状核、栓状核和球状核的纤维构成。其纤维由齿状核门发出致密束，形成第四脑室上部的背外侧壁。始于栓状核、球状核和齿状核背侧部的纤维，组成

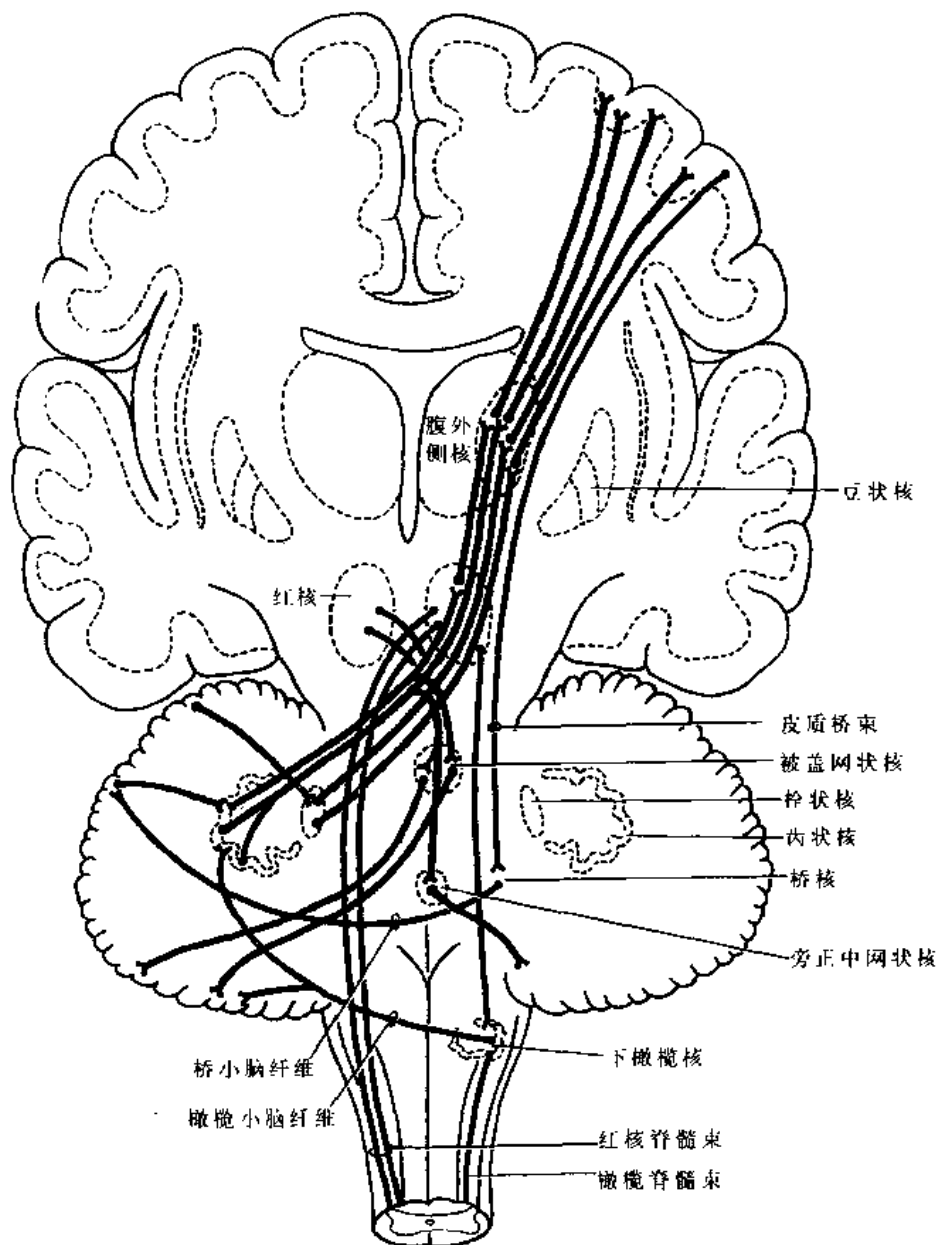


图 5-146 小脑-大脑皮质联系图

小脑上脚背侧 2/3 部。其腹侧的纤维来自齿状核的腹外侧部。小脑上脚上升至菱脑峡，向腹内侧进入脑桥被盖，在中脑下丘水平全部交叉，绝大部分纤维进入并包围对侧红核。

据实验解剖研究，约有一半的小脑上脚纤维始自齿状核，通过红核；始自中位核而通过红核的纤维，只不过占 10%。如此，齿状核和中位核都发出纤维终于对侧红核，其中始自中位核的纤维比较少。齿状核的纤维主要终于红核的嘴侧 1/3；而中位核的纤维投射到红核的尾侧 2/3。在猫脑始自中位核嘴侧部的纤维终于红核腹侧及腹外侧区(后肢区)，始自中位核尾侧部的纤维终于红核的背侧及背内侧区(前肢区)。由于小脑皮质纤维按部位投射到中央核，则在皮质形成三条纵行带，其联系：旁蚓皮质 paravermal cortex 通过中位核与红核联系；小脑半球皮质通过齿核与红核联系。

小脑上脚的大部纤维(始自齿状核者)上升终于丘脑腹外侧核。始自中位核的一些纤维发

侧支至红核后也投射到腹外侧核。有些小脑上脚纤维尚可终于丘脑板内核。丘脑腹外侧核的纤维按部位投射到4区皮质。该核内侧部发出纤维投射到面区；外侧部的纤维投射到下肢区，中间部的纤维投射到上肢和躯干区。

始自齿状核的少量纤维，在中脑尾侧部交叉，向背侧终于对侧动眼神经核的不同部位，大部纤维终于内侧腹核(分布于对侧上直肌)。小脑传出纤维直接终于下运动神经元，这是唯一的例子。小脑上脚的另一束纤维，交叉后，在脑干被盖的腹内侧部，靠近中缝下降，大部分纤维终于被盖网状核和旁正中网状核。已知这些核发出的纤维投射到小脑。小脑上脚的这些纤维可能是小脑网状反馈系的一部分(图8-67)。

第四节 小脑的功能及功能障碍

一、小脑的功能

小脑的主要功能是调节和校正肌肉的紧张度，以便维持姿势和平衡，顺利完成随意运动。随意运动的完成需要一些肌的协作，主动肌收缩，拮抗肌要相应的弛缓，还要固定肌来固定近位或远位的关节，才能完成所要求的协作。姿势的维持和变换同样也需要不同肌群的协作。这些协作肌群必需有交互神经支配。以接受兴奋和抑制性冲动来实现肌张力的转换。肌张力是由牵张反射来维持的。牵张反射弧是由肌梭传入冲动到 α -神经元所组成； γ -神经元具有调节这一反射的作用。小脑可能是 α -神经元和 γ -神经元相互关系的主要调节中枢。在运动(走或跑)和静止(立或坐)时，使肌肉实现最适宜的张力状态，以维持姿势。

小脑对于维持身体姿势和运动的协调和调节，如同一架计算机。现在的研究证明，小脑对于经过多数神经通路传入的信息的整合和组建，小脑发放冲动前与运动功能的调节，这些冲动传导至：脑干神经核(前庭外侧核和红核)，投射至脊髓节段，丘脑核团，这些核团可以修正与运动功能有关的大脑皮层活动。

小脑皮质的每一部分，均直接或间接接受两种传入纤维即苔藓纤维和攀缘纤维传来的冲动，这些冲动将感觉的信息传至小脑皮质的特定部位。小脑皮质由梨状神经元的轴突传出的冲动都是抑制性的。这种抑制性的冲动作用于小脑的中央核和前庭神经外侧核。小脑中央核的输出是兴奋性的，它接受来自小脑以外的兴奋性冲动，也接受来自小脑皮质抑制性冲动，而传出的是经过整合后的兴奋性冲动。起到了计算机的作用。使小脑对于任何特殊信息的输入都能提供迅速而清晰的反应，直接地或间接地传导他们输出至神经系统的其他部分。

二、小脑的功能障碍

在临床上，小脑可因血管病、小脑实质内发生肿瘤或其邻近部位脑部肿瘤的压迫，变性疾病、炎症、中毒、代谢病以及直接外伤而受累。小脑或其纤维束受损害时，均可引起小脑的机能障碍，如肌张力改变和病态运动等，统称为小脑运动失调 cerebellar asynergia，此种失调在患侧。急性小脑病变引起的运动失调，随时间逐渐减轻。小脑运动失调的程度与病变的大小有关，但新皮质病变引起的失调是暂时的，比较轻；中央核和小脑上脚损害引起的失调持久而比较严重。小脑病变时一般感觉是正常的。

(一) 新小脑损伤

新小脑的形成和发展与大脑皮质和脑桥核的发展是相平行的。大、小脑间形成重要环路

(大脑皮质→脑桥核→小脑皮质→齿状核→红核→丘脑腹外侧核→大脑皮质)。其功能为对随意运动起一种制动作用，特别是与需要精确制止的活动(手的精巧运动)有关。当新小脑一侧损伤时，症状见于同侧。通常有肌张力减低、肌收缩紊乱、随意运动障碍和震颤。

新小脑损伤时肌张力减低的原因，很可能是由于来自小脑的正常易化作用丧失，导致静力性 γ 运动神经元活动缺乏的缘故。小脑通过齿状核-丘脑-皮质系向运动皮质发送的信号不足，以致运动皮质经锥体系对 γ 神经元的运动控制不当，引起紧张性反射减弱和肌张力减退。

除了增强脊髓的紧张性机制外，小脑在维持伸、屈肌张力的适当平衡方面起重要作用；在完成精巧的随意活动时，新小脑-齿状核系作为一种易化性机构，不但促进运动的紧张性成分，而且在大脑皮质运动区发动时相性成分时和它合作，使肌群以恰当的顺序进行适度的收缩和松弛。当小脑受损伤时，上述合作便被破坏。由于 γ 神经元活动的缺陷，造成姿势性张力不足；错误的信号送入中枢神经系统，导致大脑与小脑的不协调。大脑运动皮质虽能发起有目的的随意运动的时相性成分，但产生的动作是不灵巧的。运动着的肌群之间缺乏协调，协调肌、拮抗肌和固定肌在完成动作时不能适当配合。由于肌张力减退，收缩的适时性不正确，肌的舒张可能比正常快许多倍，运动的范围和速度，不是过大就是过小，收缩终止也过快。所有这些，构成一种协同不能状态。通常把严重的协调紊乱称为共济失调。可以有各种表现：辨距不良，是指不能精确地估计达目标所必需的运动度，病人通常不是超越目标，就是未达目标。患者有运动分解现象，把肩、肘、腕和手指同时活动的一个复杂运动，被分解成各个单独的组成部分，首先调节肩部、然后调整肘部，最后运用腕和手指。轮替运动困难，是指完成快速反复动作的障碍，例如轮替用手掌、手背拍打膝部发生困难。肌缺乏张力，以及姿势固定上的缺陷，导致肌收缩缓慢，以及不能限制收缩，出现回弹现象，即检查者试图使病人前臂伸直，而患者用力屈肘以对抗之，此时，检查者突然松手，由于被试者的肱三头肌缺乏适当的姿势性紧张，其随意收缩缓慢，不能及时限制屈曲运动，致前臂回弹，可打击自己的面部。还常出现运动的易疲劳性和无力，这是由于肌张力减退和屈、伸肌的控制不当，使患者必需持续注意其运动，并不断设法校正之，因而导致体力和精神上的疲劳。

新小脑病变常伴随运动出现震颤，这种震颤，主要在伴随随意运动和联合运动时发生，这种震颤称意向震颤，因为这种震颤在静止时不存在。除以上症状外，有的还可出现眼球震颤，震颤为水平向的，快相朝向凝视方向。但是当病人向伤侧看时，眼球震颤较慢，并较粗大。眼球震颤可能是由于眼肌的姿势固定和神经控制不适当的表现。由于舌肌和喉肌不能固定位置，加上肌的兴奋顺序不正确，可出现语言障碍。如齿状核也受损，则出现的症状将更为严重且持续时间更长久。

(二) 古小脑损伤

病变累及小脑后蚓部(蚓小结和蚓垂)和绒球部，即可产生古小脑综合征。这种病变影响与平衡运动有关的中轴肌和双侧运动，患者当站立时出现摇摆和不稳，当走步时步态蹒跚并有后倒和歪向一侧趋势，步态如酒醉者，即步距加宽、急颤、且高度不协调。如果与语言有关的肌群受累，则吐字含糊不清，发出的词，通常以不必要的力量发出。病人躺下或肢体得到支撑时，肢体的单独运动则不受影响，而且不存在肌张力减退或反射的改变。此病多见于小孩，常由于绒球小结叶肿瘤所致。

(三) 旧小脑损伤

旧小脑具有控制身体抗重力肌的功能，即调节肌张力以维持身体平衡的姿势。小脑前叶

对同侧抗重力肌有抑制和易化作用。前叶的抑制区与脊髓小脑束的投射区一致，局部定位也一样。此抑制作用可能通过顶核、前庭神经核，影响 γ 神经核元来完成。前叶的易化作用只有在高频率刺激时才出现。前叶受损害时，一般出现肌张力和深反射亢进。此外，旁蚓皮质对屈肌张力具有易化作用，是通过中位核，对侧红核和脑干网状结构，影响 γ 神经元来完成。

小脑除对姿势平衡，肌张力调节有作用外，对一般反射运动也有抑制和易化作用。对自主神经的机能也有调节作用。如刺激小脑前叶，颈动脉窦减压反射和颈动脉小球的呼吸反射则受到明显的抑制。这可能是小脑对脑干网状结构影响的结果。

三、小脑功能障碍的消除和改善

去除小脑损伤的原因或轻度损伤得以代偿可使小脑功能得以改善或恢复。另外，实验研究和临床证明，破坏参与调节小脑功能的有关部分可以改善小脑功能障碍。用猴进行实验表明，小脑中央核损伤所致的小脑运动紊乱，可以用颈部高位脊髓外侧后半切断手术，予以清除，临床实践表明，对侧丘脑某些核团的病变或损伤，对于人的小脑运动障碍，可以有明显改善。用猴进行实验性研究也证实，破坏丘脑腹外侧核的有关部分，可以使小脑损伤所致的震颤减轻或消失。生理学研究也证明，小脑-丘脑-皮质中继系统，对非意识性的肌紧张调节过程起重要作用。猴的皮质运动损伤，可以降低对于伸肌张力作用的肌梭反应。猴一侧齿状核或中位核损伤的后果与二核都损伤的后果明显不同。损伤一侧的任一核后，动物同侧的手指及足趾下垂，高抬步态，肌张力中度增高，膝反射亢进，在探取食物时也有轻度共济失调和震颤。中位核损伤后的症状更为明显，若同时切除两核时，代偿迅速，两周后只有轻微症状。临床上用齿状核切除术治疗运动障碍时，可使一些大脑性瘫痪患者的痉挛状态和舞蹈病手足徐动症样的运动得以缓解。值得注意的是：破坏一侧齿状核的病人中没有造成可觉察的小脑症状，例如共济失调及震颤等。但破坏中位核，特别是同时侵及顶核时，可引起同侧肢体共济失调。一侧小脑后部部分切除术也曾用以减轻一些大脑性瘫痪病人的严重肌张力过高。

(赵荣伦)

第二十六章 间 脑

间脑 diencephalon 由前脑泡后部发育而成。它位于两大脑半球之间，连接大脑半球和中脑。其背侧面以大脑横裂与大脑半球相分隔。两侧间脑位于正中位的窄腔即第三脑室。只有一对脑神经进入间脑，即视神经。根据发生，前脑泡侧壁突出形成视杯，视杯形成视网膜，视神经是视网膜至间脑的纤维束，而不是真正的脑神经。间脑可分为五个部分：丘脑、下丘脑、上丘脑、后丘脑、及底丘脑。

第一节 丘 脑

一、丘脑的外形

丘脑 thalamus(图 5-147)又称背侧丘脑 dorsal thalamus, 是一对相当大的卵圆形灰质块, 斜卧于中脑嘴侧端, 长约 38mm, 宽约 14mm。丘脑前端较窄, 向前上隆凸, 称丘脑前结节 anterior thalamic tubercle。丘脑后端宽厚, 向后外方突出, 称为枕 pulvinar。丘脑背侧面游离, 以大脑横裂与穹窿及胼胝体分离。丘脑背外侧与尾状核为邻, 二者之间的浅沟内有白色纤维束, 即终纹 terminal stria。与终纹同行的尚有终静脉。在丘脑背侧面与内侧面以锐棱为界, 此棱由室管膜组成, 是第三脑室顶的附着线, 称为丘脑带 thalamic tenia。此带深部有纤维束, 即丘脑髓纹 thalamic medullary stria。丘脑髓纹向后为三角形的缢三角。丘脑背侧而的前外侧部覆盖着室管膜, 此部称附着板 Lamina affixa, 形成侧脑室的底壁。丘脑背侧面的后内侧部游离, 只有软脑膜覆盖; 后内侧部与前外侧部分界处, 有一斜行的浅沟, 即脉络裂 choroid fissure, 沿此裂有侧脑室脉络丛附着。撕去脉络丛, 遗留的痕迹为脉络带 tenia choroidea。丘脑内侧面有室管膜被覆, 形成第三脑室的侧壁。人类丘脑内侧面的中部, 约有 70% 左右常两侧丘脑愈合, 形成直径约

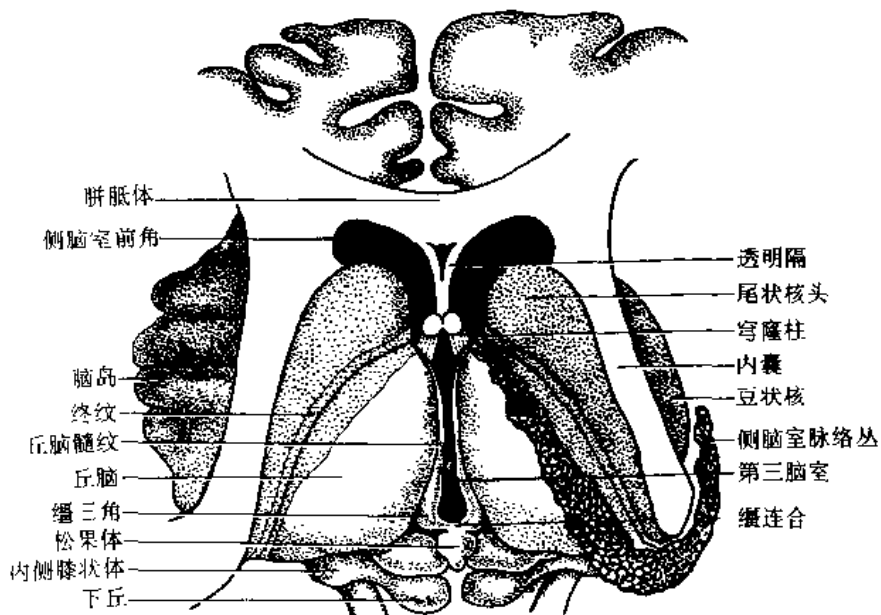


图 5 147 间脑和尾状核的背面

1cm 的灰质横桥,称丘脑间粘合或中间块 interthalamic adhesion or massa intermedia。丘脑外侧面与内囊后脚相邻。由丘脑外侧面发出许多到大脑皮质的纤维,统称丘脑放射。丘脑下面的前部连下丘脑,后部连底丘脑。在丘脑枕的下方,有上丘臂横过,再下方有一卵圆形隆起,称为内侧膝状体。在枕外侧部的下方,另一隆起称外侧膝状体。一般合称两膝状体为后丘脑。

二、丘脑的内部结构

(一) 丘脑核群

丘脑背侧面有一薄层纤维,称带状层 stratum zonale。带状层与丘脑内部的白质板相连续,在水平面上此板呈“Y”字形,称内髓板 internal medullary lamina,它将丘脑大致分为三大核群,即前核群、内侧核群及外侧核群(图 5-148)。在白质内髓板内,散在着若干细胞群,总称板内核群。在丘脑内侧面,即第三脑室侧壁上,覆盖着薄层灰质,是中脑导水管周围灰质向上的延续,此灰质层和丘脑间粘合内的核团,合称为中线核群。在外侧核群与内囊之间,有薄层灰质称丘脑网状核。网状核与外侧核群之间,隔以另一白质层称外髓板 external medullary lamina。因此,丘脑可区分为六个核群,即前核群、内侧核群、外侧核群、板内核群、中线核群、以及丘脑网状核。

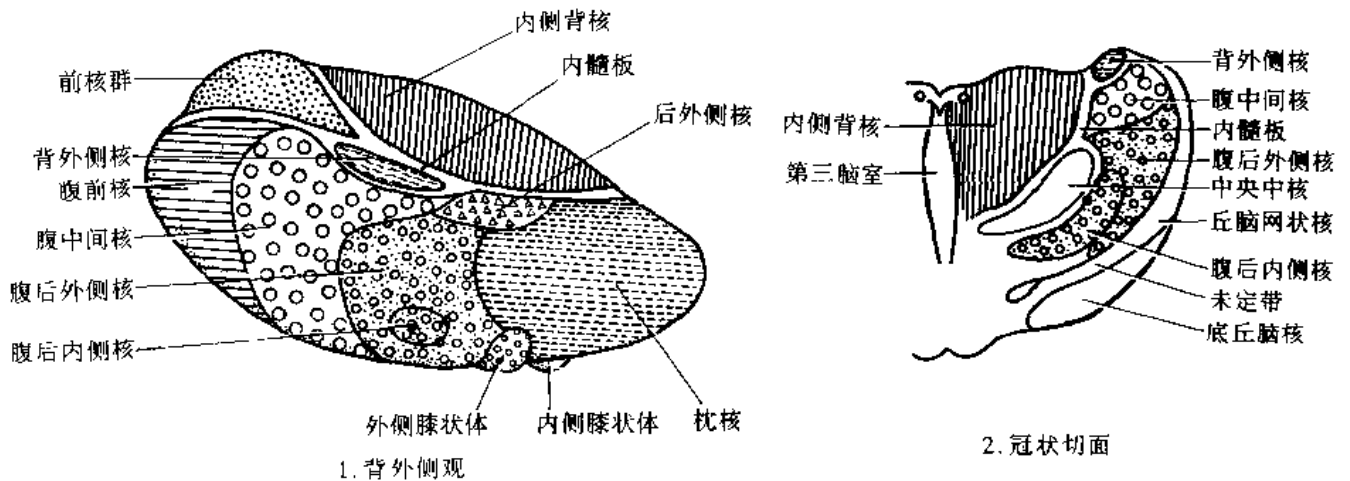


图 5-148 丘脑主要核示意图
表 5-9 丘脑主要核群及其命名

I. 前核群	anterior nuclear group
前背侧核	anterodorsal nucleus, AD
前腹侧核	anteroventral nucleus, AV
前内侧核	anteromedial nucleus, AM
II. 内侧核群	medial nuclear group
内侧背核	mediodorsal nucleus, DM
III. 外侧核群	lateral nuclear group
背侧核群	dorsal nuclear group
外侧背核	lateral dorsal nucleus, LD
外侧后核	Lateral posterior nucleus, LP
枕核	nuclei pulvinae
腹侧核群	ventral nuclear group
腹前核	ventral anterior nucleus, VA

- 腹中间核 ventral intermediate nucleus, VI (腹外侧核)
- 腹后核 ventral posterior nucleus, VP
 - 腹后外侧核 ventral posterolateral nuc., VPL
 - 腹后内侧核 ventral posteromedial nuc., VPM
- IV. 中线核群 midline nuclear group
 - 丘脑室旁核 thalamic paraventricular nuclei, PV
 - 带旁核 paratenial nucleus, PT
 - 菱形核 rhomboidal nucleus, Rh
 - 连结核 reuniens nucleus, Re
- V. 板内核群 intralaminar nuclear group
 - 中央中核 centromedian nucleus, CM
 - 中央旁核 paracentral nucleus, PC
 - 中央外侧核 central lateral nucleus, CL
 - 中央内侧核 central medial nucleus, CeM
 - 束旁核 parafascicular nucleus, PF
 - 腹内侧核 ventromedial nucleus, VM
- VI. 丘脑网状核 thalamic reticular nucleus, TR

根据细胞构筑、纤维联系和功能, Walker (1938) 将猴和黑猩猩的丘脑各核群, 又分成若干核团, 其命名也引用于人的丘脑上, 即表 5-9 上列的核团。对人类丘脑核团, 各学者有不同的划分和命名, 可参考 Dewulf (1971) 的专著。

根据纤维联系和电生理学的研究, 丘脑核团又可分为特异性投射系统和非特异性投射系统。特异性丘脑核又分特异性中继核(腹后外侧核、腹后内侧核、腹前核、腹中间核、前核群、内侧膝状体和外侧膝状体)和联合核(内侧背核、枕核、外侧背核和外侧后核)。非特异性丘脑核包括板内核群、中线核群和丘脑网状核(图 5-149)。丘脑核团与大脑皮质的联系很重要(图 5-150、151)。

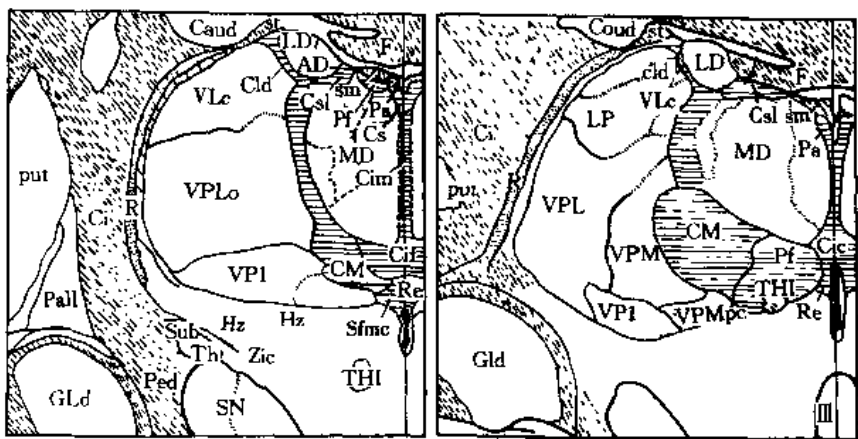


图 5-149 猕猴丘脑横断面绘图, 显示丘脑非特异性核团的安排和划分。丘脑网状核以细点区表示, 板内核群和中线核群以水平阴影线区表示。

切面的左侧为最嘴侧。Ci. 内囊 Cf. 中央下核 Cim. 中央中间核 CL. 中央外侧核 CM. 中央中核 Cs. 中央上核 Csl. 中央上外侧核 Gld. 背侧膝状体核 LP. 后外侧核 MD. 内侧背核 Pa. 室旁核 Pf. 束旁核 R. 丘脑网状核 Re. 连结核 Sfm. 束下核, 大细胞部 sm. 髓纹 SN. 黑质; st. 终纹; THI. 缰核脚间束; VLc. 腹外侧核, 尾侧部 VPI. 腹下核 VPL. 腹后外侧核, 嘴侧部 VPM. 腹后内侧核 VPMpc. 腹后内侧核, 小细胞部

(引自 Olszewski, 1952)

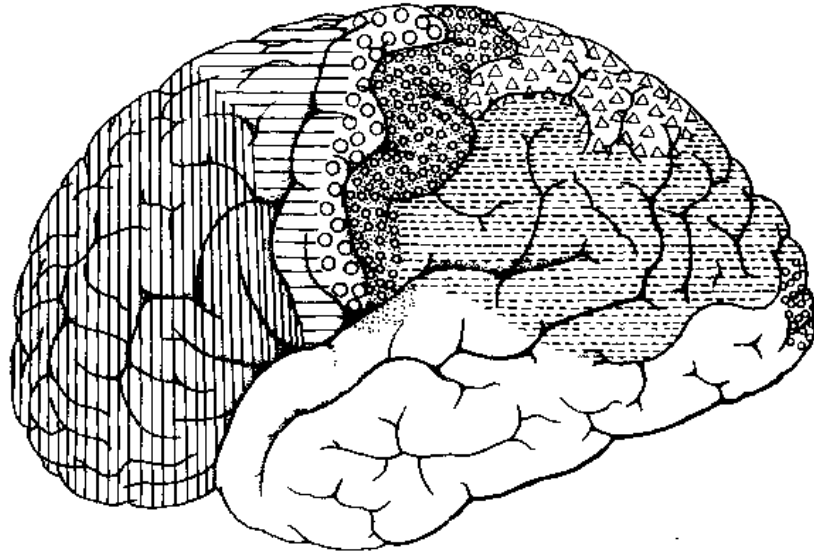


图 5 150 丘脑各主要核在大脑皮质的投射区(背外侧面)

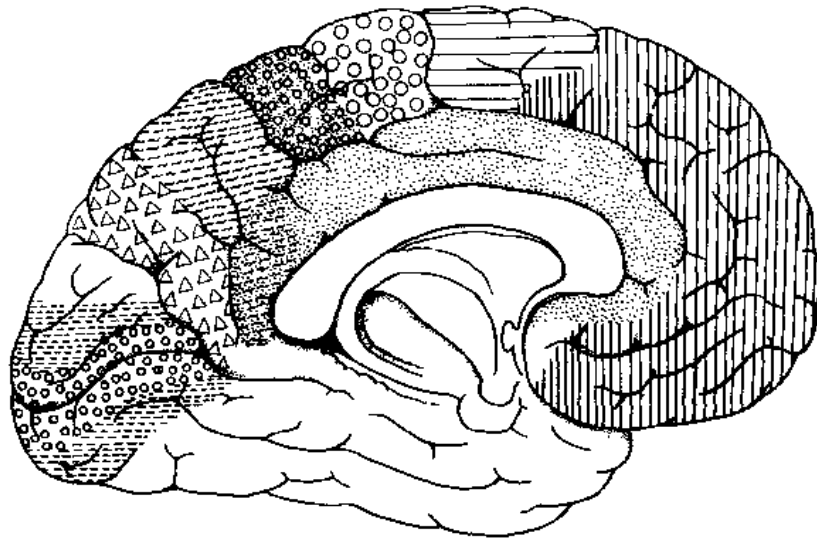


图 5 151 丘脑各主要核在大脑皮质的投射区(内侧面)(参照图 5 148 代表符号)

1、前核群(图 5-152、153) 位于丘脑前结节内,夹在内髓板前端的两叶之间。在额切面上,可分为前背侧核(AD)、前腹侧核(AV)和前内侧核(AM)三个部分。人类前腹侧核最发达,而前背侧核发育最差而不易辨认。此核群主要由中小型圆形或三角形细胞组成,胞质内含少量嗜铬质和黄色素。

前核群似乎是下丘脑乳头体和大脑皮质内侧面扣带回(23,24,32区)之间的中继站(图 5-151)。前核群与乳头体核之间有往返纤维联系,构成乳头丘脑束 mammillothalamic tract。前核群与扣带回之间也有往返纤维联系,途经丘脑下脚 inferior thalamic peduncle 和内囊前脚。此外,前核群还接受穹窿纤维,并发出纤维至内嗅区的下托前区和缢核。前核群与丘脑其它核团也有广泛联系。

在功能上,前核群与植物性神经活动的调节有关。刺激猫或人的该核群,可产生对血压和呼吸的抑制性效应。丘脑前核群又参与 Papez 回路,与近记忆的建立有关。

2. 内侧核群(图 5 155),主要是内侧背核(DM)。此核周围有些小核团,如束旁核、腹内



图 5-152 通过丘脑嘴侧部、杏仁复合体以及海马嘴侧极的切面

1. 灰被原基 2. 尾状核体 3. 丘脑前核 4. 丘脑网状核 5. 腹前核 6. 壳 7. 苍白球外侧部 8. 苍白球内侧部 9. 下丘脑后核 10. 腹内侧核 11. 下丘脑外侧区 12. 结节核 13. 漏斗核 14. 无名质 15~20. 杏仁复合体 (15. 中央核 16. 副基底核 17. 内侧核 18. 皮质核 19. 基底核 20. 外侧核)。21. 海马 22. 扣带 23. 外侧纵纹 24. 内侧纵纹 25. 外髓板 26. 内髓板 27. 丘脑髓纹 28. 内囊后脚 29. 外囊 30. 极外囊 31. 外髓板 32. 内髓板 33. 丘脑束 34. 豆核束 35. 穹隆柱 36. 豆核祥 37. 视束 38. 前连合 (引自 Nieuwenhuys 等, 1978)



图 5-153 通过第三脑室中心、乳头体及海马的切面

1. 丘脑前核 2. 丘脑内侧核 3. 丘脑腹中间核 4. 丘脑网状核 5. 板内核 6. 丘脑内侧核 7. 未定带 8. 下丘脑后核 9. 下丘脑外侧区 10. 底丘脑核 11. 乳头体外侧核 12. 乳头体内侧核 13. 黑质 14. 杏仁体 15. 豆状核脚 16. 海马 17. 齿状回 18. 钩切迹 19. 海马裂 20. 下托 21. 内嗅皮质 22. 上枕额纤维 23. 终纹(1) 24. 外髓板 25. 内髓板 26. 丘脑束 27. H 被盖区 28. 豆核束 29. 乳头丘脑束 30. 乳头主束 31. 豆核祥 32. 视束 33. 大脑脚 34. 终纹(2) 35. 海马槽 (引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

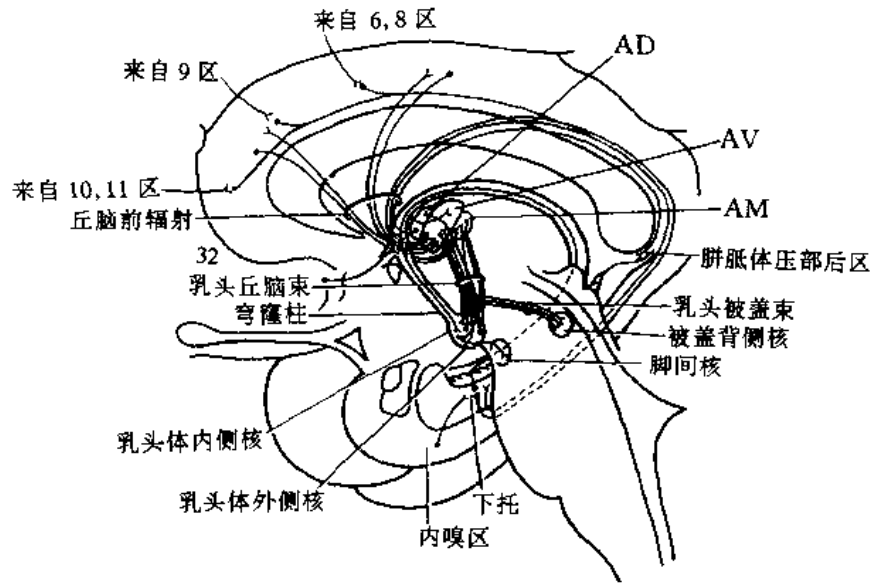


图 5-154 丘脑前核的纤维联系

AD. 丘脑前背侧核 AV. 丘脑前腹侧核 AM. 丘脑前内侧核

(引自张培林,1987)



图 5-155 通过丘脑和壳尾端的切面

1. 尾状核尾 2. 丘脑外侧背核 3. 丘脑后外侧核 4. 丘脑内侧核 5. 屏状核 6. 壳 7. 丘脑网状核 8. 丘脑腹后外侧核 9. 中央中核 10. 束旁核 11. 丘脑腹后内侧核 12. 腹后内侧核小细胞部 13. 苍白球外侧部 14. 未定带 15. 红核 16. 膝体前核 17. 外侧膝状体 18. 黑质 19. 海马 20. 齿状回 21. 下托 22. 内髓板 23. 外髓板 24. 内囊后脚 25. 内侧纵束 26. 小脑上脚 27. 内侧丘系 28. 内囊豆状核下部 29. 下行的小脑上脚 30. 大脑脚 31. 视束 32. 海马伞 33. 海马槽 (引自 Nieuwenhuys 等 1978)

侧核、中央旁核及中央外侧核等，有些学者认为属内侧核群，但目前多认为应属板内核群。内侧核群位于内髓板与中线核群之间，其前端达前腹侧核平面，后端至中央中核和束旁核平面。内侧背核有两个不同的细胞构筑区：核的嘴侧和背内侧部，是深染的大细胞区；核的尾侧和外侧部，是浅染的小细胞区。核团内还有更小的细胞，可能属中间神经元。此核随额叶皮质

的发展而增大，在人类达到高度发展。

丘脑内侧背核的纤维联系十分广泛(图 5 156,157)，与其它多数丘脑核团、下丘脑核团、纹状体、边缘系统诸结构、基底前脑诸结构，以及 6 区和 32 区前方的前额皮质，均有往返联系。其中，内侧背核与前额皮质的联系，具有局部定位性分布。即该核中的内外侧顺序大致对应前额皮质中的前后顺序。经过嗅球 → 杏仁核和梨状皮质 → 内侧背核 → 前额皮质的联系，嗅刺激可影响前额皮质。

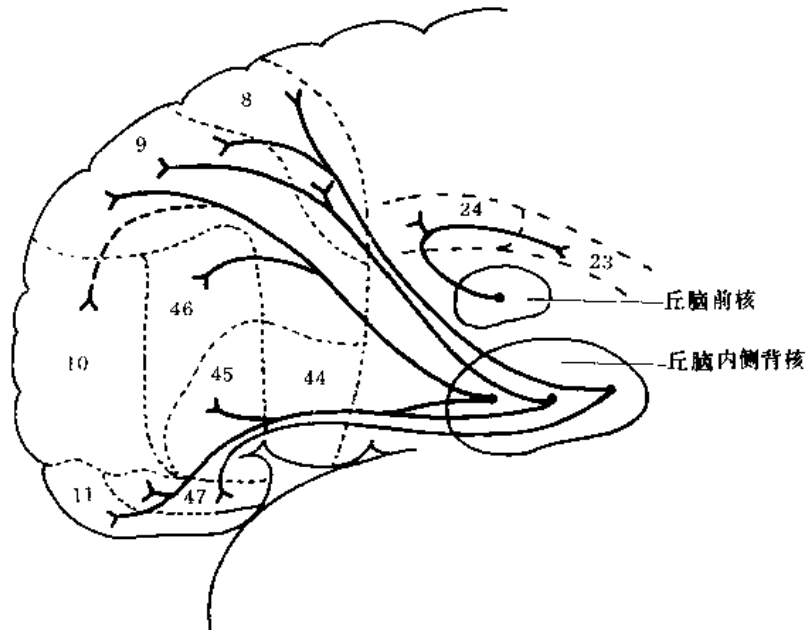


图 5 156 丘脑内侧背核与额前皮质的投射区

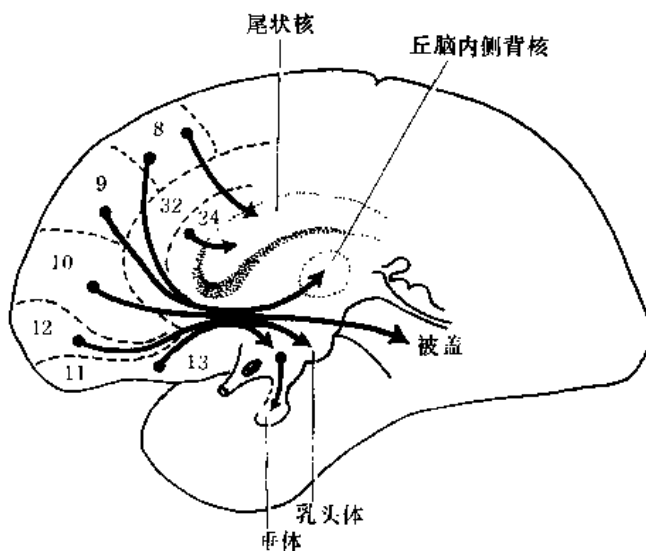


图 5 157 前额皮质的投射纤维

在功能上，由于内侧背核一方面与其它丘脑核团联系，因此各种感觉传入可会聚于此核；另一方面，此核又与下丘脑和边缘系统联系，因此又涉及多种植物性神经活动和内分泌功能，似乎内侧背核是内脏和躯体活动发生复杂整合作用的部位。内侧背核与前额皮质的联系，涉及意识性活动和记忆，影响或产生不同的心境和情感调节。内侧背核与纹状体的联系，实验证明它涉及运动功能的调节。既往为治疗某些精神病患者，阻断前额皮质与内侧背核的联系，收到缓解精神病症状和严重焦虑状态的疗效。但是，术后患者往往情绪不稳，性

格变态，抽象思维能力下降，判断力有缺欠等。

3. 丘脑外侧核群(图 5-152,153,155,158,159) 位于内、外髓板之间，其前后径几乎与丘脑的前后径等长。此核群又再分为背侧群和腹侧群。背侧核群从前向后依次为背外侧核、后

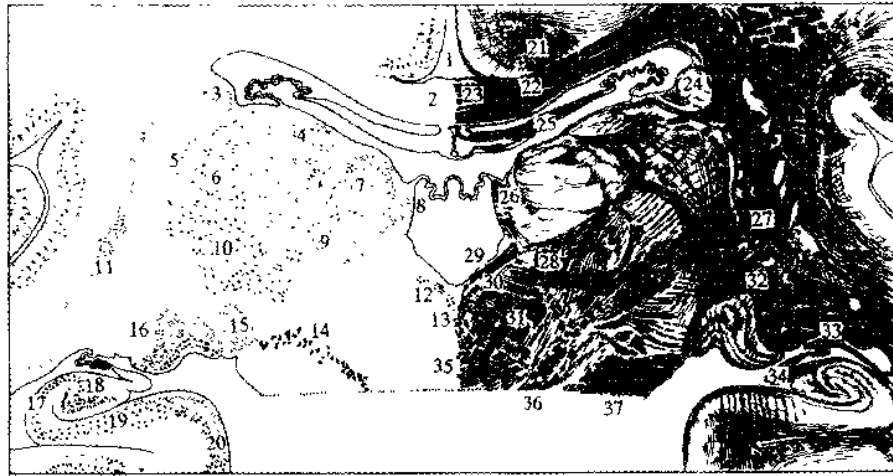


图 5-158 通过内、外侧膝状体的切面

1. 扣带回 2. 灰被原基 3. 尾状核尾 4. 背外侧核 5. 丘脑网状核 6. 后外侧核 7. 丘脑内侧核 8. 缰核 9. 中央核 10. 腹后外侧核 11. 豆状核尾侧部 12. 间质核 13. 动眼神经副核 14. 黑质 15. 内侧膝状体 16. 外侧膝状体 17. 海马 18. 齿状回 19. 下托 20. 内嗅皮质 21. 扣带 22. 外侧纵纹 23. 内侧纵纹 24. 终纹(1) 25. 穹窿脚 26. 丘脑髓纹 27. 内囊豆核后部 28. 缰核脚间束 29. 背侧纵束 30. 内侧纵束 31. 小脑上脚 32. 视辐射 33. 终纹(2) 34. 海马伞 35. 下行的小脑上脚 36. 内侧丘系 37. 大脑脚

(引自 Nieuwenhuys 等, 1978)



图 5-159 通过室间孔、下丘脑及杏仁核复合体的切面

1. 透明隔腔 2. 丘脑腹前核 3. 室间孔 4. 屏状核 5. 室旁核 6. 下丘脑外侧区 7. 下丘脑前核 8. 视上核 9. 无名质 10. 终纹床核 11. 半月回 12. 杏仁核复合体(12. 内侧核 13. 皮质核 14. 副基底核 15. 基底核 16. 外侧核) 17. ambient 回 18. 海马旁回 19. 上枕额束 20. 穹窿柱 21. 终纹 22. 尾核苍白纤维 23. 丘脑髓纹 24. 穹窿柱 25. 豆核束 26. 外髓板 27. 内髓板 28. 丘脑下脚 29. 下枕额束 30. 前连合 31. 豆核样 32. 脚样 33. 杏仁传出纤维 34. 视束

(引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

外侧核及枕。膨大的枕占据整个丘脑后部。腹侧核群由前向后分为腹前核、腹中间核及腹后核。丘脑外侧核群在人类发育充分，它们主要与大脑皮质相联系。

(1) 外侧背核(LD)：位于丘脑的背侧面，紧靠内髓板上缘的外侧。可能是丘脑前核群的后延部分。

(2) 外侧后核(LP)：位于外侧背核尾侧，向后移行于丘脑枕，其腹侧是腹后核。

上述二核都由小细胞组成。二核接受一些上行感觉纤维和丘脑腹后核的纤维。外侧背核主要投射至扣带回后部和楔前叶的前部。外侧后核主要投射至顶上小叶(5、7区)，且有丰富的往返联系。

(3) 枕核：是丘脑内最大的核，在灵长类最发达。猴和人的丘脑枕核可分为三个部分：外侧部沿外髓板伸展，有外髓板纤维穿过，由较大的成簇深染细胞组成；内侧部较大，占其背内侧的2/3，由密集的小细胞组成；下部较小，其腹侧位于内、外侧膝状体之间。

枕核的纤维联系型式颇似内侧背核。它从多方面接受传入纤维，一方面接受视网膜、顶盖前区和上丘等视觉传入，另一方面接受视皮质纹状区和纹周区，前额皮质、以及躯体感觉皮质区的传入纤维。还接受下丘脑和脊髓束的传入纤维。枕核与顶-枕-颞叶联络区具有往返联系；并且在此通路上有明确的局部定位关系，如枕核的内侧部投射至顶叶后区；外侧部至颞叶后部，下部至枕叶的纹周区(18、19区)。此外，枕核还投射至额叶眼区(8区)和躯体第Ⅰ和第Ⅱ感觉区。

关于枕核的功能目前尚不十分明确。由于枕核与视觉系统联系很多，可能与复杂的视觉功能有关，其中以枕核的下部关系最密切。在猴的枕核内，有视野定位代表区。枕核的内、外侧部与顶、颞叶联络区关系密切，后者可能是“后语言区”“posterior speech cortex”所在部位，因此枕核可能与语言功能有关。由于枕核传入联系广泛，它是脑内重要的整合区之一。

(4) 腹前核(VA)：位于腹侧核群最前部，其前部和腹外侧部邻接丘脑网状核，向后与腹中间核间无明确的边界线。由于该核前外侧部有纵行的粗髓纤维通过，故其前外侧界比较分明。腹前核又可分两部；大细胞部较小，位于腹侧，由密集而深染的大细胞组成；小细胞部较大，位于背侧，由中等大小的多极细胞组成，两部都混有小型细胞。

两部分的传入纤维来源不同，大细胞部接受黑质网状部来的纤维，经底丘脑红核前区至此；小细胞部接受苍白球内侧部的纤维，经豆核束和豆核祥，转向背外侧进入丘脑束至此。传入至腹前核的纤维还来自小脑核，经小脑上脚止于此核各区；来自大脑皮质下行纤维的侧支，以及脑干网状结构的上行纤维；来自丘脑内其它核团的传入纤维，如中央中核和束旁核，以及中线核群等。腹前核的传出纤维投射至大脑皮质运动区(6、4区)、脑岛前部和眶回、尾状核、腹中间核、板内核群，以及对侧腹前核等。

(5) 腹中间核(VI)：位于腹前核和腹后核之间，其后界相当中央中核前界平面。腹中间核由大型和小型细胞组成，可划分为三个亚核，即嘴侧部、尾侧部和内侧部。嘴侧部最大，由成簇的深染细胞组成；尾侧部细胞较少，由散在的大细胞组成；内侧部由腹前核腹侧开始，向后延伸到底丘脑区。

腹中间核接受来自对侧小脑齿状核、间位核及顶核的纤维，经小脑上脚交叉上行至此。来自苍白球的纤维经丘脑束至该核嘴侧部；来自黑质网状部的纤维至该核内侧部。在猴、黑猩猩和人都已证明，来自大脑皮质运动区(4、6区)的纤维至此核。此外，此核内侧部还接受来自其它丘脑核团的纤维，如中央中核、内侧背核以及枕核的纤维。腹中间核的传出纤维主要投

射至皮质运动区(1区和6区)。这种纤维有躯体定位关系,核的内侧部投射至皮质运动区的面区;核的外侧部至下肢区;核的中间部至上肢和躯干区。自小脑—腹中间核—皮质运动区径路中,推测也有其局部定位关系。

电生理显示,腹中间核接受本体感受冲动,有其独特的慢波与高电位的自发电位活动。震颤麻痹患者的肢体震颤节律与自此核引出的电位节律同步,有人将此核称为“震源区”。手术破坏此核,对控制基底核病变所引起的震颤、肌张力增高和运动异常,常能获得一定疗效。

由此可见,腹中间核和腹前核是联系小脑和黑质-纹状体两个运动调节装置的重要部位,二者又都与皮质运动区有密切联系。

(6) 腹后核(VP):是腹侧核群中最大者。在横切面上,该核位于内侧背核及内髓板的腹外侧,外髓板的内侧。此核可再分为一较大的腹后外侧核和一较小的腹后内侧核。

腹后外侧核(VPL)为腹后核的外侧部,其尾侧与枕核相邻接。VPL又可分为嘴侧部和尾侧部。嘴侧部细胞稀疏,但纤维多,由大细胞组成。尾侧部细胞多而密集,由大型和小型细胞组成。两部分内都有斜向背侧的纤维束。

VPL接受内侧丘系和脊髓丘脑束的部分纤维;还接受来自中脑网状结构、丘脑中线核群、丘脑网状核、前脑内侧束,以及大脑皮质躯体感觉区的纤维。VPL的传出纤维主要经内囊后脚,至第I躯体感觉区(3、1、2区)的上2/3部和第I躯体感觉区。因此,VPL与上述皮质区具有往返联系。

从内侧丘系和脊髓丘脑束来的纤维,在VPL内都保持着躯体定位性分布。薄束核纤维止于核的外侧部;楔束核纤维止于核的内侧部。脊髓丘脑束进入核的尾侧部,在外髓板的内而散开,颈部代表纤维止于核的最内侧;胸腰部止于核的背侧区;骶部止于核的最外侧;四肢的远侧部止于核的腹侧。根据Loe等(1977)对猴的研究,VPL的各个水平切面上,多次呈现身体各部的二维代表映象,每个水平面上的映象大致类似,都有躯体定位关系。

在VPL内,内侧丘系和脊髓丘脑束纤维终止情况不同。内侧丘系纤维全部来自对侧;脊髓丘脑束大部分来自对侧,尚有少量纤维来自同侧。内侧丘系纤维末梢呈排列规则的圆锥形灌木丛状;脊髓丘脑束纤维末梢形成弥散的交织网。皮质丘脑纤维末梢在VPL内则呈薄扁的盘状分布区,常包绕着许多两种丘系纤维。除VPL外,内侧丘系纤维还终止于丘脑后复合体的内侧部;脊髓丘脑束纤维还终止于丘脑后复合体、丘脑板内核群(如中央外侧核)、丘脑腹中间核与VPL嘴侧部之间的过渡区。Boivie(1971)损伤猫的脊髓而未伤及颈外侧核,则VPL内未见变性的纤维终末,而变性末梢见于脊髓丘脑束的其它丘脑核,提示猫的VPL内的脊髓丘脑束纤维,来自颈外侧核。现在认为,包括猫在内的食肉类,其脊髓颈丘脑束加上脊髓丘脑束,相当灵长类的脊髓丘脑束,人类的脊髓颈丘脑束很小或不明显。

大量研究表明,感觉冲动上传至VPL,已具有感觉的一定分辨性。刺激人的VPL,可在躯体对侧出现麻刺感、针刺感、麻木或触电感,但并未形成特异性感觉。在VPL内,同样存在着侧抑制机制,进一步强化了对刺激的空间定位能力。电镜观察和Golgi法显示,VPL的局部回路和突触联系十分复杂,例如有大量的树—树突触存在。单细胞记录研究表明,有些VPL细胞具有刺激特异性和躯体定位特异性。据Whitsel等(1978)的研究,对外周皮肤刺激(如触刺激)起反应的细胞集中在VPL的核心部位,而对深部组织刺激(如深压或关节运动)起反应的细胞,则多在VPL的前后两端。VPL内只有少量对伤害性刺激起反应的细胞。

腹后内侧核(VPM),又称弓状核或半月核 arcuate or semilunar nucleus,位于VPL的内侧,

中央中核的外侧，其后界几乎平视核中部。VPM 由大型细胞和小型浅染细胞组成。大细胞位于核的外侧部，接受三叉丘脑束纤维；小细胞部多在核的嘴内侧区，又称弓状副核 accessory arcuate nucleus，接受味觉纤维，途经孤束核和臂旁核至此。VPM 发纤维经内囊投射至皮质第一躯体感觉区的下 1/3 部；味觉纤维投射至此体感区的面区下方，邻接舌和咽代表区。

三叉丘脑束主要起自三叉神经脑桥核，而三叉神经脊束核有否上行纤维结果不一。大部分纤维起自三叉神经脑桥核的腹侧 2/3，交叉到对侧，与内侧丘系一起上行。少量纤维起自该核的背内侧 1/3，不交叉在同侧上行。Carpenter 和 Hanna(1961)记载，脊束核的上行纤维起自极间亚核和嘴侧亚核；另一些学者认为起自尾侧亚核。此种纤维在同侧网状结构中上行，至 VPM 和板内核群。三叉丘脑束也有某种程度的定位性分布，如下颌部纤维终于 VPM 的最背内侧部。有些学者认为，VPM 传出投射至第 II 躯体感觉区的嘴侧部。

腹后下核 ventral posterior inferior nucleus, VPI 位于腹后核的腹侧与丘脑束之间，由散在的中等大小细胞组成。Deeke 等(1974)认为，VPI 接受前庭冲动，经 VPI 中继后投射至顶叶皮质的前庭区。

丘脑后复合体 posterior complex of thalamus, PO 位于丘脑后端与中脑交界处，由几个界限不清的细胞群组成。PO 包括膝状体上核、界核、内侧膝状体的大细胞部，部分枕核，以及丘脑外侧后核与腹后核之间的混杂细胞。

膝状体上核 supragenulate nucleus 位于内侧膝状体的背侧，其细胞比内侧膝状体大细胞更大而深染。界核 limitans nucleus 位于膝状体上核的背内侧，介于内侧背核与膝状体上核之间，由卵圆形或棱形细胞组成。PO 中其它核或细胞在相应部分描述。

PO 之所以引起人们注意，一是涉及内侧丘系和脊髓丘脑束的终止部位，二是此区与痛传导有关。在 PO 内，内侧丘系和脊髓丘脑束均没有躯体定位分布关系。猫 PO 内侧部细胞有 60% 对伤害性刺激起反应。而 Pugh 和 Wagman(1977)认为只有 15% PO 内侧部细胞属这类细胞；随着麻醉逐渐加深，起反应的细胞逐渐减少。总之，在中枢痛机制当中，PO 内侧部起重要作用。猴的 PO 内侧部投射至第 I 躯体感觉区后方的脑岛后区；PO 外侧部投射至听皮质后区。膝状体上核和界核投射至脑岛颗粒皮质区(Burton 和 Jones, 1976)。

4. 中线核群 是丘脑中最古老的核群，与板内核一起形成旧丘脑。此核群在嗅敏动物最发达。此核群多由深染的小棱形细胞组成，形态与植物神经节前神经元类似。人类中线核群不发达，其中较显著的有丘脑室旁核、带旁核、菱形核、连接核、以及室周灰质。

丘脑室旁核 paraventricular nuclei 沿第三脑室侧壁背侧部纵向分布，位于丘脑髓纹的外侧，从髓纹前端向后延至顶盖前区水平。它可分为前后二核。前核由深染的大梨形细胞组成；后核由深染的小圆形或棱形细胞组成，自髓之前缘向腹侧延伸至顶盖前区。

带旁核 paratenial nucleus 位于髓纹内侧，沿其全长分布，由中等深染的多极细胞组成，接受丘脑髓纹纤维。

菱形核 rhomboidal nucleus 和中央内侧核在一起，靠近丘脑间粘会上份，位于内侧背核的腹内侧，由浅染的小颗粒细胞组成。

连接核 reuniens nucleus 位于中线核群最腹侧，自丘脑前结节尾侧向后至丘脑间粘合，由深染的小圆形细胞组成。

室周灰质 periventricular gray matter 位于丘脑内侧面后部，形成室壁薄层灰质，由浅染的小细胞组成。

中线核群的传入纤维主要来自脑干网状结构的上行纤维；其次来自小脑、脊髓丘脑束及内侧丘系；与其它丘脑核团有丰富的联系；与下丘脑、基底核群、杏仁核、嗅脑等原始结构也有联系。中线核群的传出纤维投射至纹状体、眶回、顶叶和枕叶的新皮质，投射至海马、海马旁回、嗅皮质及扣带回等部位。从纤维联系上看，此核群与边缘系统关系密切。

5. 板内核群 是内髓板白质内散在的若干细胞群。各核团细胞大小不等，一般由深染的棱形细胞组成，与中线核群者类似。此核群包括中央中核、束旁核、中央旁核、中央外侧核、中央内侧核，以及腹内侧核。

(1) 中央中核 centromedian nucleus：位于丘脑中 1/3 部，丘脑内侧背核的腹外侧，腹后核的背内侧。几乎全被内髓板纤维包绕，唯其内侧与束旁核细胞交错。此核由小卵圆形或圆形细胞组成，细胞排列疏松，细胞内含黄色素颗粒。在人类此核最发达，低等哺乳动物此核仅见锥形。Mehler(1966)认为，灵长类的此核可分两部，即小细胞的腹外侧部和大细胞的背内侧部。小细胞部随进化而逐渐增大，形成主部；大细胞部在非灵长类发育较好，可能相当束旁核。

(2) 束旁核 parafascicular nucleus：位于内侧背核尾侧部的腹侧，中央中核的内侧。此核由深染的小圆形细胞组成，细胞包绕缰核脚间束。由于束旁核和中央中核之间无明显分界，常合称中央中束旁复合体。由脊髓传入纤维与束旁核建立的都是轴-体型突触；皮质传入纤维与束旁核多形成轴-树型突触；少数为轴-体型；在束旁核内共有三型突触，轴-树型最多，其次为轴-轴型和轴-体型。

(3) 中央旁核 paracentral nucleus：位于内侧背核和腹中间核之间，向前连于前内侧核，向后接中央中核。此核由深染的大杯状细胞组成。

(4) 中央外侧核 central lateral nucleus：位于内髓板外侧部内，呈帽状包绕内侧背核的背侧半。其细胞与中央旁核的类似，唯染色较浅。

(5) 中央内侧核 central medial nucleus：与菱形核为邻，由深染的大型细胞组成。

(6) 腹内侧核 ventromedial nucleus：为前内侧核向后延续的部分，可达丘脑间粘合的下方，由深染的中型细胞组成。

板内核群联系广泛。其传入纤维来自脑干网状结构、脊髓、小脑齿状核与顶核、导水管周围灰质及中缝核群、苍白球、大脑皮质运动区(4、6区)。其传出纤维至丘脑中线核群、丘脑网状核、苍白球、壳。以及大脑皮质躯体感觉运动区等。板内核群与纹状体的往返联系丰富；而至大脑皮质的纤维弥散而稀少；反之，大脑皮质下行至板内核群者则较丰富(Patras, 1973。)

板内核群、中线核群及丘脑后复合体都与痛传导有关，尤其与慢痛的中枢机制有关。在针刺镇痛机制的研究中，我国学者证明上述核群多涉及痛与镇痛的神经机制。上述核群属“非特异性丘脑核团”，是上行网状激动系统的组成部分，与觉醒状态及意识水平有关(参见脑干网状结构章)。板内核群联系纹状体、小脑、皮质运动区，其在躯体运动中的调节作用尚未见报道。

6. 丘脑网状核 thalamic reticular nucleus 位于外髓板与内囊之间，包绕于丘脑整个外侧面和嘴侧端，并与腹前核的嘴端融合。其前端伸达前核群外侧，腹侧部接底丘脑的未定带。网状核由胚胎时底丘脑外套层细胞转移而来。此核为薄壳形细胞带，其细胞与脑干网状结构细胞相似，多数为大型或中型多极细胞，其树突具有长分支。丘脑与大脑皮质间的往返纤维几乎全部穿过网状核，这些纤维并发侧支与网状核细胞形成突触联系。

丘脑网状核接受来自大脑皮质、板内核群、以及脑干网状结构的纤维。网状核传出纤维一是联系丘脑诸核团，另一是向尾侧投射可达中脑。这种投射细胞占90%以上，向上投射的细胞很少，且上行不超过纹状体。目前已否认丘脑网状核有向大脑皮质的弥散性投射。从功能上看，它可能对大脑皮质与丘脑间的神经活动起整合作用，并影响丘脑和中脑的活动。

(二) 丘脑的纤维联系和功能综述

1. 特异性投射系 包括丘脑特异性中继核和联合核，特异性传入丘脑纤维束，以及特异性丘脑与大脑皮质的往返联系。

① 除嗅觉外，所有的感觉传导通路在上达大脑皮质以前，都要在丘脑特异性中继核内中继。如内侧丘系、脊髓丘脑束、三叉丘系、外侧丘系和视束等，都要终止于丘脑和后丘脑的特异性中继核。不仅如此，这些上行传导通路还发纤维至丘脑联合核群，后者与丘脑各核团之间联系密切，将各通路的信息整合在一起，形成复合信息，投射至额叶和顶叶的联合皮质区。对于较复杂的嗅觉，经过与其它通路的整合，也传至丘脑。因此，丘脑是各种感觉信息进入大脑皮质的门户(图 5-160)。

② 丘脑腹前核和腹中间核属特异性中继核，是联系黑质-纹状体系统和大脑-小脑回路两个运动调节系统的部位，实现运动信息的整合。内侧背核属特异性中继核，是内脏信息与躯体信息发生复杂整合作用的部位；其与前额皮质的联系，涉及意识性活动和情感的调节；其与纹状体的联系，涉及运动的调节。丘脑前核群属特异性中继核，参与 Papez 回路，与记忆活动有关；前核群又参与植物性神经活动的调节。

③ 丘脑和大脑皮质之间，形成具有躯体定位性组构的丘脑辐射 thalamic radiation，路经内囊的大部分，可分为4组：i) 丘脑前脚，经内囊前脚，是丘脑内侧核群、前核群、外侧核群前部与额叶之间的联系纤维；ii) 丘脑上脚，经内囊膝和后脚，是丘脑外侧核群与皮质运动区及顶叶间的联系纤维；iii) 丘脑后脚，经内囊豆状核后部，是丘脑尾侧部，包括视辐射纤维，与枕叶和顶叶后部之间的联系纤维；iv) 丘脑下脚，经内囊豆状核下部，是听辐射纤维等与颞叶及岛叶的联系纤维。在许多丘脑皮质纤维中，保持了信息类型的高度特异性和信息起始部位的精确定位性。

2. 非特异性投射系 又称弥散性投射系，属网状上行激动系统的组成部分。丘脑非特异

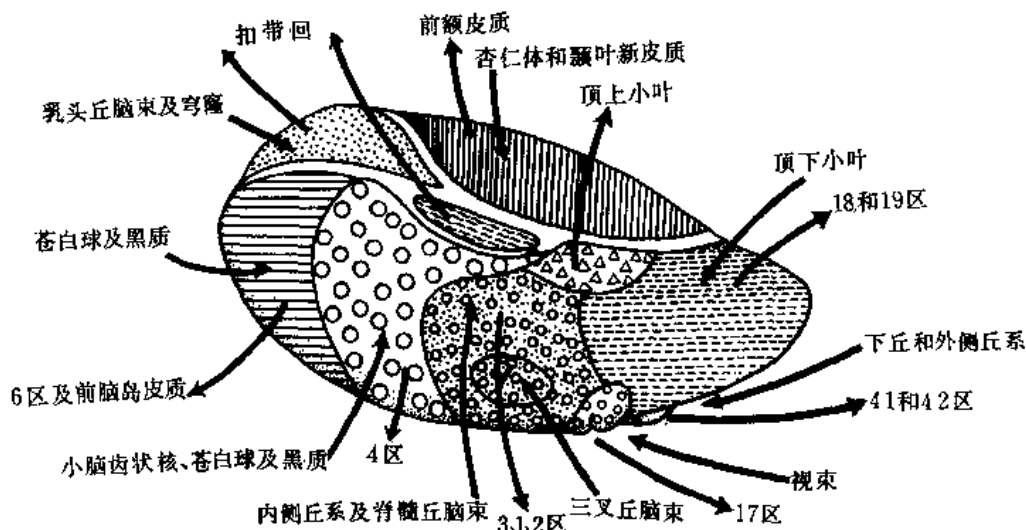


图 5-160 丘脑主要核的联系示意图

性核群接受脑干网状结构上行纤维，向大脑皮质广泛部位弥散性投射，终于大脑皮质的各层。这种多突触的投射系统，易被麻醉剂或镇定药所阻滞。非特异性投射系除传递内脏的慢痛信息外，与各种感觉无关；但是，对于维持大脑皮质的觉醒状态和改变其兴奋水平，是必不可少的。破坏此投射系，则动物长期处于昏睡状态。

3. 丘脑损伤的表现 切断丘脑与皮质躯体感觉区之间的纤维，结果对触刺激的定位能力减弱或丧失。在两点距离分辨觉、物品质地、重量、形状的鉴赏等方面，出现感觉障碍。在身体运动形式和所处位置的判断方面，出现功能异常。在丘脑外侧部或中央区病变后，往往出现一种自发性突然发作的疼痛，即“丘脑痛”“thalamic pain”。手术切除丘脑腹后核及其周围区，或者切除包括中央中核在内的板内核群，对缓解顽固性疼痛往往有疗效。看起来，腹后核，丘脑后复合体、中央中核、以及内侧背核，都参与痛机制。但是，这些核之间如何合作与分工，目前尚不清楚。只要丘脑本身完好无损，即便切断丘脑与大脑皮质的联系，还能知觉业已与某种物体接触；对痛或温热刺激仍有粗略而定位不佳的知觉。对痛觉来说，有多大程度依赖于大脑皮质，这个问题尚未解决。由于丘脑膝动脉栓塞，可能导致丘脑综合征 thalamic syndrome，表现为对侧半身感觉障碍，痛温觉阈值升高而感觉异常。

第二节 上 丘 脑

上丘脑 epithalamus(图 5-147)是间脑背侧部向尾侧与中脑顶盖前区相移行的一部分。它包括丘脑髓纹、缰三角和缰连合、松果体，以及后连合。在后连合的腹侧，还有一室周器官，即连合下器。

一、丘脑髓纹和缰三角

(一) 丘脑髓纹

丘脑髓纹 thalamic medullary stria 是一对前后向的纤维束，位于丘脑带深侧，形成丘脑背侧面与内侧面的分界标志。此束纤维大部终止于缰三角内的缰核；有些纤维经缰连合至对侧缰核；有些纤维穿过缰核下行至导水管周围灰质；还有少量纤维至某些丘脑核团。关于丘脑髓纹的起始部位尚不完全清楚。将 HRP 注射到大鼠缰核，Herkenham 和 Nauta(1977)发现，许多逆行标记细胞位于隔区和下丘脑外侧区，少量标记细胞在斜角带核和视前外侧区。其它纤维来自嗅结节、前穿质、丘脑前核群、苍白球、以及经终纹和穹窿来的纤维。

(二) 缰三角

缰三角 habenular trigone 是髓纹后端扩大的部分，其内有缰核 habenular nuclei。缰核位于顶盖前区的内侧，可分为较小的缰内侧核和较大的缰外侧核。缰内侧核 medial habenular nucleus 由密集而深染的小圆形细胞组成；缰外侧核 lateral habenular nucleus 由较大而浅染的多极细胞组成。缰核传入纤维来自丘脑髓纹、中脑脚间核、中脑中缝核群、导水管周围灰质、以及腹侧被盖区。缰核传出纤维主要有缰核脚间束，或后屈束 habenulointerpeduncular tract, or fasciculus retroflexus of Meynert, 自缰核向尾侧行，止于中脑脚间核。另一些传出纤维下达导水管周围灰质和中脑网状结构。

缰内侧核与缰外侧核在纤维联系上有差别。缰内侧核至脚间核的投射纤维多，且有头尾反置的局部定位关系。缰外侧核至脚间核的投射纤维少，无局部定位关系。近年研究表明，缰核脚间束含胆碱能和 P 物质能纤维。两侧缰核借缰连合 habenular commissure 相连，内有髓纹

越边至对侧缰核的纤维,也有两侧缰核相互联系的纤维。

缰核属边缘系统的结构,是前脑和脑干联系的中继站。缰核脚间束将冲动传至脚间核后,可经中脑网状结构联系顶盖—被盖脊髓束,至植物性节前神经元,从而控制唾液分泌、胃肠腺的分泌和胃肠蠕动,并控制与消化有关的咀嚼和吞咽运动。破坏缰核,可导致代谢、内分泌、以及体温的变化。

二、松果体

关于松果体 pineal body,详见内分泌器篇。松果体内的微血管极其丰富,属窗性毛细血管,无血脑屏障存在,因此松果体又属室周器官。松果体内含不具典型神经元特征的松果体细胞 pinealocyte 和神经胶质细胞。在种系发生上,松果体的功能随种属而有不同。在鱼类、两栖类、某些爬行类,松果体是顶眼,含光感受器,并有类似视网膜的视锥细胞(Kappers,1965)。在某些两栖类、爬行类和鸟类,松果体内既有光感受器,又有内分泌细胞。哺乳动物的松果体属内分泌器官,人的松果体不发达。

三、连合下器

连合下器 subcommissural organ(图 5 161)位于中脑水管的嘴端,后连合的腹侧,是一高柱

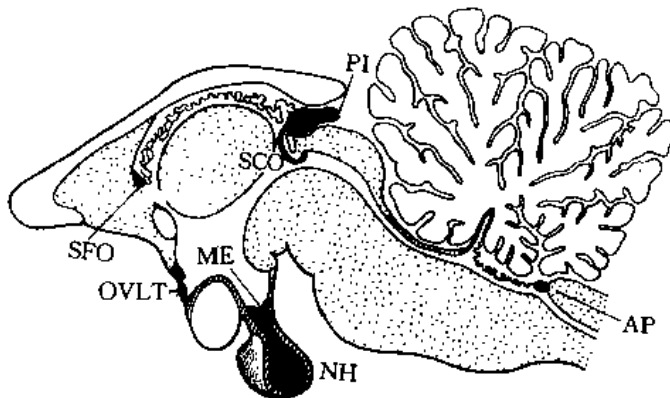


图 5 161 室周器官示意图(猴脑正中切面观)

ME. 正中隆起 NH. 神经垂体 PI. 松果体 OVLT. 终板血管器 SFO. 穹窿下器 SCO. 连合下器 AP. 最后区 (引自唐竹香,1986)

状室管膜区。一般认为,连合下器属室周器官,但其毛细血管无窗孔,室管膜下层含神经元。其室管膜细胞的突起,可伸入后连合纤维之间,或终于血管周围间隙。其分泌物形成许多平行排列的线状物,总称 Reissner 纤维,沿中脑水管分布,甚至下达脊髓中央管。此种分泌物可能含调节脑脊液成分、压力及流速的报警因子。目前多数学者认为,在调节水代谢和控制口渴方面,连合下器的分泌物可能起作用。儿童在

4~5 岁以后,连合下器开始退化。关于后连合,已在中脑章叙述。

四、穹窿下器(附)

穹窿下器 subfornical organ 附着于第三脑室的前背侧壁,海马连合腹侧穹窿脚分叉处,与室间孔位置相平。穹窿下器不属上丘脑结构,是位于背侧丘脑前上方的室周器官。在额状切面上,它位于隔三角核腹侧,呈半球形向腹侧突入第三脑室中。其背侧与第三脑室脉络丛相连,其左右侧缘与侧脑室脉络丛相连。其微血管丰富,为窗性毛细血管,内皮间缺乏紧密连接结构,因此缺乏血脑屏障。在其与脑脊液界面上,室管膜细胞之间缺乏紧密连接结构,缺乏脑脊液入脑的屏障。在室管膜中有不少伸展细胞,其顶面接触脑脊液,其基底突伸向血管周隙,可达毛细血管外基膜。其脑室面上有丰富的微绒毛和纤毛簇,并有室管膜上细胞。

在神经联系方面,已知其传出投射多于传入投射。穹窿下器向视前区和下丘脑的投射可

分几组：①向下丘脑神经分泌大细胞投射，包括室旁核和视上核的催产素及加压素能细胞，以及下丘脑其它核区，此路调节垂体前叶与后叶的内分泌活动。②向下丘脑室旁核小细胞亚核投射，继而联系正中隆起，在此释放激素进入垂体门脉至垂体前叶。③向下丘脑室旁核其它小细胞亚核投射，后者再投射至迷走神经背核和疑核，以及脊髓交感神经性中间带内、外侧核柱，此路调节整个自主神经系统。④向视前区内侧核与正中核，以及终板血管器投射，参与饮水行为的调节。除此之外，穹窿下器还投射至交叉上核，穹窿周区背侧部，下丘脑背侧区小细胞部，下丘脑背内侧核，杏仁内侧核及中央核。对穹窿下器传入神经联系了解不够详细，但其可接受血中大多数信息物质。

穹窿下器参与神经内分泌和神经免疫调节，与保持内环境稳定的多种机制有关。其中了解最清楚的是，它具有血管紧张素Ⅱ的受体，血循环血管紧张素Ⅰ借其导致饮水行为，刺激加压素分泌，引起中枢性血压升高。有关其它功能尚待研究。

第三节 后 丘 脑

后丘脑 metathalamus 位于丘脑的后下方，中脑顶盖的上方(图 5-147)。后丘脑包括内侧膝状体和外侧膝状体。它们是视、听传导径路中的重要中继核；不仅如此，它们还有更复杂的纤维联系。

一、内侧膝状体

内侧膝状体 medial geniculate body 位于丘脑枕下方，由中脑下丘臂向外上方，可追查至内侧膝状体。其内侧有纤维出入的门。此核可区分为背侧与腹侧二部。

(一) 背侧部

背侧部较大，由散在的较小细胞组成，又称小细胞部，此部只与听觉传导径路有关。在人类，背侧部又分为两部，即嘴背内侧部和尾腹外侧部。嘴背内侧部由散在的较大细胞组成，接受外侧丘系中的细纤维；尾腹外侧部由较小的中型细胞组成。主要接受外侧丘系中的粗纤维。背侧部的传出纤维，经听辐射终于大脑皮质颞横回(41区)。并且，这种投射也有定位关系，来自耳蜗底部的高音冲动，投射至颞横回的内侧部；来自耳蜗顶部的低音冲动，投射至颞横回的前外侧部。有些纤维下行终于下丘、外侧丘系核、斜方体核和上橄榄核，可能起听觉传导的反馈调节作用。此外，还有些传出纤维至丘脑外侧核群、丘脑枕核和中线核群。

(二) 腹侧部

腹侧部较小，由密集的大型多极细胞组成，又称大细胞部。其传出与传入纤维联系均较背侧部复杂。腹侧部传出纤维分别至听皮质周围区、底丘脑、对侧的内侧膝状体(经腹侧视上连合)、顶盖前区和顶盖。大细胞部的传入纤维分别来自下丘、脊髓丘脑束、内侧丘系、小脑顶核(小脑前庭部)。Blum 等(1979)的生理学研究表明，听觉、躯体感觉、前庭冲动，可会聚于腹侧部某些同一神经元上。听觉皮质也有下行纤维投射至内侧膝状体，为听觉反馈调节机制的组成部分。

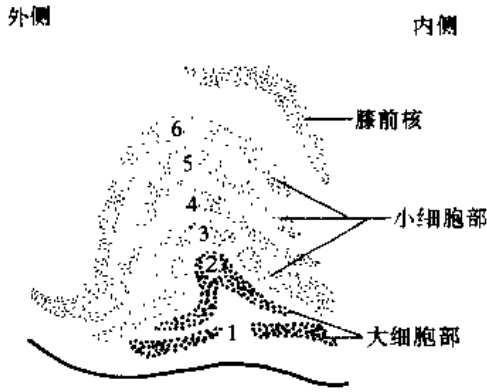
二、外侧膝状体

(一) 细胞构筑

外侧膝状体 lateral geniculate body 与视束相连。多数哺乳动物由背、腹二核组成。

1. 腹侧核 由散在的细胞组成, 位于背侧核内侧的视束纤维之中。人的腹侧核以位于背侧核嘴侧端的膝前核 pregeniculate nucleus 代表, 与未定带有联系。

2. 背侧核 较大, 是外侧膝状体的主要部分。在猴和人类分为6层。在人脑切片上(图5-162), 它形似套叠在一起的帽子, 缺口朝向腹内侧, 细胞层之间由来自视网膜节细胞的纤维分隔开来。外侧膝状体的6层细胞, 从腹侧向背侧, 依次为1~6层。1、2层由大细胞组成, 3~6层由中小型细胞组成。但在周边部, 有些层次合并。



1. 中部冠状切面



2. 近后极冠状切面

图 5-162 右外侧膝状体的细胞分层(冠状切面)

(二) 传入联系

来自对侧视网膜鼻侧半的视束纤维, 终于外侧膝状体的1、4、6层。来自同侧视网膜颞侧半的视束纤维, 终于此核的2、3、5层。来自视网膜黄斑区的纤维细, 投射至外侧膝状体后2/3的一个楔状区。来自黄斑以外的视网膜纤维粗。视网膜上象限的纤维止于其腹内侧部; 下象限的止于其腹外侧部。人类一侧外侧膝状体, 约有100万个细胞, 此数与人类视神经纤维数相近, 但实际上一条视神经纤维与多个外侧膝状体细胞相联系。外侧膝状体细胞分为两类, 一类为中间神经元, 其轴突与同层十余个投射神经元相连接; 另一类为投射神经元, 其轴突组成膝距束。

(三) 传出联系

1. 膝距束 geniculocalcarine tract 终止于枕叶内侧面的纹状区。此束经过内囊的豆核后部, 形成视辐射 optic radiation。

视辐射纤维并非全部以最短距离到达皮质纹状区。其背侧部纤维, 差不多是向后直行, 到达纹状区; 其腹侧部纤维, 首先在颞叶中向前向下, 远达侧脑室下角的前部, 在此向后转折, 形成一个纤维袢(Meyer 袢), 紧靠侧脑室的外侧壁后行, 到达纹状区。视辐射最腹侧的纤维径路最长, 其纤维袢向前远达海马旁回的钩处。

2. 视辐射的纤维也有定位排列关系。代表视网膜上象限、来自外侧膝状体腹内侧部的纤维, 经视辐射背侧部, 投至距状沟的上唇。代表视网膜下象限, 来自外侧膝状体腹外侧部的纤维, 经视辐射的腹侧部, 投至距状沟的下唇。代表黄斑、起自外侧膝状体中央部的纤维, 占据视辐射中间的大部分。向后终于距状沟上下皮质的后1/3, 即靠近枕极。其前方依次为视网膜周边部的代表区。

3. 外侧膝状体腹侧核不向视皮质投射, 但联系许多与视觉有关的皮质下结构, 如上丘、顶盖前区、副视束外侧终止核 lateral terminal nucleus of accessory optic tract、未定带, 以及交叉上核等。此外, 外侧膝状体还接受由枕叶17和19区来的纤维; 它与丘脑枕及丘脑外侧核群有联系; 还发纤维经上丘臂至顶盖前区和上丘。

(四) 突触结构

关于外侧膝状体内的突触结构情况, 不同种的哺乳动物基本类似。最显著的特征是形成

所谓的突触小球 synaptic glomerulus。在这种复杂的突触组合周围，外包神经胶质囊。来自视网膜节细胞的纤维末梢，与外侧膝状体的投射神经元和 Golgi I 型细胞(即前述的中间神经元)的树突，以及枕叶至外侧膝状体的纤维末梢，都可能建立复杂的突触联系。在突触小球中，Golgi II 型细胞建立的树-树突触很突出。

(五) 功能

外侧膝状体在中继视网膜至视皮质的冲动中，对视象的“型式” pattern 并未发生明显变更。外侧膝状体细胞反应强烈的是，视网膜影象的对比边界、光点、以及对立的颜色。外侧膝状体的 6 层细胞，接受两侧视网膜来的纤维。借助层间纤维，两眼的三对层次可能发生交互作用。因此推测，外侧膝状体可能还有两种作用：①视融合 fusion of vision，对两眼凝视的方向进行恰当地控制，使两眼的视象准确地叠加在一起；②立体深度觉 stereoscopic depth perception，依靠对比两眼的视象，确定二者之间的微妙差异。此外，外侧膝状体的 1、2 层的信息主要与黑白视觉有关，其余四层的信息与彩色视觉有关。

第四节 底 丘 脑

底丘脑 subthalamus，又称腹侧丘脑 ventral thalamus(图 5-163)，向尾侧与中脑被盖接续。其背侧界是丘脑，内侧和嘴侧界是下丘脑，腹侧和外侧界是中脑大脑脚和内囊。底丘脑是丘脑和中脑被盖之间的过渡区，只能在脑切片上辨认其范围。除红核和黑质的嘴侧部上达底丘脑外，还有底丘脑核、未定带和底丘脑网状核。通过此区的主要纤维束有红核前区(H 区)、豆核袂、豆核束(H₂ 区)和丘脑束(H₁ 区)。

一、底 丘 脑 核

底丘脑核 subthalamic nucleus，又称 Luys 体(图 5-163)，是一扁平卵圆形的灰质块，由大型多极细胞组成。此核位于底丘脑与中脑的移行部，内囊腹侧纤维的内侧。鸟类没有与此核相当的结构，哺乳类则全有，灵长类最发达。核内血管丰富，在新鲜标本的切面上呈浅咖啡色。生理学研究发现，有两种不同生理反应的细胞。A 型细胞有不规则的自发放电。刺激

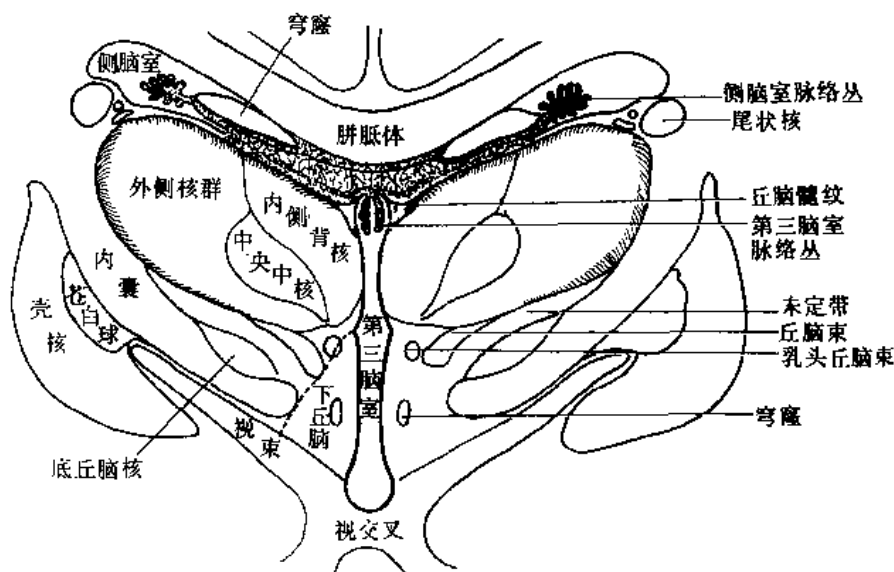


图 5-163 通过视交叉、丘脑和纹状体的切面示意图

苍白球，可抑制其活动；B型细胞无自发放电，刺激苍白球，出现长潜伏期和高频峰电位反应。

底丘脑核与苍白球关系最密切，具有丰富的往返联系。苍白球外侧段的传入纤维，在核内具有定位关系。猴苍白球外侧段的嘴侧部和中央部纤维，投射至此核时比较集中。反之，底丘脑核投射至苍白球外侧段的纤维比较弥散，在背腹位置上，有相反的定位关系。底丘脑核至苍白球内侧段的纤维，无定位关系。该核有少量纤维至对侧苍白球，途经背侧视上交叉。

底丘脑的其它传入纤维，来自中缝背核、蓝斑核、黑质致密部、脚桥被盖网状核、大脑皮质运动前区及前额叶。底丘脑的其它传出纤维至黑质和中脑被盖。

临床观察表明，半身舞蹈症 hemiballism 患者，多数有此核病变。表现为对侧肢体具有粗大的不自主运动，先发生在肢体近端肌，继而涉及面肌和颈肌。苍白球至底丘脑核的纤维，属 GABA 能纤维，切断此纤维束，则不自主运动可减弱或消失。

二、未定带

未定带 zona incerta 是一条灰质带，位于丘脑和豆状核之间，向外与丘脑网状核相续，由散在的细胞群组成。未定带接受苍白球和皮质运动前区的纤维。与丘脑板内核群、红核、以及中脑被盖之间有密切联系。未定带和底丘脑网状核可能是脑干网状结构的延续部分。刺激底丘脑区，可引起肌张力增高，并促进反射性和皮质性肌肉运动。

三、红核前区

红核前区 prerubral field, H 区，又称 Forel 被盖区 tegmental region of Forel(图 5 164)。此区由散在的细胞和纤维组成。这些细胞称红核前区核 nucleus of prerubral field。其纤维包括齿

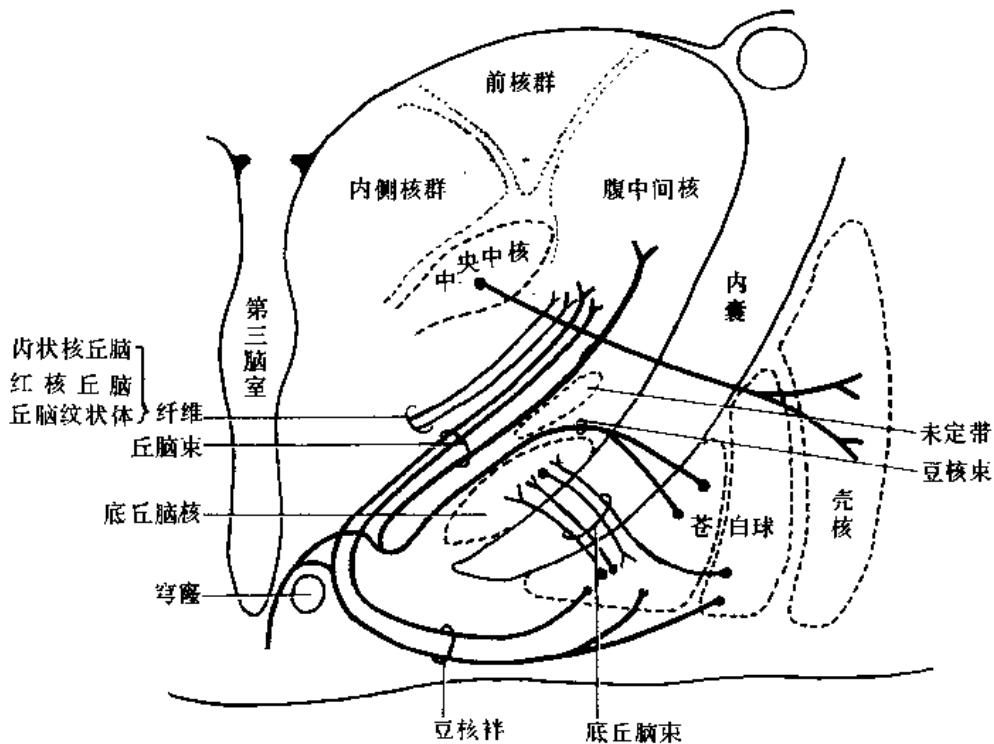


图 5 164 豆核群、豆核束、丘脑束示意图

核丘脑束和红核丘脑束，以及豆核束，后者止于红核前区核。由此核传出的纤维止于红核嘴侧端和中脑网状结构。红核前区核以及散在于豆核束和丘脑束中间的细胞，总称底丘脑网状核 subthalamie reticular nucleus。

四、豆核束、豆核袢和丘脑束

豆核束 lenticular fasciculus(图 5-164)，又称 H_1 区，位于苍白球内侧段的背侧，由苍白球背内侧发出的纤维组成。此束在底丘脑核的嘴侧穿过内囊，在未定带的腹侧此束比较明显，此束向内向尾侧与豆核袢合并，形成红核前区。

豆核袢 lenticular ansa(图 5-164)的纤维，始自苍白球腹侧，向腹内侧和嘴侧绕过内囊后脚，进入红核前区。在豆核袢的纤维束间有散在的细胞，称豆核袢核 nucleus of lenticular ansa，又称脚内核，此核接受壳和尾状核的传入纤维，其传出纤维加入豆核袢。

丘脑束 thalamic fasciculus(图 5-164)，又称 H_2 区，位于丘脑的腹侧，由几种纤维组成。其中来自豆核束的纤维，沿未定带的背侧面向背外侧，终于丘脑腹前核和腹中间核。另一部分纤维离开丘脑束，向背侧、尾侧和内侧，终于丘脑板内核群的中央中核。其次是来自小脑齿状核的纤维，经丘脑束终于丘脑腹中间核的嘴侧部，有些纤维终于嘴侧的丘脑板内核。

第五节 下 丘 脑

一、下丘脑的外形及概述

下丘脑 hypothalamus(图 8-4、5)位于背侧丘脑腹侧，它组成第三脑室侧壁的下半和底壁。从脑室面(内侧面)观察，下丘脑借下丘脑沟 hypothalamic sulcus 与丘脑分界，此沟前端达室间孔 interventricular foramen，后端至中脑水管嘴侧端。从脑底面自前向后观察(图 5-165)，下丘脑包括视交叉和视束 optic chiasm and optic tract、灰结节 tuber cinereum 和一对乳头体 mammillary body。下丘脑的前界为前脑基底的斜角带回，后界为中脑的脚间窝，外侧界包括底丘脑前部、内囊和视束。灰结节向前下方形成中空的圆锥状部分，称为漏斗 infundibulum，其前上方紧邻视交叉。围绕漏斗基底(上端)的灰结节部分，隆起称正中隆起 median eminence。漏斗下连窄细的垂体柄 hypophysial stalk，由漏斗柄 infundibular stalk 包被腺垂体的结节部而成。垂体柄再向下，扩大为脑垂体的后叶(参见图 3-4)。在脑表面上，灰结节与漏斗移行部有一浅沟，称结节漏斗沟 tuberoinfundibular sulcus，此沟标志着正中隆起所在部位。灰结节表面不光滑，具有一对外侧隆起 lateral eminences 和一正中位的漏斗后隆起 postinfundibular eminence。后者两侧各有两三个小突起，突向灰结节与乳头体之间的浅沟，其内是结节核所在部位。

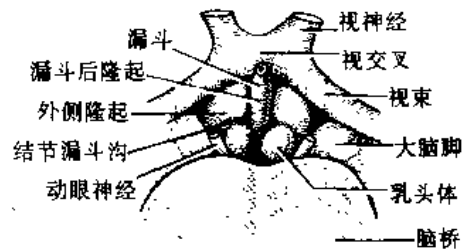


图 5-165 下丘脑的脑底面观

下丘脑体积不大，只占全脑的 0.5%，但它却控制着机体的多种重要功能。下丘脑有两个结构特点，一是神经元数目不多，但联系广泛而复杂；二是下丘脑具有特殊的神经元，称为神经内分泌细胞 neuroendocrine cells，既具有一般神经元的特点，如也有树突和轴突，也由神经递质触发而去极化；又有内分泌细胞的特点，如能合成激素，分泌激素的释放因子或抑制

释放因子，调控垂体的内分泌活动。

二、下丘脑的分区和核团

在纵向上，下丘脑可分为三个带；在横向上可分为四个区(表 5-10)(图 5-166,167,168)。自内侧向外侧，三个纵带是室周带、内侧带和外侧带。室周带 periventricular zone 是位于第三脑室室管膜下的薄层灰质；内侧带 medial zone 位于室周带外侧，穹窿柱和乳头丘脑束的内侧；外侧带 lateral zone 位于穹窿柱和乳头丘脑束的外侧，有前脑内侧束通过。自前向后四个横区是视前区、视上区、结节区及乳头区。视前区 preoptic region 是位于视交叉前缘和前连合连线以前的部分。早年人们认为，视前区是由端脑发育而成；后来认为，此区是由下丘脑前始基发育而来，在结构和功能上都应归属下丘脑。视上区 supraoptic region 位于视交叉上方。结节区(tuberal region)位于灰结节内。乳头区 mamillary region 位于乳头体内及其上方。对下丘脑的分区不同学者和不同动物常有差异。因下丘脑的研究常用大白鼠，现将 Bleier 等(1979)对大白鼠下丘脑的分区及其核团，稍加改变，叙述如下。

表 5-10 下丘脑内的主要核团

	视前区	视上区	结节区	乳头区
室周带	室周核----->			
内侧带	视前内侧区	交叉上核 下丘脑前区 室旁核---> 视上核	漏斗核 下丘脑背侧区 下丘脑背内侧核 下丘脑腹内侧核	乳头体核 下丘脑后区
外侧带	视前外侧区	下丘脑外侧区----->	结节核	

虚线箭头表示核团延伸至其它带或区

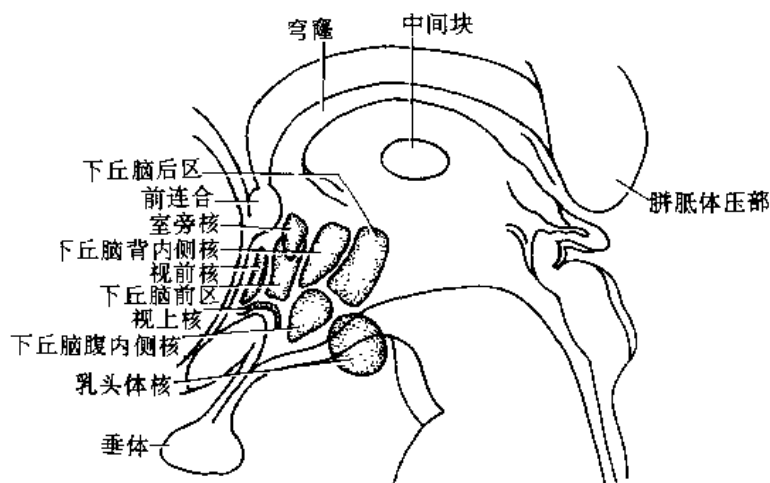


图 5 166 下丘脑诸核示意图

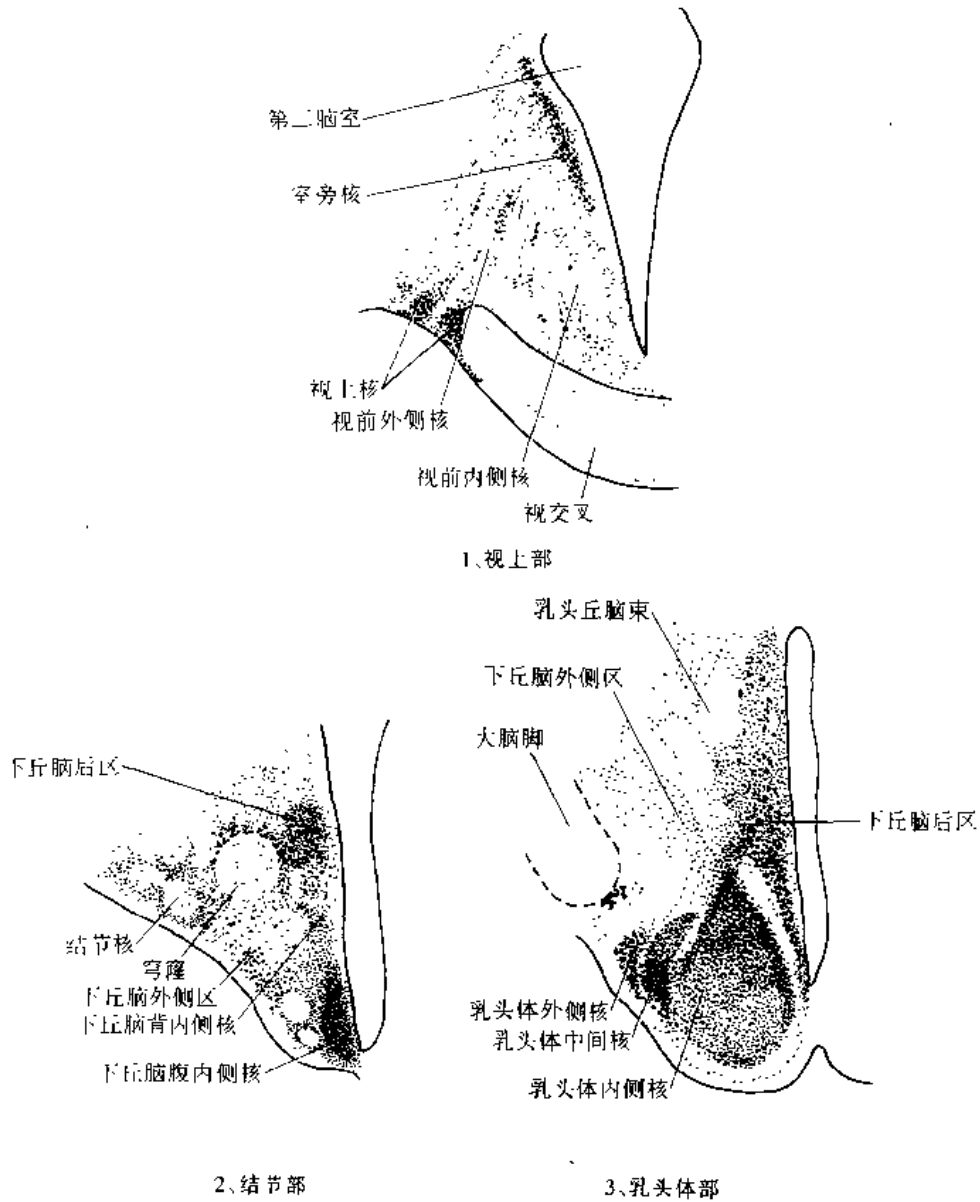


图 5-167 下丘脑冠状切面

(一) 室周核群和室周系统

室周核群 periventricular nuclei (图 5-169) 包括视前室周核 preoptic periventricular nuclei, 终板细胞 cells of lamina terminalis, 室周前核 anterior periventricular nucleus, Pea, 交叉上核 suprachiasmatic nucleus, Sc, 室旁室周核 paraventricular periventricular nucleus, Pap, 漏斗核 infundibular nucleus, In, 背内侧核 dorsomedial nucleus, Dm, 室旁核 paraventricular nucleus, Pv, 以及下丘脑后核 posterior hypothalamic nucleus, Ph。上述不少核团不仅局限于室周带, 还可延伸到内侧带, 甚至外侧带。

室周核群借室周(纤维)系统 periventricular system 与其它脑区相连。其中主要是通行于第三脑室侧壁室管膜下的纤维束, 往返联系下丘脑诸核团与丘脑内侧背核。室周系向尾侧连至背侧纵束。有些纤维可下行至内脏运动核, 如迷走神经背核、脊髓内的植物性节前神经元; 有些纤维则终止于脑干网状结构。有报告认为, 室周系统可分背、腹二束。背侧束沿第四脑室、中脑水管、以及第三脑室的腹侧面中线上延伸, 具有上下行纤维。上行纤维起于中脑某些儿

茶酚胺能神经元及间脑尾侧的 A₁₁ 细胞群，下行纤维具体行程不详。腹侧束经下丘脑前行，经

隔和穹窿转至海马。凡此都说明室周系统可能与内脏活动有关。关于室周核群，这里仅叙述交叉上核、室旁核、以及终板细胞。

1. 交叉上核 *suprachiasmatic nucleus* 是位于视交叉背侧的小圆形核团。人类不如其它哺乳动物明显。此核细胞小而密集，胞核居中，胞质少而色淡。其中少部分细胞分泌加压素。交叉上核接受来自视网膜、外侧膝状体、倚核、以及中脑中缝核的传入纤维。其中，来自对侧视网膜的纤维多于同侧者，经视神经和视束到达此核。此部纤维称视网膜-交叉上束，它传递光刺激，转而调节松果体的内分泌活动。交叉上核→前脑内侧束→脑干→交感神经节前神经元→颈上神经节→松果体。破坏交叉上核，则内分泌的昼夜节律消失。交叉上核的传出纤维还至下丘脑的其它核团，如结节区的室周核、腹内侧核、背内侧核、漏斗核及正中隆起。其中交叉上核至正中隆起的投射，参与腺垂体激素的分泌调节，例如肾

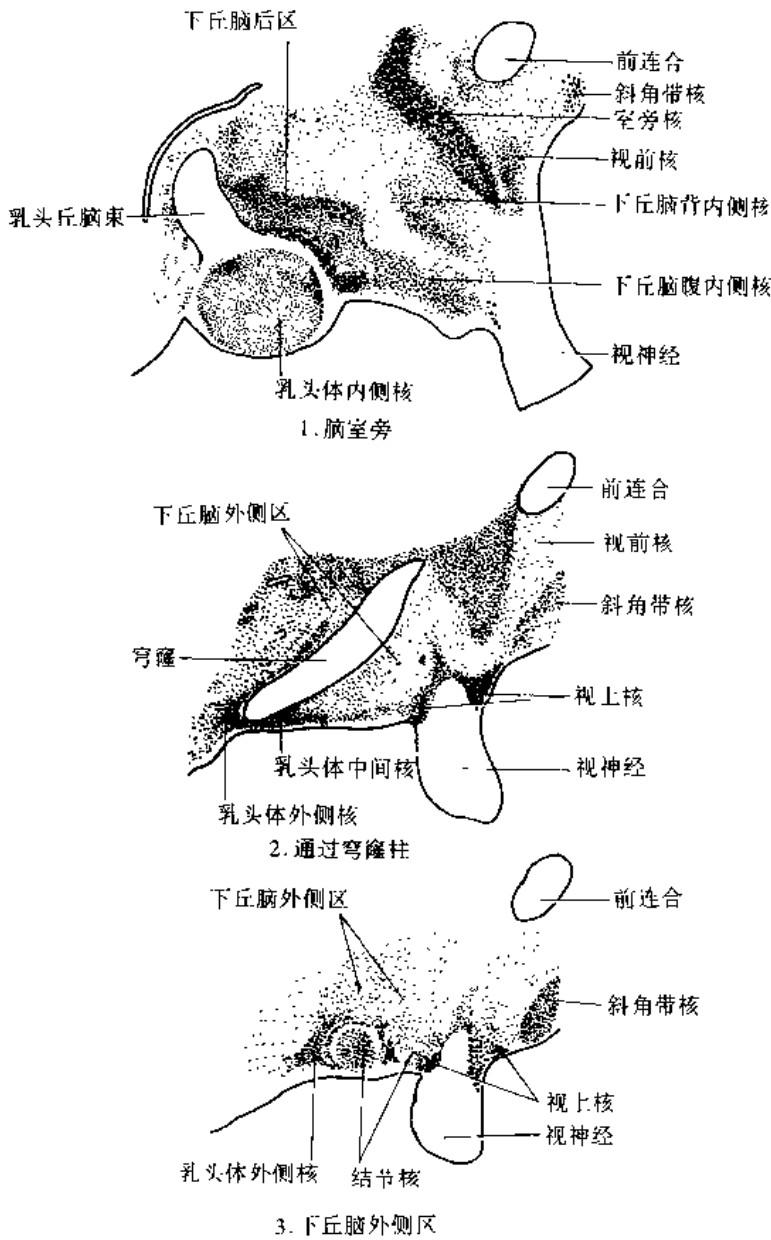


图 5-168 下丘脑矢状切面

上腺皮质激素分泌的昼夜变化，与交叉上核有关。

2. 室旁核 *paraventricular nucleus* (图 5-166, 168) 是下丘脑中最显著的核团。在背腹向上，此核呈长楔形，其下端距视交叉约 3mm；上端可达下丘脑沟；前缘接近前连合；后缘与背内侧核为邻；内侧面膨起于第三脑室侧面，肉眼可见；外侧面贴穹窿柱，已扩展至内侧带。此核前后径约 4.5mm，背腹径约 7.5mm，内外侧径最厚处约 1mm。室旁核细胞密集，以深染的大细胞为主，也有许多中小型细胞。据 Mc Cubbin (1963) 统计，人一侧室旁核约有 3.9~5.4 万个大细胞。以免疫细胞化学法，可分为加压素能细胞和催产素能细胞，但后者数量较少。

其大细胞的轴突加入视上垂体束，下行至垂体后叶。还有部分轴突，主要是加压素能纤维，止于漏斗部垂体门脉系的一级毛细血管附近。此外，室旁核的传出纤维，联系下丘脑的

大部分核团；上行投射至隔核和杏仁核；下行投射经腹侧被盖区至孤束核、疑核、以及脊髓的侧角、后角 I、II 板层细胞 (Saper 等, 1976)。室旁核的传入纤维既来自前脑，又来自脑干和下丘脑其它核团。有来自海马的穹窿纤维；隔核和倚核的前脑内侧束纤维；蓝斑及其它儿茶酚胺细胞群的儿茶酚胺能上行纤维；孤束核的内脏传入纤维；导水管周围灰质的背侧纵束纤维；以及下丘脑腹内侧核和漏斗核的纤维。

3. 终板细胞 cells of lamina terminalis 终板代表着原始神经管的颅侧终端，是牵张于视交叉上面至胼胝体嘴的一薄层灰质，构成第三脑室前壁。终板由神经元、神经胶质细胞、伸展细胞、以及丰富的毛细血管构成。其密集

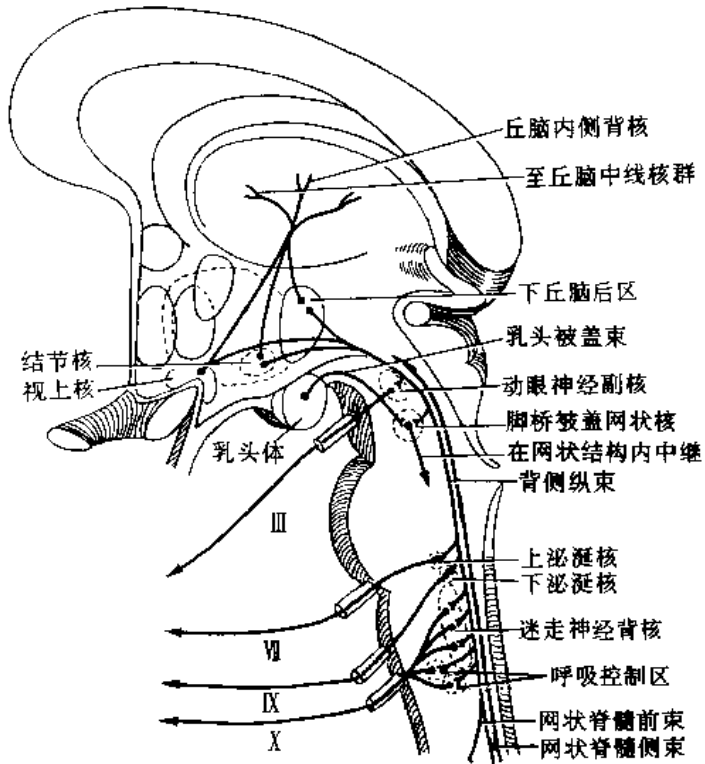


图 5-169 下丘脑室周系统(主要示传出纤维)(引自唐竹吾, 1986)

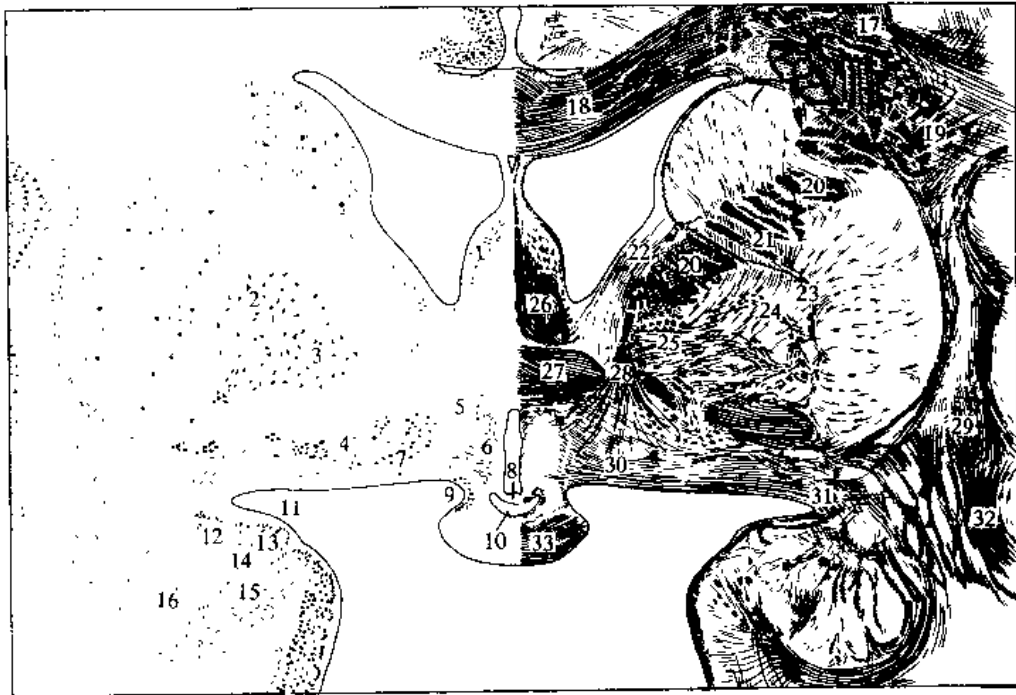


图 5-170. 通过前连合和视交叉的切面(引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

1. 隔核 2. 苍白球外侧部 3. 苍白球内侧部 4. 无名质 5. 视前外侧核 6. 视前内侧核 7. 斜角带核 8. 终板
9. 视上核 10. 视交叉隐窝 11. 半月回 12~16. 杏仁复合体(12. 前核 13. 皮质核 14. 副基底核 15. 基底核 16. 外侧核)
17. 胼胝体辐射 18. 胼胝体干 19. 放射冠 20. 内囊前脚 21. 尾核苍白纤维 22. 丘脑前脚 23. 外髓板 24. 内髓板 25. 豆核束 26. 穹窿柱 27. 前连合 28. 终纹 29. 下枕额束
30. 斜角带 31. 外侧嗅纹 32. 大脑钩束 33. 视交叉

的神经细胞又称终板细胞，能产生促黄体素释放因子。此处还形成终板血管器 organ vasculosum of lamina terminalis，属室周器官(图 5-161)。电镜观察表明，其毛细血管仍为窗性血管。静脉注射大分子的白细胞介素 1，已观察到此免疫调节物可经终板血管器进入下丘脑，提示该室周器官缺乏血脑屏障。又有人将终板血管器、穹窿下器及最后区合称感受性室周器官(sensory circumventricular organs)，血携大分子信息物质可经细胞外途径入脑。但是 1994 年又有报道，以紧密连接相关蛋白 ZO-1 作为标记物，发现其有紧密连接，又否定其缺乏血脑屏障。在其室管膜界面上，有些血管周隙与第三脑室腔十分接近，似脑脊液很易进入血管周隙，可能缺乏脑脊液-脑屏障。有文献指出，终板血管器的神经联系尚无详尽研究，已明确的是其传入神经纤维要比传出纤维多得多。经视前正中核下行的纤维，进入终板血管器，在血管周隙内有许多明显的神经末梢。总之它是血管含量最丰富，神经元最少的室周器官。毁损终板血管器及其周围区，影响饮水行为，加压素分泌及血压调节。

(二) 视前区的细胞

视前区又可分视前内侧区和视前外侧区。

1. 视前内侧区 medial preoptic area 由小细胞组成。在若干哺乳动物，此区尾侧部细胞密集，组成视前内侧核 medial preoptic nucleus。此核呈雌雄同质异形 dimorphism，雄性者远比雌性者大。雄性去势后，该核细胞数量明显减少。此核对垂体前叶的促性腺激素有调控作用。视前内侧区传入纤维来自隔核和倚核，路经前脑内侧束；来自杏仁核，路经终纹和杏仁腹侧径路。视前内侧区传出纤维至下丘脑的大部分核团、隔核和中脑，路经前脑内侧束；至杏仁核，路经终纹；至丘脑和缰核，路经室周系统和丘脑髓纹；还有纤维直达正中隆起(图 5-166~170)。

2. 视前外侧区 lateral preoptic area 位于外侧带的前方，其外侧与无名质毗邻。此区的主要特征是有前脑内侧束通过。在其纤维之间，散在着中型细胞，又称视前外侧核 lateral preoptic nucleus，属前脑内侧束的中继核。视前外侧区接受来自隔核、内嗅区、海马、梨状皮质及纹状体的纤维。其传出纤维至隔核、内嗅区、斜角带核及杏仁核。此外，此区还与丘脑内侧背核和板内核群相互联系。

视前区参与至少三个方面的功能：①此区可能有感受体温变化的感受器，通过散热效应，参与调控体温。②此区兴奋能产生副交感神经兴奋效应，如心跳减慢减弱。③此区调控腺垂体内分泌活动，可能产生某些垂体激素的释放因子，发纤维经漏斗核至垂体前叶。

(三) 视上区的核团

1. 视上核 supraoptic nucleus 是下丘脑另一最明显的核团，跨越视束的前段，横贯内、外侧带。根据与视束的位置关系，视上核可分为三部分：背外侧部、腹内侧部及背内侧部。在冠切面上，背外侧部和腹内侧部呈哑铃状，两部之间以薄层细胞相连。背内侧部分散成若干小细胞区，向背内方伸至室旁核的中部，亦称副视上核 accessory supra-optic nucleus。视上核的细胞密集，以大细胞为主，也有小细胞。入的一侧视上核约有大细胞 4~5.5 万个，小细胞约 2.9 万个。其大细胞和室旁核的大细胞属下丘脑大细胞神经内分泌细胞 magnocellular neuroendocrine cells。其胞体特点是细胞核大，偏位，核仁清晰，尼氏体分布在胞质的外周部，其内分泌物质可被 Gomeri 铬苏木精染色，富含胱氨酸。其内分泌物质在婴儿期最丰富。以免疫细胞化学法，可分辨加压素能神经元和催产素能神经元；前者占多数，后者集中在背外部的中央(图 5-166~170)。

大细胞轴突走向漏斗，集合形成视上垂体束 supraoptico-hypophyseal tract，至垂体后叶的

毛细血管网近旁。大细胞分泌的催产素和加压素，分别与其相应的运载蛋白 neurophysin I、II，形成有膜的小泡状蛋白激素复合物，循轴浆流至轴突末梢释出。视上核的传入纤维来自嗅结节、隔核、脑干，路经前脑内侧束；来自海马的纤维；以及来自下丘脑室旁核和腹内侧核的纤维。核内细胞之间也有丰富联系。

2. 下丘脑前区 anterior hypothalamic region 在视上区内侧带，除视上核和室旁核外，其余部分还分散着大小不等的细胞，称下丘脑前区。此区与视前内侧区相连，难以划分，一般以视交叉前后缘作其前后界。下丘脑前区传入纤维来自视网膜的视束纤维；杏仁核的终纹纤维；隔核和倚核的前脑内侧束纤维；以及下丘脑视前内侧区和腹内侧核的纤维。下丘脑前区传出纤维几乎至下丘脑各个核团；其上行投射至隔核及杏仁核。

(四) 结节区的核团

1. 腹内侧核 ventromedial nucleus 位于结节区内侧带的腹侧半，略呈卵圆形(图 5-166~170)。核的周围因细胞稀少而边界清晰。核外围的少细胞带内，有许多树突和传入此核的轴突。形成该核的纤维被囊。该核含多种形态细胞，其树突伸入被囊。核内有部分细胞轴突短小，构成核内细胞间联系。大部分细胞的轴突构成下丘脑内联系，几乎至下丘脑各个核团，经过视上连合，可与对侧腹内侧核、背内侧核、以及外侧带相联系，并有部分纤维加入结节漏斗束。腹内侧核的下丘脑外联系也很广泛，其上行投射至隔核、终纹床核及杏仁核；经室周系统至丘脑内侧核群、中线核群及缰核；其下行投射经前脑内侧束至中脑腹侧被盖区；经室周系统至脑干的导水管周围灰质、网状结构、蓝斑及中缝核群。腹内侧核传入纤维来自嗅结节和隔核的前脑内侧束纤维；海马的穹窿纤维；以及来自杏仁核和苍白球的纤维。就其纤维联系分析，主要与边缘系统有关。刺激猫腹内侧核，猫拒食，产生假怒反应，破坏此核，则产生肥胖性生殖无能，食欲暴增而肥胖。

2. 背内侧核 dorsomedial nucleus 位于结节区内侧带的背侧半，腹内侧核的背侧。核团边界不太显明，细胞较腹内侧核稀少而淡染。核内侧部细胞较小，外侧部细胞较大。背内侧核传出纤维至腹内侧核及下丘脑后区；下行投射经室周系统达脊髓，止于植物神经节前神经元。背内侧核传入纤维来自视前内侧区、下丘脑前区、室旁核、交叉上核及腹内侧核；来自隔核和倚核的前脑内侧束纤维；以及来自杏仁核的终纹纤维。刺激猫的背内侧核，可产生假怒反应。

3. 下丘脑背侧区 dorsal hypothalamic region 是下丘脑与丘脑的移行区，位于背内侧核的背外侧，其外侧与底丘脑的未定带相邻。此区含小细胞，富含髓纤维，这些纤维多上至丘脑；其下行投射经室周系统和背侧纵束，至导水管周围灰质、脑干脑神经核、网状结构，以及脊髓的植物神经节前神经元。

4. 漏斗核 infundibular nucleus 相当于哺乳动物的弓状核 arcuate nucleus(图 5-169)，位于结节区的室周带内，垂体柄的后上方，近漏斗隐窝入口的第二脑室最腹侧，并向前延伸至正中隆起，核团大部分环绕漏斗基底部。此核由腹内侧核的下方，向后延伸至乳头体前区。漏斗核区的室管膜下没有胶质纤维，而下丘脑其余部分均有此种纤维。此核的细胞小而密集，着色较深，多为单极或双极神经元，有的细胞与室管膜的长突细胞或伸展细胞相似。其中部分细胞有发达的内质网和高电子密度的小囊泡，表明其有活跃的合成与分泌功能。漏斗核细胞的轴突，主要参与组成结节漏斗束 tuberoinfundibular tract，止于正中隆起区垂体门脉的一级毛细血管网。在此，膨大的轴突末梢紧贴于毛细血管基膜上。至少有些细胞是多巴胺能神经

元，其轴突至正中隆起、视前内侧区、交叉上核、腹内侧核及室旁核等。漏斗核传入纤维来自视前内侧区、交叉上核、室周核群，以及下丘脑前区；来自前脑的下托、嗅结节、隔核及杏仁核；来自中脑导水管周围灰质。漏斗核与腹内侧核、背内侧核、以及视前区的小细胞神经内分泌细胞 parvocellular neuroendocrine cells，分泌释放激素或释放抑制激素。

5. 结节核 tuberal nucleus 在结节区的外侧带中，常突出于灰结节表面，呈每侧 2~3 个球形小核团。每个结节核周围有一浅色带，故易于辨认。结节核细胞深染，胞核小而偏居一侧。年青者核仁清楚，老者核仁不清楚，胞核着色更深，且偏居胞质的边角处，胞质内脂褐质增多。结节核是灵长类特有的核。

(五) 乳头区的核团

1. 乳头体 mammillary body 人乳头体是一对明显的球形核团，外周包被着有髓纤维的被囊。乳头体可分为三个核，即内侧核、中间核及外侧核。①乳头体内侧核 medial mammillary nucleus 大，呈球形，含小而淡染的细胞；②乳头体中间核 intermediate mammillary nucleus，夹在乳头体内、外侧核之间，为一长卵圆形小核团，细胞着色较深，胞体呈三角形，轴突长，颇似运动神经元；③乳头体外侧核 (lateral mammillary nucleus) 居乳头体最外侧，穹窿纤维进入此核，体积较内侧核小而细胞较内侧核者大；这些大细胞可能来自下丘脑后区。乳头体传入纤维至少有三路(图 5-171, 172)：①来自下托和海马的穹窿纤维，自乳头体上方进入被囊外侧部；②来自中脑被盖背侧和腹侧核，以及脚间核的纤维，经乳头脚上行，其中被盖背侧核主要止于乳头体外侧核，被盖腹侧核止于内侧核；③来自隔核和斜角带核的纤维。乳头体传出纤维形成乳头束(principal mammillary tract)由被囊内侧部上行，随即分为两束：①乳头丘脑束 mammillothalamic tract，向上至丘脑前核群；②乳头被盖束 mammillotegmental tract，下行至中脑的腹侧和背侧被盖核。

2. 下丘脑后区 posterior hypothalamic region 为乳头区内侧带一个相当大的区。由乳头体背侧伸向其前方，上界为下丘脑沟，与丘脑的中线核群相接；向前进入结节区，与腹内侧核和背内侧核毗邻；向后伸抵中脑导水管周围灰质。在靠近乳头体背侧而，一些细胞混杂于乳头上交叉的纤维中间，称乳头体上核 supramammillary nucleus。后区主要是密集的小型细胞，其间散布着相当数量的大型细胞。大细胞深染，胞核偏位，尼氏体分布在胞质周边，与下丘脑外侧区的大细胞相似。下丘脑后区传入纤维来自嗅结节、隔核、海马、下丘脑背内侧核、正中隆起、中脑导水管周围灰质、被盖背侧核等。下丘脑后区的传出纤维下行至中脑导水管周围灰质、中缝核群、蓝斑、孤束核、以及脊髓(图 5-166~172)。

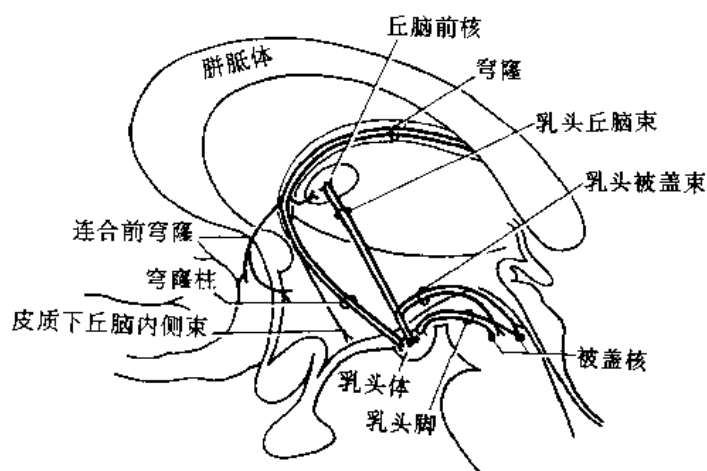


图 5-171 乳头体的纤维联系(引自张培林, 1987)

核、正中隆起、中脑导水管周围灰质、被盖背侧核等。下丘脑后区的传出纤维下行至中脑导水管周围灰质、中缝核群、蓝斑、孤束核、以及脊髓(图 5-166~172)。

(六) 下丘脑外侧区

下丘脑外侧区 lateral hypothalamic region 位于外侧带，包括视上区、结节区及乳头区的外侧部。其前端续于视前外侧区，后端接中脑被盖，外侧与内囊及底丘脑毗邻，内侧以穹窿和乳头丘脑束与内侧带分界。外侧区

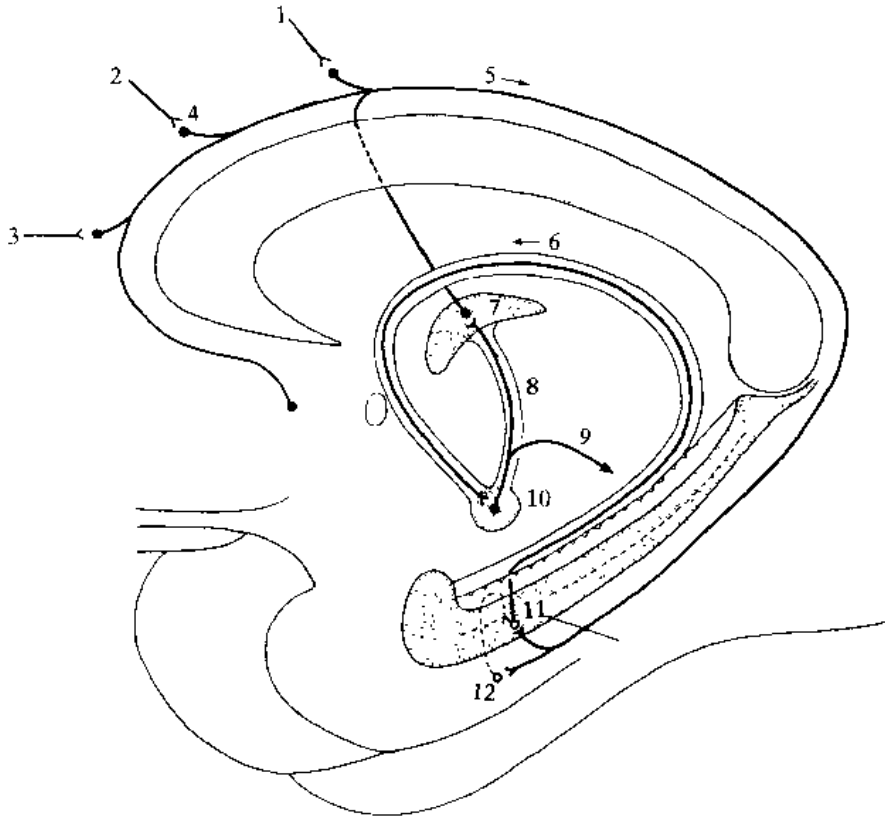


图 5-172 Papez 回路(引自 R. Nieuwenhuys 等,1978)

1. 大脑皮质 6、8 区 2. 大脑皮质 9 区 3. 大脑皮质 10、11 区 4. 大脑皮质 24 区 5. 扣带 6. 穹窿
7. 丘脑前核 8. 乳头丘脑束 9. 乳头被盖束 10. 乳头体 11. 下托 12. 大脑皮质 28 区

在结节区最宽，其前后段较窄。前脑内侧束松散地纵贯此区，其纤维之间混杂着形态大小不一的细胞，多为中、小型细胞。人的外侧区还有些大而深染的细胞。前脑内侧束的一些纤维止于此区细胞，而后者的轴突又多加入前脑内侧束上、下行。因此，外侧区可以看作是下丘脑与其它脑区的中继站。外侧区接受上白前额皮质内侧区、嗅结节、隔区、及倚核的下行纤维，还接受自孤束核、臂旁核、中缝核及中脑被盖的上行纤维。外侧区传出纤维上达杏仁核、隔核及缰核；下至中脑被盖、蓝斑、臂旁核以及脊髓。

概括起来，按细胞大小分为三类：有小型细胞的下丘脑核团包括视前区的核、漏斗核、背内侧核、下丘脑前区和室周核。中型细胞核团有腹内侧核、结节核和乳头体核。大型细胞者有视上核、室旁核、下丘脑背侧区和后区。按功能分，下丘脑神经元可分为神经内分泌细胞及非神经内分泌细胞两大类。与摄食、体温、昼夜节律等有关神经元，均属非神经内分泌细胞。神经内分泌细胞依形态又分大细胞者和小细胞者。大细胞神经内分泌细胞位于视上核和室旁核，主要分泌垂体后叶激素(加压素和催产素)。小细胞神经内分泌细胞位于漏斗核、视前区、腹内侧核和背内侧核，它们分泌各种释放激素或释放抑制激素，调节垂体前叶的内分泌活动。

三、下丘脑的纤维联系

下丘脑联系(图 5 173,176,177)广泛，其传入和传出纤维，有的组成明显的纤维束，有的则行程散漫。下丘脑各个核团的纤维联系已经叙及，这里着重介绍下丘脑内的大纤维束和下丘脑的外部联系。

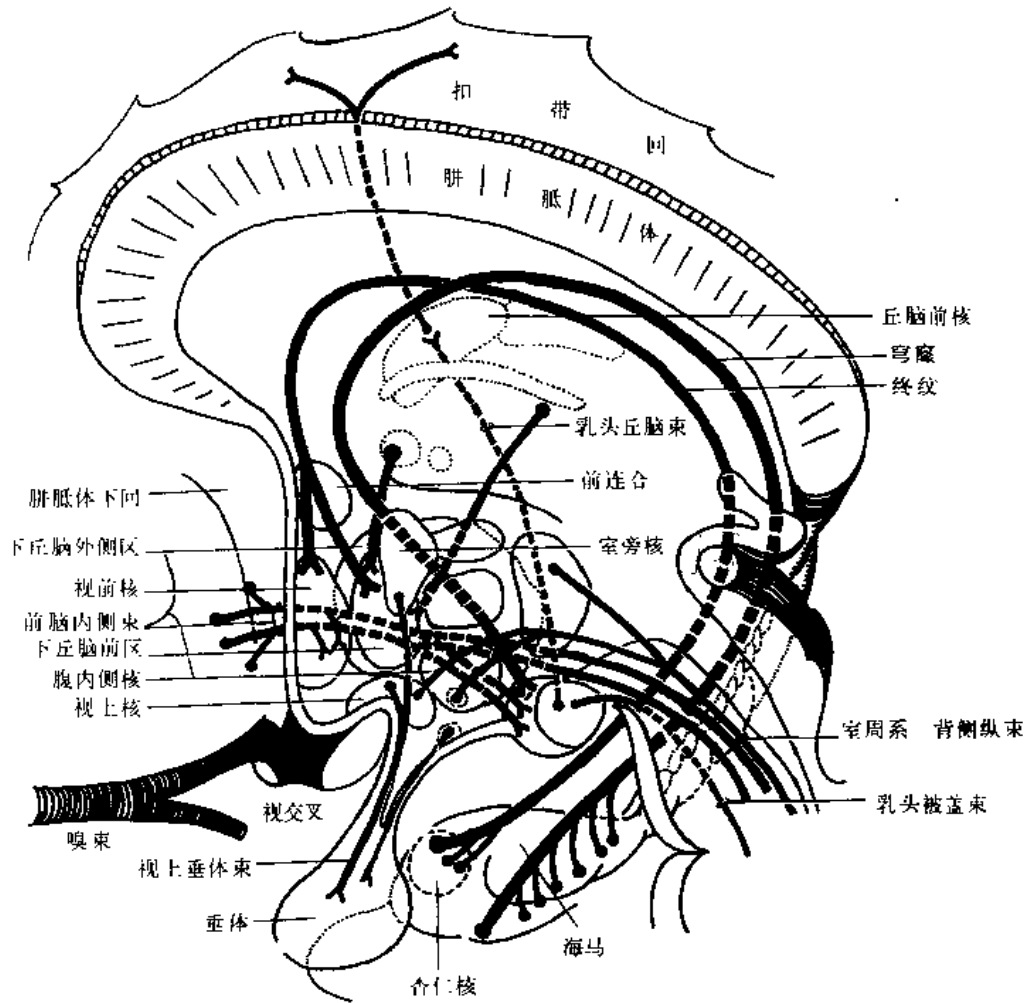


图 5-173 下丘脑纤维联系图

(一) 前脑内侧束

前脑内侧束 medial forebrain bundle (图 5-174, 175) 为一边界弥散的纤维束, 纤维纵贯端脑基底部、下丘脑外侧区及脑干。其前端约在前连合水平, 后端消失于中脑被盖。主要由细髓与无髓纤维组成, 既有上行纤维, 又有下行纤维。前脑内侧束包括:

1. 起自嗅脑、边缘叶及纹状体, 至下丘脑的纤维。如①自嗅前核和嗅结节的嗅下丘脑束; ②自隔区和海马的隔下丘脑束; ③自梨状皮质的皮质下丘脑外侧束; ④起自眶额皮质的纤维; ⑤起自尾状核、壳和倚核的纹状下丘脑束。
2. 下丘脑各核间的相互联系纤维。
3. 上行纤维包括起自中脑被盖核, 导水管周围灰质、以及网状结构的纤维。

(二) 穹窿

穹窿 fornix (图 5-178, 179) 主要起自下托和海马, 隔区也有纤维加入。在下丘脑内, 穹窿行于内、外侧带之间, 向后下至乳头体。人的穹窿特别发达。在前连合上方, 穹窿分为大小两股。大股行于前连合后方, 称连合后穹窿 postcommissural fornix, 进入下丘脑后改称穹窿柱 column of fornix。除主要终止于乳头体外, 还分出一股纤维(皮质下丘脑内侧束)下至腹内侧核及其附近; 一股纤维向后上至丘脑前核群; 一小部纤维向尾侧, 经乳头上交叉和乳头脚至中脑。小股称连合前穹窿 precommissural fornix, 于前连合前方进入视前区、外侧区及隔核, 此

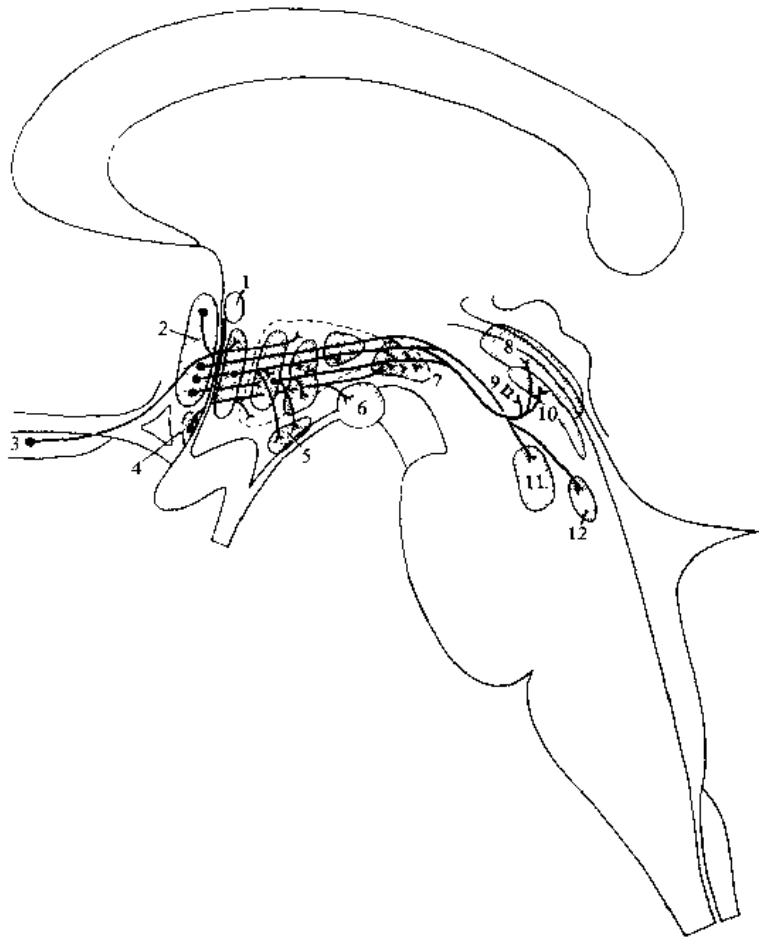


图 5-174 基底前脑的下行联系(前脑内侧束)

1. 前连合 2. 隔核 3. 嗅脑皮质 4. 斜角带回 5. 漏斗核 6. 乳头体 7. 腹侧被盖区 8. 导水管周围灰质 9. 中脑网状结构 10. 中缝背核 11. 中央上核 12. 蓝斑

(引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

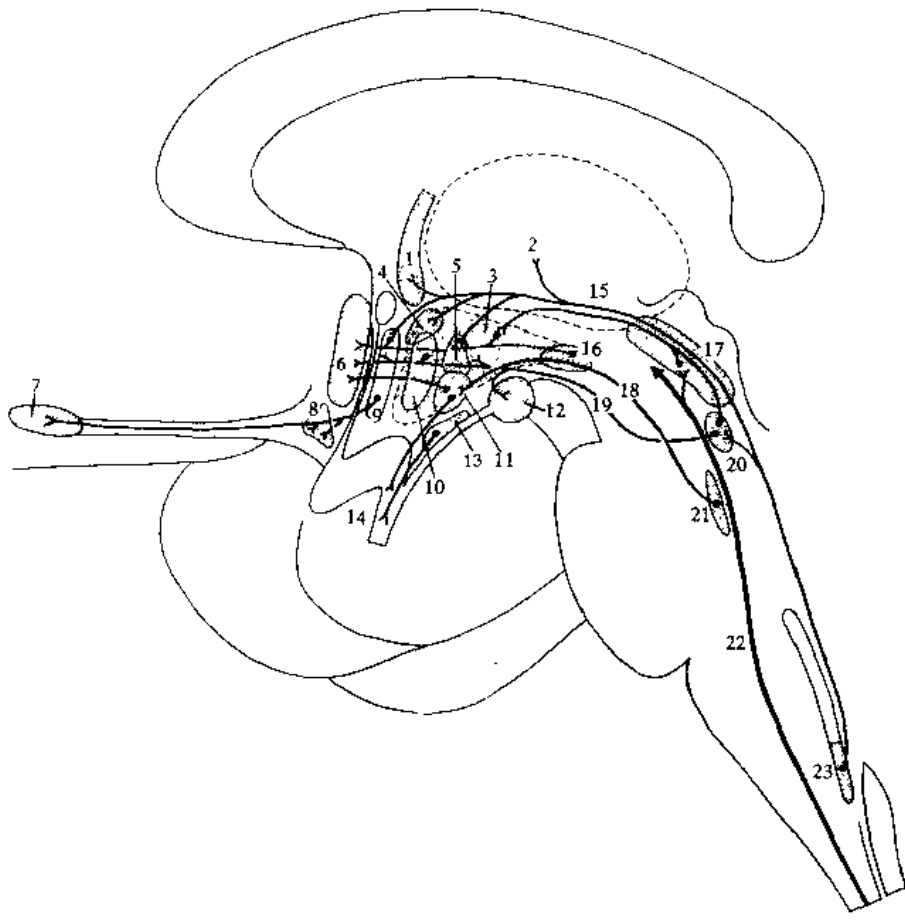


图 5-175 基底前脑的上行联系

1. 终纹床核 2. 室周核群 3. 下丘脑外侧区 4. 室旁核 5. 背内侧核 6. 隔核 7. 嗅球 8. 嗅结节和前嗅核 9. 视前核 10. 下丘脑前核 11. 腹内侧核 12. 乳头体外侧核 13. 漏斗核 14. 漏斗 15. 背侧纵束 16. 腹侧被盖区 17. 导水管周围灰质 18. 前脑内侧束 19. 乳头体脚 20. 被盖背侧核 21. 外侧丘系核 22. 前外侧束 23. 孤束核尾侧部

(引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

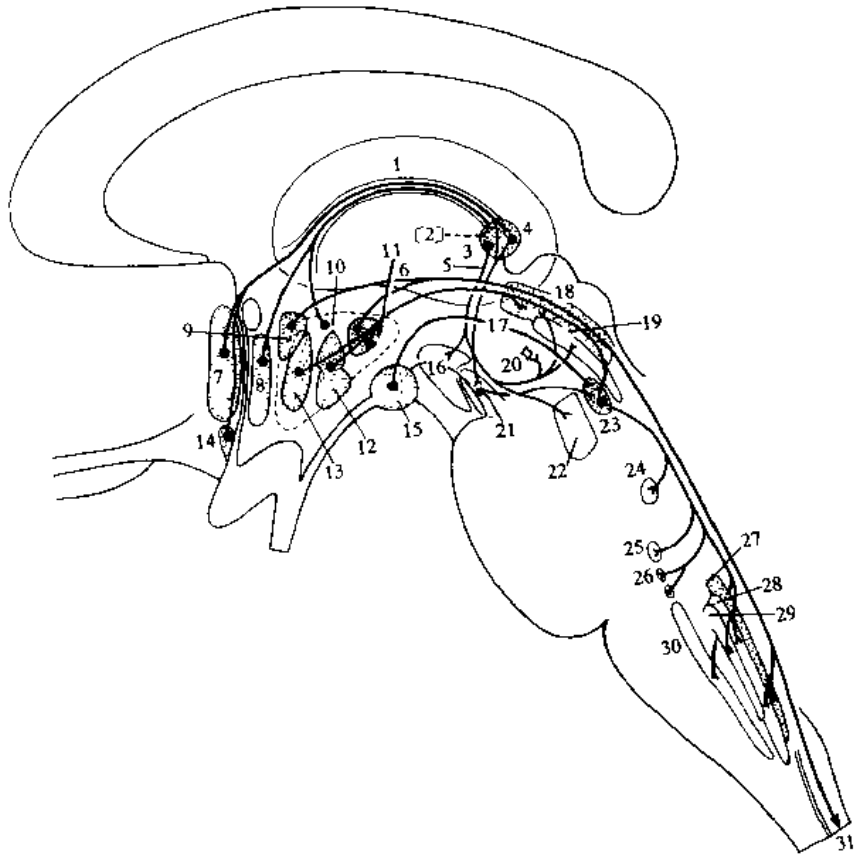


图 5-176 基底前脑的下行联系(前脑内侧束以外的下行纤维束)

1. 丘脑髓纹 2. 苍白球 3. 纒外侧核 4. 纒内侧核 5. 纒核脚间束 6. 背侧纵束 7. 隔内侧核 8. 视前核 9. 室旁核 10. 下丘脑外侧区 11. 下丘脑后核 12. 背内侧核和腹内侧核 13. 下丘脑前核 14. 斜角带回 15. 乳头体 16. 黑质致密部 17. 乳头被盖束 18. 导水管周围灰质 19. 中缝背核 20. 中脑网状结构 21. 脚间核 22. 中央上核 23. 披盖背侧核 24. 三叉神经运动核 25. 面神经核 26. 上、下涎腺核 27. 孤束核 28. 迷走神经背核 29. 舌下神经核 30. 疑核 31. 脊髓中间外侧核(胸髓) (引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

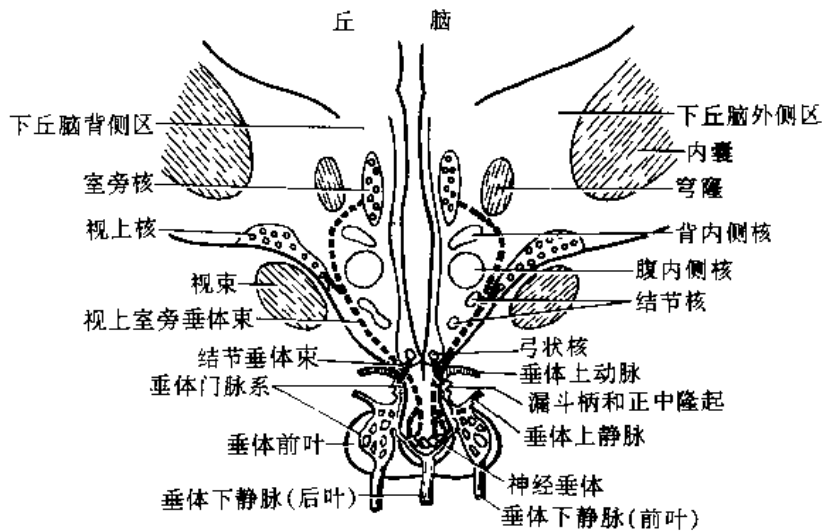


图 5-177 下丘脑的传出纤维示意图

(引自许绍芬等, 1990)

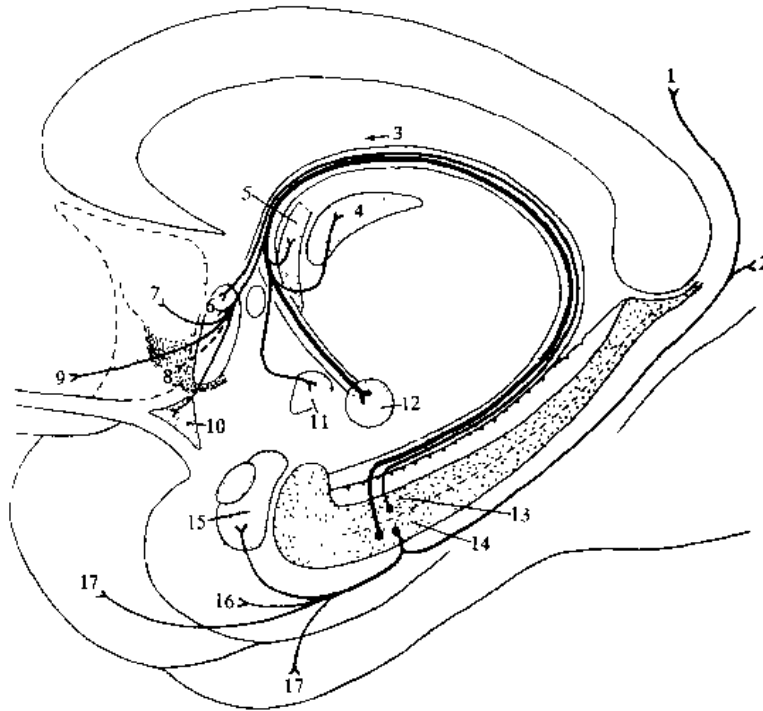


图 5-178 海马的传出纤维

1. 扣带回 2. 压后皮质 3. 穹窿 4. 丘脑前核 5. 终纹床核 6. 隔外侧核 7. 额叶内侧面皮质 8. 倚核
9. 直回 10. 前嗅核 11. 下丘脑腹内侧核 12. 乳头体 13. 海马 14. 下托 15. 杏仁复合体
16. 内嗅皮质 17. 额叶皮质 (引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

股也有少量纤维至乳头体和丘脑前核群。

(三) 杏仁下丘脑纤维

起自杏仁核各亚核的纤维(图 5-180, 181), 分两路行进, 一路经终纹 terminal stria, 在尾状核与丘脑背外侧方之间弯行, 在入下丘脑时已分散为细小的纤维束。终纹在前连合部位也分为前、后两股。两股均有部分纤维止于穹窿柱外侧的终纹床核 bed nucleus of stria terminalis, 由此中继后进入下丘脑。其余纤维至隔核、视前内侧区、下丘脑前区及腹内侧核。另一路经杏仁腹侧通路 ventral amygdaloid pathway, 其弥散纤维自梨状皮质和杏仁基外侧核发出, 与前脑内侧束伴行, 经过豆状核下方, 通过前穿质到达下丘脑。

(四) 乳头脚

乳头脚 mammillary peduncle(图 5-171)为一小而清晰的纤维束, 主要发自中脑被盖背侧和腹侧核, 在脚间核两侧, 纤维汇集成束, 经腹侧被盖区上行, 再呈直角折行向前进入乳头体。其中部分纤维加入前脑内侧束。乳头脚纤维也止于下丘脑后区及腹内侧核。

(五) 下丘脑的连合纤维

下丘脑同侧核团之间的联系纤维参加前脑内侧束。两侧下丘脑之间的连合纤维(图 5-182)有乳头上交叉和视上交叉。

1. 乳头上交叉 supramammillary decussation 位于乳头体上方, 下丘脑后区与 Forel 被盖腹侧交叉之间, 由来源各异的几部分纤维在此交叉而成。包括前脑内侧束和穹窿的越边纤维; 连接底丘脑核与红核的越边纤维; 还有起自中脑腹侧被盖核的越边纤维。

2. 视上交叉 supraoptic decussation 位于视交叉上方, 又可分为三部分:

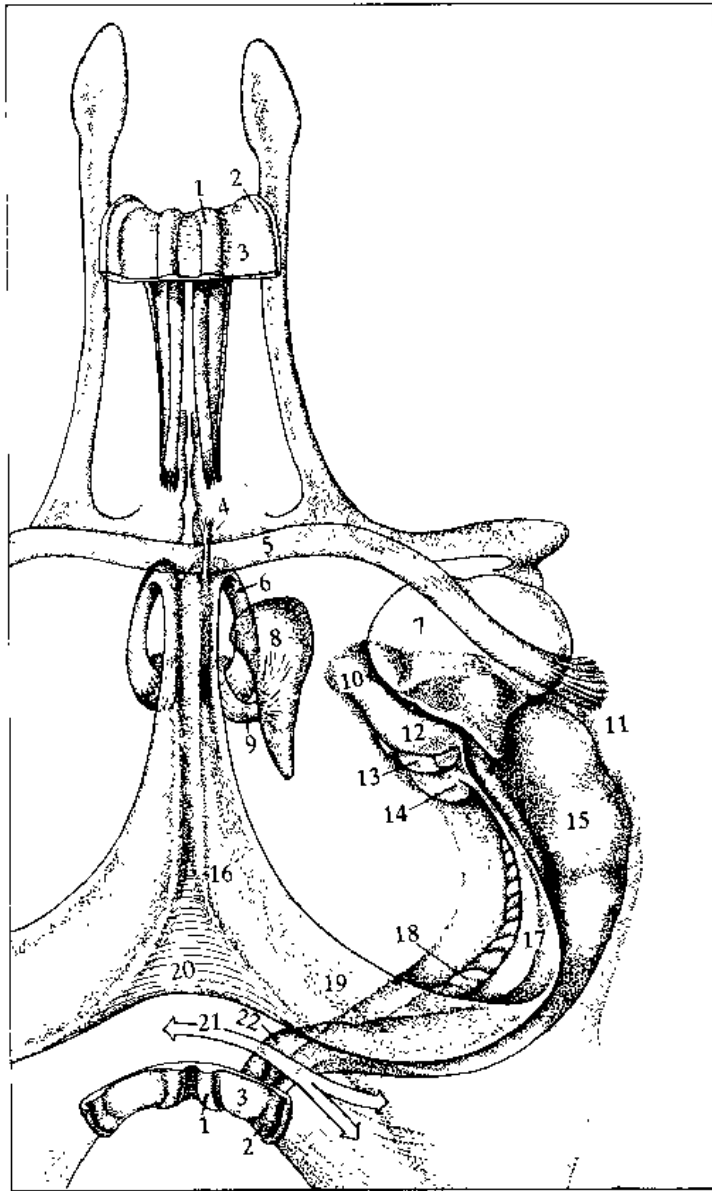


图 5-179 与多数周围结构隔
离的边缘结构上面观

- 1. 内侧纵纹 2. 外侧纵纹 3. 灰被原基
- 4. 连合前穹窿 5. 前连合 6. 穹窿柱
- 7. 杏仁复合体 8. 丘脑前核 9. 乳头丘脑束
- 10. 下托 11. 侧脑室, 下角
- 12. 海马(钩回) 13. limbic Giac
- 14. 海马(边缘内回) 15. 海马(海马趾)
- 16. 穹窿体 17. 海马伞 18. 齿状回
- 19. 穹窿脚 20. 穹窿连合
- 21. 胼胝体的位置 22. 束状回(gyrus fasciolaris)

(引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

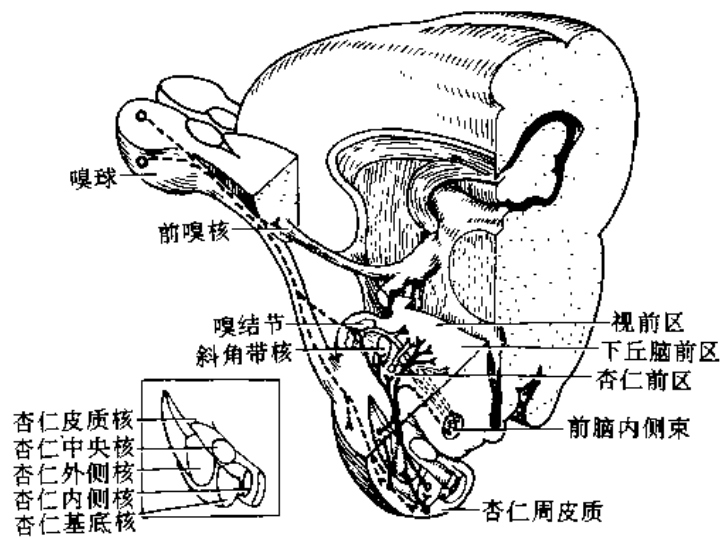


图 5-180 杏仁腹侧传出通路

(引自唐竹吾, 1986)

(1) 下丘脑前交叉 anterior hypothalamic decussation: 又称 Ganser 连合, 位置最靠前, 连合纤维起自红核前区, 弓形跨过穹窿柱, 在第三脑室的腹侧越过中线, 散入视前区和下丘脑前区。此交叉可能联系两侧的下丘脑与底丘脑。

(2) 视上背侧交叉 dorsal supraoptic decussation: 又称 Meynert 连合, 为横行于视交叉后方的一束独立纤维束, 可能连接两侧的苍白球等。

(3) 视上腹侧交叉 ventral supraoptic decussation: 又称 Gudden 连合, 此束纤维紧贴视交叉的背侧, 与视纤维混杂, 可追踪至内侧膝状体及顶盖。

此外, 已经叙述过的下丘脑纤维还有: (1) 乳头主束, (2) 室周系统, (3) 皮质下丘脑束, (4) 网状下丘脑束, 以及 (5) 丘脑下丘脑束等。关于下丘脑与垂体的联系, 包括视上垂体束和结节漏斗束, 请参见内分泌器篇。

四、下丘脑的功能

下丘脑是大脑皮质下植物性神经的高级中枢, 是脑内维持体内环境稳定的最重要部位之一, 是控制内分泌机能活动的重要部位。下丘脑与边缘系统和脑干网状结构关系密切。下丘脑的功能是多方面的, 这里着重阐述其对摄食行为、水平衡、体温、情绪反应、昼夜节律、以及其它功能的调节。下丘脑分泌的神经激素, 调控着垂体的内分泌活动(图 5-183)。

在下丘脑内, 不仅存在着 20 种以上肽能神经元, 而且存在着乙酰胆碱能、单胺能、以及

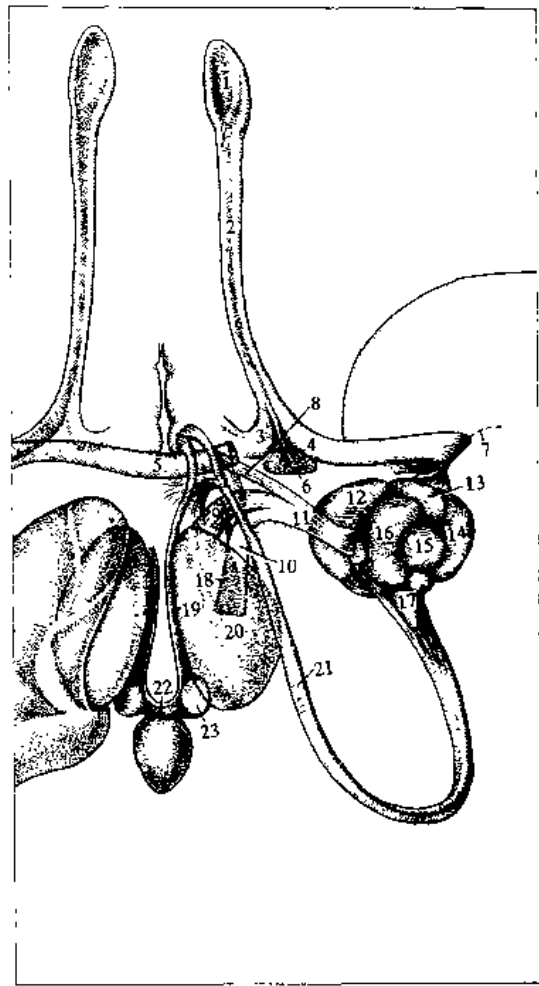


图 5-181 与多数周围结构隔离开的嗅脑结构上面观。断折线指示岛阈及其围绕颞叶“门”的延续
 1. 嗅球 2. 嗅束 3. 内侧嗅纹 4. 外侧嗅纹 5. 前连合 6. 嗅结节 7. 岛阈 8. 斜角带 9. 丘脑下脚
 10. 前脑内侧束 11. 杏仁腹侧传出纤维 12~17. 杏仁复合体(12. 皮质核 13. 前核 14. 外侧核 15. 中央核 16. 内侧核 17. 副基底核) 18. 下丘脑外侧区
 19. 丘脑髓纹 20. 丘脑内侧核 21. 终纹
 22. 纒连合 23. 纒核
 (引自 Nieuwenhuys 等, 1978)

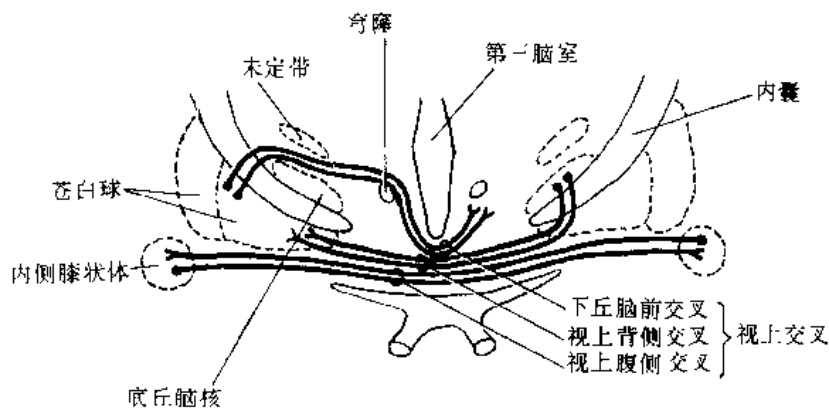


图 5 182 下丘脑交叉纤维示意图

氨基酸能神经元。过去，对于下丘脑神经内分泌产物的释放途径和部位，只知道下丘脑垂体束(视上垂体束和室旁垂体束)至垂体后叶，以及通过结节垂体束至垂体门脉毛细血管，间接调控垂体前叶。近年来许多研究证明，下丘脑神经内分泌细胞不仅调控垂体的内分泌活动，还

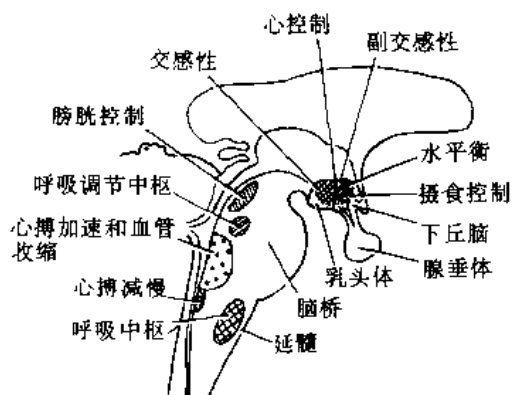


图 5-183 脑干和下丘脑的植物神经活动控制区图

(引自 A. C. Guyton, 1987)

投射至脑的其它部位；不仅通过一种途径调节垂体前叶活动，而且还可能存在着第二种释放途径，即神经激素首先释放进入第三脑室的脑脊液，由正中隆起的室管膜伸展细胞吸收，再经此细胞的细长基突，运输至垂体门脉。下丘脑对垂体前叶的控制不仅有经门脉的途径，还有神经纤维的控制。

(一) 摄食行为调节

摄食保持能量平衡，是维持内环境稳定的重要条件之一。一系列的摄食活动，如空腹感的发生、食物与非食物的识别、为获取食物的努力、摄食后的满足等，都必须有以下丘脑为中心的复杂的神经回路参与。下丘脑内存在着两个调节摄食活动的区域。

下丘脑外侧区是所谓的摄食中枢 feeding center，电刺激此区使动物多食，损毁此区则动物拒食。腹内侧核是所谓的饱中枢 satiety center，电刺激此核动物拒食，损毁此核则动物贪食导致肥胖。摄食中枢中含葡萄糖敏感神经元 glucose sensitive neuron；饱中枢内含葡萄糖受体神经元 glucose receptor neuron。静脉注入葡萄糖溶液后，前者的放电频率降低，后者的放电频率增高。在各种神经递质当中，去甲肾上腺素是最重要的摄食行为调节物质，其效应是通过 α 受体起作用的。下丘脑外侧区和腹内侧核之间，对摄食行为有相互拮抗的作用。但是，破坏下丘脑外侧区和腹内侧核后，经过相当一段时间，动物的摄食活动逐渐恢复，提示脑内其它区域也参与摄食调节，这可能包括大脑皮质、杏仁核、低位脑干、以及锥体外系等复杂的神经回路。

(二) 水平衡调节

下丘脑对水平衡的调节，包括控制饮水和排水两个方面。一般认为，控制饮水的渴中枢 thirst center 位于下丘脑外侧区，邻近摄食中枢，刺激此区可引起饮水行为。另一方面，视上核和室旁核通过抗利尿激素(即加压素)，控制着肾脏排水功能。动物进行性缺水时，视上核细胞放电频率不断递增，并且与血浆渗透压的逐步升高相平行。视上核神经内分泌细胞周围，存在着渗透压感受器，通过突触联系将信息传给神经内分泌细胞，乙酰胆碱在其中起着重要作用。有人指出，血管紧张素 II 也与渴饮有关；穹窿下器 subfornical organ 是其感受器，然后穹窿下器又联系终板血管器，这种联系是通过胆碱能神经元实现的。

(三) 体温调节

在控制体温方面，下丘脑起着极为重要的作用。视前区和下丘脑前部是中枢温度感受器的主要部位，刺激该部位，动物皮肤血管扩张，出汗增加，散热加强，体温下降。下丘脑后部，乳头体的背外侧部，是外周和中枢温度感受器的信息整合部位。关于下丘脑体温调节的神经回路，目前正在研究中。5-羟色胺和去甲肾上腺素在视前区和下丘脑前部，可能控制着这里的胆碱能产热通路；5-羟色胺使之兴奋，而去甲肾上腺素使之抑制。下丘脑对体温的控制调节，可比喻为自动控制的恒温装置，这就是生理学上体温调控的调定点学说(set point theory)。

(四) 情绪反应

下丘脑参与发动伴随情绪活动而出现的植物性活动、躯体活动及内分泌活动，与情绪反应有十分密切的关系(图 5-184)

1. 发怒(rage)时,最有代表性的是攻击行为 aggression。间脑下部的腹后侧区是“假怒”(sham rage)出现的必要部位。电刺激下丘脑穹窿周围部位、腹内侧核等处,假怒反应十分明显。除下丘脑外,刺激杏仁复合体、中脑导水管周围灰质,也能引起发怒。显然发怒涉及下丘脑、边缘系统、额前皮质等许多部位。

2. 防御反应 defence reaction 与循环系统的变化密切相关。刺激下丘脑前内侧,近中线两旁的腹内侧区,可出现心率加快、血压上升、骨骼肌血管扩张及血流量增加;皮肤和小肠血管收缩及血流量减少,这些都是应激状态下的防御反应,属交感神经兴奋的表现。下丘脑以两种方式调节植物神经系统。一方面,下丘脑神经元投射至脑干和脊髓内的神经核,进而再作用于植物神经的节前神经元;另一方面,下丘脑神经内分泌细胞,释放影响植物神经活动的各种激素。但是,许多植物神经活动并不需要下丘脑的持续监控。实际上,在脑桥上方横断脑干,心血管活动和呼吸运动仍无明显异常。这时主要靠孤束核等协调这些植物神经活动(图 5-185)。

3. 奖赏和惩罚。将电极埋藏在猴的下丘脑外侧区及前脑内侧束,动物情愿按动电键,持

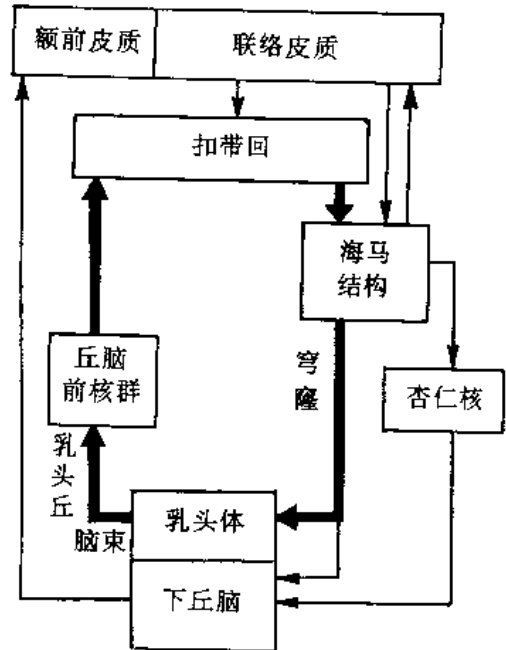


图 5-184 提议的情绪回路。粗线回路是 Papez 回路。细线回路是晚近提出的回路。穹窿投射至乳头体及其它下丘脑区,下丘脑投射至额前皮质。此图显示出杏仁核与边缘系结构的联系,海马结构与联络皮质之间的交互联系。海马结构包括海马及其周围结构,如内嗅皮质及下托复合体(引自 E. R. Kandel, 1985)

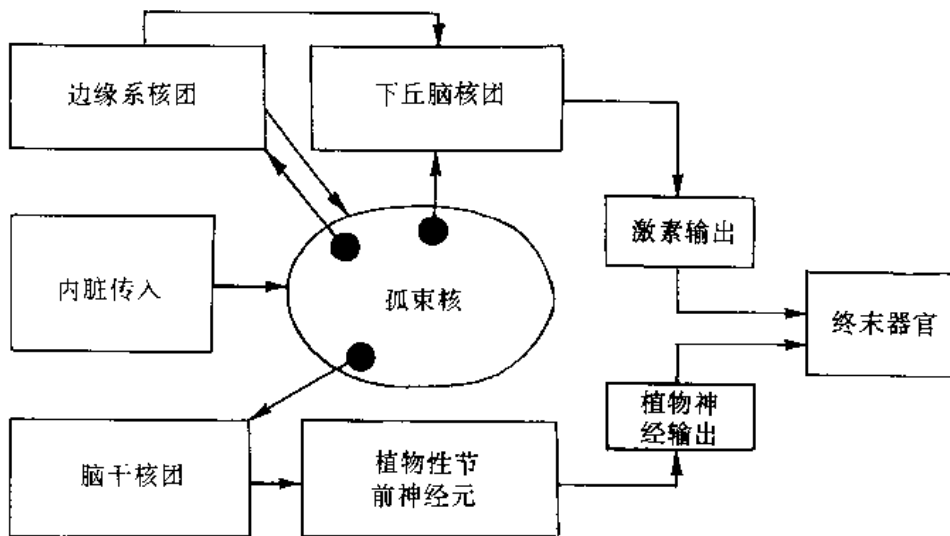


图 5-185 自主神经活动的中枢调节

(引自 Loewy 和 Spyer, 1990)

续不断地自我刺激，提示动物的自身满足和愉快，人们称此区为“奖赏中枢”reward center。如果将电极埋藏在下丘脑穹窿周围区，则动物因感到痛苦和厌恶而不再行自我刺激。人们称此区为“惩罚中枢”punishment center。Le Doux 等(1989)认为(图 5-184)，在情绪反应中，下丘脑对运动反应和内分泌变化，起整合作用。而端脑的作用在于压制由无关紧要刺激引起的情绪反应；同时在对外环境起反应过程中，端脑允许适宜的植物性和内分泌性情绪反应得以表达，使下丘脑与外界联系在一起。目前认为，在情绪机制方面，乳头体和丘脑前核群并不重要，它们似乎与记忆储存机制关系更密切。另一方面，杏仁核在情绪机制中作用很重要，它将更高级的认知信息带给下丘脑。杏仁核不仅从包括海马在内的大脑皮质(主要是额前叶)得到信息，而且直接从丘脑得到传入纤维。Le Doux 认为，这种直达的丘脑传入信息可能介导短潜伏期的朴素情绪反应，为接受更复杂的情绪信息做好接受准备。

(五) 神经内分泌调节

详见内分泌器篇。

(六) 其它功能

1. 睡眠调节 刺激下丘脑后部如乳头体，能使动物觉醒；破坏下丘脑后区，则使动物久睡。与此相反，刺激视前区使动物入睡；破坏视前区，则动物长时期清醒不睡。因此有人认为，下丘脑前部与睡眠有关，后部与觉醒有关。一般认为，睡眠与觉醒周期的调节取决于两个对立系统之间的平衡。一方面，上行网织激动系统(ARAS)与大脑皮质去同步化活动和觉醒有关。另一方面，推测在脑干、丘脑、下丘脑、以及基底边缘结构 basal limbic structures，有一系列的“催眠区”hypnogenic zones，与大脑皮质同步化活动和睡眠有关；其中丘脑与下丘脑相关区占主导地位，脑干各区处于从属地位。对于快眼动睡眠(深睡)的产生，富含去甲肾上腺素能神经元和乙酰胆碱能神经元的蓝斑很重要。而睡眠—觉醒昼夜节律的维持与下丘脑前部有关。与此相关的是上述催眠区内 5-HT 浓度的变化。

2. 性行为 刺激大鼠、猫、猴的视前内侧区，雄性或雌性动物均会出现性行为。破坏该部位，则动物表现对异性的冷漠、性行为的丧失等。因此视前内侧区被认为是促进性行为的部位。视前内侧区存在着对性激素敏感的神经元，此区接受前脑内侧束和嗅觉径路的传入纤维。有人认为，其中的胆碱能纤维可能与性兴奋有关，而单胺能纤维可能与性抑制有关。但是，性行为活动必须依靠下丘脑与边缘系统的交互联系来调控。

3. 感觉功能 下丘脑也接收各种伤害性或非伤害性刺激的传入信息。在痛与镇痛的研究中，已证实视前区、视上核、下丘脑外侧区、下丘脑室周区，以及漏斗核等，均在痛与镇痛中起一定作用。

下丘脑损伤引起的症状最常见者有：尿崩症(损伤视上核或垂体柄)，体温调节紊乱(在伤及下丘脑前区时，常出现手术后高热)，血管运动障碍，睡眠紊乱，肥胖性生殖无能症(结节核区或腹内侧核损伤)，以及消化管出血或溃疡形成(在胃溃疡发病机制中下丘脑起重要作用)。再有就是 Horner 综合征及情感改变。由于下丘脑体积小及其位置关系，下丘脑的损伤常伴有相邻其它结构的损伤，尤其是视束、视交叉和垂体。

(杨天祝)

第二十七章 端 脑

端脑 telencephalon 由前脑泡演化而来,原位于间脑的嘴端。前脑泡在演化过程中,两侧高度发育,向外膨出,形成左、右大脑半球 cerebral hemisphere、遮盖着间脑和中脑,并把小脑推向后方(图 5-21A、B、C);前脑泡中间部极不发育,留在原位,演化成终板,一般归入间脑(图 5-21c)。因此,所谓端脑,通常仅指左、右大脑半球。大脑半球表面的灰质层,称大脑皮质 cerebral cortex;深部的白质又称髓质 medulla;埋在髓质中的灰质团块;因位于端脑基底部,取名基底节 basal ganglia;大脑半球内的腔隙,称侧脑室 lateral ventricle。

第一节 大脑半球的外形

由于大脑半球各部发育速度不均,发育慢的部分深陷成大脑沟 cerebral sulci,发育快的部分则隆起成大脑回 cerebral gyri(图 5-186, 187, 188)。胚胎第 6 个月时,大脑沟即以浅窝或浅沟的形式表现出来,第 7 个月时,主要的沟、回则基本构成。不过,左、右半球之间并不完全对称,而且不同的个体之间也有差异。

两侧大脑半球间的矢状裂隙,称大脑纵裂 cerebral longitudinal fissure,两半球后部与小脑上面之间的横位裂隙,称大脑横裂 cerebral transverse fissure,上述二裂出现于胚胎第 5 周。

半球的前端称额极 frontal pole,后端称枕极 occipital pole,半球外侧下部,约在前、中 1/3 交界处,向前外更行隆起、称颞极 temporal pole 每侧半球可分三个面,即上外侧面 superolateral surface,内侧面 medial surface 和下面 inferior surface。上外侧面宽广凸隆;内侧面较平,隔大脑镰两侧紧密相贴;下面高低不平,前部与额骨眶板紧邻,取名眶面,后部隔小脑幕与小脑上面相邻,叫小脑幕面。上外侧面与内侧面交界处称上缘 superior margin,下面与上外侧面交界处称下外侧缘 inferolateral margin,自枕极沿下外侧缘水平向前约 4cm 处有一不明显的切迹,叫枕前切迹 preoccipital notch,颞极前有一凹陷,叫大脑外侧窝 lateral cerebral fossa。下面与内侧面界线不规则,可分前后两部:前部位于内侧面与眶面之间,叫内眶缘 medial orbital margin,后部位于内侧面与小脑幕面之间,称内枕缘 medial occipital margin。



图 5-186 脑标本底面观

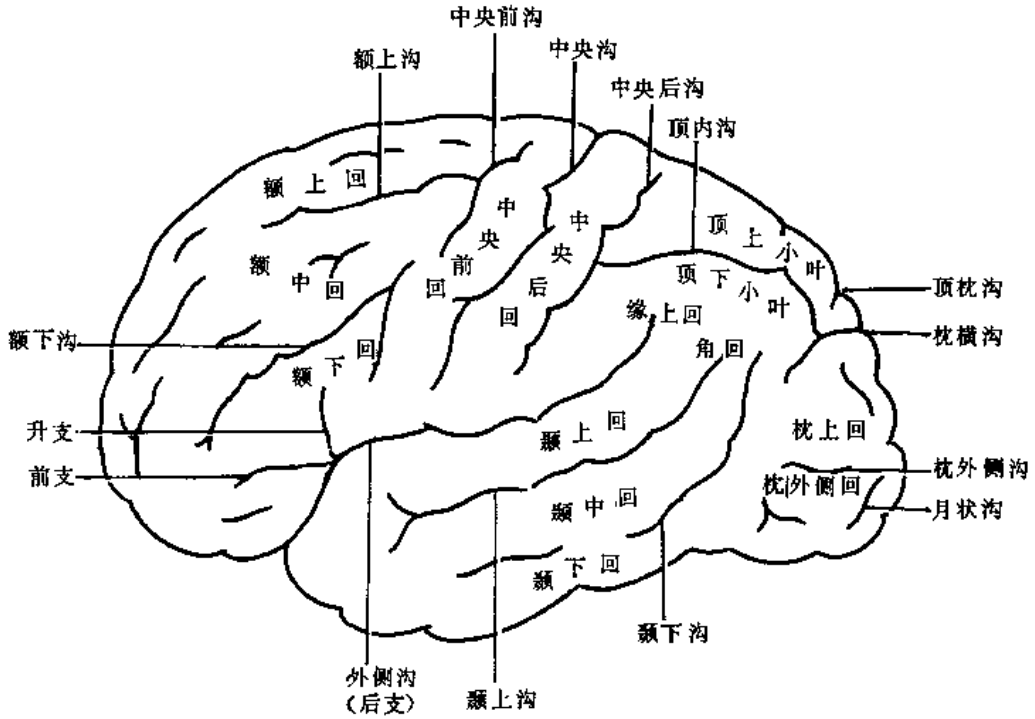


图 5-187 大脑半球上外侧面沟、回示意图

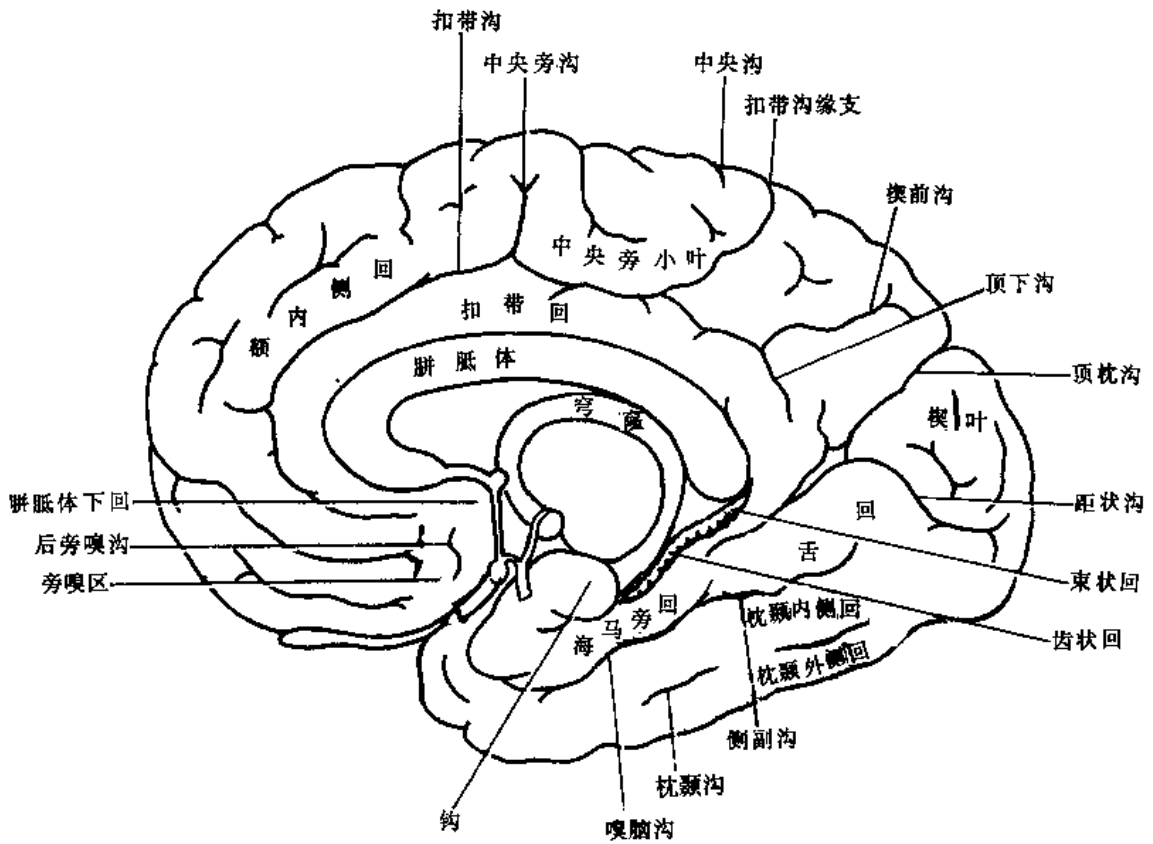


图 5-188 大脑半球内侧面沟回示意图

一、主要的沟及分叶

(一) 外侧沟

外侧沟 lateral sulcus 是半球最深、最明显的沟。位于半球上外侧面的中部，起自下面前穿质的外侧，经颞极前方大脑外侧窝处，绕至上外侧面，向后上方行进不远，即分为短的前支 anterior ramus 升支 ascending ramus 和长的后支 posterior ramus。外侧沟的位置与蝶骨小翼后缘的方向一致。其分支点与颅骨表面的翼点一致。前支由此点水平向前约 10mm 即转入额下回；升支由此点垂直上升约 10mm 也进入额下回；后支是外侧沟本干的直接延续，行向后上方，终于缘上回。外侧沟的深部，埋有三角形的岛叶。

(二) 中央沟

中央沟 central sulcus 斜跨半球上外侧面的中部。上端起自上缘中点的稍后方，并延伸到半球的内侧面扣带沟边缘支的前方。中央沟与上缘约成 72° 角斜向前下方，止于外侧沟后支起点上方约 2.5cm 处。中央沟有上下两个膝状弯曲。上膝位于上、中 1/3 交界处，凸向后；下膝位于中、下 1/3 交界处，凸向前。下膝不如上膝明显。

(三) 顶枕沟

顶枕沟 parieto occipital sulcus 位于半球内侧面的后部，自后上斜向前下。上端约在中央沟上端与枕极的中点之间，越过半球上缘延至半球上外侧面 10mm 处。下端在距状沟前、中 1/3 交界处与之成锐角相交。二者有时不相交，其间有一过渡回。

(四) 距状沟

距状沟 calcarine sulcus 位于顶枕沟的下方，大致呈前后位。它常以二支始于枕极，先稍向前上方而后再稍向前下方行进，终于胼胝体压部的下方。距状沟以其与顶枕沟的交点分为前后两段，分别称为前距状沟和后距状沟。后距状沟的后端约有半数可转至上外侧面；前距状沟在进化上出现较早，位置、形态均很恒定，此段沟底皮质突入侧脑室后角的内侧壁，形成一隆起，称为禽距 calcar avis，也叫小海马。

(五) 扣带沟

扣带沟 cingulate sulcus 位于半球的内侧面。它始于胼胝体嘴的下方，并与之平行，向前上方绕过胼胝体膝，而后向后上方行进，末段折而向上，在中央沟上端的稍后方达到上缘，此沟末段折而向上的部分称缘支 marginal ramus。在缘支的前方，扣带沟尚发一升支，但较短，未达上缘，称中央旁沟 paracentral sulcus。扣带沟连贯者仅约半数。

(六) 侧副沟

侧副沟 collateral sulcus 位于半球的前小脑幕面。它始自枕极附近，向前常与嗅脑沟 rhinal sulcus 相接，终于颞极附近。侧副沟常分两段。后段位于距状沟的后下方，二者之间以舌回相隔；前段与嗅脑沟共同形成海马旁回的外侧界。嗅脑沟在人类颇平浅，但在进化上却极为古老。

大脑半球根据其位置关系分如下诸叶：额叶，位于中央沟以前，与额骨相邻；顶叶，位于中央沟与顶枕沟之间，与顶骨相邻；枕叶，位于顶枕沟之后，与枕骨相邻；颞叶，位于外侧沟以下，与颞骨相邻；岛叶，位于外侧沟的深部，于脑的表面通常不可见。此外，在半球内侧面，与脑干移行部分，称为边缘叶，也叫半球颈。

二、各叶的沟与回

(一) 额叶

额叶 frontal lobe 是半球最前面的部分,面积最大,约占半球表面的 1/3。它大致可分为上外侧面、内侧面和下面。其前方始自额极;外侧面的后界为中央沟,下界为外侧沟;在内侧面以扣带沟与扣带回分开;此面后方边界不明显,通常以中央沟上端向下至扣带沟的垂线界分顶叶和额叶。

额叶上外侧面:中央沟之前有与之平行的中央前沟 precentral sulcus。中央前沟常分为上、下两段,分别称为上中央前沟和下中央前沟。上中央前沟常越过半球上缘,而达中央旁小叶。中央沟与中央前沟之间是中央前回, precentral gyrus。因中央前沟常不连续,故此回也常断作二、三段。上端转入半球内侧面。

在中央前沟的前方,有额上沟和额下沟与之垂直发出,并水平前行。额上沟 superior frontal sulcus 位于上部,较恒定,绝大部分脑有此沟。多数起自中央前沟,少数从中央前沟的前方或后方起始。它常不连续,而断作二、三段。额下沟 inferior frontal sulcus 位于下部,不如额上沟恒定,出现率约为 80%(崔志谭等,1980)。此沟也可断作二、三段。此外,上外侧面与下面交界处,尚有额缘沟 frontomarginal sulcus,额上沟与额下沟之间前部有时有一额中沟 middle frontal sulcus。额缘沟前端常与额中沟前端在额极附近相连。

额上沟与额下沟将中央前沟以前的额叶分成额上回、额中回和额下回。额上回 superior frontal gyrus 位于额上沟上方,自中央前沟向前延至额极,向上向内越过半球上缘,续于内侧面,改称额内侧回。额中回 middle frontal gyrus 介于额上沟与额下沟之间,较宽阔。额中沟存在时,则将其前部分为上、下二部。额下回 inferior frontal gyrus 位于额下沟以下,形成外侧沟的上壁。此回后部被外侧沟的前支和升支分为三部。前支以下的部分,称眶部 orbital part;前支与升支之间的部分,称三角部 triangular part;升支之后、中央前沟之前的部分,称岛盖部 opercular part 或额叶岛盖。在优势半球上,三角部的后部和岛盖部又称 Broca 回。

额叶下面:有一与内眶缘平行的直沟,称嗅束沟 olfactory groove,此沟内容嗅球和嗅束。嗅束沟的内侧部,称直回 straight gyrus。嗅束沟的外侧部总称眶回 orbital gyri。眶回又被“H”形的沟分为四部。外侧部为眶外侧回,移行于额下回的眶部;前部为眶前回,于额极移行于额中回;后部为眶后回,此回后邻岛叶之岛阈,外侧连于额下回之岛盖部;内侧部为眶内侧回,向前与额上回相连。

额叶内侧面:中央旁沟之前称额内侧回 medial frontal gyrus,属额上回。中央旁沟与扣带沟缘支之间称中央旁小叶 paracentral lobule。中央旁小叶被中央沟上端分为前部较大,后部较小的两部分,称中央旁小叶前部和中央旁小叶后部,分别是中央前回、中央后回的延伸部分,分属额叶和顶叶(图 5-188)。

(二) 顶叶

顶叶 Parietal lobe 可区分为上外侧面和内侧面。顶叶上外侧面前界明确,即中央沟;后界是人为的顶枕线,此线自顶枕沟的上端连至枕前切迹;下界可分前、后两段,前段为外侧沟的后支,后段可视为外侧沟后支的末端至顶枕线中点的人为连线。内侧面前界中央沟上端;后界顶枕沟;下界顶下沟 subparietal sulcus,此沟可视为扣带沟的延续,但有时并不相接。

顶叶上外侧面:脑沟变异很大,较恒定的有中央后沟和顶内沟。中央后沟 postcentral sulcus

与中央沟大致平行，常分为上、下两段。上端多未达半球上缘，少数起自上缘或越过上缘起自半球内侧面；下端仅约半数可抵外侧沟。顶内沟 intraparietal sulcus 常起自中央后沟上段的下部，或连于中央后沟的上、下二段，与半球上缘平行后进，至顶枕沟上端的下方，弯转向下连于枕叶的枕横沟。

中央沟与中央后沟之间为中央后回 postcentral gyrus。中央后回的上端转入半球内侧面，下部一般左侧大于右侧。顶内沟把顶叶余部分为顶上小叶 superior parietal lobule 和顶下小叶 inferior parietal lobule。顶下小叶前部围绕外侧沟后支末端的部分称缘上回 supramarginal gyrus，围绕颞上沟末端的部分称角回 angular gyrus。

顶叶内侧面：由扣带沟缘支分为前后两部。前部较小，乃中央后回的延续，即中央旁小叶后部。后部较大，称楔前叶 precuneus，此叶前界扣带沟缘支，后界顶枕沟，下界顶下沟。楔前叶有时为发自顶下沟的楔前沟分为前后两部(图 5-188)

(三) 枕叶

枕叶 occipital lobe 是半球后端的部分。比较小，有三个面，即上外侧面、内侧面和下面。

枕叶上外侧面：几乎无前界，一般把人为的顶枕线作为其前界。此面呈三角形，后端钝圆，称枕极。沟、回均不规则，也不恒定。常见的沟如下：枕横沟 transverse occipital sulcus 位于枕叶上部，大致垂直于顶内沟末端；月状沟 lunate sulcus 位于枕极前方，半环状；月状沟的后方，有时可见绕过枕极的距状沟的后端；枕外侧沟 lateral occipital sulcus，位于月状沟前上方，短小，前行，有时分为数段。枕外侧沟将枕叶上外侧面分作两部。此沟上方，称枕上回 superior occipital gyrus，颞下方，称枕颞外侧回 lateral occipitotemporal gyrus。

枕叶内侧面：前上界为顶枕沟和前距状沟，下界为侧副沟。后距状沟与顶枕沟之间的楔状部称楔叶 cuneus，叶内常有上下两条平行的短沟。距状沟与侧副沟之间为舌回 lingual gyrus。

枕叶下面：此面甚小，紧贴小脑幕的上方。与颞叶之间无自然边界，通常把枕前切迹至胼胝体压部下方的人为连线作为其前界。侧副沟和枕颞沟两者的后端均延及此面。因此，距状沟与侧副沟之间的舌回、枕颞沟两侧的枕颞内侧回和枕颞外侧回也延及此面。

(四) 颞叶

颞叶 temporal lobe 位于外侧沟的下方，有上外侧面和下面。前方始于颞极，后方与枕叶之间则无天然边界，顶枕线可视为上外侧面的后界，枕前切迹至胼胝体压部下方的连线可视为下面的后界。

颞叶上外侧面：有两条与外侧沟大致平行的沟。上方者叫颞上沟 superior temporal sulcus。此沟深而恒定，前端始于颞极，后端弯向后上方，终于角回。下方者叫颞下沟 inferior temporal sulcus，旧名颞中沟。此沟不规则，多断作二、三段，或与颞上沟平行后进，或更为倾斜。上述二沟将上外侧面分成上、中、下三部，分别称为颞上回 superior temporal gyrus、颞中回 middle temporal gyrus 和颞下回 inferior temporal gyrus。其中，颞下回绕半球下外侧缘移行于枕颞外侧回。此外，颞上回的一部分在胚胎发育过程中卷入外侧沟内，构成外侧沟的底壁，其后部有 1~2 个自前外斜向后内的短沟，称颞横沟 transverse temporal sulci，将此部界分出 2~3 个颞横回 transverse temporal gyri，位于前方者叫颞横前回，位于后方者，叫颞横后回。整个颞上回从下外侧遮盖着岛叶，构成颞叶岛盖。

颞叶下面：内侧界，前部是嗅脑沟，后部是侧副沟。在侧副沟外侧有与之平行的枕颞沟 occipitotemporal sulcus。枕颞沟旧称颞下沟，由 2~3 段组成，前未达颞极，后未抵枕极。侧副

沟与枕颞沟皆延入枕叶。二沟之间的部分称枕颞内侧回 medial occipitotemporal gyrus, 旧称梭状回。枕颞沟外侧的部分称枕颞外侧回 lateral occipitotemporal gyrus, 乃上外侧面颞下回之延续。

(五) 岛叶

岛叶 insular lobe 又称脑岛 insula, 位于外侧沟的深部。岛叶皮质也是端脑皮质的一部分, 因其周围的皮质发育较快, 岛叶皮质遂被埋于深部。遮盖岛叶的部分, 总称岛盖, 它们是额叶岛盖 frontal operculum、额顶岛盖 frontoparietal operculum 和颞叶岛盖 temporal operculum (图 5-189)。翻开外侧沟或切除岛盖, 始能暴露岛叶(图 5-189)。岛叶外观约成三角形, 尖朝向前穿质, 尖的内侧稍隆起, 称岛阈 limen of insula, 岛叶在此移行到半球下面, 连接嗅区。岛叶周围由岛环状沟 circular sulcus of insula 围绕。此沟虽名曰“环状”, 但实为三角形, 有上、下、前三边。岛叶由一自后上斜向前下的岛中央沟 central sulcus of insula 分为前后两部。前部较大, 被 2~3 个短沟分成 3~4 个岛短回 short gyri of insula; 后部较小, 成自一个弯曲的岛长回 long gyrus of insula。岛叶的深部紧邻屏状核的外侧面, 岛叶皮质在环状沟处移行于岛盖皮质。

(六) 边缘叶

边缘叶 Limbic lobe 是指半球内侧面呈环形包绕半球颈的那一部分皮质。但具体范围, 各家描述尚有出入, 通常认为外侧界是扣带沟、顶下沟、前距状沟和侧副沟, 内侧界是胼胝体的上表面和脉络裂。脉络裂 choroid fissure, 发生甚早, 呈半环状, 上部位于穹窿下面和丘脑背面之间, 下部位于海马伞前面和终纹后面之间。此裂仅由室管膜所封闭, 富于血管丛的软脑膜顶着室管膜即由此突入侧脑室, 形成侧脑室脉络丛。边缘叶以胼胝体沟和海马沟分为内外二带。胼胝体沟 callosal sulcus 始于胼胝体嘴的腹侧, 向前绕胼胝膝至胼胝体背面向后, 至胼胝体压部的下方, 移行于海马沟 hippocampal sulcus。海马沟也是一个古老的结构, 它始于胼胝体压部的下方, 向前下进入颞极, 终于海马旁回钩。边缘叶外带又称穹窿回 fornical gyrus。此回又分为三部: 扣带回 cingulate gyrus, 位于胼胝体沟与扣带沟之间, 呈半环形, 从前上方围绕胼胝体; 海马旁回 parahippocampal gyrus, 又称海马回 hippocampal gyrus, 位于颞叶最内

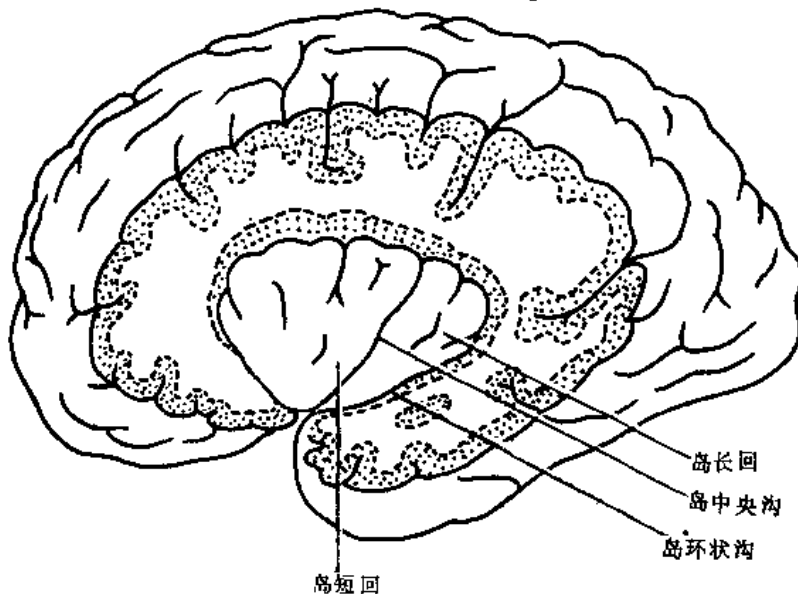


图 5-189 岛叶

侧, 上界海马沟, 下界侧副沟前段和嗅脑沟, 此回前端绕海马沟的前端弯转向内, 称钩 uncus, 又称海马旁回钩 parahippocampal uncus, 也称海马回钩 hippocampal uncus; 扣带回峡 isthmus of cingulate gyrus, 亦称穹窿回峡 isthmus of fornical gyrus, 乃扣带回与海马旁回在胼胝体压部后方的狭窄移行部。边缘叶内带也分三部: 胼胝体上回 supracallosal gyrus, 也称灰被 indusium griseum, 乃胼胝体上面一层退化

了的灰质，极薄，向两侧移行于扣带回，向前绕胼胝体嘴的下方移行于终板旁回，向后绕胼胝体压部的后方移行于束状回。终板旁回 paraterminal gyrus，也称胼胝体下回 infracallosal gyrus，它后界终板，前邻后旁嗅沟 posterior parolfactory sulcus。后旁嗅沟前方更有一与之平行的短沟，叫前旁嗅沟 anterior parolfactory sulcus，二沟之间的部分称胼胝体下区 subcallosal area，也称旁嗅区 parolfactory area。终板旁回与胼胝体下区合称隔区 septal area，位于胼胝体嘴的下方。终板旁回再往下，移行于斜角带 diagonal band，此带也称斜角回 diagonal gyrus，紧邻视束的前方。斜角回向后外方连于海马旁回钩。束状回 fasciolar gyrus，位于胼胝体压部后表面与胼胝体沟之间，向前上方移行于胼胝体上回，向前下外移行于齿状回和海马。

紧邻半球颈的皮质，应该是边缘叶内带，但通常所谓的边缘叶，一般仅指边缘叶的外带。

第二节 大脑半球内部结构

大脑皮质的深部，是半球的髓质，髓质内又埋有若干灰质团块，总称基底核。

一、基底核

基底核 basal nuclei 旧称基底节 basal ganglia，但后一种叫法易与周围神经系内的神经节相混，故近期教科书中多改用基底核一词。基底核的组成尚有争议，通常认为它包括尾状核、豆状核、屏状核和杏仁体(图 5-190)。其中，尾状核与豆状核合称纹状体 corpus striatum。豆状核又分为内侧的苍白球和外侧的壳两部分。苍白球发生较早，叫旧纹状体 paleostriatum 或苍球 pallidum。壳与尾状核发生较晚，叫新纹状体 neostriatum 或纹体 striatum，也称尾壳核。杏仁体发生最早，称古纹状体 archistriatum。所以出现上述名词，是研究角度不同造成的，要注意其间的区别，特别是纹状体与纹体的区别。此外，过去一直认为基底核的发生皆源于端脑，近年有人主张旧纹状体源出间脑，当大脑半球增大时，它才移向外侧与壳连在一起。

(一) 尾状核

尾状核 caudate nucleus 外形颇似一萌发后成长不久的黄豆芽，也像标点符号中的“逗点”。全程依附侧脑室的近旁，从外侧经前、上、后、下方勾绕丘脑，其间主要以内囊相隔。尾状核前端肥大，称尾状核头 head of caudate nucleus，突入侧脑室前角并形成前角的下外侧壁，头的前部与前穿质相连，腹外侧部与豆状核的壳相融合，在通过此处的额状切面上，可见连接二者的灰质条纹，其间有内囊前肢的纤维穿行。头的后方借内囊膝与丘脑前端相隔。由此向后沿丘脑背外侧缘延伸，移行为尾状核体 body of caudate nucleus。尾状核体借终纹和终静脉与丘脑分开。此部向后延伸过程中逐渐变细，绕过丘脑后端外侧折转向前，改称尾状核尾 tail of caudate nucleus。尾状核尾深入颞叶，构成侧脑室下角的上壁，于下角前端、尾状核头的下外方与杏仁体的后面相连。尾状核尾

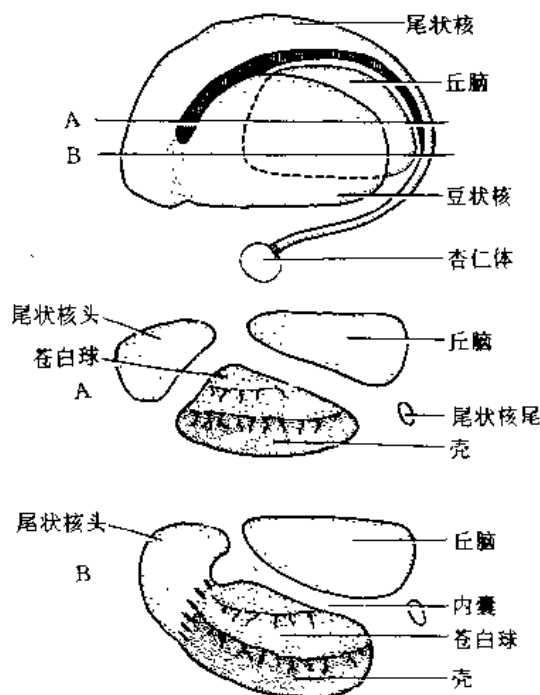


图 5 190 纹状体及 A、B 水平切面

与丘脑之间有内囊至大脑脚底的纤维将其分开；尾状核尾与豆状核之间有豆状核下部的内囊纤维和外囊纤维将其分开。

(二) 豆状核

豆状核 *lentiform nucleus* 位于岛叶的深方，形状与大小颇似板栗，也像一凸透镜 (*lens*)，原文的意思是透镜状核。整个豆状核的前缘、上缘、后缘和下缘均与内囊相邻。豆状核的外侧面宽阔、稍隆起，隔薄的外囊与屏状核相对；内侧面的凸度较大，尖指向内囊膝；下面紧邻前连合。前连合之前称连合前区，向下与前穿质的灰质相续前连合之后，称连合后区，居侧脑室下角的上方。在水平切面上，豆状核呈尖向内的楔形。外髓板 *lateral medullary lamina* 将其分为内外二部。外侧部较厚，称为壳 *putamen*。壳的前下部与尾状核相连，上部即行分开。内侧较小，叫苍白球 *globus pallidus*。苍白球又由内髓板 *medial medullary lamina* 分为较大的外侧苍白球 *lateral globus pallidus* 和较小的内侧苍白球 *medial globus pallidus*。后者更借一不明显的副髓板再分为内、外两部。

壳与尾状核结构相似。光镜下可见细胞密集，主要是一些小的梭形或圆形细胞，也有一些大的多极神经元散在其中。细胞间充满薄髓或无髓纤维，血管丰富。因此，在新鲜标本的断面上呈粉红色。电镜下，猴的尾壳核细胞分为有树突小棘和无树突小棘两种，前者数量较多。

苍白球细胞构筑较均匀。由单一的大多极神经元组成，细胞呈梭形或三角形。纤维绝大多数是粗的有髓纤维，因此在新鲜标本切面上，色苍白，从而定名为苍白球。

纹状体与屏状核的下方、前穿质与杏仁体的上方，有一灰质与白质相间存在的过渡区，称无名质 *substantia innominata*。无名质内的灰质团块是胆碱能的 *Meynert* 前脑基底核 *basal forebrain nucleus of Meynert* 的主体部分。其中 90% 以上是大多极强胆碱能神经元，它们向上与散布在苍白球内、外髓板中的大型胆碱能神经元相延续。无名质内的这些胆碱能神经元，前外侧小部投射到杏仁体，余大部投射到新皮质之全部。

(三) 纹状体的纤维联系

1. 新纹状体的传入联系 主要来自大脑皮质、丘脑和黑质。

(1) 皮质纹体纤维 *corticostriate fibers*: 用镀银浸染溃变纤维结合电镜观察，已证实此类纤维几乎起自全部新皮质。主要是同侧投射，也有通过胼胝体及外囊的对侧投射。上述两种投射都有某种程度的定位关系，只是各区间有相当的重叠，但至今没能证实纹体皮质逆向投射的存在。

皮质纹体纤维恒定地起于大脑皮质第 V 层的细胞。这些细胞不是发出皮质脊髓束的那些细胞，它们大概也不发出其他皮质传出纤维。皮质纹体纤维在纹体内止于有树突小棘的神经元，其传递介质是谷氨酸。

(2) 丘脑纹体纤维 *thalamostriate fibers*: 是新纹状体最重要也是最大的传入纤维。它们绝大部分来自中央中核。此核各部与壳的不同部位有定位投射。到尾状核的纤维来自一些小的板内核。近年发现丘脑纹体纤维的侧支可弥散到大脑皮质的广泛区域。

(3) 黑质纹体纤维 *nigrostriate fibers*: 纤维细，无髓或薄髓，很难用镀银溃变纤维法予以显示。近年用单胺荧光组化技术证实此类纤维几乎全部来自黑质的致密部，且其间有定位关系 (包新民等, 1981); 少量纤维来自黑质的网状部。黑质纹体纤维的侧支可止于苍白球。

(4) 中缝核-纹体纤维 *rapheal nuclei-striate fibers*: 近年来用 HRP 等方法证实新纹状体的

传入纤维有相当数量来自中缝核。

(5) 杏仁纹体纤维 amygdalostriate fibers: 近年发现此类纤维相当丰富(Kelley, 1982)。

2. 新纹状体的传出联系: 主要至苍白球和黑质等。

(1) 纹体苍白球纤维 striatopallidal fibers: 此种纤维以辐射状小束的形式向苍白球投射, 有定位, 但研究结果不尽一致。有的研究表明来自尾状核的纤维投射到苍白球的背侧部, 来自壳的纤维止于苍白球的腹侧部; 而又有报导称壳前部只投射到苍白球, 纹体的其余部分则止于苍白球和黑质; 近来更有材料主张纹体苍白球纤维可能就是纹体黑质纤维的侧支。

(2) 纹体黑质纤维 striatonigral fibers: 黑质是纹体传出纤维中一个相当大的终止区。此纤维向内穿内囊和大脑脚, 主要止于黑质的网状部, 只有少量纤维止于黑质的致密部。其间有定位, 但研究结果也不尽相同。尾核头投射到黑质的嘴内侧部, 壳则投射到动眼神经纤维平面尾侧的黑质部分, 壳的背侧部投射到黑质的背内侧部, 壳的腹侧部投射到黑质的腹外侧部, 但也有报导称壳的背侧部投射到黑质的外侧部而壳的腹侧部投射到黑质的内侧部。

纹体黑质纤维与黑质纹体纤维组成一个封闭的纹体—黑质反馈环路。

(3) 纹体丘脑纤维 striatothalamic fibers: 是丘脑纹体纤维的返回通路。

(4) 其他: 有报导称纹体可投射到底丘脑核以及部分下橄榄核, 但都有待证实。

3. 旧纹状体的传入联系: 主要来自新纹状体, 已如上述。此外还来自底丘脑核、黑质、丘脑和大脑皮质等处。

(1) 底丘脑苍白球纤维 subthalamopallidal fibers: 起自底丘脑核的外侧部, 向腹外侧穿过内囊, 主要止于同侧的内侧苍白球, 也止于外侧苍白球。

(2) 黑质苍白球纤维 nigropallidal fibers: 大部分起自黑质致密部的大细胞群, 经内囊上升, 呈放射状散开, 止于内侧苍白球。

(3) 皮质苍白球纤维 corticopallidal fibers: 来自许多皮质区, 与皮质纹体纤维伴行, 但止于苍白球。

(4) 丘脑苍白球纤维 thalamopallidal fibers: 来自丘脑的板内核、中央中核和背内侧核。此类纤维在不同的动物和方法中, 研究结果有所差别, 至于人类脑的情况, 乃至某些联系的存在与否, 尚待证实。

4. 旧纹状体的传出联系: 是整个纹状体传出联系的主体部分。纤维粗, 有髓鞘, 数量大, 联系广泛(图 5-191)。

(1) 苍白球丘脑纤维 Pallidothalamic fibers 是苍白球传出纤维的主要部分。由豆核襻 lenticular ansa 和豆核束 lenticular fasciculus 组成。前者主要起自内侧苍白球的外侧部, 由细的有髓纤维组成, 行于腹侧, 位置最靠前; 后者起自内侧苍白球的内侧部, 纤维自苍白球背侧缘走出, 居豆核襻的尾侧。二者至底丘脑的红核前区, 大部分加入丘脑束 thalamic fasciculus, 行向前上方, 终于丘脑腹前核和腹外侧核。部分纤维或其侧支穿丘脑腹后内侧核, 止于丘脑中央中核。此外, 有一部分纤维可能投射到下丘脑的腹内侧核。内侧苍白球与丘脑腹前核、腹外侧核有某种程度的定位关系, 不过有重叠。豆核襻、豆核束、丘脑束详见底丘脑(图 5-164)。

(2) 苍白球被盖纤维 Pallidotegmental fibers: 此束甚小。起自内侧苍白球, 先经底丘脑核的背内侧、再经红核的腹外侧下降, 而后折向上外方, 进入中脑被盖, 在下丘平面止于中脑的脚桥被盖核。

(3) 苍白球底丘脑纤维 pallidosubthalamic fibers: 此纤维在豆核束的尾侧。主要起自外侧

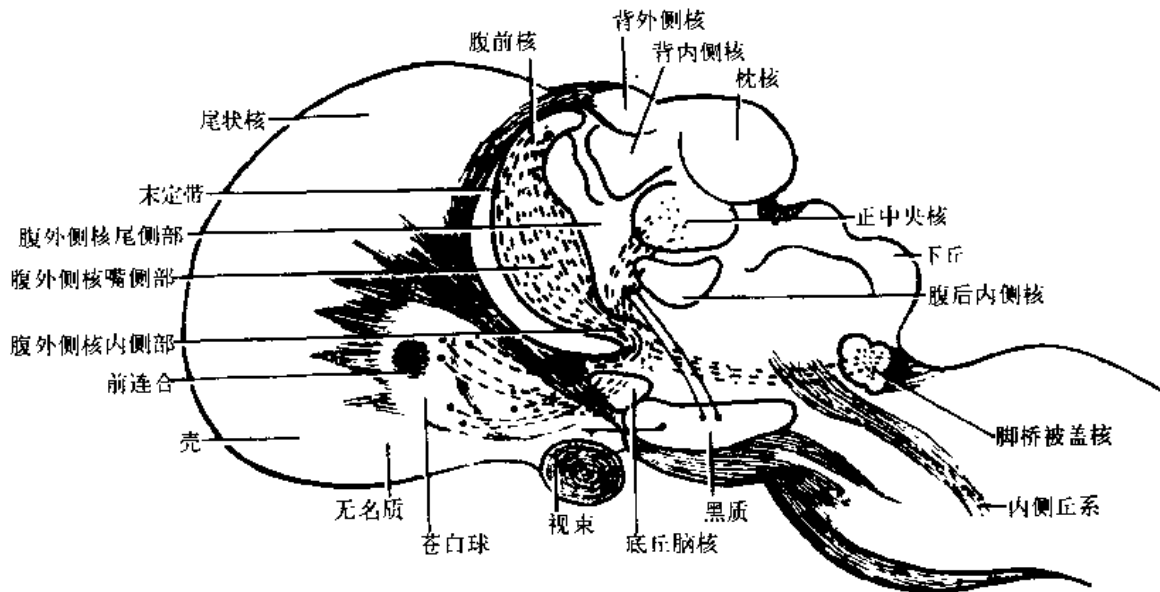


图 5-191 苍白球投射纤维的起始和终止模式图(矢状切面)

红虚线：始自苍白球内侧部的纤维，其一部终于腹外侧核、腹前核，另一部终于正中央核，其中下行纤维终于脑桥的脚桥被盖核 黑虚线：始自苍白球外侧部的苍白基底丘脑纤维

苍白球，投射部位仅限于底丘脑核，二者间有定位关系。例如，外侧苍白球的前部投射到底丘脑核前 2/3 的内侧半，中部投射到前 2/3 的外侧半，后部投射到底丘脑核的后部和背侧部。

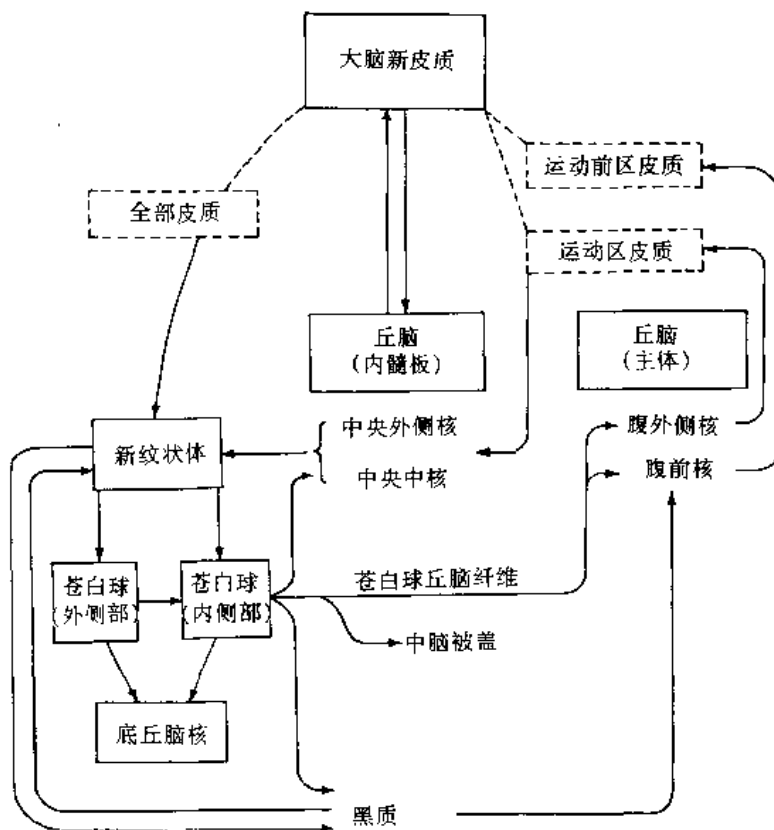


图 5-192 纹状体的主要纤维联系图解

少量纤维起自内侧苍白球，止于底丘脑核的后内侧部。底丘脑苍白球纤维与苍白球底丘脑纤维共同穿过内囊的后内侧部，构成底丘脑核与苍白球之间的往返环路，二者合称底丘脑束 subthalamic fasciculus。

(4) 苍白球黑质纤维 pallidonigral fibers: 由于新纹状体黑质纤维途经苍白球，故溃变法难以澄清苍白球本身至黑质纤维的存在。但近年来用放射自显影和 HRP 法已证明内侧苍白球有少量纤维投射到黑质致密部。

(5) 苍白球缰核纤维 pallidohabenular fibers: 据报导苍白球有纤维直接投射到外侧缰核。

(6) 其他：苍白球发出的纤维还可到达红核、中脑网状

结构、下橄榄核以及底丘脑内的未定带、脚内核 entopeduncular nucleus、红核前区核、下丘脑等处。其中，苍白球下丘脑束 Pallidohypothalamic tract，长期以来就出现在有关纹状体的论述中。它位于穹窿柱周围，不过多数纤维重又加入苍白球的主要传出纤维中去。然而用新的遗传技术未能证实它的存在。

如不考虑纹状体临床表现的复杂性，可把纹状体的主要纤维联系归纳为图 5 192。

(四) 纹状体的功能与损伤后的症状

1. 纹状体的功能 讨论这一命题是困难的，因为对纹状体结构与纤维联系的研究虽颇深入，但材料多系动物；有关的动物生理、生化研究虽多，但却造不出，也不可能造出与人类纹状体损伤症状酷似的动物模型；所以迄今这一命题的材料多源于临床观察与研究。把它们综合在一起，只能起到相互启示和佐证的作用，很可能产生一定的谬误。

尽管如此，人们已经知道，哺乳类以下的低等动物，纹状体是躯体和内脏活动的高级中枢。高等哺乳动物，纹状体的功能虽仍与运动密切相关，但此项功能已不再独立，而与运动皮质、底丘脑核、黑质乃至小脑等关系密切，退居为大脑新皮质控制下的次级运动中枢，属锥体外系。

2. 人类纹状体损伤后的症状 根据临床观察，此类症状有两种

(1) 运动低下-强直综合征 hypokinetic-rigid syndromes: 如震颤性麻痹 paralysis agitans 或 Parkinson 综合征。其症状恒定，病变部位明确。

主要症状：肢体震颤；肌张力增高(僵直)；运动徐缓和运动不能。震颤以上肢为主，尤以手和手指为甚，一般为静止性震颤，情绪波动时加重，而随意运动时则减轻。肌僵直多为早期症状，常波及面、颈、躯干和四肢，致使患者持特殊的俯屈姿势，面部无表情，呈“假面具”状。运动徐缓表现为一切随意运动均呈现困难而缓慢，语言、咀嚼和吞咽动作笨拙，举步开始时困难，擦地而行，整体前倾，一旦起步又难以停止，步幅渐小，节奏渐快，难以控制，终致摔倒。步行时，上肢无相应的摆动。此外患者常有流涎、流泪、多汗、油脂面及血管运动性障碍等自主神经系统症状。常见精神衰退。

病变部位：过去认为是苍白球，现在知道主要是对侧黑质，特别是致密部(Brodal, 1981)，只是常累及苍白球。黑质致密部产生多巴胺的大色素细胞，原因不明地减少或消失，致使黑质纹状体纤维运至尾壳核的多巴胺量相应降低，而尾状核内乙酰胆碱能神经元的数量正常，因此其功能相对亢进。这大概就是震颤性麻痹或 Parkinson 征的神经生物学基础。部分损毁苍白球可充分缓解对侧的肌强直，损毁丘脑腹外侧核可消除对侧的震颤，用左旋多巴胺治疗，症状也有所缓解，均可佐证上述理论。

(2) 运动过多-张力障碍综合征 hyperkinetic-dystonic syndromes: 如手足徐动症 athetosis 和舞蹈症 chorea。

手足徐动症的主要表现：手指和足趾间歇性屈伸和分散运动，近端表现不明显。此症随情绪波动而加重。

病变部位：常见于对侧苍白球，但也累及新纹状体。生理、生化机制不明。目前尚无适宜疗法。

舞蹈症的主要表现：上肢、头部不自主的过多运动，常有无意义的挤眉、弄眼、努嘴、吐舌等动作。

病变部位：甚广，但主要是大脑皮质和新纹状体。新纹状体内胶质细胞增生，有髓纤维

减少,神经元萎缩,特别是分泌抑制性传递介质 γ -氨基丁酸的神经元明显减少,合成该介质的谷氨酸脱羧酶含量也降低。而新纹状体内的多巴胺及合成它的酪氨酸羟化酶浓度正常。凡能耗竭脑内多巴胺的药物均可减轻其症状,凡能增强多巴胺传递的药物,如左旋多巴,均可诱发此症。因此,舞蹈症可能是纹状体内多巴胺占优势所致,但发病机制至今不明。

毋庸置疑,纹状体是皮质下重要的运动整合中枢之一,结构基础大概就是皮质-纹体-苍白球-黑质与黑质-纹体-丘脑-皮质环路,已如上述。但鉴于纹状体结构与联系十分复杂,传递介质多样,故其机能相信远不止此。例如有报导称它与躯体和内脏传入信息的调整以及针刺镇痛的机理有关。Parkinson 征中的自主神经症状等的可能解释是苍白球外侧缰核、苍白球下丘脑投射。此外,苍白球与脑干网状结构等的联系则预示纹体多巴胺系统在维持醒觉行为中的作用。纹状体的功能研究有待深入。

(五) 屏状核

屏状核 claustrum 是一薄层灰质,位于壳与脑岛皮质之间,其范围与壳相当。它的内侧面平坦,与壳之间以外囊相隔。它的外侧面凹凸不平,与脑岛皮质之间以最外囊相隔。它的前下部最厚,与前穿质、杏仁体以及梨状前皮质相移行。通常认为屏状核属于纹状体,但也有人主张它是从脑岛皮质深层分离出来的一部分皮质。近年来的详细研究提示,在结构与功能上它至少分为两部分,即“岛”屏状核“insular” claustrum 和“颞”屏状核“temporal” claustrum 或“梨状前”屏状核“prepiriform” claustrum。在实验动物上,前者与新皮质许多区域之间有往返纤维联系,而且定位明确。但在人类,这种联系及其机能意义尚不清楚。

(六) 杏仁体

存在于所有哺乳动物中,与哺乳类以下动物的古纹状体同源。杏仁体 amygdaloid body 旧称杏仁核,但实际上不是一个单一的核,而是由许多亚核组成的核簇或复合体,故谓杏仁体较切实际。它位于海马旁回钩深处,大部分靠近侧脑室下角前端的上方,小部分位于下角顶部的上方。外邻屏状核,内邻梨状皮质,背邻豆状核,腹侧邻海马旁回钩的皮质,前邻前穿质,后下部与尾状核尾相连。

1. 杏仁体的组成 杏仁体通常分为两个主要的部分,即基底外侧部和皮质内侧部。不过由于颞叶皮质在发育过程中向内侧扭转,前者实际上位于腹侧部,后者位于背侧部。两部之间尚有一界限不清的中央核,通常归入后者。

(1) 基底外侧部 basolateral part: 在人类分化最好,体积最大。实际上仍是一个核群,又可分为①外侧杏仁核 lateral amygdaloid nucleus, ②基底杏仁核 basal amygdaloid nucleus, ③副基底杏仁核 accessory basal amygdaloid nucleus。基底外侧部部分与屏状核相移行,并且通过一个过渡区与海马旁回的灰质相连。

(2) 皮质内侧部 corticomедial part: 人类较小,实际上也是一个核群。它又可分为①杏仁前区 anterior amygdaloid area, ②外侧嗅纹核 nucleus of the lateral olfactory stria, ③内侧杏仁核 medial amygdaloid nucleus, ④皮质杏仁核 cortical amygdaloid nucleus, ⑤中央杏仁核 central amygdaloid nucleus。其中,杏仁前区分化较差;外侧嗅纹核发育最差;皮质杏仁核发育也不完全,由锥体细胞和颗粒细胞组成,即半月回皮质。皮质内侧部向前以杏仁前区与前穿质、斜角回相连,背侧与无名质、壳以及尾状核相连。

2. 杏仁体的纤维联系 人的材料很不完备,有关记载多来自动物实验,而且由于种种因素,结果颇有出入。

(1) 传入联系

1) 嗅性纤维：在传入联系中，此类纤维最为丰富。它发自嗅球和嗅前核，经外侧嗅纹止于皮质内侧部。基底外侧部不直接接受上述纤维，而间接接受经梨状皮质中继的嗅性纤维。

2) 非嗅性纤维：从前知之甚少，过去只知道丘脑背内侧核有纤维至基底外侧部。近年来由于采用了新技术，已经查明的有：丘脑的中线核、板内核发出纤维至外侧杏仁核；脑干的中缝背核、蓝斑、臂旁核、黑质、孤束核以及下丘脑腹内侧核等发出纤维至中央杏仁核。此外，还有报导称颞叶前部、脑岛前部、眶回后部、运动区以及扣带回等部皮质均发出纤维至杏仁体。

由上述传入联系来看，嗅性纤维主要止于皮质内侧部，因此前人称此部为杏仁体的嗅部；而灵长类高度发育的基底外侧部则具有更多的非嗅性联系，因此该部又称杏仁体的非嗅部。

(2) 传出联系

亦如传入联系同样复杂，其中大部分是往返的。传出纤维主要有背、腹两个通路。此外，杏仁体也发纤维至某些皮质以及脑干等处。

1) 杏仁体背侧道路 *dorsal amygdalofugal route* 即终纹 *terminal stria*：乃一有髓细纤维组成的小纤维束。其全程之大部，肉眼即可看见。通常认为终纹主要起自皮质内侧部，整个纤维束呈弓形，行于尾状核内侧缘与丘脑之间，有终静脉相伴。它从杏仁体后部开始，先于侧脑室下角顶部随尾状核尾后行；绕丘脑后端折而向前，于侧脑室的底部，行于尾状核体与丘脑之间的沟内，在此处它与终静脉伴行；至室间孔下方进入前连合区，分散为连合上、连合和连合下三部分。在丘脑前结节附近，终纹纤维间有一些由小神经元聚集而成的分散的细胞群落，叫终纹床核 *bed nucleus of the stria terminalis*，某些终纹纤维在此中继（也有报告称终纹主要止于此。张培林，1987），而多数连合上与连合下纤维止于隔区、视前核和下丘脑前核。另外一些纤维下行至前穿质和梨状叶附近的皮质。某些连合下纤维后折连于穹窿柱，另外一些纤维后进，经丘脑髓纹止于缰核。此外，杏仁体间纤维 *interamygdaloid fibers* 由一侧杏仁体发出，亦随同侧终纹经前连合至另一侧终纹，逆行进入对侧杏仁体。

2) 杏仁体腹侧通路 *ventral amygdalofugal route*：此通路是一组弥散的纤维。主要起自基底外侧部，经豆状核腹侧向前内方分散行进，终于无名质、视前外侧核、下丘脑外侧核、隔区、斜角回核和前穿质，部分纤维穿视前区止于丘脑背内侧核的大细胞部。

3) 其他：近年来发现杏仁体的基底外侧部发出纤维至颞上、中、下回的嘴侧部，脑岛腹侧部、眶额回尾侧部的皮质区和尾壳核等处；中央杏仁核发出纤维至中脑的中央灰质、黑质、网状结构、孤束核以及迷走神经背核等处。

上述传出联系起止点均不易严格划分，且多存在有往返联系。

3. 杏仁体的功能 虽然杏仁体，特别是其皮质内侧部接受大量的嗅性纤维，但大多数证据表明，它与嗅的感知并无密切关系。损毁动物双侧杏仁体，并不出现嗅辨别能力的障碍，而钝嗅类动物的杏仁体也很发达。

刺激非麻醉动物的杏仁体，反应多样。其中最常见的是所谓的“遏止反应”，即动物正在进行的动作立即停止，而表现出“注意”的样子，跟着来的是逃避或愤怒和攻击。而损毁其腹侧传出通路，动物的上述反应消失。这说明杏仁体的基底外侧部在动物的防御反射中，可能有重要作用。刺激杏仁体，动物还出现种种自主神经系统症状，这些症状与刺激下丘脑的效应相似，例如呼吸、心律和血压、胃肠及内分泌活动、瞳孔大小的改变、立毛等。此外，刺

激杏仁体还可引起各种类型的躯体运动,诸如头和两眼转向对侧;与嗅和进食有关的咀嚼、舐舌以及吞咽等节律性运动。

损毁动物两侧杏仁体及其邻近区域,除不出现嗅辨别能力障碍而外,动物会变得温驯,恐惧和愤怒反应消失,食性改变,例如草食动物可以吃肉,食欲加强,性活动增加。人杏仁体的损伤虽极罕见,但受损者的临床表现与用猴所做的损毁实验结果类似。

电刺激动物嗅球,在引起杏仁体电位变化的同时,纹状体、丘脑和海马结构的电位也有相应变化。这些部位嗅性电反应与其他感觉性电反应有广泛的重叠。

综上所述,杏仁体的功能显然是多方面的,它很可能参与内脏以及内分泌活动的调节。此外,某些躯体运动和情绪活动与它也有某些关系。

二、大脑髓质

大脑髓质 cerebral medullary substance 位于皮质深方,填充于皮质、基底核和侧脑室之间,由髓神经纤维组成。在胼胝体背侧的水平切面上,可见白色的髓质呈半卵圆形,称半卵圆中心 central semiovale。其外侧面有多数之突起,伸向皮质内面之凹陷处。根据经过和联系,可将大脑髓质分为三类纤维,即投射纤维、联络纤维和连合纤维(图 5-193~197)。

(一) 投射纤维

旧称投射系,连接大脑皮质和皮质下诸结构,如纹状体、间脑、脑干和脊髓,由往返纤维组成。自半卵圆中心至皮质,多数投射纤维 projection fibers 呈辐射状,称辐射冠 corona radiata。根据纤维辐射的方向,辐射冠又分额部 frontal pars、顶部 parietal pars,枕部 occipital pars

和颞部 temporal pars。自半卵圆中心以下,绝大多数投射纤维聚集于丘脑与纹状体之间,构成一宽厚的白质板,称内囊。只有嗅觉等少数投射纤维不经过内囊。

1. 内囊 internal capsule (图 5-193、194、197) 位于豆状核、尾状核和丘脑之间。在丘脑部的水平断面上,可见内囊呈横置“V”字形,尖端指向内侧。由前向后分为三部:内囊前肢、内囊膝和内囊后肢。

(1) 内囊前肢 anterior limb of internal capsule: 较短,位于豆状核与尾状核头之间。通过此部的投射纤维有丘脑前辐射、额桥束以及眶皮质至下丘脑的纤维。

(2) 内囊膝 genu of internal capsule: 乃内囊前肢和内囊后肢呈钝角结合部,尖指向尾状核头与丘脑之间,角开向豆状核内侧最凸处。通过此部



图 5-193 大脑标本水平切面

的纤维有皮质核束，其中至眼外肌运动核的纤维位置稍靠前部，而至舌肌和面肌运动核的纤维则延及内囊后肢。此外，皮质网状纤维、皮质脑桥纤维和皮质延髓纤维也通过此部。

(3) 内囊后肢 posterior limb of internal capsule; 位于丘脑与豆状核之间，范围较广，又可分为三部：在丘脑与豆状核之间的部分较长，称为丘脑豆状核部 thalamolentiform part; 向尾侧延伸到豆状核后方的部分，称为豆状核后部 retrolentiform part; 豆状核下方的部分，称为豆状核下部 sublentiform part。通过丘脑豆状核部的纤维有皮质脊髓束、皮质红核束、皮质网状束、丘脑中央辐射以及始白 4

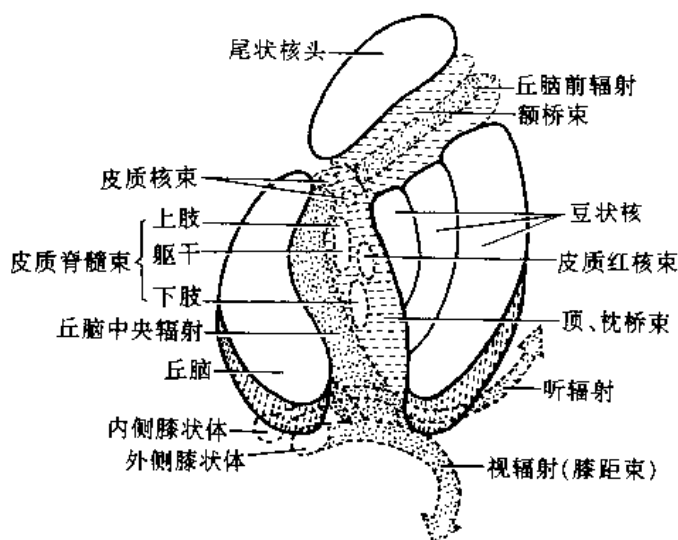


图 5-194 右侧内囊主要成分模式图

区和 6 区的额桥纤维等。其中皮质脊髓束内的纤维定位，一般公认的是法国人 Charcot 1883 年、Dejerine 等 1901 年所作的观察，即至颈部的纤维位置最靠前，接近内囊膝，向后依次是上肢、躯干和下肢的纤维。丘脑中央辐射位于皮质脊髓束的后方。通过豆状核后部的纤维有丘脑后辐射(包括视辐射)、顶枕桥束和枕叶皮质至上丘和顶盖前区的纤维。通过豆状核下部的纤维有丘脑下辐射(包括听辐射)和枕颞桥束。

内囊各部上述纤维成分及其定位是概略的，实际上各束之间不能截然分开，彼此间有重叠。有些束，如红核脊髓束、皮质网状束等的具体位置，尚不太明确。又如皮质脊髓束乃至整个锥体束的位置，近年来有新的发现，即整个锥体束位于内囊的丘脑豆状核部的后 1/3。在这个部位；它们的定位是：皮质核束在前，向后的顺序是上肢、躯干和下肢，不过各部纤维间也有很大的重叠。

内囊，特别是膝和后肢，集中了绝大部分上、下行纤维，此区一旦病变，后果常很严重，常出现三偏症状，即对侧偏瘫、偏感觉障碍和偏盲。

2. 外囊 external capsule 面积甚小，位于纹状体与屏状核之间，也由投射纤维组成。其主要成分是：梨状区和脑岛皮质至下丘脑和中脑被盖的纤维；皮质纹状体(主要终于壳)纤维；皮质网状纤维等。

3. 嗅脑的投射纤维 在全部投射纤维中，所占比例甚小，位于穹窿和穹窿连合内。见嗅脑与边缘叶。

(二) 联络纤维

旧称固有连合系，连接本侧半球的不同部位的皮质。人脑此类纤维特别发达，与投射纤维及连合纤维相比，其数量最大。联络纤维 association fibers 有两类。一类完全位于皮质内，叫皮质内联络纤维；另一类行于皮质下方的髓质内，叫皮质下联络纤维。后者又有长、短两种。短联络纤维位于皮质下浅部，不超出一个叶的范围，通常连接着相邻的脑回，因其呈弓形弯过沟底，故称大脑弓状纤维 cerebral arcuate fibers(图 5 195)。长联络纤维位于髓质深部，联络于本侧半球各叶之间，它们多聚合成束，其中最显著的如下。

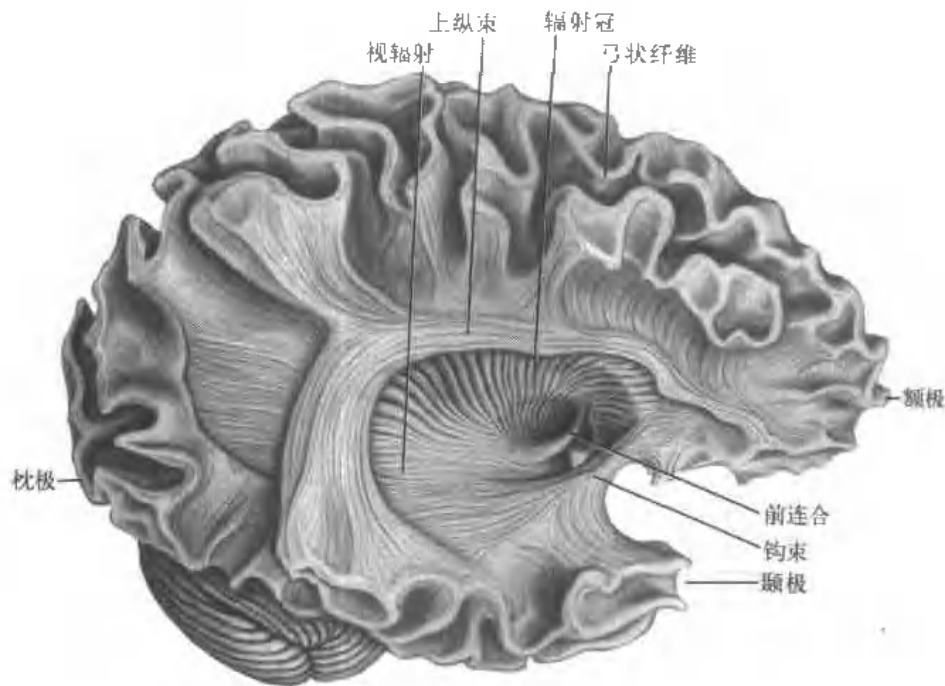


图 5-195 大脑半球的髓质（外面观）

1. 钩束 *uncinate fasciculus* 连接于额中、下回的嘴侧端、眶回与颞叶前部的皮质之间。位于岛阈深部，中部为致密的纤维束，经外侧沟底时急剧弯曲呈钩状，两端呈扇形散开。钩束分上、下两部。上部纤维连接额中、下回嘴侧端与颞极皮质；下部纤维呈袢状绕过大脑外窝，连接眶回和海马旁回前部皮质(图 5-195)。

2. 上纵束 *superior longitudinal fasciculus* 位于钩束背侧、前后纵行于脑岛上方深部，即额盖和顶盖的深部，连接额叶的背尾侧部(包括中央前回)、顶叶和枕叶、有些纤维转向下进入颞叶。上纵束下部纤维连接于额上、中回嘴侧部和颞叶皮质之间，因行程较弯曲，又称弓状束 *arcuate fasciculus*(图 5-195)。

3. 下纵束 *inferior longitudinal fasciculus* 位于枕颞二叶腹外侧面的皮质下浅层。此束起自枕极附近，大部分纤维可能发自 18 区和 19 区，前行，与侧脑室后角隔以视辐射和毯，而后与上纵束的纤维相交叉，终于颞叶各部(图 5-196)。有人主张下纵束即外矢状层 *external sagittal stratum*，它与侧脑室后角及下角之间隔以毯及内矢状层(内矢状层由枕叶至上丘及外侧膝状体的纤维组成)。外矢状层中有视辐射腹侧部的纤维通过。

4. 额枕束 *frontooccipital fasciculus* 连于额叶与枕叶、颞叶之间，又分额枕上束和额枕下束。

(1) 额枕上束 *superior frontooccipital fasciculus*：位置较深，乃一弓形纤维束，连接额叶与枕、颞二叶(半球后部)皮质。此束在胼胝体下方行于尾状核背外侧，借辐射冠和上纵束相隔，易于辨认(图 5-197)。

(2) 额枕下束 *inferior frontooccipital fasciculus*：连接额叶下部和枕、颞二叶的皮质。此束在豆状核的腹外侧最为密集，前部行于钩束背侧，后部参与外矢状层的构成(图 5-197)。

5. 扣带 *cingulum*：位于半球内侧面扣带回和海马旁回的深侧，是边缘叶的主要联络纤维束。起自胼胝体的下方，绕胼胝体而达颞极附近。此束内的纤维长短不一，但以短纤维为主

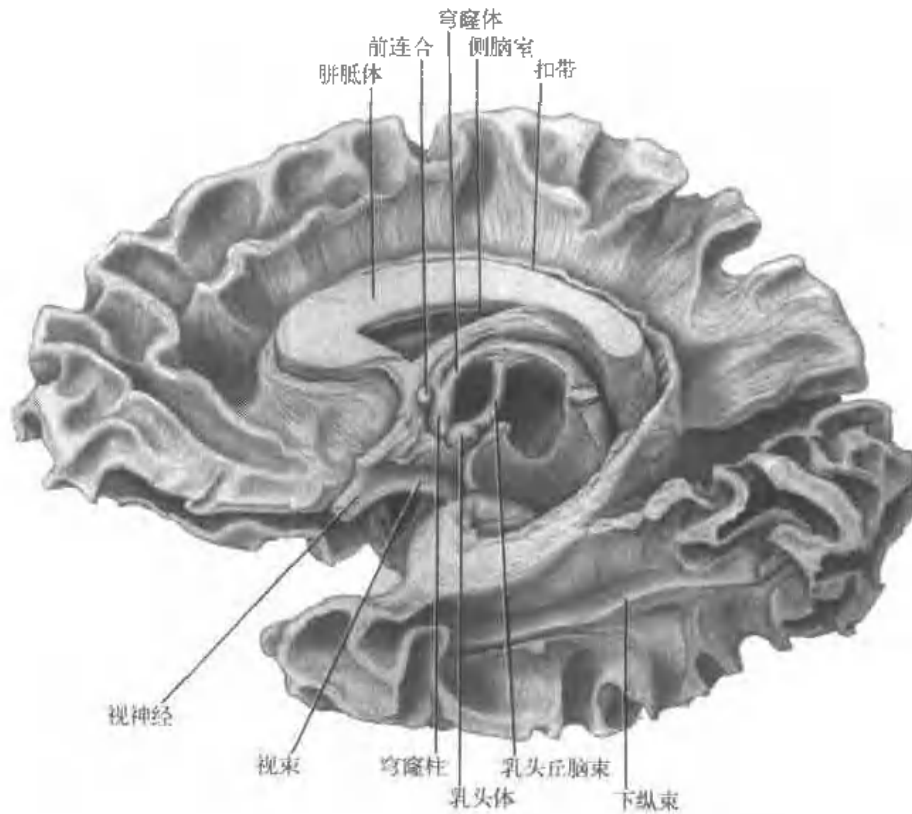


图 5-196 大脑半球的髓质 (内面观)

(图 5-196, 197)。

(三) 连合纤维

连合纤维 commissural fibers 旧称连合系, 连接两侧大脑半球皮质, 包括胼胝体、前连合和穹窿连合。

1. 胼胝体 corpus callosum(图 5-196, 197) 是最大的连合纤维, 由约 3 亿条有髓纤维构成。其中大部分纤维连接两半球的对应区, 但也有小部分纤维的连接并不对称。胼胝体的横行纤维在大脑纵裂的底部形成宽而厚的白质板, 构成侧脑室顶之大部, 并由此向外放射到半卵圆中心, 称胼胝体辐射 radiation of corpus callosum, 分布于新皮质各部。在脑的正中矢状切面上, 由前向后胼胝体分为胼胝体嘴 rostrum of corpus callosum、胼胝体膝 genu of corpus callosum、胼胝体干 trunk of corpus callosum 和胼胝体压部 splenium of corpus callosum 等。其中, 经过胼胝体膝的纤维弯向前, 连接两侧额叶的前部, 称额钳 frontal forceps 或小钳 minor forceps; 经胼胝体中部的纤维连接两侧额叶的后部和全部顶叶; 行经压部的纤维弯向后连接两侧颞叶和枕叶, 称枕钳 occipital

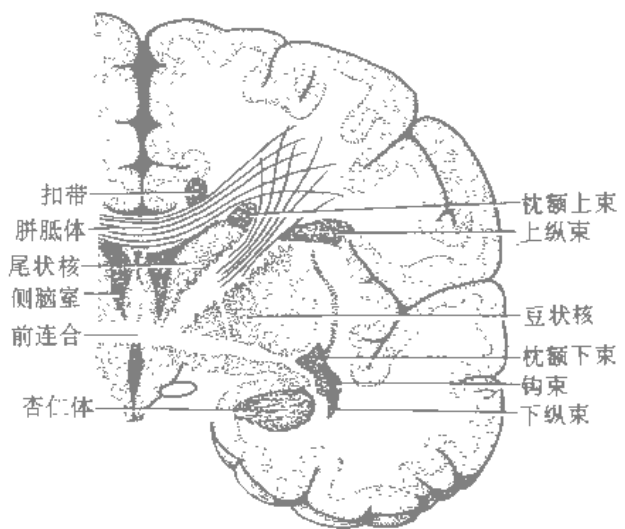


图 5-197 大脑髓质 (冠状切面)

forceps 或大钳 major forceps。枕钳中含有两侧距状沟附近视皮质间的连合纤维。胼胝体后部的纤维为后进的视辐射分为上下二部。上部的纤维从外上方掠过视辐射，终于枕、颞二叶的背外侧皮质；下部纤维行于视辐射的内侧，形成一层白色薄板，名口毯 tapetum，绕过侧脑室下角和后角的顶壁和外侧壁的室管膜，终于枕叶、颞叶的内侧面和底面皮质。

2. 前连合 anterior commissure(图 5-195, 196, 197)由前后两个弓形纤维束组成。纤维有髓鞘，外形呈“x”状。中间部纤维密集，在脑的正中矢状切面上，呈卵圆形，长径约 2.5mm，位于穹窿柱前方，终板上端的后部，构成第三脑室前壁的一部分；两侧向前、后分散，分别称为前连合前部和前连合后部。

前连合前部 anterior part of anterior commissure 又称前连合嗅部或前肢，较小，人类不发达，其中大部分纤维起自嗅前核，至对侧嗅球。

前连合后部 posterior part of anterior commissure 又称前连合颞部或后肢，较粗大，为前连合主部，经中线越至对侧，行向后外穿豆状核最下部，呈扇形散开进入包括海马旁回在内的颞叶前部(主要是颞中回，其次是颞下回)。

前连合的联系范围除上述结构外，尚有前穿质、斜角回、梨状前区、内嗅区、部分杏仁体和部分额前区等处。此外，前连合的纤维可能有一部分不是真正的连合纤维，而是两侧不同中枢之间的交叉径路。

前连合的纤维在种系发生上出现较早，与嗅觉联系有一定的关系。

3. 穹窿连合 commissure of fornix 旧称海马连合，位于两侧海马脚之间，连接两侧海马和齿状回，详见嗅脑与边缘叶(图 5-198)。

(姚铭举)

第二十八章 嗅脑与边缘系统

嗅脑和边缘叶在种系发生上是相当古老的，它们在形态结构和功能上有许多难分难解之处。大约在1837年，R. Owens首次提出嗅脑 rhinencephalon 一词，用以概括与嗅觉有关的一切脑部，包括而今所指的嗅脑和边缘叶。

嗅系的发生、结构和功能虽然古老而原始，进化上也没有多少本质上的变化，但不同的动物，情况毕竟不同。爬行类以下的动物，嗅皮质主宰着整个皮质区。爬行类动物的脑在内侧的占皮质和外侧的旧皮质之间，出现了一个背侧区，这个背侧区，接受了大量的非嗅性纤维。不过爬行类的嗅皮质在全脑中仍占主导地位。到了哺乳动物，这个非嗅性的背侧区扩展为新皮质。但低等哺乳动物的嗅皮质仍大而复杂，非嗅性部分仍相对较小，例如刺猬的嗅皮质几占整个大脑皮质的1/3。随着哺乳动物的进化，非嗅性皮质，特别是新皮质极度发展，而嗅性皮质，发展甚少，甚或无发展，体积相对缩小，只是它们的位置被挤到半球腹侧面，结构也受一定影响。嗅系的机能在整个感觉系中，重要性也有所下降。

尽管如此，进化却不是决定嗅脑发育的唯一因素。嗅脑的大小和分化程度还和动物的生活方式，特别是对嗅觉的依赖程度密切相关。譬如鲸类，嗅性纤维几乎遍布整个大脑半球，哺乳类中的敏嗅动物啮齿类，很大程度上靠嗅觉觅食和求偶，嗅脑也很发达。相反，人和其他钝嗅动物的嗅脑却相对较小。

现在已经知道嗅系结构复杂，联系甚广。其中不少通路更是多突触联系，而比较高级的联系，又受多方面因素的影响，其主要部分已失去原有的嗅觉特性。例如，古皮质中的海马与齿状回等原属嗅脑的结构，现已查明与嗅觉似乎就没有多少直接联系；原属嗅脑的杏仁核

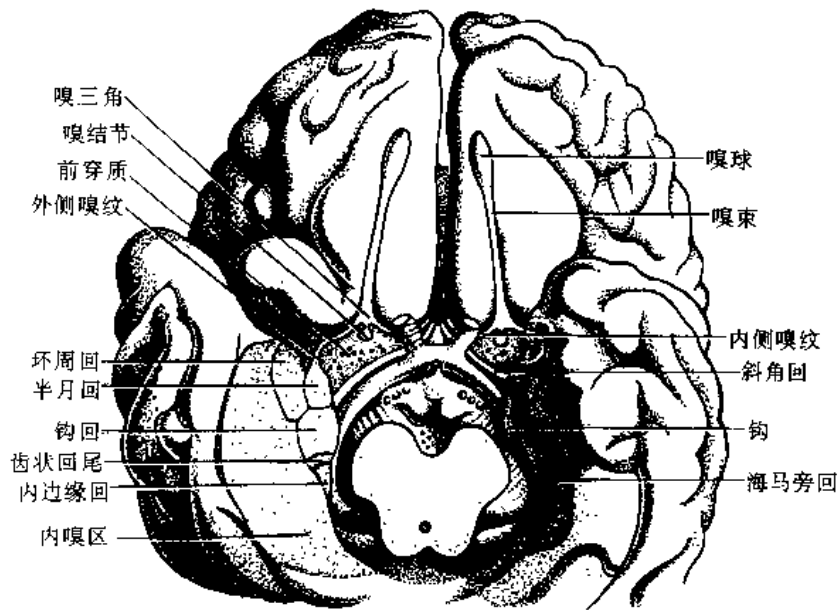


图 5-198 嗅脑和边缘叶结构模式图

簇，也只有部分核团接受嗅觉冲动。不但如此，人脑嗅系相对缩小的同时，海马和齿状回等却反而高度发展，某些无嗅觉的水生动物，比如海豚和鲸，海马和齿状回等也高度发展。这说明，再把海马、齿状回等列入嗅脑，是不恰当的。现在人们一般主张，嗅脑应包括接受和整合嗅觉冲动的那一部分皮质。即嗅球、嗅束、嗅前核、嗅结节、嗅纹、部分杏仁体和部分梨状皮质。

边缘叶大概是 1878 年 Broca 首先提出来的，泛指新皮质下方包绕脑干上端的那一部分脑部。近代人们更将与其结构和功能相近的皮质和皮质下结构统称为边缘系统。

显然，虽能从发生和功能上区分出嗅脑和边缘叶，但形态上二者却有重叠之处，结构上甚难区分。比如前穿质、杏仁体和梨状皮质就一部分属于嗅脑，一部分属于边缘叶。就机能论，海马、齿状回等边缘系统的结构，虽无嗅觉功能，但却整合与嗅觉有关的某些内脏躯体反射，显然又有别于其他脑部。时至今日，这一领域，争论殊多，现将各结构分述如下(图 5-198, 200, 204)。

第一节 嗅脑和边缘叶的外形和结构

一、嗅球

嗅球 olfactory bulb 是端皮质的一部分，呈扁卵圆形，位于大脑半球额叶和筛骨筛板之间，向后移行于视束。嗅粘膜双极细胞的中枢突组成的嗅神经，大多数纤维终于嗅球前端。因此嗅球可视为嗅神经的中止核，是嗅觉的初级中枢。嗅球细胞构筑复杂，简述如下。

(一) 嗅球内的神经元

僧帽细胞 mitral cells 呈三角形，体积较大。刷状细胞 tufted cells 形状类似僧帽细胞，但体积较小。颗粒细胞 granule cells，数量多而体积小，圆形或星形。小球周细胞 periglomerular cells 位于突触小球内或小球周围，包括外颗粒细胞、外刷状细胞和短轴突细胞。

(二) 嗅球的分层

一般低等动物的嗅球由表及里由六层组成，但人类嗅球的层次不太清楚(图 5-199)。

1. 嗅神经纤维层 olfactory nerve fibre layer 成白嗅细胞的中枢突，无髓。
2. 突触小球层 layer of synaptic glomeruli 亦称嗅小球层 layer of olfactory glomeruli。是一些大的近似圆形的结构，直径约 $100\mu\text{m}$ 。由嗅细胞中枢突的末梢和僧帽细胞、刷状细胞、小球周细胞的树突构成，小球周细胞轴突末梢也可进入小球。突触种类很多。
3. 外颗粒层 external granular layer 由外刷状细胞和颗粒细胞构成。
4. 帽状细胞层 mitral cell layer 主要由帽状细胞构成。
5. 内颗粒层 internal granular layer 由大量的小神经元构成。它们没有真正的轴突，其树突在本层内反复分支，并可伸入外颗粒层，也可与僧帽细胞、刷状细胞的树突形成树-树突触，与其轴突侧支形成轴-树突触。
6. 嗅束纤维层 olfactory tract fibre layer 由僧帽细胞、刷状细胞的轴突组成，位于嗅球的中央部分。

嗅细胞的数量众多，僧帽细胞的数量相对甚少，突触小球的数量则更少。在兔，一侧分别为 5000 万、48000 和 1900 个。

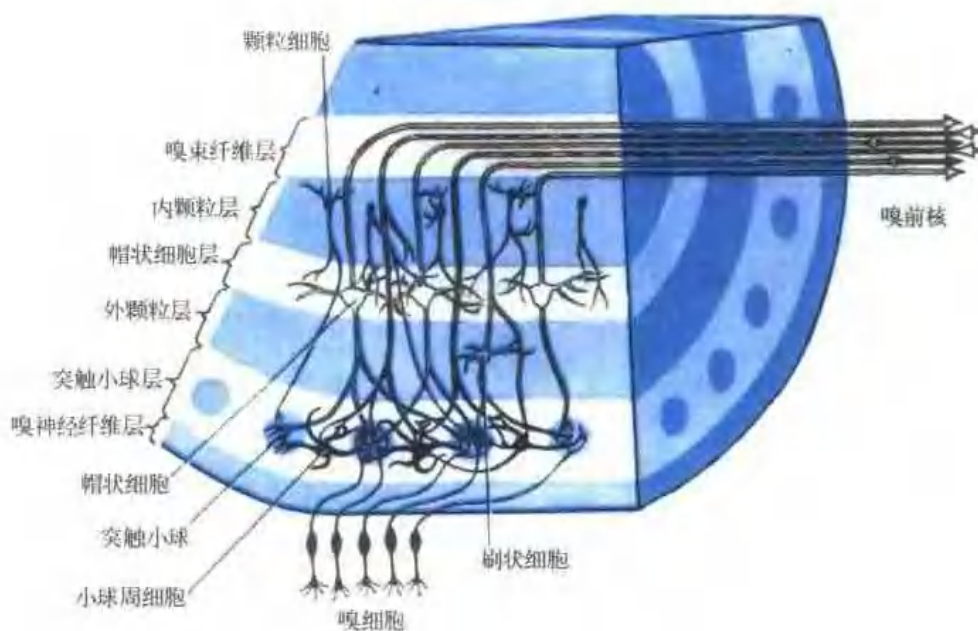


图 5 199 嗅球细胞构筑模式图

嗅球内神经细胞间的联系复杂，总的规律是僧帽细胞借其长树突兴奋颗粒细胞，而颗粒细胞反过来又抑制僧帽细胞，这种抑制活动可由中枢结构发出至嗅球的纤维所引起，也可由来自对侧的嗅束纤维所引起。最后由僧帽细胞和刷状细胞的轴突组成嗅束，将嗅觉信息传至脑的其他部分。

近年来证实嗅球内具有不同气味的代表区，由此可见，对不同气味的鉴别，起码部分依靠嗅球。

附：副嗅球 accessory olfactory bulb 和终神经 terminalis nerve 成年人的脑无副嗅球，但在嗅球的尾侧部有一层无细胞的区域，可能是副嗅球的遗迹。动物的犁鼻器上皮与嗅上皮相同，破坏兔的副嗅球，可引起犁鼻器的感受器变性。人的终神经起始于鼻中隔的此区，与嗅神经一起入颅，在神经纤维内有双极和多极神经元，据说在嗅球内侧有一神经节。终神经的中枢突进入前穿质和隔区，周围突分布于鼻腔的血管和腺体。此神经可能是感觉神经和自主神经纤维组成的混合神经。

二、嗅束、嗅纹和嗅三角

嗅束 olfactory tract(图 5 198)是一白色纤维束，断面呈三角形，位于半球额叶眶面的嗅束沟内，向前移行于嗅球，向后变扁，在前穿质的前方分为内侧嗅纹和外侧嗅纹 medial and lateral olfactory stria。两个嗅纹分歧处的三角区，称嗅三角 olfactory trigone。嗅束的背侧、内侧和外侧皆盖有薄层灰质，其细胞属于嗅前核。内、外侧嗅纹表面亦盖有薄层灰质、分别称为内侧嗅回和外侧嗅回 medial and lateral olfactory gyrus。内侧嗅回向后向内移行于半球内侧面的隔区，外侧嗅回沿前穿质的外侧后进，移行于梨状叶。此外，内、外嗅纹之间还有一中间嗅纹 intermedial olfactory stria,只是人类者不发达。它于嗅三角的中央部后进，沉入前穿质。

嗅前核 anterior olfactory nucleus 由一些不连续的细胞团组成，它们散布在嗅球尾侧端、嗅

束纤维之间以及内、外侧嗅回内。其细胞大小介于僧帽细胞和颗粒细胞之间。它们接受嗅束纤维或其侧支，轴突仍参与嗅束，或通向中枢，或跨越前连合至对侧嗅前核或嗅球。嗅前核对嗅觉冲动可能有一定的加强作用。

嗅束主要由僧帽细胞和刷状细胞的轴突组成，但其中也有一部分离中纤维，它们来自对侧嗅球、嗅前核、前穿质乃至脑干的中缝核和蓝斑等处的神经元。嗅束纤维的中枢联系在不同动物虽有某些区别，但大体上可归纳如下：嗅前核、嗅结节、部分杏仁体、梨状皮质、隔核和下丘脑等处。其中大部分纤维经由外侧嗅纹，在外侧嗅回深面至岛阈，再转向内侧终于半月回及其深侧的杏仁体之皮质内侧核群；部分纤维经内侧嗅纹在内侧嗅回深面，沿前穿质前内侧缘，内进连于斜角回，并在终板前方转向上达半球内侧面，终于隔区。

三、前穿质

前穿质 anterior perforated substance(图 5-198)又名嗅区 olfactory area，是近似菱形的区域，前界嗅三角，后界视束。前穿质的前部有许多血管出入的小孔，“前穿质”即由此而得名；后部邻近视束处，外观光滑，呈斜带状，称斜角带或斜角回，也称 Broca 斜角带或回 diagonal band or gyrus of Broca。斜角回向后外移行于半月回；向外连接岛阈和梨状前区皮质；向内移行于胼胝体下回。前穿质的背侧以无名质、豆核群、前连合与纹状体及屏状核相邻。

前穿质的细胞构筑各部不相一致。中部分化较好，由表及里通常分为三层，即：分子层；锥形层，多由锥状细胞和颗粒细胞混合而成；多形层，含有大、小型锥状细胞和成簇的颗粒细胞，不易与锥形层分开。尾侧部稍有分化，但分层不明显，有的细胞集聚成团，如斜角回核 nucleus of the diagonal gyrus。

前穿质的纤维联系各部也不一样。前外侧部是嗅部，接受来自嗅球、嗅前核和杏仁体的纤维；后内侧部是非嗅部，接受来自终神经的纤维，它发出的纤维进入隔区、丘脑髓纹和内侧前脑束。此外，前穿质与眶皮质、脑岛前部皮质、颞极区和杏仁周区也有纤维联系。

嗅结节 olfactory tubercle 位于嗅三角后方，紧靠前穿质，呈结节状，在人比较明显。传入纤维来自嗅球和嗅前核。钝嗅动物甚至无嗅觉的鲸类，嗅结节也很大。在猴，其嗅性传入纤维很少，但来自颞叶的纤维却很多。因此，在灵长类它与嗅觉的关系似乎不大，很可能是“第二”嗅区“secondary” olfactory area。其生理功能不详。

四、隔区

(一) 隔区的位置与核团划分

隔区 septal area 在灵长类有高度发展，位于胼胝体嘴的下方，为终板与前旁嗅沟之间的区域(图 5-188, 200)。包括前方的胼胝体下区和后方的胼胝体下回。前者也称旁嗅区，后者也叫终板旁回。隔区形成侧脑室前角的内侧壁。在灵长类以下的动物，根据隔区与前连合的位置关系，可分为前连合上部和前连合前部两个部分。在人类，由于新皮质和胼胝体的高度发展，前连合上部，大多数学者认为它可能相当于透明隔的前部，基本上无神经细胞；前连合前部大概相当于胼胝体下回，此回的前斜部深陷于沟内，又称前海马原基 prehippocampal rudiment，向下连于斜角回和内侧嗅回，向上包绕胼胝体膝，移行于胼胝体上回。

隔区的前连合前部与前连合上部、无名质、前穿质之间有散在的细胞群相连。隔区的核

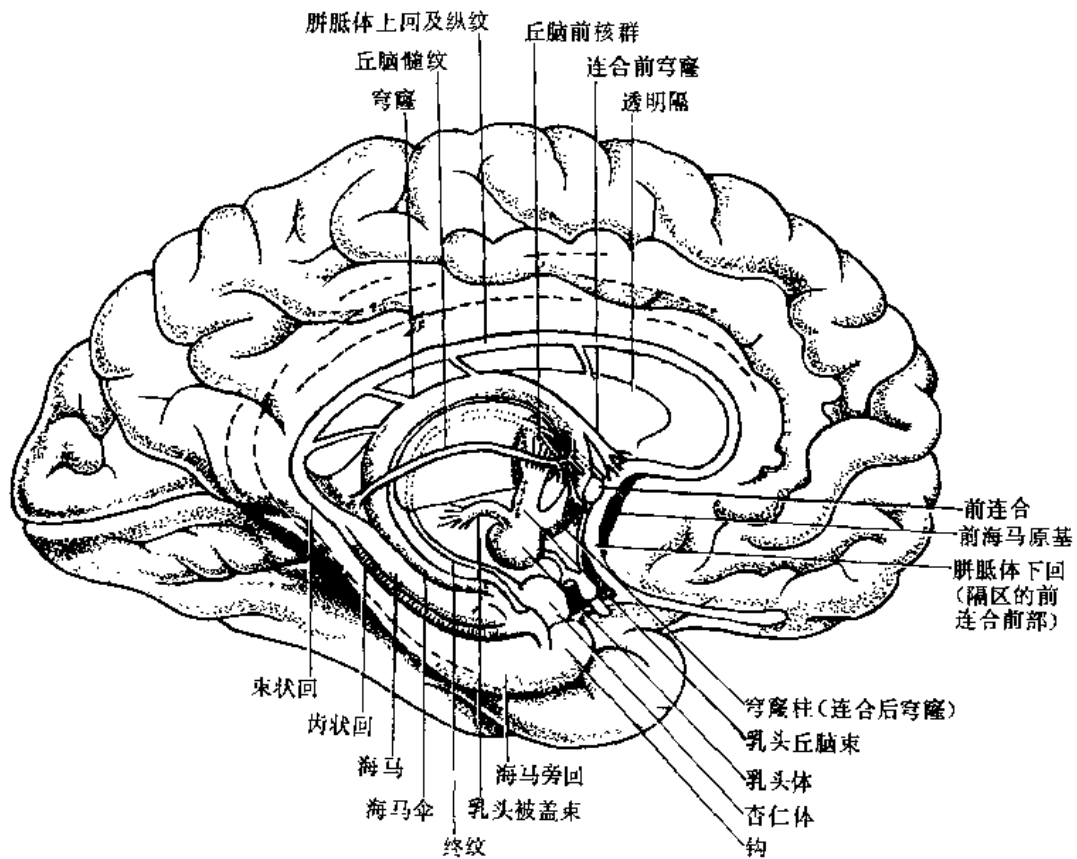


图 5-200 边缘系统结构模式图

总称隔核 septal nuclei, 主要位于胼胝体下回, 有背侧、腹侧、内侧和尾侧隔核 dorsal、ventral、medial and caudal septal nuclei 之分, 其中每一个核又可分为若干亚核。隔核也可简单地分为外侧隔核 lateral septal nuclei 和内侧隔核 medial septal nuclei 两部分, 前者由小细胞组成, 后者由大细胞组成。

(二) 隔区的纤维联系与功能

近年来对隔核的研究颇多, 人们发现它与嗅觉的关系似乎可疑, 而与边缘系统的关系似更密切。隔核是多种纤维系统贯穿的区域, 精确地研究其纤维联系是困难的, 但它与海马的往返联系是肯定的, 其他的尚有杏仁体和下丘脑等。大体上外侧隔核似乎是接受传入纤维的主要区域, 内侧隔核似乎是发出传出纤维的主要区域。已经比较明确的纤维联系如下。

1. 隔核的传入纤维主要来自如下各处。

(1) 海马本部: 纤维经穹窿的前连合前部至外侧隔核, 二者间有定位组合, 纤维性质是兴奋性的。此外, 纤维也来自下托等处。

(2) 杏仁体: 纤维主要经由终纹和斜角回。详见前文有关杏仁体的描述。

(3) 前穿质: 纤维可能经由内侧嗅纹。

(4) 中脑的中央灰质、蓝斑、中缝核、被盖腹侧区、黑质等, 纤维经由前脑内侧束。

(5) 其他还有下丘脑和扣带回等处。

2. 隔核的传出纤维 在很大程度上与传入纤维是交互往返的。其传出投射主要部位如

下。

- (1) 海马结构，经由穹隆。
- (2) 下丘脑诸核、中脑网状结构，经由前脑内侧束。
- (3) 丘脑的前核、背内侧核、缰核等，经由丘脑髓纹。
- (5) 其他还有杏仁体、乳头体、扣带回等处。

3. 隔区的功能 从隔区的纤维联系已可看出它与边缘系统的密切关系。当刺激或损毁隔核时，可见到动物的愤怒反应、进食、饮水、性行为、生殖行为的改变。例如刺激猴的隔区，可使其攻击行为明显抑制或降低。

4. 伏隔核 *nucleus accumbens septi* 亦称伏核 *accumbens nucleus* 是基底前脑的一个较大的核团。位于基底核与边缘系统临界处，隔区的外下方，尾壳核的内下方，前端与嗅前核相连，后接终纹床核，腹侧为腹侧苍白球和嗅结节。纤维联系与边缘系统较为密切，细胞构筑又接近新纹状体，因此归属难定。机能与躯体运动、内脏活动之整合以及镇痛等有关，近年学术界研究颇多。

五、杏仁体

杏仁体发生古老，结构复杂，功能多样，与嗅有某些关系，详见前文基底核的有关叙述。

六、梨状叶

梨状叶 *piriform lobe* 因为在人脑胚胎发育的早期阶段以及敏嗅动物，此区比较明显，而且大体上呈梨形，所以叫做梨状叶(图 5-198)。胚胎第二个月时嗅脑原基位于端脑底面，借嗅脑沟与大脑皮质外侧面相分开，而后分为前后两部。前部最初尚有室腔，向后与侧脑室相通，随后室腔闭合，演化成嗅球和嗅束。后部由于大脑皮质极度发展，颞叶向前延伸，海马卷向内上方，脑底的这个区域随弯曲成“V”字形，其向外的膝状弯曲即岛阈，整体呈梨状，取名梨状叶。从外形上看，梨状叶包括外侧嗅回、钩和海马旁回的前部。但通常将梨状叶分为三个主要区域，即：梨状前区 *prepiriform area*，杏仁周区或梨状区 *periamygdaloid area* or *piriform area* 和内嗅区 *entorhinal area*。梨状前区沿嗅脑沟向前延伸，包括外侧嗅回及其外侧的环周回 *gyrus ambiens*。梨状前区接受外侧嗅纹的传入纤维，故被看作是嗅觉传导的中继站。此区向后移行为杏仁周区。杏仁周区又名半月回，位于杏仁体的表面，在钩的背侧仅占一个小的区域，与梨状前区紧密相连。内嗅区在人类面积最大，乃海马旁回的前部，相当于 Brodmann 的第 28 区。

梨状前区由一薄层灰质和联络纤维束组成。杏仁周区稍有分化，但分层不明显。上述两个区主要接受来自嗅球和嗅前核的纤维，因此常称此二区为初级嗅皮质 *primary olfactory cortex*。内嗅区初步分化为六层：分子层、星状细胞层、浅锥体细胞层、深锥体细胞层、小锥体细胞层和多形细胞层。早期学者曾认为内嗅区不直接接受外侧嗅纹的纤维，而大量接受初级嗅皮质的纤维，因此称之为次级嗅皮质 *secondary olfactory cortex*。近年来的研究表明，内嗅区的绝大部分，除其最后内侧部而外，广泛接受来自嗅球的纤维。内嗅区是海马传入纤维的主要起源处，因此嗅觉冲动可经此区迅速到达海马。此外，HRP 法证实嗅球除接受来自嗅束、嗅结节、对侧嗅球内神经元等处发出的纤维而外，也接受梨状前区和斜角带发来的纤维。它们的作用大概是抑制性的。而嗅球内的颗粒细胞则是抑制性的中间神经元。

初级嗅皮质是气味的主观识别区。内嗅区在钝嗅动物也很发达。人脑的内嗅区比嗅球大10倍，而狗的内嗅区比嗅球只大1.5倍，这说明内嗅区的功能不是嗅觉。

七、前连合

前连合在种系发生上是比较古老的结构，它与嗅觉的联系有一定的关系。详见前文大脑髓质的有关部分。

第二节 嗅觉传导径路和反射径路

一、嗅觉传导径路

嗅觉冲动产生于嗅粘膜内的嗅细胞(一级神经元)。它的中枢突组成嗅神经，穿筛板入嗅球，与嗅球内的僧帽细胞以及部分刷状细胞(二级神经元)的树突构成突触小球。这两种细胞的轴突形成嗅束。其中部分僧帽细胞的轴突或其侧支终于嗅前核，嗅前核发出的纤维又加入嗅束。嗅束的部分纤维经外侧嗅纹，以其终支或侧支止于梨状前区、杏仁周区和杏仁体的皮质内侧核(主要是外侧嗅纹核)。在此完成嗅觉的主观识别。嗅束的另一部分纤维经内侧嗅纹，终于前穿质和隔区，参与边缘系统。嗅束还有一部分纤维经前连合终于对侧嗅球和对侧的杏仁体，完成两侧的联系。从前认为嗅束纤维不直接终止于内嗅区，现在得知内嗅区除接受来自梨状前区和杏仁周区的纤维外，其绝大部分(内侧部的最后区除外)也接受来自嗅球的纤维。此外，内嗅区还接受来自颞极、脑岛和眶回等部皮质来的纤维。内嗅区发出的纤维除主要至海马外，还可返至颞极、脑岛和眶回。因此内嗅区既可视作次级嗅皮质，也可视为联合皮质，有整合嗅冲动和来自新皮质冲动的作用(图5-199,204)。

二、嗅觉反射径路

嗅觉反射径路包括嗅-躯体反射和嗅-内脏反射的径路。可归纳为三条径路。

(一) 缰核-脚间核-被盖背侧核-背侧纵束径路

此径路的关键是经过缰核。嗅冲动可经两种途径到达缰核。①嗅冲动通过外侧嗅纹核和杏仁体的其他亚核，发出纤维经终纹到隔区，在隔区换元后再经丘脑髓纹终于缰核。②嗅冲动经梨状叶皮质投射到海马，再由海马经穹窿进入丘脑髓纹，传至缰核。同时，缰核经丘脑髓纹还接受来自苍白球、下丘脑和丘脑枕核的纤维；缰核与中脑顶盖间有纤维联系。因此，缰核可接受躯体感觉、视觉、听觉和嗅觉等多种感觉冲动，是这些感觉的整合中枢。缰核主要的传出纤维是缰脚间束，此束位于红核内侧。由脚间核发出纤维至脑干被盖的一些网状核，其中特别是被盖背侧核，该核发出纤维进入背侧纵束。嗅冲动就是这样，主要由缰核中介，经过多突触联系，最后由背侧纵束到达有关的躯体和内脏运动核，完成嗅-躯体和嗅-内脏反射。

(二) 前穿质-隔核-前脑内侧束径路

嗅冲动经前穿质、隔核中介进入前脑内侧束。此束经过视前外侧区、下丘脑外侧区而达中脑被盖。在此过程中前脑内侧束与下丘脑的视前核、结节核、乳头体核之间有往返纤维联系，下丘脑从而得以对嗅冲动、乳头体脚传导的内脏感觉冲动进行整合。前脑内侧束最后到达脑干网状核和躯体运动核，从而完成嗅-躯体反射和嗅-内脏反射。

(三) 杏仁体-隔区、下丘脑-前脑内侧束径路

嗅冲动经嗅束 外侧嗅纹传至杏仁体的皮质内侧核群，而后再经终纹至隔区、视前区、下丘脑前核和腹内侧核。嗅冲动经下丘脑整合后，再经前脑内侧束到达脑干的躯体和内脏运动核，从而完成嗅-躯体反射和嗅-内脏反射。

在不同的机能状态下，机体对同一物质的嗅反应不同。例如，饱满和饥饿状态，人对同一食物芳香的感受完全不同，这大概是边缘系统调制的结果。此外，动物实验还证明，嗅通路受性激素的影响。例如注射睾丸甾酮，能改变嗅通路神经元的反应。

第三节 海马结构

海马结构 hippocampal formation 位于半球内侧面、属于古皮质，包括胼胝体上回、束状回、齿状回、海马、下托和海马旁回钩的一部分。由于新皮质极度发展，把此部皮质推向内侧面，位居海马沟的下方，脉络裂上方。随着颞叶的发展，海马沟和脉络裂被卷入颞叶的前下方，于是此部皮质也跟着先是弯向下，后再转向前，从而构成了从室间孔到侧脑室下角前端之间的一个“乙”字形弓状弯曲区。但是它们的发育程度，各部之间并不平衡。由于新皮质的发展，海马结构的前部和上部为横越中线的胼胝体所挤压，至成人退化成一菲薄的灰质层，谓之灰被。而转入颞叶部分的海马结构因未受胼胝体发育的影响，从而发展了起来，构成海马结构的主体，这一部分主要包括海马、齿状回和下托。

一、海马结构的外形

(一) 胼胝体上回和束状回

胼胝体上回因位于胼胝体上方而得名。此回向两侧进入胼胝体沟，于沟底移行于扣带回；向前绕过胼胝体膝，移行于两侧的胼胝体下回；向后绕过胼胝体压部，移行于两侧的束状回。束状回 fasciolar gyrus 是条状灰质带，向前下外方移行于齿状回和海马。在中线两侧，每一半胼胝体上回内皆有两条前后纵行的纤维束，分别叫做外侧和内侧纵纹 lateral and medial longitudinal stria。内侧纵纹也叫 Lancisi 纹，外侧纵纹也叫顶带。纵纹的纤维向前至胼胝体下回，向后经束状回至海马伞，在胼胝体干处纤维可能穿过胼胝体，进入穹窿(图 5-200、201)。

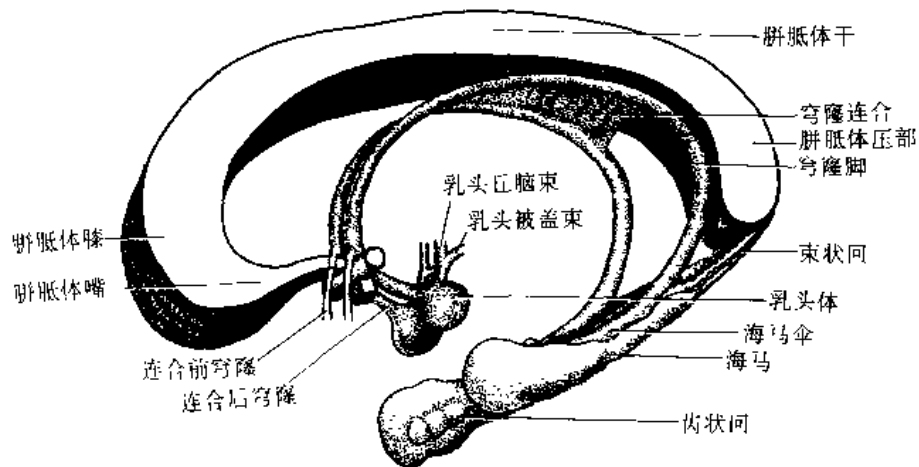


图 5-201 分离的海马与穹窿

(二) 齿状回

齿状回 dentate gyrus 是狭长的灰质带，除内侧面而外，皆为海马所包绕，因其内侧缘有横沟将其分隔成锯齿状而得名。它位于海马伞与海马旁回之间，后端与海马伞分离，移行于束状回。前端在海马旁回钩的凹口处，呈锐角内弯，横过海马沟的下面，成一横带，称齿状回尾 tail of dentate gyrus 或 Giacomini 带。此带把海马旁回钩分为前后两部分，前部叫钩回 uncinus gyrus，后部叫内边缘回 intralimbic gyrus。齿状回的内侧面位于海马沟与海马伞之间，海马伞的游离缘直接延续于其上方的脉络裂，软脑膜和血管即沿此裂凸入侧脑室，形成脉络丛，覆盖于海马表面。

(三) 海马

海马 hippocampus 又称 Ammon 角，因形似海马而得名。在脑的发育中，颞叶虽未受胼胝体的影响，但新皮质太发达了，海马经由海马沟被挤到侧脑室下角的底壁上。它是一个弓形隆起，长约 5cm。前端较宽，有时有 2~3 个浅沟将其分隔成若干个隆起，使之呈爪状，称为海马足 pes hippocampi，后端较细，移行于束状回。在额状切面上，海马呈 C 字形，若与束状回相联，则呈 S 状，海马的脑室面盖有室管膜，膜的深面是一层白质，称为室床，也叫海马槽 alveus of hippocampus。海马槽的纤维向内侧缘集中，形成纵行纤维束，称海马伞 fimbria of hippocampus。海马伞再向后进，续于穹窿脚(图 5-201, 202)。

(四) 下托

下托 subiculum 是海马与海马旁回之间的过渡区域，相当于海马旁回的上部(图 5-202)。海马与齿状回属于三层型皮质，而海马旁回皮质是六层型，作为过渡区域的下托则从四层逐渐变成五层，其各部的纤维联系也随之有所差异。按其移行变化的情况通常将下托再分为尖

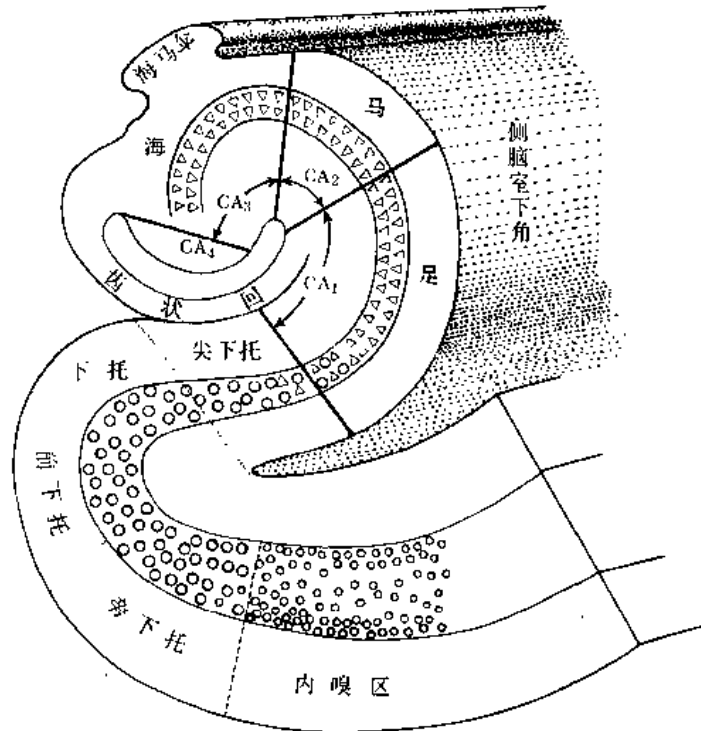


图 5 202 齿状回、海马、下托的划分和皮质分层示意图
(侧脑室下角的冠状切面)

下托 prosubiculum、下托 subiculum、前下托 presubiculum 和旁下托 parasubiculum 四个带形区。尖下托紧邻海马，旁下托紧邻海马旁回，不过一般将前两个带形区都归入海马，后两个带形区都归入海马旁回(内嗅区)。

二、海马结构的皮质构造

从海马、齿状回经过下托到达海马旁回，皮质的细胞构筑有一个从三层型到六层型逐步过渡的过程。虽然内嗅区具有六层结构，但它仍不同于典型的新皮质，而是一种过渡形式。

(一) 海马皮质的构造

海马表面覆盖有一层室管膜和发达的脉络丛。海马皮质属于古皮质，可区分为三个基本层，即：分子层、锥体细胞层和多形细胞层。根据各层细胞的树突和轴突的排布情况，又可分出几个亚层。在室管膜之下，由浅入深(由内向外)，它们是：海马槽、多形细胞层、锥体细胞层、辐射层、腔隙层和分子层(图 5-203)。

1. 海马槽 alveus 是室管膜下的一层白质，由海马的传入和传出纤维组成。传出纤维主要来自锥体细胞的轴突，少量来自齿状回皮质细胞的轴突。这些轴突先发侧支返回海马，而后后进形成海马伞。

2. 多形细胞层 stratum oriens 含有各种形态的小细胞，其中有一种称为篮状细胞 basket cells，其轴突进入辐射层和分子层，末梢与锥体细胞形成突触。篮状细胞与传入纤维及传出纤维的返回侧支也可形成突触。

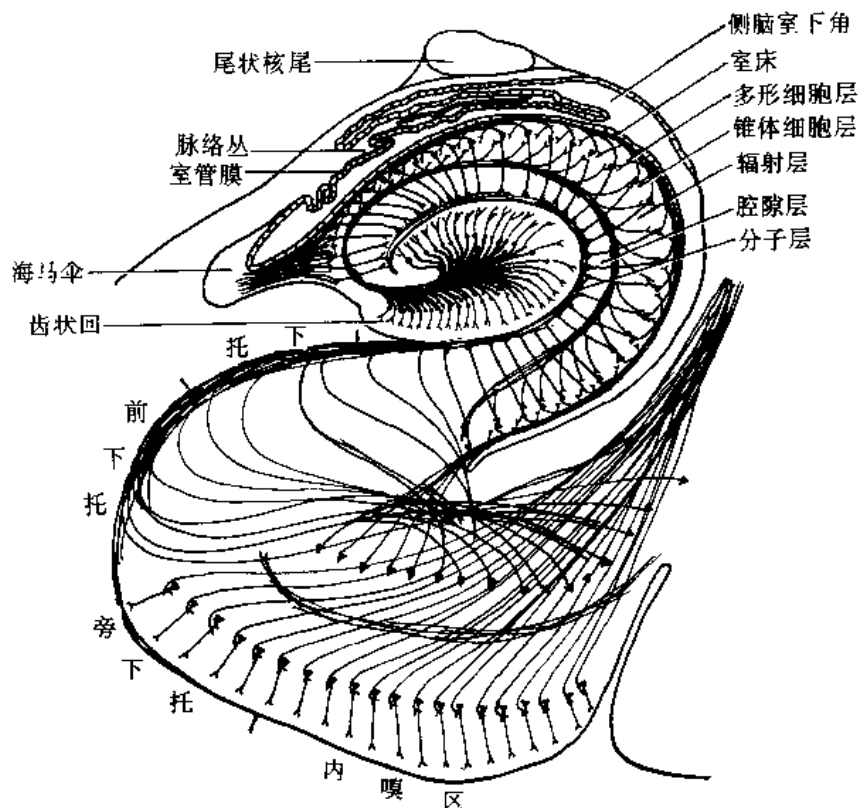


图 5-203 齿状回、海马、内嗅区的皮质内联系

3. 锥体细胞层 *stratum pyramidale* 最具特色,又分为大锥体细胞层和小锥体细胞层。锥体细胞最引人注目。它们的基底部朝向脑室面,由此发出底树突,底树突的末梢大部分进入多形层;细胞尖端指向分子层,由此发出尖树突,尖树突分支广泛并富有树突侧棘,尖树突排列规则,外进构成辐射层的主体。锥体细胞的轴突发自细胞的基底部或底树突,轴突进入海马槽,后进入构成海马伞。轴突在海马槽内还发出侧支,侧支大部分返回分子层,终于邻近锥体细胞的尖树突,部分终于多形细胞层。

4. 辐射层 *stratum radiatum* 由锥体细胞尖树突和轴突的返回侧支组成,因纤维排列规则呈放射状而得名。

5. 腔隙层 *stratum lacunosum* 由锥体细胞的尖树突和来自海马槽的轴突末梢组成。

6. 分子层 *stratum moleculare* 由切线纤维组成,包括来自内嗅区的纤维和锥体细胞尖树突的分支。此层含有少量中间神经元。

后三层大概相当于新皮质的分子层。有的学者将腔隙层和分子层合称腔隙分子层 *stratum lacunosum moleculare*。

锥体细胞的树突在各层接受不同的轴突终末。来自对侧海马的连合纤维,终于底树突;来自内嗅区的轴突和返回侧支,在分子层终于尖树突;来自齿状回的苔状纤维,在辐射层包绕尖树突;篮状细胞的终末形成许多轴-体突触。现已确知传入纤维和锥体细胞具有兴奋作用,有些中间神经元,特别是篮状细胞有抑制作用。

海马的大锥体细胞,由于其树突互朝相反方向发出,有人也称之为双棱细胞,而锥体细胞的有规则排列,似乎决定了海马的结构模式。就整体而论,海马的构造基本上是一致的。但根据其各部之间的细致差别,也可将海马划分为四个区域,分别称为 CA_1 、 CA_2 、 CA_3 和 CA_4 。 CA_4 紧邻齿状回, CA_1 与尖下托相联。

(二) 齿状回皮质的构造

齿状回也分三层,即分子层、颗粒细胞层和多形细胞层。在冠状切面上,三层排列成“V”字形,其开口部位对向海马伞,海马的 CA_3 区恰伸向齿状回的门。

齿状回的分子层在海马沟的尽处续于海马的分子层。颗粒细胞层由紧密排列的小的圆形或卵圆形细胞构成,树突主要进入分子层,轴突又叫苔藓纤维 *mossy fibers*,穿过多形层,进入海马皮质,沿辐射层的浅层行进,与锥体细胞的尖树突基部形成一系列的突触。多形细胞层和其他皮质的同名层一样,含有多种类型的细胞,其中有篮状细胞,它的树突呈放射状,轴突伸入分子层;变形的锥体细胞,轴突经海马槽进入海马伞。齿状回发出的纤维不超出海马结构的范围。

(三) 梨状区的皮质构造

梨状区的皮质属于旧皮质(异源皮质),基本上也是三层型,但由于出现了亚层,随之形成了与新皮质相类似的六层。不过它毕竟与典型的新皮质不同,其细胞成分比新皮质约少了一半,分子层内的纤维层也较厚,仍然是一种过渡类型。

三、海马结构的纤维联系

(一) 海马结构的传入纤维

1. 内嗅区 海马、齿状回纤维 纤维数量很大,它们经由两条通路到达海马和齿状回。其一是来自内嗅区内侧部和下托的纤维,通过尖下托和海马槽到达海马皮质的多形层,主要止

于锥体细胞；其二是来自内嗅区外侧部的纤维，越过上述纤维经下托到达海马皮质的分子层，止于齿状回和海马之全长(图 5-204)。

内嗅区在人类相当发达，它不仅从梨状前区、杏仁周区和嗅球接受嗅性信息，还接受颞叶新皮质、额叶皮质、杏仁体的基底外侧核、隔核、中缝核和蓝斑等处的纤维，由此可以推断，内嗅区大概是嗅冲动和其他来源的冲动的汇聚和整合地点。

2. 隔核-海马纤维 纤维数量颇大，来自内侧隔核，经穹窿返回海马全长和下托。
3. 扣带回-海马纤维 此部纤维经扣带直接终于海马或经下托中继后再终于海马。
4. 海马的连合纤维 来自对侧海马结构，经穹窿连合终于海马。
5. 胼胝上回-海马纤维 来自胼胝体上回，经终纹、束状回、海马伞止于海马。
6. 进入海马的其他纤维 还有来自乳头体附近的下丘脑、丘脑前核、中缝核、蓝斑、脑中网状结构的双单胺性细胞群等处，此外还可能有一些来自梨状前区的纤维。

(二) 海马结构的传出纤维

海马的传出径路主要是穹窿 fornix，也可直接投射到邻近的皮质区，只是很不重要，纤维很少。穹窿主要由海马的传出纤维组成，但也含有部分至海马的传入纤维和海马的连合纤维。穹窿主要止于乳头体，但也有纤维止于束状回、胼胝体上回、扣带回、透明隔、隔核、视前区、丘脑前核、下丘脑外侧区、缰核和中脑网状结构等处。

穹窿内的海马传出纤维主要来自锥体细胞的轴突，少部分来自多形细胞层中的神经元。它

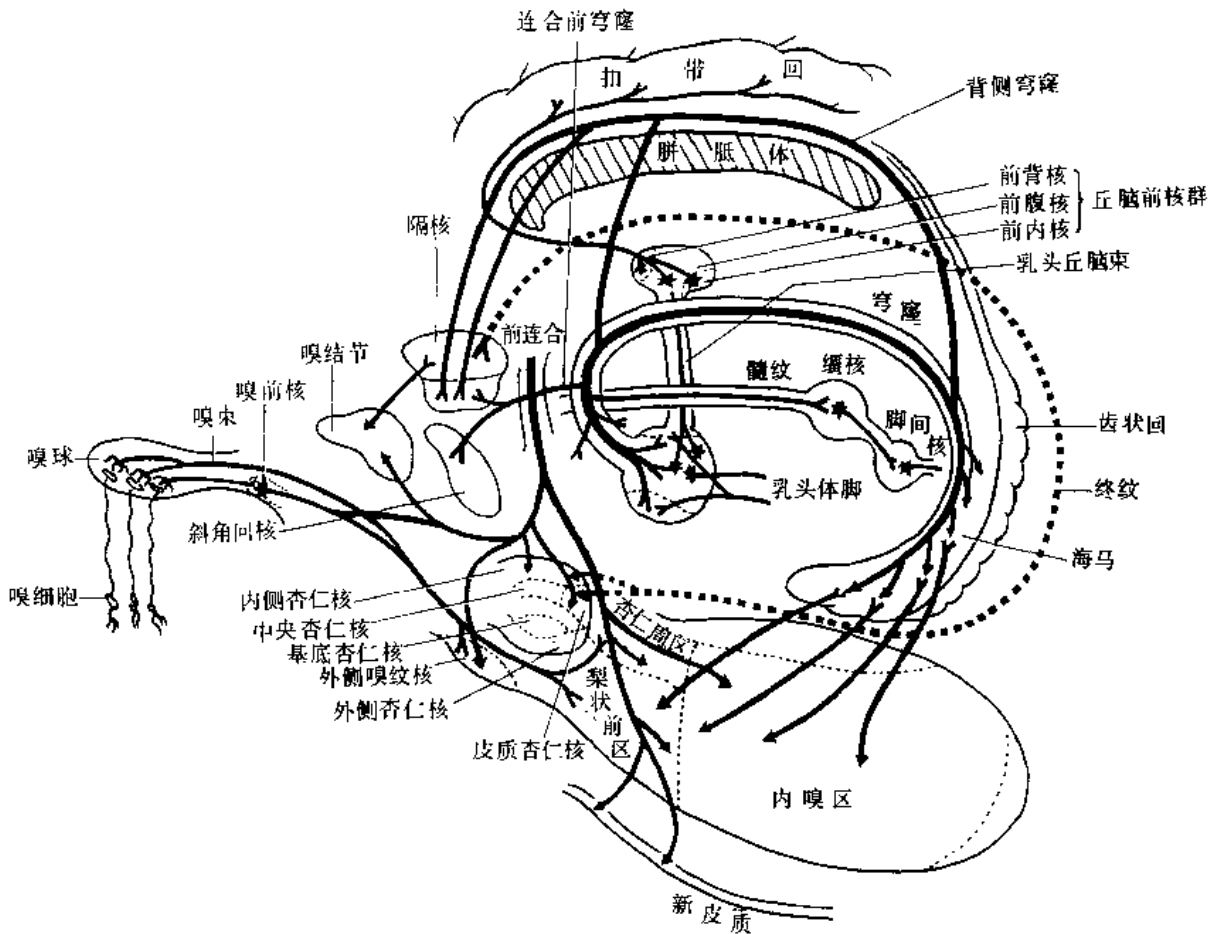


图 5-204 边缘系统联系示意图

们经海马槽向海马内侧缘集中，形成海马伞。肉眼观察，海马伞可以认为是穹窿的起点，它呈扁带状，位于齿状回的上方，构成脉络裂的下界，其内侧缘游离，叫穹窿带 *taenia fornix*。从外形上看，海马伞向前连于海马旁回钩，沿侧脑室下角底壁后进，而后弯向上，到胼胝体压部的下方，大部分纤维转向前，构成穹窿脚 *crus of fornix*。左、右穹窿脚在胼胝体压部的下方逐渐靠近，其中有部分纤维越至对侧，经对侧海马脚、海马伞，至对侧海马结构，于是在两侧海马脚之间形成一个薄的三角形白质板，叫穹窿连合 *commissure of fornix*。穹窿连合也叫海马连合 *hippocampal commissure*，因外形像乐器中的琴，所以也称为琴 *lyra* 或 *psalterium*。此连合在人类并不发达，与胼胝体之间有时偶见一水平裂隙，叫穹窿室 *ventricle of the fornix*，即所谓的“第六脑室”。左、右穹窿脚向前合并成一个穹窿体 *body of fornix*。穹窿体横断面呈三角形，底向上，接胼胝体，尖向下，游离缘突入第三脑室，构成脉络裂的上界。体内的两束纤维于中线两侧并行前进，至室间孔的上方，左右分开，形成双侧的穹窿柱 *column of fornix*。此柱约有一半的纤维在前连合后方下降，形成室间孔的前界，而后沉入下丘脑侧壁，叫连合后穹窿 *postcommissural fornix*；其余的纤维经前连合前方下行，叫连合前穹窿 *precommissural fornix*。穹窿与胼胝体前部之间为一透明薄膜，叫透明隔 *septum pellucidum*。根据与前连合的位置关系，透明隔又分为连合前隔 *precommissural septum* 和连合上隔 *supracommissural septum*（见下文）（图 5-201）。

连合后穹窿纤维束较致密，向下进入同侧下丘脑。其中，①止于乳头体的纤维，来自 CA_1 和 CA_2 区，主要终于乳头体内侧核的外侧部。②连合后穹窿在下丘脑的嘴侧部约有 $1/2 \sim 2/3$ 的纤维离开穹窿，构成海马丘脑束 *hippocampothalamic tract*，终于丘脑前核群、嘴侧板内核和许多下丘脑核等，这一部分纤维也来自 CA_1 和 CA_2 区。③有些纤维弯向尾侧，经丘脑髓纹终于丘脑背侧核和缰核。④有一些纤维延伸至中脑被盖的网状结构。

连合前穹窿纤维不组成束，分别止于隔区、视前外侧区、丘脑前核、斜角回核、下丘脑前核和乳头体等处。其中始自 $CA_3 \cdot CA_4$ 区的纤维，终于同侧内侧隔核、双侧的外侧隔核和斜角回核。

除上述纤维外，一些纤维在胼胝体压部附近离开海马伞，在胼胝体上方，与内侧纵纹、外侧纵纹一起前行，并在此处与胼胝体上回的其他纤维相连；一些纤维在胼胝体的纤维束间穿行向下，于此，它们又与海马伞直接进入胼胝体的纤维相连。这些纤维统称背侧穹窿 *dorsal fornix*。背侧穹窿的部分纤维终于透明隔中的灰质块，另外一些纤维则直接通过透明隔。直接和间接通过透明隔的纤维，又大量返回穹窿的主体。有些向下穿行的纤维可能始自扣带回。大部分穿行纤维进入连合前穹窿，主要止于隔区（图 5-204）。

如上所述，通常认为乳头体内侧核是穹窿的主要终止区。乳头体发出乳头丘脑束，此束主要止于丘脑前核。其中大部分纤维止于前腹核。丘脑前核发出的纤维主要投射到扣带回，其中，来自前腹核的纤维投射到 Brodmann 第 23、24 区；来自前背核的纤维投射到 24 区；来自前内核的纤维投射到 32 区。而扣带回，至少是扣带回后部的纤维又反过来投射到海马。从而形成了一个海马→乳头体→丘脑前核→扣带回→海马环路（图 5-204）。24 区的纤维投射到 32 区、尾状核和延髓抑制中枢。

海马通过穹窿可以和许多皮质区和皮质下中枢发生联系。其中，除经丘脑前核到扣带回皮质而外，另外还可经丘脑背内侧核到额前区皮质，经丘脑板内核群到广泛的新皮质区；直接、间接通过隔区、视前区和下丘脑外侧区与脑干网状结构发生联系。

很久以来大家公认穹窿中的传出纤维来自海马的锥体细胞，但近来有人发现鼠穹窿中多数纤维不来自海马，而来自下托。分布到下丘脑，其中包括乳头体的纤维，和许多至隔核的纤维，来自下托，它们多数通过连合后穹窿，有些也通过连合前穹窿。起自海马，经由连合前穹窿，止于外侧隔核的纤维，可能是海马传出纤维的主体。海马传出纤维也可至扣带回、内嗅区和下托等处。

此外，通过穹窿连合至对侧海马结构的连合纤维，既有对称部位间的联系，也有非对称部位的联系。

四、海马结构的功能

自 Cajal Lorente de No 以来，海马结构的细胞构筑和纤维联系，虽已积累了大量的资料，然而功能方面，知之甚少。已知它与嗅觉无关。它只从内嗅区间接接受嗅性冲动。从比较解剖学的角度观察，海马的大小也与嗅觉发达与否无直接关系。刺激或损毁海马，在功能上未获明确结论。海马可能与近期记忆有关。此外，海马还参与情绪反应或控制；参与某些内脏活动；对脑干网状结构的上行激动系统有影响等。

第四节 边缘系统

一、边缘系统的概念

在哺乳动物大脑半球内侧面上，有一相当恒定的弯曲的脑回，因位于脑干上缘与端脑相接处，1878年法国学者 Broca 将其称为大边缘叶 *le grand lobe limbique*，这大概就是当今“边缘叶 *limbic lobe*”一词的由来。后来人们发现还有一些皮质区、皮质下结构乃至中脑的某些结构，在细胞构筑、纤维联系及功能上与上述边缘叶关系密切，于是出现了边缘前脑 *limbic fore-brain* 与边缘中脑 *limbic midbrain* 的概念，并进而提出了边缘系统 *limbic system* 一词，近30年来“边缘系统”作为标题在期刊杂志上出现逐渐增多。从前认为边缘叶只与嗅觉有关，因之也把它叫做“嗅脑 *rhinencephalon*”，有人根据边缘叶通过下丘脑影响一系列的自主神经的活动，于是又将之称为“内脏脑 *visceral brain*”。但是后来知道边缘叶中的许多结构与嗅觉并无直接关系，边缘叶和边缘系统的功能也不止影响内脏活动。所以许多人不同意用“嗅脑”或“内脏脑”之类的词，而主张用边缘系统一词。但鉴于材料和方法的不同，特别是技术的不断进步，致使各家资料差异颇大，这个系统的结构、纤维联系以及生理功能，至今仍众说纷云，很难一致。

二、边缘系统的结构

(一) 边缘系统的皮质

边缘系统的皮质除上文提到的胼胝体上、下回，扣带回，海马旁回和钩，海马结构等，还有眶回后部，岛叶前部和颞极等。从发生学的角度，它们可分为古皮质、旧皮质和中间皮质三部分。

1. 古皮质 只见于海马结构。发生最为古老，属于异源皮质，基本上由三层细胞组成。详见上文。

2. 旧皮质 包括梨状前区和内嗅区。也属于异源皮质，基本上也分三层，但发生上较古

皮质稍晚，许多区域出现了亚层，形成了类似同源皮质的六层。只是细胞类型较少，如高尔基Ⅱ型细胞比新皮质者少得多。

3. 中间皮质 包括海马旁回后部、扣带回、眶回后部和岛叶前部等。乃异源皮质和同源皮质的过渡型。一般而论其颗粒细胞比同源皮质者少。

(二) 边缘系统的皮质下结构

这一部分包括杏仁体、隔区、视前区、下丘脑诸核、丘脑前核群、部分丘脑背侧核、上丘脑、中脑被盖内侧区等。但也有人主张中脑的中央灰质、被盖的中央部和外侧部、脚间核等也应列入边缘系统。

(三) 边缘系统的纤维联系

边缘系统的纤维联系，归纳起来，可粗略地分为如下三方面(图 5-204)。

1. 边缘系统皮质间联系 包括边缘叶和边缘叶周围的新皮质之间的往返联系；通过扣带回将边缘叶各部皮质联系起来；钩束连接额叶眶回和颞叶前部皮质；前连合连接两侧颞叶前部皮质；穹窿连合连接两侧海马结构。

2. 边缘系统皮质下结构的联系

(1) 颞极和梨状区的皮质→杏仁体→终纹→隔核、视前区、视上核和室旁核⇌前脑内侧束⇌其他下丘脑诸核→中脑被盖→脑干的躯体和内脏运动核。

(2) 眶回、额前区皮质和穹窿的纤维→隔核→丘脑髓纹→缰核(与中脑顶盖间有往返纤维)，→缰脚间束→脚间核→中脑网状核→脑干的躯体和内脏运动核。

3. 边缘系统内的环路 内嗅区→海马→穹窿→乳头体⇌乳头丘脑束⇌扣带回(32、24、23、29区)→扣带→海马。

在边缘系统的联系中，隔核接受穹窿、终纹、前穿质、扣带回以及前脑内侧束中的中脑网状结构的上行纤维。各种冲动均会合于隔核，而隔区又发出纤维投射至边缘系统各部皮质，也投射到脑干网状结构。隔核显然是各种冲动的整合中枢。

三、边缘系统的功能

现在已经知道的边缘系统的结构与纤维联系十分复杂，近几十年来积累了大量的资料，但它们与功能之间的精确关系，直至目前也不十分清楚。边缘系统的功能是多方面的。它不仅与嗅觉及其联合反射有关，而且还牵涉到一系列的内脏活动、躯体活动、内分泌、情绪和记忆等复杂的反射乃至条件反射。边缘系统的某些结构与嗅觉的关系，前文已述。其余的功能，归纳如下。

(一) 对情绪反应的影响

情绪是人类的一种心理现象，但伴随着情绪活动，也发生一系列的生理变化，这些变化是客观的，叫做情绪的生理反应。有人观察到颞叶损伤，常伴有情绪反常。情绪反应表现是多方面的，它包括自主神经功能、躯体运动功能和内分泌功能三方面的变化。自主神经功能的情绪反应如发怒时交感神经活动亢进，进食时的副交感神经活动亢进。具体表现因人而异，此外与刺激强度也有一定的关系。持久的情绪活动，可导致自主神经功能的紊乱。躯体运动功能的情绪反应表现为间脑动物的“假怒 sham rage”，人的肌紧张和运动加强。内分泌功能的情绪反应表现在肾上腺素、胰岛素、肾上腺皮质激素、抗利尿激素等分泌的变化。

情绪反应的结构基础，曾有人设想为新皮质的冲动集中到颞叶→海马旁回→海马→穹窿

→乳头体→丘脑前核→扣带回→海马。但近年来的研究认为此环路与情绪反应关系不大，而与杏仁体关系密切。人们已经知道下丘脑腹内侧区是防御反应区，而杏仁体的皮质内侧部可抑制其活动，基底外侧部可易化其活动，二者的作用是拮抗的。因此认为间脑动物的“假怒”主要是由于下丘脑失去了杏仁体的调节之故。至于人类情绪反应的主观感觉的机制，目前还不清楚。

（二）调节内脏活动

实验证实下丘脑前部是副交感神经比较高级的中枢；下丘脑后部是交感神经比较高级的中枢；下丘脑外侧区是摄食中枢；破坏杏仁体，动物可摄食过度；用电刺激法可以在边缘系统的皮质区找到各种内脏活动中枢。例如刺激扣带回前部可出现呼吸抑制或加强、血压上升或下降、心律变慢、胃运动抑制、瞳孔扩大或缩小；刺激杏仁体出现咀嚼、吞咽，头、眼转向对侧等一系列复杂的躯体运动，唾液、胃酸分泌增加，胃运动增加、排便，心率变慢，瞳孔放大等一系列内脏运动的改变，同时，还可使垂体分泌促性腺激素和肾上腺皮质激素等；刺激隔区出现阴茎勃起，血压下降或上升，呼吸暂停或加强以及摄食活动改变等。现在已经知道刺激低级中枢，反应结果比较肯定；刺激高级中枢，反应结果则比较多样。而刺激边缘系统，反应结果的多样性说明它是低级中枢的调节者，它通过促进或抑制各低级中枢的活动，从而完成调节或整合之功能。

（三）与记忆的关系

海马损伤，近期记忆丧失，丧失的程度取决于损伤部位的大小。但从前的记忆多不受影响，建立新的长期的记忆，不是不完全，就是完全不可能。刺激颞叶的某些部位，可忆起往事。上述功能可能与海马环路有关。

（四）其他

与下丘脑有关的昼夜节律 circadian rhythm、水盐代谢、体温调节、睡眠和醒觉，有人主张也与边缘系统有一定的关系。

边缘系统的功能虽然复杂，但归纳起来，它所表现出来的情绪活动，都与内脏及躯体活动密不可分，这是个体生存、种族延续不可少的。前者主要是杏仁体及有关结构的功能，如摄食、食物的消化、避开伤害，后者主要是隔区及有关结构的功能，如动物的生殖行为。而边缘系统的皮质部分可能是完成这些功能的中间联络区。在控制行为的模式上，它处于大脑半球其他新皮质和边缘系统皮质下结构之间。然而，边缘系统与新皮质联系广泛，其功能显然不会单独存在。上述实验结果可能都是整个脑联合活动的结果，有待今后进一步研究。

（姚铭举）

第二十九章 大脑皮质

大脑皮质 cerebral cortex 是一层灰质，构成大脑半球的沟和回的表层。总面积约为 285000mm²。其中 1/3 露于表面，2/3 位于沟壁和沟底。皮质的平均厚度为 2.5mm。中央前回运动区最厚，约为 4.5mm。枕极部皮质最薄，约为 1.5mm。此外，在同一脑回的不同部位也有差异，一般脑回顶部较厚，沟底部较薄。肉眼观察新鲜脑切片时，可见大脑皮质由浓淡交替的带所组成。淡色带是有髓神经纤维集聚的地方；而深色带则含有大量的神经细胞。在大部分皮质内有两层明显的浅带，称为 Baillarger 内、外带。在距状沟邻近的视皮质，只有外带特别明显，故称此区为纹状区。

大脑皮质内有两种主要成分：一种是细胞，其中包括神经元和神经胶质。另一种是神经纤维，有髓纤维成束地进入皮质，因此，皮质内呈现放射状条纹。

第一节 大脑皮质的结构

大脑皮质是高级神经活动的物质基础，是有机体全部功能活动的最高调节器官；结构复杂，由神经细胞和神经纤维组成，并含有神经胶质和血管。大脑皮质重约 600 克，占全脑重的 40%，其中神经细胞占 30%，神经胶质和血管占 70%。人类大脑皮质内神经胶质多于神经细胞。其比例约为 2:1。大脑皮质神经细胞总数，各研究者的估计数出人很大，早期者认为可多达 140 亿 (Economo, 1929)，但随着方法的改进，有呈递减的趋势，据较近的研究则为 26 亿 (Pakkenberg, 1966)。

一、大脑皮质的神经细胞

大脑皮质的神经元可分为数种，其中最多的是锥体细胞和颗粒细胞，分布于皮质的各区和各层。另外，还有水平细胞、梭形细胞和马提诺蒂细胞等。

(一) 锥体细胞

锥体细胞 pyramidal cell (图 5-205, 207) 是大脑皮质内特有的一种神经元，也是皮质内最重要的细胞成分。约占神经细胞的 66% (Powell, 1981)。按胞体大小又分为大、中、小三型。小型的胞体约为 10~12 μ m，中型的约为 20~30 μ m，大型的多在 40 μ m 以上。在中央前回内的大型锥体细胞最大者可超过 100 μ m，称为巨型锥体细胞或贝兹 (Betz) 细胞。锥体细胞的胞体呈圆锥状，具有两种树突，一种是大的尖端树突 apical dendrite，位于细胞顶部，故也叫顶树突，只有一个，伸向皮质表面，其分支较多；另一种是较短的底树突 basal dendrites，有数个，由细胞底部呈水平方向发出，并分支与邻近的神经元发生联系。关于树突分支的分布范围，目前还不清楚，总的来看，垂直分布的范围大于水平范围。树突分支的表面有许多小棘 spines，是形成突触之处，其多少与皮质功能关系密切，可随年龄的增长而加多，在智力减弱的婴儿则减少。锥体细胞的轴突由胞体底部发出，其直径较顶树突下细。在离开皮质之前，往往发出侧支，进入其邻近皮质各层，同锥体细胞树突发生联系。进入髓质的轴突，有的形成联络纤维，与同侧皮质发生联系；有的形成连合纤维，与对侧半球皮质发生联系。有的则形成投射

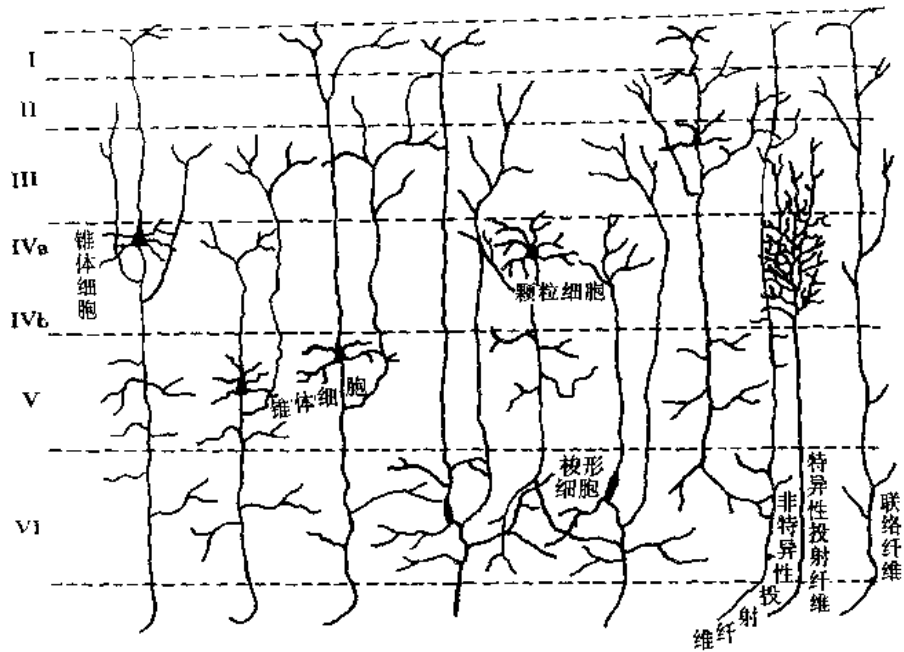


图 5-205 皮质数种细胞树突和轴突分布示意图

纤维，下降至脑干和脊髓，与运动神经元发生联系。皮质深层的大锥体细胞同其它层内的锥体细胞、各种中间神经元及传入纤维，共同组成一个柱形单位，并可借水平细胞与侧方联系(图 5 205)。

(二) 颗粒细胞

颗粒细胞 granule cell(图 5-205,207)也叫星状细胞 stellate cell，大多属于高尔基Ⅰ型细胞，散布于皮质深部的五层内，以Ⅱ和Ⅳ层内最多。其胞体较小，多为三角形或多极的小细胞，直径约 6~10 μm ，胞核深染而胞浆少。从胞体发出许多树突和一个短轴突。树突上有很多小棘，与其它神经元形成大量突触。根据细胞形态，分为下列两种：

1. 较大的星状细胞 轴突较长，多呈垂直位，有的可伸入到分子层，有的可伸入髓质。
2. 篮状细胞 主要分布于Ⅱ至Ⅴ层，其轴突较短，具有水平分支，可横向扩散。其末端稍呈簇状，与邻近锥体细胞的胞体和树突形成突触。

(三) 梭形细胞

梭形细胞 fusiform cell(图 5-205)多见于皮质深层，胞体呈纺锤形，其长轴与皮质表面垂直。从胞体两极发出树突，下极发出的树突在本层分支而终；上极发出的则升向皮质表面。轴突从胞体中部或下部发出，进入髓质，形成投射纤维或联络和连合纤维。

(四) 马提诺蒂细胞

马提诺蒂细胞 cell of Martinotti(图 5 207)是三角形或多角形小细胞。其特征是轴突较长，伸向皮质表面，远近不等，有的在本层内分支而终，有的可达表层而且在经过各层时发出侧支。此种细胞多位于皮质深层，但以Ⅵ层为主。

(五) 水平细胞

水平细胞 horizontal cell(图 5-207)仅见于皮质的分子层。胞体呈梭形，其轴、树突均与皮质的表面平行。轴突较长形成切线纤维，并与锥体细胞的顶树突的分支形成突触。构成皮质内水平联合系统。

二、大脑皮质内的神经纤维

大脑皮质内的神经纤维按其走行方向，可分为水平与垂直两种(图5 206,207)；水平纤维包括水平细胞和篮状细胞的轴突，传入性纤维末梢分支。此种纤维在皮质内配布不均，在不同深度聚成明显的纤维带，如切线纤维层和 Baillarger 内、外带。垂直的纤维包括锥体细胞、梭形细胞和星状细胞的轴突，它们形成投射纤维或联络与连合纤维，并集成束由皮质深层呈放射状走向皮质浅层，至皮质第Ⅲ层失去髓鞘并散开。马提诺蒂细胞的轴突也是垂直的，但它不离开皮质亦不参与纵行纤维束的形成。

三、大脑皮质的分层

皮质结构的特点之一是分层(图5 206)，在尼氏染色的切片标本上，可见神经细胞的胞体排列成层，每层细胞的类型和密度也不相同。在 Weigert 染色的切片标本上，也可看出相似的分层，但主要是由于水平纤维在各层分布的不同所致。占大脑半球表面96%以上的新皮质，常分为6个基本层，从浅到深依次为：分子层、外颗粒层、锥体细胞层、内颗粒层、节细胞层和梭形细胞层。

(一) 分子层

分子层 molecular layer 又称丛状层 plexiform layer，约占皮质全厚的10%。含有很少的水平细胞和星状细胞。主要是由深层细胞的树突(如锥体细胞和梭形细胞)、马提诺蒂细胞的轴突和传入纤维的末梢在此层分成的水平分支、以及水平细胞的突起共同组成。因纤维走向多与表面平行，故也叫切线纤维层。

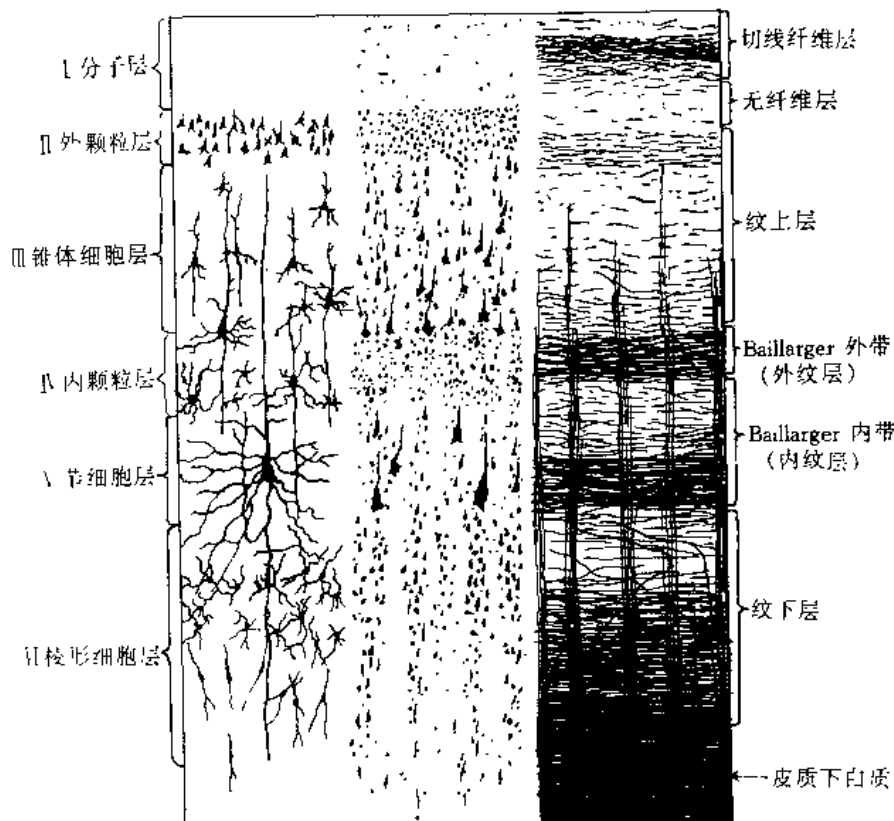


图5 206 大脑皮质细胞和纤维分层示意图

（二）外颗粒层

外颗粒层 external granular layer 又称小锥体细胞层 layer of small pyramidal cells, 主要由大量的颗粒细胞和小锥体细胞密集而成。约占皮质厚度的 9%。其中锥体细胞的尖端树突终止于分子层, 轴突止于深部各层或进入髓质, 形成联络纤维。传入纤维与锥体细胞的树突形成广泛的突触。此层的有髓纤维很少, 它含有本层锥体细胞的底树突和深层锥体细胞的尖端树突。因此染色很浅, 故又称为无纤维层 dysfibrous layer。

（三）锥体细胞层

锥体细胞层 layer of pyramidal cells 又称外锥体细胞层, 约占皮质厚度的 1/3。此层含有大量典型的锥体细胞。通常又把此层分为两个亚层。浅层以中型锥体细胞为主, 而深层则含有大型锥体细胞。锥体细胞的尖端树突终于分子层, 其轴突进入髓质, 成为联络和连合纤维。纤维间还有篮状细胞和梭形细胞。此层有髓纤维较少, 主要是由传入神经纤维的末梢分支、深层锥体细胞轴突的反向侧支以及马提诺蒂细胞轴突的侧支所组成。此层按纤维分层又称为纹上层 (suprastriate layer)。在该层与外颗粒层之间有许多水平走行的有髓纤维, 特称为 Kaes-Bechterew 带。

（四）内颗粒层

内颗粒层 internal granular layer 主要是由密集的星状细胞组成。多数是小星状细胞, 轴突短, 就在本层内分支而终。较大的星状细胞的轴突, 终止于深部各层。有髓神经纤维在此层形成致密的横行纤维丛, 主要由传入纤维的水平分支所组成。此层相当于 *Baillarger* 外带, 又称外纹层 external striate layer。此层除感觉区较厚外, 余处约占皮质厚度的 10%。

（五）节细胞层

节细胞层 ganglionic layer 又称内锥体细胞层 internal pyramidal layer。主要由中型和大型锥体细胞所组成。也含有颗粒细胞和马提诺蒂细胞。大锥体细胞的尖端树突终于分子层。较小锥体细胞者则仅至 IV 层或终于本层。其轴突多进入髓质, 形成投射纤维, 也有少数形成连合纤维。在 4 区的皮质, 该层还有一部分特大的锥体细胞, 称为贝兹细胞, 其轴突组成皮质脊髓束。在此层深部有稠密的横形纤维组成 *Baillarger* 内带。其中的有髓纤维主要是传入神经纤维的水平分支和本层锥体细胞轴突的侧支。此层按纤维分层叫内纹层 internal striate layer, 它占皮质厚度的 20%。

（六）梭形细胞层

梭形细胞层 layer of fusiform cell 或称多形细胞层 multiform layer, 此层内含有大量的梭形细胞和少量星状细胞和马提诺蒂细胞。该层又可分为两个亚层: 浅层内细胞大而密集, 其树突终于分子层; 深层的细胞较小而松散, 其树突终于 IV 层或本层。梭形细胞的轴突伸入髓质, 形成投射纤维和联络纤维。而星状细胞的轴突则形成连接邻近脑回的短弓状纤维。来自 V 层的锥体细胞和 VI 层的梭形细胞的树突, 在本层内可与丘脑皮质纤维的末梢相接触。此层按纤维分层叫纹下层, 它约占皮质厚度的 20%。

大脑皮质的细胞除在水平方向分层外, 有的区域还形成与表面垂直的细胞柱。这种现象在顶叶、枕叶和颞叶十分明显, 在额叶则无。这是由于投射纤维多成束排列, 细胞集聚于纤维束之间的一种现象。

从比较胚胎学来看, 新皮质的六层结构, 是由古皮质的三层分化而来。所以大脑皮质亦可分为粒上和粒下两层, 粒上层包括 I、II 两层, 发展最晚, 分化程度最高, 在人脑最厚。粒

上层发出和接受的纤维主要是联络纤维，其功能主要是实现皮质内和皮质间的联系。古皮质没有此层。粒下层包括V、VI两层，在哺乳动物发育良好；它通过下行纤维直接与皮质下结构相联系。这些古老的层次主要执行运动性皮质活动。在粒上与粒下层之间的内粒层(N层)主要接受投射的纤维。

四、大脑皮质神经元间的联系

应用镀银的染色法，不但可以显示皮质神经元的胞体和突起，还可显示出神经元间的联系。近来应用电镜对皮质内神经元间的联系所作观察，证明大多是借小棘建立突触联系的，而突触数目之多是惊人的。在猴的运动皮质，每个神经元平均有60000个突触，在小鼠有13000个；在视区则分别为5600个和7000个。据估计猴运动区内一个神经元平均可与600个皮质内神经元接触。在视区则为65个。上述猴与小鼠运动区内突触数目的不同，与神经元密度减小有关，人类神经元密度较猴的小，说明在人类有更多的空隙被轴突和树突分支所占据，因而可形成更多的突触。

根据皮质内神经纤维的走向，大脑皮质内神经元间的联系，可分为两种：水平联系和垂直联系。由神经系低级部分传入皮质的神经冲动，可以通过这两种基本联系型式，在皮质内反复传递，从而实现神经冲动的不断扩散和集中(图5-207)。

进入大脑皮质的纤维有来自丘脑的投射纤维和来自大脑其它皮质区的联络纤维以及来自对侧半球的连合纤维。此外，近来Gatter和Powell(1977)，以及Bentivoglio等(1978)曾分别报道蓝斑和中缝核也有纤维投射至大脑皮质，但尚未得到公认。丘脑皮质纤维有特异性和非

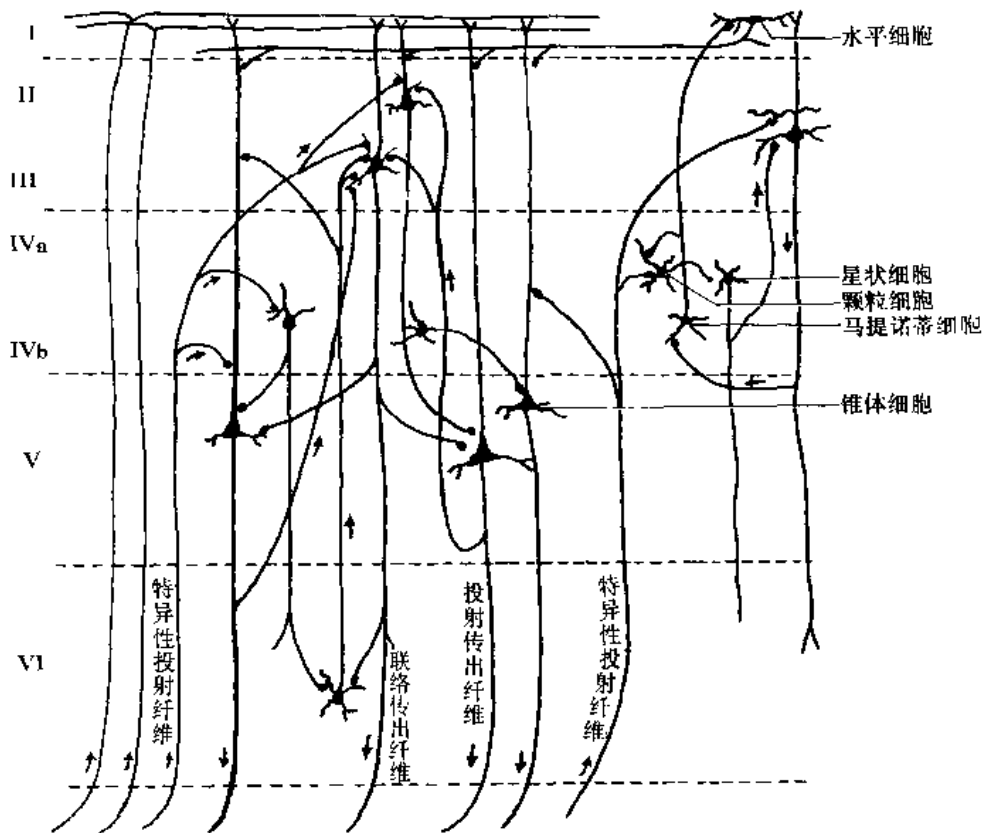


图 5-207 皮质内联系示意图

行异性两种。特异性投射纤维来自丘脑腹核、内侧膝状核、外侧膝状体等，投射到特定的皮质区。此种纤维通过第Ⅴ、Ⅵ层时并不分支，但在第Ⅳ层内则反复分支，形成丛状的外纹层，与第Ⅳ层的神经元形成突触，并有少数分支终于第Ⅲ层。非特异性投射纤维来自丘脑中线核群与板内核群等。此种纤维在髓质内就开始分支，在通过皮质各层时也发出分支，与各层神经元形成突触。由于这种纤维在髓质内即开始分支，所以可与较广泛的皮质区发生联系。

进入皮质的联络纤维似是中、小型锥体细胞的轴突，主要发自第Ⅲ层，终止于邻近皮质的Ⅲ和Ⅳ层。连合纤维中的胼胝体纤维，主要来自Ⅲ层和部分Ⅴ层中的锥体细胞。它们可止于皮质各层，但主要止于颗粒上层和内颗粒层。

根据纤维的来源和终止于皮质的层次，传入纤维终止于皮质神经元上的部位可以不同。特异性传入纤维与胞体位于Ⅴ层内的锥体细胞尖端树突主干中的1/3形成突触；非特异性传入纤维似与尖端树突主干的全长和它的一些分支相接触；而连合纤维则终止在尖端树突的斜行分支上；锥体细胞的回返侧支多终止于其它锥体细胞的基底树突和尖端树突分支的外侧部分。以上所述系一般而言，并非全都如此。

根据神经元轴突传导方向和是否离开皮质，可分为两大类：第一类是皮质的传出神经元，主要是锥体细胞、梭形细胞和大星状细胞，它们的轴突伸向皮质深层，并进入髓质，形成投射纤维、联络纤维和连合纤维中的胼胝体纤维。第二类是皮质内的联络神经元，包括水平细胞、短轴突的星状细胞(篮状细胞)、马提诺蒂细胞和轴突不离开皮质的小锥体细胞。它们的轴突和树突仅完成皮质内的联系。

传出神经元：第Ⅰ、Ⅱ和Ⅳ层锥体细胞的底树突，分支终于本层；其尖端树突向上止于分子层；其轴突形成联络纤维。轴突穿经皮质深层时，发出几条侧支返回第Ⅰ、Ⅱ层，另有侧支的水平分支止于Ⅴ、Ⅵ层。如此形成皮质浅、深层间的垂直联系。位于第Ⅴ、Ⅵ层内的锥体细胞和梭形细胞，其树突和轴突分支具有独特的模式。Ⅴ层内的锥体细胞所发出的基底树突都止于本层，尖端树突可伸至分子层；但部分中型锥体细胞的尖端树突可止于Ⅳ层，而小型锥体细胞者可终于本层。Ⅵ层内梭形细胞上行树突主干也可分为长、中、短三型；长者可达分子层，中型和短型者分别至Ⅳ层和本层；其它树突都止于本层。锥体细胞和梭形细胞的轴突，都进入髓质，形成投射、联络和连合纤维。这些轴突都发出水平侧支至Ⅴ、Ⅵ层；回返侧支至Ⅰ、Ⅱ层，有的可达Ⅰ层。因此，传到皮质深层的神经冲动，不但可通过水平侧支同本层神经元发生横向联系，还可通过回返侧支同皮质浅部各层内神经元发生垂直联系。

皮质内的联络神经元：在低级哺乳动物较少，在人类则大大增多。其中以星状细胞为最，它虽在各层都有，但以Ⅳ层最多。它们的作用是将其接受的神经冲动，通过其短轴突的大量侧支，传给邻近的神经元。水平细胞的树突接受传入的神经冲动，可通过其轴突传给锥体细胞和梭形细胞的尖端树突。如此，星状细胞和水平细胞完成皮质内的水平联系。马提诺蒂细胞的轴突，在它伸向分子层的过程中，发出侧支与各层的神经元发生联系，使传至深层的冲动，可再返回浅层。以完成皮质内的垂直联系。

根据细胞突起的排布和功能的研究，皮质内有的区域呈显贯穿皮质全厚的垂直细胞柱。有人认为这是大脑皮质的基本功能单位，称为柱形单位 columnar units，或柱状组合。其直径约为350~450 μm 。它是多个神经元和神经回路的复合体，由传入纤维、中间神经元和传出神经元相互联接而成。用微电极插入皮质的细胞柱引出诱发电位的方法，证明同一个柱形单位内的神经元都具有相同或近似的周围感受野；并且这些神经元都对同一类型的周围刺激起反应。

一种周围刺激可引起同一柱内所有神经元的放电，而且几乎经过相同的潜伏期。

最简单的垂直回路与脊髓的两个神经元所形成的反射弧相似，例如一个来自丘脑的传入纤维直接与发出投射纤维的锥体细胞形成突触。但绝大多数的传入纤维在皮质内直接或间接通过多层细胞所构成的反复回路，才作用于皮质的传出神经元。由于传入的神经冲动经颗粒细胞的横向扩散，而影响邻近的柱形单位。第V层锥体细胞的轴突回返侧支，经颗粒细胞或马提诺蒂细胞，再传到原来的锥体细胞，组成返馈环路，进行自身调节。丘脑特异性投射纤维终止于粒上层，通过中、小型锥体细胞，作用于V层锥体细胞，加强其兴奋性。此外，丘脑非特异性投射纤维和联络性传入纤维，在分子层内水平分支，与锥体细胞尖端树突联系，也可影响传出神经元的活动。总之，基本功能单位要受种种附加环路冲动的影晌。因此，传出神经元的投射纤维所释放的冲动，是多种冲动的总和。它可能是中枢神经兴奋状态的最终表现。

(王仲涛)

第二节 大脑皮质的分类、分区和分型

一、大脑皮质的分类

从系统发生的角度看，人类大脑皮质有原皮质、旧皮质和新皮质三类。

(一) 原皮质

原皮质(古皮质)archicortex(archeopallium)发生最为古老。有的不分层，有的只分三层。海马结构属之。

(二) 旧皮质

旧皮质 paleocortex(paleopallium)发生较晚。基本上是三层，但有时有若干亚层，类似新皮质的六层。嗅叶(嗅球，嗅束，内、外侧嗅回，嗅三角、前穿质)，梨状前区，内嗅区等属之。

原皮质和旧皮质在胚胎发生上既来自神经管的边缘层 marginal layer，也来自套层 mantle layer。Vogt 称之为异源皮质 allocortex，Brodmann 称之为异生皮质 heterogenetic cortex。

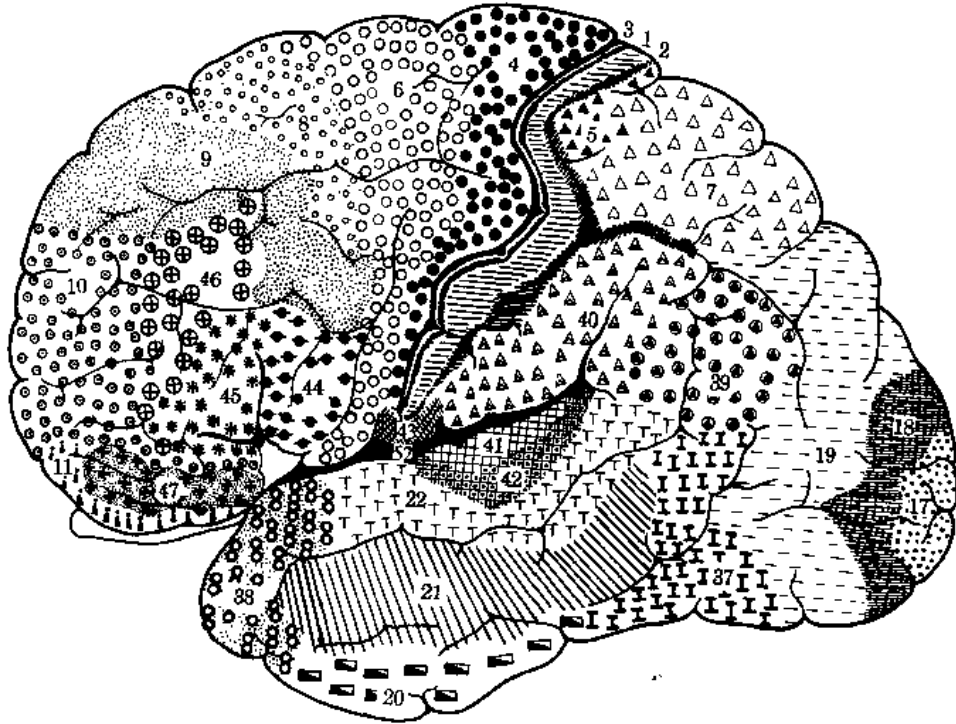
(三) 新皮质

新皮质 neocortex(neopallium)发生最晚，发育最好。均分六层，即使后来停止发展的部分也是如此。人类新皮质占全部大脑皮质的96%以上。因新皮质在胚胎发生时，均来自神经管的边缘层，Vogt 将其称为同源皮质 isocortex，Brodmann 将其称为同生皮质 homogenetic cortex。

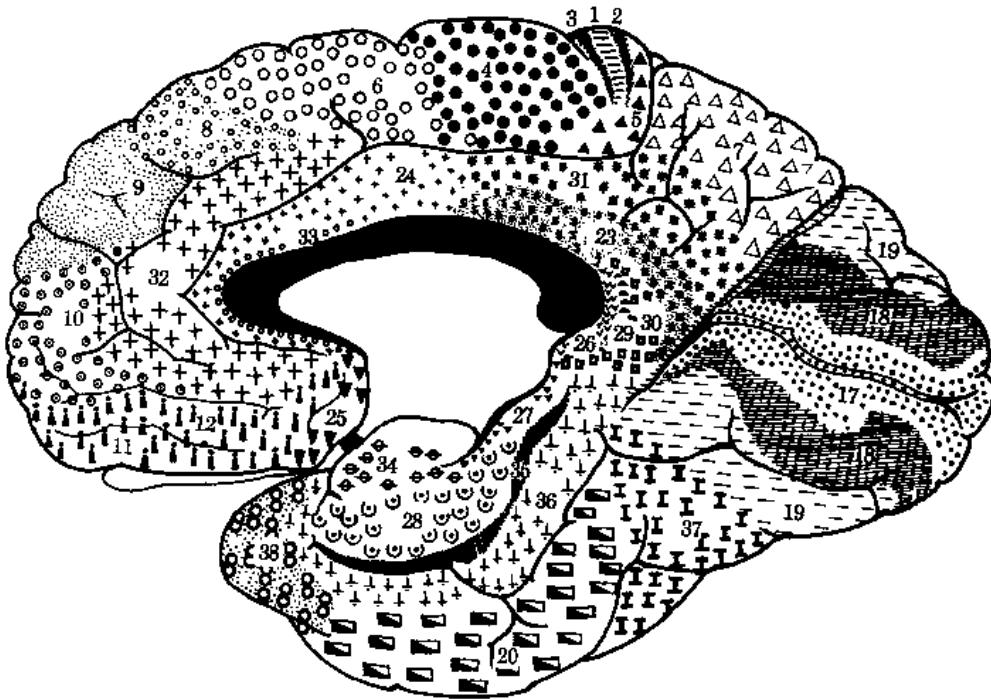
此外，扣带回、海马旁回后部、岛叶前部和眶回后部等处，介于同源皮质和异源皮质之间，是一种过渡类型，称为中间皮质 mesocortex。

二、大脑皮质的分区

早期的学者们将皮质作了组织学普查，根据各部皮质的总厚度、各层的分厚度以及细胞的类型和数量、有髓纤维的配布模式等方面的差异，将皮质分为若干区。但各家之间有很大不同。Campbell(1905年)将皮质分为20个区；Brodmann(1909年)分为52区，并以数字表示之(图5-208)；Economo(1929年)分为109区；Vogts夫妇(1919年)分为200多区。还有一些其他的分法，近年更有人根据丘脑各核群发出的特异性投射纤维在大脑皮质各部位分布的状况，将大脑皮质分为8区。但应用最广的还是Brodmann分区。



1. 背外侧面



2. 内侧面

图 5-208 大脑皮质细胞构筑分区示意图(Brodman 分区)

三、大脑皮质的分型

Economo 根据颗粒细胞和锥体细胞相对发展的情况, 将大脑皮质的结构归纳为五个基本类型(图 5 209, 210)。

(一) I型：无颗粒型

无颗粒型 agranular type 在所有的皮质中最厚。其内颗粒层和外颗粒层几乎没有颗粒细胞。星状细胞、小锥体细胞数量很少而且排列分散，致使 II、IV 层极不明显，各层不易区分。III、V 层的锥体细胞比其他区者都大，V 层较厚。属于此型的皮质位于额叶后部，中央沟前方，包括 Brodmann 4 区 6 区和部分 8 区、44 区；半球内侧面的中央旁小叶，扣带回的前半，终板前方和岛叶前部。此外还有一个窄带，位于扣带回后部并沿海马旁回延伸至钩。此型最典型的代表区是中央前回。

(二) II型：额叶型

额叶型 frontal type 皮质较厚，可以明显地分为六层。III、V 层的锥体细胞较大，VI 层的梭形细胞发育也好，内、外颗粒层虽很明显，但较薄，主要由三角形细胞组成。此型皮质见于额前区、中央后回、顶上小叶、楔前叶、颞中回和颞下回的大部。

(三) III型：顶叶型

顶叶型 parietal type 在全部皮质中各层分界最为清楚。内、外颗粒层的颗粒细胞密度很大，故层次明显，但 III、V 层较薄，锥体细胞较小，排列也不规则。此型主要见于顶下小叶、颞上回、枕颞内侧回(梭状回)和枕叶的前部。

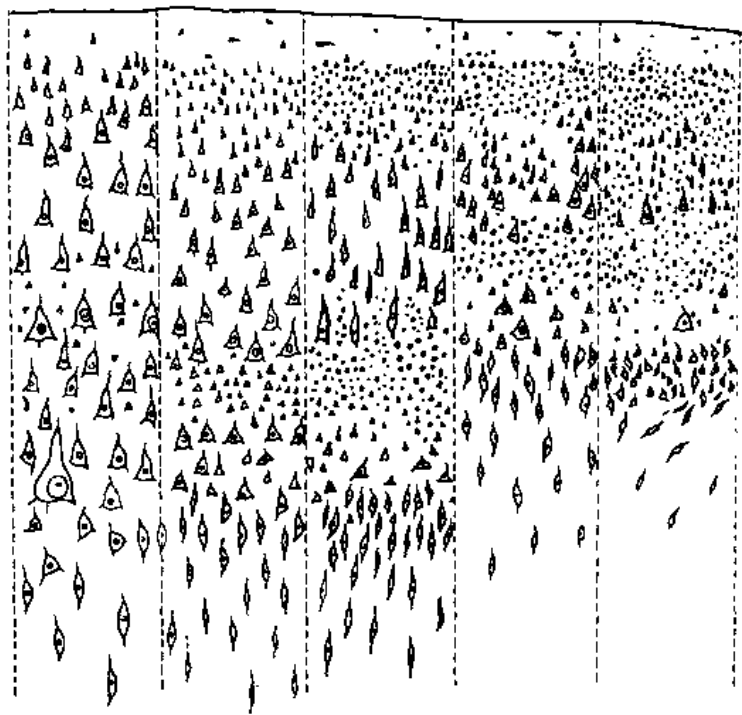
(四) IV型：脑极型

脑极型 polar type 皮质较薄。各层细胞密度都大，因此分层也很明显。特别是 III 层较厚，颗粒细胞特别多。此型见于额极和枕极附近。不过，额极者 V 层内有许多大锥体细胞；枕极者 V 层内仅有少量较小的锥体细胞。

(五) V型：颗粒型

颗粒型 granular type 也称砂砾皮质 Koniocortex，在所有皮质中最薄。主要成自颗粒细胞。颗粒细胞主要见于 II、IV 层，III 层中也很明显，因而锥体细胞较少。IV 层厚于其他各层。颗粒型皮质只见于丘脑皮质纤维的投射区，例如中央后回的前壁、距状沟的两侧、颞横回以及沿海马沟背侧壁的扣带回的一个窄带。此型的典型代表是距状沟两侧的纹状区。

无颗粒型和颗粒型皮质，在胚胎发育过程中虽经历过六层期，但至成人，六层已不明显，故称异型皮质 heterotypic cortex。额叶型、顶叶型和脑极型皮质，直至成人仍保持典型的六层，故称为同型皮质 homotypic cortex。



1. 无颗粒型 2. 额叶型 3. 顶叶型 4. 脑极型 5. 颗粒型

图 5-209 大脑皮质细胞构筑的五种基本类型示意图(Economo 分型)

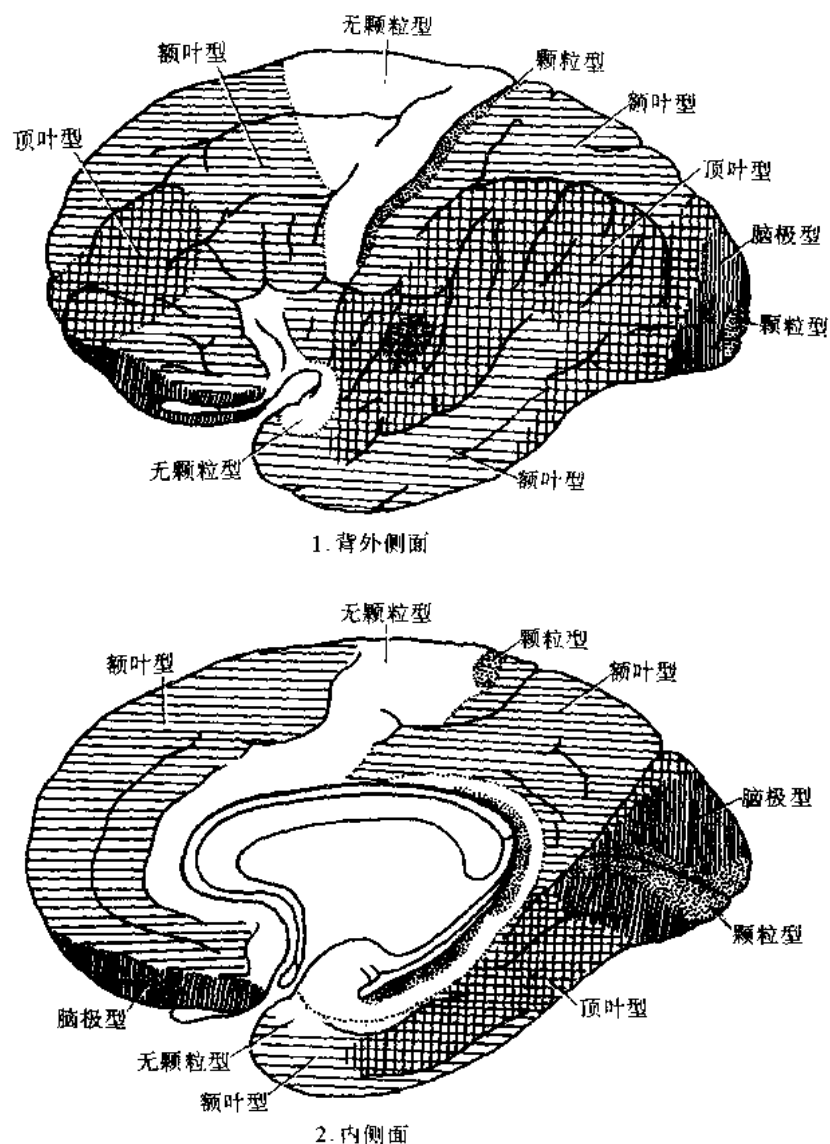


图 5 210 大脑皮质结构五种基本型分布示意图(Economo 分型)

无颗粒型皮质可以说是传出或运动性皮质，因为主要的传出纤维源于此，特别是中央前回。颗粒型皮质可看作是感觉性皮质，因为它接受特异性的丘脑皮质投射纤维。额叶型、顶叶型和脑极型皮质占半球表面的绝大部分，主要联系着丘脑的联络性核团，故可认为是联络性皮质。不过，如此分类，只能是相对的。因为大脑皮质各部分几乎均通过传入和传出的投射纤维与皮质下中枢联系。严格说来并无纯而又纯的运动性皮质、感觉性皮质和联络性皮质，只能大致说来如是，各有偏重而已。

第三节 大脑皮质的功能定位

在生物进化过程中，结构的进化与功能的发展是平行进行的，到了入类，各功能体系的最高中枢都集中到了大脑皮质，且高度分化。Broca 1861 年观察了生前有语言缺陷的人脑，发

现损伤部位在额下回，Jackson 1864 年发现刺激中央前回，引起局限性癫痫。这是有关大脑机能定位的早期资料。后来根据结构与功能将大脑皮质区分为躯体运动、躯体感觉、视觉和听觉等区。此后逐渐得知各功能的主要投射部位为中心区，其周围的皮质称为边周区。边周区与中心区结构相似，功能也受其控制。各边周区之间的脑区称“联络区 associational area”，从前称之为“哑区 silent area”，它们多集中在额叶前部，顶、枕二叶的中部和颞叶的中部、下部等处，在种系发生上此区出现较晚，联系广泛，一般认为是高级的皮质，很可能含有尚未发现的功能区。

早期，人们以中央沟为界将大脑皮质分为前、后二部，前部与运动有关，后部与感觉有关。但半个世纪来的资料表明，如此机械区分是不确切的。中央沟之前除有第 I 躯体运动区、第 II 躯体运动区、附加运动区，以运动为主之外，也接受少量的传入冲动；中央沟之后除有第 I 躯体感觉区、第 II 躯体感觉区、第 I、II、III 视区等，以感觉为主而外，也发少量纤维参与运动反应。因此有人称之为感觉运动区 sensorimotor area。图 5-211 示意猴大脑皮质的主要感觉运动区划分。

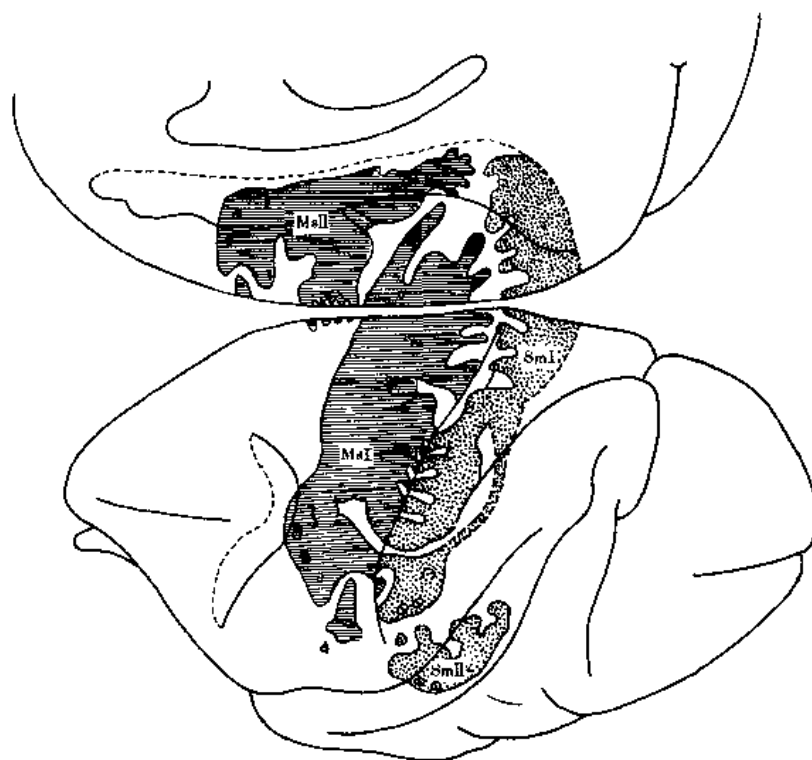


图 5 211 猴主要感觉运动区投射示意图

大脑皮质全部或大部都有传入和传出的特点，只是人们通常把功能上以传出为主，接受为辅的区域，称为运动区 motor area；以接受为主，传出为辅的区域，称为感觉区 sensory area；其间广大的区域即所谓的“联络区”。

大脑皮质的主要功能分区，按叶分述如下。

一、额 叶

人类额叶皮质高度发达，尤其是前额区最为明显。猫的额叶皮质占全部皮质的 3%，黑猩猩者占 16.9%，而人高达 29%。额叶的功能与躯体运动、头眼运动、发音与语言以及高级思

维活动有关。

额叶外形前已述及。根据细胞构筑、纤维联系和功能，通常分为两区，即中央前区和前额区。前者大部分是运动区，后者属于“联络区”。

(一) 中央前区

中央前区 precentral area 包括中央前回、中央旁小叶前部和额上、中、下回的后部。中央前区又分为前、后两部。后部叫运动区，相当于 Brodmann 4 区，它上宽下窄，位于中央沟前方，占中央前回的大部分，内侧面占中央旁小叶前部，至额下回水平，仅占中央沟前壁。前部叫运动前区，各家所指范围有所不同，本文包括额上回内侧面、额上回和额中回的后部。全区也是上宽下窄，下部最窄处仅限于中央前回。运动前区相当于 Brodmann 6 区。6 区通常又分 6a α 、6a β 和 6b 三区(也有人命名为 6p、6a 和 6op)。除 6 区而外，有人主张运动前区还包括 8 区、44 区和 45 区的一部分。

中央前区的结构特点是：①皮质极厚，4 区是全部大脑皮质中最厚的区域。②几乎没有颗粒细胞，因此 II 层不发达，无 IV 层，皮质由六层减至五层，且各层很难区分。③ III 层很厚，又可分为三个亚层，有大型锥体细胞。④ V 层最厚，由锥体细胞组成。4 区之此层有三五成群的 Betz 细胞。此细胞是巨型锥体细胞，高约 30~120 μ m，宽约 15~70 μ m，中央旁小叶者最大，中央前回下部者最小。Betz 细胞总数约 25000~34000 个，但分布并不平均，75%集中于 1 区的下肢代表区，18%集中于上肢代表区，7%集中于面代表区。⑤ VI 层也厚，但与白质交界不明显。⑥细胞在纤维之间排列成柱，在切面上呈放射状，称柱状结构。

Betz 细胞的轴突大部分进入皮质脊髓束。皮质核束的纤维可能来自较小的锥体细胞。锥体束的纤维并非全部始自 4 区，始自 4 区者仅占 31%，始自 6 区者占 29%，还有 40%来自顶叶的 3、1、2、5 和 7 区。锥体束纤维的直径也大小不一。1~4 μ m 者占 90%，它们来自上述各部 III、V 层的锥体细胞；11~22 μ m 者仅占 2%~3%，它们来自 4 区 V 层的 Betz 细胞。

1. 第 1 躯体运动区 primary (first) somatomotor area (MsI) (图 5-216 之 1) 此区范围各家有所出入。本文仅指 Brodmann 4 区，有人主张还包括 6a α 区，有人主张整个中央前区属之。但以 4 区为主，当无异议。从比较解剖学的角度观察，此区随着进化越来越小。猴 4 区占全部皮质的 8.8%，而成人只占 1.7%。

4 区的传入纤维有：①经丘脑腹外侧核中继的源于小脑的纤维；②来自丘脑、下丘脑的其他感觉性纤维；③来自 1、5、7、8、9、10 区的联络纤维；④经胼胝体来自对侧 4 区的连合纤维。这些传入纤维与一些锥体细胞形成垂直联系，通过颗粒细胞又形成水平联系，这样来自多方面的冲动很容易使一些锥体细胞兴奋。

4 区的传出纤维主理全身的躯体运动。主要纤维是锥体系，此外还有锥体外系、皮质丘脑下丘脑纤维、皮质脑桥纤维和皮质网状纤维。

4 区的功能特点如下：

(1) 对侧支配：4 区的 Betz 细胞及其他锥体细胞发出纤维构成锥体束，这些纤维通常交叉至对侧，控制对侧一个或一组骨骼肌。然而交叉并不完全，多数头面肌(下部面肌和额舌肌除外)，咽、喉肌和躯干肌等司理双侧联合运动的肌是双侧支配。因此一侧锥体束受损，这些部位的症状并不明显。

(2) 具有精确的机能定位，且有一定的规律：自下而上依次是舌、颌、唇、喉(发音)、睑、额、颈、指(拇指最低，小指最高)、掌、腕、肘、肩、躯干、髋、膝、踝、趾。概观之，宛若

倒置人形。头面肌代表区在底部(头面肌之内部安排仍取正位), 上肢代表区在中间部, 下肢代表区在顶部(膝关节以下在半球内侧面之中央旁小叶前部)。此外, 中央旁小叶前部还有肛门和膀胱括约肌的代表区。4区损伤, 只导致肢体或颜面有关部位肌之瘫痪, 但粗大的联合运动经过一定时期可以恢复, 而精细和单独的运动难于恢复(图 5-212)。

(3) 机能代表区的大小与运动的精细复杂程度有关。运动愈精细复杂的部位, 其代表区愈大。例如手与五指所占区域几乎等于整个下肢代表区。而手代表区, 又以拇指为大(图 5 212)。

(4) 刺激代表区所产生的运动相当简单, 主要是单块肌的收缩, 甚至是某块肌的某一部分收缩, 因此不发生肌群的协同收缩。如此运动的结果, 只能是单关节或多关节的运动, 如新生儿那样, 不能司理技巧运动。

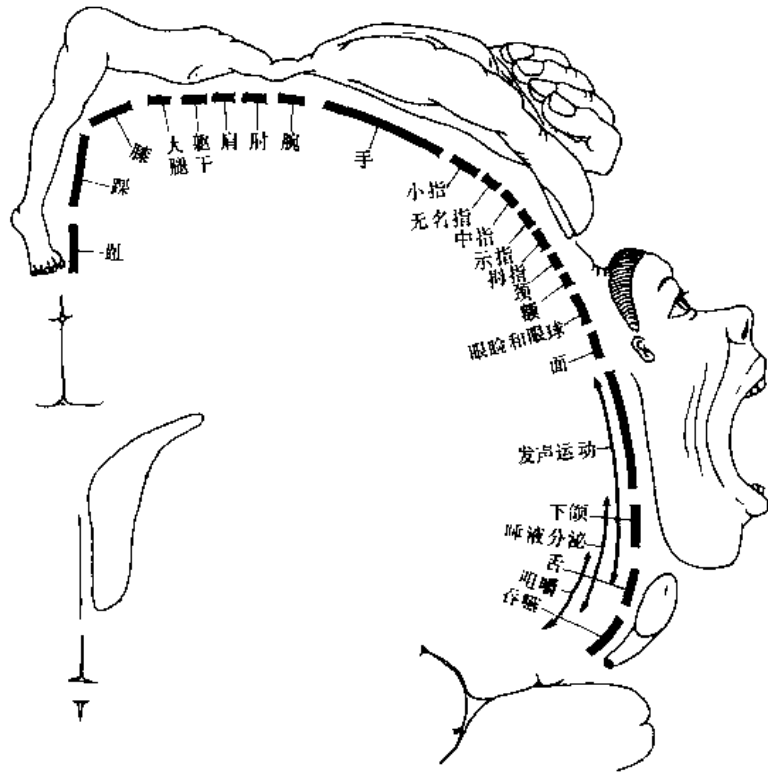


图 5-212 躯体运动皮质定位示意图

2. 运动前区 premotor area 本文指 Brodmann 6 区。在个体发生上, 6 区的发展比 4 区为快, 至成人占全部皮质的 7.5%。皮质结构与 4 区相似, 主要由大锥体细胞组成, 但无 Betz 细胞。6a α 区位于 4 区的前方; 6a β 区位于额上回, 其内侧面的部分是附加运动区的一部分; 6b 区最小, 位于面区的前方(图 5 216)。

6 区的传入纤维有来自丘脑腹前核和腹外侧核的投射纤维, 同侧半球 4、1、5、39、40、42 等区的联络纤维, 对侧半球 6、4、1、5、39 等区的连合纤维。

6 区是躯体运动的重要起点之一。电刺激 6a α 区与电刺激 4 区引起的反应相似, 但需要的电流较强。切除 4 区后, 再刺激 6 区, 不能引起单个运动, 这说明运动前区的冲动先传至 4 区, 再经皮质脊髓束而达运动神经元。强烈刺激 6a β 区, 引起头、眼、躯干转向对侧以及对侧肢体屈或伸的协同运动。此运动与 4 区无关, 切除 4 区仍可引起。刺激 6b 区, 引起面肌、咀嚼肌和咽喉肌的协调运动。人一侧 6b 区受损, 运动缺陷较轻, 或无运动缺陷。若切除一侧 6 区和 4 区, 对侧身体产生痉挛性瘫痪; 若只切除 6 区以及 4 区和 6 区间的窄条皮质区(曾称为条区 strip area, 简称为 4s 区), 也可产生痉挛性瘫痪。若只切除猴的 4s 区, 可引起对侧暂时性轻瘫和永久性的伸肌张力亢进; 若切除 4 区的后部, 只引起对侧弛缓性轻瘫。以上说明痉挛性偏瘫主要与 6 区有关(图 5-213)。

3. 额眼区 frontal eye field 位于额中回的后部, 相当于 6、8、9 区的相邻部分, 位于面区与手区之间(图 5 216)。它是与眼肌随意运动有关的皮质区, 此外与眼肌运动相关的头颈肌的

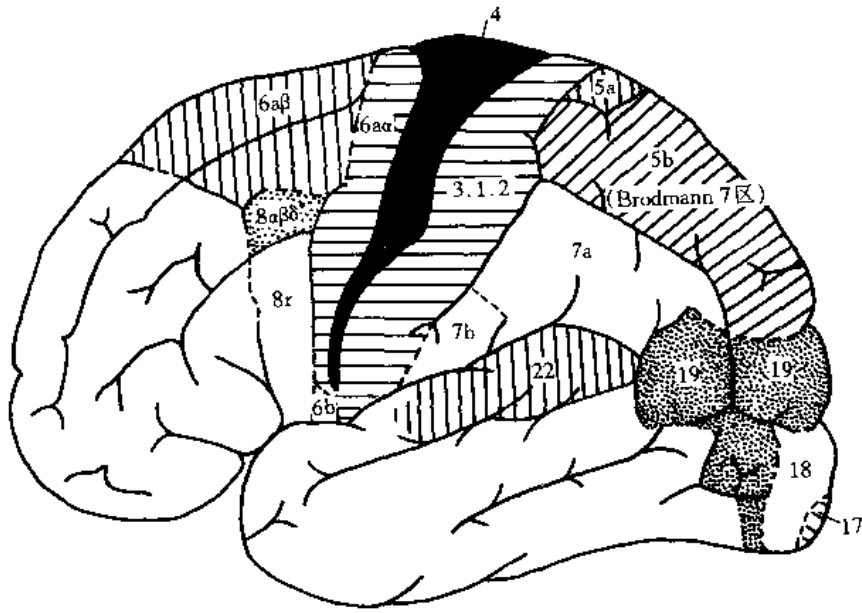


图 5-213 人脑电刺激能诱发运动的皮质区

协同运动也有关系。人脑的额眼区，司两眼的同向偏斜，一般偏向对侧。与此同时头颈肌有相应的协同运动，例如眼转向一侧，头面也转向同一侧。此外，刺激额眼区可引起瞳孔扩大。眼的随意运动和反射运动，无疑是通过额眼区及其投射纤维完成的。现在已经知道，额眼区发出纤维经皮质核束下行，多数纤维经网状结构中继，止于眼肌诸核，只有少数纤维直接止于眼肌诸核。此外，还可能经基底核中继后再下行至中脑被盖网状结构，联系眼肌诸核。视觉引起眼运动的径路，是视觉冲动通过 17 区，经枕额下束达额眼区。此外，额眼区与丘脑背内侧核，有往返联系。额眼区损伤，两眼转向瘫痪侧，此种转动一般是暂时的。

有人把额眼区分为上下两部。下部是上部的倒影。此外，现已证实在人和猴额眼区的前上方有第二额眼区 second frontal eye field。

4. 附加运动区 supplementary motor area(图 5-216 之 2) 相当于半球内侧面 6 区和 8 区的一部分。有人认为此区很小，只占 6aβ 的一部分，直径仅 1cm。此区也属感觉运动区，有人把它称为第 II 躯体运动区(Ms II)，有人把它称为第 III 躯体感觉区(Sm III)(见下文)，但与发音

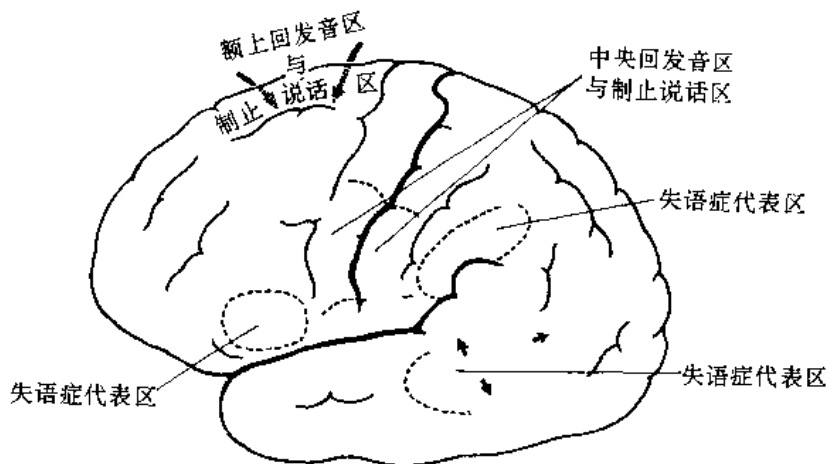


图 5-214 人脑电刺激能引起发音或制止说话的皮质区

以及制止说话也有一定的关系(见下文)。电刺激此部皮质，可引起身体各部的运动，只是刺激强度比第 I 躯体运动区者为高。其局部定位在猴是：头部位于嘴侧，向后依次是前肢、后肢；背侧朝向胼胝体，四肢伸向半球的背内侧缘。人者与猴者相当。人脑此区兴奋时，可引起对侧上肢的上举，头、眼的协同转动和两侧躯干肌、下肢

肌的协同收缩。此外，还可引起瞳孔扩大、心跳加快、发音或说话遏止等。这些现象说明附加运动区既有躯体运动的功能，又有内脏运动的功能。切除中央前回，再刺激此区，仍有上述运动，可见此区是一个独立的功能区。

有人曾系统地研究过猴脑的附加运动区，提供了与其功能有关的资料。切除一侧附加运动区，引起对侧肢体抓握反射暂时减弱和两肩肌群一定程度的张力过强，但未见轻瘫。若同时切除两侧附加运动区，可出现姿势和张力紊乱，但仍未见轻瘫；肌张力逐渐增加，主要表现在屈肌，2~4周发展到挛缩。切除一侧附加运动区和4区，对侧立即出现张力减弱的轻瘫，牵张反射减弱，两周内肌张力和牵张反射增强。由此可知附加运动区的功能主要与维持姿势有关。但切除一侧附加运动区，不会引起姿势的永久性缺陷。

附加运动区的下行通路目前尚不太清楚。其传出投射，在猫可追踪到脊髓，主要终于对侧；此外还可投射到两侧的丘脑、薄束核、楔束核和脑桥核。

5. 第二运动区 secondary motor area 人和猴都有第二运动区，它位于中央前、后回最下端，并伸入外侧沟。通常此处中央沟已终止，中央前回与中央后回在此相移行。此区有双侧上下肢的代表区，但无头部(面、舌、口、喉)的代表区。切除第1躯体运动区后，再刺激第二运动区，对侧出现手足运动，说明此区在功能上是一个独立的区。它发出的纤维大概也加入锥体束。

实际上，电刺激人脑能引出运动的区域很多，如图5-213所示。除上述诸区外，还有3、1、2、5、19、22区，刺激之也能引起运动。

6. 发音区 每侧半球各有两个电刺激可以引起发音的区域。它们是中央回发音区和额上回发音区(图5-214)。

(1) 中央回发音区 central vocalization: 通常称为 Rolando 发音区，位于中央前、后回、与唇、下颌、舌代表区重叠。刺激中央前回引起发音的次数，四倍于中央后回。有些人在发音的同时伴有双唇、面肌、下颌、舌和咽的运动，或伴有口腔和舌的感觉。切除此区仅产生构音障碍 dysarthria，不导致失语症。

(2) 额上回发音区 superior frontal vocalization: 位于半球内侧面的额内侧回，中央沟向前4cm处，与补充运动区部分重叠。电刺激时仅少数人引起发音。

7. 说话区 speech area 通常只有优势半球(左侧)才有说话代表区。它们是前、上和后说话区。前和上说话区位于额叶。后说话区位于顶叶和颞叶(见下文)(图5-215)。

(1) 前说话区 anterior speech area: 即运动性语言区 the motor speech area, 乃第一躯体运动区向额下回后部延伸的部分，相当于44区和45区的一部分。1861年法国解剖学家兼外科医生 Broca 报导两个患者左侧大脑半球额下回后部损伤，伴有失语症。这一现象为后人的临床观察和实验所证实，随称此区为 Broca 回(区) Broca's gyrus(area)。损伤此区，一般会出现运动性失语症 motor aphasia。运动性失语症只是拼音不清楚，有关发音的肌并未瘫痪。刺激相

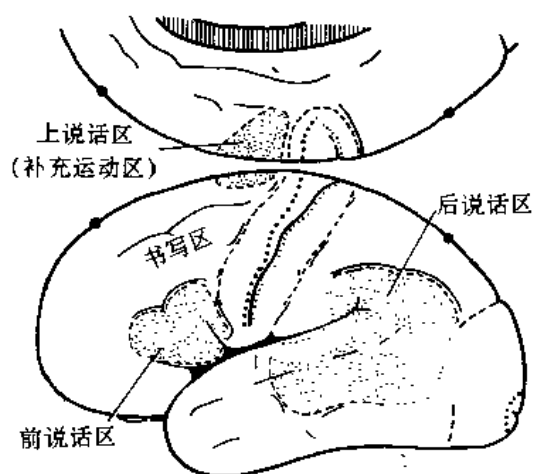


图5-215 左半球说话区示意图

邻的4区，还可引起肌收缩或简单的发音。这种失语症，有的人不能恢复，有的人可以逐渐恢复正常，这说明优势现象不是绝对的。有的人没有优势现象，有的人此区位于右侧半球。

(2) 上说话区 superior speech area；亦称补充说话区 supplementary speech area，位于半球内侧面的额内侧回。损伤此区，失语症仅维持数周即可恢复正常。

8. 制止说话区 speech arrest area 每侧半球各有两个区域，电刺激时，正在进行的语言可以突然停止。它们是中央回制止说话区和额上回制止说话区(图 5-214)。

(1) 中央回制止说话区 central speech arrest area；位于中央前、后回的喉、面代表区之间，与中央回发音区相重叠。刺激中央前回引起说话中止的次数，也四倍于中央后回。

(2) 额上回制止说话区 superior frontal speech arrest area；位于半球内侧面，与额上回发音区相当。

9. 书写区 writing area 位于优势半球的额中回后部(8区)。此区损伤的患者，不能以书写的方式表达自己的意见，但手部的其他运动功能仍然存在，阅读和说话的功能也不受影响，这种情况称为失写症 agraphia(图 5-215)。

(二) 前额区

前额区 prefrontal area 在中央前回之前，又叫额极区。此区在进化上很新，灵长类才发展，人类者特别发达，几乎相当于整个额叶。前额区的划分比较混乱，各家记述多有出人。本文此区包括三个额回之大部以及眶回和额内侧回。三个额回的部分相当于 Brodmann 8、9、10、11、12、32、44、45、46 和 47 区。其中 9、10、11、12、45、46 和 47 区是固有前额区，而 8 和 44 区是前额区和中央前区的过渡区，32 区是前额区和边缘叶的过渡区。眶回又叫眶额区 orbitofrontal area。人脑额叶眶面划分更加混乱。Brodmann 本人没有发表过关于人类此区的描述，他的描述显系动物。Beck 研究人脑眶面皮质，发现前部为颗粒型、后部为无颗粒型，二者间的移行区为弱颗粒型。不过 Beck 关于额叶眶面的具体分区曾遭异议。本文眶回相当于 Brodmann 12、13 和 14 区(Brodmann 13 区包括脑岛的一部分)。

人脑前额区高度发达，与各叶皮质均有往返联系，因此称联络区比较恰当。它通过上、下枕额束与同侧枕、顶和颞叶相联系；通过胼胝体与对侧前额区相连合，与对侧其他皮质区也有连合纤维；与丘脑、纹状体和下丘脑也有很多联系，其中 9、10 区和眶回及丘脑背内侧核之间往返纤维很是丰富，眶回的纤维投射到下丘脑的旁正中诸核；前额区的皮质脑桥纤维比第一躯体运动区的纤维为少，它们至脑桥核的旁正中部分；此外，此区纤维还可至脑干其他运动核以及小脑等处。

前额区的联系对躯体和内脏活动都有极复杂的影响，特别是眶回。刺激猴的眶回，可降低呼吸、血压和胃的蠕动，并抑制运动皮质和反射所引起的运动。切除灵长类的眶回，可引起运动过度或不稳定等现象，与切除扣带回前部的结果相似。眶回后部和扣带回前部皮质常被认为是边缘系的一部分，与呼吸、血压等自主神经系功能关系密切。

对前额区功能的了解，多来自前额叶切断术的病人。40 年代医学界曾盛行切断额叶的纤维联系以缓解精神病患者的顽固性疼痛，特别是切断 8、9、10、11、12、45、46、47 区与丘脑背内侧核间的往返联系，患恶性病变的人不再叫痛。这种止痛作用也包括内脏痛。但止痛的同时患者的性格、行为和对近事的记忆也有改变，其结果是精神涣散、判断力差、智力减退和抽象思维能力降低。人们由此推测前额区与人的抽象思维和高级智力活动有关。近来，除了所有方法都不能止痛的病变外，已极少作前额叶切断术，或只切一侧，以避免上述影响。

附：“抑制区 suppressor area” 1936年 Hines 发现猴脑 4 区之前 6 区之后的一个狭长区域（简称 4s 区），刺激之，可抑制伸肌的张力，切除之，可出现暂时的痉挛性瘫痪。后来发现人也是如此，猩猩也有相似的区域；此外，8 区、2 区、19 区、24 区也可产生相似的抑制效应。当时人们称这些区域为“抑制区”。但是近来人们知道这种抑制是“扩散性抑制”扩散的结果，而与任何一个特定的皮质区无关。只是这样还不能圆满解释抑制何以长达数分钟，而且数分钟内，运动反应不是完全停止，就是完全变了样子。人们推测这一现象可能与新皮质内的一种细纤维（有时是单胺能的）的旁分泌效应 paracrine effect 有关。总之，积近半个世纪的研究和争论，人们现在倾向于认为人脑皮质没有什么特定的专门的抑制区。它与大脑皮质活动的抑制是两个完全不同的概念，后者是一个正常的生理学过程。

二、顶 叶

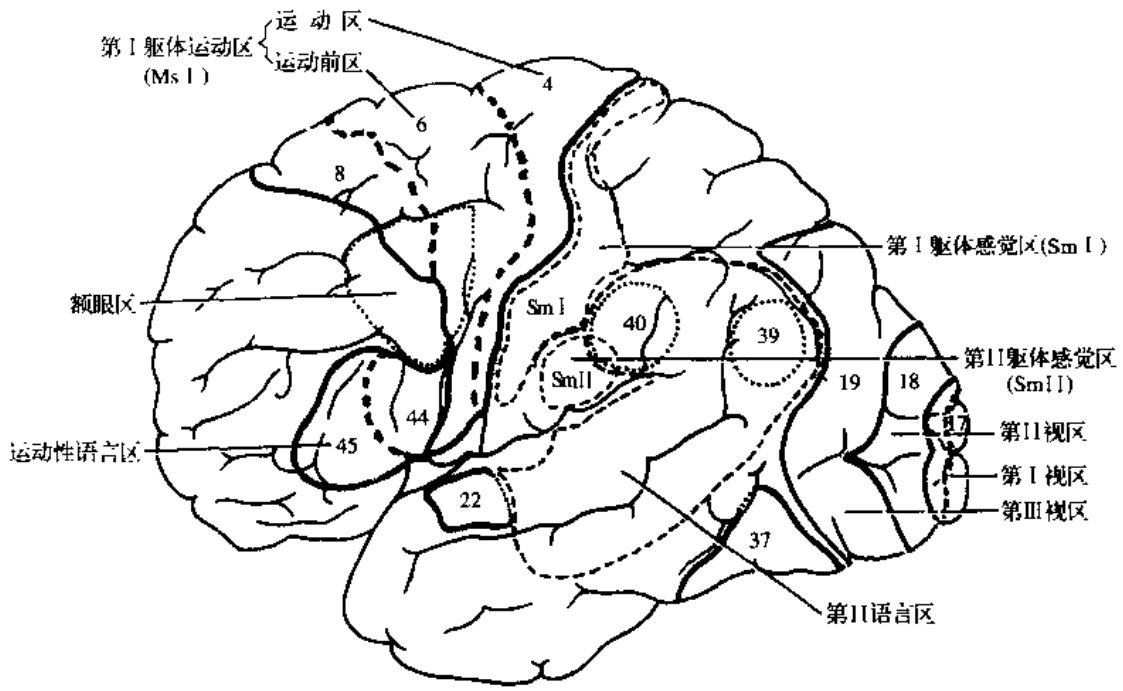
顶叶皮质可再分为三区，即中央后区、顶上区和顶下区。它们的细胞构筑、纤维联系和功能各不相同。

（一）中央后区

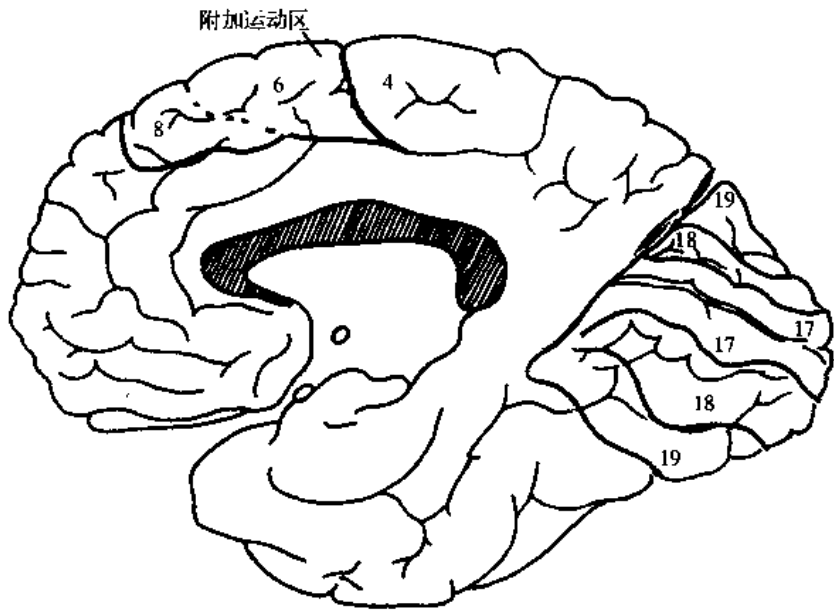
中央后区 postcentral area 发生较晚。个体发生，胚胎 6 个月时才开始分化，出生后才分化完全。此区的边界在低等哺乳类尚不清楚，在灵长类和人则很清楚。它包括中央后回和中央旁小叶后部，相当于 3、1、2、43 区以及 3 区和 4 区间的过渡地带。其中 3 区和 4 区间的过渡地带位于中央沟底，其前方为 4 区，后方为 3 区，有人称此区为 3a 区。在细胞构筑上，3 区属于颗粒型皮质，含有散在的中、小型锥体细胞，与纹皮质很相似。3 区的前部位于中央沟的后壁，称颗粒亚区；3 区的后部位于中央沟上缘之后唇，称简单亚区，乃 3 区的主要代表。1 区和 2 区属于额叶型皮质，内、外颗粒细胞层薄。中央后区的传入纤维主要来自丘脑腹后核的特异性纤维，它们经由内囊主要投射到 3 区。1 区只接受 30% 的投射纤维，另外还接受一些到 3 区去的纤维的侧支。2 区主要接受到 3 区和 1 区去的纤维的侧支。中央后回与 4、6、5、7 等区之间有联络纤维，与对侧半球的 4、3、1、2、5、7 区等处有连合纤维。中央后回的传出纤维是锥体系和锥体外系的重要来源。锥体系差不多 40% 的纤维来自中央后回，这些纤维下行止于薄束核、楔束核、三叉神经感觉诸核和孤束核等，从而影响（兴奋或抑制）这些核的上行冲动；躯体感觉区是锥体外系中皮质纹体纤维的主要起点之一。此外，躯体感觉区还可发出纤维至同侧丘脑腹后核，它们之间的联系是往返的，且有局部定位；止于脑干网状结构的皮质网状纤维也源于此区。中央后区是浅、深躯体感觉中枢，与躯体各部有明确的定位关系。

1. 第 I 躯体感觉区 first somatosensory area (Sm I) (图 5-216 之 1) 第 I 躯体感觉区位于中央后回 (3、1、2 区) 并延伸到中央旁小叶后部。本区司理躯体的浅部感觉和深部感觉。它们具体指的是①被动运动手指和足趾时的运动感觉和运动方向的感觉；②精确确定身体受刺激的地点；③在身体上间隔很小的两点，同时施以刺激时，可以辨别出是两个点；④感受三维空间（立体）的触觉能力，即能辨别实体的能力；⑤闭眼可以辨别他人任其手、面、躯体和肢体上写的字或画的符号和图形；⑥区别物体的轻重；⑦辨别物体的软硬；⑧同时刺激躯体左、右侧，能同时感受到双侧受到刺激。这种感觉既有空间的定位觉，又有时间的定位觉。

第 I 躯体感觉区也接受痛觉、温觉和轻触觉，不过它们可能在丘脑平面已达到意识阶段，故破坏中央后回时，这些感觉仍然保留。



1.背外侧面



2.内侧面

图 5-216 皮质功能区划分示意图

刺激清醒病人的中央后回，病人主观感觉对侧身体麻木或有触电的感觉，有时感到身体某处在运动，但实际上并未运动，极少数可产生痛、温的感觉；口区的感觉是同侧的；咽、喉、会阴等区的感觉可以是双侧的。研究表明3区主要与皮肤感觉有关；2区主要与关节的深感觉有关；而1区与浅、深感觉均有关系。

人脑能产生感觉的刺激点，约 75% 在中央后回，25% 在中央前回。刺激周围感受器，中央前回也有电变化，丘脑有直接终于运动区的纤维，切除中央后回，再刺激中央前回，仍可产生感觉，这都说明运动区的感觉运动性及其独立性。但临床上切除中央前回，并不产生任何感觉缺失症状。

刺激中央前、后回，所产生的感觉反应不同。例如使眼产生感觉的刺激点，几乎全在中央前回，使上、下唇产生感觉的刺激点，几乎全在中央后回。

位置感觉和运动感觉只见于对侧半球，人脑是否左右半球都有辨别性触觉代表区，尚未确知。

第 I 躯体感觉区与躯体各部的感觉有精确的对应关系，从半球内侧面开始，沿中央沟自中央旁小叶至大脑外侧沟方向，顺序刺激中央后回和中央前回，病人自足至口、喉依次产生感觉。躯干、四肢是倒置的，与对侧相对应；头面部是正置的，面和舌可能在两侧皮质都有代表区。颈部第 8 皮节区与面区紧邻。外生殖器的代表区可能在中央旁小叶凹入扣带沟的上唇处，或在半球上缘附近的中央后回上。代表区的大小与该部的感觉灵敏度有关，例如手、面、口的代表区特别大。这是因为感觉灵敏部位有大量的感受器，周围神经分布的密度大，与皮质联系的神经元数量也多造成的(图 5-216 之 1, 217)。

切除全部中央后回，或中央后回严重受损，并不引起瘫痪，但来自肌、腱、关节的位置觉和运动觉以及体表的两点辨别觉均消失，尤以手足为甚。因此患者不能辨别被动运动的方向和程度，不能分辨物体的轻重、粗细、软硬和温度，不能正确指出触及体表那一点的位置。结果，病人只凭触摸，不能识别他手中的物体，称为实体感缺失 astereognosis。上述现象只出现于身体对侧。

2. 第 II 躯体感觉区 secondary somatosensory area (Sm II) (图 5-216 之 1) 人类 Sm II 位于中央后回最下部并延伸到中央前回。在猴，此区大部深入大脑外侧沟的上唇，邻接岛叶皮质。刺激病人的 Sm II 所得结果与 Sm I 相似。刺激之，双侧手、足、上臂有麻木感或瘫痪感。人类此区内的面、舌、口和喉的代表区尚未确定。在猫和猴，身体各部在 Sm II 的定位排列是面部在前，向后依次为上肢、躯干和下肢，双侧都有，但以对侧为主。

此区也与轻触觉以及振颤觉有关。刺激环层小体，Sm II 所得电位比 Sm I 者为高。

Sm II 接受丘脑枕核的传入纤维。传出纤维除投射到丘脑外，也投射到脊髓后柱。此外，与 Sm I、4 区、补充运动区等处有联络纤维；与对侧 Sm I、Sm I 间有连合纤维。

附：第 III 躯体感觉区 third so-

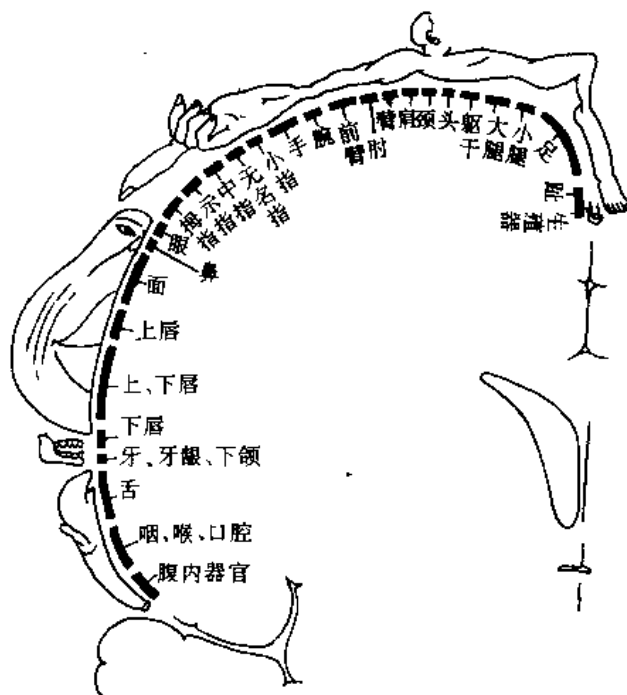


图 5-217 躯体感觉皮质定位示意图

matosensory area(Sm II)

即附加运动区。其感觉功能知之甚少。此区接受丘脑皮质纤维，其传出投射有些纤维不属运动性，但详细情况不太清楚。刺激清醒病人的 Sm II，据说可引起头部和腹部的一般性感觉，但无确切的局部定位。

3. 味觉区 gustatory area 皮质的味觉区尚未完全肯定。一般认为味觉区在中央后回下端，头面部代表区的下方，即顶叶的岛盖部(43区)和邻近的岛叶皮质。切除猴的此处皮质，引起味觉障碍，刺激清醒病人的此区，可产生味觉。在猴的实验中已经查明，味觉经鼓索和舌咽神经传入，由孤束核中继，可能还经臂旁核再次中继，止于丘脑腹后内侧核的小细胞部，最后投射到 43 区和邻近的岛叶皮质。此区可能有纤维至丘脑腹后核。

(二) 顶上区

凡是哺乳动物皆有顶上区 superior parietal area，但灵长类，特别是人，此区最为发达。它位于半球内侧面和背外侧面，有人认为此区仅包括顶上小叶，有人认为它还包括中央旁小叶后半和楔前叶，相当于 5 区和 7 区。

本区皮质厚度中等，II 层、V 层有大的或极大的锥体细胞群是其特征。纤维联系非常复杂，现已查明：丘脑后外侧核与 5、7 区间有往返纤维，背外侧核与 7 区间有往返纤维；此外，5 区还接受 Sm I 的纤维，5 区发出纤维至 7 区、补充运动区和 6 区；7 区和 46 区间有往返纤维，此外还发出纤维至顶下小叶和 6 区等处；顶上区的传出纤维还参与顶枕颞桥束和皮质网状束。与对侧的对称部位有连合纤维。

顶上区的功能，特别是顶上小叶与对侧肢体精巧的技术性运动有关。它可对来自皮肤、肌腱、关节和内感受器的刺激进行高级的分析综合。例如，它可把中央后回的上肢区和下肢区的简单冲动互相联系起来，辨别肌主动收缩的程度，分辨触觉，区别所感受的压觉，辨别运动的方向和肢体在空间的位置，从而使上、下肢运动得以精确的配合。因此它是与上、下肢精巧活动有关的皮质感觉代表区。若全部损伤顶上小叶，则较复杂的进化上出现较晚的自体感觉和辨别性触觉，如定位觉、运动方向觉和肢体在空间的位置觉等出现障碍，障碍的程度远比中央后回为重。与中央后回不同者，是此区无局部定位。障碍涉及整个对侧半身，有时同侧也受轻微影响。

(三) 顶下区

顶下区 inferior parietal area 即顶下小叶，包括缘上回(40区)和角回、顶下后回(39区)(有的人无顶下后回)。此区发生较晚，仅见于灵长类，从低级猴到高级猿、到人，此区面积逐渐加大，细胞构筑也渐趋复杂。人脑此区的个体发生，分化也较晚，皮质较厚，柱状结构明显，V 层、VI 层细胞密集，也呈柱状排列，纤维联系极其复杂，与语言关系密切。

1. 第 II 语言区 secondary speech area 也称后说话区 posterior speech area 或 Wernicke 区(图 5 215, 216)。

第 II 语言区仅占顶叶的一小部分，大部分位于颞叶。顶叶部分大致相当于 39 区和 40 区，颞叶部分位于颞上回后部(22 区)和颞中回后部(37 区)。第 II 语言区和 5 区、7 区(与躯体感觉有关)，41 区、42 区(与听觉有关)，18 区、19 区(与视觉有关)间有丰富的联络纤维；和对侧有连合纤维；和丘脑背侧核、后外侧核间有往返纤维；此外还参与皮质脊髓束和皮质被盖束，后者影响脑干运动核，特别是眼肌运动核。

第 II 语言区是人脑最重要的语言中枢，其重要性远大于 Broca 区，破坏此区的后果远比破

坏 Broca 区严重,故一般认为,手术时,除非万不得已,不要破坏此区。此区损伤后的失语症叫感觉性失语症 sensory aphasia。颞上回后部是听觉性语言中枢。此区受损,患者与人交谈时,虽然听觉功能无障碍,能听到别人的话,但是听不懂别人谈话的意思。结果是答非所问,语无伦次。这种情况叫字聋。此时,其他语言功能,如看字、写字、说话均属正常。角回是视觉性语言中枢。此区受损,患者虽然视觉无障碍,但若要看文字,则不能理解字的意义,即不能阅读,这种情况叫失读症 alexia。此时,患者其他语言功能,如说话、听话、写字均属正常。实际上很难见到纯运动性或纯感觉性失语症,最常见到的是混合性的。

人类的上、前、后说话区,或说、写、看、听四个语言中枢,善用右手(右利)的人位于左半球,大部分善用左手(左利)的人,也位于左半球。只有一部分左利的人位于右半球。与语言有关的半球通常称为优势半球。优势半球的此区受损,有时对侧半球可代偿其功能。在一般情况下,非优势半球的这些区域可能是未活动的语言区。

上述三个语言区或四个语言中枢不是孤立的,它们的功能除与联络纤维、连合纤维有关而外,更有赖于和丘脑之间的联系。仔细切除 Broca 区和 Wernike 区的灰质层,而不损伤其深侧的白质,结果不产生失语症。但左侧丘脑枕出血或丘脑肿瘤而无皮质损伤的病人,却有严重的失语症。从剥制纤维的脑标本上就可看到 Broca 区与丘脑背内侧核、中央中核有纤维联系,补充说话区与丘脑枕有纤维联系, Wernike 区与丘脑枕有纤维联系。现在的观点是丘脑枕也参与说话中枢。即说话的功能与皮质说话区、丘脑以及它们之间的纤维联系三者有关。

Damasio 等近来更提出大脑皮质内有三套处理语言信息的装置。即概念系统,语言系统和介导系统。概念系统位于两侧颞叶的前区和中间区,其功能是摄取各种感觉形成概念,此区受损,则不能形成事物之概念。语言系统位于优势半球,即 Broca 区和 Wernike 区,其功能是说话。此区受损,造成失语症。介导系统的功能是摄取概念,诱导产生语言,或者是接受语言,刺激概念系统产生新的概念,它们位于优势半球的枕颞轴上。一般性概念(如普通名词)、色概念位于颞叶后区,特殊性概念(如专用名词)位于颞极。介导系统受损,患者彻底不能运用所有的名词,不能对熟人和颜色命名,但仍保持形成概念的能力。以上至少说明除三个语言区或四个语言中枢之外,确实还有其他的皮质区参与语言的加工。

2. 顶下区的其他功能 顶下区除与语言有重要关系而外,优势半球的顶下小叶还与书写、计算、辨别左右方向、辨别自己手指的顺序、阅读和技巧运动有关,非优势半球的顶下小叶还与感知对侧半身的存在、方位感、地形关系感等有关。

由上述可以看出顶上区和顶下区是个重要的皮质区,它们与邻近的感觉皮质间有着密切的联系,一般感觉和特殊感觉均在此进行复合和整合,它们具有高度分析综合的能力。临床上损伤或切除此区,除发生严重的感觉性失语症(优势半球损伤)、对侧上、下肢精巧运动障碍而外,还可出现种种混杂现象,如肌无力,说话反常和空间定位觉消失。特别是实体觉的缺失与损伤顶叶有关,即在视觉的帮助下,不能用手检查物体的形态、大小和重量。

应该指出,所谓“优势半球”是指语言和文字、符号等方面有所特化的一侧半球,一般指左侧半球。而“非优势半球”(一般指右侧半球),现在已经知道它们在空间感觉、美术、音乐等方面有所特化,例如认识人的面貌、凭借外形认识物体,识别音乐的主旋律等。因此实际上两个半球各有所长,功能上是互补的,无所谓“优势”和“非优势”。

三、枕 叶

枕叶皮质可分为纹状区(17区)、纹旁区(18区)和纹周区(19区)三个区域。过去认为视辐射只终于17区,后来得知外侧膝状体的纤维确实还投射到18区和19区。现在认为枕叶的三个区都与视觉有关,统称视皮质。它们与视网膜的象限有严格的定位关系,三个视皮质区也发出纤维投射到丘脑枕、外侧膝状体和脑干运动核,此外它们和其他皮质区之间也有长的和短的联络纤维,与对侧半球的相应部位有连合纤维。视皮质的面积虽然只占整个大脑皮质总面积的3%,但其神经元数却占半球皮质神经元数的1/10。枕叶功能除视觉而外,与眼、头等部位的运动也有一定的关系。

(一) 第1视区

第1视区 first visual area 即17区(图5-216),也称纹状区 striate area,包括距状沟两侧的皮质区、楔叶和舌回。在人类几乎全部位于枕叶内侧面,猴黄斑的代表区位于枕叶外侧面。17区前界位于胼胝体压部附近,在顶枕沟和距状沟交点前一短距离处,后界通常延展到月状沟。全区面积2600mm²,与视网膜面积相比大致为7:1。皮质厚度较薄,平均1.5mm左右。皮质类型属颗粒型,全区结构比较一致,不再有什么亚型,星状细胞密集,数量大大超过锥状细胞。此区细胞构筑横向分层极其明显,各层细胞可有不同的功能,垂直方向的柱状结构也极明显,同一细胞柱功能相同。

I层,即分子层,仅含少量小型神经元。II层,即外颗粒层,细胞小而密集,胞体多为短锥体形。III层,即外锥体细胞层,细胞数量较多,形状多为锥体形,由浅而深体积逐渐加大。IV层,即内颗粒层,很厚,又可分为三个亚层,即IVa、IVb和IVc。IVa也称Gennari上层,细胞为典型的颗粒细胞,较密集。IVb也称Gennari线,或称Baillarger外带,含有大量的视辐射和联络纤维的终末。它们与皮质表面平行,成自有髓纤维,无论是新鲜标本或染色切片均可看到前后纵向之条纹。17区的边界和延展范围虽有个体差异,但当此区过渡到18区时,此种纤维即突然停止,从而构成17区的典型特征,纹状区或纹皮质即由此而得名。IVb的细胞成分相对稀少,但却含有纹皮质中最大的星状细胞,称为Meynert细胞,形成IVb的另一特征。这种细胞通常较为分散,因此有人称为纹皮质的“孤立细胞 solitary cells”或“巨细胞”,它们是锥体细胞的变型,直径30 μ m,很少出现在IVa和IVc。IVc也称Gennari下层,细胞数量最为丰富。V层,即内锥体细胞层,厚度较薄,细胞体积中等或较大,形态类似Meynert细胞,孤立存在或成群出现,最大者直径可达60 μ m。VI层,即多形细胞层,细胞小而不规则,密集。

17区皮质的柱状结构极为明显。每个柱的宽度约为25~50 μ m,相当于1~2个细胞的宽度。每个柱有自己的方位轴,相邻细胞柱的方位轴相差约10度。

从视网膜到枕叶皮质的视觉传导途径主要有两条。一条经外侧膝状体到17区,另一条经上丘和丘脑枕止于18区和19区。

膝距束 geniculocalcarine tract 来自外侧膝状体的纤维组成,此束离开外侧膝状体,经内囊的豆状核后部形成视辐射 optic radiation,大部分止于17区,少部分止于18区和19区。止于17区的部分,主要止于IV层,只有少量纤维止于I层。止于18区的部分,终于IV层,止于19区的部分,终于IV、V和VI层。

视辐射的纤维并非全部都以最短距离达到纹状区。背侧纤维基本上是向后直行,达纹状

区。而腹侧纤维，首先在颞叶中行向前下，达侧脑室下角的前部，再返折后行，形成一个纤维袢，此袢名曰 Meyer 袢。而后紧靠侧脑室后角外侧壁后行，形成该处的外矢状层，最后达纹状区。视辐射越靠腹侧的纤维，路径越长，最腹侧的纤维所形成的袢，可远达海马旁回钩。

视辐射的纤维排列有定位。来自外侧膝状体内侧半代表视网膜上象限的纤维，经视辐射的背侧部，投射到距状沟的上唇；来自外侧膝状体外侧半代表视网膜下象限的纤维，经视辐射的腹侧部，投射到距状沟的下唇。来自外侧膝状体中央部代表黄斑区的纤维，占据视辐射中间的大部分，向后终于距状沟后 1/3 部的上唇和下唇，即 17 区的后 1/3 部。此处向前依次为视网膜周围部的代表区。

在实验动物上发现，刺激纹状区的某一点，可在特定的视野区出现简单的视象，例如闪光。刺激视网膜，可在纹状区的单个细胞得到反应。根据突触学的研究和变性实验的结果得知投射纤维的冲动传到柱状结构的中间神经元，通过兴奋和抑制的交互作用，经锥状细胞传到皮质下神经元，或传到其他皮质区。每一柱状单位并非完全孤立，它借锥状细胞的返回侧支和分子层的切线纤维又和其他柱状单位相联系。

来自两眼视网膜相称点的纤维止于外侧膝状体同一细胞柱的不同层次，至于相称点冲动的相遇，则发生在纹皮质中。纹皮质细胞柱在功能与结构上存在着优势现象。纹皮质细胞柱以 9 个为一组，只接受一个眼的刺激，而邻组细胞柱则接受另一个眼的刺激，如此相间排列。这样，以 9 个细胞柱为一组相间排列的眼柱群，叫优势眼柱群 ocular dominance。每个柱的 IV 层只接受一个眼的刺激，而其他层则接受双眼来的刺激，但以一眼为主。

外侧膝状体每层只与一个眼(同侧或对侧)的感受野相联系，双眼的相互作用主要在视皮质进行。

上丘是脑内分化程度相当高的一个区域，在整合各种影响眼球运动的冲动中起重要作用。它除了接受直接来自视网膜的定位投射、皮质顶盖纤维中来自视区和额眼区的定位投射而外，还接受更为广泛的诸如额、顶、颞叶的纤维；其传出纤维除经顶盖脊髓束下行参与和眼球运动有关的头颈部运动而外，还上行进入丘脑枕、背内侧核、外侧膝状体、顶盖前区等。丘脑枕除直接接受来自视网膜、上丘、顶盖前区、视皮质的纤维而外，还与顶、枕、颞叶广泛的联络区有往返联系。

视皮质除接受外侧膝状体、上丘、丘脑枕的投射纤维而外，17 区发出短的联络纤维到 18 区；18 区发出联络纤维到 17 区、19 区和 20 区。18 区下部的纤维终于 19 区的上部；18 区上部的纤维终于 19 区的下部。刺激 18 区可以引起调节反射。19 区与额眼区有往返联系，这种联系是眼球借助其随意运动调节视力的结构基础。18 区和 19 区与 37 区有往返联系，19 区与 24 区有往返联系。视区通过联络纤维和连合纤维和同侧及对侧皮质有联系(两侧 17 区之间的连合纤维可能很少)。因此，远离视区的皮质损伤，可能影响视觉和眼球的运动。

视区的传出投射之皮质顶盖纤维，主要终于同侧上丘。其定位关系，在短尾猴是：19 区的上部纤维至上丘的嘴内侧半；下部纤维至上丘的尾外侧半；17 区、18 区的上部纤维至上丘的尾外侧半，下部纤维至上丘的嘴内侧半。此外，皮质顶盖纤维还可终于外侧膝状体、顶盖前区和丘脑枕等处。始自视区的皮质被盖纤维还可终于动眼神经核、中介核、后连合核、展神经核和展旁核。展旁核可能是双眼偏斜运动的中枢，右展旁核使双眼偏向右侧，左侧展旁核使双眼偏向左侧。19 区的投射纤维有的终于延髓网状结构的抑制区。

在视觉系统中，17 区的功能是识别物象的立体结构，即形状，不同部分的明暗等。人类

切除两侧的 17 区, 视觉丧失, 一侧损伤, 引起双眼对侧偏盲, 均不能恢复。而在某些低等哺乳动物, 当第 I 视区切除后, 仍保留大部分视力, 它们大概是通过视束至上丘, 并由此再至丘脑枕和 18 区、19 区的联系来完成的。切除猴的两侧枕叶, 视觉几乎完全丧失, 但尚保留粗略的明暗感。若切除猩猩的两侧枕叶, 就无任何视觉, 且不能恢复。可见在进化中, 人类感觉机能上移至大脑皮质, 视觉系统达到了极点。但由于视辐射和 17 区所占面积甚广, 在临床上即使是一侧损伤(事实上往往也是不完全的), 所以引起的偏盲也多是(象限性偏盲)。

(二) 第 I 视区和第 II 视区

第 I 视区 secondary visual area 即 18 区(图 5-216), 因位于 17 区周围, 又称为纹旁区 parastriate area。皮质较 17 区厚, 属颗粒型。

第 II 视区 third visual area, 即 19 区, 因该区围绕着 17 区和 18 区, 故又称为纹周区 peristriate area, 此区位于枕叶最前部, 故也叫枕前区 preoccipital area。19 区前邻 7、39、37 区。皮质厚度在视皮质中最厚, 平均约 2.5mm 左右, 属顶叶型皮质。

18 区和 19 区内星状细胞不甚显著, 锥状细胞更少。在 Weigert 染色法的切片上观察, 一般结构与其他皮质相似, 但树突分布野内的纤维和中央后回一样, 比较更集中。切除 18 区和 19 区皮质后, 观察外侧膝状体的逆行性变性, 其全部六层均可出现柱状细胞群变性, 此种现象只有在损坏皮质的全厚时才能出现。现已证明 18 区和 19 区也有柱状单位, 其特点是反应更复杂的刺激, 几乎全接受两眼视网膜的冲动。

第 I、II 视区对感知、整合视觉信息是重要的, 常被称为视联络区。动物实验中, 光刺激视网膜, 在此二区可见到诱发电位。人类损伤 18 区和 19 区, 患者很难识别物体的形状、大小及其意义。损伤优势半球的此二区, 还可引起诵读困难, 患者难于理解所见到的文字的意义。

人类除 17、18、19 区与视觉有肯定的关系而外, 颞叶的某些部位也与视觉及其相关活动有某些关系。临床观察得知颞叶癫痫、肿瘤或刺激之, 这些患者可有幻视。而且, 切除该部位后, 有关幻觉的记忆依然存在。临床研究发现右颞叶(非优势半球)与快速视觉辨认有关, 其前部与视觉引起的复杂行为有关, 其后部(颞上沟处)与 18 区有联络纤维, 也与视觉有某些关系。Zeki 等人近年提出有五个视区。V₁ 位于 17 区, V₂ 位于 17 区与 18 区交界处, V₃ 和 V₄ 均位于 18 区, V₅ 位于颞叶中区。他们认为 V₅ 司理视象的运动信息, V₄ 司理静位视象的形状和颜色的信息, V₃ 司理动态视象的形状信息。

枕叶皮质除视觉的特化而外, 刺激枕叶的一些部位还可引起眼球向同侧偏斜、头部转动、面肌运动, 有时上肢也有反应。说明视区的特化虽然相当高级, 但也是感觉运动性的, 有人称之为枕眼区 occipital eye field。

四、颞 叶

颞叶皮质包括新皮质、古皮质、旧皮质和过渡型皮质。海马旁回位于底面内侧部, 属旧皮质和过渡型皮质。海马和齿状回原位于底面的内侧部, 由于发育缓慢而被卷入侧脑室下角的底壁, 属于古皮质, 见嗅脑和边缘叶。此处仅涉及颞叶的新皮质部分。

颞叶新皮质在种系发生上出现较晚, 在人类获得了高度的发展, 占颞叶的大部分, 居外侧面和底面的外侧部。一般认为它与听、语言、知觉和记忆等有关。

(一) 听区

听区 acoustic area 在人脑有第 I 听区和第 II 听区, 在猫还有第 III 听区, 位于前二者的后方。

1. 第 I 听区 first acoustic area(A I) 相当于 41 区, 位于颞横前回的中部和颞横后回的一部分。细胞构筑属于变异的颗粒型皮质, 比视区和躯体感觉区的皮质为厚, 约 3mm 左右。所有各层都含小细胞。I 层细胞甚少; II、III 层多由小锥形细胞组成, III 层的细胞密度更大一些; IV 层较厚, 颗粒细胞密集成团, 略排列成柱; V 层在 Nissl 染色切片上染色浅, 小的和中等的细胞排列成柱; VI 层由许多多形细胞和锥形细胞组成, 但不成柱。

2. 第 II 听区 second acoustic area(A II) 位于 A I 区的外侧, 相当于 42 区及其邻接的 22 区, 占颞横回的其余部分以及邻接的颞上回。42 区属顶叶型皮质, III、IV 层柱状结构明显, III 层内有许多大锥形细胞。22 区细胞有排列成柱的倾向。

3. 听区的纤维联系 41 区是主要的听接受区; 42 区是主要的听联络区; 与 41 区、42 区相邻接的 22 区的一部分也是听联络区。听区的传入投射主要来自内侧膝状体的小细胞部发出的听辐射 auditory radiation。听辐射也叫膝颞纤维 geniculotemporal fibers, 它们主要终于 41 区, 其中来自内侧膝状体小细胞和大细胞部的少量纤维终于 42 区。42 区又借联络纤维与 41 区, 特别是 22 区相联系。

听皮质对音频有定位。听辐射背侧部纤维主要传导来自对侧蜗底的高音冲动, 止于 41 区的后内侧部; 听辐射腹侧部纤维主要传导来自对侧蜗顶的低音冲动, 止于 41 区的前外侧部。

听皮质的音频配布可能反映在细胞的柱状结构上, 每一细胞柱对一种特定的频率最敏感。但也有人发现同一细胞柱又可对非常不同的频率发生反应。

听区的联络纤维主要是 41 区发出纤维至 42 区; 41 区、42 区发出纤维至 22 区。此外, 41 区、42 区还可发出纤维至额眼区(8 区)、视联络区(18 区、19 区)、额叶和顶叶的某些区域(6、44、43、1 区)、21 区和 37 区等。22 区接受的联络纤维最多, 而它又与额叶的 44 区、45 区、9 区、10 区和 8 区, 与额叶和顶叶的岛盖部, 与顶叶的 39 区, 与颞叶的 21 区、38 区、37 区, 与枕叶的 18 区、19 区有广泛的联系。由此可知听皮质与语言皮质、躯体感觉、视皮质等有密切关系。

听区的连合纤维经胼胝体和前连合既可与对称部位相联系又可与不对称部位相联系。

听区的传出纤维中的下行投射与上行通路相伴行。它们大部分起自第 I 听区, 经双侧下丘的中央周核、延髓的橄榄周核中继, 再经第 VIII 对脑神经至双侧考蒂氏器的毛细胞, 但以对侧为主, 对上行冲动起加工(加强信号和抑制噪音)作用, 是一种反馈控制。

此外, 听皮质也发出纤维至上丘, 经顶盖桥束至背外侧桥核, 中继后至小脑蚓的视听区。此通路是诸多复杂的听皮质-小脑通路之一。听皮质的下行投射还可至脑神经运动核, 构成听引起的多种反射的结构基础。其中有些纤维可能影响镫骨肌和鼓膜张肌的收缩, 与提高声音的频率有关。

颞叶新皮质的功能虽然研究很多, 但尚未完全了解。听觉是颞叶比较肯定的功能。第 I 听区能感受简单的声音, 如铃声、哨声等, 但比较复杂的聲音则由联络区整合。作为对特种声音的语言的理解, 也在联络区内进行, 特别是在优势半球一侧的联络区。联络区的后部是 Wernicke 区的一部分, 与语言关系至为密切, 见顶叶的后说话区。

由于内侧膝状体的纤维来自双侧, 故单侧内侧膝状体和 41 区、42 区损伤, 只能引起患侧

听力的轻度下降，甚至颞叶广泛损伤，对听力影响也不大。但单侧损伤后，不易判断声音的来源，特别是声音的远近。有人报导双侧听区破坏可致全聋，但也有听觉不受影响的相反报导。颞叶损伤主要表现在语言功能上，特别是优势半球。双侧 22 区损伤，可以导致严重的听觉性失语，这可能是由于听觉冲动传至双侧皮质之故。此外，左侧颞叶后部损伤，常出现遗忘性失语，患者不能叫出一个熟悉的人或物的名称，即称名不能 anomia。

刺激优势半球的颞上回和邻近颞中回的 22 区以及颞叶后部延入角回、缘上回的部分时，可出现语言停止现象，与刺激中央回、额上回制止说话区的效应相似。

(二) 非听区

非听区是指颞中回、颞下回、枕颞外侧回、枕颞内侧回和颞上回的前端。它们分别属于 21 区、20 区、38 区、36 区、37 区、35 区和 52 区。

21 区和 20 区皮质相当厚，构筑相似，细胞放射状排列明显。38 区和 35 区构筑相似，细胞密度低。36 区分层与柱状结构均明显，细胞密度较大，以小细胞为主。37 区细胞呈放射状排列，但不均匀。52 区仅 VI 层细胞密集。

颞叶非听觉性皮质的传入纤维主要来自丘脑枕。此投射有定位。对人和猕猴脑的研究所得结果相似。丘脑枕后内侧部投射到 20、21、22 区的前背侧部；丘脑枕前外侧部投射到 20、21、22 区的后腹侧部。

颞叶非听觉性皮质的联络纤维丰富。20 区、21 区内部有自身联系；20 区接受 18 区、19 区，21 区接受 41、22 区的纤维；20 区、21 区联系 35 区，再通过内嗅区联系海马。此外，20 区、21 区还与额叶有联系，21 区投射至 38 区。枕颞回与颞叶嗅区、额叶眶部有联系。35 区又称嗅周区，除接受 20 区、21 区的纤维外，还接受 7 区、22 区和嗅球的纤维，发出纤维至内嗅区皮质。

颞叶非听觉性皮质的连合纤维似乎较少。猴 21 区、20 区的前半通过前连合与对侧相连，后半通过胼胝体与对侧相连。胼胝体内无 38 区的连合纤维。

颞叶非听觉性皮质的下行投射纤维至壳的腹侧部和尾状核尾，此外还发出纤维至丘脑枕、丘脑背内侧核、顶盖前区、上丘、中脑被盖外侧部的邻近部分、脑桥核、杏仁体的基底外侧核等处。

非听区从其广泛的纤维联系上看，特别是颞中回、颞下回和枕颞内、外侧回，似乎是联络性皮质，是大脑皮质最高级的部位之一，与知觉、记忆乃至运动有一定的关系，此外，与前庭功能也有某些联系。

颞叶后部皮质对颞叶、枕叶和顶叶的感觉运动区可能有复杂的整合作用，可能与听性、视性的语言活动有关。

颞叶前部皮质与躯体和内脏活动有关。在人类，刺激该区可引起本侧和对侧的面部运动；在灵长类，刺激一侧可引起双侧肢体的活动。刺激 38 区一般会引起内脏反应，如血压升高，呼吸和胃肠蠕动降低。此外，刺激颞叶前部皮质还会引起听觉记忆和视觉记忆。颞叶癫痫或肿瘤患者也会有幻听和幻视。切除后，不能理解所见物体的意义，并伴有饮食习惯的改变，性行为过胜和情绪反应消失等。根据近年来的研究结果，认为颞叶皮质与记忆活动有关，颞叶前部新皮质称精神性皮质 *psychical cortex*。

附：前庭区

前庭区 *vestibular area* 的确切位置至今仍难以确定。有人认为前庭区位于颞上回，听区的

前方。刺激此区可有眩晕和平衡失常的感觉。据说猴的前庭区位于第1躯体感觉区的面部代表区，相当于2区的部分。

五、岛 叶

岛叶 全部哺乳动物皆有岛叶。灵长类由于岛叶周围的皮质发育迅速，岛叶遂陷入外侧沟底。岛叶的皮质包括新皮质和过渡型皮质。前者发生较晚，在人类发达，占岛叶的绝大部分，约等于全部大脑皮质的1.8%。此部皮质又以岛中央沟为界，前方为岛短回，相当于14区；后方为岛长回，相当于13区。后者与梨状前区交界，发生较早，乃新旧皮质的过渡区，属过渡型皮质。面积甚小，仅占岛尖部(岛颞)，约等于全部大脑皮质的0.3%。

14区皮质为无颗粒型，与梨状区皮质相似；13区皮质类似顶叶型。岛叶的纤维联系尚未完全明了。它们大概以短的联络纤维与周围的全部岛盖相联系，据说可联系到外侧嗅回和梨状区，可能还有纤维到丘脑正中央核。

岛叶的功能可能与内脏感觉和运动有关。刺激人的岛叶可以引起内脏运动和感觉，如唾液分泌增加、吞咽、打嗝、胃和肠蠕动、噁心和饱胀感、口中有奇怪不适的味觉。刺激长臂猿的岛叶，可引起对侧面部和肢体运动，可能还有局部定位。

味觉除在岛叶后部有其代表区而外，在中央后回下部，相当于43区处也有其代表区。味觉纤维可能随两侧内侧丘系上升，终于丘脑腹后内侧核。在临床上损伤43区和丘脑腹后内侧核，均可导致味觉丧失。

值得一提的是，在内脏系统中，胃肠运动和感觉、唾液分泌和味觉，虽在岛叶上有其代表区，但心血管、汗腺和立毛肌，在皮质却没找到其代表区。它们的中枢大约在第三脑室旁壁内。损伤此区，体温失调，表现为血管收缩、出汗停止、体温上升，并伴有呼吸加快和心动过速，常可致命。

六、扣 带 回

扣带回主要包括32区、24区和23区，在边缘系统中已述及，现就其结构和功能，特别是24区，归纳如下。扣带回因位于新旧皮质交界处，故与海马旁回后部、眶回后部和岛叶前部同为中间皮质，其中24区属无颗粒型皮质。

扣带回的传入纤维来源广泛。它主要接受丘脑前核群的纤维，二者间有定位关系。此外，它既可通过扣带直接接受海马的纤维，又可通过乳头体间接接受海马的影响；还可接受隔核的来的纤维，乃至直接接受诸如顶、颞和前额区等处颗粒皮质区的纤维。扣带回，特别是24区可能还与纹状体、下丘脑、中脑被盖有联系。

扣带回的传出纤维了解尚不确切。已知扣带回发出的纤维可至海马结构、隔核、丘脑前核群、前额叶和顶叶的联络区、顶盖前区、上丘、中脑中央灰质、中脑被盖和蓝斑等处。

刺激猕猴的24区可引起对侧或双侧的躯体运动，并有局部定位。此附加运动区延伸到扣带回后部，不过这一发现有待进一步研究。刺激病人的24区，可引起脉搏、呼吸、血压和消化的变化。切除扣带回前部，可解除精神病患者的粗暴行为、强迫观念和顽固性疼痛。

(姚铭举)

第三十章 脑和脊髓内的传导通路

神经系统的功能极为复杂，但它的基本活动方式，至目前为止，一般认为是反射 reflex。反射活动的物质基础是反射弧 reflex arc。一般说来，反射弧由传入、中间和传出三种神经元组成。反射弧有繁简之分。简单的反射弧只包括传入和传出两种神经元，如膝反射，只涉及中枢神经的一小部分；而复杂的反射弧，因有数目不等的中间神经元参与，故大部分位于中枢神经系统内。于是在脊髓-大脑皮质的全程或距离不等的区间，出现了上行和下行的传导纤维束。其中，上行传导束是把内外环境的感觉冲动传到各级中枢；下行传导束是把各级中枢分析综合后的冲动，传到脑干或脊髓内的效应神经元，这就是本文将要论述的脑和脊髓内的传导通路。

需要指出的是传导通路的各级中枢，不是简单的接转或中继，尽管在描述中经常用“中继”字样，但实际上每一中枢或中继站，都有一定的分析和综合功能。上行、下行通路也不只是简单的单向传导。事实上，上行束中往往有来自高位中枢的下行纤维，下行束中往往有返回的上行纤维，以实行信息传递中的反馈控制。此外，从本世纪中叶以来，对中枢神经系统，特别是脑的研究日趋深入，现已证实，脑的基本活动过程，不仅限于经典的反射活动，在神经元之间的突触联系中，还有大量的回路或往返联系。而且，在脑内神经元之间除了经典的和新发现的突触联系之外，还存在大量的递质和调质，它们可以在非突触部位的受体上发挥作用，传递信息。这就形成了一个庞大的包括神经网络和神经元与非神经元成分网络在内的泛脑网络 pan-brain network 体系。泛脑网络体系或泛脑网络论丰富和发展了传统反射论的线性联系，似已成为当今神经解剖的前沿。不过，时至今日，反射论尚有其生命力，现将上、下行传导通路分述于后。

第一节 上行传导通路

所谓上行传导通路 the ascending pathway 就是感觉传导通路，即向心传导通路。根据感受器所在部位和纤维性质分为一般躯体感觉传导通路、特殊躯体感觉传导通路、一般内脏感觉传导通路和特殊内脏感觉传导通路等。所谓“特殊”通常是指仅头部存在，而躯干、四肢不存在的那些感受器及其相应的传入通路，例如视、听、平衡、嗅、味觉感受器及其相应的传入通路。

一、一般躯体感觉传导通路

一般躯体感觉传导通路 pathway of the general somatic sensibility 有三条：

(一) 本体感觉传导通路

本体感觉也称深感觉，包括肌、腱、关节和骨膜等深部器官的位置觉、运动觉和震动觉。躯干和四肢的本体感觉传导通路 pathway of the proprioceptive sensibility 有两条。一条是传至大脑皮质，产生意识性感觉的通路，称意识性本体感觉传导通路；另一条是传至小脑，不产生意识性感觉，仅反射性调节躯干肌和四肢肌的运动和张力，以维持身体的姿势和平衡的通路。

路，称非意识性本体感觉传导通路。头面部本体感觉传导通路的具体通道至今不详。

1. 躯干和四肢的意识性本体感觉传导通路 conscious pathway of the proprioceptive sensibility of the trunk and extremities(图 5-218) 通常认为本径路由三级神经元组成。第一级神经元的胞体是脊神经节内的大、中型细胞，纤维较粗，有髓鞘。周围突起白肌、腱、关节、骨膜等处的感受器；中枢突经后根内侧部、后角尖的内侧进入脊髓后索，分为长的升支和短的降支。升支和降支的全长皆可发出侧支，但刚分为升、降支处，侧支最多。升支在后索内形成薄束和楔束。薄束位于后索内侧部，由内而外分别接纳来自尾、骶、腰、下部胸神经后根的纤维；楔束位于外侧部，由内而外分别接纳来自上胸和颈神经后根的纤维。薄束纵贯脊髓全长；楔束在第四胸髓节及其以上才出现，也有人主张第六胸髓节就开始出现。第四或第六胸髓节以上，二束在脊髓表面以后中间沟为界。薄束和楔束至延髓分别投射于薄束核和楔束核内的第二级神经元。投射有严格的定位，即薄束核、楔束核内的细胞由内而外定位地接纳了薄束、楔束内由内而外的纤维。也就是尾神经后根来的纤维行于薄束的最内侧，最后终止于薄束核的最内侧，第一颈神经来的纤维行于楔束最外侧表面，最后终止于楔束核的最外侧。薄束核、楔束核发出二级纤维，弯向前内，形成内弓状纤维，绕中央管的前方跨过中线，此即所谓的内侧丘系交叉，交叉后折而上行，称内侧丘系。内侧丘系位于锥体束的内侧，呈矢状位，居中线两侧。内侧丘系背侧部纤维来自楔束，腹侧部的纤维来自薄束，即由腹侧而背侧分别传导自下部脊髓节而上部脊髓节传来的本体感觉冲动。到达脑桥，内侧丘系由矢状位渐变为横位，居被盖的前缘，

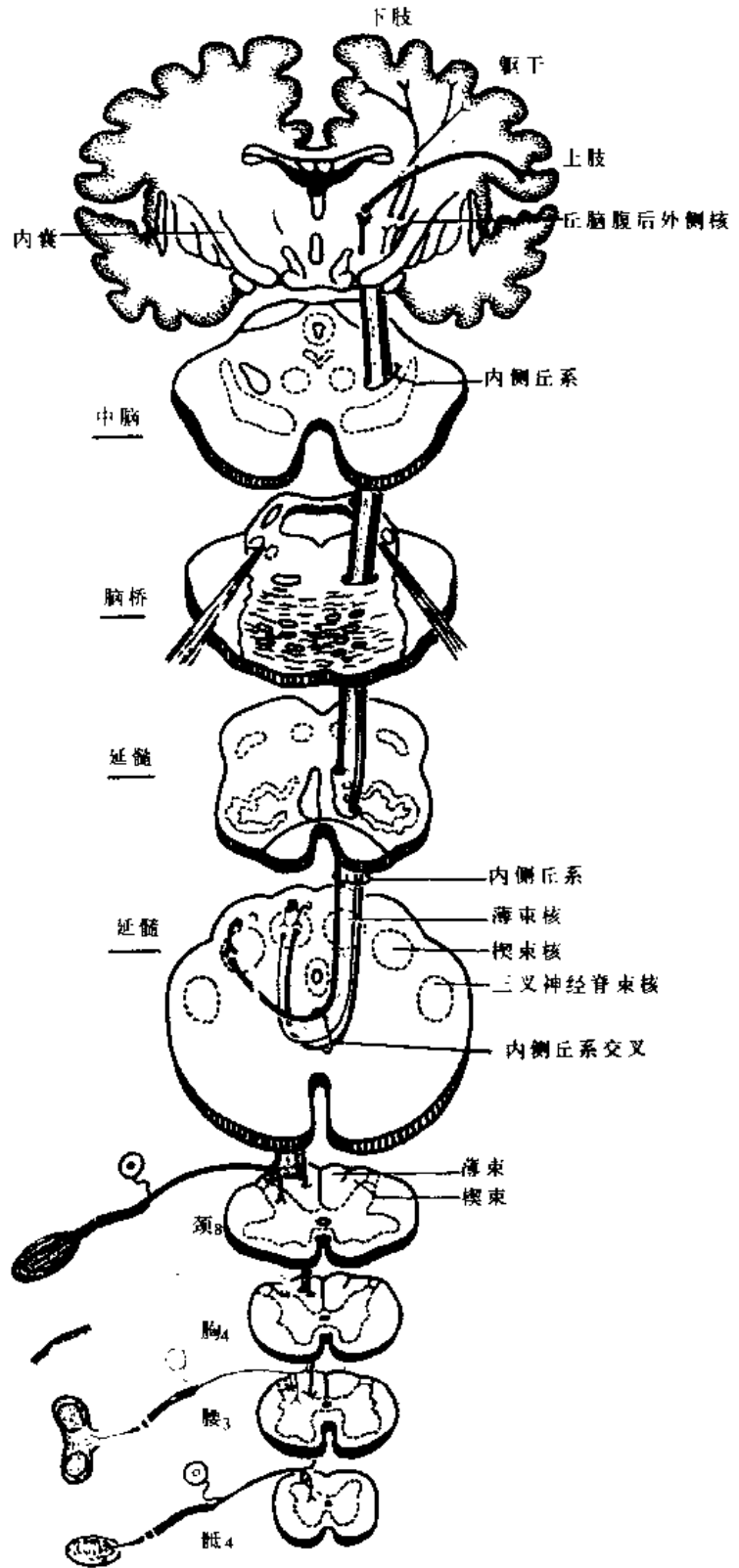


图 5-218 躯干和四肢的意识性本体感觉传导通路

纵行于横行的斜方体纤维之间。内侧丘系中的纤维定位,由延髓的腹背关系变成此处的内外关系。到了中脑,内侧丘系被红核推向中脑被盖的腹外侧,纤维排列的内外关系又变成了由前内斜向后外。内侧丘系最后定位投射于丘脑腹后外侧核内的第三级神经元。腹后外侧核由外向内分别接受薄束核、楔束核自内向外依次发出的纤维。腹后外侧核发出三级纤维,组成丘脑中央辐射,经内囊后肢投射到中央后回上 2/3 和中央旁小叶后部。部分纤维可投射到中央前回。在这些部位经大脑皮质的分析综合,最后形成对躯干和四肢的运动、震动和位置的知觉。

以上是对躯干、四肢本体感觉传导径路的经典看法。然而后来的研究得知,实际情况远比上述描述复杂。首先,后根内侧部的粗纤维入后索之后,长的升支中,只有 25% 的最长的纤维可达薄束核和楔束核。部分后根纤维或其侧支陆续终于后角细胞,后角细胞发出二级纤维进入后索,止于后索核(薄束核和楔束核),后索核再发出长的下行纤维,其中多数止于灰质第 V 层。该处许多细胞对伤害性刺激敏感,故推测后索中的这一下行纤维对痛觉冲动的传导,可能会有影响。后索中的下行纤维已在鼠、猫和猴等动物中得到证实。另有部分后根纤维或其侧支直接或间接终于前角细胞,形成单突触或多突触的反射联系,其中包括牵张反射;有的纤维经白质前连合终于对侧胸核。此外,内侧丘系在上升途中,在中脑阶段还可发出侧支终于红核、黑质和上丘等处。

70 年代人们对猫的后索核进行了深入的研究,将其分为大细胞的团簇区 cluster zone 和中等细胞的网状区 reticular zone。前者位于核团中段的背侧部,是本体感觉径路精密组合的一级传入纤维,特别是四肢远侧部纤维的投射区,又是二级上行纤维的主要发出区,后者位于核团头端和中段的腹侧部,则是许多不同来源的纤维、特别是四肢近侧部的一级或非一级传入纤维的汇聚区。网状区的许多细胞还接受来自大脑皮质、巨细胞网状核和脊髓后角的纤维。这些纤维的传入冲动可影响后索核向丘脑和其他脑部的传导。其中大脑皮质经由皮质核束至后索核的投射有定位。纤维主要来自对侧,Sm I 上肢区的纤维止于楔束核,下肢区的纤维止于薄束核。来自 Sm II 的纤维也以同样的方式终止。此外人们还发现纤维可以来自运动区和补充运动区。

在丘脑阶段,皮质丘脑束也可调整内侧丘系中的上行冲动。

本体感觉传导径路中的下行纤维,据说作用基本上是抑制性的,也有兴奋性的。多数学者认为抑制性影响由锥体束完成,但也有人主张部分可由网状结构中继。有人认为兴奋性影响也由锥体束传递。

躯干和四肢的意识性本体感觉传导径路还有相应部位的精细触觉传导径路同行。区别是:精细触觉传导径路一级神经元的周围突,来自相应部位皮肤内的精细触觉感受器,而不是深部的本体感觉感受器。由于后索核特别是其团簇区细胞有“类别特异性”,中继精细触觉的细胞也不同于中继本体感觉的细胞。躯干和四肢的精细触觉最后投射于中央后回上 2/3、邻近的顶叶皮质和中央旁小叶后部。由于本径路同时传导上述两种感觉,故受损后,不但表现为运动笨拙、不准确、不协调,即感觉性运动失调,患者若不借助视觉,就不知道躯体的位置和运动方向,即位置觉、运动觉和震动觉消失,还会伴有躯干、四肢的两点辨别觉和实体觉即精细触觉的消失。

2. 躯干和四肢的非意识性本体感觉传导径路 unconscious pathway of the proprioceptive sensibility of the trunk and extremities

(1) 下肢和躯干下部的非意识性本体感觉传导径路 unconscious pathway of the propriocep-

tive sensibility of the lower limb and inferior part of the trunk(图 5-219); 本传导径路由二级神经元组成。第一级神经元胞体位于脊神经节内, 其周围突来自下肢和躯干下部的肌梭和髓器官等处, 经后根内侧部进入脊髓, 止于胸核内的第二级神经元。因为颈 8~腰 2 脊髓段才有此核, 所以随下腰部和骶、尾部脊神经后根进入脊髓的此类纤维, 先行于薄束内, 行至该核出现处, 才离开薄束进入胸核。由胸核发出二级纤维, 外行, 进入同侧外侧索后部之边缘, 组成脊髓小脑后束。脊髓小脑后束上行经小脑下脚止于旧小脑皮质的下肢代表区。中胸节以下的部分一级纤维止于腰骶膨大阶段 V-VII 层外侧部的细胞。此处发出的二级纤维, 小部分参与同侧的脊髓小脑前束, 大部分经白质前连合组成对侧的脊髓小脑前束。脊髓小脑前束在侧索周缘、脊髓小脑后束的前方上行, 经小脑上脚的背侧折入旧小脑, 止于下肢的皮质代表区。脊髓小脑前束的第二级神经元胞体的位置, 只在猫、猴等动物上得到证实, 但各家描述的范围有所出入, 入的第二级神经元胞体所在位置, 尚未得到证实。

(2) 上肢和躯干上部的非意识性本体感觉传导径路 unconscious pathway of the proprioceptive sensibility of the upper limb and superior part of the trunk; 本径路也由二级神经元组成。一级神经元的胞体仍位于脊神经节内, 其周围突来自上肢和躯干上部相应的本体感觉感受器, 中樞突也经颈神经后根内侧部入脊髓, 于楔束内上行, 至延髓的后外侧部, 止于楔外侧核(即楔束副核)。楔外侧核发出二级纤维, 不交叉, 组成同侧的楔小脑束, 经后外弓状纤维及小脑下脚止于同侧小脑旧皮质的上肢代表区。在鼠类, 部分一级纤维止于同侧脊髓颈膨大的 VI、VII 两层。此区可能发出二级纤维组成同侧的脊髓小脑吻侧束, 经小脑下脚入旧小脑皮质。对脊髓小脑吻侧束的了解, 主要依靠生理学方法, 形态学方面的了解尚少。

以上二种传导径路内皆含有触、压觉传导径路。

3. 头面部的本体感觉传导径路 pathway

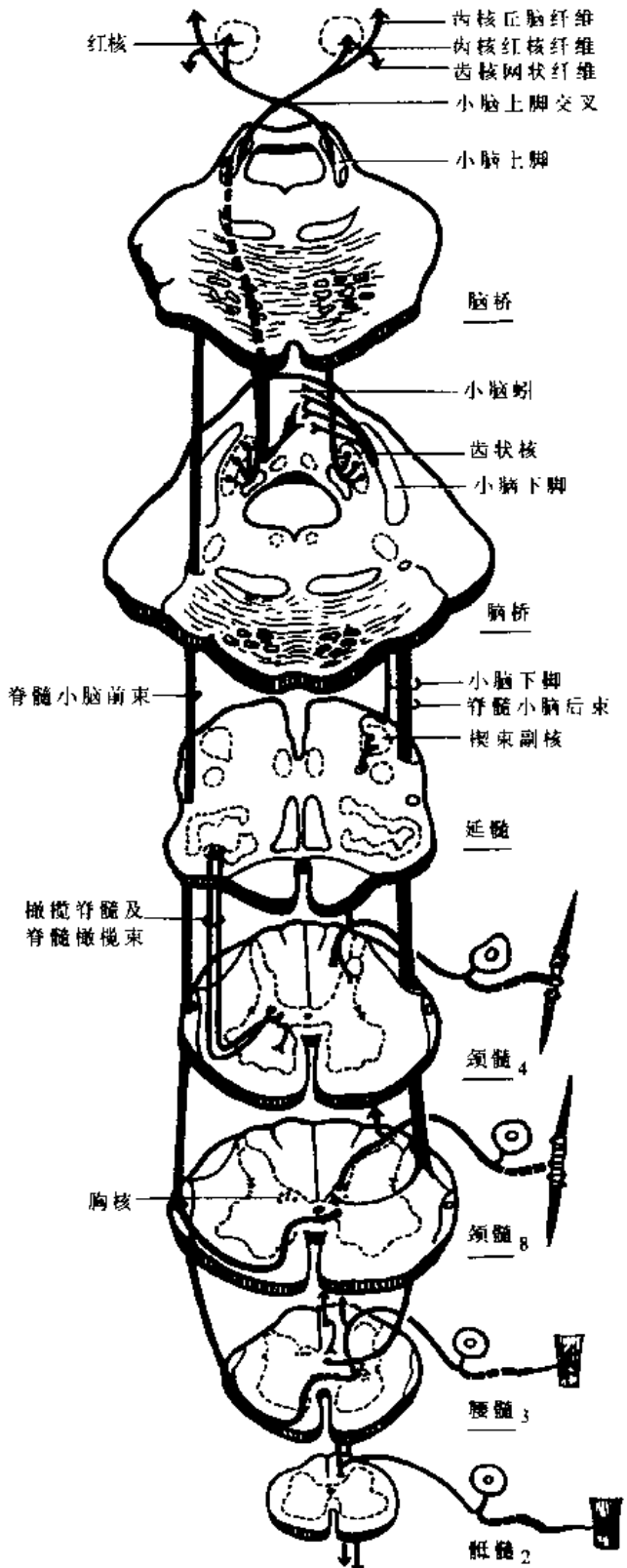


图 5-219 脊髓小脑前束、脊髓小脑后束
脊髓橄榄束和橄榄脊髓束模式图

of the proprioceptive sensibility of head 头面部的意识性和非意识性的本体感觉传导通路,基本上还不太清楚,资料少、不肯定且混乱。

一般认为其一级神经元的胞体主要位于三叉神经中脑核和半月状神经节内。也曾报导在第 III、IV、V、VI、VII、XI 和 XII 对脑神经的行程中发现有本体感觉性的神经元。此外,根据临床病理资料推测,三叉神经脑桥核可能也与头面部的深感觉有某些关系。关于三叉神经中脑核的起源和功能仍有争论。有人根据其主要由假单极神经元组成,双极和多极神经元极少等因素,推测它可能源于神经嵴,只是在后来的发育中,内移定位于中脑。上述神经元的周围突主要经由三叉神经,也可通过其他相应的脑神经分布到眼肌、咀嚼肌、表情肌、咽与喉的横纹肌、舌肌、牙龈和下颌关节等处的本体感受器。但中枢突经何途径至丘脑和大脑皮质尚不清楚。人们推测,可能借三叉丘系终于丘脑腹后内侧核,在此中继,再经内囊后肢至中央后回下 1/3 的头面代表区,产生意识性的深感觉。有的纤维可能经网状结构中继,进入小脑白质,终于小脑的深部核,参与和头面部深部感觉有关的反射。据说三叉神经中脑核的某些传出纤维,还可追踪到三叉神经脑桥核、三叉神经运动核、第 III、IV、VI、VII 对脑神经的运动核、中脑的中央灰质、顶盖特别是上丘等处。

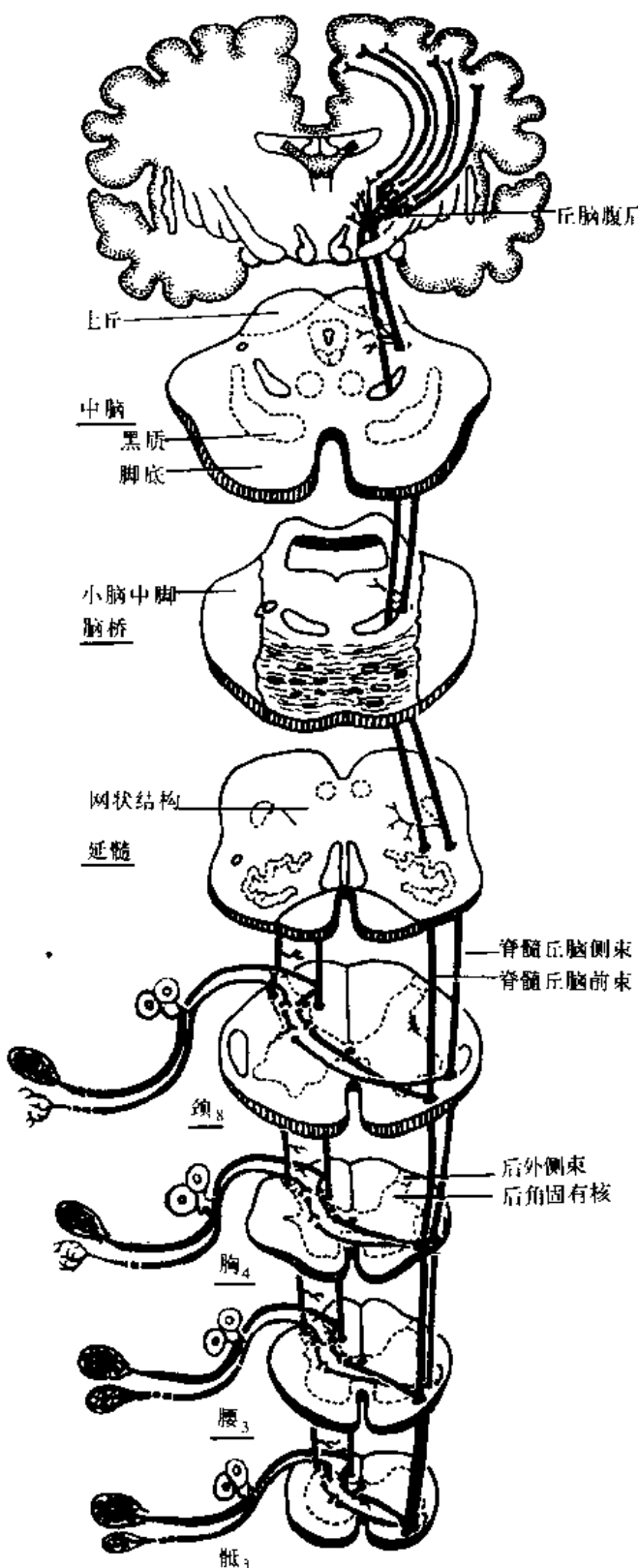


图 5-220 躯干和四肢的痛温觉传导通路

(二) 痛、温觉传导通路

痛、温觉属浅感觉,本传导皮肤和口、鼻粘膜的痛觉和温度觉,有躯干、四肢和头面部两条通路。

1. 躯干和四肢的痛、温觉传导通路 pathway of the painsense and thermesthesia of the trunk and extremities (图 5-220) 人们对本通路的了解程度,远不及对躯干、四肢的本体感觉传导通路的了解。现在已经知道本通路

由三级神经元组成。第一级神经元是一些中小型的双极神经元，它们的胞体也位于脊神经节内，突起较细，薄髓或无髓。周围突分布至躯干、四肢皮肤的痛、温觉感受器，中枢突大部分经后根外侧部入脊髓后外束(Lissauer束)分支升降。升降通常在1~3节之内，升支稍长，一般1~2节，降支较短，它们沿途发出侧支。升、降支的终末或其侧支止于后角I、II层内。二级神经元的细胞体主要位于I层内，但也可见于IV、V、VI和VII层。动物不同，节段不同，各层参与此径路的细胞数量不同。过去认为胶状质是痛、温觉传导径路上第一个突触所在地。现已查明，胶状质细胞所发出的轴突，并不越过白质前连合形成对侧的脊髓丘脑束。它们发出的轴突重新返回后外束，参与后外束的组成，是脊髓节段间反射的一环。现在还存在着的一种观点认为，I、IV、V层的神经元伸出树突，在II层内与一级传入纤维形成突触，其间也不排除再有中间神经元中介的可能。二级纤维在1~2节的距离内，斜越白质前连合，组成对侧的脊髓丘脑束。

长期以来，只知道脊髓丘脑束是脊髓内的痛、温觉传导束，但它在白质中并无明确的边界，且与其他纤维有一定的重叠，并在到达丘脑终止前，发出侧支止于某些核团，因此很难确定它的起点。脊髓丘脑束散在于齿状韧带以前至前正裂之间的外侧索和前索内，传统上将其分为脊髓丘脑侧束和脊髓丘脑前束。前者位于外侧索内，居脊髓小脑前束的内侧；后者位于前索内，与网状脊髓内侧束的纤维相混杂。有人主张温觉多集中于后部，痛觉多集中于前部，但也有人认为痛、温觉偏后，而触觉偏前。现在知道将脊髓丘脑束严格地分为脊髓丘脑侧束和脊髓丘脑前束，无论从解剖学或生理学角度，根据均显不足。此束有某种程度的定位，规律是：由外向内，依次传导尾、骶、腰、胸、颈神经传来的浅感觉。因此，当脊髓内部病变，病变由内向外发展时，痛、温觉障碍自病变节段逐渐向身体下部发展；反之，病变来自脊髓外部，病变由外向内发展时，痛、温觉障碍则由身体下部向上扩展。神经外科可采用脊髓外侧索切断术以解除断面1~2节以下对侧躯体的顽固性痛，切口深3~4mm。

脊髓丘脑束在延髓位于下橄榄核和三叉神经脊髓束之间，在脑平面以下，位置较浅：至脑桥，先位于内侧丘系的背外侧，后转至内侧丘系的背侧；到中脑下部，位置又趋浅表，行于下丘核和下丘臂的腹侧。在脑干，此束纤维的定位顺序是：自背侧向腹侧，分别传导下肢、躯干和上肢的信息。

脊髓丘脑束中直达丘脑的纤维，主要投射到丘脑腹后外侧核和后核。此投射也有定位，定位规律和本体感觉在此核的定位相同。腹后外侧核和后核发出三级纤维，经内囊后肢投射到中央后回(3、1、2区)的中、上部和中央旁小叶的后部，在此形成定位明确、感觉清晰的痛觉和温觉。

就痛觉而论，此纤维传导的是精确的和快相的痛觉。这些长距离的纤维可发侧支至网状结构；此束中的短纤维，位于长距离纤维的内侧，它们终于脊髓网状结构和脑干网状结构。网状结构中的上述纤维，经过几次中继止于丘脑的板内核群和中线核群，它们就是所谓的旧脊髓丘脑系统，也可称为脊髓网状丘脑径路(见下文)，它们传导弥散，也就是定位不确切的慢相痛觉。

脊髓丘脑束中还有一部分纤维止于中脑上丘深层灰质。多数人认为这一部分纤维就是所谓的脊髓顶盖束，其功能推测是传导伤害性刺激的冲动(见下文)。

新近的研究揭示脊髓丘脑束也可传递关节的运动觉。

2. 头面部的痛、温觉传导径路 pathway of the painsense and thermesthesia of the head(图

5-221) 头面部痛、温觉的传导通路通常也由三级神经元组成。第一级神经元的胞体分别位于三叉神经的三叉神经节、舌咽神经的上神经节、迷走神经的上神经节和面神经的膝神经节内。其周围突分别经相应的神经至头面部皮肤和粘膜的浅感受器，详见脑神经一节。其中枢突一般认为全部止于三叉神经脊束核。其中，半月状神经节细胞的中枢突入脑后，一部分纤维分为短的升支和长的降支；另一部分纤维不分支，直接上升或下行。向下行的纤维和降支构成

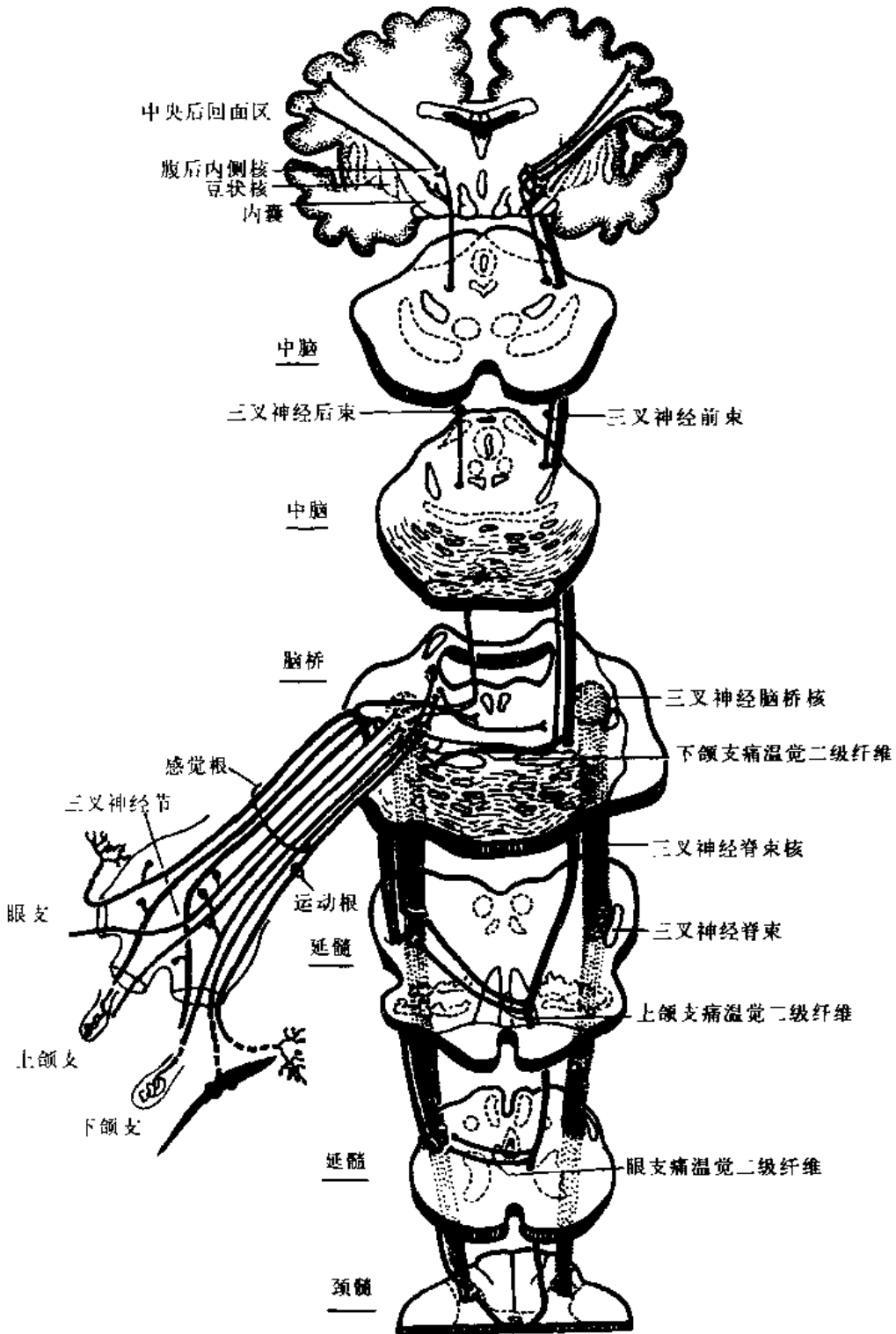


图 5-221 三叉神经核及其中枢联系

三叉神经脊束，行于延髓外侧部，向下可与脊髓的后外束相续，其中多数纤维陆续止于其内侧的三叉神经脊束核。舌咽神经上神经节、迷走神经上神经节和膝神经节细胞的中枢突入脑后，也经三叉神经脊束止于三叉神经脊束核。三叉神经脊束内的少量纤维可止于三叉神经脊束核内侧的网状结构区和孤束核。

三叉神经脊束核位于三叉神经脊束的内侧，上端始于脑桥下部三叉神经根入脑处的稍下平面，向下纵贯延髓背外侧部全长并延伸至脊髓2~3颈髓节平面，与后角I-IV层相续。核的内侧与网状结构的背外侧部相续，二者间无明确分界。此核自上而下分为嘴侧、极间和尾侧三个亚核。

头面部痛、温觉的中枢投射有定位，规律是：来自眼神经的纤维位于三叉神经脊束的腹侧，降至颈髓2~3节，终于尾侧亚核；来自下颌神经的纤维位于脊束的背侧，仅降至延髓上段，止于嘴侧亚核；来自上颌神经的纤维在脊束中的位置居前二者之间，降至延髓下段，止于极间亚核。来自上颌神经、下颌神经的部分纤维也可止于尾侧亚核。临床资料表明尾侧亚核与头面部的痛觉关系至为密切，在平面以下4~5mm处切断三叉神经脊束及其尾侧亚核，可解除头面部顽固性疼痛。

三叉神经脊束核的上行投射具体径路，意见纷云。关于三叉丘系的研究，结果很不一致。一般认为脊束核发出的二级上行纤维，行向被盖的腹内侧，越中线，在内侧丘系的背外侧折向上行，是为腹侧三叉丘系 *ventral trigeminal lemniscus*。此丘系由内而外依次排列着来自下颌神经、上颌神经和眼神经止核的纤维。腹侧三叉丘系止于丘脑腹后内侧核，部分止于正中央核。腹后内侧核发出三级上行纤维，经内囊后肢投射至中央后回下1/3头面代表区，产生定位和性质皆明确的浅感觉。

有人报导猫的极间亚核、嘴侧亚核发出的二级纤维，主要行于同侧，只有少量纤维到达丘脑腹后内侧核和板内核；多种动物的尾侧亚核实际上并不发出直接的三叉丘系，所谓的尾侧亚核发出的三叉丘系纤维，实际上始于其内侧的网状区，只有少量纤维起自此亚核的外侧缘带。有人报导脊束核绝大多数纤维进入双侧的网状结构。部分纤维或其侧支可至V、VI、IX、X、XI、XII脑神经运动核，参与泪腺反射（对颜面或角膜强烈刺激，引起泪腺分泌）、角膜反射、眼心反射等。此外，有些纤维还可上达中脑的四叠体和中央灰质；脊束核的中、上段与三叉神经脑桥核一起发出纤维，与脊髓小脑前束同行，经小脑上脚的背侧入小脑，大部分止于小脑蚓的山顶和山坡。

（三）触、压觉传导径路

触觉和压觉属于浅感觉，感受器种类繁多，多分布于皮肤、皮下，但有的也分布于结膜和舌尖等处。触觉又有精细触觉和粗触觉之分，前者包括两点间距离的辨别觉和形体觉，后者与触点的定位有关。触觉和压觉传导径路 *pathway of the touch and pressure sense* 多混在其他径路内一并上行，具体如下。

1. 躯干和四肢的精细触觉传导径路 本径路与躯干、四肢的意识性本体感觉传导径路伴行（见前文）。

2. 躯干、四肢的粗触觉和压觉传导径路 本径路与躯干、四肢的痛、温觉传导径路相混，很难分开，差别很少。通常认为粗触觉和压觉在脊髓丘脑束中，位置更靠前一些，从前认为它们构成了脊髓丘脑前束，但是这一点，无论生理或解剖均很难证实。本径路最后由丘脑腹后外侧核和后核中继，经内囊投射到中央后回上2/3、中央旁小叶后部和第Ⅰ躯体感觉区。

由于精细触觉与粗触觉传导径路不同,故损伤一处,并不严重影响触觉。特别是单纯的脊髓侧索损伤,结果只是触点定位不准确,实体觉还是完好的。

3. 头面部的触、压觉传导径路 本径路与头面部的痛、温觉传导径路相混,但主要止于三叉神经脑桥核,部分止于三叉神经脊束核。三叉神经脑桥核发出的二级纤维主要行于脑桥被盖背侧区,组成背侧三叉丘系 dorsal trigeminal lemniscus。此丘系大概传导两侧头面部触觉,而且部分纤维可以加入同侧或对侧的腹侧三叉丘系。有人提出,在上行途中,背侧三叉丘系逐渐汇入腹侧三叉丘系。但是,它们的上行具体径路及其联系是有争议的。一般认为它们最后由丘脑腹后内侧核中继,经内囊投射到中央后回下 1/3 头面代表区。

此外,触、压觉尚可经脊髓小脑束,楔小脑束和脊髓小脑侧束传至小脑的相应部位。

4. 脊髓丘脑束 猫、鼠等类动物皮肤内的轻触觉和伤害性信息,还可经脊髓颈外侧核和丘脑上达皮质躯体感觉区。此径路一级神经元的胞体仍位于脊神经节内,纤维较细或中等粗细,有髓,也可部分无髓。中枢突由后根内侧部入脊髓,在后索内上行数节,止于 IV、V 层的神经元。这些神经元发出二级纤维,行于同侧外侧索的后外侧部,与脊髓小脑后束相混,称脊髓束。脊髓束上行至颈 1~2 节处,在后角腹外侧部的颈外侧核再次中继。中继后的纤维交叉至对侧上行,而后与内侧丘系相伴,止于丘脑腹后外侧核。自此再发纤维,经内囊投射到皮质躯体感觉区。此径路在灵长类不发达,人类颈外侧核极小,纤维甚少,甚或缺如。

二、特殊躯体感觉传导径路

所谓特殊躯体感觉传导径路 pathway of the special somatic sensibility,指的是来自视、听和前庭器的传入,它们位于头部,源于外胚层。

(一) 视觉传导径路

1. 视网膜 脊椎动物的视网膜源于前脑泡侧壁之视杯。从组织学角度观察,视网膜虽可分为 10 层,但从视觉传导径路 the visual pathway(图 5-222)的角度分析,它的内层主要由三层细胞构成。最外为视锥、视杆细胞层,是光感受器;最内为节细胞层;中间为双极细胞层。此外,视网膜内,属于神经细胞的还有水平细胞和无长突细胞等联络神经元。

人类和绝大多数哺乳动物有三种视锥细胞,它们分别含有感受蓝、绿和红颜色的视色素。视锥细胞与明亮或清晰视觉以及鉴别颜色有关。人类视锥细胞总数在 600 万~800 万之间,黄斑中央凹处密度最高,中心 600 μm 的范围内,只有此种细胞,平均 15 万个/ mm^2 。中央凹之外,向四周、密度迅速降低。视杆细胞总数在 12000 万个左右。中央凹处无此类细胞,向外 200~300 μm 处才可见到。自此向外,逐渐增加。视杆细胞与暗视觉和周边视觉有关。

双极细胞是典型的神经元,根据形态和突触的组合又可分为侏儒双极细胞、扁平双极细胞和视杆双极细胞三种,前二者与视锥细胞相突触,后者与视杆细胞相突触。侏儒双极细胞多位于中央凹处,多数只与一个视锥细胞相突触,视网膜周缘部的有些侏儒双极细胞可与两个视锥细胞相突触,但一个视锥细胞又可与两个侏儒细胞相突触;扁平双极细胞可与 6~7 个视锥细胞相突触;视杆双极细胞可与多达 45 个视杆细胞相突触。

节细胞是典型的多极神经元。轴突会聚于视神经盘,穿眼球后壁,覆以脑的被膜,人们习惯上称为视神经,后进入脑。节细胞在视网膜的边缘部和近边缘的部位,多为单层,自边缘部移向黄斑,层次逐渐增加,在黄斑周围和黄斑内,约为 10 层,中央凹的边缘为 5~7 层,但中央凹处则减少,甚至没有。

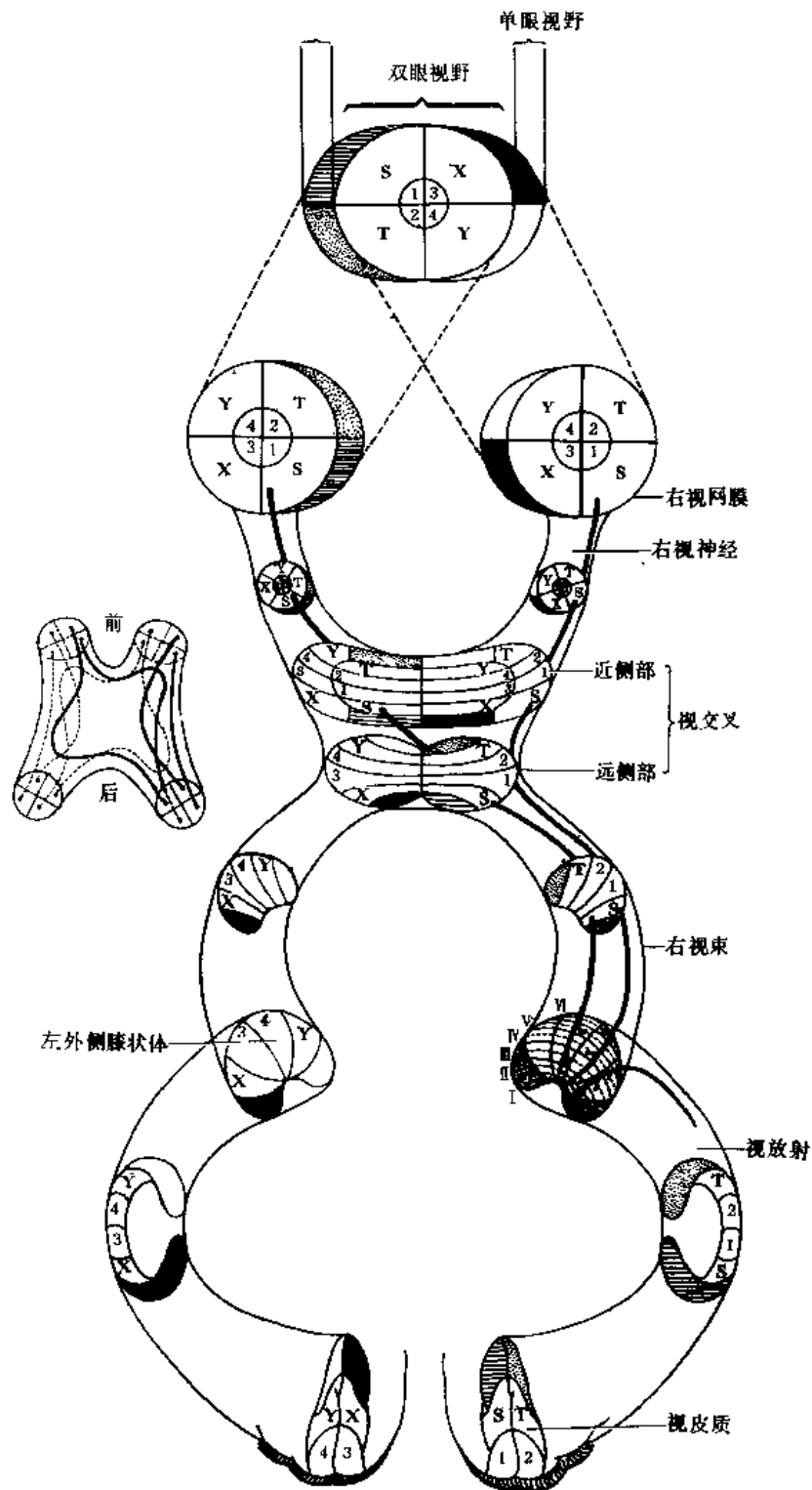


图 5-222 视觉传导路径定位图

节细胞根据形态以及与双极神经元的联系方式，又可分为单突触型(侏儒型)节细胞和多突触型(弥散型)节细胞。前者多见于视网膜中心区，与一个侏儒双极细胞相突触，并借此与一个视锥细胞相联，由此形成 1 : 1 : 1 的单线联系。后者与多个、多种双极细胞相突触，突

触数可多达 100 个左右。节细胞的轴突在视网膜内无髓鞘，出眼球后才包被髓鞘。这些轴突在视网膜内和视神经内不分支，亦无侧支。人类视神经内约有 100 万条纤维，因此可以断定人类视网膜的节细胞大约也是 100 万个。

因为中央凹处视锥细胞密集，视锥细胞-侏儒双极细胞-侏儒节细胞的比例是 1:1:1，所以该处视敏度最高，辨色力最强。相反，视网膜的周围部，离中央凹越远，视锥细胞越少，视锥细胞与扁平双极细胞的联系，特别是视杆细胞与视杆双极细胞的联系，扁平双极细胞、视杆双极细胞与节细胞的联系，都是多个与一个之比。最后结果是几个视锥细胞对一个节细胞，约 250 个视杆细胞对一个节细胞。因此，视网膜周围部的视敏度低。

水平细胞位于视细胞与双极细胞之间，属于联络性神经元，司横向联系。视细胞释放的递质引起双极细胞兴奋，抑制水平细胞。这种抑制性的信息经水平细胞传至兴奋的视细胞之外的周围部的双极细胞，从而增强视象的反差。无长突细胞位于双极细胞与节细胞之间，也司横向联系。联系于双极细胞与节细胞之间以及节细胞与节细胞之间。近年来还发现视网膜内还有一种联络性神经元，叫做网间细胞。网间细胞的细胞体也位于双极细胞和节细胞之间，但其突起却伸到视细胞层与双极细胞层之间。作用是将视网膜内纵向传递的信息再反馈给信息感受的初期阶段。

综上所述，视网膜神经元间的联系，除视细胞-双极细胞-节细胞的线性联系而外，还有水平联系和反馈联系。此外，就突触性质而论，近年来还发现视网膜内除通常的化学性突触之外，还有大量的电突触。由此可见，视网膜作为中枢神经系统的一部分，各种神经细胞之间存在着极其复杂的联系，视觉信息在视细胞层形成之后，在传递过程中，复杂的视网膜神经元网络对它进行了某种程度的加工和处理，视神经纤维内的传入信号已经不是视细胞最初产生的信号。可以认为，此信号优于最初的信号。

2. 视神经 纤维的排列规律是：来自视网膜颞侧半上、下象限的纤维分别位于视神经颞侧半的背侧和腹侧部，来自视网膜鼻侧半上、下象限的纤维分别位于视神经鼻侧半的背侧和腹侧部。但来自黄斑区的纤维，开始时位于视神经的外侧部，随着视神经的后进，渐移向视神经的中心部，近视交叉处，达视神经的内侧部。

3. 视交叉 因人类视神经的长短有个体差异，故视交叉与蝶鞍和垂体的位置关系也随之不同。多数人位于蝶鞍后部和鞍背，少数人位于交叉沟和蝶鞍的正上方。

来自颞侧半视网膜的纤维不交叉。其中，上象限的纤维经视交叉的背内侧部进入同侧视束；来自下象限的纤维经视交叉的腹外侧部进入同侧视束。

来自鼻侧半视网膜的纤维交叉。其中，来自下象限的纤维在视交叉的腹侧部交叉。它们的具体行程是：由视神经的腹侧至视交叉的腹侧缘，加入对侧的视神经，在对侧视神经内前行约 3mm，而后作袢状弯曲后行，再于视交叉外缘后进，进入对侧视束。来自上象限的纤维在视交叉的背侧部交叉。它们的具体行程是：由视神经的背侧部后行至视交叉的背侧部，进入同侧视束嘴侧端一小距离，而后作袢状弯曲反回，再经视交叉背侧部的后缘交叉至对侧视束(图 5-222)。

来自黄斑部的纤维，呈扁板状，居视交叉的中央部，并借此分隔鼻侧上象限和下象限的纤维。鼻侧上象限的纤维在板的上方，鼻侧下象限的纤维在板的下方。黄斑部的纤维也有交叉和不交叉两种。黄斑鼻侧半的纤维交叉。它们进入视交叉后，向内后上方行进，至视交叉后上缘时交叉至对侧视束。黄斑颞侧半的纤维不交叉。它们经同侧纤维的外侧进入同侧视束。

4. 视束 纤维虽来自双眼,但纤维排列仍井然有序。来自上象限的纤维(包括交叉和不交叉的纤维)初行于背内侧,继转入腹内侧;来自下象限的纤维初行于腹内侧,继转入腹外侧;黄斑部的纤维初行于外侧,继转到背侧。这些关系一直保持到外侧膝状体。视束的纤维大部分终于外侧膝状体,小部分经上丘臂止于上丘和顶盖前区。也有少量纤维进入下丘脑,止于视上核。

某些动物,例如鼠,视束的上方和下方还有上、下副视束,传导视觉冲动至脑干网状结构,参与和光有关的神经内分泌活动,例如松果体的活动。至于人类有否副视束,未见描述。

视神经、视交叉和视束中的纤维定位虽如上述,但除视神经远端外,来自黄斑区的纤维和来自视网膜周围部的纤维有广泛的混合。

5. 外侧膝状体 人和多数哺乳动物者细胞排列成层,其间隔以来自视束的纤维,横切面呈蹄形,门朝向腹侧,大致呈同心圆,从腹内侧向背外侧分为六层。此外,外侧膝状体柱状结构也很明显。

视束纤维对外侧膝状体的投射有严格定位。这种定位既表现在交叉与不交叉的区别,又有黄斑、非黄斑和象限的区别。视束内的交叉纤维终于外侧膝状体的1、4、6层细胞,不交叉的纤维终于2、3、5层细胞。来自黄斑区的纤维终于外侧膝状体的后2/3,在最后部占据了外侧膝状体的全宽。在靠前方的部分中,视网膜外周区的纤维,止于外侧膝状体的两侧,上象限的纤维止于腹内侧部,下象限的纤维止于腹外侧部。来自视网膜鼻侧半最内侧部的纤维,即代表单眼视野半月形区的纤维,止于外侧膝状体的最前部。这种终止的方式与视束内纤维的排列方式是一致的。

从视束的纤维来源可知外侧膝状体接受两眼对侧半视野引起的冲动,发出纤维投射到同侧纹状区。从外侧膝状体的细胞构筑和视束纤维的终止方式上来看,现在已知,两眼视网膜对称点传来的冲动集聚在外侧膝状体的贯穿六层的一个细胞柱内。但是冲动在此并未相遇,一个细胞柱的感受野是相同的,它们发出纤维投射到纹状区的同一部位,冲动在此相遇,视象得以融合。

外侧膝状体除中继神经元外,还有许多Golgi I型的中间神经元。外侧膝状体内还有来自皮质的传出末梢。视网膜节细胞的轴突既终止于中继神经元的树突,又终止于Golgi I型神经元的树突,而该I型神经元的轴突分支又与这个中继神经元建立联系,构成突触前成分。这一复杂的突触组合外包神经胶质膜,形成突触小球,人们发现突触小球内还有来自皮质的末梢。虽然这种结构的真实机能尚不清楚,但是人们设想,外侧膝状体对视觉冲动的中继,大概不是单纯的中继,很可能在此对冲动进行了又一次加工和某种程度的整合。

6. 膝距束 外侧膝状体发出的纤维经内囊的豆核后部止于距状沟两侧,曰膝距束,即视辐射。纤维的排列规律是:视束纤维向内转约90度,到了视辐射又转向外,恢复了视网膜的位置。始自外侧膝状体腹内侧部的纤维,先向上再转向后,组成视辐射的上部,止于距状沟上唇的前部;始自外侧膝状体背侧部的纤维,先向上继而向后,组成视辐射的中部,止于距状沟中部的上唇和下唇;始自外侧膝状体腹外侧部的纤维,先向前至侧脑室下角的前部,再转向后,形成外矢状层,组成视辐射的下部,止于距状沟下唇的前部。

7. 视皮质 见大脑皮质的功能定位。

8. 视觉传导径路中的离心纤维 人们除了在外侧膝状体内发现有来自皮质的下行纤维外,解剖学和生理学也已确切证明鸟类视神经中有传出纤维,而且自成一束,曰峡视束。它

起自中脑、脑桥交界处的峡视核，终于对侧视网膜，而且有局部定位。近年研究证明哺乳动物的视神经中亦有离心纤维。例如，切断猫和猴的视神经7天后，在视网膜内可见溃变的纤维及其终末。它们与无长突细胞和节细胞形成轴-体突触。不过还不知道这些离心纤维始于何处，也不知其机能意义，推测可能与反馈调节视网膜的活动有关。

9. 与视传导有关的某些反射

(1) 瞳孔对光反射(图 5-223,224): 光照一侧眼后, 引起两侧瞳孔缩小的反应, 称瞳孔对光反射。直接受光照射的眼瞳孔缩小, 叫直接对光反射, 未被照光的眼瞳孔也缩小, 叫间接对光反射。人和猴的瞳孔对光反射中, 两侧瞳孔缩小的程度是完全相等的。瞳孔的大小对不同光照条件下, 保持进入眼球光量的恒定、维持正常光觉, 有一定的作用。

瞳孔对光反射的径路, 现在只是大致知道经由视神经、顶盖前区和动眼神经中的副交感成分完成的, 但其细节, 至今尚不清楚。已知涉及到的结构可能如下: ①视网膜节细胞的轴突经视神经、视束和上丘臂到达顶盖前区。这类纤维比较细, 在视交叉可部分交叉, 可直达顶盖前区, 也可能在外侧膝状体或膝前核中继, 再到顶盖前区。②顶盖前区内的神经元发出纤维至同侧的动眼神经副核, 其中部分纤维经后连合交叉至对侧的动眼神经副核, 也有人主张可能经中脑水管腹侧交叉至对侧动眼神经副核。③双侧动眼神经副核各自发出节前纤维经动眼神经至睫状神经节中继。④睫状神经节发出节后纤维至瞳孔括约肌。

上述通路诸环节, 任何一处受损, 皆可导致瞳孔对光反射障碍。一侧视神经受损, 直接对光反射消失, 但间接对光反射存在。动眼神经损伤, 直接、间接对光反射皆消失。后连合

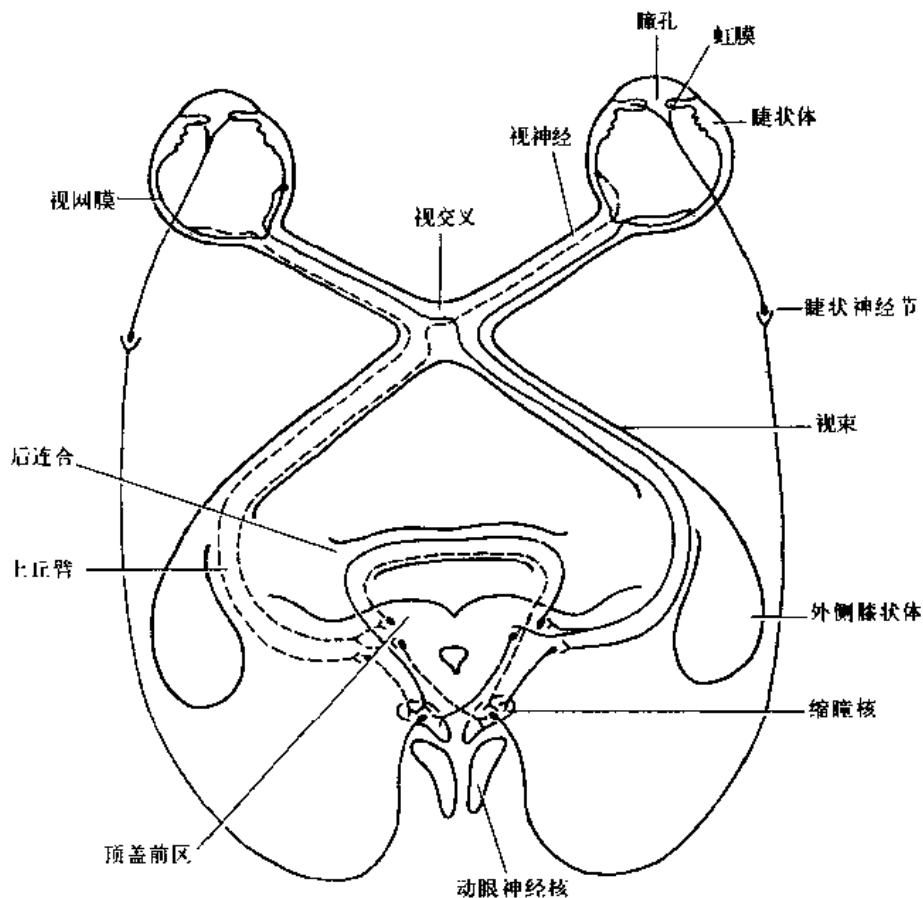


图 5-223 瞳孔对光反射径路示意图

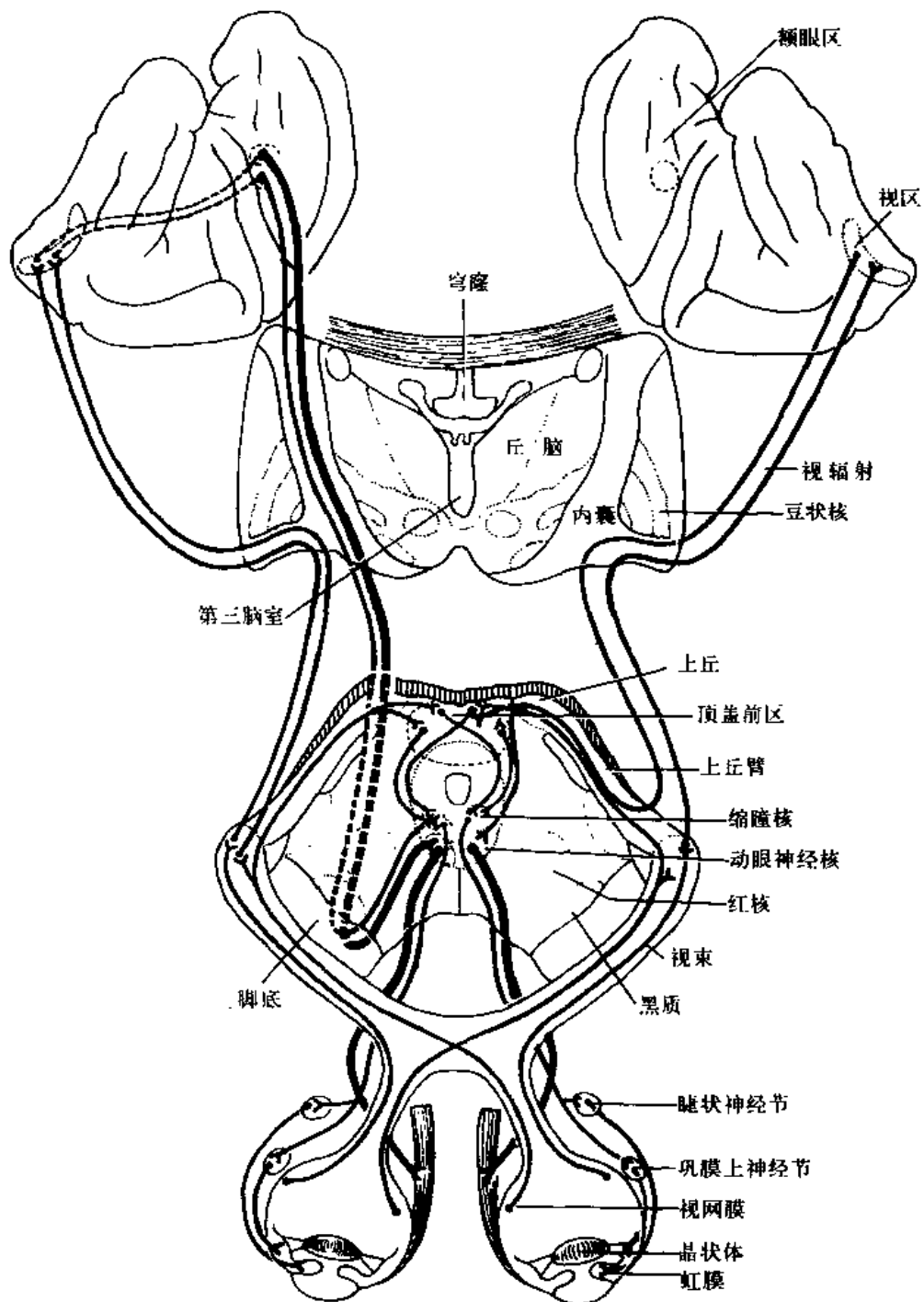


图 5-224 瞳孔对光反射和调节-辐辏反射传导通路示意图

受损，直接对光反射存在，间接对光反射减弱而不是消失。后者提示后连合不是一侧顶盖。前区至另一侧动眼神经副核的唯一通路，另外也提示，视交叉在间接对光反射中的作用，最起码是相当有限的。此外，鉴于顶盖前区还接受诸如上丘和大脑皮质的纤维，因此就瞳孔对光反射而论，该处似乎不是单纯的中继站。

(2) 调节-辐辏反射(图 5-224)：所谓调节-辐辏反射是指两眼由远而近凝视物像时，晶状体屈度变大、瞳孔缩小和两眼视轴向中线会聚。此反射的意义是：晶状体屈度变大，折光力

加强，使焦点前移，物像正好落在视网膜上；瞳孔缩小意义在于减少入眼光量和减少折光系统的球面像差和色像差；两眼视轴向中线会聚的意义在于，视近物时，物像仍可落在两眼视网膜的相称位置。此反射的径路可能是：视网膜产生的冲动首先到达视皮质；视皮质再发出下行纤维至脑干的中枢，其中包括上丘和顶盖前区；这些中枢再将冲动直接、间接传至动眼神经核簇；最后由动眼神经传出。其中，缩瞳径路不同于瞳孔对光反射的径路。起作用的是动眼神经副核的后部，它发出的节前纤维也不在睫状神经节换元，而是与巩膜外层中的巩膜上神经节相突触，巩膜上神经节发出节后纤维至瞳孔括约肌。而导致睫状肌收缩、改变晶状体屈度的节前神经元胞体仍在动眼神经副核的下份内，节后神经元胞体则位于睫状神经节和巩膜上神经节内。可使两眼视轴向中线会聚，即两侧瞳孔向内辐辏的核，通常认为是 Perlia 核，它是动眼神经核的一部分，位于上丘动眼神经主核中 1/3 段的正中中线部分，因此又叫中央核或旁正中核。它接受来自视皮质的下行纤维，发出纤维支配双侧的内直肌。疑点在于，人眼辐辏能力很强，但入的 Perlia 核不易辨认，功能也不清楚，猴的 Perlia 核也未被鉴定为一个明确无疑的实体。有人主张，视觉传导的上行纤维至视皮质，而后经由上纵束传至额眼区，额眼区再发出下行纤维经内囊至动眼神经核和动眼神经副核。

应当注意的一点是，在调节反射中，瞳孔缩小是继两眼辐辏之后的反应。其传入径路当始于眼外肌本体感觉的感受器，但传入冲动如何传至动眼神经副核，确切径路不详。某些神经性疾病，例如神经梅毒，瞳孔对光反射消失，瞳孔往往很小，但调节反射中的瞳孔缩小，却不受影响，这在临床上称为 Argyll-Robertson 瞳孔。其具体损伤部位可能在动眼神经副核与外侧膝状体之间。新近的研究指出额眼区与顶盖前区之间有往返纤维联系，额眼区还可发出纤维至脑干的动眼前位中枢、动眼神经核、上丘等处。这些神经联系都可能与瞳孔对光反射、调节反射以及眼的辐辏运动有关。

(3) 瞳孔扩大反射：在黑暗的环境中、刺激颈外侧部的皮肤、愤怒或极端疼痛，瞳孔皆可扩大。此反射的传入径路和中枢联系尚不了解。下丘脑肯定是重要的一环，此外，似乎也涉及上丘和顶盖前区，下行通路位于颈部脊髓外侧索腹侧部的浅表部位。此反射最终由交感神经完成，当无异议。其节前神经元胞体位于上胸节的侧角，节前纤维经由交通支、交感干至颈上神经节，节后纤维经由颈内动脉交感丛，最后借三叉神经等至瞳孔开大肌和脸的 Müller 肌。

上述径路任何一环，如下丘脑、下位脑干等部损伤，都会引起瞳孔缩小和眼睑下垂，即所谓的 Horner 综合征。但脑干损伤所致的 Horner 综合征与交感神经节后纤维损伤所致的瞳孔缩小不同。前者，给与肾上腺素，不会引起瞳孔明显散大；而后者，给与肾上腺素后，损伤侧的瞳孔往往明显散大。临床上常常用此法鉴定损伤部位是节前还是节后。

10. 视传导径路不同部位损伤后的临床症状(图 5-225) 视传导径路损伤，诊断上最有价值的症状是视野缺损。

所谓视野是指单眼固定地注视前方一点不动(此时此点的像正好落在视网膜黄斑中央凹处)，这时该眼所能看到的范围。在同一光照条件下，不同颜色目标物的视野不同，白色最大，黄色次之，红色更次，绿色最小。两眼视野有重叠，仅最外侧的半月形区域不重叠，它们分别投射到视网膜鼻侧最内侧部的半月形区域。另外，由于球面的关系，鼻侧视野投射到颞侧视网膜，颞侧视野投射到鼻侧视网膜；上象限的视野投射到下象限的视网膜，下象限的视野投射到上象限的视网膜；视野的中央区投射到视网膜的黄斑区，视野的周围部投射到视网膜

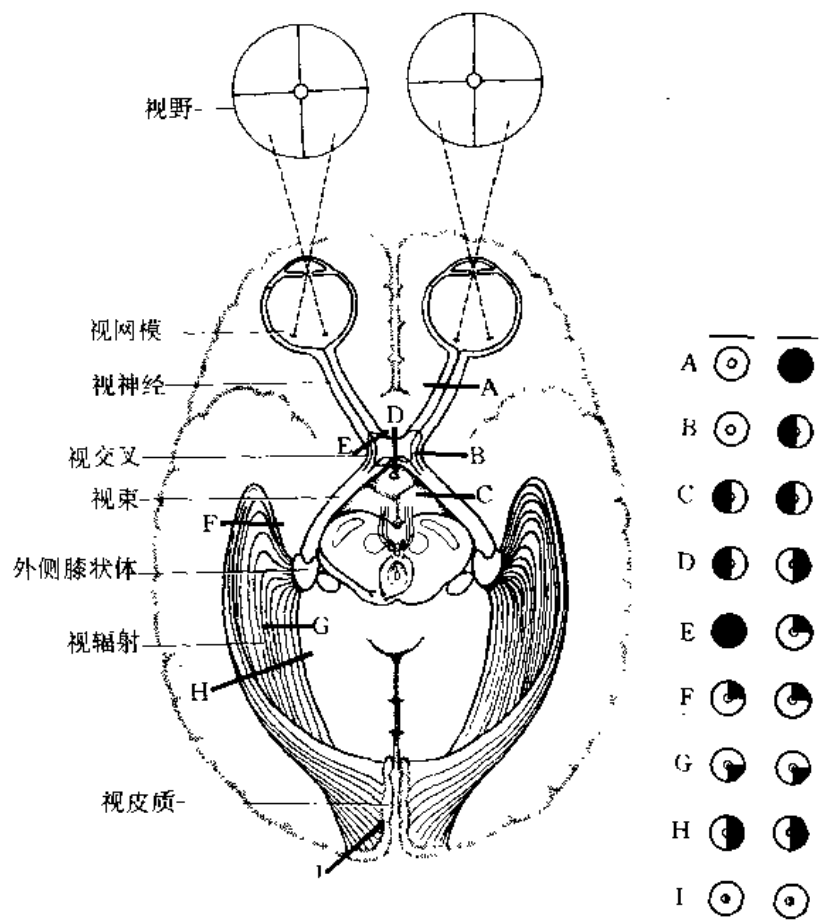


图 5-225 视觉传导通路不同部位损伤后视野改变示意图
A、B、C……代表损伤部位

的外周部(图 5-222)。

(1) 视网膜：视网膜内的损伤若累及视神经纤维，会产生视野缺损。即与该处纤维相对应的视野出现暗点。若损伤在视神经盘处，因该处纤维密集，可导致视野中出现较大的暗点；若损伤在视网膜外周部，破坏的纤维则较少，与该处相对应的视野暗点则较小，有时被忽视；若黄斑部受损，中央视野会有暗点；若损伤视网膜中央动、静脉，有时会产生具有清晰的水平或垂直界限的象限性暗点。

(2) 视神经：症状与损伤程度相关。早期可以是视力减退。若视神经全部损伤，可导致损伤侧的单眼全盲和直接对光反射消失。此类损伤见于球后视神经炎，占位性病变和外伤。

(3) 视交叉：视交叉本身很少病变，此处损伤多系肿瘤压迫所致。垂体瘤由下而上压迫视交叉，因此早期是双颞侧上象限盲，而后扩展至双颞侧下象限盲，随成为典型的双颞侧偏盲 bitemporal hemianopsia。双鼻侧偏盲 binasal hemianopsia 是少见的，只有同时发生双侧颈内动脉瘤或其他占位性病变，累及不交叉的颞侧视网膜的纤维，才有可能。这两种偏盲都属异向性偏盲 heteronymous hemianopsia。

(4) 视束：很少有原发性损伤，多受累于附近结构的病变和脉络膜前动脉栓塞。视束完全损伤后的症状是同向性偏盲 homonymous hemianopsia，即同侧视野的鼻侧半和对侧视野的颞侧半缺失。视野缺失的一半与完好的一半，界线一般是垂直的。

(5) 外侧膝状体、视辐射、视皮质：这些部位的完全性损伤后的症状与视束完全性损伤

后的症状是相同的，即皆为同向性偏盲。但由于视辐射和纹状区的面积甚大，一般不会完全损伤，部分损伤往往造成象限性偏盲。所以，如果发生象限性同向偏盲，损伤很可能不在视束，而在视束之后。

由于视辐射腹侧部纤维在颞叶内有一个很长的凸向前的袢，因此一侧颞叶受损，很可能出现上象限同向性偏盲；顶叶下区深部肿瘤可压迫视辐射上部纤维，也可引起上象限同向性偏盲。

视辐射和视皮质病变，偏盲侧瞳孔对光反射存在，原因是瞳孔对光反射的传导通路完好，特别是上丘臂和顶盖前区并未受损。

视皮质有刺激性病灶，对侧视野可有幻视。

(6) 关于“黄斑回避”：视束以后的部位，如视辐射或视皮质受损，黄斑视觉很少受累，或不受累，即中央视力保存，这种现象，人们叫做“黄斑回避”。实际上，黄斑回避不是绝对的。例如损伤部位比较靠后，可出现完全的同向性偏盲，黄斑并未“回避”。关于“黄斑回避”的解释很多。例如，有人认为传导黄斑冲动的纤维居视辐射的中部，故视辐射下部或上部受损，均可不波及黄斑视力。另一种解释是黄斑部的纤维通过胼胝体后部，才与视辐射一起投射到视区。一侧视皮质受损，有时也有“黄斑回避”。这可能是由于黄斑代表区未被完全破坏，或黄斑代表区向后扩展，越过枕极而未被损伤之故。还有一种解释是黄斑代表区是双侧性的等等。不论作何解释，“黄斑回避”的现象基本上是存在的，它说明损伤部位是在视束之后。

(二) 听觉传导通路

1. 蜗神经节 由听觉传导通路 the auditory pathway(图 5-226)一级神经元聚集而成，位于蜗轴内，成自双极神经元，人约 25000~30000 个。其周围突分布至螺旋器的内、外毛细胞。至内毛细胞者为 I 型神经元，占该节细胞的 90%~95%，至外毛细胞者为 II 型神经元，数量较少。中枢突组成前庭蜗神经的蜗根(蜗神经)，在内耳道内居前庭根之下，至脑桥小脑三角处，在中间神经的外侧入脑，在蜗神经前核内分支升降，终于蜗神经诸核。

螺旋器位于基底膜上，由支持细胞和毛细胞组成，人耳每侧有内毛细胞 3500 个，外毛细胞 15000 个。基底膜内有许多由内面外放射状排列的胶原纤维，叫做听弦。蜗底部基底膜窄，听弦较短，长约 64~128 μm ，可与高频的波动共振；蜗顶部基底膜宽，听弦较长，约 350~430 μm ，可与低频波动共振。整个基底膜内有 24000 条长短不等的听弦，因此不同频率的声波刺激，将通过内耳淋巴中介引起不同段的基底膜听弦的共振，致使该部螺旋器内、外毛细胞兴奋，发放神经冲动。此时，它们对音频已经有了初步鉴别。人耳能感受的音频范围是 16~20000Hz，最敏感的频率是 1000~3000Hz，一般日常对话的频率低于 1000Hz。

2. 蜗神经 纤维排列有音频定位。来自蜗顶传导低音冲动的纤维，在神经的中心部；来自蜗底传导高音冲动的纤维，在神经的周围部。

3. 蜗神经核 是听觉传导通路内的二级神经元。人的蜗神经核位于延髓与脑桥交界处，小脑下脚的外侧、第四脑室外侧隐窝的室底灰质内，有蜗神经前核、后核之分，前者又被蜗神经根分为腹前核和腹后核两部分。本核簇有明显的音频定位。来自蜗底的高频纤维止于三个亚核的背侧区；来自蜗顶的低频纤维止于腹侧区。

听传导的上述部分，尚属简单，但由蜗神经核到听皮质的传导通路，就复杂多变且不确定，要经过多次中继和反复交叉，才能传至丘脑和听皮质，而且多是动物的材料，其中以猫

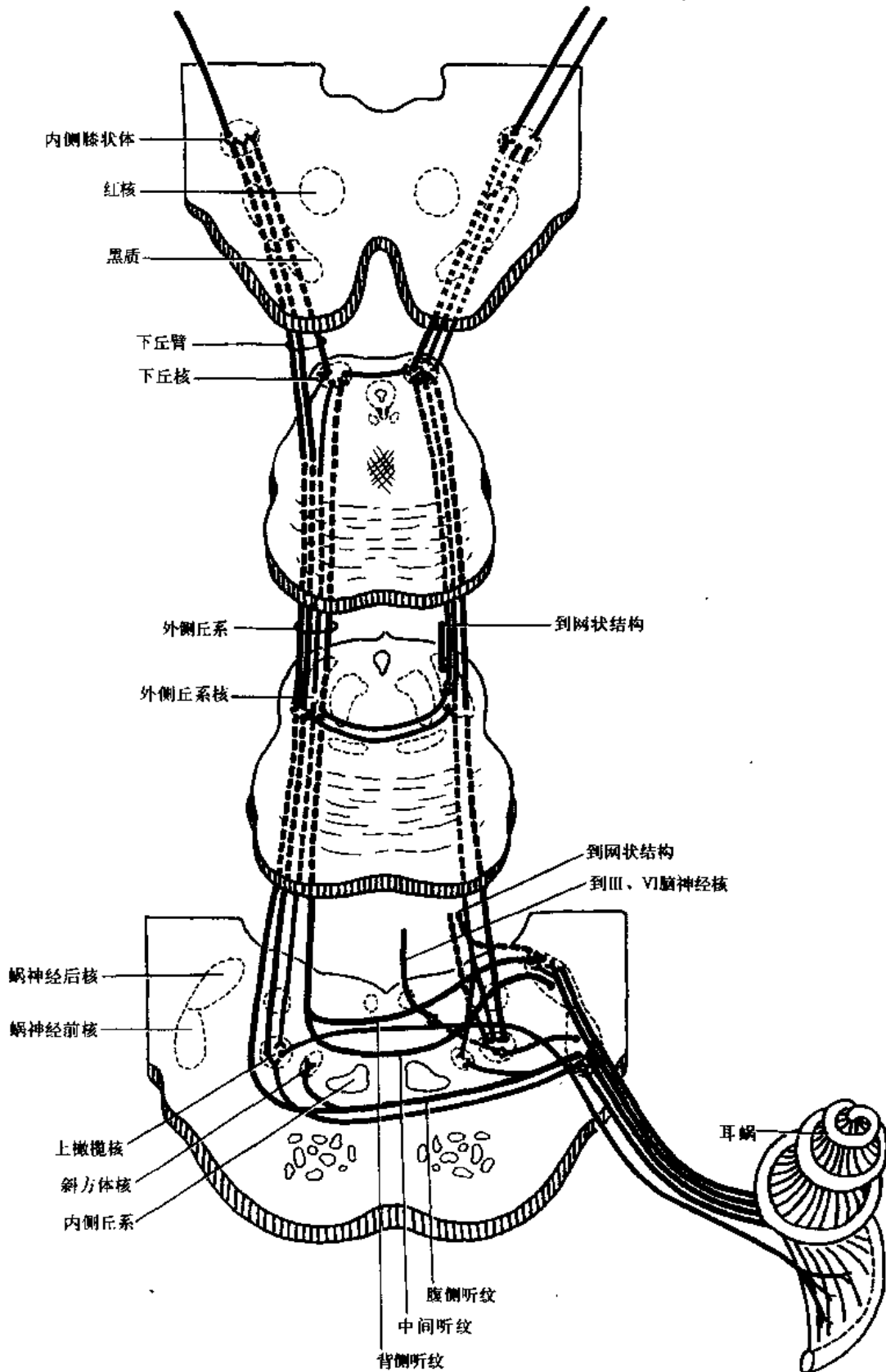


图 5-226 听传导路径及其伴行的下行径路

和猴的材料居多。听觉传导径路上的重要中继站有上橄榄核簇、外侧丘系核、和内侧膝状体等。不过，它们的作用不是单纯的中继，在中继的同时，对诸如音频和声源有一定的整合作

用。此外，它们也是听觉信息和其他信息，例如视觉信息的汇集处，可以完成某些与听觉有关的反射。此外，上述核团还接受更高一级的听觉中枢的下行投射。

4. 斜方体与外侧丘系 始于蜗神经核的二级上行纤维，分别经腹侧听纹、背侧听纹和中间听纹投射到不同的中枢。腹侧听纹 *ventral acoustic stria* 在三个听纹中纤维的数量最多，大部分来自蜗神经前核。腹侧听纹中的大多数纤维于脑桥被盖前缘行向腹内侧，在脑桥中下部阶段穿过内侧丘系，形成斜方体，越中线，至对侧上橄榄核的背外侧折而上行，形成外侧丘系。腹侧听纹中的小部分纤维终于同侧和对侧斜方体核(位于斜方体内)和上橄榄核，而后或经外侧丘系直达下丘中央核，或经外侧丘系核(位于外侧丘系内)中继后再达下丘中央核。背侧听纹 *dorsal acoustic stria* 始于蜗神经后核，经小脑下脚的背外侧达第四脑室底，在中缝区内侧纵束的腹侧越中线至对侧，穿网状结构加入对侧的外侧丘系。中间听纹 *intermediate acoustic stria* 始于蜗神经前核的背侧部，开始时与背侧听纹同行，绕过小脑下脚后向腹内侧穿过网状结构，越中线加入对侧的外侧丘系。

始于蜗神经后核的纤维或其侧支，也可能终止于上橄榄核和斜方体核；也有相当数量的纤维沿同侧外侧丘系上行；部分纤维经小脑下脚终于小脑皮质。

5. 下丘 外侧丘系的大部分纤维或其侧支主要止于下丘的中央核；部分纤维经下丘连合 *commissure of inferior colliculus* 终于对侧下丘中央核。下丘除显著的中央核而外，在包绕中央核周围的纤维内还有一小型的包囊核 *capsule nucleus*，接受听觉纤维的侧支、经由下丘臂来自中央核的纤维、脊髓丘脑束和内侧丘系的纤维以及来自听皮质的下行纤维。中央核和包囊核皆有音频定位，只是定位规律恰恰相反。有人认为下丘司音调分析，而且至少在某些动物中能代替听皮质的功能。根据下丘的纤维联系，可以认为下丘不仅是一个听觉上行径路的中继站，而且也是一个听反射中枢，特别是一个把听觉与痛觉以及触觉冲动联系起来的中枢。

6. 内侧膝状体及其中枢投射 通常认为内侧膝状体是听觉上行径路的最后一个中继站，它主要接受二级和四级纤维，但也有少量的二级纤维。人类的内侧膝状体也是一个核簇，亚核区分亦有争论。Locke 及其同事把人的内侧膝状体区分为内侧部、下外侧部和上部。其中，下外侧部为主部，主要由小细胞构成；内侧部由大细胞组成。而 Kuhlbeck 则把人的内侧膝状体分为背、腹二部，前者主要由小细胞组成，是主部，后者是大细胞部。Morest 将猫的内侧膝状体分为内侧部、背侧部和腹侧部。内侧部大致相当于人的大细胞部，腹侧部和背侧部大致相当于人的主部，不过猫的腹侧部又有板层部和非板层部之分。

内侧膝状体的小细胞部在中继听觉上行冲动中是主要的。它通过下丘臂主要接受同侧下丘核(主要是中央核)的三级纤维和四级纤维，但也有直接来自外侧丘系源于蜗神经后核和蜗神经前核背侧部的少量二级纤维。上述纤维多是粗纤维。内侧膝状体的大细胞部也接受听觉的上行纤维，但纤维较细。

人类内侧膝状体的主部发出纤维组成听辐射，经内囊的豆核下部和豆核后部，并经脑岛腹侧沟的下方，投射到听区，主要是 41 区。其中，听辐射背侧部的纤维传导高音冲动，终于听区的内侧部；腹侧部的纤维传导低音冲动，终于听区的外侧部。

人类内侧膝状体的大细胞部投射到第 I 听区的低音区和顶下小叶内的所谓的前庭皮质区。因此顶下小叶内的所谓的前庭皮质区不但与前庭功能有关，而且与听觉也有某些关系。

猫内侧膝状体腹侧的大部分属于板层部，接受下丘中央核的纤维，发出纤维投射到第 I

听区。板层部亦如下丘，有音频定位。外侧板层接受代表耳蜗顶部低频区的冲动，内侧板层接受代表耳蜗底部高频区的冲动。猫内侧膝状体的大细胞部除接受来自下丘包囊核等处的听觉纤维而外，也接受脊髓丘脑束和内侧丘系的纤维，此外还接受小脑顶核的纤维，从而与前庭小脑有联系。大细胞部和其他非板层部发出纤维投射到第Ⅰ听区以外的周围听皮质区。

有人将哺乳动物的下丘及其上行的听传导径路分为核心投射 core projection 和环带投射 belt projection 两种。前者包括下丘的中央核、内侧膝状体腹侧部的板层区和颞横回的颗粒型皮质(第Ⅲ听区)，其功能是声音的感知、音频和音强分析以及声源的空间定位等。后者包括下丘的包囊核、内侧膝状体的非板层部和颞叶皮质的环带区，即环绕第Ⅰ听区的非颗粒型皮质。因为环带投射系尚接受视觉、躯体感觉和皮质下行纤维等，所以它的功能与听觉信息和其他信息的会聚以及某些听觉诱发的反射有关。

7. 关于听觉的双侧传导 自二级纤维以后，上行纤维有多次交叉，交叉均不完全，但外侧丘系毕竟主要来自对侧，自下丘以上，纤维又主要于同侧上行，故听觉皮质区接受的纤维，归根结底以对侧为主。

8. 关于音频、音强和声源的辨别

(1) 音频辨别：人类听觉系对音频差的辨别有相当高的分化，不仅能辨别出微小的音频差，而且能从一组泛音中辨别出不同的音色。如前所述，耳蜗、蜗神经、上橄榄核、下丘中央核、内侧膝状体板层部和听觉皮质的核心区，均有明确的音频定位。人类听区在音色辨别中，无疑有其特殊意义，但也有实验证据表明下丘及其以下的中枢在音频辨别中更为重要。

(2) 音强辨别：通常认为与受刺激的毛细胞数，并由此兴奋起来的神经元数及其放电频率有关。但有的动物实验表明，第Ⅰ听区内也有与音强辨别有关的单位。

(3) 声源的空间定位：通常认为声源的空间定位是以两耳接受声波刺激的强度差和时间差为基础的。蜗神经前核、上橄榄核、下丘中央核以及第Ⅰ听区内均有许多对双耳声波刺激时间差和强度差很敏感的单位。不过，有的临床观察与此结果并不一致。

9. 外侧丘系之外的听觉传导径路 切断猫的下丘臂，刺激耳蜗，在听皮质内仍能得到诱发电位；切断双侧外侧丘系后，音响仍可惊醒睡着的猫。可见外侧丘系之外，听觉还有其他上行径路。据说，其一是听觉二级纤维及其侧支可借脑干网状结构上行，在丘脑后核簇及板内核簇内换元；其二，有人主张在外侧丘系的内侧，有一外侧被盖系，传递听觉上行冲动至内侧膝状体的背侧部和膝状体上核，从而参与内侧膝状体和丘脑后核簇区域内的躯体感觉、视、内脏多种冲动和听觉的整合。

10. 与听觉有关的某些反射 镫骨肌反射和鼓膜张肌反射 此二反射主要是一种防御反射，但也涉及对弱音振幅的调节。普通的强声刺激通常只引起镫骨肌的收缩，其反应的潜伏期约10ms，而且是双侧性的。只有声音强度足够大而且突然时，鼓膜张肌才开始收缩。它们的反射弧在家兔可能有二。其一是少突触通路：蜗神经前核→斜方体核→双侧上橄榄上核簇的内侧部→双侧面神经核和三叉神经运动核；通路之二可能涉及下丘或更高一级的中枢，但具体结构至今尚不清楚，只知道潜伏期较长而且对巴比妥很敏感，估计是一种多突触径路。

音响引起上述二肌收缩的同时，往往反射性地引起眼、头转向声源方向，这大概也是由上橄榄核发出纤维至展神经核并通过内侧纵束等与动眼神经核、滑车神经核、颈部脊髓前角运动细胞相联系实现的。

11. 听觉上行径路中的下行纤维(图5-226) 此系纤维几乎和上行纤维并行，只是方向相

反。上行径路的各级神经元都受下行纤维的调节。听皮质发出纤维至内侧膝状体和下丘。不过,通常认为听皮质-内侧膝状体纤维不是听系下行径路的第一环,皮质-下丘纤维才是听系下行径路的第一环。具体径路是:听皮质核心区发出下行纤维,与听辐射逆行,穿内侧膝状体,经下丘臂,止于双侧下丘包囊核。下丘-上橄榄核、下丘-蜗神经核是听系下行径路的第二环。其中下丘-蜗神经核投射,在外侧丘系内下行,可直达双侧的蜗神经后核深层,也可经上橄榄核中继,间接止于蜗神经前、后核,从而对它们施以抑制性或易化性影响。下丘-上橄榄核投射也逆行于外侧丘系内,但主要止于同侧上橄榄核。上橄榄核发出交叉和不交叉两种纤维,组成橄榄耳蜗束 olivocochlear tract,止于螺旋器,是听系下行径路的最后一环。其中,交叉的纤维,伴前庭神经出脑,至内耳道加入蜗神经,终于外毛细胞;不交叉的纤维与交叉的纤维并行出脑,止于内毛细胞。新近用 HRP 法证实,蜗神经内的离心纤维除来自双侧上橄榄核而外,还可来自双侧斜方体核、前庭内侧核、膝上核和脑桥外侧被盖核等处。上述下行径路的机能意义,现在还不十分清楚。据电生理学研究,刺激下行纤维可抑制某些上行音频的传导,从而使未受抑制的冲动相对增强,于是提高了听觉的敏锐性。

12. 听觉传导径路不同部位损伤后的临床症状

(1) 听小骨链骨折或硬化:仅出现传导性听力障碍,表现为中、低频感受力明显降低,通常不伴有耳鸣和眩晕。

(2) 内耳疾患:特别是强烈的主观噪音、耳鸣,高音听力受限、低音听力正常、中音相对好,但随着耳鸣的发展,听力障碍也逐渐加重。若病灶只是孤立存在,常只致患侧某些音调的听力丧失。若涉及前庭,还会伴有眩晕。常见的内耳疾患迷路炎。

(3) 蜗神经及其核受损:完全损伤时,该侧全聋。常见的神经性疾患是听神经瘤。瘤发展缓慢,因此听力障碍也发展缓慢而不引人注目。瘤体往往从一侧压迫蜗神经,由于蜗神经的纤维排列有音频定位,故听力障碍常从某一频段开始,从而造成语言信息的中断,此机制可解释听神经瘤患者早期出现的语言理解障碍,但随着瘤体的增大,终将累及整个蜗神经,乃至前庭神经和面神经。

神经性耳聋偶见于毒素和诸如奎宁、链霉素等药物的作用,损伤部位在蜗神经末梢。

(4) 外侧丘系至内侧膝状体区间的损伤:一般引起两耳听力的轻度减退,没有明显的症状。但由于脑干内各级听中枢都有音频定位,而且高频代表区的代谢率高,故脑干损伤可出现某一频率音感障碍,尤以高频障碍多见。损伤多见于肿瘤或血管疾患,尤以小脑上动脉、四叠体动脉和大脑后动脉的若干分支疾患更为常见。

(5) 内侧膝状体损伤:听力障碍轻微,但常见听力失真,听到的声音也令人不快。

(6) 听皮质损伤:听力障碍轻微,主要的症状是对声源定位的能力减弱,特别是对声源距离的判断力明显减退。此外,还常伴有主观听觉或幻听。若损伤的是优势半球一侧,则常伴有感觉性失语,若损伤的是非优势半球一侧,可出现曲调感知障碍。

(三) 前庭传导径路

前庭器与蜗器虽同居内耳,但在种系发生上,前庭器比蜗器更为古老,软骨鱼类的前庭器发育已相当完善。前庭器在性质上属于本体感觉,与平衡觉以及头部的位置觉有关。因此,它与小脑、脊髓、眼肌核在发生和结构上均有密切关系。前庭器发出的冲动只有一小部分上达质,进入意识,而大部分将通过各种渠道,最终影响运动器。

1. 前庭神经节 由双极神经元构成,位于内耳道底附近,是前庭传导径路 the vestibular

pathway 一级神经元胞体聚集处。前庭神经节通常分为前庭神经上节和下节两部分,有时也可分为三个部分。它们的周围突分别来自三个壶腹嵴和椭圆囊斑、球囊斑。三个半规管互相垂直,使得三个壶腹嵴可感受头部任何方向的旋转变速度,椭圆囊斑和球囊斑的长轴互相垂直,使得它们可以感受不同方向的直线变速度。双极神经元的中枢突组成前庭神经。

2. 前庭神经 此神经也称前庭蜗神经的前庭根,与蜗根和面神经相伴行于内耳道,在延髓脑桥沟的最外侧、面神经的背外方入脑。前庭神经在小脑下脚与三叉神经脊髓束之间达第四脑室底,分为短的升支和长的降支,止于诸前庭神经核。前庭神经约含 19000 条纤维,大部分是粗的有髓纤维,也有相当数量的细纤维和中等粗细的有髓纤维和无髓纤维。前庭神经内还有少量的离心纤维,近年来用 HRP 法证实猫前庭神经中的离心纤维来自双侧网状结构、双侧展神经核外侧的一个小区和前庭神经外侧核腹侧部的内侧区。

前庭器、前庭神经节、前庭神经之间有明确的定位关系。其对应关系,在猴是:前、外壶腹嵴、椭圆囊斑-前庭神经上节-前庭神经上外侧部;后壶腹嵴、球囊斑-前庭神经下节-前庭神经下内侧部。猫的定位关系亦如上述。

3. 前庭神经核 位于脑桥延髓交界处的前庭区,是一个核簇,又分为前庭神经内侧、外侧、上和下核。其中,前庭神经下核也叫前庭神经脊核。此外,有人提及人和猫还有若干副核。

前庭神经中的一级向心纤维,小部分不止于前庭神经核。它们直接穿过前庭神经外侧核和上核的下段,至小脑下脚的内侧,经旁小脑下脚入小脑,止于同侧小脑的绒球、小结、蚓垂、旁绒球和齿状核的一部分,是为前庭神经小脑纤维,也称一级前庭小脑纤维。

前庭神经中的一级向心纤维,大部分终于四个前庭神经核。但是近期研究得知四个前庭神经核不是所有区域均接受前庭神经的一级向心纤维,有报导称只有前庭神经上核的中央部、外侧核的腹上部、内侧核的上部和外侧部、下核的上段才接受前庭神经的一级向心纤维。猫的前庭器与前庭神经核间有明确的定位关系。规律是:来自三个壶腹嵴的纤维,主要止于前庭神经上核的中央部、内侧核的上部、下核的上端;来自椭圆囊斑的纤维,主要止于前庭神经内侧核的外侧部、下核中段的内侧部;来自球囊斑的纤维,主要止于前庭神经下核的外侧部。

前庭核簇除接受来自前庭神经节的一级向心纤维面外,还经旁小脑下脚接受来自小脑蚓、绒球小结叶和顶核的纤维,经小脑下脚接受来自脊髓后柱全长特别是腰骶膨大处的纤维,此外还接受来自巨细胞网状核及脑桥网状尾侧核的纤维。两侧前庭核簇之间还有丰富的连合纤维。

4. 二级前庭联系

(1) 前庭核簇与丘脑及大脑皮质之间的联系:此通路无疑是存在的,因为刺激前庭,可以引起意识,刺激颞叶皮质可引起眩晕。但具体径路,至今无肯定的结论,前庭的皮质代表区,至今也不太清楚。通常认为不是全部前庭核簇都发上行纤维至丘脑。前庭核簇的传入冲动,只有很少一部分上抵丘脑。解剖学和生理学上都有人提出过前庭丘脑纤维,但始终存在着异议。根据猫的实验资料,它们主要始于前庭神经内侧核、上核和下核。这些纤维可能在外侧丘系或内侧纵束内上行,在诸如丘脑腹外侧核、腹后核、腹后下核、中央正中核以及网状核等丘脑核团内中继。不过也有人说可以在内侧膝状体的腹侧部即大细胞部内中继。还有人设想,这些纤维经下丘脑再至丘脑。此外,小脑和丘脑间还有直接通路。至于前庭的皮质代表区,早年的电生理学曾推测,在听区附近,尤其是听区的外侧和上方。但近年来用猫和猴进行的实验研究得知,躯体感觉的头面代表区既接受前庭的信息,也接受肌、腱、关节和皮肤的上行纤维。此外,额叶也可能有前庭代表区,基底核也接受来自丘脑的前庭信息。只

是最后一个中继站至皮质的具体投射径路尚不甚明了。

(2) 前庭核簇与小脑的联系：前庭核簇至小脑的投射又称二级前庭小脑纤维。它们主要起自前庭神经下核和内侧核，经旁小脑下脚入小脑。止于双侧的绒球小结叶、蚓垂、旁绒球等部皮质和顶核，但以同侧为主。

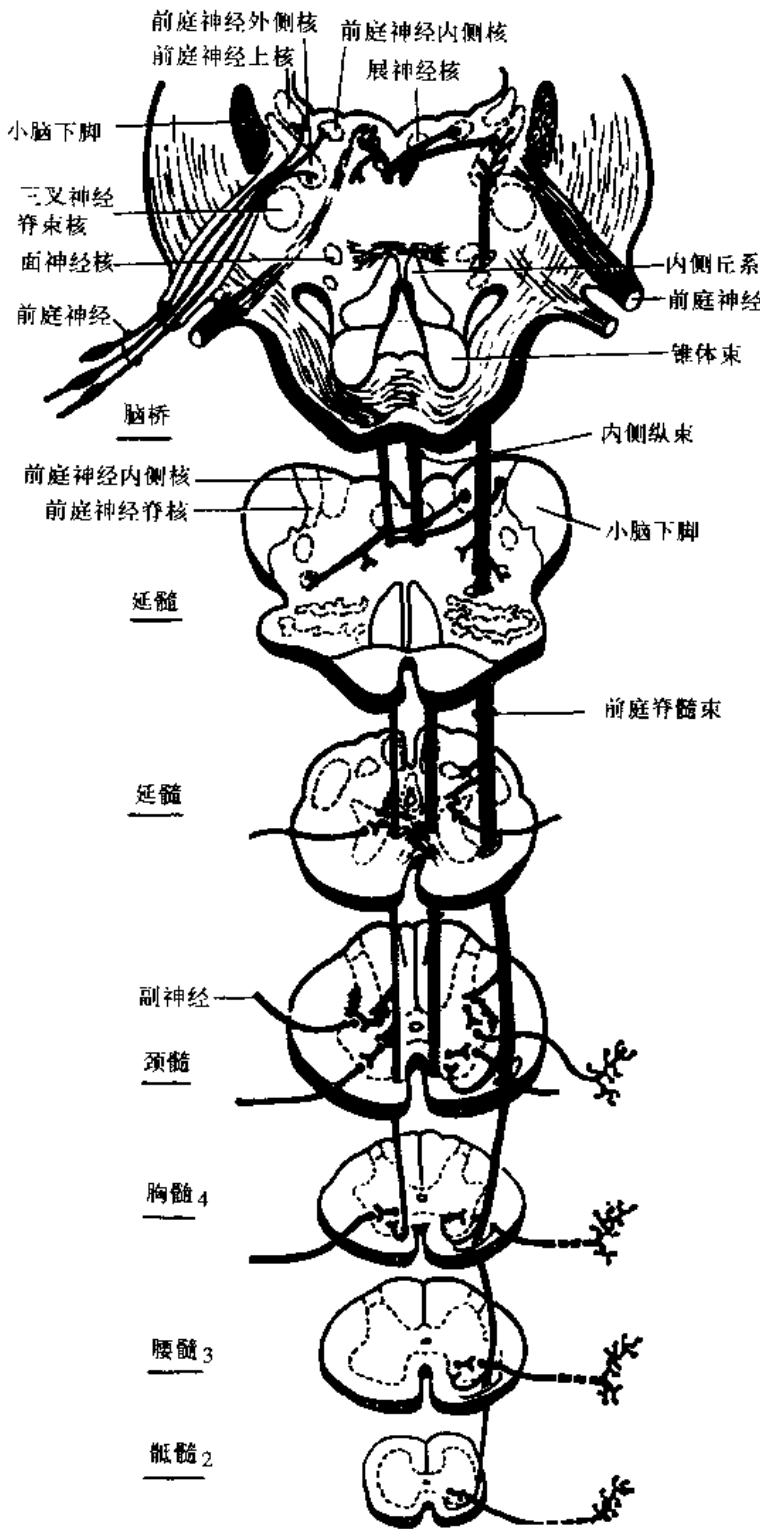


图 5-227 前庭脊髓束和内侧纵束

(3) 前庭核簇与脊髓的联系：前庭核簇对脊髓的二级投射纤维组成前庭脊髓束(图 5-227)。此束又分为内、外二束。前庭脊髓内侧束 medial vestibulospinal tract 主要起自前庭神经内侧核，少数纤维起自前庭神经下核。起始后折向内行，接近内侧纵束或进入内侧纵束，并可有少量纤维交叉至对侧，下行于脊髓前索的背内侧部，止于颈髓和上部胸髓的Ⅵ、Ⅶ层。对颈肌和上肢屈肌有强大的易化作用，从而中介颈和上肢肌的前庭反射。前庭脊髓外侧束 lateral vestibulospinal tract 始于同侧前庭神经外侧核。起始后向腹内侧行进至下橄榄核的背侧，降入脊髓外侧索的前部，此束在脊髓内渐向前移，至腰骶部移至前索的外侧部，止于脊髓全长的Ⅵ、Ⅶ层，少量纤维止于Ⅷ层。猫的前庭神经外侧核与脊髓有明确的定位关系。即：外侧核的腹上部——颈髓，中段——胸髓，背下部——腰、骶髓。入的定位关系可能与此相似。前庭脊髓外侧束对伸肌运动神经元有强大的易化作用，对屈肌运动神经元则有抑制作用。这些作用大概与刺激前庭诱发的姿势反射和去大脑僵直的发生有关。

(4) 前庭核簇与网状结构和脑干内脏运动核的联系：前庭核簇与脑干网状结构有往返联系；与脑干的内脏运动核之间有直接的，也有经网状结构中介的间接联系。它们的机能意义可能是：①前庭冲动直

接或经网状结构间接影响自主神经中枢，例如迷走神经背核、泌涎核等的活动。刺激前庭器可引起恶心、呕吐、心血管反应、出汗和皮肤苍白等就是一例。②前庭冲动借此间接影响脊髓和丘脑的某些功能。

(5) 前庭核簇与脑干躯体运动核之间的联系 这一部分纤维主要经由内侧纵束与眼肌核以及与眼肌运动有关的面肌、颈肌运动神经元相联系。内侧纵束是一个非常古老的，上自中脑上端，下至脊髓全长的上、下行纤维相混的纤维束，但其大部分纤维来自前庭核簇。其中上行纤维主要起自前庭神经上核和内侧核。前庭神经上核的纤维行于同侧，止于展神经核、滑车神经核、动眼神经核、Cajal 中介核、Darkschewitsch 核以及后连合核，并有一些侧支跨过中线止于对侧；前庭神经内侧核上端的纤维行于对侧，主要也止于上述诸核，其侧支可能又越过中线，返回同侧再行终止。前庭神经内侧核和前庭神经下核，尚可发出纤维加入内侧纵束下行。不但如此，前庭核簇、前庭器、眼肌运动核、眼外肌之间有精确的定位，以精确协调眼肌在前庭反射中的作用。此外，前庭核簇与眼肌间可能还有涉及小脑、舌下神经前置核、脑桥网状结构的一些间接的反射通路，但它们的机能意义还不清楚(图 5-227)。

5. 前庭系内的离心纤维 前庭系的高级部位对低级部位有否控制，未见描述。前庭神经核簇虽接受小脑、脊髓和网状结构等非前庭系的纤维，但它们对前庭一级向心纤维接受区有否影响以及对前庭器有否影响，亦未见描述。目前十分肯定的只是已知前庭神经内有离心纤维，纤维来源前已提及，它们的末梢与前庭器的毛细胞形成突触。此系损伤，会产生眼球震颤和眩晕，可见它们对前庭功能有调节作用。但这种调节是否是反馈，未见描述。

6. 前庭系的主要功能和临床表现 人类前庭系的功能主要有三个方面：①感受头部运动和空间位置，而这些传入冲动又是维持平衡的重要信息。②前庭核簇会聚了来自前庭器、肌、腱、关节、皮肤和视的传入信息，参与肌张力和姿势反射，从而在维持身体平衡方面有重要作用。③协调眼球运动以及眼球和头颈肌之间的运动。

周围性眼球震颤：旋转、向耳内灌注温水或其它动因，例如急性迷路炎、Ménière 症、第Ⅳ对脑神经瘤等刺激内耳，皆可引起周围性眼球震颤。此种震颤的特点是眼球向水平方向震颤，快相指向正常侧，患侧还可伴有过指征(伸手指物错误)和倾倒的趋势。此外还常伴有眩晕、恶心、呕吐、血压下降和心律加快等症状。破坏迷路后，上述现象消失。

中枢性眼球震颤：前庭核簇或其以上径路受损或受刺激，可引起此类震颤。其临床表现复杂，症状随受累部位而异。震颤可以是水平性的，也可以是旋转性或垂直性的，快相指向患侧。

前庭自主神经反射：强烈的或长时间的刺激前庭器引起的一系列自主神经反应叫前庭自主神经反射。这类反应包括恶心、呕吐、出汗和皮肤苍白等。此外，还可有呼吸、消化、循环和内分泌等方面的改变。前庭自主神经反射有明显的个体差异，这可能与每个人前庭器的敏感性不同有关。前庭器敏感的人易患晕动(如晕船、晕车等)病。通过适当的锻炼可提高前庭器的适应能力。

三、一般内脏感觉传导径路

所谓一般内脏感觉 pathway of the general splanchnesthetic sensibility 是指嗅觉、味觉之外的全部心、血管、腺体和内脏的感觉。它们的感受器多来自内胚层或中胚层，种类繁多、功能多样、所在位置、传入径路和皮质代表区，相当多的至今无定论。

一般内脏感觉的感受器，根据部位和作用，它们属于内感受器。它们的构造多数比较简

单,为各种各样的游离神经末梢,有些末梢有繁简不等的缠络或极薄的被囊,少数部位的末梢有较厚的被囊(如肠系膜和胰腺内的环层小体)。它们分布于心、血管壁以及内脏壁内。就性质而论,有的是机械性的,感受诸如血管壁所承受的压力变化,肠管等脏器的牵张、膨胀、蠕动和伤害性刺激;有的是化学性的,感受诸如血流、气体、肠内溶物、体液的化学成分的变化;此外,还有温度、痛觉等。不少内感受器的构造特点与功能的关系,至今知之甚少,其中还有许多末梢,迄今对它们的性质和功能均不甚清楚。

一般内脏感觉的特点,它们与一般躯体感觉虽大体相似,但也有其自身特点。就痛觉而论,内脏痛觉特点之一是阈值高,一般强度的刺激不引起主观痛觉。如手术中一般强度的挤压、切割、烧灼内脏,病人并不感到痛。只有在病理条件下或刺激特别强烈时,才引起痛觉,例如器官过度膨胀、平滑肌痉挛、器官缺血导致代谢产物积聚,刺激末梢(感受器),方可产生内脏痛。一般认为内脏痛觉多由交感神经传入。在通常条件下,器官的一般活动或一般性刺激,不引起意识。只有强烈活动时,如胃排空后的收缩,引起饥饿感觉,直肠、膀胱充盈时,引起膨胀的感觉。这类感觉,通常认为由副交感神经传入。内脏传入纤维数目较少,其中多数纤维较细,无髓或薄髓,传导速度慢,是内脏感觉的又一特点。少数纤维,例如环层小体的传入纤维相当粗大而且有髓,呼吸系的传入纤维传导速度相对较快。内脏感觉的又一特点是传入途径极为分散。例如一般内脏感觉主要由迷走神经传入,但内脏痛觉则主要由交感神经传入,盆腔部分器官的痛觉可由盆内脏神经(副交感)传入,气管和食管的痛觉也可由迷走神经传入,心包、胆道和胸、腹膜的感觉则可直接经脊神经传入。此外,一个器官的感觉往往经多条神经传至多个脊髓段,例如心的痛觉可由心中、心下神经,经第1~5胸神经进入相应的脊髓段,肾、输尿管和部分盆腔器官的痛觉,由交感神经进入胸11~腰2脊神经而入相应的脊髓段。而一条神经又可传导多个器官的感觉。内脏感觉传入途径如此弥散,造成了内脏感觉的中枢定位很不准确,感觉性质极其模糊。所以内脏痛觉的特点是缓慢、持续、定位不精确,对刺激的分辨能力差等。

一般内感觉传入径路至今不太清楚。通常认为有脑神经和脊神经两条径路。它们的一级神经元都是假单极神经元。

(一) 脑神经内的一般内脏感觉传导径路

1. 脑神经径路内的一级神经元 胞体分别位于面神经的膝神经节、舌咽神经的下神经节、迷走神经的下神经和上神经节内。

(1) 膝神经节:面神经内的一般内脏传入成分通常认为是一种退化结构。膝神经节内的假单极神经元周围突可借岩大神经穿翼腭神经节,经其鼻后支和腭支分布于软腭和鼻腔后部粘膜。有的资料还记载膝神经节内的一般内脏感觉成分可分布到中耳和咽壁等处,其中某些纤维还传导面部的深感觉。其中枢突经中间神经入脑,一般认为止于孤束核。不过,有人认为其中的痛觉纤维止于三叉神经脊束核。

(2) 舌咽神经下神经节(岩神经节):多数细胞的周围突经舌支、咽支至舌后1/3、腭垂、软腭、从咽鼓管咽口到会厌尖的那一部分咽后壁、咽外侧壁以及腭扁桃体区(前界腭舌弓)的粘膜。这一部分纤维主要传导痛觉和触觉。它们的中枢突止于三叉神经脊束核的中段、下段以及内侧楔核和外侧楔核。终于内侧楔核的纤维传导触觉信息。三叉神经脊束核的中段、下段和内侧楔核发出上行纤维经丘脑中继,上达中央后回;而外侧楔核则投射到小脑。下神经节部分细胞的周围突随舌咽神经的鼓室支分布于鼓膜的内面、鼓室、一部分咽鼓管和乳突小房,它们的中枢突止于孤束核的下段。下神经节内还有一部分细胞的周围突随颈动脉窦支至

颈动脉窦壁和颈动脉小球内的压力感受器和化学感受器，它们的中枢突止于孤束核的下段和连合核。舌咽神经内的一般内脏传入纤维，通常笼统地认为止于孤束核。

(3) 迷走神经下神经节(结状神经节)和上神经节(颈静脉神经节)：迷走神经的一般内脏传入纤维的一级神经元细胞体多位于结状神经节内，少数位于颈静脉神经节内。它们的周围突随迷走神经各分支到舌根至横结肠中部；咽至肺泡；主动脉弓及右心房壁的各种内感受器。喉和食管上部的内脏感觉冲动与其他大多数来自内脏结构的冲动相反，它们上传后可以产生意识。来自压觉末梢和其他靠器官变形而激活的末梢的冲动，部分由迷走神经传递。引起噁心感觉的冲动也由迷走神经传递。它们的中枢突止于孤束核，特别是其连合核。

2. 孤束和孤束核 上述三个神经的节细胞中枢突由上而下依次进入延髓，向背内侧行进，至迷走神经背核的腹外侧急转而下，纵贯延髓全长，谓之孤束。孤束内的纤维陆续止于其周围的孤束核。孤束核笼统地讲位于孤束的周围，但实际上，核的上部偏向孤束的背内侧，其下部，大部分位于束的外侧，只有核的中部才位于孤束的周围，而且束内也杂有一些灰质团块。孤束核的上端细胞较大，主要接受味觉纤维，又称味觉核。孤束核的下部，自平面以下，两侧孤束核在中线相遇，叫做连合核，也称迷走神经连合核，此处恰在中央管的背侧。核的下段细胞较少，与邻近网状结构不易区分。

面神经、舌咽神经和迷走神经内的一般内脏传入纤维，经孤束止于孤束核的中部和下部。其中，迷走神经内的一般内脏传入纤维主要止于连合核。上述纤维，一般止于同侧，但在门以下，大概有少量纤维越边。

3. 孤束核的中枢投射 孤束核发出的一般内脏传入的二级纤维投射部位极其广泛，但一般认为投射的主要部位是脑桥和延髓网状结构的背外侧区，这些部位通常认为与呼吸、心、血管和催吐中枢有关。此外，还可直接、间接投射到脑神经运动核乃至脊髓运动神经元。其中，经舌下神经核和涎核完成舌肌运动和涎的联合反射；经疑核完成咽、喉反射；经迷走神经背核、颈髓内的膈运动神经元、胸髓内的肋间肌运动神经元等完成咳嗽、呕吐和呼吸反射。解剖学和生理学都已证实孤束核的存在。此束起自孤束核的下段，投射到脊髓的腰段，参与一些内脏反射。已知猫孤束核可投射到闰核、中间核、中央灰质、橄榄内侧副核、楔外核和薄束核，甚至还可投射到前脑的终纹床核、下丘脑核、中央杏仁核、内侧视前核和丘脑室周核。它们可能是内脏冲动由孤束核上达边缘系统径路中的一些环节。近代HRP和放射自显影研究也证实，鼠的孤束核尾侧段可向上投射到下丘脑的室旁核、背内侧核、弓状核、视前内侧区及杏仁中央核等。这都说明一般内脏传入冲动经孤束核中继后，不经网状结构也可直达自主神经的高级中枢。

4. 一般内脏传入的皮质径路 此径路无疑是存在的，但孤束核的上行冲动何以到达大脑皮质？到达何处？具体径路何在？至今多是猜测性的。一种说法是经由内侧丘系至丘脑腹后核的内侧部、中线核和板内核中继，投射到43区和岛叶；或经乳头体和下丘脑，投射到嗅皮质。另一种说法是孤束核的二级纤维在小脑上脚外侧部的臂旁核内中继，再经双侧三叉丘系至丘脑腹后内侧核换元，最终投射到额叶和顶叶较广泛的区域。

值得注意的是孤束核虽公认为内脏感觉中继核，但也接受三叉神经、三叉神经脊束核以及来自脊髓外侧索的纤维。这种联系组成了躯体内脏反射弧的一部分。三叉神经传入纤维止于孤束核的上部，因此它对口腔温度和机械刺激有反应。

(二) 脊神经内的一般内脏感觉传导径路

此通路内的一级神经元胞体位于相应的脊神经节内，其周围突经交感神经、盆内脏神经和某些脊神经分布于脏器和胸、腹膜。第1~5胸部脊神经节一级内脏传入神经元的周围突，经白交通支进入交感神经分布到颈、胸部的脏器；第6胸神经至第3腰神经的脊神经节者，周围突随交感神经分布到腹、盆腔器官。膈神经中的内脏传入来自心包、胸膜、膈下中央部的腹膜以及脾的被膜，此外，右膈神经还可传导肝、胆囊和胆道的内脏感觉。盆内脏神经分布至横结肠中部以下的腹、盆腔器官。胸神经和腰神经分布到相应的胸膜和腹膜壁层。上述内脏传入一级神经元的中枢突，也经后根进入脊髓，止于后柱。专门传导压觉的纤维，经后根的内侧部止于胶状质的腹侧。传导内脏痛觉的纤维，与躯体的痛觉纤维相伴，经后根外侧部入脊髓，行于后外束内，止于胶状质。内脏传入的二级冲动可经中间神经元中继，传至前柱或侧柱，形成脊髓节段间的内脏-躯体或内脏-内脏反射(图 5-228)。

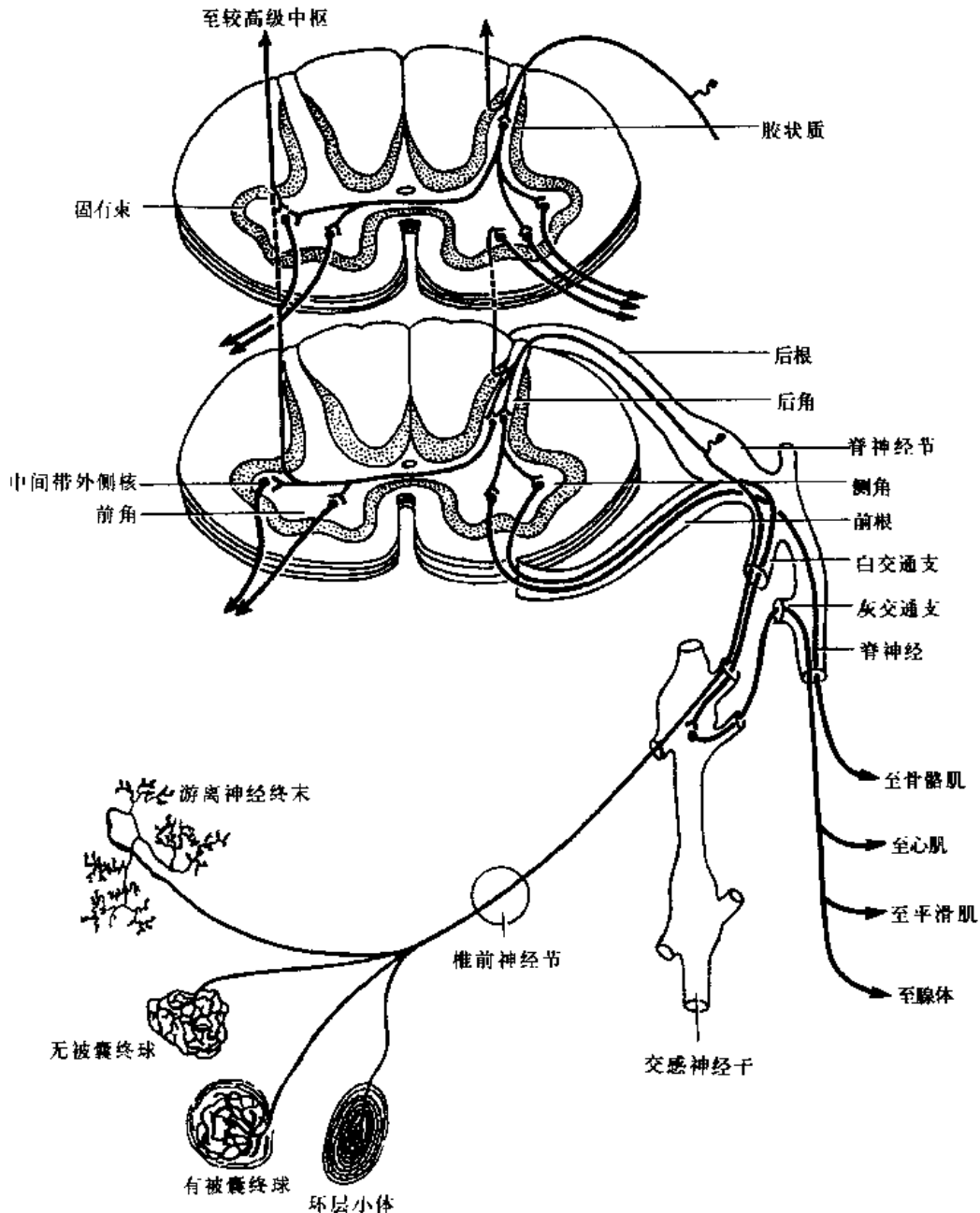


图 5-228 一般内脏传入冲动进入脊髓后的反射径路示意图

脊髓中的内脏二级上行径路较分散。通常认为在脊髓丘脑束的深侧和后索、特别是薄束内上行。后者可以在薄束核和楔束核内中继。它们在延髓内的迷走神经背核附近及孤束核附近再次中继，据说孤束核附近者更为重要。而后，或经丘脑中继，投射到额叶和岛叶等处皮质；或与孤束核的二级上行纤维同路，经下丘脑投射到嗅皮质。

内脏痛觉传导径路 一般认为本径路有两个，即快痛径路和慢痛径路。快痛径路的一级神经元胞体亦在脊神经节内。其周围突是比较粗的有髓纤维，随交感神经或骶部副交感神经分布到各脏器；其中枢突经后根外侧部进入脊髓的后外束，而后止于灰质的后角。二级上行纤维在双侧的前外侧索内与脊髓丘脑束相伴上行，止于丘脑腹后外侧核。三级纤维经内囊后



图 5-229 快痛觉传导径路示意图

肢，投射到第 I 躯体感觉区(中央后回)和第 II 躯体感觉区(大脑外侧沟的上壁)。有人认为此径路也可行于脊髓后索，并在薄束核和楔束核内交换神经元(图 5-229)。慢痛径路的一级神经元胞体也在脊神经节内，其周围突为有髓或无髓纤维，分部范围同前，其中枢突进入脊髓后可能在固有束内上行，在脊髓和脑干网状结构内多次中继，然后在丘脑背内侧核换元，主要投射到边缘叶。

四、特殊内脏感觉传导径路

所谓特殊内脏感觉传导径路 pathway of the special splanchnesthetic sensibility, 指的是嗅觉和味觉，其实并无多少特殊之处。它们的感受器位于消化、呼吸二系的头端，胚胎发生，多源于外胚层。就功能而论，它们与内脏活动关系密切，故列入内脏感觉。只是其感受器几乎全部位于头部，其他部位几乎不存在，故又不同于普遍存在于头部之外的其他部位的内脏感觉，故称其为特殊内脏感觉。

(一) 味觉传导径路

味觉传导径路 the gustatory pathway(图 5-230)可上达意识，外周径路行于第 VI、IX 和 X 对脑神经内，中枢径路尚不明了。

味蕾：是味觉感受器，主要存在于舌背和舌侧缘，也存在于口腔、咽和喉粘膜内。儿童味蕾较多，老人因萎缩而减少。味觉产生的机制复杂。在人类，通常舌尖对甜、两缘对酸、两侧的前部对咸、腭和舌根对苦味较敏感。味觉的敏感度与刺激物的温度很有关系，20~30 摄氏度时，最为敏感。此外，味觉的辨别还受血液化学成分的影响。

1. 味觉传导的外周径路 一级感觉神经元的胞体分别位于面神经的膝神经节、舌咽神经的岩神经节(下神经节)和迷走神经的结状神经节(下神经节)内。

膝神经节：味觉一级神经元的周围突或直接经鼓索，或取道岩大神经、穿耳神经节，再加入鼓索，最后经舌神经分布到舌前 2/3 的味蕾。经岩大神经的味觉纤维，一小部分可直接经翼管神经，穿翼腭神经节，最后借腭神经分布到腭及其临近区域的味蕾。

岩神经节：味觉一级神经元的周围突，经舌咽神经的舌支、咽支分布到舌后 1/3 及其邻近咽壁的味蕾。

结状神经节：味觉一级神经元的周围突，经咽支和喉上神经分布到会厌等处的味蕾。有人主张可有变异型，迷走神经中的味觉纤维也可分布到舌后 1/3 的区域。

三个神经节细胞的中枢突，通常认为止于孤束核的上段，即味觉核。有记载称，迷走神经中的味觉纤维可止于下段。

2. 味觉传导的中枢径路 味觉核的二级上行径路至今不肯定。经典的说法是，孤束核发出孤核丘脑束(亦称内脏丘系或内脏丘脑束)，主要止于对侧丘脑腹后内侧核的内侧部。但具体径路，多有分歧。豚鼠的二级上行径路行于内侧丘系中；兔的行于内侧丘系的内侧、三叉丘系的附近；有的实验还提示行于网状结构内。有人记述二级上行纤维可投射到乳头体核。关于侧别问题，可能有种属差别，一般认为以对侧为主，同侧次之。面神经与舌咽神经的味觉传入纤维在丘脑腹后内侧核的内侧部的代表区，虽有重叠，但有某种程度的定位。

味觉的皮质代表区：味觉的意识性感觉，至少是味的性质的鉴别，是需要皮质整合的。但味觉的皮质投射区，至今意见不统一。通常认为丘脑腹后内侧核发出的三级纤维，经内囊后

肢投射到中央沟下端周围的皮质，即中央前、后回的最下部及其延入脑岛的部分，相当于 43 区，可能是双侧的。此区邻近舌的感觉区，并靠近咀嚼肌和舌肌的皮质运动代表区。此外，早

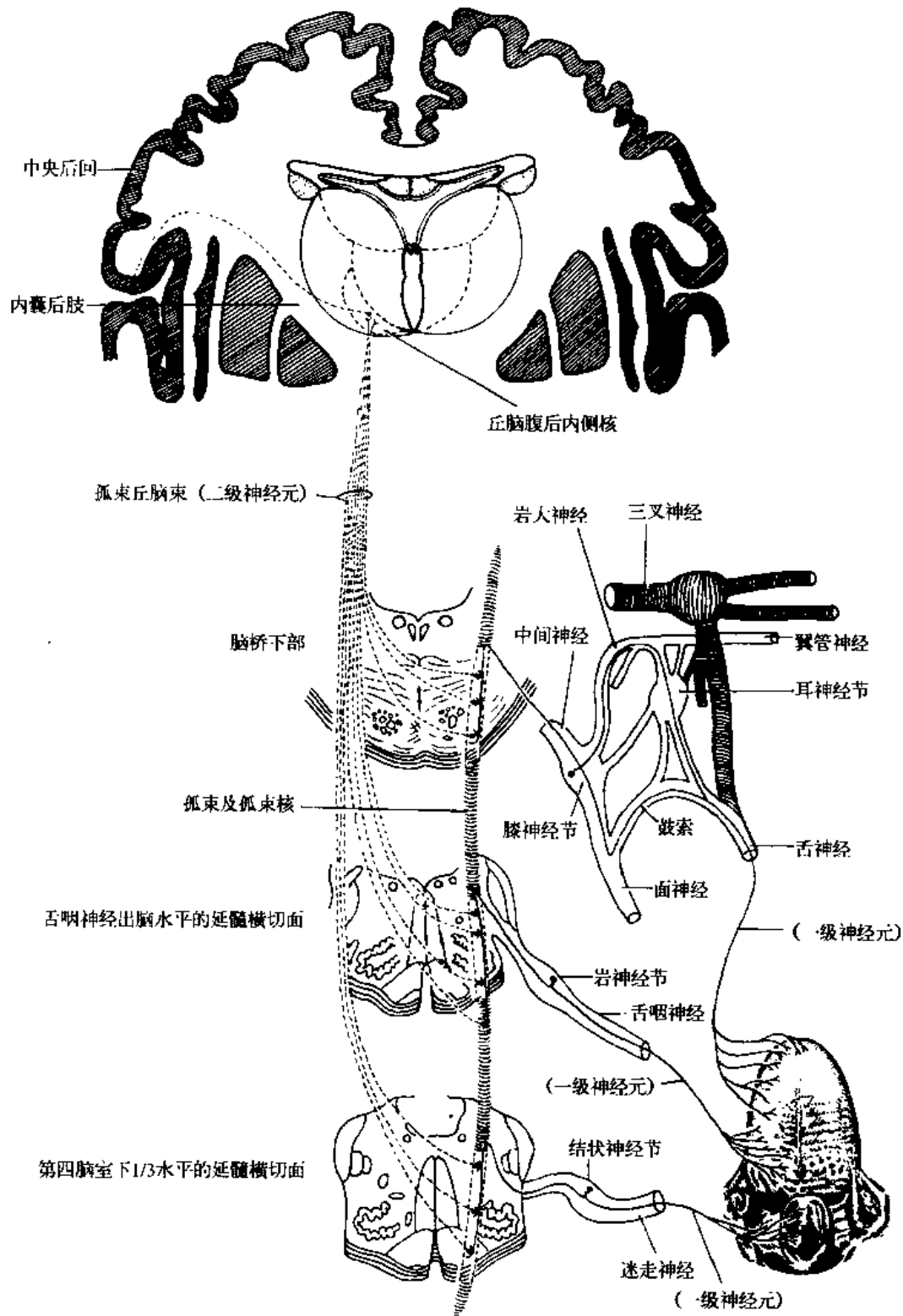


图 5-230 味觉传导径路示意图

年临床上还曾提出脑岛前部、甚至海马旁回钩及附近颞叶皮质也与味觉有关。后者损伤会出现嗅、味的幻觉。

应当指出，外周味结构的病损也可累及味觉。因而味觉功能障碍并不总表明味觉径路的疾患。至目前为止，未见至味蕾的下行投射及其他简单明了的线性反馈调节机制的报导。只是已知丘脑腹后核可能有来自味觉皮质的纤维。

(二) 嗅觉传导通路

1. 嗅细胞 嗅觉和嗅感受器相当原始。嗅觉传入的第1级神经元就是嗅感受器，叫做嗅细胞。它们还没有集中为一个节，分散于嗅粘膜内，密度是10000个/cm²。嗅细胞是双极神经元，其周围突伸向粘膜表面，末端膨大，有短的嗅毛，嗅毛数量不等，少者5~6条，多者可达20条；其中枢突无髓、有膜，叫嗅神经纤维，伸向固有膜，若干条神经纤维集中在一起，谓之嗅丝，嗅丝约20条，排成内、外两列，穿筛孔，止于嗅球内的二级神经元，即僧帽细胞和刷状细胞。

人类嗅粘膜位于上鼻甲以上(包括上鼻甲)以及与其对应的鼻中隔部分，总面积8~10cm²。由于它们的位置较高，平静呼吸时气流不易到达，因此嗅一些不太明显的气味时，要用力吸气，使气流上升，才能到达该部。嗅粘膜色棕黄，较一般鼻粘膜厚一倍。此处粘膜涂有一层来自嗅腺的水样粘湿分泌物，嗅毛即伸入此液层。这层分泌物在嗅觉刺激中是至为重要的，嗅感受器本质上是化学感受器。

不同动物嗅觉的敏感程度差异极大，人类嗅觉与敏嗅动物相比，嗅觉不算发达。同一动物或人对不同气味的敏感程度也极不相同。例如，空气中含有麝香0.0000mg/L时，人即可嗅出，而乙醚，则需达到5.833mg/L时，方可嗅出。此外，嗅觉的敏感程度有个体差异。嗅感受器和嗅中枢怎样感受并区分不同的气味，目前的了解只是初步的。用氯化钠记录法检查单一嗅细胞电反应的实验发现，每一嗅细胞只对一种或两种特殊气味起反应，而且也已查明嗅球中不同部位的细胞只对某种特殊气味起反应。由此看来，嗅传导系也和其感觉系一样，似乎也有某种程度的“特化”或“定位”。嗅觉有明显的适应现象，这就是人们常说的“入芝兰之室，久而不闻其香”，但这并不等于嗅觉的疲劳，因为对某种气味适应之后，对其他气味仍很敏感。

2. 嗅脑 详见前文。嗅球内嗅觉二级神经元的轴突组成嗅束，其中部分纤维在嗅前核内中继，而后，这些二级和三级纤维，主要经外侧嗅纹终于梨状前区、杏仁周区和杏仁体的皮质内侧核，在此完成嗅觉的主观识别。嗅脑的其他部分与嗅觉的关系不大，它们主要属于边缘系统，整合与嗅冲动有关的内脏-躯体反射。

3. 嗅传导通路 the olfactory pathway 内的离心纤维 现已查明它们来自同侧嗅结节和梨状前区，止于嗅球的颗粒细胞间或嗅小球附近，作用是负反馈。

临床方面，嗅神经本身并非疾病的好发部位，但常因邻近结构损伤而受累。例如颅前窝中部骨折、端脑额叶底部出血、化脓性炎症或脑膜炎，皆可累及嗅神经，而导致嗅觉丧失。不过，一般双侧性嗅觉丧失的临床意义不大，一侧嗅觉丧失，在排除鼻腔疾患之后，则有助于颅内病损的定位诊断。嗅皮质中枢受刺激，特别是海马旁回钩附近，可产生嗅幻觉，而且这种嗅幻觉往往是令人不愉快的。

嗅粘膜病变，可累及嗅觉。嗅细胞的溃变和再生，目前颇受重视，正、反两方面的结果均有报导。

五、止于脑干的上行传导径路

上行传导径路并非全部皆到达大脑皮质或小脑,有相当一部分纤维止于脑干的不同部位,参与各种机能活动。

(一) 脊髓顶盖束

传导躯体的痛、温觉和触觉至中脑顶盖,参与视、听反射。此束甚小,起始于后角深部的细胞,部位与脊髓丘脑束者相近,多数人认为此束 spinotectal tract 只是脊髓丘脑束的一个侧副通路。有人认为此束位于脊髓小脑前束的内侧、脊髓丘脑侧束的前方,三者关系密切。此束在脊髓颈段较明显,经延髓、脑桥止于中脑上丘的深层、中央灰质的外侧区和下丘深层。在脊髓视、听反射中,将脊髓的信息反馈至中脑,以协调头部转向所视、听物体方向的运动。也有人认为此束是一个多突触通路,与伤害性刺激的传导可能也有关系(图 5-231)。

(二) 脊髓网状束

此束属于脊髓-网状-丘脑系,见于脊髓全长。脊髓网状束 spinoreticular tract 起点广泛,可能起自后角细胞,但也可延至板层 VI、VII 甚至 X。纤维多交叉,于脊髓前外侧索上行。此束终止部位也很广泛,可达脑干网状结构的绝大部分,但主要终止于延髓网状结构的巨细胞网状核和部分外侧网状核,其次终止于双侧脑桥尾侧网状核,至中脑网状结构的纤维很少。脊髓网状束在延髓、脑桥的主要终止区发出上行纤维至丘脑,故此束属于网状上行系统。从功能上看,脊髓网状丘脑系属于进化上的古老部分,为多突触联系,对醒觉和警觉有重要作用。不过此束也中介至小脑的投射(图 5-232)。

(三) 脊髓橄榄束

脊髓橄榄束 spino-olivary tract 见于脊髓全长,传递来自皮肤、肌、Golgi 腱器官和关节等处的信息。脊神经节内的一级神经元的中枢突经后根内侧部入脊髓,在后角深部或中间带内中继,二级纤维大部分交叉,行于对侧前外侧索的表面,止于下橄榄核簇的背侧橄榄副核和内侧橄榄副核。有人报导猫的脊髓橄榄束在上述二核内的投射有明确的定位。另有报导尚有一个背侧脊髓橄榄系统 dorsal spino-olivary system,在功能上与此束相似,行于后索,在后索核内中继,再止于橄榄副核。还有人认为脊髓橄榄束内含有脊髓网状束和脊髓丘脑束的侧支。下橄榄核簇发出纤维至小脑,因此可以认为脊髓橄榄束也是一个重要的脊髓小脑径路(图 5-219)。

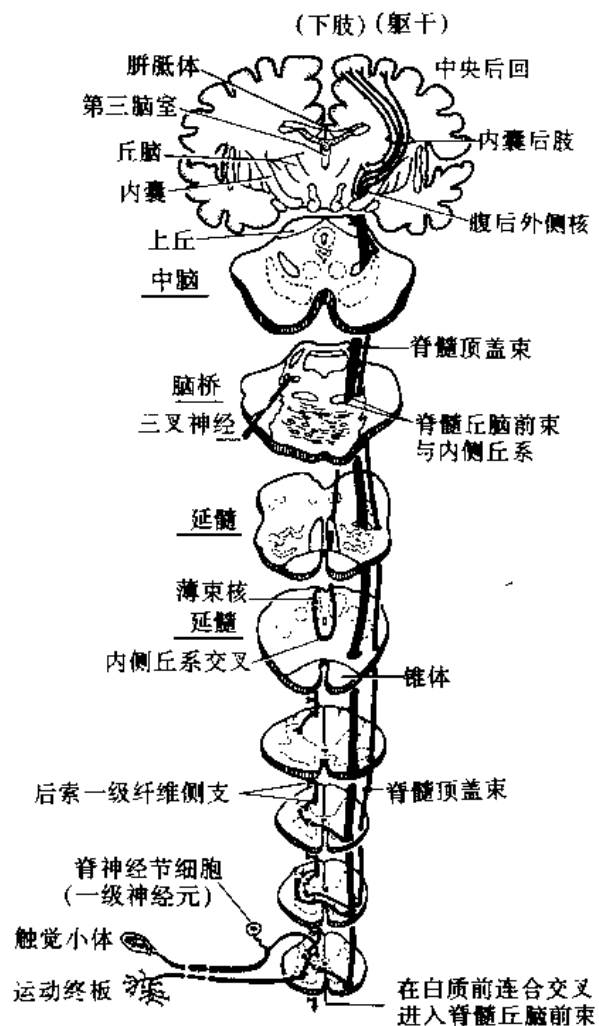


图 5-231 脊髓丘脑前束和脊髓顶盖束

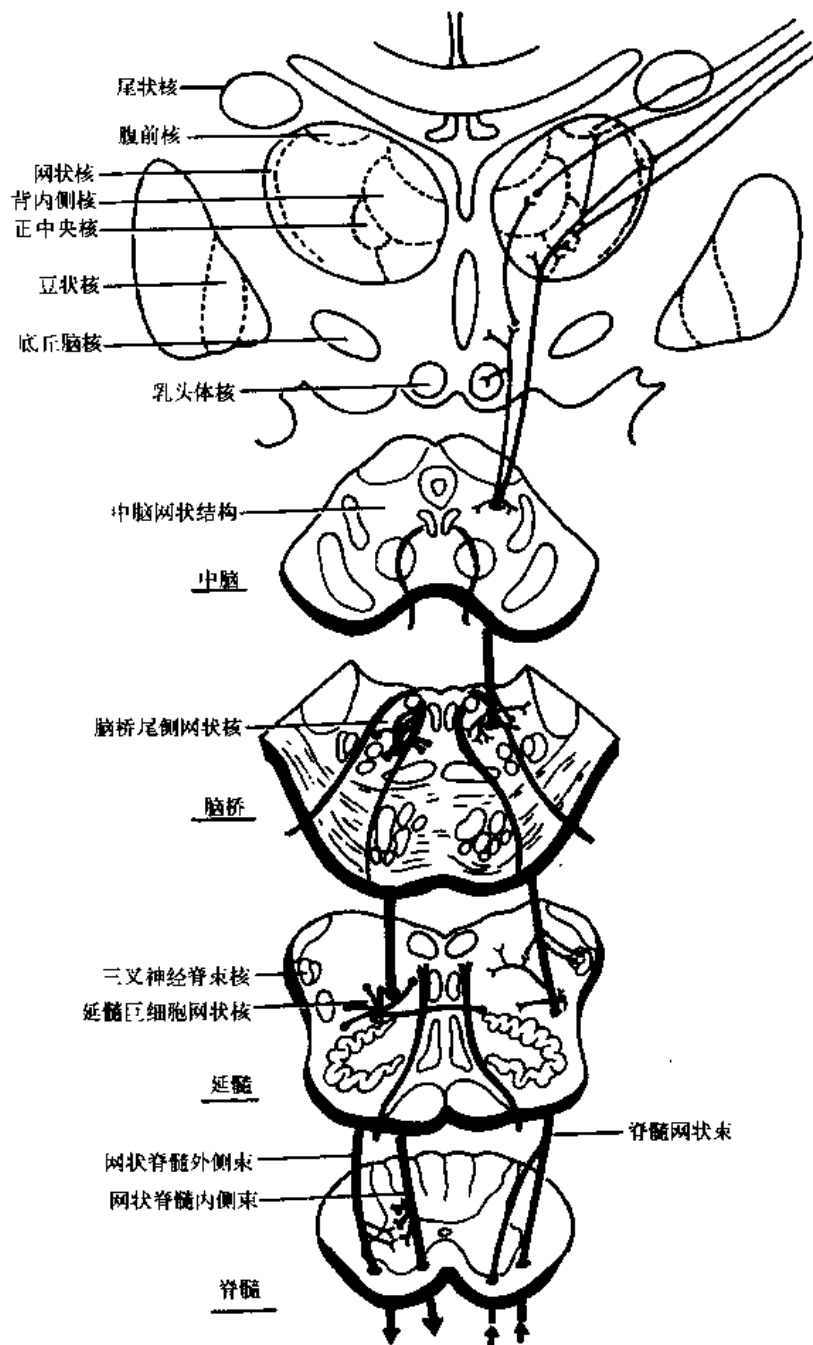


图 5 232 上行性和下行性网状纤维系

(四) 脊髓前庭束

脊髓前庭束 *spinovestibular tract* 部分成自脊髓小脑后束的侧支，起自胸核；部分起自胸核之外的后角神经元。行程与前庭脊髓束相混，有人说此束仅见于颈部脊髓，有人则认为最低可见于腰髓。此束上行止于前庭外侧核的尾侧部，小部分止于前庭下核和内侧核的下部。猫的前庭脊髓束是同侧性的。本束传导的似乎是皮肤和关节的信息。

(五) 脊髓脑桥纤维

脊髓脑桥纤维 *spinopontine fibres* 与脊髓皮质束一起行于皮质脊髓束内，也可能成自脊髓皮质束的侧支，止于脑桥核。功能估计与传导外感受性冲动至小脑有关。

上行传导径路，除以上提到的一些束而外，业已证实人与动物还存在着脊髓皮质束 spinocortical tract。此束与皮质脊髓束相混，见于脊髓全长，但颈髓较为发达。它小部分在脊髓内交叉，大部分在锥体交叉内交叉，经内囊至大脑皮质的深层。此束可能是浅反射的传入通路。近来将 HRP 注入猫的感觉运动皮质，在脊髓内没有找到逆行标记细胞，因此有人怀疑它的存在。

第二节 下行传导径路

一、躯体运动传导径路

躯体下行径路 the descending pathway 是中枢神经对骨骼肌运动进行调节控制的传导通路。躯体运动的机理复杂，主要受运动皮质的控制，此外还受四叠体、前庭核簇、纹状体、小脑、红核和网状结构等中枢的影响。它们的活动并不是单独进行的，而是在运动皮质的主导下，各级中枢共同控制着下运动神经元。由各级中枢来的冲动，都把下运动神经元作为最后公路而传出。始自运动皮质的下行纤维，叫锥体系，直接、间接作用于下运动神经元，执行随意运动；其他下行止于下运动神经元的纤维，统称锥体外系，调节随意运动。

(一) 锥体系

锥体系 pyramidal system 只是一种传统的叫法。此系因路经延髓锥体而得名，因此，它只应包括皮质脊髓束，但事实上，此系常指皮质脊髓束和皮质核束，它们传导高度随意技巧性冲动到下运动神经元。此系在发生上出现最晚，只见于哺乳类，新皮质出现后才有此系。个体发育也较迟，人出生后第四周，此系纤维才开始被髓，直到 9~24 个月时，髓鞘才完全长好。此前，其功能是不完全的。

锥体系一般地说由上、下两个运动神经元组成。上运动神经元是主要位于运动皮质内的锥体细胞及其突起。下运动神经元是脑干内的躯体运动核、脊髓内的运动神经元和它们的突起。

1874 年俄国解剖学家 Betz 描述中央前回第五层内有一种巨大的锥体细胞，他认为这些细胞的轴突组成了皮质脊髓束。其实，大约早此五年，人们就发现，刺激人和狗的额叶，特别是额叶后部皮质，可诱发对侧肢体运动。后来人们统计，人类一侧 4 区内的这种巨大锥体细胞，也就是 Betz 细胞，大约只有 25000~34000 个，而且多集中在 4 区后部，但橄榄中部切面，锥体内的轴突，却有 100 万根之多，其中 93.8% 是有髓纤维。按此计算，Betz 细胞的轴突当只占 3% 左右，这与该部 30000 根 9~22 μ m 的有髓粗纤维数，正好相符。后来人们证实，锥体系的绝大部分纤维来自皮质运动区第五层内的其他锥体细胞，也有一部分纤维来自第五层之外层次中的锥体细胞。总起来说，锥体系纤维的来源，4 区占 31%，6 区占 29%，3、1、2、5、7、19、22 等区约占 40%。这些纤维经由内囊下降，陆续止于脑干躯体运动核者，叫皮质核束；继续降入脊髓灰质终止者，叫皮质脊髓束。

1. 皮质脊髓束 corticospinal tracts(图 5-233) 主要始于 4 区上 2/3 和中央旁小叶前部等处皮质，在放射冠中集聚下行，经内囊的豆核丘脑部、大脑脚底的中 3/5，在脑桥的基底部被横行纤维分为若干小束，进入延髓后又集聚成延髓锥体，至延髓下端大部分纤维交叉，组成皮质脊髓侧束，不交叉的纤维，一部分行于皮质脊髓侧束内，一部分组成皮质脊髓前束，一部分组成皮质脊髓前外侧束。

(1) 皮质脊髓侧束：锥体束纤维的 75%~90% 在延髓下端交叉到对侧，进入脊髓外侧索的后部，组成此束。不过，其中大约也有 10% 的纤维来自同侧锥体束。而且应当指出，交叉并不对称。交叉的类型颇多。皮质脊髓侧束在脊髓小脑后束和外侧固有束之间下降，在腰、骶段没有脊髓小脑后束处，则行于外侧索后部的表层。交叉的皮质脊髓束的纤维，止于脊髓灰质全长，但终于颈髓者约占此束纤维的 55%，居此束的深层；终于脊髓腰、骶段者约占 25%，居此束的浅层；终于胸髓段者约 20%，居中层。宏观上看，此束由上而下，越来越细。以上说明锥体束控制上肢肌的纤维远比下肢和躯干者多。

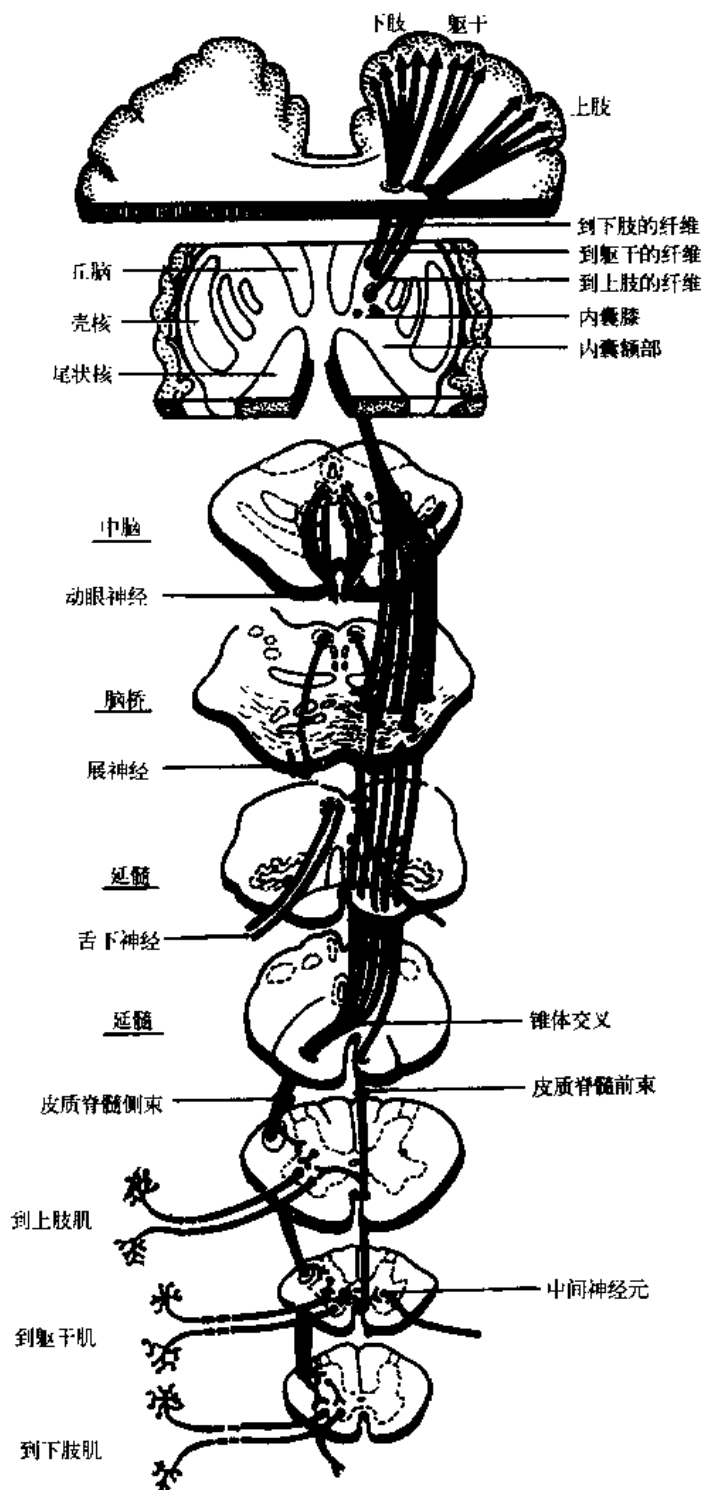


图 5-233 皮质脊髓束

(2) 皮质脊髓前束：仅见于人类和高级猿猴。它们约占锥体束纤维的 15%。纤维不交叉，沿前正中裂两侧下行，横切而呈卵圆形。纤维主要止于颈髓和上部胸髓段，有的也可追踪到腰部。其中，大部分纤维在行将终止前，经白前连合交叉至对侧灰质；但也有一小部分纤维始终不交叉，止于同侧灰质。此束的变异较多，大小因人而异，主要取决于皮质脊髓侧束交叉纤维的多少，皮质脊髓侧束大者，此束较小，反之则大。此束缺如者少见；个别别人锥体束全不交叉，此种情况下，可形成两个巨大的皮质脊髓前束。

(3) 皮质脊髓前外侧束：由锥体束中不交的纤维组成，纤维较细，数量很少，行于外侧索的前部，陆续止于同侧灰质。

皮质脊髓束的行程，除脑桥一段分散而外，余皆有明确定位。

皮质脊髓束的止点 一般说来止于前角运动神经元，但实际上只有 10%~20% 起自中央前回的最粗大、传导速度最快的纤维，直接止于前角 α -运动神经元。这是一种单突触联系，也称直接皮质-运动神经元系统 direct cortico-motor neu-

ronal system。例如 Betz 细胞的轴突直径 $9\sim 22\mu\text{m}$ 在此束中纤维最粗，传导速度最快(每秒 $60\sim 70\text{m}$)。这些纤维只终止于支配四肢肌的特别是那些与肢体远端的精细运动有关肌的 α 运动神经元；它们不终止于支配中轴肌的运动神经元。其中，交叉的纤维主要止于支配四肢远端肌的 α 运动神经(上肢者多于下肢者)，不交叉的纤维主要止于支配四肢近端肌的 α -运动神经元。这种单突触联系，人类相对最多；猴次之；猫、狗等无。皮质脊髓束中的细纤维与粗大动作和调节肌紧张有关。

皮质脊髓束中 $80\%\sim 90\%$ 的纤维与下运动神经元之间，至少有一个以上的中间神经元中继。皮质脊髓侧束者，已交叉的纤维进入中间带的外侧部。在猫止于 IV、V、VI 和 VII 层；在猴止于 VII 层和前、后角的基部，而且还有少量纤维越过灰质前、后连合，重返发出侧，止于中间带和前角的中间内侧部。不交叉的纤维，终于后角基部、中间带和前角的中央部。皮质脊髓前束者，大部分经前连合终于对侧中间带和前角的中央内侧部。皮质脊髓前外侧束者，止于同侧后角基部、中间带和前角的中央部。

交叉的皮质脊髓纤维，主要止于上、下肢肌的运动神经元。始终不交叉的纤维，止于同侧的躯干肌和肢体近端肌的运动神经元，因此，这些肌、特别是躯干肌为双侧支配，而四肢肌、特别是肢体远端肌为对侧支配。

皮质与脊髓运动神经元的定位关系，有人认为皮质脊髓束中来自中央前回的纤维，止于中间带和前、后角的基部；来自中央后回的纤维，主要止于后角固有核。Kuypers 发现黑猩猩和猴运动皮质最后部发出的最粗的纤维，直接止于前角运动神经元；运动皮质中部发出的纤维或直接或经中间神经元中继才与前角运动神经元发生联系；而运动皮质最前部发出的纤维，则经网状结构和网状脊髓束与前角运动神经元相连。有人认为皮质与前角运动神经元的定位关系以肌为单位。一块肌有许多上运动神经元，它们在运动皮质内的位置很近。就每块肌而论，在运动皮质皆有一个神经元的核心区和神经元的周围区。两块肌的神经元核心区绝不重叠，但一肌的周围区可与另一肌的周围区或核心区相重叠。管理肢体远端肌的皮质神经元群，较管理近端肌者为小，且更为集中，但它们的单突触联系较多；管理肢体近端肌的皮质神经元群，范围较大，但单突触联系相对较少。有人认为皮质机能定位以运动为单位。

关于皮质脊髓束纤维止点，还应提及，来自皮质感觉运动区的前、后肢区 V 层中的一些直径 $20\sim 45\mu\text{m}$ 的锥体细胞的轴突，可止于同侧的后索核；Sm I 区也可发出少量纤维，止于对侧后索核。而且上述纤维有局部定位。此外，已交叉的皮质脊髓侧束，可能有部分纤维，在交叉后又急转上行，止于疑核周围，形成所谓的 Pick 束。

皮质脊髓束的功能 锥体束的功能是控制骨骼肌的随意运动，皮质脊髓束的功能是控制躯干和四肢肌的随意运动，特别是手指和足趾的技巧性运动。实验证明，上、下运动神经元间的单突触联系，在进化上很新，与技巧性活动的发展有关。猫、狗中没有这种单突触联系；猴的前掌指有一定的技巧性活动，因此它们的皮质脊髓束与前角运动神经元之间，有一些单突触性联系；人的肢体，特别是手的技巧性活动发展到顶峰，因此支配指、腕关节运动的肌的 α -运动神经元与皮质脊髓束之间，具有最多的单突触联系。这种单突触联系， α -运动神经元发放的冲动，可选择性的使被支配的骨骼肌快速收缩，以完成精细的技巧运动。支配肱三头肌的 α -运动神经元，约近半数不是单突触联系。皮质脊髓束的纤维也止于前角内的 γ -运动神经元， γ -运动神经元作用于梭内肌纤维，调节肌梭的敏感性，以配合 α -运动神经元的活动。皮质脊髓束中的大多数纤维，经中间神经元中继后，止于前角运动神经元，以协调拮抗肌和协

同肌的活动，完成恰到好处的运动。

脊髓前角内除 α -运动神经元和 γ -运动神经元外还有一种抑制性的中间神经元，即 Renshaw 细胞。它是一种小型的 Golgi I 型细胞，接受 α -运动神经元轴突的侧支，其轴突回返止于 α 运动神经元，作用是负反馈，对 α -运动神经元有抑制作用。生理学已经证明，锥体束的作用机制是易化屈肌、抑制伸肌，与前庭脊髓束的作用相反。

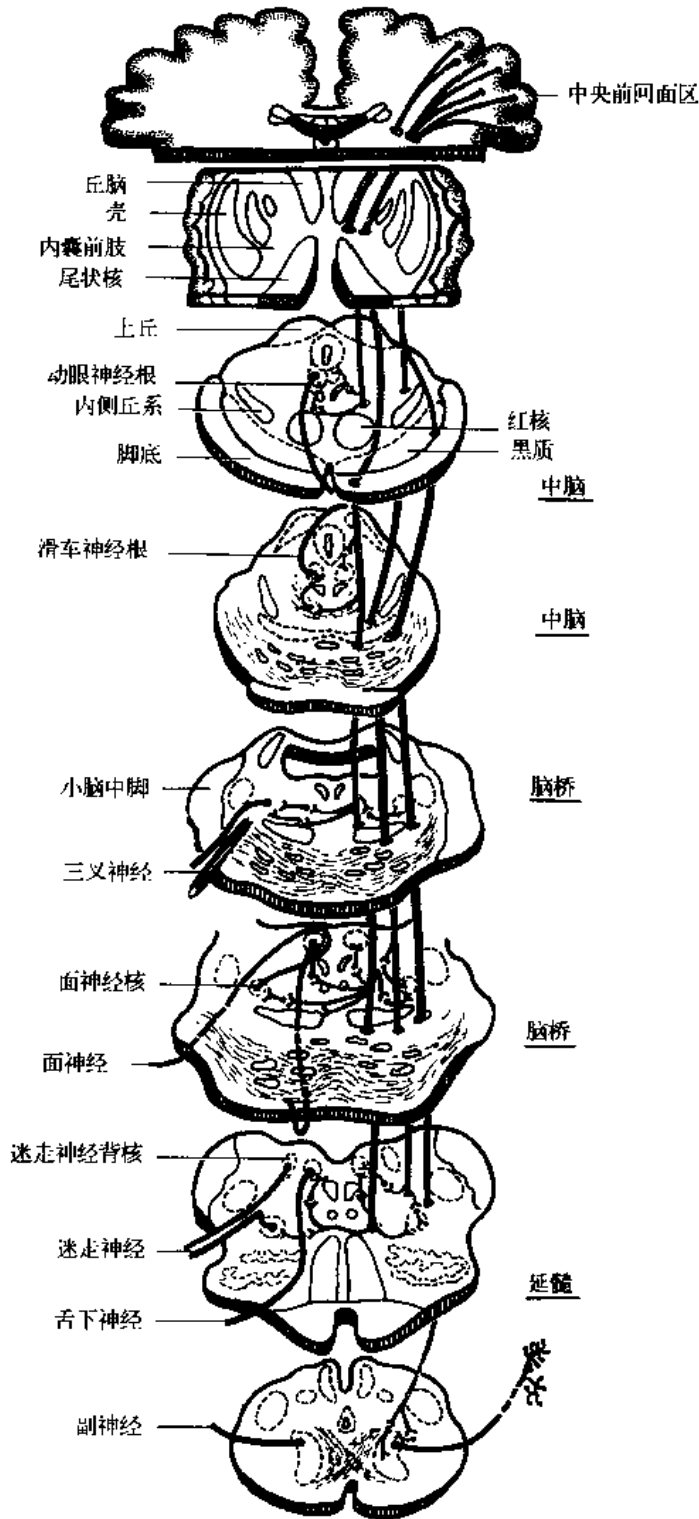


图 5-234 皮质核束

2. 皮质核束 corticonuclear tracts (图 5-234) 也称皮质桥延束皮质脑干束或皮质延髓束。纤维主要来自中央前回下 1/3, 也来自中央后回, 还有一些纤维来自 44 区(止于支配面、喉、舌肌的下运动神经元)和 8 区(止于支配眼肌的下运动神经元)。

皮质核束的行程较复杂。行经内囊的一段比较集中, 有人主张靠近膝, 有人说与皮质脊髓束紧密相伴。进入脑干后, 只有部分纤维与皮质脊髓束相伴下行。人们把这一部分纤维称为直接的皮质核束, 或直行的皮质核束, 简称直行束。直行束止于第 VI 和 XI 对脑神经的躯体运动核。而大部分纤维陆续分离出来, 组成迷散的皮质核束, 也叫乖离纤维。乖离纤维的行程, 个体变异很大而且分散。一般情况是: 在中脑嘴侧平而, 从直行束内分离出两束乖离纤维, 一个是浅束也就是内侧束, 位于额桥束的背内侧; 另一个是深束也就是外侧束, 位于颞桥束的内侧。这两束在网状结构内行向背侧, 接近内侧丘系, 止于第 III、IV、VI 和 XI 对脑神经的躯体运动核。至脑桥嘴侧平面, 又有一部分纤维乖离直行, 经网状结构加入内侧丘系, 止于第 V、VII 和 X 对脑神经的躯体运动核。至延髓嘴侧平面, 还有一些纤维离开直行束, 经网状结构加入内侧丘系, 而后止于第 VII、IX、X 和 XII 对脑神经的躯体运动核。

皮质核束的终止方式有直接、间

接、交叉与不交叉之分。迷散的皮质核束多是直接投射。直接终止的纤维止于三叉神经运动核、面神经核、舌下神经核和副神经脊髓核。这一部分纤维，进化上较新，仅见于灵长类和人。除去上述纤维而外，所有的直行束和部分垂离纤维，皆经网状结构中继，或其他中间神经元中继，而后才止于脑神经的躯体运动核。它们是一个古老的通路，实验证明猫、鼠之类动物只有此种通路而无直接通路。

皮质核束对脑神经躯体运动核的控制多是双侧性的。日常生活中，凡是经常双侧同时运动，或不能单侧随意运动的肌，如咽横纹肌、喉横纹肌、腭肌、咀嚼肌、眼外肌、面上部表情肌、舌肌（颏舌肌除外）等，其运动核是双侧控制。其中，对面神经核来说，支配面下部表情肌的那些亚核（外侧群），主要接受对侧皮质核束控制；就舌下神经核而论，支配颏舌肌的那一部分，主要接受对侧皮质核束控制；此外，有人主张，展神经核可能也是主要由对侧控制；最后，因为刺激一侧运动皮质，引起同侧胸锁乳突肌收缩，使头转向对侧，因此有人主张副神经核接受同侧皮质核束控制。

皮质核束的投射，除上述脑神经躯体运动核而外，还可投射到脑干网状结构，并可穿网状结构或内侧丘系止于薄束核、楔束核、三叉神经脑桥核和脊束核以及孤束核等，而且其间还有定位关系。其中，投射到脑干网状结构的纤维称皮质网状纤维，它们主要行于皮质脊髓束内。皮质网状纤维主要来自皮质的 Ms I 区和 Sm I 区，主要止于对侧脑干网状结构下部内的脑桥嘴侧网状核和延髓巨细胞网状核。有些纤维还可经脑桥被盖网状核和延髓旁正中网状核中继，而后止于小脑。上述诸网状核发出长的上、下行纤维，并有大量侧支止于脑神经核。皮质核束对后索核主要是对侧投射。中央前、后回投射到薄束核和楔束核的纤维，有局部定位，但也有一定的重叠。在鼠，皮质的躯体感觉前肢区投射到楔束核，后肢区投射到薄束核。在猫，皮质核束主要止于薄束核和楔束核的细胞分散部分，只有极少量的纤维止于二核的细胞密集部分。二核的细胞密集部分主要接受脊髓后索的上行纤维。止于三叉神经各感觉核和孤束核的纤维主要来自额叶和顶叶皮质。在灵长类，至三叉神经各感觉核的纤维起自中央后回，到孤束核的纤维止于该核上段。实验证明皮质的下行冲动对感觉中继核有兴奋或抑制作用。皮质核束对薄束核中部的影响是抑制性的。薄束核中部的细胞接受毛的运动觉、足底的轻触觉、爪背和皮下的压觉，此部细胞的感受野小。皮质核束对薄束核嘴侧部的影响是兴奋性的。该部细胞主要接受触觉和压觉，感受野比较大。

3. 锥体系的损伤及其临床症状 锥体系损伤包括上运动神经元损伤和下运动神经元损伤。前者指的是锥体细胞或其轴突即锥体束的损伤，后者指的是脑干躯体运动神经核和脊髓运动神经元或它们的轴突即脑神经和脊神经的损伤。下面主要介绍上运动神经元损伤后的临床症状。上运动神经元损伤后的典型症状，是随意运动消失或不同程度的减弱，即瘫痪。特点是全肌群性的瘫痪，即运动障碍以较完整的动作障碍为主；肌张力增高，腱反射亢进；部分浅反射消失或减弱；有病理反射；早期肌萎缩不明显等。这种瘫痪称为上运动神经元性瘫痪，鉴于此种瘫痪兼有肌张力增高的特性，故又常称为痉挛性瘫痪或硬瘫，因为损伤部位在中枢，在下运动神经元之上，故又称为中枢性瘫或核上瘫。皮质脊髓束损伤后的典型症状，是头面部以下对侧半身的痉挛性瘫痪，但以四肢为主，尤以远端为甚，躯干基本上表现不出来。皮质核束损伤后的典型症状，是对侧面下部表情肌和颏舌肌痉挛性瘫痪，其他头面部肌的运动基本正常。此外，上述症状皆伴有深反射亢进、部分浅反射消失或减退、瘫痪肌的张力升高，早期肌萎缩不明显等。但临床实际上，只损伤锥体系者很少见，特别是局限于中央前回和锥体束上部者，更为罕见。任何疾患几乎总是同时侵犯锥体系和锥体外系，因此在痉挛性

瘫痪的各种体征中，至今不能确知哪些是损伤锥体系造成的，哪些是损伤锥体外系的结果；不同阶段损伤后的体征，也不尽相同；而且这些体征，在临床实际中，还随着时间的推移，一直在变化。下运动神经元损伤后，典型症状也是随意运动消失，即瘫痪。但特点是运动丧失的范围一般比较小，多为一块或几块肌的瘫痪(受累肌块的多少取决于损伤部位的大小)，肌张力降低，一切反射，包括病理反射均消失，肌萎缩明显等。这种瘫痪叫下运动神经元性瘫痪，也叫软瘫或核下瘫，若损伤仅限于周围神经，则叫周围性瘫。

肌张力增强、腱反射亢进是牵张反射亢进的表现。持续牵拉肌腱可造成连续的腱反射，形成阵挛。这些症状一般认为是锥体外系障碍的结果。浅反射，一般指的是轻划腹壁皮肤，引起腹壁肌收缩的腹壁反射；轻划股内侧皮肤，引起提睾肌收缩的提睾反射；由后而前轻划足底外侧部皮肤，引起趾屈曲的屈趾反射。它们的消失或减退，原因还不太清楚。一般认为它们的反射弧涉及大脑皮质，锥体束损伤使反射弧中断，所以该反射出现障碍，但也有人认为是由于锥体束损伤后，脊髓浅反射中枢兴奋性降低之故。Babinski 征是最重要的病理反射。它指的是从足跟沿足底外侧缘向前，再转向脚趾方向轻划，正常情况下，趾本应出现跖屈；上运动神经元损伤后，脚趾背屈，其余四趾呈扇形散开(外展、背屈)，并偶尔伴有屈髋和屈膝，结果足和下肢离开刺激物而回缩。这一反射称为 Babinski 征，也叫 Babinski 反射阳性，是锥体束损伤的确凿症状之一。不过，锥体束纤维完全被髓之前的婴儿、熟睡、全麻、深度昏迷的病人，皆可因锥体束的功能暂时受到抑制而出现此征。对 Babinski 征的解释是，足对潜在的伤害性刺激物的一种原始的脊髓防御反射的重现。锥体束完好时，这一原始反射被遏制了，屈趾反射反而像要“抓住”刺激物一样。肌短时期内萎缩不明显，是因为下运动神经元对肌的支配尚存，后期可以有一些萎缩，也是废用性的。腹壁反射在某些正常的老年人、经产妇或腹壁手术损伤了周围神经的人，常难引出，有人统计约有 16% 的人无腹壁反射。因此，单一的腹壁反射减弱或消失一般不作为锥体束损伤的指征。

临床上常见的瘫痪有：①偏瘫 为一侧身体或肢体的瘫痪，多见于皮质下或内囊病变。②单瘫 为一个肢体的瘫痪，见于大脑皮质的局部病变。③双瘫 为两侧对应部分的瘫痪，多见于脊髓的横贯性损害。④截瘫 乃双瘫的一种，多为双下肢瘫，见于脊髓腰段以下的损害。⑤四肢瘫 是另一种双瘫，常见于脊髓颈段的横贯性损害。⑥交叉瘫 乃同侧一个或数个脑神经支配肌的瘫痪，同时又伴有对侧偏瘫，见于一侧脑干局部病变。

(1) 中央前回病变：多出现单瘫。单瘫的部位取决于皮质病变的具体部位。若中央前回上内侧部受损，如大脑前动脉病变，引起此区软化，患者可出现对侧下肢瘫痪。若此回下部受损，例如大脑中动脉病变，患者出现对侧上肢瘫痪和对侧面下部表情肌以及舌肌、特别是颏舌肌的瘫痪，偶尔可见眼球向损伤侧凝视。若病变十分广泛，可引起对侧偏瘫，但肌张力的增高、腱反射亢进，不象内囊损伤时那么严重，因为内囊范围狭小，在损伤锥体系纤维的同时，往往也损伤了较多的锥体外系纤维乃至核团。此外，中央前回的病变若相当局限，如结核瘤、梅毒瘤、瘢痕或小的新生物，则可能仅引起对侧肢体某一块肌或一组肌的运动异常或瘫痪。例如某一肌痉挛并以皮质机能定位的规律由近及远向其邻近肌扩散，则往往提示该肌的皮质代表区就是原发病灶，对诊断有重大意义。这种情况，手术效果颇佳。

(2) 内囊病变：最为常见，也最为凶险，死亡率很高，因为此区范围很小，却又集中了绝大部分的上、下行纤维，而且与锥体外系的重要组成部分——基底核的关系密切。理论上的一侧内囊全部损伤会最大限度地破坏锥体系和锥体外系纤维。这种病人，将产生典型的痉

挛性瘫痪及其他一系列症状。过程如下：病的当时，患者可立即丧失意识，检查发现对侧半身所有运动、反射、肌张力全部消失，眼球常偏向患侧，有时头也偏向患侧，患者呼吸慢而深，瘫痪一侧的皮肤略干燥，温度也略高于不瘫痪的一侧，可能有尿潴留。几分钟或几小时后意识恢复，此时只要能观察到患者一侧肢体不能活动，即可认定有运动丧失。8~10小时内，上、下肢带肌可恢复某些轻微的活动，躯干肌可有一些运动，Babinski征出现，膀胱已能正常排尿。24小时左右，瘫痪侧腱反射再现且比正常侧增高；某些肌，尤其是肩的收肌，肘、腕、指的屈肌，髓的收肌以及膝、踝的伸肌等对牵张的抵抗力增加；对侧浅反射消失；对侧睑裂较宽、鼻唇沟变浅、口角轻度下垂；下颌和舌向损伤的对侧轻度偏斜；面上部和咽、喉肌的运动障碍不明显。两三周后，病人的活动能力不断改善，可重获步行的能力，但肌张力持续增高，腱反射持续亢进。检查将发现：眼球运动正常，睑裂宽度正常，角膜反射正常，口周围肌轻度无力，损伤的对侧鼻唇沟略浅，表情强烈时嘴歪向损伤侧，伸舌时舌偏向非损伤侧。此外，患者不能鼓腮、吹口哨等。除此，面部随意运动大致是正常的，躯干肌运动也属正常。严重的瘫痪表现在四肢上。上肢展肌、提肌、伸肌、肘、指的伸肌，前臂的旋后肌，拇指对掌肌，下肢的髓屈肌、展肌、旋外肌，膝的屈肌，足和趾的背屈肌有严重的瘫痪。与此相反，上肢臂的收肌、旋内肌、肘屈肌，前臂的旋前肌，腕和指的屈肌，下肢的髓伸肌、股收肌、膝的伸肌、足的跖屈、内翻肌，趾屈肌，张力明显增高。这种病人有一种特有的体态和步态，即他们的肩处于内收和内旋的位置，肘屈成90度并略旋前，腕与指屈曲。走路时，瘫痪侧下肢，因髋关节和膝关节不能屈曲，欲前行，只能过分提高髋关节，足才能离开地面。此时，髋关节带动整个伸直的下肢，先向外再向前抛出，走路呈画圈样。足处于屈踝、屈趾状态，故足尖先着地，鞋底总是前半先磨损。此阶段的患者，腱反射亢进，常见膝反射和跟腱反射增强并可出现膝阵挛和踝阵挛，Babinski反射阳性，浅反射消失或减退。数月后，由于皮质下结构以及其他皮质区的代偿和有计划地训练使用其他肌，患者可获较多的运动能力。但患者肢体末端，特别是单个手指的运动，更特别是细致的技巧性运动，必将留下严重障碍。时间更长，瘫痪肌将有废用性萎缩和挛缩。

内囊损伤除上述运动障碍而外，还有对侧半身的一般躯体感觉障碍，对侧同向性偏盲和听觉轻度障碍。其中触觉比温觉受损更重，痛觉可以正常。

内囊损伤后的症状及其发展虽如上述，但实际情况远比这些复杂。内囊损伤多不是完全损伤。此区病变也有非常局限者，可有单纯的运动障碍综合征，或单纯的感觉障碍综合征，甚至也有单纯损伤皮质脊髓束而未累及皮质核束或者相反者。

(3) 大脑脚底病变：损害常见于肿瘤和血管病变。病变累及锥体束和动眼神经根，症状是同侧动眼神经弛缓性瘫痪，表现为上睑下垂，眼外斜，瞳孔放大，瞳孔对光反射和辐辏反射消失并有复视；同侧皮质核束损伤，表现为对侧面下部表情肌、颏舌肌痉挛性瘫痪；同侧皮质脊髓束损伤，表现为对侧上、下肢肌痉挛性瘫痪。因此处损伤既表现在同侧动眼神经损伤引起的同侧相应眼肌的瘫痪(软瘫)，又表现在同侧皮质脊髓束损伤引起的对侧上、下肢肌的瘫痪(硬瘫)，故属交叉性瘫。因损伤部位较高，故称上交叉性瘫或动眼神经交叉性瘫，也叫Weber综合征，此种症状对临床定位诊断很有意义。以上是假定整个脚底和动眼神经损伤之后出现的症状。临床损伤常不完全，因而症状多不典型。单纯的脚底损伤，因至眼肌核的纤维已经离开皮质核束，故不会累及眼肌运动。但眼肌核以下的躯体运动成分会有核上瘫，而且锥体束损伤的同时也会累及锥体外系的纤维。

(4) 脑桥基底部病变：症状随病损范围的大小而定。若病损已涉及面神经、展神经或者还有它们的核，则在对侧上、下肢肌，对侧颊舌肌痉挛性瘫痪的同时，还会有同侧面神经、展神经的弛缓性瘫痪(表现为同侧全部面肌软瘫、眼偏向内侧)。因既有同侧脑神经损伤症状，又有对侧上、下肢症状，故也属交叉性瘫，因位置在脑干中部，故又称中交叉性瘫，也称 Millard-Gubler 综合征。此症状在临床定位诊断很有意义。若病变累及内侧丘系，则会出现对侧深感觉障碍。锥体外系的纤维在此阶段多已离开锥体束，故此阶段损伤锥体束之后，对锥体外系的影响相对较小，对侧上、下肢肌瘫痪的同时，肌张力增高、腱反射亢进的程度相对较小。

脑桥病变多见于出血或栓塞，若范围较大时，病情常很凶险，常立即昏迷并伴有四肢软瘫、肌张力降低，瞳孔小如针孔，对光反射消失、腹壁反射消失。病情较缓的脑桥一侧病变者，症状才如上述。

(5) 延髓病变：脊髓前动脉栓塞可损伤一侧舌下神经和锥体束，表现为同侧舌肌软瘫并明显萎缩，伸舌时舌偏向患侧，对侧上、下肢肌痉挛性瘫痪。这也是一种交叉性瘫痪，因位置较低，故又叫下交叉性瘫，也叫 Jackson 综合征。此种损伤可伴有对侧本体感觉消失。若小脑下后动脉栓塞，则可能出现患侧的舌咽、迷走、副和舌下神经的弛缓性瘫痪。若累及三叉神经脊髓束，同侧面部浅感觉也可消失；若累及脊髓丘脑束，则可出现对侧半身浅感觉消失；若累及脊髓小脑前、后束，同时还会有对侧上、下肢运动失调。

(6) 脊髓半横断(Brown-Sequard 综合征)：此种损伤见于出血、肿瘤、脊髓空洞症或外伤。症状是病损段出现同侧的弛缓性瘫痪和浅感觉消失，对侧同段感觉过敏；同侧损伤段以下痉挛性瘫痪，本体感觉和精细触觉消失；损伤段对侧 1~2 节以下的痛、温觉消失。

(二) 锥体外系

目前对锥体外系 extrapyramidal system(图 5-235)一词的理解尚不一致。一种看法认为锥体系之外的一切躯体运动径路皆属锥体外系，另一种看法则把锥体外系局限在纹状体以及与它密切相关的结构，如红核、黑质、底丘脑核等的范围内。目前多持前一种看法，即锥体外系包括从大脑皮质到脊髓运动神经元的一系列结构，而以纹状体为主，后者临床上常用。

在种系发生上，锥体外系出现较早。鸟类以下的脊椎动物，纹状体是最重要的运动中枢，大部分本能性的活动(运动、防御、寻食、求偶等)是由它来整合的。低级哺乳动物的间脑和纹状体共同组成最高级的运动感觉整合中枢。它们的丘脑是感觉中枢；

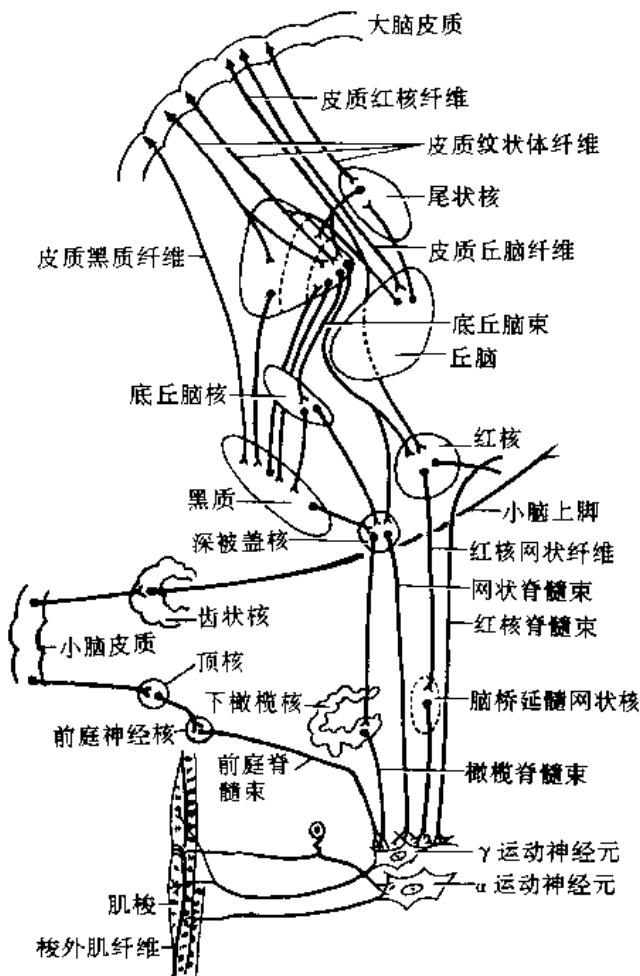


图 5-235 锥体外系

纹状体和下丘脑是运动中枢，纹状体控制着脑神经和脊神经的运动神经元，下丘脑则控制着内脏运动神经元。哺乳动物由于大脑皮质的发展和锥体系的出现，锥体外系渐退居从属和辅助地位。人脑锥体外系的功能主要是调整肌张力以协调肌的运动，维持姿势和习惯性动作，如走路时上肢的摆动。而锥体系主要是发动随意运动，特别是与四肢远端小肌群的精细动作有关。它们的关系，可以认为是锥体系所进行的精确的随意运动，是在锥体外系保持肌张力的适宜与稳定的条件下实现的。

1. 锥体外系的组成 锥体外系在皮质的起源非常广泛，它几乎遍布整个大脑皮质，但主要来自躯体运动区和躯体感觉区。它们是4、6区和3、1、2区，此外还有5、7、9、19、22、24和39区等。属于锥体外系的皮质下结构主要是纹状体，此外还有底丘脑核、中脑顶盖、红核、黑质、脑桥核、前庭核簇、小脑、脑干网状结构及其易化和抑制径路。从大脑皮质起源的锥体外系纤维，主要先到新纹状体换元，而后再到旧纹状体，此后还要在脑干和脊髓内多次中继，才能到达脊髓运动神经元(以 γ -运动神经元为主)。最后完成对锥体系运动的调节并可发动一些粗大的随意运动。锥体外系在下降的过程中，在不同水平有更多的其他联系和返回环路，其中有的可以上达大脑皮质，以反馈影响这一下行系统和锥体系的传递活动。

2. 锥体外系的主要下行径路

(1) 皮质-网状-脊髓束：此束的皮质起源广泛，但以躯体感觉运动皮质为主。纤维与双侧皮质脊髓束同行，其中部分纤维本来就是皮质脊髓束纤维的侧支。主要止于脑桥嘴侧网状核的尾侧部、脑桥尾侧网状核和延髓的巨细胞网状核。换元后，纤维下达脊髓，分别称为脑桥网状脊髓束和延髓网状脊髓束。前者由不越边纤维组成，后者兼具越边和不越边纤维。它们止于脊髓灰质全长Ⅶ、Ⅷ和Ⅸ层内的中间神经元。脑桥网状脊髓束几乎全部行于内侧纵束中(图5-232)。

(2) 皮质-红核-脊髓束：此束主要起自中央前回。上肢区的纤维止于红核背侧部，换元后发出红核脊髓束，止于颈髓Ⅴ、Ⅵ和Ⅶ层内的中间神经元；下肢区的纤维止于红核腹侧部，红核腹侧和腹外侧部的细胞发出下行纤维，加入红核脊髓束，止于腰髓和骶髓内的中间神经元。红核还通过小脑上脚接受对侧小脑的信息，而小脑又通过脑桥核和皮质脑桥束接受来自对侧大脑皮质的信息。因此，红核脊髓束实际上传递了大脑皮质和小脑皮质对脊髓的影响。此径路由交叉纤维组成，只是交叉反复进行，交叉的意义何在，还待研究(图5-236)。

(3) 皮质-顶盖-脊髓束：纤维广泛地来自额、顶、枕、颞皮质，但主要来自视皮质。止于上丘。上丘发出纤维交叉下行，组成顶盖脊髓束，止于颈髓Ⅵ、Ⅶ和Ⅷ层内的中间神经元(图5-236)。

(4) 前庭-脊髓束：又有前庭-脊髓外侧束和前庭-脊髓内侧束之分。前者起自前庭神经外侧核。纤维不交叉，纵贯脊髓全长，但主要止于颈、腰段Ⅷ层内侧部及邻近的Ⅷ层中央部的中间神经元，少量纤维止于Ⅸ层的中间神经元。作用是易化伸肌运动神经元、抑制屈肌运动神经元。后者主要起自前庭神经内侧核。纤维部分交叉，止于颈和上胸段脊髓的Ⅵ层和Ⅷ层，与颈部和上肢肌的运动有关。生理学认为此束为单突触直接通路，作用也可能是易化伸肌、抑制屈肌。前庭-脊髓束主要传递前庭器官对脊髓运动神经元的影响，但前庭核簇又接受古小脑的传出投射，故它们也反映了小脑对脊髓的影响(图5-227)。

(5) 橄榄-脊髓束：主要起自下橄榄核，止于上颈段脊髓的前角运动神经元。人类下橄榄核特别发达，传入纤维来源十分广泛，计有额、顶、枕、颞广大的皮质区以及尾状核、苍白

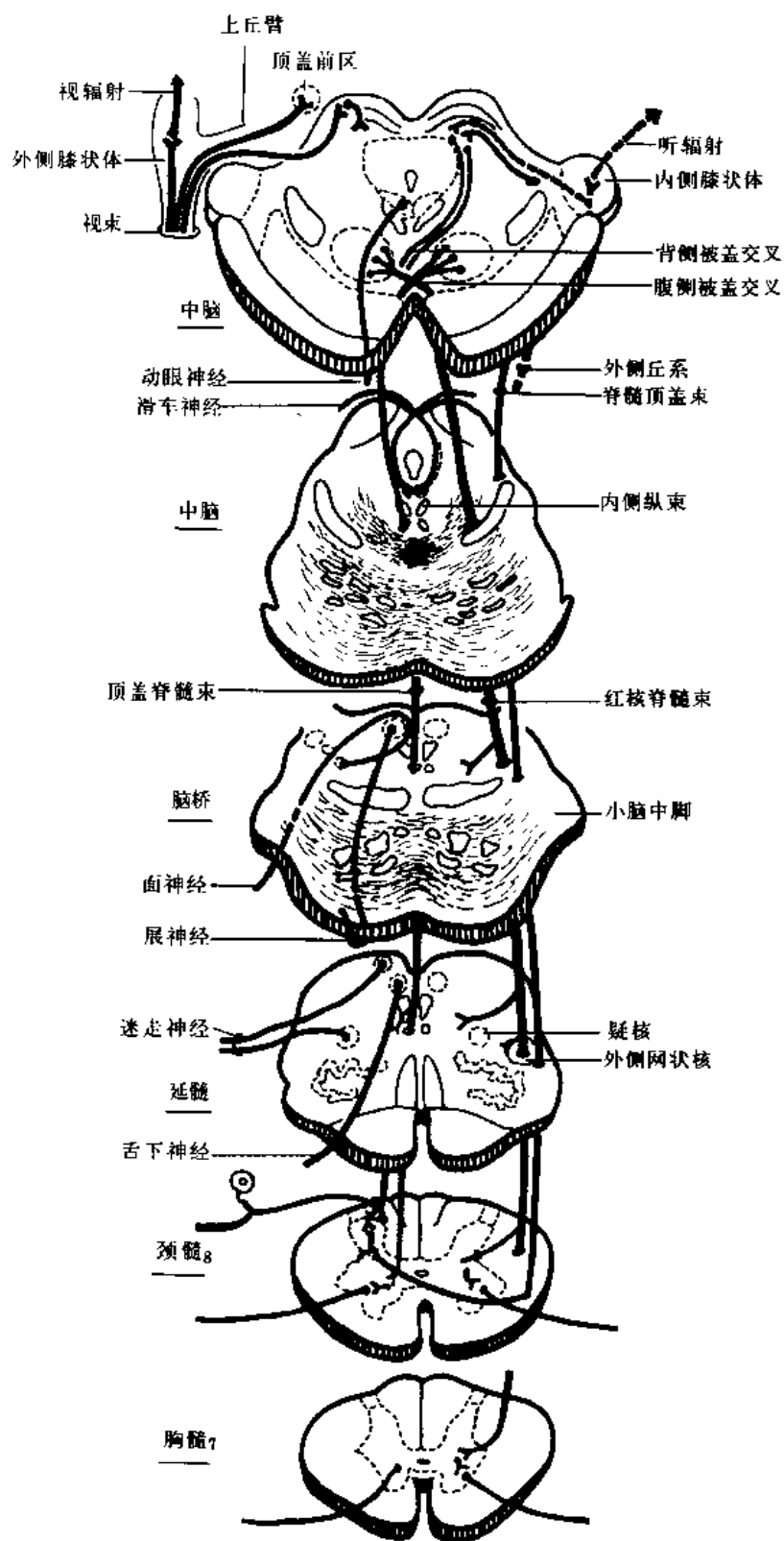


图 5-236 红核脊髓束及顶盖脊髓束模式图

球和红核等处；传出纤维主要是到小脑，橄榄脊髓束对脊髓前角运动神经元的易化亦或抑制作用，尚不清楚，但它是锥体外系下行径路，特别是基底核对脊髓运动神经元下行投射的一

个重要中继站，当属无疑。不过近年来对橄榄脊髓束是否存在，出现了一些怀疑。

(6) 内侧纵束：主要由下行纤维组成，纤维来源广泛，除脑桥网状脊髓束的纤维外，中脑被盖核可能接受苍白球的下行纤维，并由此发出纤维经内侧纵束止于脑干躯体运动核和脊髓前角运动神经元(图 5-227)。

(7) 苍白球-底丘脑-深被盖核-网状纤维：苍白球发出的下行纤维可以直接投射到中脑的深被盖核(脚桥被盖核、楔形核和底楔形核)，也可经由底丘脑束至底丘脑核中继，再止于深被盖核。深被盖核发纤维经网状结构，至脊髓前角的 γ -运动神经元，传导易化性或抑制性冲动。

(8) 小脑的传出通路：小脑除新小脑通过环形通路影响大脑运动皮质而外，旧小脑尚可由球状核、栓状核等中继，经红核脊髓束、网状脊髓束，影响脊髓的中间神经元；古小脑和旧小脑还可由顶核等中继，经前庭脊髓束、网状脊髓束，影响脊髓的中间神经元。

3. 锥体外系的主要环路

(1) 皮质-新纹状体-皮质环路：皮质至新纹状体的纤维主要起自躯体运动区、躯体感觉区和前扣带回，有些纤维就是锥体束纤维的侧支。它们经内囊止于新纹状体，后者发出的纤维主要止于苍白球。苍白球再发出纤维穿过内囊或绕过大脑脚底进入底丘脑。在此处一部分纤维向下投射；一部分纤维折转上行。止于背侧丘脑的腹外侧核和腹前核等处。最后由此二核发纤维投射到额叶皮质的躯体运动区。此环路的最后一环须经背侧丘脑，因此又称皮质-新纹状体-背侧丘脑-皮质环路。它是一条影响发出锥体束的皮质运动区的活动的重要反馈环路。实验证明，刺激尾状核对大脑皮质的运动活动起抑制作用，刺激背侧丘脑的腹外侧核，对运动皮质的自发性活动也有抑制作用。

(2) 新纹状体-黑质环路：自新纹状体发出纹状体-黑质纤维穿苍白球和内囊止于黑质；黑质再发出黑质-纹状体纤维，顺原路返回新纹状体。正常情况下，黑质细胞合成多巴胺，多巴胺经黑质-纹状体纤维运至新纹状体释放出来。如此，新纹状体的神经元就可对苍白球起抑制作用。异常情况下，例如黑质细胞变性，结果导致新纹状体内多巴胺含量明显降低，于是对苍白球的抑制性影响降低，最后使 α -和 γ -运动神经元的兴奋性过分提高，这是造成 Parkinson 病的主要原因。

(3) 皮质-脑桥-小脑-皮质环路：此环路的大脑皮质始点遍布于额、顶、枕、颞诸叶。起始后的纤维分别组成额、顶、枕、颞桥束，经内囊下行，通过大脑脚底的内侧部和外侧部，止于同侧脑桥核。脑桥核发出脑桥小脑束，经对侧小脑中脚止于对侧新小脑皮质。新小脑皮质由此接受大脑皮质正在进行或行将进行的随意运动的信息，整合后将信息传给齿状核。齿状核再发出纤维经小脑上脚交叉，止于对侧的背侧丘脑腹外侧核和腹前核。此二核最后再发出纤维上达额叶皮质的躯体运动区。这是锥体外系中又一条重要的反馈环路。此环路人类最为发达。

背侧丘脑的腹外侧核和腹前核不但接受苍白球和小脑齿状核两类重要投射，而且黑质也有纤维止于此处，因此是锥体外系重要的一环。

(4) 苍白球-底丘脑环路：苍白球发出纤维经内囊终于底丘脑核，后者发出纤维顺原路返回苍白球，对苍白球实施抑制性影响。一侧底丘脑核受损，同侧苍白球释放，患者对侧躯体可出现大幅度的颤搐运动。

(5) 皮质-苍白球-网状结构-脊髓-网状结构-纹状体-皮质环路：这是一条经由网状结构的环路。它起源于范围广泛的皮质，经苍白球、网状结构，到达脊髓运动神经元。而脊髓的上

行冲动经网状结构上达丘脑中央核，最后返回纹状体和广泛的大脑皮质躯体运动区。

在诸多的反馈环路中，皮质-新纹状体-皮质环路和皮质-脑桥-小脑-皮质环路是最重要的。在计划、发动、执行和终止运动等方面，大脑皮质的广泛区域主要作用于纹状体和小脑，而它们又反馈地通过背侧丘脑腹外侧核和腹前核，最终影响发出躯体运动的皮质区，使随意运动协调、精细和准确。因此也有人将锥体外系简单地归纳为新纹状体-苍白球系和皮质-脑桥-小脑系。属于前者的环路有皮质-新纹状体-皮质环路，新纹状体-黑质环路和苍白球-底丘脑环路等；与后者有关的环路是皮质-脑桥-小脑-皮质环路。

锥体外系一方面通过上述诸多环路调整大脑皮质躯体运动区的兴奋水平，另一方面又通过上述众多的下行束，直接影响或控制脑干和脊髓的躯体运动神经元。

4. 锥体外系的作用及其机制 中央前回之外的锥体外系皮质区可以发动一些粗大的运动，但高等哺乳动物的纹状体则大概不能发动独立于皮质之外的性质明确的运动。因此锥体外系的功能，主要是协调锥体系的活动。

锥体外系在调节骨骼肌的运动中，4区、6区皮质-新纹状体-背侧丘脑-4区、6区皮质环路和皮质-脑桥-新小脑-背侧丘脑-皮质环路的作用，最为重要。锥体系和锥体外系在大脑皮质、背侧丘脑、小脑、红核以及网状结构等综合作用下，共同完成躯体运动。众所周知，几乎所有的不正常的不随意运动，在睡眠时都停止，这就提示大脑皮质在运动障碍的神经机理上，起着重要的作用。由于许多锥体外系的径路都集中于苍白球，因此它可能是锥体外系重要的皮质下整合中枢。锥体外系障碍中相当多的是由于苍白球功能释放造成的，因此破坏苍白球是解除震颤性麻痹或强直的有效方法。背侧丘脑腹外侧核和腹前核接受大量的来自苍白球和小脑的纤维，自此发出纤维返回躯体运动皮质，因此这两个核是皮质下的又一重要运动整合中枢。此外，前已指出正常的底丘脑核对苍白球有抑制和调节作用，它的损伤也可使苍白球失去控制致使对侧出现不规则的严重颤搐。因此它也是一个重要的皮质下中枢。最后，就功能而论，小脑对随意运动的调节也是不可少的。它既可以通过环路影响皮质躯体运动区，又可通过前庭脊髓束、红核脊髓束、网状脊髓束，直接作用于脊髓的中间神经元，以实施对前角运动神经元的调节。小脑损伤后的症状也多与躯体运动有关。因此小脑也是一个重要的有别于锥体系的躯体运动调控中枢。

锥体外系对脊髓的最终作用，主要是作用于 γ -运动神经元。 γ -运动神经元的轴突称为 γ 纤维。 γ 纤维经前根出脊髓，止于梭内肌纤维两端有横纹的部分，使其收缩。此时，梭内肌纤维无收缩能力的中间部分被拉长，缠绕此部的螺旋末梢，即第一感觉末梢受到刺激而兴奋发放神经冲动，冲动沿第一类纤维即快传纤维(也称I A纤维)传入脊髓。I A纤维的终支直接与支配此肌的 α -运动神经元相突触，使之兴奋，该肌收缩。与此同时，I A纤维的侧支通过中间神经元与此肌的拮抗肌之 α -运动神经元建立联系，这种联系是抑制性的，结果使拮抗肌松弛。

静止状态的肌，由 γ -运动神经元和 γ 纤维(二者合称 γ -系统)决定其长度，以保持适宜的肌张力。 γ -纤维调节肌梭的收缩程度。如果肌梭收缩的程度比周围横纹肌的大，肌梭发放冲动的频率增加，反射性地使周围横纹肌收缩，导致静止状态的肌变短。如果肌梭比周围横纹肌松弛，肌梭发放频率减少，反射性地使周围横纹肌收缩减低而松弛，于是使静止状态的肌变长。随意运动时， γ -系统使行将运动和正在运动的肌保持适宜的张力，在此条件下， α -运动神经元才能使该肌进行恰如其分的随意支配的运动。 α -与 γ -运动神经元在这一过程中的配合，称为 α - γ 联合。

直立时，人上肢的屈肌和下肢的伸肌是抗重力肌。网状结构易化系统的作用使抗重力肌的张力增加，而网状结构抑制系统的作用是使抗重力肌的张力减弱。正常情况下，作用平衡。目前认为抑制系统没有自发性活动，只有在大脑皮质的始动下，抑制系统才起作用。但易化系统的活动就相反，它无须大脑皮质的始动，就可连续向下发放冲动。因此在上运动神经元损伤时，由于锥体外系与锥体系的纤维紧密相伴而同时受损，致使脑干网状结构抑制系统的作用降低或消失，不能抑制肌紧张而产生痉挛状态，如偏瘫患者上肢通常是痉挛性屈曲，下肢一般呈痉挛性伸直。

5. 锥体外系的损伤及其临床症状 锥体外系由于其构成复杂、行程分散，不少部位又与锥体系密不可分，这就造成了损伤后症状的复杂性。由于损伤部位不同，其症状亦各异。内囊以上病变，症状与锥体系者密不可分，见前文锥体系的皮质损伤。内囊以下以纹状体病变最为多见，其障碍或症状多是综合性的，计有肌张力增高-运动减少综合征和肌张力降低-运动增多综合征两种。如果把锥体外系损伤后的全部障碍或症状作一分析，其最基本的障碍有两种，即肌张力异常或紊乱和各种各样的不自主运动。但是临床实际上很难有与特定症征相对应的特定损伤，反之亦然。概述如下。

(1) 肌张力异常：有张力增高和降低两种。

1) 肌张力增高：是最常见的一种肌张力异常。肌张力增高通常认为是运动神经元过度易化造成的。其张力增高到如此程度，以致于随意运动，其中包括情感性运动(表情)也被抑制乃至消失。此类患者没有瘫痪，但形同瘫痪。不易改变也不常改变面部表情，长时间不眨眼，犹如“假面具”，长时间保持安静状态而无任何随意运动。他们可以有随意运动，但一切随意运动都困难。语言、咀嚼、吞咽缓慢而笨拙，写字笔划不平、颤抖。走路时，上肢不摆动，开始时，起步困难，双足缓慢擦地而行，但后来，两下肢交替的频率却越来越快，直至摔倒。人们称此为“慌张步态”。这种症状见于 Parkinson 征。运动贫乏的原因，部分是由于肌张力增高，部分是由于伴随肢体随意运动的某些姿势运动受到抑制造成的。广泛的肌张力增高(眼肌可能例外)和牵张反射增强，临床上称为强直 rigidity。就四肢而论，屈、伸肌均显强直。对四肢作被动弯曲检查时，检查者感到阻力均匀，犹如弯铅管一样，这种情况叫“铅管样强直”；若在均匀阻力的基础上，运动有间断的停顿，这种情况叫“齿轮样强直”。强直多见于广泛的额叶病变或锥体外系到延髓网状结构抑制区的纤维损伤。基底核病变也可出现强直，但此种强直仅表现为肌张力增高而无深反射改变。有人认为强直有赖于支配神经肌梭的 γ -系统的完整性，他们主张强直是 γ -运动神经元活动过度，致使核链梭内终末活动增加的结果，基底核病变出现的不伴有深反射改变的强直，是 γ 系统有缺陷造成的。

2) 肌张力降低：见于小脑疾患，不过较少见。机理可能是 γ -系统活动不足之故。大概是小脑易化作用减少，致使梭内肌纤维松弛，结果紧张性牵张反射不足，肌张力变低。

关于肌张力强弱的机理，简单地说，可以这样认为：张力过强状态是脊髓运动神经元的易化性输入过多的结果；张力不足是由于丧失了易化性影响或抑制性影响过强的结果。不过有人不同意这种假说，他们认为 Parkinson 征中的强直是对 α -运动神经元持续不断的兴奋性刺激的结果。

(2) 不自主运动：锥体外系病变造成的不自主运动，常见的有震颤、舞蹈样运动、手足徐动症、张力障碍性运动和偏身投掷症等。

1) 震颤：有两种。一种在静止时发生。此时，功能上拮抗的一组肌，以每秒钟 4~6 次

的频率交替收缩，以手指及上、下肢多见。可有交替的屈、伸、收、展、旋前、旋后等运动。如发生在手指，则可见手指如“搓丸样”运动。这种不是有意进行的自发运动，因发生在静止时，所以叫静止性震颤。这种运动实际上多见于参与半随意地维持姿势的那些肌，因此又称为姿势性震颤。因为此震颤是互为拮抗的两群肌的交替收缩，所以又叫做交替性震颤。这种震颤一但有随意运动即行终止，而情绪紧张时加剧，完全静止时可能不出现，睡眠时消失。这种震颤见于 Parkinson 征。另一种震颤总是伴随着随意运动而出现，而且是随意运动愈接近目标物时，不自主的震颤愈频繁，所以这种震颤又叫动作性震颤或意向性震颤。轻型患者，静止时可不出现此震颤，重型患者，长时间地维持头或肢体的姿势，可诱发此种震颤。此类震颤见于小脑疾患。

2) 舞蹈样运动：是一种无定型、突发、快速、基本上无目的，但又轻快、适度而复杂的肢体一系列的屈、伸、扭转等不随意的运动，并常伴有挤眉弄眼、努嘴歪舌等面部活动。这种运动可于静止时发生，也可在随意运动中出现，并常伴有肌张力降低。此类症状见于尾壳核病变。

3) 手足徐动症：是一种缓慢的不自主活动，多见于手指和足趾。见于手部者，可见指的交替过伸和过屈。屈指时常伴有屈腕、前臂旋前和上肢后缩。运动如此缓慢而扭曲，有点像蚯蚓蠕动，又似蛇行。手足徐动症有时可伴有面部的鬼脸动作。手足徐动时，肌张力过强，静止时，肌张力减退。本症见于尾壳核损害。

4) 张力障碍性运动：主要累及中轴肌和肢体近侧肌，导致脊柱颈、胸段或腰段严重的不自主扭转或旋转。运动时肌张力增高，静止时肌张力降低。病变部位主要是新纹状体的小细胞部。病理检查可发现该处变性，有时旧纹状体也有退行性变。原发患者多有家族史。

5) 偏身投掷症：也叫颤搐，是一个肢体由近侧肌始动而后移向远侧肌的大幅度猛挥，可伴有扭曲和转动。此类症状见于底丘脑核损害。

(3) 纹状体病变后的综合征：如前所述，锥体外系涉及部位虽广，但病变多见于纹状体，锥体外系损伤后的症状虽有肌张力障碍和不自主运动，但临床实际上的症状多是综合的。现将纹状体病变后的综合征综述如下。

1) 肌张力增强-运动减少综合征：即震颤性麻痹。临床常称 Parkinson 综合征或简称 Parkinson 征。其基本症状是静止性震颤、肌强直和动作减少。典型的强直是轻微的“铅管样强直”，但迅速扳动肢体(伸)时，可表现为“齿轮样强直”。目前认为此类患者病变部位主要在黑质和纹状体，有的可波及到大脑皮质和脑干网状结构。他们的黑质和新纹状体内多巴胺含量明显降低，从而导致苍白球释放，最终使得 γ -和 α -运动神经元均过度兴奋从而产生上述症状。鉴于此种认识，临床上给此类患者服用左旋多巴胺，或立体定位破坏苍白球，皆有一定效果。

2) 肌张力降低-运动增多综合征：此类患者可以有舞蹈样运动和手足徐动症。病变部位在尾壳核，不过也可波及大脑皮质、苍白球或丘脑。有舞蹈样运动的患者，新纹状体内的 γ -氨基丁酸等的含量明显减少，而多巴胺含量正常。因此，临床上多采用镇静、麻醉、耗竭或对抗多巴胺类药物(如利血平)等进行治疗，均可奏效。同时给予维生素 B₆，促使谷氨酸脱羧成为 γ -氨基丁酸，以增加其含量，也有一定的效果。不过应当指出，抗多巴胺类药物，若用药过量，显然又会引起 Parkinson 征。基于锥体外系径路，特别是其环路的研究，外科上曾设计了多种定向损毁某些结构或切断某些径路的方案，也曾获得了程度不等的效果。在这方面，大

多数外科学家认为破坏苍白球-丘脑纤维或齿状核-红核-丘脑纤维或二者都破坏是可行的。基于锥体外系的冲动经由锥体系下行，外科上也有人进行运动皮质选择性切除和皮质脊髓束的选择性切断以消除异常运动。

历史上有人曾将基底核病变后的症状粗略地归纳为两类，以用于诊断。一类叫做阳性症状，它们是震颤、手足徐动症、舞蹈样运动和颤搐。这一类症状可能是损害了控制纹状体的结构所致的一种释放现象，例如底丘脑核损伤就导致颤搐。另一类叫阴性症状，它们多表现为姿势固定、平衡和发音失常等。这一类症状可能是直接破坏了纹状体所致。

小脑损伤后对躯体运动的影响，表现为平衡失调、肌张力和对随意运动特别是精细运动调节的障碍以及运动的计划、学习、共济方面的障碍。此外，小脑损伤后也会有不自主运动，例如新小脑损伤后产生意向性震颤等。

综上所述，可以看出锥体系和锥体外系均起源于大脑皮质，两者在皮质的起点有广泛的重叠，只是锥体外系的起点范围更大一些。它们最终都止于脑干和脊髓的躯体运动神经元。锥体系比较直接地影响运动神经元，但锥体束也发出许多侧支终于锥体外系的皮质下结构，并可调节这些结构的的活动。反之锥体外系也通过反馈环路和许多下行径路影响和调节锥体系的活动。还有一点值得一提，即在发生上锥体外系也非全都古老，个别结构，如红核的小细胞部、脑桥的基底部、新小脑，在人类都高度发达，可见在系统发生上锥体外系也有相对的发展。而且在锥体束成熟前、受损后，锥体外系都有一定的代偿，仍可做一些粗笨的运动，再考虑到锥体外系在姿势维持中的作用以及二系在行程中不少部位实难分开等项因素，所以不宜过分强调锥体系和锥体外系的区分。实际上大脑皮质的运动功能是通过锥体系和锥体外系的协同作用来完成的。临床上，内囊或锥体束损伤时所出现的痉挛状态，大多是锥体外系的一些结构同时受损的结果。

皮质下行径路除锥体系和锥体外系而外，还有皮质丘脑纤维和皮质下丘脑纤维等。不过关于后者，意见尚不一致。

二、内脏运动传导径路

(一) 一般内脏运动传导径路

在机体的许多功能活动，例如消化、呼吸、泌尿、生殖等活动中，一般内脏运动和躯体运动都是密切相关的。又如在体温调节的产热和散热两个基本过程中，二者无疑也是密切相关的。只是躯体运动的线性传出，目前知之稍多，尤其是锥体系，而一般内脏传出，则了解甚少。内脏活动较为古老，它的传出一如它的传入，中枢与周围皆弥散而混杂，纤维联系不少部位是往返的，这就给它的研究带来了更多的困难。一般内脏传出径路，目前还很不清楚，通常公认它是一组弥散的多突触径路，简述如下。

1. 内脏运动的皮质代表区 比较弥散。一般认为有锥体外系新皮质中的 8 区等，锥体系中的 4 区等，边缘系统中的边缘叶、脑岛、眶回和海马等处。显然边缘系统是主要的，而且新皮质内是否存在内脏活动的代表区，至今仍有争议。

2. 内脏运动的皮质下结构 下丘脑无疑是一个首选部位。它既是一般内脏传出的一个重要中继站，又接受众多的传入纤维，其中特别是内脏传入纤维。因此，现在公认它是自主神经系统中，仅次于皮质的高级中枢，它的传入纤维十分丰富。有人描述过人类有始自 8 区、6 区的直接的皮质-下丘脑纤维，也有 4s 区和 9 区发出纤维至下丘脑的报导。其中有些虽有争

议,但较为肯定的有经穹窿接受来自海马的纤维;经由内侧前脑束,接受来自眶额皮质、嗅皮质及其皮质下结构的纤维;经由终纹等接受来自杏仁核簇的皮质内侧部、尾侧部等处的纤维,经由室周纤维和网状结构接受来自脑干和脊髓的内脏传入信息等。这些纤维都与内脏活动密切相关。近年来有人发现孤束核发出的纤维,可以直接投射至下丘脑的室旁核、背内侧核和弓状核,下丘脑发出纤维至自主神经的节前神经元,于是就建立了下丘脑与脑干乃至脊髓间的直接联系。此外,下丘脑还接受丘脑和纹状体的纤维。也有人提及视网膜的纤维可以至视上核和下丘脑的腹内侧核。杏仁核簇是一个仅次于下丘脑的内脏活动整合中枢。刺激杏仁核簇引起的内脏及自主神经反应,几乎与刺激下丘脑的效应相似。杏仁核簇的传入联系以嗅性纤维最为丰富;杏仁核簇与内脏活动有关的传出联系除上文提到的至下丘脑的纤维而外,近年来发现它的下行投射还可追踪到中脑,甚至到迷走神经背核和孤束核等。此外,一般认为纹状体,特别是新纹状体,也与自主神经有关。至于小脑,人们已证实,它确与自主神经的活动有关。不过主要的根据是动物实验,而且也缺乏明确的解剖联系径路。

3. 一般内脏运动的主要传导径路 the general splanchnesthetic descending pathway 通常认为额叶皮质经室周系至下丘脑;边缘系皮质的下行纤维由隔核中继,经内侧前脑束至下丘脑;锥体外系经由苍白球-下丘脑纤维至下丘脑。下丘脑发出的纤维经内侧前脑束、乳头被盖束、室周系和背侧纵束至脑干内脏运动神经核和脑干网状结构。脑干网状结构再通过网状脊髓束至脊髓的内脏运动神经核。其中,乳头被盖束和室周系及背侧纵束直接、间接或以其终支或以其侧支止于脑干中的内脏运动核,不过有的材料提及这些纤维还可止于三叉神经运动核、面神经核、舌下神经核,可能还有疑核。

近来证实,下丘脑特别是其室旁核、背侧区、外侧区、背内侧核的外侧部等可以直接投射到迷走神经背核和脊髓的中间外侧核,此外也可至孤束核。投射以同侧为主。

还应一提,下丘脑与皮质,特别是边缘系统,还有脑干内的某些有关结构之间存在着环路。

4. 一般内脏运动传导径路的损伤及有关的一些疾病或症状。

(1) 中枢性损伤:因内脏皮质代表区弥散,故一般程度的皮质损伤,带来的自主神经症状少见。

1) 下丘脑病变:常严重影响自主神经功能。常见的有体温调节障碍、水盐代谢障碍以及内分泌活动障碍。其中,体温调节,30年代人们普遍相信下丘脑前部有散热中枢,它的病损会引起体温升高,其机理虽已被现代生理学放弃,但视前区下丘脑前部是体温调节整合机构的中心(延髓、脊髓内也有,只是很次要)当无异议。该部的广泛损伤,体温调节中的散热、产热都会发生障碍。

2) 脑干病变:中脑损伤涉及动眼神经旁核,会影响瞳孔对光反射和调节反射。脑桥和延髓内除有Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ对脑神经的内脏运动核而外,生理学发现其中还有许多重要的生命中枢,特别是延髓,例如有心跳、呼吸、血压调节中枢等。如受压(例如脑疝)、穿刺或大面积的血管病变,常迅速致命。

3) 脊髓病变:因脊髓含有自主神经的低级中枢以及上位自主神经中枢的下行纤维,病变会引起一系列的自主神经活动的改变。其中常见的是排尿、排便障碍。脊髓腰骶段横断性病变,脊髓休克期表现为尿潴留;脊髓休克期2~3周之后,患者仅靠膀胱的周围反射弧来维持少许的机能,但因隔绝了与中枢神经系统的联系,膀胱容量甚小,1~2ml就排出,这种情况

称之为淋漓失禁。脊髓腰骶段以上的横断性病变，脊髓休克期表现为尿潴留，2~3周脊髓休克期过后，表现为周期性反射排尿，不受意志管理，称自动膀胱，膀胱的容量比正常的小，和肢体的上运动神经元损伤后的腱反射亢进相似。脊髓休克后可以恢复的自主神经反射还有血管张力反射、发汗反射、排便反射和勃起反射等。但因失去了高位中枢的控制，它们都不能很好地适应生理功能的需要。

(2) 周围性损伤：各种各样原因导致的周围神经损伤合并自主神经成分损伤后，也会带来相应的自主神经症状。其中常见的有第Ⅲ对脑神经损伤合并的瞳孔括约肌和睫状肌麻痹、第Ⅶ、Ⅸ对脑神经损伤合并的泪腺和唾液腺分泌障碍以及第Ⅹ对脑神经、盆内脏神经损伤带来的广泛的胸、腹、盆腔器官等的功能障碍。此外，无神经节巨结肠症也属此类。受累肠管无肠肌丛，肠管狭窄、无蠕动，造成内容物不能正常通过该段，从而导致其近侧段结肠扩张。基于此种认识，切除发育不良之狭窄段肠管，即可恢复正常活动。

(3) 几种常见的自主神经疾病或症状

1) Horner 综合征：眼球轻度内陷，瞳孔缩小，眼裂变窄，面部出汗少或不出汗、发红。乃交感系病变引起。中枢性 Horner 综合征，见于各种原因引起的交感神经中枢病变，症状不明显、不完全、有矛盾。周围性 Horner 综合征见于各种原因引起的交感神经周围部损伤，症状明显、完全、没有矛盾。

2) 反 Horner 综合征或 Pourfour du Petit 综合征：表现为眼球突出，瞳孔扩大，眼裂变宽，面部多汗。乃交感神经激惹现象，可能是 Horner 综合征的早期，也可能不是。

3) Adie 瞳孔：亦称强直性瞳孔。表现为瞳孔散大，直接、间接对光反射和调节反射消失或迟钝。病因不明，有人认为是副交感神经节后纤维病变，也有人认为是睫状神经节本身病变，也有人说此种情况下脊神经节细胞也有改变。

4) 心绞痛：无疑是一种自主神经范畴内的病变。粗略的病理过程是：冠状动脉收缩过度，造成心肌缺血，痛觉末梢被刺激，传入中枢而引起痛觉。自主神经在心肌活动中的作用是肯定的，但自主神经在心脏活动和冠脉循环中的调节作用，以及在调节过程中二者的关系，则是一个复杂的问题，其中某些机理至今尚无定论。

5) 所谓的消化性溃疡：病因复杂，最终表现多是副交感神经活动亢进，胃酸分泌超常，消化道蠕动增加。基于此，选择性迷走神经切除，曾有过一些效果。

此外，血管性头痛、面一侧萎缩或肥大、进行性脂肪营养不良、Raynaud 病所表现的上肢远端血管痉挛、四肢远端血管扩张引起的肢端红肿、体位以及血压调节障碍所致的体位性低血压等症也都与自主神经功能紊乱或损伤有关。

(二) 特殊内脏运动传导径路

此处所说的特殊内脏指的是来自第1鳃弓的咀嚼肌、下颌舌骨肌、二腹肌前腹、鼓膜张肌、腭帆张肌，来自第2鳃弓的而部表情肌、镫骨肌、茎突舌骨肌、二腹肌后腹，来自第3鳃弓的茎突咽肌以及来自第4~6鳃弓的咽和喉的横纹肌。特殊内脏运动传导径路 the special splanchnesthetic descending pathway 指的是由这些肌的皮质代表区至该肌的全部传出径路。此径路通常也由上、下两级运动神经元组成，上运动神经元指的是中央前回下部头面代表区内的锥体细胞，下运动神经元位于脑干，分别构成三叉神经运动核、面神经核和疑核。一般认为此径路是皮质核束的一部分，只是中央前回下部头面代表区，显然系指核心区域。有材料记载，刺激中央前回面部代表区，也可引起咀嚼和唾液分泌；刺激颞叶，也可引起两侧面部

运动；刺激边缘系统和岛叶的某些部位，也可引起与内脏活动相关的咀嚼和吞咽运动。关于传出通路，也有材料称下丘脑发出的室周纤维由中脑的中央灰质中继后在背侧纵束内下行，这些纤维在止于脑干自主神经运动核的同时，也有终支至三叉神经运动核、面神经核，可能也至疑核。

(姚铭举)

第三十一章 脑 室

神经管 neural tube 约在胚胎第四周末封闭。此时的管腔，各部的形态大致相同。此后，神经管的前端膨大成数个脑泡，最后发育成为成体脑之各部，其内的管腔也随之扩大，形成诸脑室 ventricles。大脑两半球内的室腔叫侧脑室；两侧间脑间的室腔叫第三脑室；中脑的内腔基本保持管状，叫中脑水管；脑桥、延髓和小脑之间的室腔叫第四脑室。神经管的后端仍保持原始的管状，发育成脊髓，其内的管腔亦不扩张，叫中央管 central canal，只是末端稍稍膨大，叫终室 terminal ventricle。各室腔的内表面有室管膜覆盖。内腔相通，并通过第四脑室与蛛网膜下腔相通，腔内充满了脑脊液。脑室的一些部位发育特殊，构成室周器官，脉络丛等。

第一节 各脑室的位置和形态

一、侧 脑 室

侧脑室 lateral ventricle(图 5-237, 238, 239, 240)位于大脑半球内，形状很不规则，大致与半球的外形一致，通常两侧对称。腔的内表面覆盖着室管膜，腔内充满脑脊液并有发达的侧脑室脉络丛。侧脑室的大小个体差异颇大，一般情况下，容量大约是 10~15ml。按其形态和位置，侧脑室可分为中央部、前角、后角和下角四个部分。

(一) 中央部

中央部 central part 是室间孔与胼胝体压部之间的部分，也称侧脑室体 body of lateral ventricle，因位于顶叶内，所以也叫侧脑室顶部。此部向内以室间孔与第三脑室相通。中央部大体上是一斜位扁腔，内上壁为胼胝体和透明隔；外下壁，自内面外由穹窿、侧脑室脉络丛、丘脑上面的外侧部(即附着板)、终纹、终静脉和尾状核构成，其中尾状核突入侧脑室，形成前

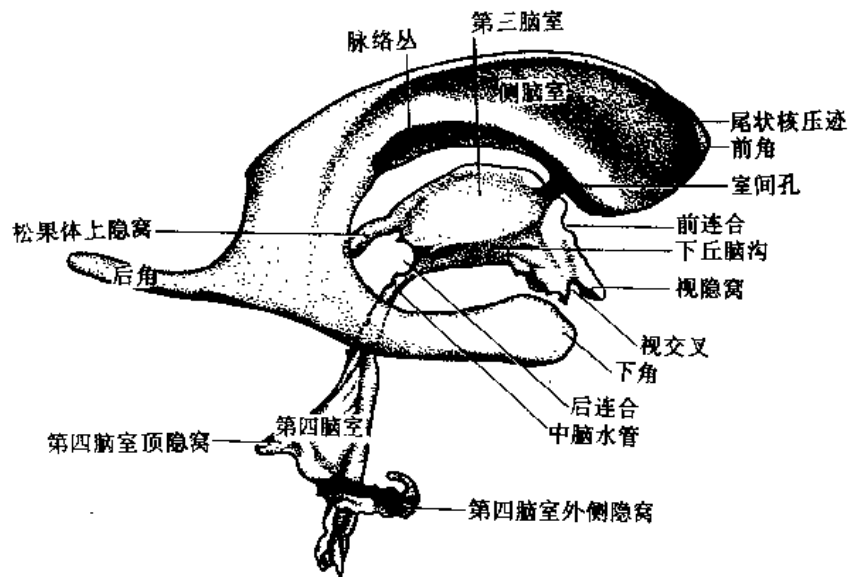


图 5-237 脑室造型图(侧面观)

后方向的纵行隆起。中央部的后端与后角和下角相移行，移行部为侧脑室最宽处，临床上称为三角区。

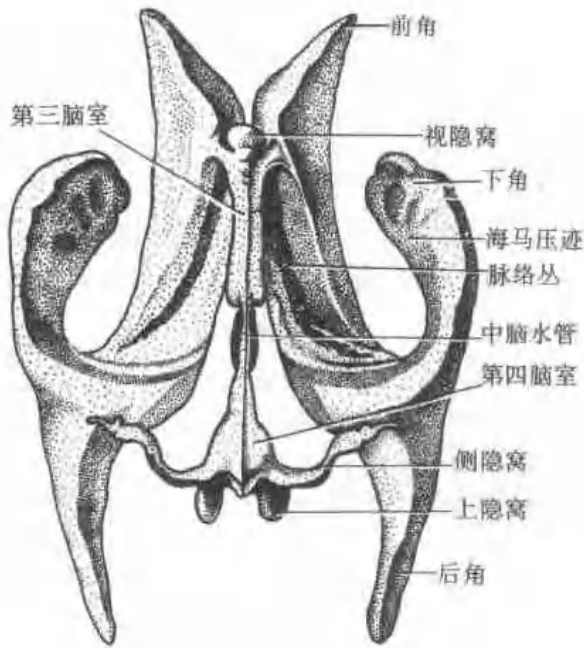


图 5-238 脑室造型图(腹面观)

(二) 前角

前角 anterior horn 即室间孔以前的部分，因突入额叶，所以也称为额角(图 5-237、238、239)。此部前端钝圆。前角在额状断面上呈三角形，顶壁和前壁成自胼胝体；腹外侧壁由尾状核头构成；内侧壁为透明隔。透明隔位于正中线上，张于胼胝体嘴、体和穹窿柱之间。两侧透明隔之间因受张力的影响出现一腔，叫透明隔腔 cavity of the septum pellucidum，有人叫它第五脑室，在胼胝体压部的前下方、穹窿连合的背侧有时也有一腔，有人叫它 Verga 第六脑室。它们与成自神经管的脑室系统毫不相干。

(三) 后角

后角 posterior horn (图 5-239, 240) 由三角区突入枕叶，亦称枕角。此角在发育上变

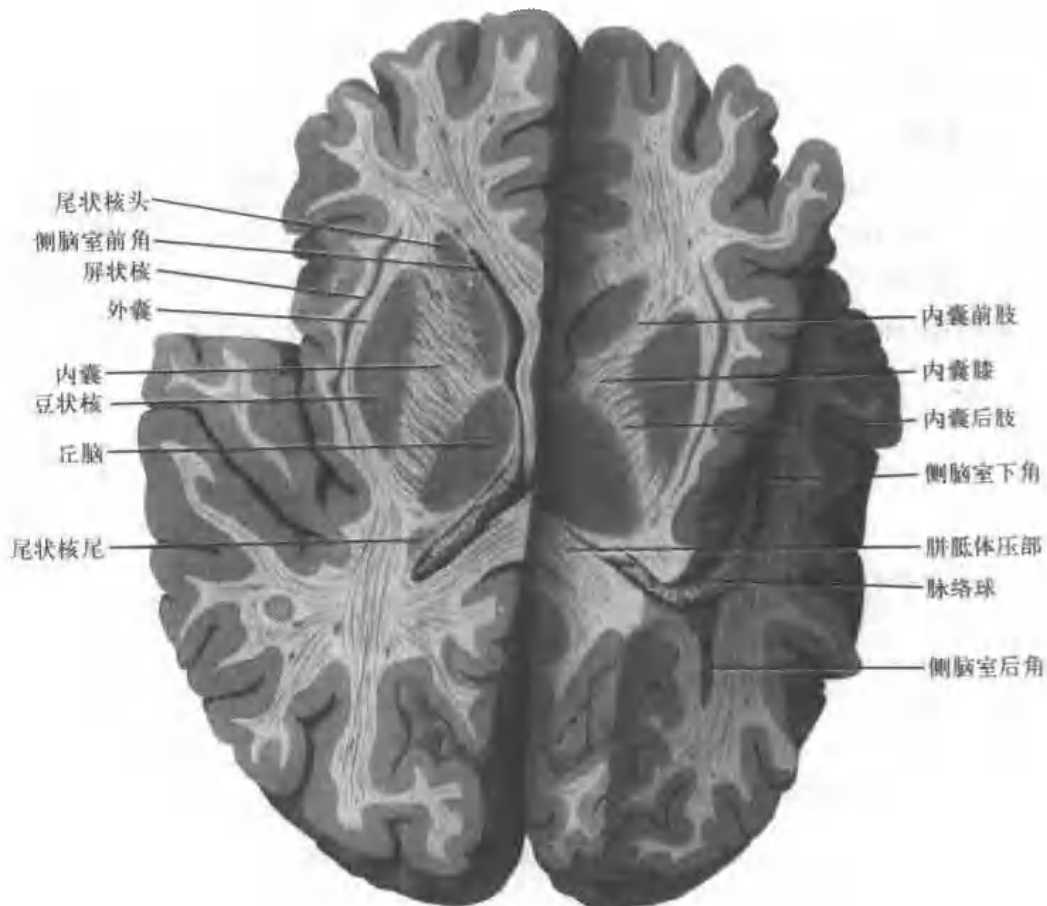


图 5-239 端脑水平断面示侧脑室

化很大，两侧常不对称，有的呈长管状，也可能缺如，一般为一短的三面锥体形，末端稍向内弯曲。顶壁和外侧壁为胼胝体放射到枕叶的一薄层白质纤维，称为内矢状层，也称胼胝体毯，内矢状层的外侧是外矢状层，成白视辐射。内侧壁成自两条前后方向的纵行隆起，背侧者较小，叫后角球 bulb of posterior horn 由胼胝体压部放射到枕叶的纤维组成；腹侧者较大，乃距状沟前部陷入之皮质，称禽距 calcar avis。后角的下壁由枕叶的髓质构成。

(四) 下角

下角 inferior horn(图 5-238, 239, 240)位于颞叶内，最大，由三角区于丘脑后方呈弓形弯向前，再转向下内方，终端距颞极约 2.5cm，长轴大致与颞上沟一致。下角中点的投影位于外耳门中心点向后 3cm，再向上 3cm 处。此点距体表约 5cm。下角的腔呈裂隙状。顶壁，外侧大部由胼胝体构成，内侧小部由尾状核尾和终纹构成。底壁的外侧部是侧副隆起 collateral eminence，此隆起成自侧副沟深陷之皮质，后端膨大，叫侧副三角 collateral trigone，底壁的内侧部是海马 hippocampus(Ammon 角)，海马乃自海马沟卷入之皮质，可视为海马旁回之延续。海马的前端膨大，称海马足 pes hippocampi，被 2~3 浅沟分为数个趾状隆起，称海马趾 digitations hippocampi。海马的上内侧面有一白色扁纤维带向后行进，称海马伞 fimbria of hippocampus，再向后逐渐离开海马，在胼胝体压部的下方移行为穹窿。海马与海马伞上有脉络丛覆盖。

沿穹窿有一半环形的脉络膜裂 choroid fissure，在侧脑室的中央部此裂位于穹窿和丘脑上面之间，在侧脑室下角则位于海马伞和终纹之间。此裂深处无脑实质，仅由一层室管膜封闭，软脑膜及其携带的血管于此处顶着室管膜突入侧脑室，并极度发育，形成侧脑室脉络丛

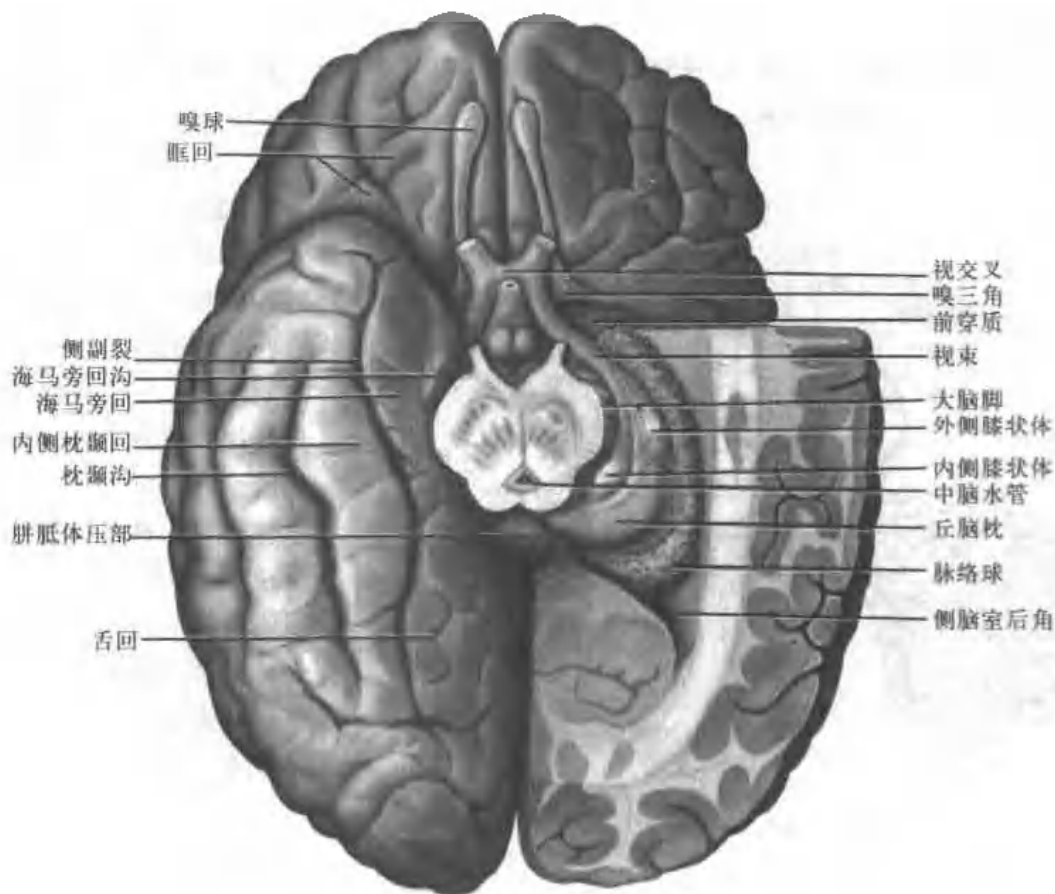


图 5-240 脑底剖面
示侧脑室下角

choroid plexus of lateral ventricle。侧脑室脉络丛在室间孔处与第三脑室脉络丛相连，向后经中央部转入下角。若将侧脑室脉络丛撕去，就可看到自室间孔沿着穹窿和海马伞进入颞叶的一条入为的弓形裂隙，这就是脉络裂的全长，也是侧脑室脉络丛的全长。所以侧脑室自室间孔向前伸的前角、自三角区向后突的后角内无脉络丛。不过脉络丛从中央部后端转向下角处，朝向后角的地方，发育极佳，称为脉络球 choroid glomus。

二、第三脑室

第三脑室 third ventricle(图 5-237, 238, 241)是两侧间脑之间的稍宽的垂直裂隙，呈正中矢状位。其前部以室间孔与左右侧脑室相通，向后经中脑水管与第四脑室相通。可区分为顶、底、前、后和两侧壁。

(一) 顶壁

成自第三脑室脉络组织，张于两侧丘脑髓纹之间。此壁在标本上极易损毁，撕掉后的残余部分，称为丘脑带 thalamic tenia。夹在大脑横裂中的软脑膜，形似等边三角形，尖向前，底向后。此处软脑膜实属两层，上层贴附在胼胝体和穹窿的下面，下层粘附在第三脑室的室管膜和丘脑后部的上面。横裂中的软脑膜形成皱襞，称为第三脑室脉络组织 tela choroidea of third ventricle。此处脉络组织的内面有两条前后纵行的血管丛，顶着室管膜突入第三脑室，形成第三脑室脉络丛 choroid plexus of third ventricle，分列于中线两侧，前端在本侧室间孔处与本侧侧脑室脉络丛相连，后端至松果体上方。

(二) 底壁

主要由下丘脑构成。从后上斜向前下，分别由后穿质、乳头体、灰结节、漏斗和视交叉构成。在漏斗处，室腔延入漏斗，构成隐窝，称漏斗隐窝 infundibular recess。漏斗的尖端连于垂体。

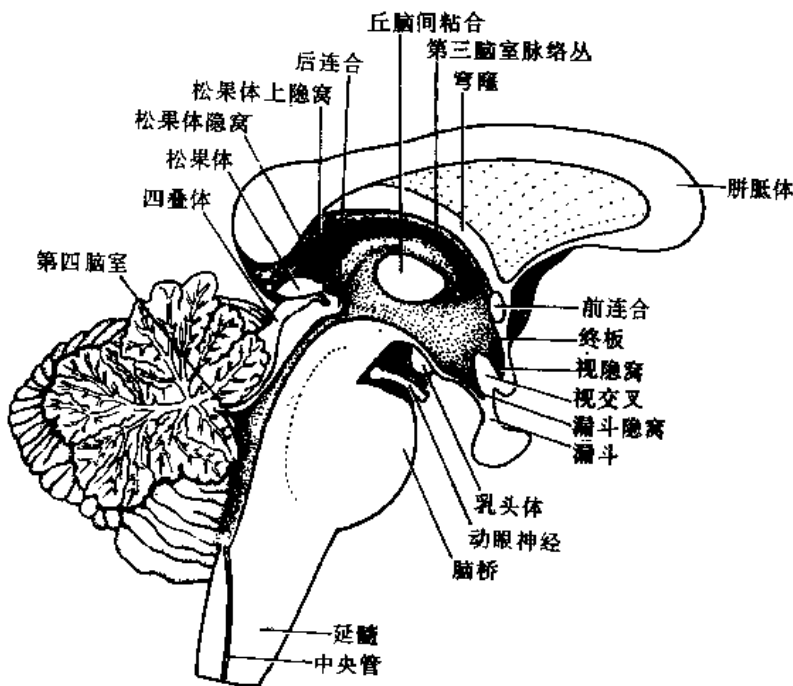


图 5-241 脑干矢状面
示第三、四脑室

(三) 前壁

下部由终板构成，上部由前连合和穹窿柱构成。终板来自原始神经管的嘴侧端，为一薄层灰质，实属端脑，前连合是一横贯终板上端之古老连合纤维束，再向上与胼胝体的嘴板相移行，移行部的后方为穹窿柱。穹窿柱的后方，有一孔，即室间孔 interventricular foramen，也叫 Monro 孔，孔的后界是丘脑前结节。前壁在室间孔的前方与顶壁相接，在视交叉的上方与底壁相接。后者形成一三角形隐窝，叫视隐窝 optic recess。

(四) 后壁

上部成自纒连合、松果体和后连合；下部是大脑脚的前端，此处再向下移行于底壁的上端。室腔突入松果体柄内，形成松果体隐窝 pineal recess，在松果体的上方还有一隐窝，叫松果体上隐窝 suprapineal recess。

(五) 侧壁

上部由背侧丘脑内侧面构成，下部由下丘脑和底丘脑构成，二者之间以下丘脑沟为界，前者约占 2/3，后者约占 1/3。下丘脑沟前起室间孔，行向后下，延入中脑水管。侧壁的上界为丘脑髓纹。两侧背侧丘脑之间有丘脑间粘相连接，不过约有 30% 的人缺如。

三、第四脑室

第四脑室 fourth ventricle(图 5-237, 238, 241, 242)是菱脑内腔扩展而成的菱形室腔，位于脑桥、延髓和小脑之间。底为脑桥和延髓背面的菱形窝，详见前文。上角，借中脑水管与第三脑室相通。下角，延入延髓未开放部的中央管。顶，似帐篷，从前上向后下，分别由上髓帆 superior medullary velum、小脑白质、下髓帆 inferior medullary velum 和第四脑室脉络组织 tela choroidea of fourth ventricle 构成。上、下髓帆皆为薄层白质板，内覆室管膜，前者张于两侧小脑上脚之间，向前没入中脑。上、下髓帆在小脑白质内以锐角相遇，连于小脑，此点恰在小脑小舌和小结之间。室腔在此处形成一个尖朝向后上方的隐窝，称为第四脑室顶隐窝 recessus fastigii of fourth ventricle。下髓帆向后下方延伸距离很短，渐变菲薄，移行于第四脑室脉络组织。后者附于菱形窝下半的两侧缘，其下部附于两侧薄束结节之间的部分称为帆 obex。扯去脉络组织，残留之附着缘，叫第四脑室带 tenia of fourth ventricle。于中线近下角处，第四脑室脉络组织有一小孔，直径约 1mm，叫第四脑室正中孔 median aperture of fourth ventricle，也叫 Magendie 孔，孔的下界是帆。然而，此孔并不规则，而且实际上常是第四脑室顶的后下部的一个缺损处，偶尔也可完全不通。两个外侧角先在小脑中脚下方向外延伸，越过小脑下脚后再转向腹侧，形成第四脑室外侧隐窝 lateral recess of fourth ventricle，隐窝的末端形成一孔，叫第四脑室外侧孔 lateral aperture of fourth ventricle，也叫 Luschka 孔，孔的内侧界是小脑下脚，外侧界是小脑的绒球。整个第四脑室以两个外侧角之间的距离为最宽。

第四脑室脉络组织是指第四脑室顶壁的一层薄膜，它的外面是软脑膜及其所含的血管，内而是一层室管膜细胞，即上皮性脉络板 lamina chorioidea epithelialis。富有血管的软脑膜顶着室管膜突入脑室，被覆着软脑膜和室管膜的血管反复分支，形成丛状，即所谓第四脑室脉络丛 choroid plexus of fourth ventricle。第四脑室脉络丛分为纵横两部，两横部以水平位向两侧延伸，其外端可经外侧孔突入蛛网膜下腔；纵部上端与横部内侧端相接，

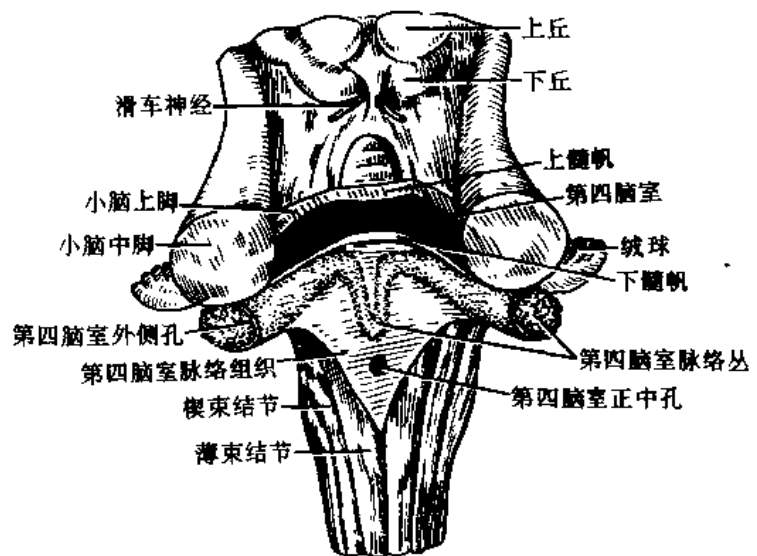


图 5-242 第四脑室脉络丛

两纵部平行走向尾侧，两下端常相会合而经正中孔突入小脑延髓池。脉络丛产生的脑脊液充满脑室，并经外侧孔和正中孔流入蛛网膜下腔。

四、中脑水管和中央管

(一) 中脑水管

中脑水管 mesencephalic aqueduct 即大脑水管 cerebral aqueduct, 也叫 Sylvius 水管。乃中脑的室腔, 在发育的过程中变窄, 基本上呈管状, 穿行于中脑的中央灰质之中, 内衬室管膜, 充满脑脊液, 是第三、四脑室之间的通道。中脑水管整体上呈一弧形, 长约 7~15mm, 分前上、后下两部。前上部为水平部, 后下部为垂直部, 二者的夹角约为 130°, 交点恰在上、下丘之间。中脑水管前端通第三脑室, 开口的背侧恰是后连合, 腹侧是第三脑室的后部。中脑水管后端与第四脑室上角相移行。中脑水管的管径前上部较细, 后下部较粗, 平均 2~3mm。管腔横断面, 颅侧和尾侧近似三角形, 中段圆形或椭圆形。中脑水管阻塞是脑脊液循环受阻常见的部位之一。

(二) 中央管

中央管 central canal 由原始神经管的尾侧段内腔发育而来。因神经管的尾侧段发育迟缓, 始终保持柱状, 故其内腔也基本上呈管状。此管纵贯脊髓全长, 末端封闭, 上端延入延髓的未开放部, 并与第四脑室下角相移行(图 5-241, 243, 254)。

在胚胎的发育过程中, 神经管尾侧段的管腔, 两侧也曾有过界沟, 管腔断面大体呈菱形。界沟的腹侧为基板, 背侧为翼板。两侧基板间的部分为底板, 两侧翼板间的部分为顶板。底板和顶板皆甚薄。随着基板和翼板的发育, 两侧基板之间形成脊髓的前正中裂; 两侧翼板则挤压了管腔的背侧部分, 剩下的腹侧部分, 内腔更行狭细, 在胚胎第三个月时变圆, 而成中央管, 并保持终生。唯下端有一小的梭形膨大, 叫终室 terminal ventricle。虽然脊髓是分节的, 在发育过程中, 管腔于体节间也曾短暂地有过局部膨胀过程, 称为神经管节 neuromeres, 但在已分化成熟的脊髓中, 这种膨胀不复存在。

胚胎和新生儿的中央管, 管腔轮廓尚清晰, 中央管的腔面也衬覆着室管膜细胞, 腔内充满了脑脊液。而成年人的中央管, 腔面的室管膜细胞常断开而不连续, 腔内充满了吞噬细胞和胶质细胞的突起等, 致使管腔形如裂隙, 仅肉眼可及, 且常阻塞, 甚或消失。

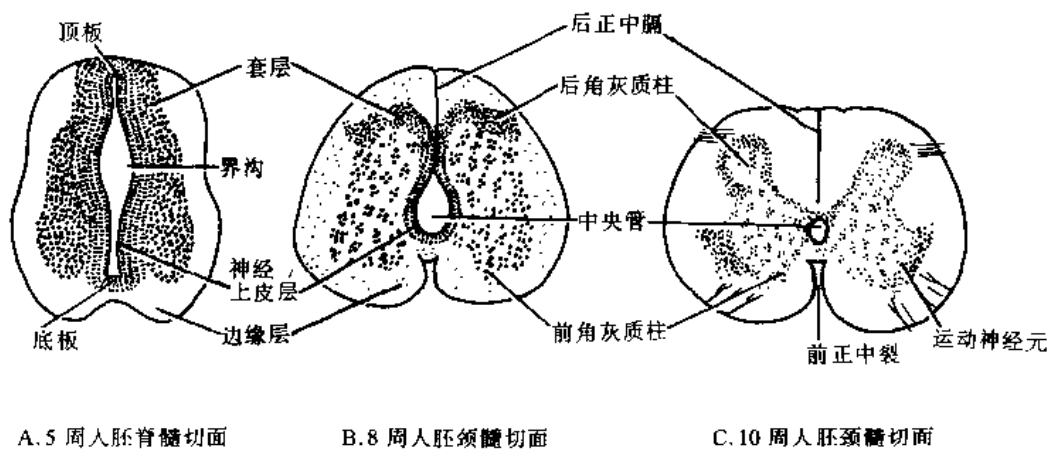


图 5-243 脊髓的分化图解

示脊髓中央管的演化过程

五、脑室造影与颅脑局部定位法

(一) 脑室造影

早年在临床脑定位诊断中广为应用。近年来，由于CT、特别是核磁共振技术的问世和发展，已可不用造影就能看到脑实质、脑室及其与颅骨的分。但脑室造影术迄今仍有一定的生命力。它的作法是先作脑室穿刺，抽去适量的脑脊液后，再注入适量的气体或造影剂，再作普通X线摄影。根据脑室系统的移位、缺损或变形等，除可诊断脑室本身和脑脊液循环等方面的疾患而外，更常用于颅内的占位性病变之检查，对CT和核磁共振有时也是不可少的辅助手段(图 5-244、245)。

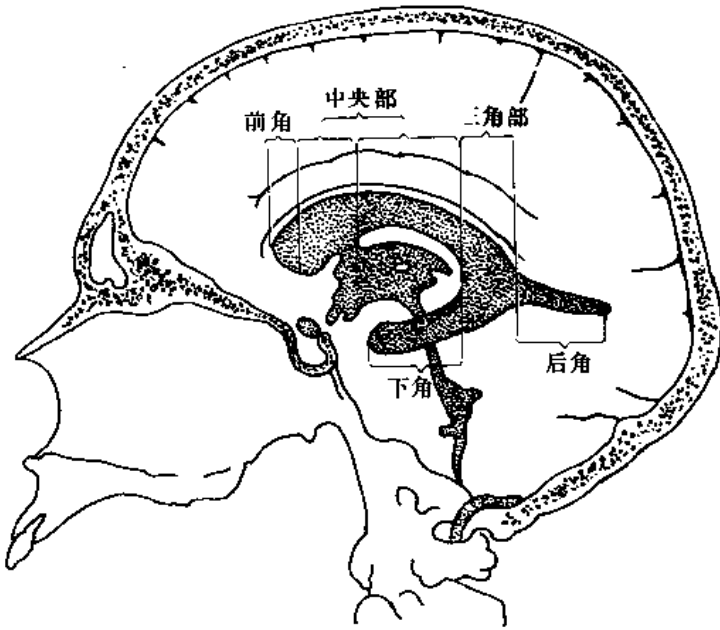


图 5-244 脑室造影侧位像示意图

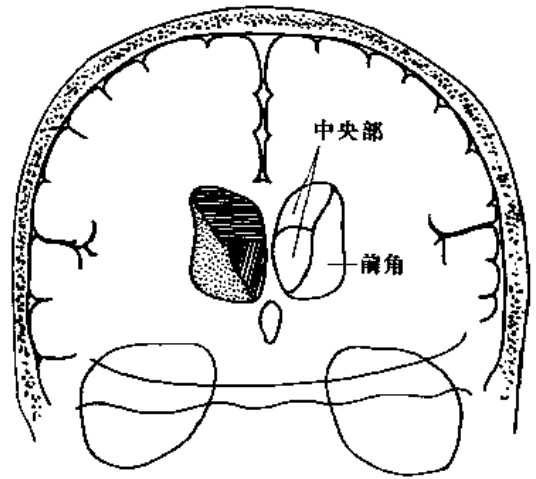


图 5-245 脑室造影前后位像示意图

(二) 颅脑局部定位法

脑部手术时，术前必须了解各脑叶、主要沟、回等的局部定位，以便选择恰当的开口。临床上常用的定位标志线如下(图 5-246)。

前后方向的直线有三条。正中矢状线：为眉间与枕外隆凸间，皮肤表面的一条弧形连线。下水平线(AB)：为眶下缘与外耳门上缘间的连线。上水平线(CD)：为眶上缘向后，与下水平线平行的一条线。

与上述三条线垂直的线也有三条。前垂直线(EF)：是通过颞弓中点的一条垂直线。中垂直线(GH)：是通过下颌关节中心点的一条垂直线。后垂直线(IJ)：是通过乳突基底线后端的一条垂直线。

后垂直线与正中矢状线的交点 K，

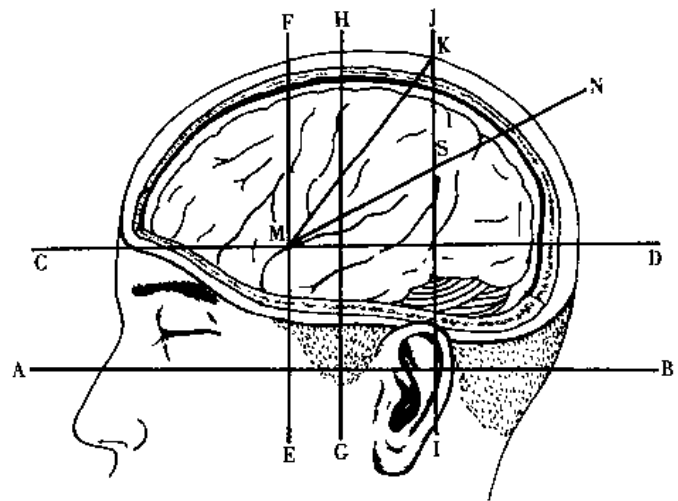


图 5-246 颅脑定位示意图

相当于中央沟的上端。前垂直线与上水平线的交点为M。M与K的连线可代表中央沟的投影线。M点约与翼点相当，大脑外侧沟的前端投影于此，脑膜中动脉的前支经过此点，大脑中动脉的始点也投影于此。中央沟投影线与上水平线间形成 $\angle KMD$ 。此角为一锐角，其分角线MN与后垂直线相交于S。此分角线的MS段就是大脑外侧沟的投影线。

第二节 脑室壁

脑室系统的壁，由内而外由室管膜、室管膜下层和间质层组成，有一定的功能意义。

一、室管膜

室管膜 *ependyma* 指的是成体各脑室，中脑水管和脊髓中央管腔面的上皮，来源于胚胎期神经管的室管层。在胚胎期，室管层出现颇早且存在时间很长。起初，室管层的细胞只发生室管膜细胞。在中枢神经活跃生长期，此层还发生成神经细胞和胶质细胞。最后，室管层的细胞停止分裂，分化为室管膜细胞 *ependymal cell*。这种细胞是脑室系统腔面最多的一种细胞，第三脑室的下丘脑部还有一种长突细胞。此外脑室系统的腔面还有一些其他细胞。

(一) 室管膜细胞

室管膜细胞为上皮性细胞，它们的基部不伸出长的突起。成年动物此类细胞有单层扁平、立方和柱状三类，因部位而异。细胞的游离面多有纤毛。纤毛间有许多短小的突起，有的像微绒毛，有的甚不整齐，只是细胞表面的一些小突，有些突起内含有小泡和微丝。纤毛和绒毛的形态、数目和排列方式有明显的部位和时间差异。这些细胞的顶端以及相邻的细胞间，光镜下可见到闭锁堤，它们是由缝隙连接和粘合小带组成的。除某些区域，如最后区和正中隆起之外，一般没有紧密连接。在透射电镜下，细胞侧面构造比较简单，相邻的细胞膜间有2~3nm的细胞间隙。实验证明，HRP和镉等大分子可穿过这些间隙。细胞核较大，多为较规则的卵圆形，常位于细胞中央，胞质内含一般的细胞器。

相邻的细胞间有小束的神经纤维。有的纤维可伸到腔面，有的纤维有小结状或大球状末梢，末梢内含线粒体、透明小泡和致密心小泡。实验证明末梢内主要含5-羟色胺。有人猜想这些小泡大概释放到脑脊液中。还有人发现有的末梢似与室管膜细胞形成突触，不过末梢中的小泡并不集中在接触部。因此这些神经纤维及其末梢的意义还不大了解。

(二) 长突细胞

这些细胞也来自胚胎的室管层，它们的基部发出分支或不分支的突起。这些细胞主要位于第三脑室的腹侧壁以及顶壁。它们的突起至少可以伸到室管膜下的毛细血管，形成终足，长的突起甚至可以穿过脑实质而至脑的表面。例如，有人见到第三脑室的长突细胞的突起伸到下丘脑的各个核团。其中，可以穿过弓状核，在弓状核的毛细血管或正中隆起两侧的脑表面，形成终足；漏斗隐窝的长突细胞的突起，可伸到毛细血管附近，其内含有多种形状不规则的小泡和颗粒。有人见到弓状—结节漏斗束的神经纤维的末梢贴附于长突细胞和胶质细胞，形成类似于化学性突触的连接。

室壁内的长突细胞可以成群存在。它们的胞体也位于室管膜中。细胞核形状不规则或长圆形。在电镜下，细胞质的电子密度比室管膜细胞者略深。细胞的腔面有许多细小的胞质突起，长度和粗细较一致，形似微绒毛。这些小的突起，有的可分支，有时见到分支的末端又并合，包裹了小滴脑脊液。长突细胞的腔面也有纤毛，但纤毛比室管膜细胞者少。长突细胞

的胞体间常夹以无髓神经纤维，这些纤维可以是轴突，也可以是树突。有时成束的神经纤维被长突细胞完全包裹，但未见突触结构。

(三) 其他细胞

1. 接触脑脊液的神经元 尽管室管膜将神经组织与脑脊液分隔开，但脑室和脊髓中央管管壁或腔面，仍残留一些神经元，直接暴露在脑脊液内，现在人们称其为接触脑脊液的神经元系统 the cerebrospinal fluid-contacting neuronal system，它们是中枢神经系统的正常组成部分。不过也有人持保留态度称它们为神经元样细胞。它们的细胞体或位于室管膜上皮细胞间，或贴于室管膜腔面，或位于室管膜下层，也可位于脑组织或脊髓组织深部，仅突起伸入腔内。它们可以单个存在，也可以成团、成排出现。整个脑室系统，包括中脑水管和脊髓中央管皆有此类神经元，但第三脑室下部，特别是室周器官更多，例如漏斗隐窝和视隐窝等处。这些神经元多是双极的，但也有多极者。细胞表面形态不一，突起有粗的、扁的；有的表面光滑，也有呈串珠状的，可单根在室管膜上皮细胞表面延伸，或成束漂浮在脑脊液内，可与邻近同样的突起交织成网，也可穿行于室管膜上皮细胞之间，甚至伸入深部的神经组织。突起终末彼此间可以有突触，也可与室管膜上皮细胞作突触样接触，有的分布于脑血管壁上。细胞表面可以有无数的小泡和隆起，并被交叉的纤维网所覆盖。有的细胞可分泌或吸收生物活性物质。

鉴于多数神经元为双极神经元，树突进入脑室系统，且末端可有纤毛，受刺激后树突内的大颗粒囊泡向胞体方向运动，树突的纤毛与 Reissner 纤维(见下文连合下器)相接触，直接、间接影响运动神经元的活动，以及下丘脑第三脑室壁内脏感受器的生理学研究，使人们相信它们有感受器的功能。切断缰核脚间束或破坏中缝核，上丘脑室管膜的神经纤维全部消失，该处室管膜细胞也随之由立方变为扁平、室管扩大约 60%，上皮细胞的微绒毛数量减少，细胞内的滑面内质网池消失，溶酶体增多。凡此种种，人们设想这些神经元可能有调节室管膜的分泌、维持室管膜细胞的形态和调节纤毛运动的功能。

此外，人们已经证明此种神经元分泌的生物活性物质是重要的。它们的品种繁多，数量丰富。例如在终板血管器官和第三脑室表面的神经纤维处可以见到大量的促黄体激素释放激素和促甲状腺激素释放激素。有人证明下丘脑去神经支配后，促黄体激素释放激素在第三脑室脑脊液内的含量明显增高。分泌机制，一般认为是其树突感受刺激，通过其胞体的功能活动，产生分泌物质，最后由轴突释放出来。

过去的神经解剖学认为下丘脑的促激素释放激素，是释放入垂体门脉，运至垂体前叶面起作用的。而现在，人们发现下丘脑的神经内分泌细胞首先将神经激素释放入脑脊液，而后由室管膜上的长突细胞吸收，将其转运到垂体门脉的毛细血管内。从而为下丘脑控制垂体前叶功能，开辟了第二条途径。

除此之外，这些神经元还可以通过与室管膜上皮细胞、包括长突细胞的突触样连接，影响其内分泌过程。

2. 腺上皮细胞 细胞内含有较多的 PAS 阳性物质。这些细胞有时似乎可以把其释放入脑脊液。这些细胞也多见于第三脑室下部。

二、室管膜下层和间质层

有的著作记载室管膜下层由室管膜下神经胶质纤维组成，间质层由室管膜下神经胶质细

胞组成。也有人记述室管膜下层由星形胶质细胞突起组成的网丛和其下的大星形胶质细胞组成。显然，这只是描述的不同。成年食肉类和灵长类动物室管膜的深方大部分有此结构。前已述及，室管膜由胚胎时期的室管层衍生，此层在胚胎发生早期是细胞的活跃增殖区。后来细胞增殖渐由胚胎的室管膜深侧的这些结构担当，最后这些结构才变成成年动物的室管膜下层，或者说室管膜下层和间质层。不过，刚成熟不久时，某些脑室区，例如大鼠侧脑室前角，特别是在尾状核与胼胝体交角处，该层有3~5层的小细胞，还常见到细胞有丝分裂变成胶质细胞。有的实验说明成年低等动物大部分室管膜下的这些结构仍保留生发功能，在切除了的脑组织处尚有再生能力。推测有些细胞可分裂替补室管膜的细胞，也有人推测该层中的细胞可能是某些脑瘤的来源。

三、脑室壁的功能

日前对脑室壁特别是室管膜的细胞的分类，意见尚不统一，故各书中对有关细胞的类型和命名颇不一致，造成了一些人为的混乱；对各种细胞的功能，见解也有分歧。一些功能尚是推测性的，对有些结构变化的意义也不知道。已知脑室壁的功能，因为部位不同，有所差别，时期不同，也不尽一致。现仅就其一般功能概述如下。至于特殊部位，例如室周器官，其中包括脉络组织和脉络丛，见下文。

(一) 支持和保护

目前还是一种猜测，因为哺乳类的室管膜是否具有类似于星形胶质细胞所承担的支持功能，还不清楚。只是有人推想长突细胞的长突可能对脑室提供一定的支持，尤其是低等脊椎动物。因为灵长类室管膜下层细胞的突起有一定的配布方向，于是有人认为就是这种因素保持了脑室的形状，使脑室保持开敞。

(二) 分泌

包括两个方面。一是有人在电镜下看到一些神经末梢含有小泡或颗粒，似可释放入脑脊液。认为这是一种神经分泌 *neurosecretion*。只是如何分泌？小泡和颗粒的性质？还缺乏直接的证据。另一种方式是室管膜分泌 *ependymosecretion*，即真正的室管膜上皮细胞，也就是室管膜细胞的分泌。这方面的观察较多。某些特定部位的室管膜细胞，肯定有分泌作用。例如有人在扫描电镜下看到兔脑的穹窿下器，一些细胞的腔面覆盖着一层蚯蚓粪样的分泌物，而且确定它们是由室管膜细胞顶部内的小泡排出的。电镜下见到不少部位的室管膜细胞的腔面具有各种各样的泡状突起，特别是第三脑室下部，它们的功能大概是分泌。这些突起的形态与时间或季节有关，说明分泌与某些功能状态有关，例如年龄和生殖周期等。

(三) 转运

这显然与细胞的吸收、吞饮和分泌有关。已知脑脊液中的物质进入脑组织有两条途径，一是细胞间通路 *intercellular passage*，即通过室管膜细胞间隙进入脑组织；一是细胞内通路 *intracellular passage*，即经室管膜细胞，特别是长突细胞，吸收进入细胞内，再转运至脑组织。有人将铁蛋白和 HRP 注入脑室，这些物质能穿过室管膜细胞间隙，进入神经毡周围的细胞间隙中。但标记物穿过不同部位的室管膜入脑的速度不同，通常进入灰质较快，进入白质较慢。此外，标记物也可被摄入细胞内的小泡和多泡小体中。已知脑脊液的一些正常成分也可以同样方式摄入，这在第三脑室的长突细胞特别典型。它既可以其腔面的微绒毛等结构吸收脑脊液中的物质，经由细胞体，最后以其长突之终足，运抵血管旁；又可通过突触样的结构摄入结

节垂体束纤维末梢释放的物质，经由透明小泡运抵细胞的腔面，释入脑脊液。有人认为长突细胞自身还可合成具有调节作用的物质。总之长突细胞在脑脊液和血液或神经毡间物质的运输上有特殊的作用。此外，还有人发现第三脑室长突细胞腔面微绒毛的有无和形态差异与生殖激素的水平有某种规律性的联系，只是这些结构变化的意义何在，目前还不知道。

(四) 感受内部刺激

早年在光镜下见到室管膜和脑室腔面有神经末梢，人们就推测室管膜可能具有感觉功能。而今电镜虽进一步证实了它们的存在，但仍缺乏这些末梢感受何种信息的直接证据。已经知道某些低等脊椎动物，例如蝶螈，有结构复杂的神经末梢，这些末梢呈小球状，突入脑室，而且有纤毛样的突起，与内耳前庭上皮相似，故人们设想，这些突入脑室的游离于脑脊液之中的神经末梢，可能感受脑脊液的某些特殊的或一般性的刺激。

(五) 再生

室管膜下层，不少的地方还保持一定的生发的能力，人们相信其细胞增殖可替补室管膜上皮。特别是侧脑室前角处，室管膜下层有再生的能力。

第三节 室周器官和脉络丛

一、室周器官

室周器官或脑室周器官 circumventricular organs 是分布于第三脑室周围和第四脑室底的一些类似于器官的结构，也称脑室器官 ventricular organs。其结构与中枢神经系统的典型结构，有明显差异，功能特殊。它们是松果体、松果体上隐窝、松果体隐窝、连合下器官、终板血管器官(视上嵴)、穹隆下器官、神经垂体、室旁器官、正中隆起、灰结节、最后区等。通常脉丛也属此列。它们的共同结构特点是：直接和脑脊液接触，血管丰富，毛细血管弯曲成袢，壁薄如窗，内皮有孔，可以透过台盼蓝，被活体染色。它们的血管周围有间隙，正中隆起、松果体和神经垂体等产生的神经内分泌物质，就是释放于血管周围间隙面进入血流的。它们多数都含有主细胞和胶质细胞并为室管膜细胞所覆盖。此处的室管膜细胞腔面无纤毛，只有微绒毛和小的膨凸。此外还有长突细胞、巨噬细胞和一些别的细胞。

室周器官结构上虽有许多共同点，但也各有自己的特点。松果体、神经垂体等，前文已有详细介绍，此处仅就某些结构择要补充于次。

(一) 终板血管器官

终板血管器官 organum vasculosum lamina terminalis 位于前连合和视交叉之间。大小因动物而异，有的突向第三脑室(如兔)，有的仅为一嵴(如猫和猴)，故又谓视上嵴。此处室管膜细胞的腔面有纤细而分支的突起。有证据证明此处和正中隆起一样，能产生促黄体激素释放因子。人该器官的显著特点是有丰富的毛细血管网，血管内皮细胞和脑室面之间，只隔双层基膜，其外有胶质细胞突起所形成的脚板。基膜包围结缔组织区，其间形成血管周围间隙，有些间隙与脑室腔十分接近。

(二) 松果体隐窝

位于松果体柄内。袋(负)鼠松果体隐窝的中央部分为三个带。中央带的室管膜细胞既无纤毛又无微绒毛；旁中央带的室管膜细胞有微绒毛，此外还有与脑脊液相接触的神经元样细胞及其突起；周围带有密集的纤毛。上述形态的差异与其功能密切相关。在一定的生理情况

下，纤毛摆动可将含有松果体分泌物的脑脊液，驱向正中隆起，以直接影响正中隆起的内分泌功能。

(三) 正中隆起

哺乳动物的正中隆起位于垂体柄与视交叉之间，结构上分为内、中、外三层；人的正中隆起位于漏斗的上端，第三脑室漏斗隐窝周围，三层分的不太清楚。

内层又称室管膜带 *ependymal zone* 主要由衬于第三脑室内面的立方形室管膜细胞构成。在人，从漏斗隐窝底向前至漏斗柄上方处，细胞为扁平形。正中隆起的室管膜深面，无胶质纤维。室管膜细胞的腔面纤毛极少或无纤毛。但有的部位，细胞有大量密集的微绒毛；有的部位有大量的各种形态的突起；某些部位，二者兼有。已经知道，此等形态差异与生理状态密切相关。人们相信，微绒毛与吸收有关，球形突起与分泌有关。有的细胞自基底伸出长的突起，向外穿中层抵外层，止于毛细血管周围间隙，或与该处的神经纤维末梢形成突触样接触。这种细胞主要起着沟通脑脊液和血液循环的作用。它们可以摄取脑脊液内的激素和其他物质，传递至附近的毛细血管，例如摄取脑脊液中的促垂体激素，并转运至垂体门脉系。此外，有人在此区还见到了巨噬细胞样的以及神经元样的室管膜上细胞，后者具有典型的念珠状的神经纤维。

中层又称纤维带 *fibrous zone* 主要成自视上垂体束，其中有些纤维止于此区。

外层又称栅状带 *palisade zone* 含有垂体门脉系的一级毛细血管网和众多的神经纤维末梢。此处的毛细血管和内分泌腺的毛细血管相似，内皮细胞有窗孔。神经纤维主要是结节漏斗束和来自室旁核的纤维。它们止于毛细血管的周围间隙。免疫组化研究得知，一条神经纤维只输送一种激素，不同的纤维含有不同的激素。电镜下可看到它们由末梢中大大小小的突触小泡内排出，进入毛细血管。外层内还含有许多单胺纤维终末，它们参与控制垂体前叶激素的分泌。

(四) 连合下器

连合下器 *subcommissural organ* 位于后连合脑室面，并延伸到中脑水管的嘴侧端，由间脑、中脑交界处的室管膜细胞构成。此器官与其他室周器官不同，不含神经元，毛细血管内皮细胞无窗孔。其主要成分是变形的高柱状室管膜细胞，腔面有微绒毛和纤毛(兔)，细胞的突起可伸到后连合的纤维之间，或终于血管周围间隙。其分泌物形成许多平行排列的线状物，总称为 *Reissner* 纤维，延向中脑水管，甚至伸至脊髓中央管，它们可能是连接脑室的神经性结构，是调节脑脊液成分、压力和流速的报警因素。人的连合下器官 4~5 岁后开始退化，其作用、目前仍不明了。不少动物(从圆口类到灵长类)都有这种器官，其细胞内含有细颗粒和絮状物、内质网、有衣小泡和高尔基复合体。颗粒分布于细胞腔面，分泌出来即形成 *Reissner* 纤维。脱水动物连合下器官的细胞活动增加，分泌增多，据此，多数学者认为连合下器官的分泌物可能在调节水代谢和控制口渴中起作用。

(五) 穹窿下器

穹窿下器 *subfornical organ* 是一个圆形或卵圆形结节，位于穹窿柱的下方，室间孔近旁，见于各种脊椎动物。近年来的研究对穹窿下器官已经有了更多的了解。该器官内的细胞形态各异。其室管膜细胞，动物不同形态不同。兔的室管膜细胞为六角形，腔面稍凸，有一根粗大的纤毛伸入脑脊液中。此处常被分泌物所覆盖，分泌物似来自深侧的神经细胞，经由室管膜细胞转移至脑室面排出的。大、小白鼠者则与此不同，它们的细胞形态多样。细胞基底部

有突起伸向毛细血管基膜；细胞之间有神经纤维(轴突或树突)；细胞的腔面平坦或呈半球形，有多种形态的微绒毛或小球形突起，也有单根或成丛的纤毛。该器官还有长足细胞、各种室管膜上细胞和大、小胶质细胞等。穹窿下器官内的毛细血管内皮细胞无窗孔、无血管周围间隙。此器官内的神经元类型颇多，有的可被血管紧张肽激活，有的可被乙酰胆碱激活，有的可被此两者激活，有的这两者都不能激活，只是它们形态上的区别，目前还不知道。

穹窿下器官的功能，目前尚不十分清楚。多数学者认为它和其他室周器官一样，能产生脑脊液并运转其中的某些成分，从而调节脑脊液的物质成分。此外，它还有内分泌功能。机体脱水后，其内的神经元活动活跃，给水后又恢复正常，因此有人认为它与水代谢有关。

(六) 最后区

乃延髓迷走神经三角和第四脑室边缘之间的窄带区。室管膜细胞之间的连接是紧密连接。此区含有成星形细胞样细胞、小胶质细胞，可能还有少量的无极和单极神经元。此区血管丰富。接受来自孤束核和脊髓的上行纤维，发出纤维至内侧孤束核的尾侧端。已证实猫和狗的此区，是一个催吐化学感受的激发区。

二、脉 络 丛

(一) 脉络丛的胚胎发生

端脑的脉络裂、第三脑室顶壁和第四脑室顶壁处的脑壁极薄，携带有血管的软脑膜与室管膜直接相贴，组成脉络组织 *tela choroidea*。脉络组织很薄，也叫脉络膜。一些部位的脉络组织极度发育，即该处带有血管的软脑膜顶着特化了的的上皮性室管膜突入脑室，血管反复分支，形成了一些长的皱襞和许多绒毛状突起，总的形象尤如花边，表面积很大，这些结构就是脉络丛 *choroid plexus*。分别有侧脑室脉络丛、第三脑室脉络丛和第四脑室脉络丛。在发生早期，这些丛是简单的皱褶，表面覆盖着假复层柱状上皮，此时的软脑膜为间充质，内含许多血细胞和行将变为毛细血管的排列成索状的成血管细胞。其后，这些简单的皱褶呈现分叶，在侧脑室内的，几乎充满了室腔，此时的上皮也变成典型的单层，细胞质内有丰富的糖原。后期，上皮已接近成年者，为立方上皮或扁平上皮，细胞质仍含糖原。从此时起，脉络丛已明显分叶，且表面长出大小不等的绒毛，表面积已达最大。上皮如是变化的同时，当初代表软脑膜的间充质，分化为纤维性结构，位于绒毛和叶的中央。最后的结果是每个绒毛表面都覆盖着单层上皮，中轴为毛细血管和大量的结缔组织和神经纤维，每一绒毛都有输入的动脉和输出的静脉，其间是毛细血管丛。

(二) 脉络丛的结构

1. 脉络丛上皮 *choroid epithelium* 乃特化了的室管膜细胞。多为立方上皮，个别部位可为假复层或复层。细胞核圆，着色浅，染色质均匀，位于细胞中央。细胞质染色也浅，有些细胞的细胞质甚至透明。细胞质内含有许多线粒体，且集中于细胞顶部，可能参与细胞的呼吸代谢并提供分泌脑脊液时主动运输物质所需的能量。粗面内织网为一些不规则的短池，散布于细胞质间；滑面内织网为许多小管和小泡，染色较浅的细胞内较多；高尔基复合体不明显，有几组；透明小泡很多，但多位于细胞顶部，直径 30~40nm，它们大概是由细胞基底端以吞饮方式产生的，而后逐渐移向细胞顶部，并将其内容物经细胞的腔面排入脑室，以此运送物质，微丝，或位于细胞顶部，与细胞表面平行，或位于细胞核周围，成束地围绕着细胞核；此外还有数量不等的溶酶体。细胞的腔面有许多微小的突起，很像密集的不规则的微绒

毛，也有单个的或三五成簇的纤毛。有些细胞的腔面有小球形突起，这些细胞的细胞质染色浅，可能是分泌旺盛的细胞。如注射促进产生脑脊液的药物，微绒毛的大小和形状会变得很规则，如从脑室内抽出较多的脑脊液，细胞的腔面则会出现复杂的迷路样的嵴和微绒毛，使细胞的表面积显著扩大。细胞侧面，近腔面处有闭锁堤连接和粘着连接；其稍深侧，两相邻细胞的细胞膜较平直；近基底部处，有许多复杂的突起和内褶，以此加大细胞间物质交换的表面积，已知 ATP 酶即位于此内褶处。细胞的基底面较平直，附于其下的基板上。基板不能阻挡 HRP 和镉，但可阻挡银颗粒和二氧化钍颗粒。

Kolmer 1921 年在低等脊椎动物的脑室内面首先发现有游离的巨噬细胞。Kappers 1953 年在高等脊椎动物中，也发现了此等细胞，定名为丛上细胞 *epiplexus cell*。它们匍匐于上皮细胞的微绒和纤毛上。它们贴附在微绒毛和纤毛尖端处，其接触面，有时可以看到细胞膜内凹。这些细胞内有小泡和溶酶体。老年动物，此种细胞增多，且细胞质内充满了内含物。近代研究，特别是扫描电镜观察，完全证实了他们的发现。实验证明，这些细胞可以像变形虫那样伸出几个突起，有活跃的吞噬能力，功能可能是清除附于脉络丛上皮表面的细胞碎片等物质。

2. 脉络丛内的血管和结缔组织 脉络丛上皮细胞所附着的基板的深方为结缔组织，内含疏松排列的胶原纤维。脉络丛的中轴大部为血管所占据，上皮细胞与血管内皮细胞之间的细胞极扁平，没有形成完整的一层。脉络丛内除小动脉和微动脉面外，还有大的静脉窦和毛细血管。绒毛内的毛细血管直径相当大，内皮细胞很薄并有窗孔，窗孔有薄的隔膜封闭。HRP 等标记物可以透过内皮细胞，但透过的过程还不太清楚。有些 HRP 可借吞饮作用摄入内皮细胞，但也有人发现，它们从细胞间隙处穿过细胞连接。结构完整的窗孔似可阻挡标记物的进入。

绒毛内未发现神经纤维，但在较粗的绒毛于内见到了有髓和无髓纤维。其功能意义尚不清楚，只知道有些无髓纤维可至血管的外膜和中膜，也有些纤维可至脉络丛上皮。它们可能是交感神经的节后纤维，因为颈部交感神经切断后，这些纤维变性，不过有些纤维可能来自迷走神经和舌咽神经。

(三) 脉络丛的功能

一般公认脉络丛的功能主要是产生脑脊液。但如何产生脑脊液，有不同的见解。有人认为主要是滤过，有人认为是分泌。但无论如何，脑脊液主要是通过脉络丛传递面进入脑室的，而且此过程，脉络丛上皮细胞是消耗了能量的。脉络丛上皮细胞含有许多线粒体和吞饮小泡、细胞侧面的基部有许多突起和内褶、细胞间有闭锁堤连接，种种迹象似乎都有利于分泌说。它们的分泌和眼的睫状体、唾液腺以及肾小管上皮的分泌极相类似。对新生的脑脊液成分的化验表明，其成分不同于血浆的滤液，改变脑室的流体静压，对脑脊液的产生也无明显影响，血-脑脊液屏障的选择性作用等，也支持主动分泌说。

脉络丛除分泌功能面外，似乎也能从脑脊液中吸收某些物质。人们将碘司特(*diodrast*)或酚红注入脑脊液，发现这些物质可以逆浓度梯度主动从脑室中清除而进入血管。故目前认为脑脊液的产生和尿的产生相似，可能也是分泌和重吸收两种作用的结果。脑脊液的产生速度受很多因素的影响。人们在几种动物上测得，脑脊液大约每分钟更新 0.5%，人每分钟产生 0.3~0.4ml。

近年来证明除脉络丛而外，一般部位的室管膜和脑实质也产生一些脑脊液。

脉络丛的另一个功能是在血-脑脊液屏障中起重要的作用。目前认为脉络丛上皮细胞顶端

间的紧密连接是血-脑脊液屏障之所在，上皮细胞本身的酶系统和离子泵机制尤为重要。

3 脉络丛有明显的年龄变化。随着年龄的增长，脉络丛上皮细胞逐渐变矮，由立方而扁平，细胞内空泡增多，结缔组织和成纤维细胞也增多，其中并出现一些砂瘤小体 psammoma body。后者是一些碳酸钙、磷酸钙和磷酸镁沉集而成的环层球状小体，直径 0.01~0.15mm，它们的意义何在，还不清楚。

(姚铭举)

第三十二章 脑脊髓被膜、脑脊液和脑屏障

第一节 脑脊髓被膜

脑和脊髓的被膜简称脑脊膜 meninges。它们由结缔组织构成，由内而外依次为软膜 pia mater、蛛网膜 arachoid mater 和硬膜 dura mater。它们包被在脑和脊髓之外，作用是提供保护和支持。后来人们知道它们在脑脊液的产生、中枢神经系统的营养方面，也有一定的作用。

在原始脊椎动物，这三层本为一层未分化的原始脑脊膜 meninx primitiva。到了两栖类和爬行类，一层裂开变成两层，外层为硬膜，内层为软—蛛网膜 piaarachnoid，二者间出现了硬膜下隙。到了哺乳动物，蛛网膜从软膜中独立出来，被膜随成三层。因为在系统发生和个体发生中，软膜、蛛网膜曾为一层，故它们也可分别称为软—蛛网膜的内血管层和外膜质层。

一、脊髓被膜

(一) 硬脊膜

硬脊膜 spinal dura mater 只有一层，相当于硬脑膜的内层。它主要由致密的纵行胶原纤维构成，其间散有少量的弹性纤维，内、外表而都覆有单层扁平细胞，内表面者为类似于成纤维细胞的扁平间皮细胞。硬脊膜略带光泽，几无弹性。

硬脊膜在枕骨大孔处与骨膜紧密愈着，向上移行于硬脑膜；向下，整体呈囊状包裹着脊髓和脊神经根；至第二或第三骶椎水平以下迅速变细包裹脊髓的终丝，并变成其外膜；两侧，包围着脊神经根向外作漏斗状膨出，伸入椎间孔，移行于脊神经的外膜。膨出部的硬脊膜略薄，但刚开始膨出处稍增厚，形成一窄环，叫硬脊膜颈环，至椎间孔行将结束处，最薄。

硬脊膜与椎骨骨膜和黄韧带间的间隙，称硬膜外隙 epidural space，由于硬脊膜于枕骨大孔处与骨膜紧密愈着，本间隙绝不通颅内。脊髓的硬膜外隙又可分为前、后、两侧四个间隙。前间隙位于椎体和后纵韧带之后，两侧前根附着处硬膜的前方。由于硬脊膜与后纵韧带间有疏松结合，上部又与第二、三颈椎体的骨膜直接愈着，故前间隙甚小。后间隙位于两侧后根附着处的硬膜之后与椎弓骨膜和黄韧带之间。颈段的后间隙很是狭小，上颈段者甚或闭锁。自胸部开始，后间隙才逐渐变宽，中胸段宽约 2~4mm，第 2~3 腰椎处可达 6mm。侧间隙，两个，分列于每一侧前、后根附着处的硬膜与椎管之间，此间隙向外经椎间孔与椎旁间隙直接相通。

硬膜外隙内充满了疏松结缔组织、脂肪、椎内静脉丛和淋巴管等。上段略呈负压。硬膜外隙及其内容物对脊髓有良好的保护作用。椎内静脉丛与淋巴管和胸、腹、盆腔内的椎外静脉丛及淋巴管相通，故体腔内的压力改变时，可直接影响椎管内的容积，从而影响脑脊液的内压。此外，由于体壁后部中线区血管较少，硬膜外隙的后间隙是硬膜外麻醉，椎管穿刺的良好入路；侧间隙在脑脊液的吸收、硬膜外麻醉的麻醉药吸收入血和渗透入脊神经根等方面十分重要。

硬脊膜深侧与脊髓蛛网膜之间，内腔极窄，是潜在性的。因此，脑脊液的含量或者脊髓

的体积由于某种原因增大时，这个腔隙所能提供的缓冲余地是极其有限的，实际上不起什么作用。此间隙称硬膜下隙 subdural space，向上与颅内的同名隙相通，内含少量浆液。

硬脊膜的血管较少，主要来自躯干部的节段动脉之小支。神经来自脊神经的脊膜支(图 5-247)。

(二) 脊髓蛛网膜

脊髓蛛网膜 spinal arachnoid mater 是一层有光泽的薄而透明的膜。介于硬脊膜和软脊膜之间，但靠硬脊膜更近一些，其间仅存潜在性的硬膜下隙，而与软脊膜之间的蛛网膜下隙，虽也叫“隙”，但实甚宽阔。在个体发生上，此层源于软一蛛网膜。软一蛛网膜裂开，一分为二，外层即为蛛网膜，其间的间隙，就是蛛网膜下隙 subarachnoid space。两层之间仍有联系，这就是蛛网膜小梁 arachnoid trabeculae。有人说

脊髓蛛网膜的小梁较少，并因此脊髓蛛网膜更具膜的结构，但也有人描述，脊髓背侧的小梁特多，看上去颇似蛛网。此膜的主质为胶原纤维，其间夹有少量的弹力纤维。因此层原属软蛛网膜，故其内、外面和小梁的表面皆为扁平之间皮。细胞数层、浅染，核特大、卵圆形，胞质有长的原浆突。有基膜。有的细胞间有扣结。胶原纤维散布于细胞层之间，也可见到弹力纤维。一般认为此层无血管，但有人描述小梁内有血管，周围包绕着胶原纤维和网状纤维。有异物或病原体入侵时，间皮细胞可有吞噬机能或变成游走的巨噬细胞。

脊髓蛛网膜在枕骨大孔处与脑蛛网膜相移行；向下，包裹脊髓与脊神经根，在脊髓表面不伸入其沟、裂，于第二骶椎水平处止于硬脊膜；向两侧，疏松地包被着脊神经根和脊神经，并随之外延到椎间孔附近。

蛛网膜下隙内充满了脑脊液，并有较大的血管穿行其中。此隙向上经枕骨大孔与颅内的同名隙相通，下方，于第一腰椎下缘平面以下，隙内已无脊髓，间隙较大，叫终池 terminal cistern 或腰池。池内只有马尾与终丝浸于脑脊液中，是腰穿，抽取脑脊液或蛛网膜下腔麻醉的理想部位。脊神经根周围的蛛网膜下隙稍膨大，向脊髓的蛛网膜下隙注入墨汁，墨汁颗粒常集中在此处，故有人称此处间隙为“墨水套囊”。

蛛网膜绒毛 arachnoid villi 和蛛网膜颗粒 arachnoid granulations 于出生 18 个月即已出现，到三岁时已大为发展，其数目和大小随年龄的增加而增加。蛛网膜绒毛是蛛网膜间皮细胞增生形成的微小突起，绒毛尖端的间皮细胞常聚成数层，并可呈索状突入绒毛内。绒毛中轴有少量结缔组织，其间散有许多小细胞。因此，绒毛颇像一根由间皮细胞围成的“小管”，其实它绝无内腔，更不通蛛网膜下隙，只是绒毛可与硬膜直接接触，或穿入硬膜，至硬膜静脉窦壁。其间皮细胞与静脉窦血流之间只隔着一层窦的内皮细胞。它们的细胞形态与眼球巩膜静脉窦处的细胞形态相似，即细胞之间的间隙都很大，细胞的通透性强，加之硬膜静脉窦内压低于脑脊液的压力，脑脊液可单向通过此处，进入窦内。代谢产物以及大分子物质也可透过此膜。绒毛常簇生，因此有人把绒毛描写为许多“小管的集合体”，在蛛网膜下隙内压足够大时，“小管直接开口”于上矢状窦两侧的外侧陷窝。当压力过低时，“小管”系统塌陷，借以

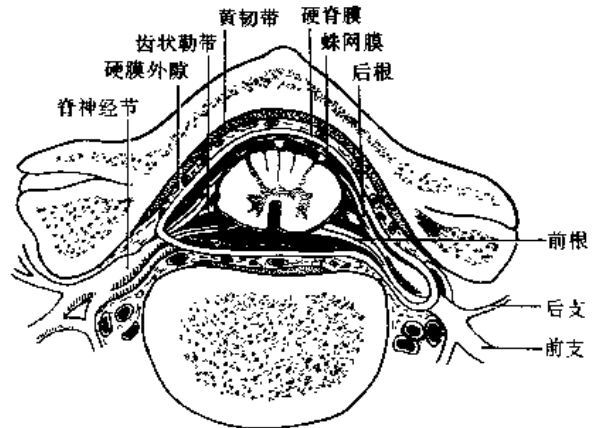


图 5-247 第一腰椎平面脊柱横断面
示脊髓被膜

防止血液向脑脊液内倒流。在绒毛稠密的部位，蛛网膜间皮细胞和绒毛过度增生，形成小结、伸入或穿透硬膜而抵硬膜静脉窦壁，这些小结就叫蛛网膜颗粒，有时简称为蛛网膜粒。颗粒有蒂连于绒毛或蛛网膜。蛛网膜绒毛和蛛网膜颗粒主要位于上矢状窦和横窦两岸，常集群存在。

颗粒有时顶着静脉窦壁突入骨内，形成颅骨内面之颗粒小凹。颅底偶见蛛网膜颗粒。在椎管内，二者常大量出现在“墨水套囊”处。除蛛网膜绒毛和蛛网膜颗粒外，还有一种蛛网膜与硬膜直接接触的类型，叫蛛网膜细胞柱。它们是蛛网膜间皮细胞向硬膜延伸形成的(图 5-248)。

(三) 软脊膜

软脊膜 spinal pia mater 是一层菲薄、透明而富于血管、神经的被膜，紧紧地包被在脊髓和脊神经根的表面。向上，经枕骨大孔与软脑膜相移行；向外，随脊神经根可至椎间孔；在脊髓表面，可伸入沟与裂并与实质紧密相贴，不能分开；向下，终于脊髓圆锥尖端并形成终丝。当其外表面的血管进入神经组织时，它也会随之进入神经组织一小段距离，宛如血管的“套袖”。“套袖”与血管间的间隙即为血管周围间隙 perivascular space。软脊膜与脊髓蛛网膜之间有蛛网膜下隙，因此血管周围间隙与蛛网膜下隙相通，其内也有少许脑脊液。蛛网膜下隙和上述血管周围间隙内的血管与脑脊液之间隔着一层无渗透作用的网状组织膜。

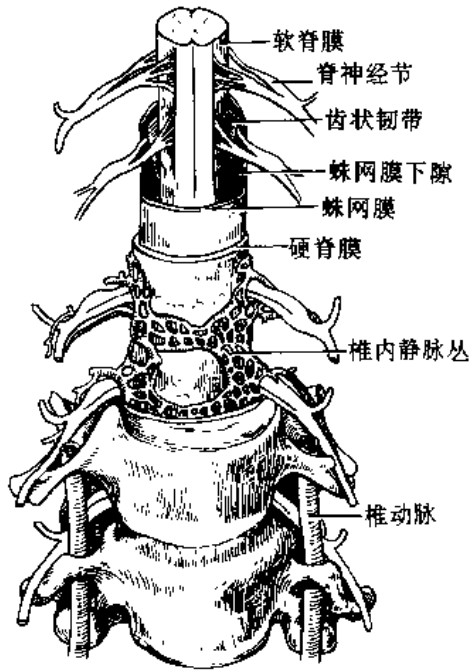


图 5-248 脊髓被膜

1. 软脊膜的构造 软脊膜较软脑稍厚，也更坚韧，血管也少一些，但二者的组成是一样的，其主要成分都是纵行的胶原纤维和弹力纤维。此外还有成纤维细胞、固定的巨噬细胞、淋巴细胞和促黑细胞。根据 Millen 和 Woollam 二氏的说法软膜由内、外两层组成。内层又称内软膜 intimat pia，是网状纤维和弹力纤维形成的致密网，紧贴在神经组织的外表面，实际上相当于脑和脊髓的外界膜。因为真正贴在脑和脊髓表面的是此层，所以也称为真软膜。此层来源于外胚层的神经嵴。外层称软膜外层 epipia layer 或软膜外组织，是胶原纤维束形成的网络，与蛛网膜小梁相移行，故其外表面也覆有一些扁平的间皮细胞。蛛网膜下隙内的血管即位于其外表面或网眼内。外层发生于中胚层，在大脑半球表面十分纤弱，而在脊髓表面则较发育，且形成齿状韧带和软脊膜索，外层向下包裹着脊髓终丝。蛛网膜下隙内的小动脉进入神经组织时，携带着一些蛛网膜成分，并顶着软膜行进一小距离，至小动脉移行毛细血管处，软膜与蛛网膜成分方始消失。因此，此处小动脉与软膜外层间有一血管周围间隙，此间隙通蛛网膜下隙。软膜外层与脑、脊髓的外界膜，即软膜内层之间，有软膜下隙。电镜证实，脑和脊髓内的毛细血管周围不存在上述的血管周围间隙。有人认为这些部位毛细血管周围的星形胶质细胞属软膜组织。

在软脑膜的胶原纤维间有成纤维细胞和固定的巨噬细胞，后者以血管周围间隙附近为多。因而在软膜发炎时，特别是结核性脑膜炎时，固定的巨噬细胞乃成为活动的吞噬细胞和类上皮细胞。

从大体的角度描述，软膜紧贴于脑和脊髓表面，但从微观的角度观察，软膜实未与脑皮质和脊髓表面接触，二者之间仍有一腔，叫软膜下隙 subpia space。

2. 软脊膜形成的结构 某些部位的软脊膜形成一些特殊结构，对脊髓有固定作用。简述于后。

(1) 齿状韧带 denticulate ligament：乃软脊膜向外侧突出形成的纵贯脊髓全长的皱襞，两侧对称。此皱襞成自软脊膜外层。内侧附着于脊神经前、后根之间，但稍偏后处；外侧呈锯齿状，共 18~24 个齿，以其齿尖与蛛网膜相接，并立即无间隙地与硬脊膜相接。第一个齿较小，位于第一颈神经稍上方，适在椎动脉穿过硬膜的后方外进，止于枕骨大孔稍上方的硬膜；最下一个齿平对 T₁₁~₁₂ 或 T₁₂~L₁ 神经的平面，止于硬膜。因此韧带在脊髓两侧的附着点稍偏后，故韧带之前的脊髓占 2/3，以后占 1/3。齿状韧带不太紧张，并不影响脊髓随脊柱的弯曲而活动，但可对脊髓在硬脊膜内的相对位置起固定作用，并使其悬吊在蛛网膜下隙的脑脊液中，进一步减缓来自外部的震荡。在椎管内的手术中，此韧带是一个重要标志。

(2) 辉线：也叫亮线，是脊髓前正中裂处上下纵行的一条窄带。它横跨前正中裂，不伸入裂内，较厚，也成自软脊膜外层。因位于前正中裂，所以也叫软脊膜前纤维索。

(3) 蛛网膜下隔：是脊髓后正中沟处连接于软脊膜和脊髓蛛网膜之间的一条矢状位的纵行纤维膜。此隔在胸段是较完整的隔膜；在颈段，隔膜不完整，或为筛状。

3. 软脊膜的血管与神经

(1) 软脊膜的血管：软脊膜上的血管虽然丰富，但它们大部分是分布到脊髓实质去的血管，软脊膜本身有无血管，尚无定论。一般认为软脊膜内层无血管，其营养来自脑脊液和神经组织。

(2) 软脊膜的神经：软脊膜的神经支配远比硬脊膜丰富。神经纤维与血管伴行，其末梢与血管共同组成丛深入脊髓实质。软脊膜的感觉纤维与交感纤维来自邻近节段的脊神经。它们对机械、温度、电感应等刺激虽不敏感，但对血管的收缩与舒张，反应却很迅速，这说明它们对血管调节、脑脊液循环等有重大意义。

附：腰椎穿刺

针刺点一般选在第三、四腰椎棘突之间，此点恰位于两侧髂嵴最高点的连线上。针刺方向是从第四腰椎棘突上缘斜向前上方。针刺通过的主要结构是皮肤、棘上韧带、棘间韧带、黄韧带，硬膜外腔，硬脊膜和蛛网膜等。当针穿过每一类结构时，都有一定的阻力感觉。穿过硬脊膜时，可能有轻微痛觉。针尖刺入硬膜外隙时，由于此处为负压，因此可把针内的液体吸进去。由于硬脊膜很厚，蛛网膜很薄而实际上又贴近硬脊膜，其间的硬膜下隙是潜在性的，所以，实践中，在正常情况下，针尖只要穿过硬脊膜，接着就必然通过蛛网膜，进入蛛网膜下隙。此时，脑脊液会从针内自动滴出。正常情况下，脑脊液的流速是每秒钟一滴。脑压大时，脑脊液会连续流出，若脑脊液突然停止外流或滴出，则可能是由于延髓下沉阻塞枕骨大孔所致。

二、脑 被 膜

脑的被膜和脊髓的被膜是相互延续的，由内而外，也是软膜、蛛网膜和硬膜，结构相同或相似。软脑膜比软脊膜稍薄，所附血管多一些，某些部位的软脑膜参与构成脉络丛，产生脑脊液较多；脑蛛网膜形成较多的绒毛和颗粒，为吸收脑脊液的主要部位；硬脑膜由两层构

成，形成物较多，无硬膜外隙。

(一) 硬脑膜

硬脑膜 cerebral dura mater(图 5-249)厚而韧，由两层构成。外层，源于颅骨的内骨膜。因此，硬脑膜之外，与颅骨内表面之间，不再有硬膜外隙。硬脑膜外层在儿童时期尚有造骨功能，至成年期，这种功能即行消失，但与一般骨膜仍有诸多共同之处，例如有丰富的血管与神经，而且此层血管与颅骨的血管有广泛的交通，当颅骨骨折，与颅骨剥离时，常造成硬膜外血肿。在发育期间，外层与骨质结合紧密。以后，随着年龄的增长，除骨缝、颅底和一些神经、血管穿行的孔、裂边缘等处结合较紧密而外，其余各处连结疏松，易与骨面分离。在颅顶，特别是枕部和颞部，附着尤为疏松。所以，这些部位尽管没有硬膜外隙，但若骨折，仍常形成硬膜外血肿。硬膜外血肿常局限在一块颅骨的范围之内。临床上也常选取这些与骨面结合不紧密的部位，作为颅内手术的入路。硬脑膜内层与硬脊膜相当，较外层厚而韧，但血管较少，朝向脑蛛网膜的一面，衬有一层光滑的扁平间皮细胞。硬脑膜的内、外层，在儿童期尚可分开，到了成年，除硬脑膜窦和内淋巴囊等处外，其余各部皆紧密连接，不易分离。前已提及，硬膜与蛛网膜之间有一潜在性的硬膜下隙，有的材料上记载，此间隙只有 20nm。因此，脑蛛网膜与硬脑膜实际上是贴在一起的。鉴于此，当脑容积胀大时，硬膜下隙实际不能提供扩展的余地。特别是那些与骨面连结紧密处，例如颅底，一旦骨折，在合并撕裂硬脑膜的同时，往往同时破坏了该处的脑蛛网膜，会造成脑脊液外漏。

硬脑膜除在某些部位由于内、外二层不相结合，形成一些硬脑膜窦和狭窄的间隙而外，某些部位的硬脑膜内层还可以褶皱成一些形态各异的隔，这就是大脑镰、小脑幕、小脑镰和鞍

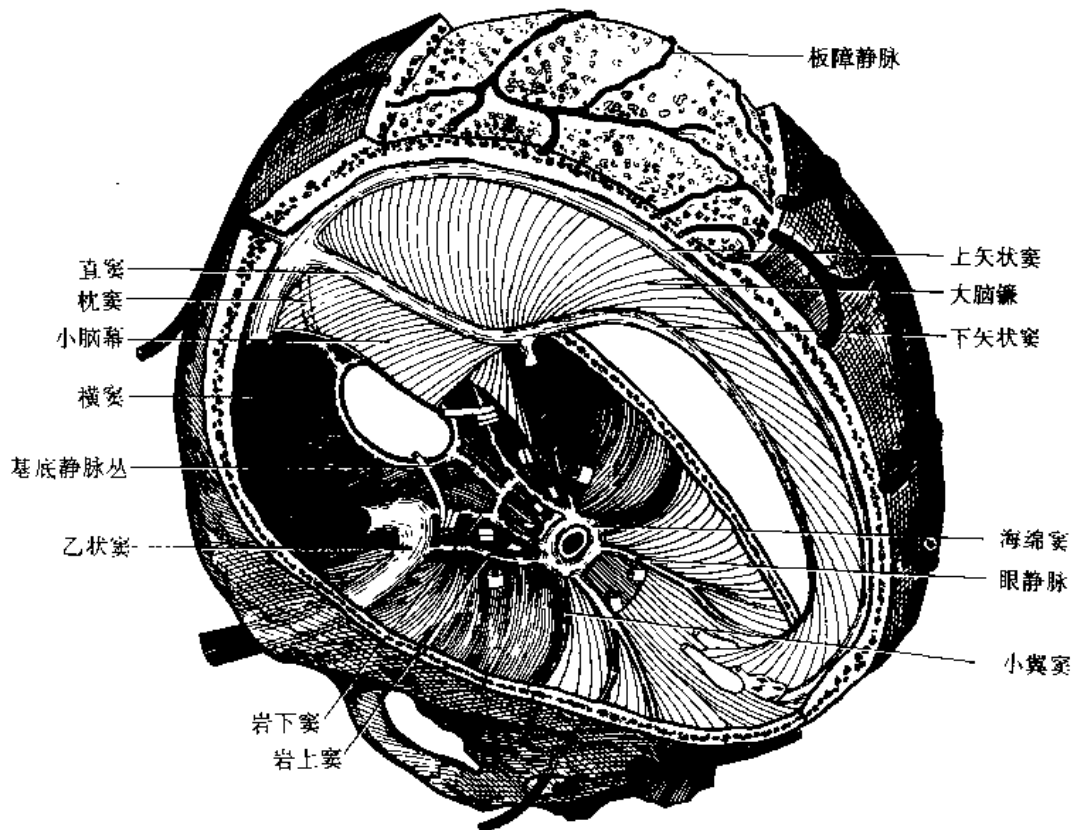


图 5-249 硬脑膜隔和硬脑膜窦模式图

膈等。到了老年，某些隔有时骨化，好像从颅骨伸入颅腔的骨片。

硬脑膜在枕骨大孔处，移行于硬脊膜和枕骨大孔处的骨膜，在脑神经出、入颅处，移行于神经的外膜和颅骨外面的骨膜。

1. 硬脑膜隔 *septom of dura mater* (图 5-249)

(1) 大脑镰 *cerebral falx*: 乃硬脑膜内层在正中矢状位向大脑纵裂内突出褶皱而成的隔板，分隔两侧大脑半球，因呈镰刀状而得名。它从前向后依次附着于鸡冠、上矢状窦沟的两侧、枕内隆凸和小脑幕上面的中线处。大脑镰的下缘游离，与胼胝体背面靠近，二者间的距离情况不一。据国人资料，任何人，前端，皆有间隙。但 1/3 的人，由此向后几无间隙。2/3 的人，由此向后，有间隙，只是间隙越来越小。在胼胝体压部处，任何人皆无间隙。此外，大脑镰本身可有大小不等的缺损，前部尤为多见。在较大的间隙或缺损处可形成脑疝。大脑镰和邻近的蛛网膜是肿瘤的好发部位。肿瘤压迫半球内侧面，损害该处的机能。

(2) 小脑幕 *tentorium of cerebellum*: 位于大脑横裂内，乃横窦沟和乙状窦沟处的硬脑膜内层向前褶皱，形成的一个基本上是水平位并略呈拱形的隔板，位于大脑半球枕叶和小脑上面之间。小脑幕前缘游离，形成一个朝向前方的弧形切迹，叫小脑幕切迹 *tentorial incisure*。切迹两侧前端附于鞍背，于此向外移行附着于颞骨锥体而后斜向后外，移行于乙状窦沟处。小脑幕上面的中线处，与大脑镰相接。小脑幕切迹与鞍背之间，形成一环形裂孔，叫小脑幕裂孔 *tentorial hiatus*，脑干由此通过，位置恰在中脑周围。小脑幕把颅腔分隔成上大、下小两部分，临床上常以此幕为界，将脑区分为幕上结构和幕下结构两部分。小脑幕切迹与中脑周围之间留有间隙，因此切迹上下任何一方，只要有占位性病变或任何原因造成的压力过大(或过小)，皆可越界形成脑疝 *hernia cerebri*。如海马旁回钩可以通过此间隙，从幕上挤至幕下；小脑蚓或小脑前叶可以通过此间隙从幕下疝入幕上。此等脑疝一方面可以阻断脑脊液，造成外脑积水，另一方面，附近的结构，如动眼神经、滑车神经、展神经和大脑脚等还可受压，出现相应的临床症状。

(3) 小脑镰 *cerebellar falx*: 是一个尖端向下的三角形小隔，于正中矢状位连于小脑幕后部的下方。小脑镰的后缘附于枕内嵴，其上端止于枕内隆凸；下端止于枕骨大孔后缘正中；前缘游离，嵌入小脑半球。

(4) 鞍膈 *diaphragma sellae*: 由硬脑膜内层构成，于蝶鞍上而，紧张于前、后床突之间，略呈水平位，构成垂体窝的顶壁。鞍膈中央有一孔，垂体柄和垂体的血管穿行其间。垂体位于鞍膈与垂体窝底壁上的硬脑膜外层之间的腔内。

2. 硬脑膜窦 *sinuses of dura mater* 是硬脑膜静脉窦 *venous sinuses of the dura mater* 的习惯叫法，位于硬脑膜的内、外两层之间，是颅内静脉血的回流通道路。窦壁的外层由致密胶原纤维组成，坚韧而无弹性；内层由细而疏松的胶原纤维组成。壁内不含平滑肌，弹力纤维很少。因此，窦壁无收缩和扩张的功能，破损后不塌陷，流血不止。窦腔而衬有一层类似血管内皮的细胞，但无瓣膜。只在静脉注入窦腔的入口处，有半月瓣、小梁和中隔等装置，起调节入窦血流量的作用。硬脑膜窦主要收集脑、脑膜、颅骨、眼眶和内耳等处的静脉血。此外还引流脑脊液，并是颅内、外静脉吻合的主要通路。通常把硬脑膜窦分为后上、前下两组。前者包括上、下矢状窦、横窦、乙状窦、直窦、窦汇、岩鳞窦和枕窦等；后者有海绵窦、海绵间窦、岩上、下窦、蝶顶窦和基底静脉丛等。每组都有自己的汇集中心和引流方向。

(1) 上矢状窦 superior sagittal sinus: 通常并不在正中矢状位, 而是稍偏右侧一些, 位于大脑镰附着缘的两层和上矢状窦沟底的硬脑膜外层之间, 横断面呈三角形。一般说它前方起自额骨的盲孔, 向后止于窦汇。但这只是新生儿时期是这样。新生儿的上矢状窦前端于盲孔处与鼻静脉相通。此后, 盲孔以后 0.2~4cm 的一段常是闭锁的; 后端, 多数与右横窦相续, 甚至有的分为左、右两支, 分别与左、右横窦相续。上矢状窦的三角形管腔前部较细, 向后逐渐扩大, 两侧壁有的地方向外膨隆扩张, 形成外侧陷窝 lateral lacunae。外侧陷窝也叫静脉陷窝, 数量和位置均不固定。儿童常无外侧陷窝, 有, 也不明显; 成人, 每侧多者可达 6 个, 少则可无, 通常是 3 个; 老年人的陷窝扩大甚或融合连通。成年人的外侧陷窝多为椭圆形、长轴呈矢状位; 额部的外侧陷窝最小, 距正中矢状线平均约 1.0cm; 顶部最大, 距正中矢状线平均约 1.5cm; 因此颅顶部手术, 在正中矢状线 2cm 以外开颅, 方可无虞。每个外侧陷窝常有 1~3 条大脑上静脉汇入, 此外还有蛛网膜颗粒突入其中, 这些颗粒多呈柱状, 也有呈弓形或有中隔状者。上矢状窦的下角和外侧陷窝之间常有许多横行的纤维相连。在上矢状窦后部的窦壁内有一海绵状间隙系统。此系统由若干条长 1~2cm、直径 50~100 μ m 的海绵体组织构成。它们间断地分布在窦壁内皮与硬脑膜之间, 形成了海绵状间隙, 凡此部位, 窦壁略增厚。这些海绵状间隙由硬脑膜的小动脉供血, 充血时, 形体膨大, 有减缓上矢状窦引流的作用, 引起大脑淤血; 此系统排空时, 则引流增加。因此有人推测, 此系统在调节脑血流量和脑脊液引流方面有一定意义。

因上矢状窦是大脑上静脉的主要引流通道路, 故对大脑皮质内侧面和上外侧面的静脉回流至为重要, 当此窦后部血栓时, 后果常很常见, 在诸多神经系的体征中, 以下肢硬瘫和感觉障碍较为常见。此外, 该窦与鼻腔、顶、枕部的颅外静脉相交通, 因此颅外感染延及此窦, 是此处血栓形成的原因之一(图 5-250)。

(2) 下矢状窦 inferior sagittal sinus: 较小。一般说它位于大脑镰的下缘, 后注入直窦。但实际上, 该窦距大脑镰下方的游离缘, 差不多还有 1cm, 而且也只存在于后 2/3~1/2 段内。下矢状窦平均长约 5~8cm, 管径前细、后粗, 平均约 3mm², 向后直接延入直窦, 但移行于直窦处, 又有大脑大静脉即 Galen 静脉汇入。下矢状窦主要收集大脑镰和胼胝体的静脉血, 有时也收受大脑半球内侧面的一些皮质静脉。

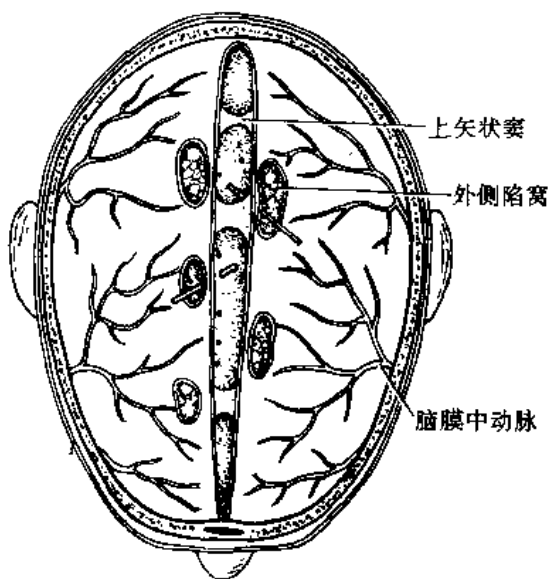


图 5-250 上矢状窦与外侧陷窝

(3) 直窦 straight sinus: 位于大脑镰与小脑幕的连接线内, 在小脑幕的前缘, 由下矢状窦与大脑大静脉汇合而成。汇合处管径膨大, 向后于枕内隆凸处注入窦汇。国人资料记载此窦多数是下矢状窦的直接延续, 大脑大静脉是汇入直窦的最大静脉。直窦向后除注入窦汇外, 尚可直接注入左横窦或右横窦。直窦除直接引流下矢状窦和大脑大静脉的静脉血而外, 也收受小脑幕和小脑上面的静脉血。直窦的横截而呈尖端向上的三角形。在静脉注入此窦处, 有半月形瓣膜, 在窦腔内有横行的或网状的纤维小梁, 在窦壁内也有海绵状间隙系统。此外, 在大脑大静脉人口

处的底壁上可有一高4mm、宽约2.5mm的结节状突起，成白松果体上方之蛛网膜，作用大概是调节大脑大静脉的血流。

(4) 横窦 transverse sinus: 横窦沟处，小脑幕后缘两层裂开，与横窦沟底的硬脑膜外层围成的三角形管道，即为横窦。横窦由枕内隆凸附近弯向外前方，至颞骨岩部上缘之后外侧端，转向下前方，移行于乙状窦。横窦于枕内隆突附近的起点，变化颇多，可以起自窦汇，也可起自上矢状窦，也可起自直窦，一般右侧者起自上矢状窦，左侧者起自直窦。窦腔横断面为三角形，窦腔大小变化颇多，通常右侧较左侧为粗。有人提议活体时用X线照片横窦沟的宽度来估计横窦的粗细，但此说不可信，因为有半数横窦沟的宽度与横窦的粗细不相关。横窦除主要收受上矢状窦和直窦的血液外，还收纳大脑下静脉、小脑下静脉、脑干静脉、岩上窦、少量的板障静脉和导静脉的静脉血。横窦腔内有纤维小梁或中隔，窦壁内也有海绵状间隙系统。由于右侧横窦常较粗，又常引流上矢状窦的静脉血，故右侧横窦阻塞，后果常很严重。

(5) 乙状窦 sigmoid sinus: 位于乙状窦沟内，由硬脑膜内、外层合成，后外端与横窦末端相移行。此窦上段弓向前，有的可以很靠前，以致与乳突小房仅隔很薄的骨片，中耳炎、乳突炎可导致乙状窦栓塞。由于一般右横窦较粗，故右侧乙状窦也往往较粗。不过乙状窦处有乳突导静脉与颅外静脉相通，当该侧乳突导静脉粗大时，同侧乙状窦可以很细，甚或缺如。

(6) 岩上窦 superior petrosal sinus: 此窦位于小脑幕前外侧缘，附着于颞骨锥体上缘之岩上沟内，前通海绵窦，后通乙状窦或横窦。

(7) 岩下窦 inferior petrosal sinus: 位于颞骨锥体后面下缘的岩枕裂内。较岩上窦稍粗短，前通海绵窦，在行程中收纳内耳迷路、脑桥、延髓和小脑下面的静脉血，在颈静脉孔处注入颈静脉上球或乙状窦。

(8) 岩鳞窦 petrosquamosal sinus: 位于颞骨锥体前面的外缘，向后越过锥体外侧端的上缘，注入横窦的外侧端。此窦向前经蝶岩裂出颅，在颞下窝内与下颌后静脉相交通。故此窦可沟通颅内、外的静脉。低等哺乳动物和人胚，此窦发育良好，至成人则明显退化，部分人甚至可缺如。

(9) 枕窦 occipital sinus: 位于小脑镰的附着缘和枕内嵴附近的硬膜内。此窦向上多汇入直窦或横窦；向下至枕骨大孔附近分为左、右两支，借边缘窦向前与基底静脉丛、岩上、下窦相通，向下与椎内静脉丛相续。但据国人资料，枕窦类型很多，可有15种之多。枕窦主干多为一条、二条者次之，可多达6条，但也有缺如者。枕窦口径一般较细，但有的可以很粗大，颅后窝手术，应注意此种可能，以防致命性大出血。

(10) 窦汇 confluence of sinuses: 通常的说法是，本处由上矢状窦与直窦在枕内隆凸处汇合而成。窦汇向左、右两侧通入横窦。但实际上，上矢状窦和直窦的汇合方式颇多，窦汇的延续情况各异，因此出现了很多类型，只是由于分类和统计方法不同，各家数字很难类比。大概的情况是：上矢状窦偏续右横窦者占58.0%；偏续左横窦者占19.0%；居中或等分者占23.0%。上矢状窦偏续一侧的横窦及其相续的乙状窦、颈内静脉均较另一侧为粗。据统计，国人约62%的人(国外报导约60%~70%)，右侧横窦比左侧要粗大一些。因此脑部通过右侧颈内静脉回流的血也较多些，如果结扎此侧颈内静脉，可能会引起脑部静脉血液回流障碍，出现程度不等的颅内压增高的症状，故颈内静脉结扎手术前，必需考虑窦汇构成样式的个体差

异。因此上述统计数字有一定的参考意义。

关于窦汇还应提及，其壁内也有海绵状间隙系统；腔内可有隔膜将之分为左右两腔，或腔内有许多小梁，使之呈网状等情况。窦汇处有枕导静脉使之与颅外静脉相交通。

(11) 边缘窦 marginal sinus: 又称环枕窦，位于枕骨大孔周边的硬膜内。前方与基底静脉丛相连，向后上与枕窦相通，向下与椎内静脉丛相续。

(12) 基底静脉丛 basilar venous plexus: 又称基底窦 basilar sinus 成自斜坡上面硬脑膜内的数条静脉。向前上，与海绵窦、岩上、下窦相通；向后下，与边缘窦和椎内静脉丛相通。

(13) 海绵窦 cavernous sinus(图 5-251, 252): 是蝶鞍两侧硬脑膜两层间的不规则腔隙，每侧一个。此窦内腔被许多包有内皮的纤维小梁隔成许多互相交通的小腔，状若海绵，因而得名。窦内小腔的多寡因人而异。这是因为海绵窦在个体发生中经历了静脉网、无共同管腔的静

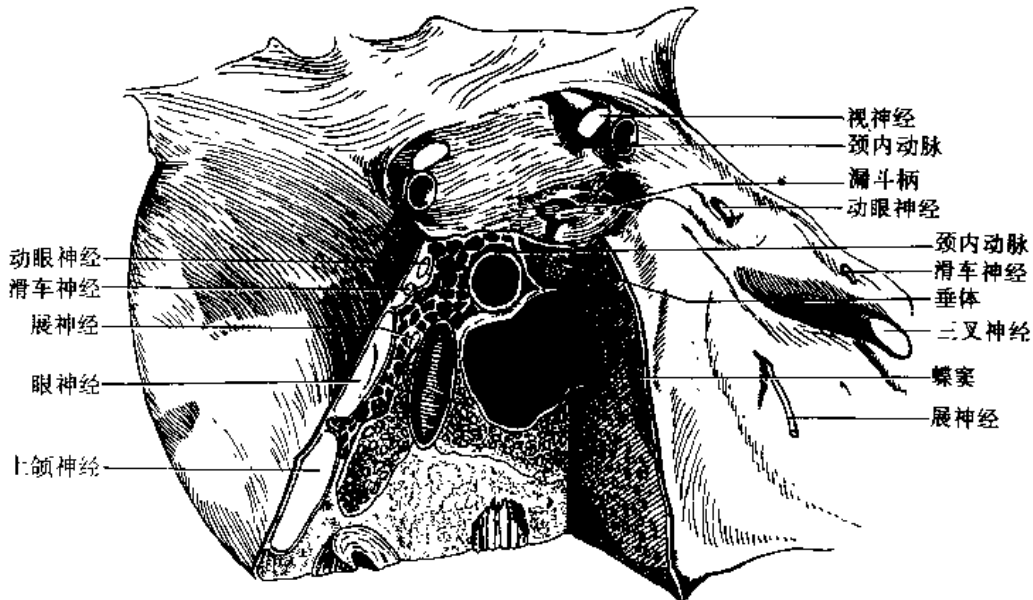


图 5-251 海绵窦和邻近结构

脉间隙和有共同管腔的网状静脉窦三个阶段。一般而论，静脉网和海绵型大概为幼稚型的海绵窦，有网状小梁的腔隙型，大概为充分发育了的海绵窦。每侧海绵窦前起眶上裂的内侧端，后抵颞骨岩部尖端，长约 2cm，内外宽约 1cm。上壁，向内与鞍膈相移行；内侧壁，上部与垂体囊相融合，下部以薄骨板与蝶窦为邻；外侧壁，较厚，又分为内、外两层，外层成自致密结缔组织，内层成自疏松结缔组织和网状纤维层。海绵窦的横切面，略呈尖端向下的三角形。

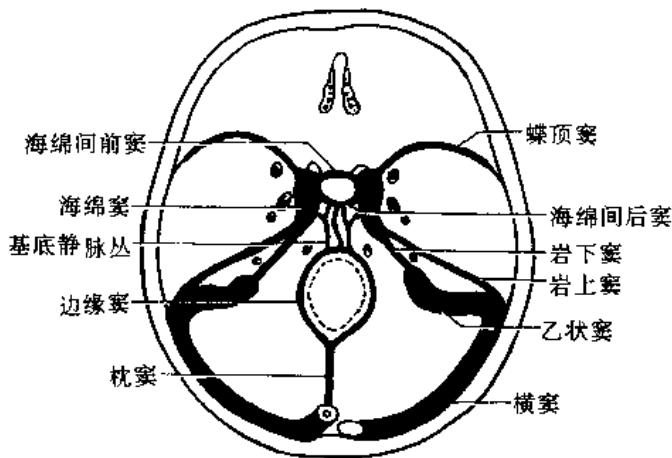


图 5-252 颅底的硬脑膜窦

脉间隙和有共同管腔的网状静脉窦三个阶段。一般而论，静脉网和海绵型大概为幼稚型的海绵窦，有网状小梁的腔隙型，大概为充分发育了的海绵窦。每侧海绵窦前起眶上裂的内侧端，后抵颞骨岩部尖端，长约 2cm，内外宽约 1cm。上壁，向内与鞍膈相移行；内侧壁，上部与垂体囊相融合，下部以薄骨板与蝶窦为邻；外侧壁，较厚，又分为内、外两层，外层成自致密结缔组织，内层成自疏松结缔组织和网状纤维层。海绵窦的横切面，略呈尖端向下的三角形。

两侧海绵窦在前床突的前方和后床突的后方，分别借海绵间前窦和海

绵间后窦 anterior and posterior intercavernous sinus 相沟通。由是，在蝶鞍周围形成了一个完整的环形静脉窦，称环窦 circular sinus。

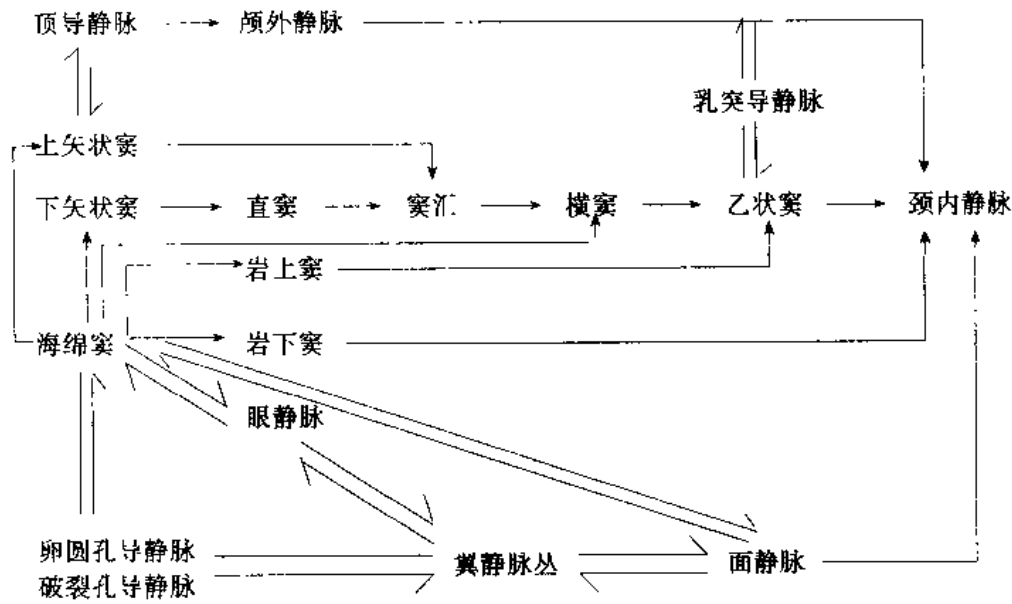
海绵窦的窦壁，特别是外侧壁内的结构以及窦腔中的结构和它们彼此的毗邻关系，在临床上至为重要。此窦中段(前、后床突中间的一段)，外侧壁的内层中，由上向下，依次排列着动眼神经、滑车神经、眼神经和上颌神经。窦腔内有颈内动脉和展神经通过，展神经位于颈内动脉和眼神经之间，不过也有人描述，展神经不在窦内而行于窦的外侧壁内。在前床突以前的一段，从外侧壁中通过的结构，由上而下是滑车神经、动眼神经和眼神经。至此段，上颌神经已斜向外，离开了海绵窦的外侧壁。窦内的颈内动脉在此段折转向上。在后床突之后的一段，外侧壁中只有上方的滑车神经和下方的眼神经。颈内动脉在此段由上升而折转向前。整个颈内动脉从该窦的后段上升、折转向前，在中段内前行，至前段折而向上。颈内动脉壁除有交感神经从攀附而外，还为横过窦腔的结缔组织小梁所包绕。这些结缔组织网络借其外面的内皮细胞将颈内动脉与窦内的静脉血相隔离，也就是说颈内动脉管壁并未与此窦的静脉血直接接触，在窦内或紧贴外侧壁前行的其他结构与窦内静脉血的关系也是如此。但若颅底骨折、伤及此窦及其内的颈内动脉，那么颈内动脉的动脉血就会与此窦的静脉血相混，形成动-静脉瘘。由于此窦收纳眼静脉，而眼静脉内又无瓣膜，于是患侧眼静脉扩张、眼球向前突出而且随动脉的搏动而搏动，临床上称为搏动性眼球突出症 exophthalmos。此时，患者主观感觉颅内有杂音，用听诊器在患侧眼球或颞部均可听到搏动杂音，若压迫患侧颈总动脉，多可使搏动停止、杂音消失。在出现上述症状的同时还会形成血栓性海绵窦炎、殃及由此通过的诸神经并出现相应的症征。

海绵窦主要接受大脑中静脉、大脑半球额叶眶面的静脉、蝶顶窦和眼的静脉。海绵窦内的血液流向，主要是向后经岩上、下窦分别汇入乙状窦或横窦和颈内静脉或乙状窦。海绵窦与颅内、外静脉的交通十分广泛。向前：经眼上静脉、内眦静脉与面静脉相交通；经眼下静脉与面深部的翼静脉丛相交通。向上：经大脑中静脉及其与上矢状窦的交通支(Trolard 静脉)和上矢状窦相交通；经大脑中静脉及其与横窦的交通支(Labbe 静脉)和横窦相交通。向后：经岩上窦与乙状窦或横窦相交通；经岩下窦与颈内静脉或乙状窦相交通；经基底静脉丛分别与直窦和边缘窦相交通。向下：经卵圆孔、破裂孔等处的导静脉与翼静脉丛相交通。这些吻合在侧支循环方面有重要意义，而且也说明，面部感染何以引起颅内感染。此外，海绵窦内侧壁的下部与蝶窦仅以一层薄骨板相隔，故蝶窦炎很容易招致海绵窦的血栓形成。

(14) 蝶顶窦 Sphenoparietal sinus：此窦很小，可缺如。位于蝶骨小翼后缘下面的两层硬脑膜之间。它除接受附近硬脑膜的静脉而外，有时还接受硬脑膜中静脉的前支。此窦内进汇入海绵窦的前端。

(15) 三叉神经腔和内淋巴囊：它们也是硬脑膜两层间的间隙，只是与别处无大的管道相通，乃一隐窝。前者位于颞骨锥体尖端上面的三叉神经压迹处，硬脑膜两层于此处包裹着三叉神经根和三叉神经节，并向三叉神经三个主干延伸，移行于其神经外膜。后者位于颞骨锥体后面的外侧部，容纳由内耳迷路伸出之内淋巴囊。

硬脑膜静脉窦虽多，血流方向也极复杂，但一般情况下，其后上组将大部分脑和脑膜的静脉血汇集到窦汇，然后经横窦、乙状窦注入颈内静脉；而前下组则以海绵窦为汇集中心，海绵窦主要收集眼、大脑半球额叶眶面和脑膜下部的静脉血，经岩上、下窦再引流至乙状窦和颈内静脉。现将它们的汇集规律和引流方向综述于下。



应当提醒：以上只是静脉血流的基本流向。因为所有硬脑膜窦之间都相沟通，而且与颅外静脉也有广泛的联系，而其内部均无瓣膜，故某一硬脑膜窦引流障碍时，即可互相调济而得到平衡。

3. 硬脑膜的血管和神经

(1) 硬脑膜的动脉：硬脑膜的动脉来源十分广泛，由于临床的需要，特别是脑膜血管的分布状况对脑膜的定位诊断有意义，加之脑血管造影术的广泛应用，硬脑膜血管的研究较多、较细。概括地说，硬脑膜的动脉供应主要来自脑膜中动脉，它供应额、顶、枕的大部分地区；眼动脉的分支营养硬脑膜前部；颈内动脉的海绵窦部、椎动脉—基底动脉等的分支到颅底和颅后窝的硬脑膜。

1) 硬脑膜中区的血液供应：主要来自脑膜中动脉。此动脉自棘孔入颅腔，旋即分为前后二支。前支向前外行于翼点附近颅骨内面的沟或管内，分支至颅顶。后支沿颞骨鳞部内面后行，至顶枕区。两侧的脑膜中动脉在颅盖部相互吻合。它们的分支分布于小脑幕以上硬脑膜的大部分，此外也营养相应部位的颅骨。颅骨骨折，特别是翼点附近骨折，此动脉常遭损伤，造成极其严重的颅内出血，当紧急处理。颞深前动脉的脑膜支也参与此区的血液供应。此外有硬脑膜副支于颅外发自脑膜中动脉，随脑膜中动脉一起经棘孔入颅腔，分布于三叉神经节和邻近的硬脑膜。

2) 硬脑膜前区的血液供应：来自眼动脉的脑膜返支、筛后动脉的脑膜支、筛前动脉的脑膜前支、大脑镰前动脉和泪腺动脉的脑膜支等。泪腺动脉的脑膜支有时很粗，并与脑膜中动脉相吻合，称为眼脑膜中动脉。

3) 硬脑膜后区和海绵窦附近硬脑膜的血液供应：颈内动脉的海绵窦部发出许多脑膜支营养附近的硬脑膜、小脑幕、垂体和三叉神经节。咽升动脉发出的脑膜后动脉、枕动脉的脑膜支、椎动脉颅内段的脑膜支、大脑后动脉的脑膜支等均营养硬脑膜后区。

(2) 硬脑膜的静脉：与动脉伴行，一般是每一条动脉有一条约伴行静脉，但脑膜中动脉有两条伴行静脉。硬脑膜静脉末段管腔扩大不明显，主要汇入附近的硬脑膜窦，特别是上矢状

窦两侧的外侧陷窝，但与板障静脉也有广泛的交通。两条脑膜中静脉分别经棘孔和卵圆孔出颅，注入翼静脉丛。

(3) 硬脑膜的神经：有两类，一是躯体感觉性的，一是内脏运动性的。前者很丰富，来自三叉神经和迷走神经的脑膜支以及第一、二对脊神经的返支；后者来自动脉管壁上的交感神经丛。但无论哪种一般都伴随动脉走行，位于硬脑膜外层近动脉处。每一动脉的主要分支都有几个神经纤维束相伴，并相联成网，有的神经参加血管周围神经丛，其余纤维终于结缔组织内。

硬脑膜较大的神经有棘孔神经 *n. spinous*。此神经于颅外卵圆孔的下方发自下颌神经，而后随脑膜中动脉从棘孔返回颅内并伴脑膜中动脉分布。脑膜中神经 *n. meningus medius*，乃上颌神经的脑膜支，在三叉神经节附近发出，外行，至脑膜中动脉或其前支，与棘孔神经合并，也可能发出分支，随该动脉后支分布。小脑幕神经 *n. tentorii*，也叫小脑幕支 *tentorial branch*。乃眼神经之恒定分支，在三叉神经节前方 10mm 处眼神经的上缘发出。小脑幕神经由几束纤维组成，向后至小脑幕的附着缘分布于整个小脑幕，向后可至横窦，向上可至上矢状窦。除了这些较大的神经而外，眼神经的筛前、筛后神经还可发出小的脑膜支，分布至颅前窝、大脑镰和上矢状窦前部的硬脑膜。迷走神经的脑膜支，第一、二、可能还有第三脊神经的脊膜返支，随硬脑膜后部的动脉分布于颅后窝。据说还有一些脑神经也可发出脑膜支，参与硬脑膜的神经支配。简单来讲，三叉神经的脑膜支分布至小脑幕及幕上区的硬脑膜，迷走神经及第一、二或三脊神经的脑膜支分布到幕下区的硬脑膜。一般记述小脑幕和枕部硬脑膜的神经分布最为丰富，而广阔的颅顶区神经分布则相对较少。这些纤维在硬脑膜内形成许多神经末梢，它们对各种刺激，特别是颅内压的变化，反应极为敏感。据说血管性头痛就与这些末梢有关，其中，颅底部硬脑膜对痛觉比较敏感，其他部位则相对较差。

硬脑膜的血管运动性神经，分别来自各动脉的交感神经丛。据说它们对颅内血管的作用不太重要。

综上所述，硬脑膜作为脑膜最厚、最韧的一层，它一方面承受和分散外界对颅骨所施的压力，另一方面对脑又有支持和承托作用。特别是大脑镰和小脑幕等的存在，在颅腔内又构成了一个支架系统，分别将端脑和小脑等不完全地分隔开来。这样，脑的各部分就分散地得到承托，处于更加稳定的地位。前已提及，某些特定部位的硬脑膜，两层不相愈合，形成了颅内静脉的回流管道，这就是硬脑膜窦。它们的内表面有内皮衬覆，具有血管的特性，但管壁成自硬膜，弹性纤维很少、不具平滑肌，亦无外膜，因此又有异于一般的静脉，一旦破损，很难止血，这是颅脑外科手术要特别注意的。此外，硬脑膜窦与颅外静脉广泛交通，显然也是颅外感染殃及颅内的中介因素。在这方面还应注意颅内静脉与椎管内静脉的联系，而椎内静脉又与椎外静脉又有广泛联系。它们均无瓣膜，这就造成了全身各部，特别是体腔后壁炎症、肿瘤向颅内远距离迅速转移的可能性。

前已提及硬脑膜与脑蛛网膜之间有一潜在性的硬膜下隙(图 5-253)。内表面覆有间皮，其间有少量液体，有减少膜间磨擦的作用。已知此隙与蛛网膜下隙一样，无吸收能力，若硬脑膜下出血，血肿可保留一年之久。这种血肿在 X 线透视时，很像肿瘤。有人统计硬脑膜下血肿占全部颅内血肿的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 。此类血肿多合并蛛网膜损伤。

(二) 脑蛛网膜

脑蛛网膜 *cerebral arachnoid mater*(图 5-253) 是一层薄的半透明结缔组织膜，有光泽，紧

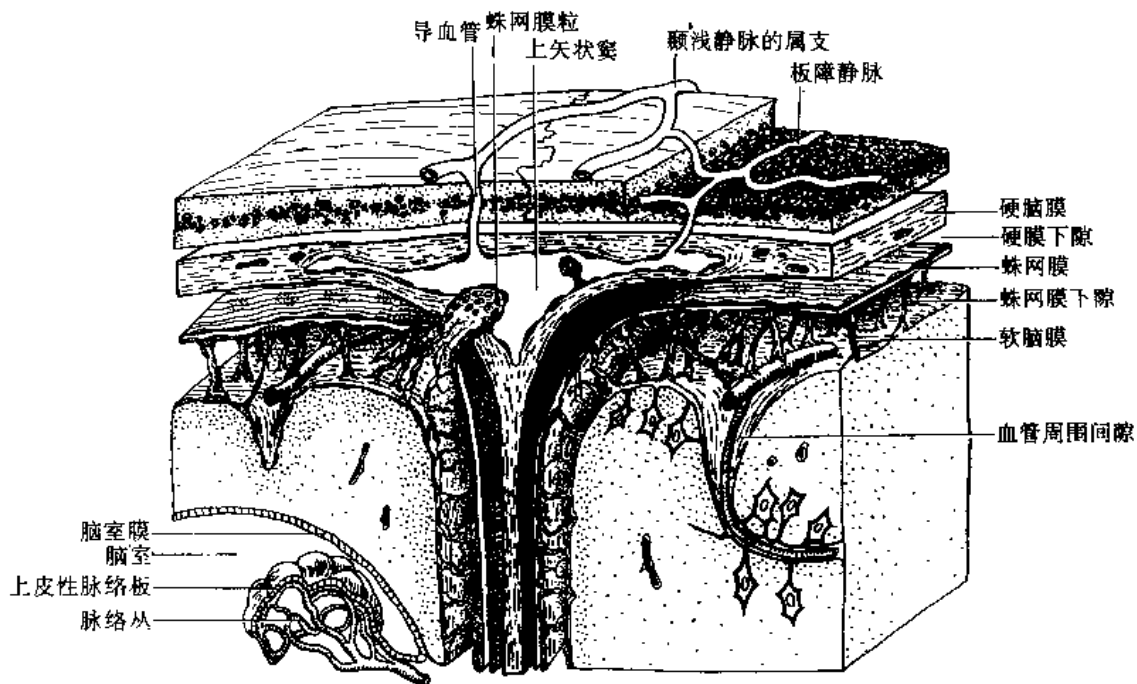


图 5-253 脑三层被膜模式图

贴于硬脑膜内面。这一层被膜在端脑的上面比较薄，在脑底则稍厚，在下面两颞极之间和脑桥的腹侧面不太透明。脑蛛网膜虽包被于整个脑的表面，但并不随脑的沟与回起伏，而是逢沟越沟，遇裂跨裂，只在大脑镰两侧，小脑幕上、下等处方可陷入。此外还可随脑神经向外延伸一定的距离，其中随嗅神经和视神经延伸较远，在垂体窝内与硬脑膜融合，不能分辨。此膜与软脑膜之间，较之脊髓有更多的蛛网膜小梁，所以看起来更像“蛛网”。有了这些小梁，加以小梁间充满了脑脊液，脑蛛网膜不会贴在脑的表面上。整个脑浸于脑脊液内，但由于蛛网膜小梁的支持和固定，脑在液体内也不会漂动。由于某种原因，例如占位性病变，或脑脊液失去过多，蛛网膜小梁不足以支撑时，脑及其软脑膜也可与脑蛛网膜接触并通过它与硬脑膜邻近，产生严重的磨擦性头痛。蛛网膜下隙远较硬膜下隙宽阔。脑上外侧面的蛛网膜下隙相对较窄，而脑的底面和巨大的沟、裂附近，此隙甚为宽阔。这些宽阔的蛛网膜下隙称为蛛网膜下池，简称为池 *cistern*。脑的蛛网膜下池，首推小脑延髓池 *cerebellomedullary cistern*。此池位于延髓背面与小脑的下面之间，在所有的蛛网膜下池之中以它最大，位置最靠后，所以也叫大池或后池。小脑延髓池在正中矢状面上呈三角形，被小脑镰不完全地分隔成左右两半。此池以枕骨大孔为界向下移行于脊髓的蛛网膜下隙；经第四脑室正中孔和外侧孔与第四脑室相通，并由此导出来自脑室内的脑脊液。临床上可在枕骨大孔处进行此池穿刺。除小脑延髓池而外，还有大脑外侧窝池 *cistern of lateral fossa of cerebrum*，位于大脑半球外侧沟的下端，也称 Sylvius 窝池 *cistern of fossa of Sylvius*；视交叉池 *chiasmatic cistern*，位于视交叉的周围，又分为交叉前池和交叉后池，分别位于视交叉的前方和后方；脚间池 *interpeduncular cistern* 位于乳头体、脚间窝及其附近，含大脑动脉环；桥池 *pontine cistern* 位于脑桥基底部的腹侧，基底动脉位于此池内；大脑大静脉池 *cistern of v. cerebialis magna*，也叫 Galen 静脉池，还叫上池 *superior cistern*，位于胼胝体压部和小脑上面之间，向前可伸到小脑前方、第三脑室、胼胝体和中脑顶盖之间，内含大脑大静脉、松果体、大脑后动脉和小脑上动脉，此池在外科手术中可作为标志。交叉池、脚间池和桥池合称基底池 *basilar cistern*。脑干侧面的蛛网膜下隙也称

大脑内通道 internal cerebral channel, 背侧的上池与腹侧的基底池借此通道形成一个完整的环形腔, 叫环池 cisterna ambiens。此外, 终板前方还有终板池, 胼胝体上方还有胼胝体上池。所有各池在胚胎晚期已具成人的形态。池既系扩大了蛛网膜下隙, 彼此之间自必相通。脑部的池较多, 尤其是腹侧部, 在脑底面与颅底之间为脑提供了一个宽大而又完整的水垫(图 5-254)。这些池和通道, 据说其内的脑脊液流速常比他处为快, 因此在脑脊液循环中有特殊意义。临床上常将气体或其他造影剂注入池内, 进行脑造影, 这种造影比脑室造影安全些。

前已提及蛛网膜下隙的腔面和蛛网膜小梁表面皆覆有间皮, 其中有许多是网状内皮细胞, 可以游离而成巨噬细胞。此种细胞是抗感染的重要防御结构, 但也是肿瘤的好发部位。蛛网膜下隙含有脑血管的主支, 蛛网膜小梁的间皮与血管外膜相连, 故蛛网膜可成鞘状随小动脉进入脑组织一定的距离。

脑蛛网膜有大量的绒毛或颗粒, 它们主要位于上矢状窦和横窦两侧, 并突入硬脑膜窦, 是引流脑脊液入静脉的主要渠道。这些绒毛和颗粒可以呈块状贴附于硬脑膜, 随年龄的增长, 可出现钙化, 在异常的情况下, 可发生肿瘤。

蛛网膜绒毛的结构见上文。蛛网膜绒毛上皮内的吞饮小泡, 据说与蛋白质分子的转运有关。另外, 最近有人发现绒毛内有板层小体, 估计可能与脑脊液的流动和吸收有关。

蛛网膜下隙可随脑神经向外延伸一段, 有人认为此间隙接近神经鞘的淋巴管, 是引流脑脊液的部位之一。但在脊髓, 此间隙一般认为只延伸到脊神经节附近, 也未发现炎症或癌细

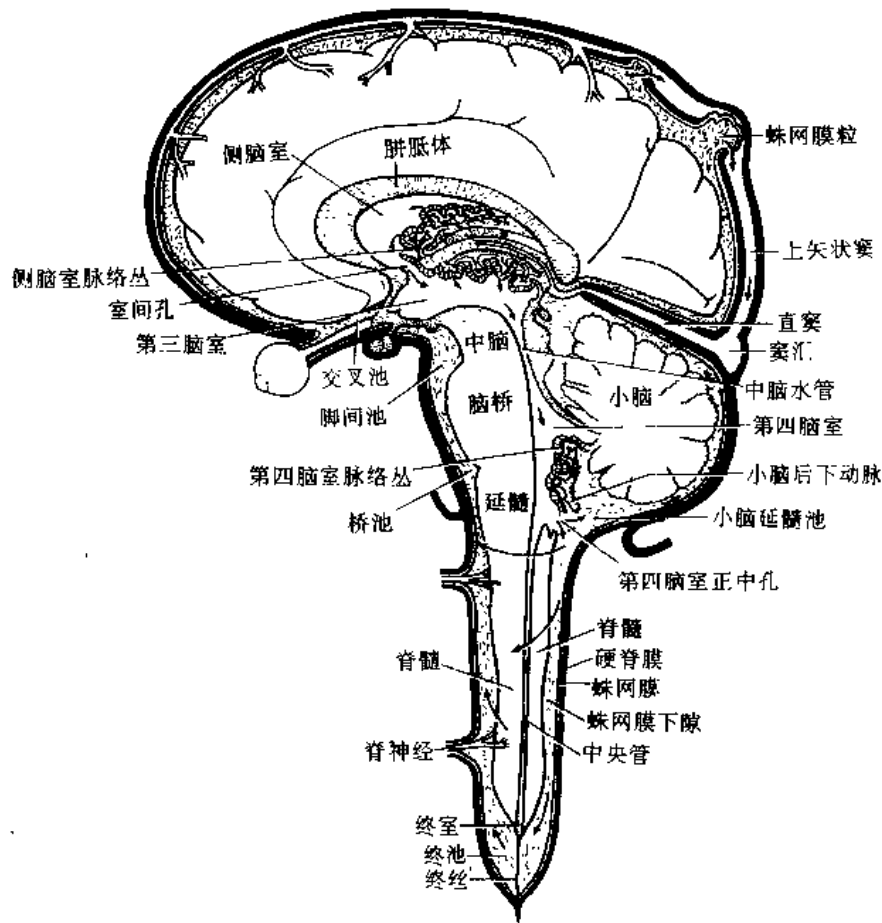


图 5-254 脑脊液循环示意图

胞经淋巴管转移到蛛网膜下隙者。蛛网膜下隙可随嗅丝经筛孔而达嗅粘膜，颅前窝骨折可撕破此隙，形成鼻液溢(鼻漏)rhinorrhea。此种情况下，细菌也可经破裂处逆行进入蛛网膜下隙，引起颅内感染。此间隙也可随视神经延至眼球后部，颅内压增高时可引起视神经乳头水肿，压迫血管，造成淤滞或阻塞。

(三) 软脑膜

软脑膜 cerebral pia mater 结构与软脊膜一样，但更菲薄，血管也较软脊膜多些。它紧贴在脑组织表面，并随脑的沟和回起伏。在脑神经根处，此膜包绕脑神经根并向外延伸一段距离。在垂体窝内，此膜也和该处的脑蛛网膜一起，和硬脑膜愈着，不可分。此外，在脉络裂、第三和第四脑室的顶部，此膜及其携带的血管和室管膜相贴，构成脉络组织，向脑室内突入，高度发育，形成脉络丛。

前已提及，软膜表面被覆着一层扁平上皮细胞，蛛网膜下隙内的小血管伸入脑组织时，软脑膜和蛛网膜成分也随之伸入脑组织，至小动脉变成毛细血管处结束。这样，从微观上说，软脑膜外层与脑实质之间尚隔一软膜下隙 subpial space，但从宏观上看，软脑膜与脑表面之间则有小血管及其周围成自软膜外层和蛛网膜成分的“套袖”状结缔组织小梁相联，二者结合紧密，很难分开。小脑表面的软脑膜较薄，其深面发出的血管也较短，故与小脑皮质的联系不太紧密。伸入脑实质的小血管与“套袖”状的软脑膜之间有血管周围间隙，此间隙通蛛网膜下隙。脑毛细血管外无血管周围间隙。但血管外有星形胶质细胞的终足和基膜，所以脑组织与血液间只有血管内皮细胞、星形胶质细胞的终足和基膜相隔。脑血管的此种结构特点可能与其选择性透过作用有关。

软脑膜的血管和神经：和软脊膜者情况相似。软脑膜表面所携带的血管非常丰富，但据说，和软脊膜一样，也无自身的营养血管，其营养也来自脑脊液和神经组织。软脑膜本身的神经支配远比硬脑膜者丰富。交感神经来自颅内动脉的交感神经丛，特别是颈内动脉系的交感神经丛，这些纤维是缩血管性的。而副交感神经，则来自面神经，作用是舒血管性的。软脑膜的感觉纤维来自若干脑神经的脑膜支，特别是三叉神经的脑膜支。

第二节 脑脊液和脑脊液循环

脑脊液 cerebrospinal fluid 乃脑室和蛛网膜下隙内的无色透明水样液。主要产生于脉络丛，主要由蛛网膜绒毛或蛛网膜颗粒引流至硬脑膜窦，主要的作用是对脑和脊髓的支持、保护和营养。

一、正常脑脊液的成分和一些理化常数

脑脊液的 pH 值略偏于碱性，比重 1.004~1.007。渗透压大致与血浆平衡，但二者成分迥然不同，其化学成分与脑的细胞外液更接近一些。葡萄糖、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 HCO_3^- 的含量比血浆低，而 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 含量则高于血浆。此外还有氨基酸、尿素、维生素、酶、cAMP 和微量重金属等。蛋白质含量极微，100ml 约含 15~45mg，远低于血浆，这是脑脊液与血浆最显著的不同。胚胎时脑脊液的蛋白质含量最高，出生后随着年龄的增长而下降。胚胎时期含量最高是因为胚胎时期的脉络丛和脑细胞自身合成蛋白质的量较多、脑室系统内的脑脊液流速较慢、血脑脊液屏障尚未成熟，蛋白质透过量较多等。脑脊液中的蛋白质大部分为白蛋白(16.8~24mg/100ml)，球蛋白很少(2.4~4.8mg/100ml)，少于总量的 16%。某些情况下，例

如肿瘤招致脑脊液梗阻，球蛋白可以增高。

脑脊液内的细胞成分很少，每毫升不超过1~5个，主要为单核细胞和淋巴细胞。此外还有神经胶质细胞、类组织细胞和与脑脊液接触的神经元、神经纤维等。

脑脊液内有多种生物活性物质，在人脑脊液中目前已检出的有生长抑素 somatotropin release inhibiting factor (SRIF)、P物质 substance P (SP)、脑啡肽 enkephalin (ENK)、缩胆囊素 cholecystokinin (CCK)、血管紧张素 angiotensin (ANG)等10余种肽类物质。在动物脑脊液中检测到的更多。这些物质与脑的机能和内分泌活动有密切关系。例如下丘脑处有升压素 vasopressin (VP)，人们已经证实，猴、大鼠、豚鼠和羊等动物，在生理状态下，此种物质在脑脊液中的浓度有昼夜节律性的变化，白天高，夜间低，据说与动物记忆行为的节律性变化有关；又如将睡眠因子 sleep factor 注入多种动物的脑室内，均可引起慢波睡眠；将组胺注入脑室，则可引出醒觉脑电图；将下丘组织植入第三脑室，植入物能分泌 VP，并能代偿 Brattleboro 大鼠因缺乏 VP 基因所致的烦渴和多尿，也可代偿小鼠促性腺激素释放激素的缺乏。近年来发现，脑脊液中还有多种神经递质、神经激素或神经调质等物质。

成人脑脊液的总量，各书记载出入颇大，从75ml至180ml不等，平均130~150ml，故一般折中估计为约140ml，其中，每个侧脑室约含10~15ml，第三、四脑室共含5~10ml。这样，脑室内的脑脊液约占全部脑脊液的25%。脑蛛网膜下隙内的脑脊液约25~30ml，约占总量的17%~20%。脊髓蛛网膜下隙内的脑脊液约70~75ml，占50%左右。

二、脑脊液循环

脑脊液每昼夜产生600~700ml，但脑室系统和蛛网膜下隙的总容量只有140ml或150ml。这说明它事实上是不断更新的。每昼夜大概更新3~4次或4~5次。甚至有人在几种动物上测得大约每200分钟就可全部更新一次。所谓脑脊液循环，不是在脑室和蛛网膜下隙范围内周而复始的循环。脑脊液是一个半封闭的动态系统，它来自循环系统，最后又回归循环系统。但它有自己特定的产生部位和产生机制，有独特的循环部位或路线，最后有自己专门的消失部位和机制。如此循环，大概是其功能决定的。

(一) 脑脊液的产生

一般认为脑脊液主要产生于各脑室的脉络丛(图5-254, 255)。有人估计如此产生的脑脊液占总量的70%，其中主要又来自各脑室的脉络丛。余下的30%来自脑的毛细血管床等。也有人估计80%~85%来自脉络丛，余下的来自室管膜等。产生的速度据说是每分钟0.3~0.4ml。每昼夜产生的总量，有人测量是400~500ml，有人测量是600~700ml。产生的机制，前已提及，目前多数人认为主要是分泌。脉络丛的结构，前已描述，它主要由三种成分组成。以毛细血管网为中心，周围是源于软膜的结缔组织，脑室面为源于室管膜的脉络丛上皮细胞。毛细血管的内皮细胞有窗孔，窗孔有厚约6nm的隔膜封闭，内皮细胞之间无紧密连接，因此有间隔。脉络丛上皮细胞富含线粒体和吞饮小泡，细胞侧面基部有突起和内褶、近腔面处相邻细胞之间有紧密连接，细胞的腔面有微绒毛。这些结构特征决定了离子或分子是主动运输，水是被动运输。它们先经由血管内皮的窗孔和细胞间隙进入结缔组织基质，而后经脉络丛上皮细胞的侧面和底面进入该细胞，再由胞质内的小泡将其送到细胞顶端的微绒毛。脉络丛上皮细胞分泌时，这些微绒毛以水泡样破裂的方式最终将这些物质排入脑室，成为脑脊液。有人描述，微绒毛犹如单向开放的“瓣膜”，当毛细血管内压增高时，可促使水和蛋白质分子进

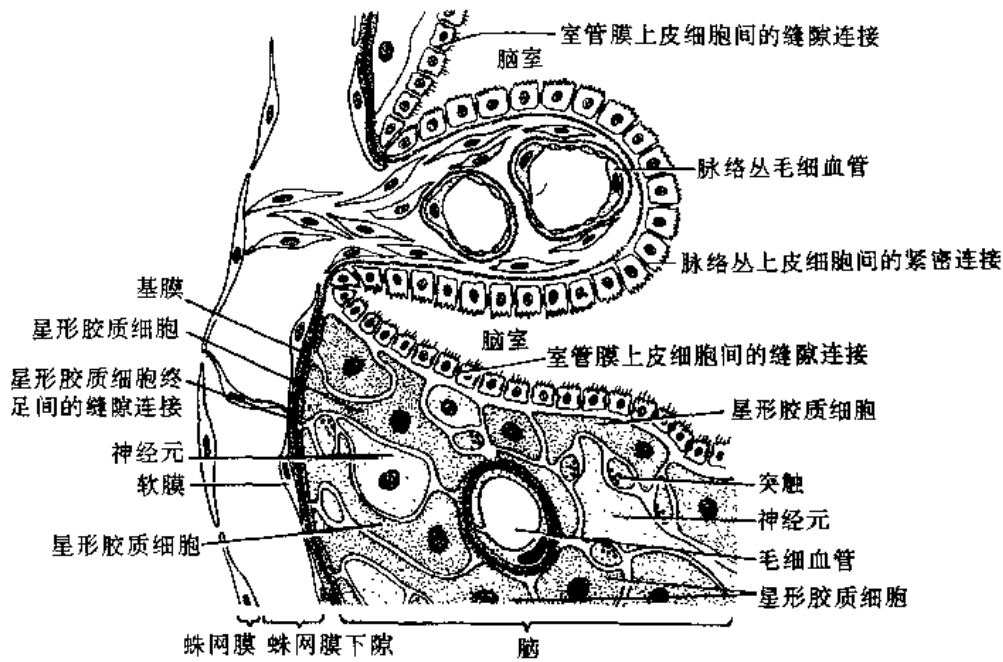


图 5-255 脑、脉络丛超微结构模式图

入脑脊液，而脑脊液压力增大时，液体不会逆流。相邻的脉络丛上皮细胞之间的紧密连接，隔断了上皮细胞之间的间隙，有屏障功能。

除脉络丛而外，人们用闪烁摄影技术证实脑和脊髓的蛛网膜下隙本身也是脑脊液的重要来源、室管膜的多种细胞皆可向脑室内分泌物质，其中包括生物活性物质和神经递质等。室管膜上皮产生的物质，除经室管膜上皮间隙直达脑室外，还可通过长突细胞主动运入脑脊液。

最后应该一提，在产生脑脊液的同时，脉络丛的毛细血管和室管膜的长突细胞等均又主动、有选择地从脑脊液中重吸收一些物质。因此，可以说脑脊液的产生是分泌、滤过和选择性吸收等综合作用的结果。

影响脑脊液产生的因素很多，已知有内分泌、营养、年龄、体液出入量、体温、疾病和药物等。但与脑室、蛛网膜下隙内的压力以及体循环系的血压似无大的关系。

(二) 脑脊液的循行和吸收

一般认为脑脊液主要于上矢状窦及横窦两侧由蛛网膜颗粒引流回归静脉。循行的大体径路是，侧脑室脉络丛产生的脑脊液经室间孔到第三脑室，在此汇集了第三脑室脉络丛产生的脑脊液，经中脑水管至第四脑室，在此又汇集了第四脑室脉络丛产生的脑脊液，除一小部分进入脊髓中央管而外，大部分经第四脑室正中孔和外侧孔至小脑延髓池。脑脊液一旦进入小脑延髓池，则迅速扩展到整个蛛网膜下隙。此后，主要经由上矢状窦和横窦两侧的蛛网膜颗粒进入静脉。不过一些资料表明还有许多部位可以吸收脑脊液。其中，颅底部的蛛网膜颗粒或绒毛可将其导入颅底部的硬脑膜窦，软脑膜和蛛网膜内的毛细血管以及脊神经根附近“墨水套囊”处的蛛网膜绒毛或颗粒，也可吸收一部分脑脊液，据说这些部位吸收的脑脊液可占全部脑脊液的 20% 左右。此外，有材料称脑、脊神经鞘的淋巴间隙也可吸收脑脊液。

脑脊液吸收的机制至今还有一些疑问。有人把蛛网膜颗粒上的微绒毛，视作单向的“瓣膜”。脑脊液的压力大于硬脑膜窦内的静脉压时，“瓣膜开启”，脑脊液流入静脉窦；当窦内的静脉压大于脑脊液压力时，此“瓣膜关闭”，静脉血不会逆流入脑脊液。显然，脑脊液的回流

机理不会如此简单。电镜观察羊的蛛网膜颗粒发现，蛛网膜下隙和上矢状窦之间确实有衬着内皮细胞的细管，这些细管有瓣膜作用。也有证据说，此处有许多大小不等的孔，大分子物质可以通过。但也有相反的报导，蛛网膜颗粒为一层无孔的上皮细胞所覆盖，并无管道，更无大的管道，脑脊液中的物质不能直接通过，蛋白质和其他大分子物质是通过白细胞的吞噬作用运走的。

脑脊液的循行动力：前已述及脑脊液主要产生于脉络丛，有人测得脑脊液的流体静力末压为 $0.294\sim 0.588\text{kPa}$ 。在此压力下，脑脊液不流动。此后，脑脊液的流量和脑脊液与硬脑膜窦静脉间的压力差成正比，压力差越大流量越大。一般情况下，脑室内的脑脊液为 1.47kPa 的流体静力压驱动，进入蛛网膜下隙。在正常情况下，蛛网膜下隙内的脑脊液也为此静力压推动，经蛛网膜绒毛或颗粒进入硬脑膜窦。除此之外，脑脊液在蛛网膜下隙内的运动还与呼吸、心血管的搏动、体位、脑脊液的比重、弥散等因素有一定的关系。例如注入小脑延髓池或终池内的一些麻醉药或其他检查用药，可随脑脊液弥散到蛛网膜下隙各处，乃至脑室。

已知硬脑膜窦内某些部位的海绵状间隙系统对脑脊液回流有调节作用。

（三）脑脊液的流体静压

脑脊液的流体静力压就是通常所谓的脑脊液压或颅内压。这个压力是一项重要的生理学指标，它取决于脑脊液的生成和吸收量，生成和吸收处于动态平衡状态，故脑室和蛛网膜下隙内的压力通常是恒定的。但脑脊液的生成受到诸如分泌和吸收、脉搏、血压、体温、药物以及某些疾病的影响，脑脊液的回流和吸收也受许多因素影响。生成和吸收任何一方的改变，均可影响脑脊液的静力压。例如循环回路受阻，脑脊液压力升高。因此测量脑脊液的压力对某些疾病的诊断，有一定的参考意义。

正常脑脊液的压力与检测部位和检测时的体位有关。成人，卧位，腰部的压力是 $100\sim 150\text{mm}$ 水柱($0.98\sim 1.47\text{kPa}$)，小脑延髓池为 $80\sim 140\text{mm}$ 水柱($0.79\sim 1.37\text{kPa}$)，侧脑室为 $70\sim 120\text{mm}$ 水柱($0.69\sim 1.18\text{kPa}$)。若改为端坐位，则腰部为 $250\sim 300\text{mm}$ 水柱($2.45\sim 2.94\text{kPa}$)，侧脑室为 $0\sim 40\text{mm}$ 水柱($0\sim 0.40\text{kPa}$)。

（四）脑脊液的功能

1. 支持和保护 脑和脊髓的结构决定了它们几乎不能承受任何挤压。它们处于蛛网膜下隙中脑脊液所形成的液体垫的包围之中。由于蛛网膜小梁的存在，这层液体垫的厚度又非常恒定，可以说整个中枢神经系统内外完全浸泡在液体环境当中。而脑脊液的比重与脑和脊髓的比重又非常接近。有人测量，在空气中，重约 1500g 的脑，放在脑脊液中，只有 50g 。而且，就是这 50g ，由于大脑镰、小脑幕等的种种分隔和这层液体垫的传递，还平均分布在脑和脊髓的被膜上。外界通过颅骨和椎管局部施于脑和脊髓上的力，在未达到脑和脊髓之前，已被缓冲和分散开来，这种力学配布是非常科学的。

2. 提供营养和转运代谢产物 过去认为中枢神经系统内无淋巴，脑脊液部分代替淋巴的功能。现在关于中枢神经系统内的淋巴问题尽管有了新的观点，但就提供营养、运送代谢产物而论，脑脊液确也有些与淋巴相似。

3. 脑-脑脊液神经体液通路 这是近年来提出的新观点。前已述及，近年来人们在脑脊液中发现了大量的神经递质、神经激素或神经调质，加上对接触脑脊液的神经纤维和神经元的深入研究，不少实验揭示脑脊液参与了和中枢神经系统的信息交流，于是在传统的中枢、周围神经系统线性神经通路之外，又提出了由脑脊液中介的神经体液通路。这一通路的结构基

础是接触脑脊液的神经元、室管膜及脑-脑脊液屏障的选择性，其往返调节的机制是突触释放和非突触释放。参与调节的物质有神经递质、内分泌激素和其他调制物。调节的范围，不仅可以实施局部整合，例如下丘脑和垂体之间；也可以实施远距离调整，例如睡眠因子的作用。这一学说为神经体液调节增加了一个新内容，为形态学提出了一个新方面。不过，这方面的研究还只是开始。

4. 稳定中枢神经系统的理化环境 脑脊液生成的多少、吸收的快慢，在生理条件下皆可与颅内血容量保持某种平衡，使颅内压始终保持在相当恒定的水平上，甚至在病理条件下，也有相当大的代偿能力，例如切除一部分脑组织，颅内空出来的容积可为增加了的脑脊液所填补，结果，颅内压仍保持恒定。因为脑脊液-脑屏障很不完全，所以脑脊液与中枢神经系统的关系十分密切，脑脊液的细胞和化学成分与脑的细胞外液者很是接近并相当稳定，因此脑脊液为脑和脊髓提供了一个相当稳定的化学环境。

(五) 与临床有关的某些问题

1. 颅内压增高 任何原因造成的脑脊液生成太多、吸收太少或循环通路受阻，均可导致颅内压增高。循环通路受阻会引起阻塞部位的脑脊液压力增高、脑积水、脑室或蛛网膜下隙的扩张变形。新生儿会挤压神经组织，影响其发育并致颅骨扩张变形；成人颅内压迅速增高则常引起形形色色的脑疝甚至迅速致命，宜迅速减压。

2. 脑脊液的抽取和检查 临床常在终池或小脑延髓池抽取脑脊液。脑脊液抽取太多会明显降低颅内压，也会招致脑疝。脑脊液的物理性状、细胞和化学成分能反映脑和脊髓及其被膜的状况。如脑脊液混浊，多是某些疾病所致细胞数量增加造成的，细胞的类型和数量取决于脑膜或室管膜病变的性质和程度。如脑脊液为黄色则可能是出血或蛋白质含量增高。如糖或氯化物含量降低，则分别见于细菌性脑膜炎和结核性脑膜炎。

第三节 脑 屏 障

现在已经知道屏障 barrier 是一种普遍的机能和结构体系，并非中枢神经系统所独有。例如血-眼房水屏障与脑屏障就颇类似。此外，如血-胸腺屏障、血-睾丸屏障，乃至气-血屏障、滤过屏障等，皆是机体在发生、发育过程中产生的一种保护性机制，它们的共同特点是物质的选择性通过，机能在于保持局部器官或组织的内环境稳定，以利其机能正常运转。当然，它们各有自己的结构基础和功能表现。

脑屏障的提出，一般认为始于 Goldman 1909 年和 1913 年的两个经典实验。前一个实验是将一种叫做台盼蓝 trypan blue 的半胶体状活体染料注入兔的静脉之后，全身的组织，包括脉络丛和脑内个别小区都染上了蓝色，只有绝大部分脑和脊髓不着色，动物无中毒症状。后一个实验是将台盼蓝直接注入蛛网膜下隙，则动物惊厥死亡，死后检查脑和脊髓被染成蓝色。于是提出了血与脑组织之间存在着一种屏障，正是这一屏障阻碍了血中的染料进入脑组织。当时把屏障定位在脉络丛。但实际上，早在 1885 年，Ehrlich 就描述过血-脑屏障的现象。一个世纪以来关于脑屏障的研究已经有了长足的进步，脑屏障的概念也比早期的含义广泛多了。现在认为它包括：脑毛细血管壁以及其他组织(如胶质细胞)与细胞外隙的物质交换；细胞外隙与其周围的神经细胞、神经胶质细胞以及其他间质细胞的物质交换；脉络丛毛细血管、脉络丛上皮与脑脊液之间的物质交换；脑脊液与室管膜、软膜-胶质膜、神经组织之间的物质交换，其中包括上皮细胞内的小泡传递；软脑膜毛细血管与软脑膜组织间的物质交换等。脑屏

障有结构基础,似已成定局,但未解决的问题也较多。现在人们多把脑屏障简单地归纳为血-脑屏障,血-脑脊液屏障和脑脊液-脑屏障三类。三类的位置、结构不同,但功能相关。在研究过程中,人们发现周围神经也存在着某种类型的屏障;而在中枢神经系统内有些特殊部位,却无屏障。

一、血-脑屏障

血-脑屏障 blood-brain barrier(BBB)是一个介于血液与脑以及脊髓之间的、通透性较低的、有选择性通过能力的动态界面 dynamic interface。特别应当强调,它既不是血浆中什么物质皆可自由出入,也不是任何物质皆不能通行的绝对屏障,而是指血与脑、脊髓组织之间,有一个与其他器官不同的,独特的调节物质交流的系统。它有自己的形态学基础和理化特性,在功能上有复杂的生理学、生物化学现象。近年来通过电镜、生理、生化、药理、免疫组化、细胞化学、荧光示踪、同位素定位等多种手段,研究已相当深入,但仍有不少问题待解决。

血-脑屏障的形态学基础是毛细血管内皮细胞及其细胞之间的紧密连接、基膜、周细胞、星形胶质细胞终足形成的胶质膜以及极为狭窄的细胞外隙。它们不仅有机械的阻挡作用,而且其极性分布的电荷、特殊的酶系统和免疫反应等也参与屏障机制,共同调节血液与细胞外液以及脑脊液之间的物质交换,维持脑内环境的稳定(图 5-256,257)。

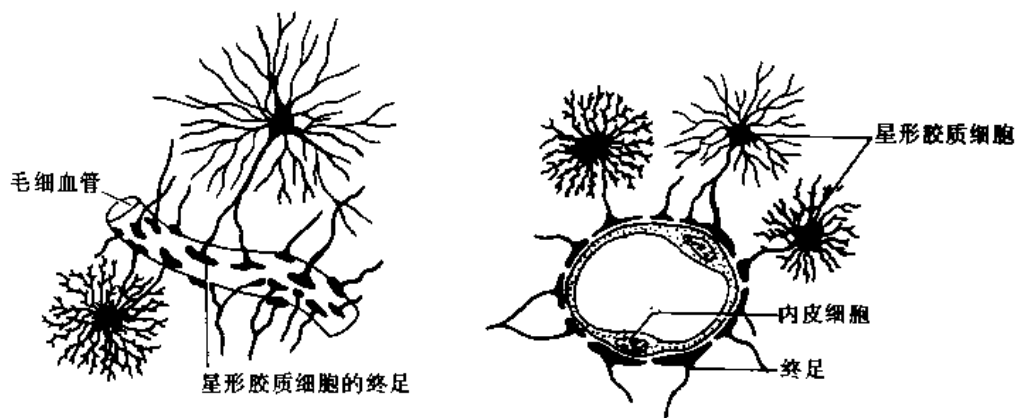


图 5-256 神经胶质细胞与脑毛细血管的关系

(一)脑毛细血管内皮细胞及其之间的连接

血-脑屏障的毛细血管内皮细胞较其他器官毛细血管的内皮细胞为薄,仅为 $0.1\mu\text{m}$,无窗孔。线粒体含量为无屏障处的 2~3 倍。线粒体可能为维持毛细血管内、外离子梯度提供能量。内皮细胞不含肌动蛋白,所以脑毛细血管不受组胺、5-羟色胺及去甲肾上腺素等血管活性物质的影响,而保持相对恒定的通透性;没有或罕

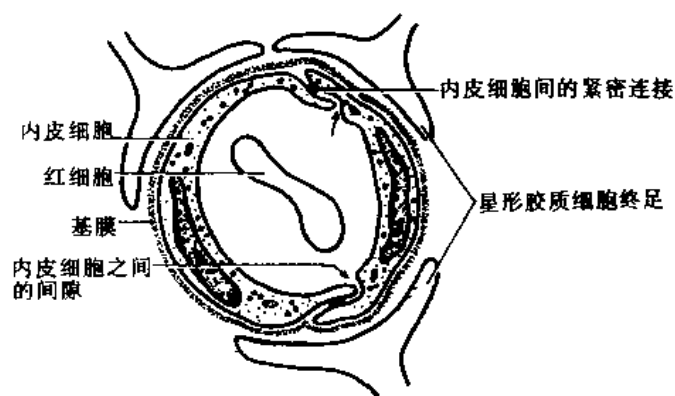


图 5-257 脑内毛细血管模式图
示内皮细胞的叠互状排列及其间的紧密连接

见吞饮小泡，因而不能主动运转某些高分子物质和非电解质低分子物质。只有在高血压、缺氧等病理条件下，血-脑屏障功能降低时，细胞质中的小泡才明显增多。

血-脑屏障处的毛细血管内皮细胞带有一定量的负电荷，故带有阴电荷的物质，不易从血管内进入脑组织，碱性染料或带阳电荷的物质则容易透过血-脑屏障。在病理条件下，内皮细胞表面的阴离子消失，代之以中性或阳离子，则内皮细胞通透性增强，血-脑屏障受损。

血-脑屏障的毛细血管内皮细胞含有调节物质运输的酶。酶的种类繁多。这些酶使特定物质的运输有方向性。例如钾，从血液至脑，有严格的限制，而从脑至血液，则运输迅速。此外还有多种多样的分解酶和合成酶。分解酶使许多特定物质在到达脑细胞外液前，即行失效。例如 γ -氨基丁酸(GABA)，在透过毛细血管壁时，就受到 GABA 转氨酶的作用，脱氨而变成丁酸，致使 GABA 不能到达脑细胞外液。种类繁多的合成酶，使内皮细胞合成种类繁多的神经递质，正是这些神经递质使得特定物质被阻挡或通过血-脑屏障。

血-脑屏障处毛细血管内皮细胞的免疫反应也是屏障因素之一。病理条件下，淋巴细胞释放破坏血-脑屏障的淋巴因子，破坏血-脑屏障，导致血中的致病细胞侵入脑实质。

血-脑屏障毛细血管内皮细胞间的紧密连接处，内皮细胞彼此间呈叠瓦状，互相重叠，形成一完整的带，围绕整个毛细血管壁。相邻内皮细胞膜外层之间，可有 10~20nm 宽的间隙。此间隙是连续的，部分可跨越连接，从而使毛细血管腔在这种宽度的级别上，内外相通，一般认为这只是毛细血管向外通的一个潜在通道。紧密连接和如此狭窄的间隙，在很大程度上限制了蛋白质分子和离子的通过。许多学者指出中枢神经系统毛细血管内皮的上述特点，构成了血-脑屏障第一道有形和无形的隔膜。

(二) 基膜和周细胞

基膜介于内皮细胞与星形胶质细胞终足之间，大概是血-脑屏障的第二道隔膜。基膜含有大量的具有胶原特性的氨基酸，极少纤维性物质，因此无定形，厚 20~60nm，电子密度中等、均一。此基膜一侧附着于内皮细胞，一侧附着于星形胶质细胞的终足。从发生上看，它是源于中胚层间充质的血管基膜和源于神经外胚层的神经上皮基膜之融合。在血-脑屏障成熟过程中，此膜糖链分布发生变化，形成阴性电荷。这种阴性电荷使得物质通过具有选择性。在病理状态下，例如在肿瘤附近，基膜可被溶解，于是血管外间隙增大。

周细胞 pericyte 位于基膜内，细胞质内含有各种细胞器和空泡，有人认为它参与血-脑屏障，当被吞饮的有害物质穿过内皮细胞时，即显示其作用。基膜破裂后，它可进入神经组织内，变为巨噬细胞，故有人认为它有变为小胶质细胞的可能性。有人发现老年人周细胞减少，但原因不明。周细胞的来源有争论。观点之一是认为此种细胞来自血管的间充质，随血管内皮细胞进入中枢神经系统。观点之二是认为脑内无间充质，此细胞来自内皮细胞和周细胞的自身增殖。

(三) 星形胶质细胞和细胞外基质

早年，光镜下就发现星形胶质细胞的粗大突起之末端膨大成终足(脚板)，贴附于脑毛细血管外周，形成脑毛细血管外周的胶质膜，而今电镜也证实了它的存在。只是这些终足与内皮细胞间尚有 20nm 的间隙，相邻终足之间也有裂隙，并不连贯，只包绕毛细血管 85% 的表面。终足是在发育中逐渐膨大形成的，含有大量的线粒体。由毛细血管壁内渗出的水和某些物质，例如葡萄糖、氨基酸和一些颗粒物质，又可主动转运回血管内，能量大概就由这些线粒体供给的。过去虽然不排除星形胶质细胞有主动运输物质的可能性，但多数人认为，终足

所形成的胶质膜在血-脑屏障中的作用是次要的，是辅助性质的。然而近年来的研究揭示，星形胶质细胞、周细胞和血管内皮细胞三者，在血-脑屏障的发生、分化和再生中，互为依赖。此外还发现星形胶质细胞的免疫反应和内皮细胞者一样。有鉴于此，尽管胶质膜只包绕毛细血管85%的表面积，但也是血-脑屏障不可少的一层，其作用，显然不单是机械的阻挡。由胶质细胞、周细胞与血管内皮细胞三者的动态关系说明，它们是有机的结合，很难说谁是第一道屏障，谁是第二、三道屏障。

中枢神经系统内的细胞间隙很窄，仅10~20nm，称脑细胞外间隙。有人估计，中枢神经系统细胞外间隙的总体积只占脑和脊髓体积的25%，甚至只占6~15%，而且随着年龄的增长还在减少。细胞外隙内无结缔组织纤维，只有一些基质。近年来，生理、生化、电镜和示踪等研究证实，这一狭小的间隙是脑内物质传送的主要通道。有人认为细胞外基质的粘滞性较大，阻滞了细胞间物质的扩散，因而是屏障的机理之一。相反，有人认为细胞外基质中的蛋白多糖有吸水能力，正是它们促进了离子和小分子物质的扩散。细胞外间隙及其基质在血-脑屏障中的作用尚无定论。

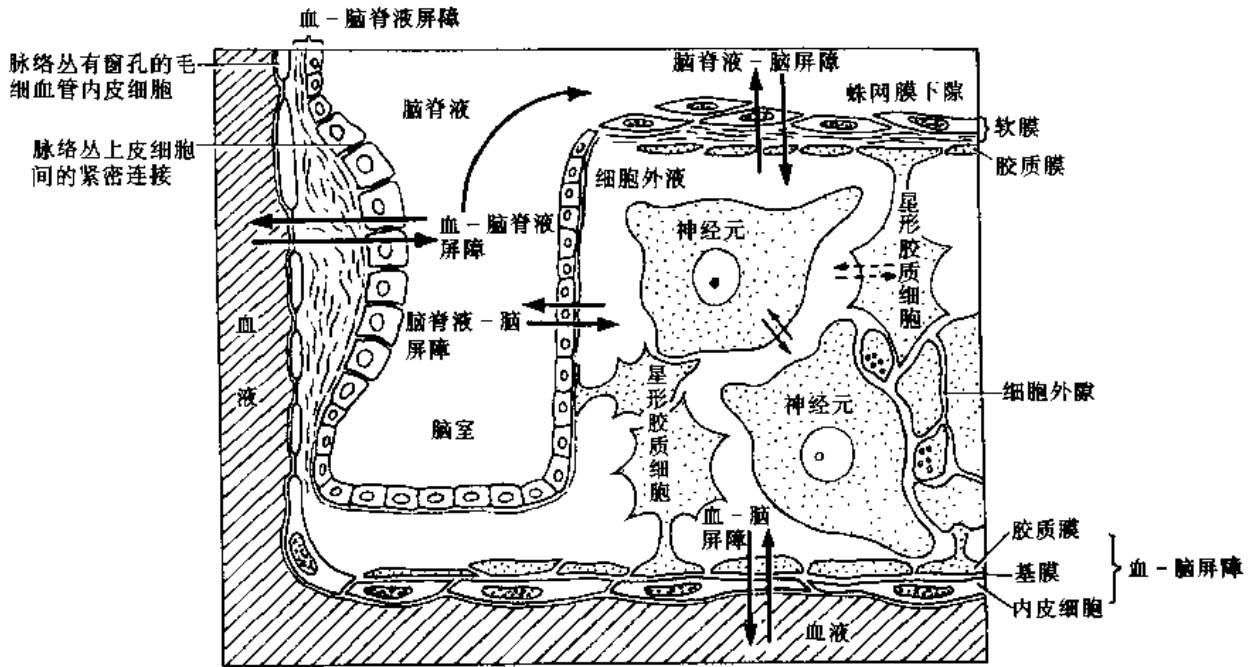


图 5-258 脑屏障示意图

二、血-脑脊液屏障

血-脑脊液屏障 blood-cerebrospinal fluid barrier (BLB) 是血液与脑脊液之间，选择性阻止某些物质从血流进入脑脊液的结构或界面。它的通透性也低，机能也是动态的。其机理有机械阻挡，也有异生性溶解，也有主动运输。因为脑脊液主要来自脉络丛，所以过去传统观念认为脉络丛毛细血管内皮细胞、基膜和脉络丛上皮细胞是血-脑脊液屏障的结构基础。但此说很粗糙，也不确切。近代电镜证明脉络丛毛细血管内皮细胞有窗孔，注入血管的台盼蓝可由此进入脉络丛间质，因被脉络丛上皮细胞侧壁近腔面处的紧密连接所阻挡，才没有进入脑脊液。因此，确切的说法应是脉络丛上皮细胞间的紧密连接机械阻挡参与了血-脑脊液屏障。此外生物学研究提示，脉络丛上皮细胞的酶体系及其离子泵机制在血-脑脊液屏障中也有重大作用。

例如，将细胞色素 C 注入静脉内，它虽可进入脉络丛上皮细胞，但为水解酶所水解，这就是所谓的异生性溶解作用。据说这是血-脑脊液屏障的主要机制。脉络丛上皮细胞还可把葡萄糖从血液中主动转运至脑脊液，使其浓度等于血中浓度的 $\frac{1}{2}$ ，脉络丛上皮细胞的主动分泌和吸收，在血和脑脊液的物质交换中，也有一定的作用。

三、脑脊液-脑屏障

脑脊液-脑屏障 cerebrospinal fluid-brain barrier(LBB)是脑脊液和脑组织之间的选择性阻止某些物质进入脑组织的屏障。它包括两个部位。一是脑室内的脑脊液与脑组织之间的屏障。显然，此处的界面是室管膜上皮、上皮深方的基膜和室管膜下层。另一个部位是蛛网膜下隙内的脑脊液与脑组织之间的屏障。其界面应是软膜及其深方的胶质膜。室管膜上皮之间，除少数一些特殊区域外，一般没有紧密连接，大分子物质可以通过。将一些不易通过血-脑屏障的药物，如台盼蓝注入脑脊液，它们易通过上述两个部位的界面。一般认为脑脊液-脑屏障是不完备的，也是不重要的。脑脊液和脑细胞外液的成分十分接近，二者之间的物质交换更为广泛。但相似并非相同，此点提示屏障的存在。它们在维持和改变中枢神经系统的膜电位中起着重要的作用。现在已经知道，室管膜上皮的通透性、分泌功能和物质运输有一定的选择性。其中，如长突细胞对物质的运输很可能就是脑脊液和脑组织间物质交换的桥梁。至于蛛网膜下隙内的脑脊液与神经组织之间的物质交换及其屏障，目前知之甚少。

四、周围神经的屏障

离开了中枢的周围神经，也不是任何物质皆可自由出入。作为一个器官，周围神经也有自身的血管。神经外膜的毛细血管与其他部位的毛细血管无异，但神经内膜的毛细血管的结构和功能与中枢神经内的毛细血管相似，内皮细胞间有紧密连接，是连续型毛细血管，内皮细胞中吞饮小泡很少。实验证明，血管内的示踪蛋白可经神经外膜的毛细血管扩散，但受阻于神经束膜和神经内膜的连续型毛细血管。神经束膜可阻挡电解质的扩散，也可通过酶的活动调节溶质的交换。已知神经束膜细胞有脱磷酸酶和 ATP 酶活性。因此，可以说周围神经屏障的结构基础是神经束膜、神经内膜及其连续型的毛细血管和酶系统。它们的屏障功能使周围神经的正常功能得以进行。

五、脑屏障的发生与成熟

这个命题至今尚未完全解决。以往多以染料的通透性和脑脊液成分及其含量测定等方法研究小鼠、大鼠、狗、兔、猫等动物，证实新生动物的血-脑屏障尚未成熟。但也有相反的意见，例如有人认为胚胎早期的脑组织就已经有了血-脑屏障。显然，他们的结果与所用药物有关，似不宜以偏概全。根据核黄疸出现在新生儿，出生不久胆红素能从血液进入脑和脑脊液以及其他研究，目前一般认为生前和新生儿期，血-脑屏障尚未发育完全，出生六个月后才逐渐成熟。

六、脑屏障的生理学意义和影响脑屏障的某些因素

(一) 脑屏障的生理学意义

在人体九大系统中，神经系统处于主导地位，其中，中枢神经系统尤为重要。通常认为

脑屏障的生理学意义在于保持中枢神经系统内环境的高度稳定，以确保中枢神经系统功能的正常进行。脑屏障一旦遭到破坏，中枢神经系统代谢所不需要的物质、有害的物质即可侵入，从而危害了中枢神经系统的正常功能。正、反两方面都说明脑屏障对中枢神经系统是不可少的，是其功能的需要。

在一般条件下，脑屏障是相当稳定的。物质通过屏障一般说来和分子的大小，与血浆蛋白结合的程度，脂溶性程度，血液、脑脊液、神经组织本身该物质的多少有关。此外，糖、氨基酸、有机酸各有特定的转运机理。通常，脑屏障对可溶于血液、脑脊液、脑细胞外液物质之通过，有高度的选择性。有些物质通过很慢，有些物质如脂溶性物质、与膜载体有亲和性的物质，通过很快。这些物质在脑脊液和神经组织的细胞外液间通过无选择性。近来大量的研究证明，水分子、氧、一氧化碳、碳酸氢根，可自由出入脑屏障； Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 可以通过，但不同的部位间有差异。蛋白质是否能通过，取决于其结构。某些氨基酸，比如多巴胺、5-羟色胺、左旋多巴等易通过。

有些学者认为血和脑之间的物质交换取决于神经系统内部的物质代谢，而新陈代谢又与神经系统的生长、发育、生理、病理条件密切相关，因此不同情况下，交换的物质就有差异。也就是说，凡神经细胞代谢需要的物质或代谢产物，一般可以自由出入；非代谢必需的物质，一般则不能自由出入。由此也可推论，中枢神经系统的代谢水平也受脑屏障的影响。不过还有另一方面，即不能通过脑屏障的物质，对中枢神经系统未必全是有害的，例如某些活性染料和青霉素；能够通过脑屏障的物质对中枢神经系统未必全是利，如某些病毒和细菌，它们可以通过脑屏障进入中枢神经系统，而可与之对抗的某些药物却不能通过，这样，脑屏障反而成了它们的天然防线。因此，脑屏障对脑有保护作用，似乎也不是全无疑问。

（二）影响脑屏障的一些因素及其临床应用

因脑屏障是和脑正常功能所对应的正常结构，故从生理角度和治疗角度，都应尽量避免改变它或破坏它。事实上，一般条件下，临床所用药物的剂量也很难改变它。但为了特殊的需要，人们万不得已，也可考虑改变它或利用它。例如用吗啡水合氯醛和亚硝酸戊酯等药物可使抗痉挛药较易通过血-脑屏障。其中，亚硝酸戊酯的效果较好。将尿素等高渗液注入动物的颈动脉内，可增加脑屏障的通透性，这种改变是可逆的，没有神经性损害。另外如冷冻、癫痫发作、微波照射等，皆可不同程度或暂时地改变脑屏障的通透性，实验性脑震荡也可以改变脑屏障的通透性。以上是增加脑屏障通透性的例子。另外某些物质也可以降低脑屏障的通透性。例如台盼蓝一类活性染料就可降低脑屏障的通透性。又如利血平，用 ^{32}P 作标记物时，可增加脑屏障的通透性；用 ^{24}Na 作标记物时，则可降低其通透性。总之影响脑屏障的因素很多，临床上可以利用。如脑外伤的病人，在给脱水剂的同时，为了预防感染可给青霉素。在正常情况下，青霉素是不易通过脑屏障的，脑外伤、脱水剂均增加脑屏障的通透性，此时青霉素正好可以透过。此外，人们也在利用脑屏障内部的细微差别，将一些药物注入脑脊液内，以达到治疗的目的。

七、缺乏脑屏障的特殊区域

前曾提及，注射台盼蓝的经典实验，脑内某些小区可被染色(图 5-259)。此后的研究证实这些部位缺乏上述的屏障，特别是血-脑屏障。这些小区有穹窿下器官、连合下器官、终板血管器官、松果体、下丘脑的正中隆起、神经垂体、延髓的最后区和脉络丛等。这些区域的神

神经元往往特化为神经分泌细胞，它们与毛细血管直接接触。有些神经元的细胞膜上还有化学受体，说明这些神经元可能与来自血液的化学递质直接作用。这些脑区的毛细血管也缺少上述血-脑屏障处毛细血管的特征。

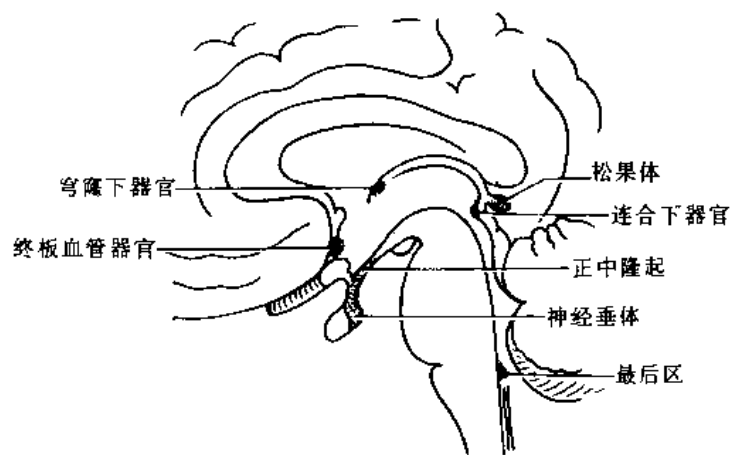


图 5-259 缺乏脑屏障的区域示意图

相反，这些部位的毛细血管内皮细胞和血窦内皮细胞一般都有直径为 70~80nm 的窗孔，内皮细胞之间也无紧密连接，有略宽的细胞间隙，所以电解质、离子、大分子物质一般皆可通过。毛细血管的内皮细胞有丰富的吞饮小泡，说明其主动运输功能十分活跃。血窦多，血窦外周无胶质膜，仅有网状纤维包绕，毛细血管内皮的基膜与胶质细胞突起的基膜相分开，二者间有血管周围

间隙，而这个间隙又借胶质细胞终足间的缝隙与脑组织的细胞外隙相通，某些物质，例如 HRP 和其他示踪物可通过这些间隙进入脑组织的细胞外隙。毛细血管内皮细胞内含吞饮小泡较多，说明其吞饮活动活跃。此外这些部位的毛细血管的内皮细胞也无非特定的乙酰胆碱酯酶的活动等特点。

(姚铭举)

第三十三章 脊髓和脑的血管

第一节 脊髓血管

脊髓的动脉来源有两个：①椎动脉的降支即脊髓前动脉和脊髓后动脉；②节段性血管来自于不同来源的多个根动脉经椎间孔进入椎管(图 5-260,261,262)。

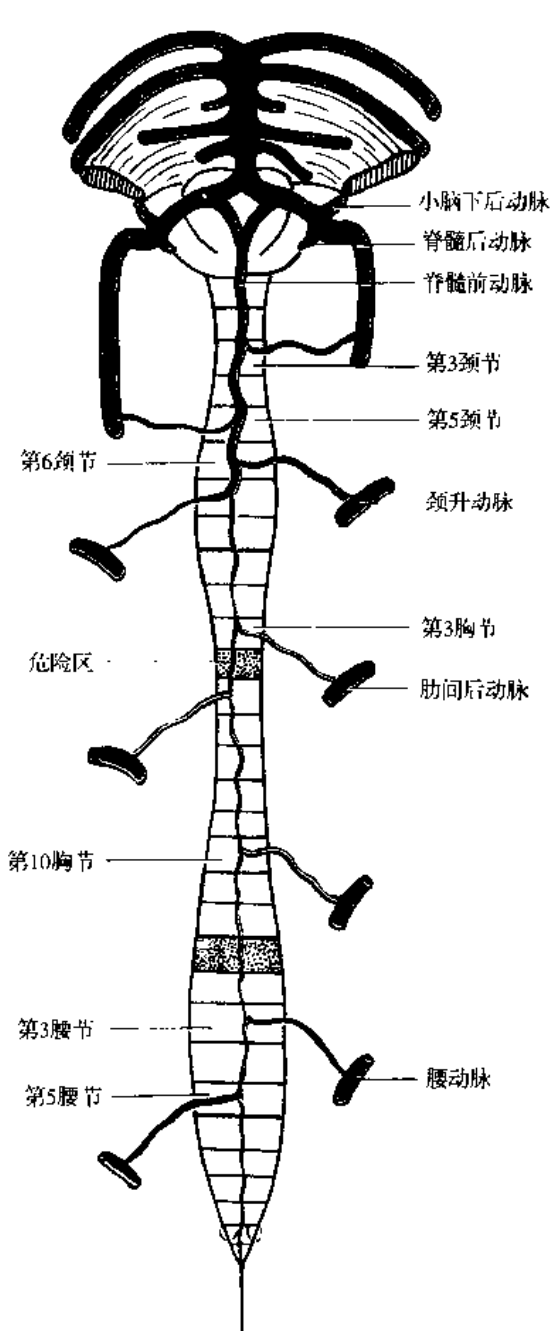


图 5-260 脊髓前动脉与前根动脉(前面)

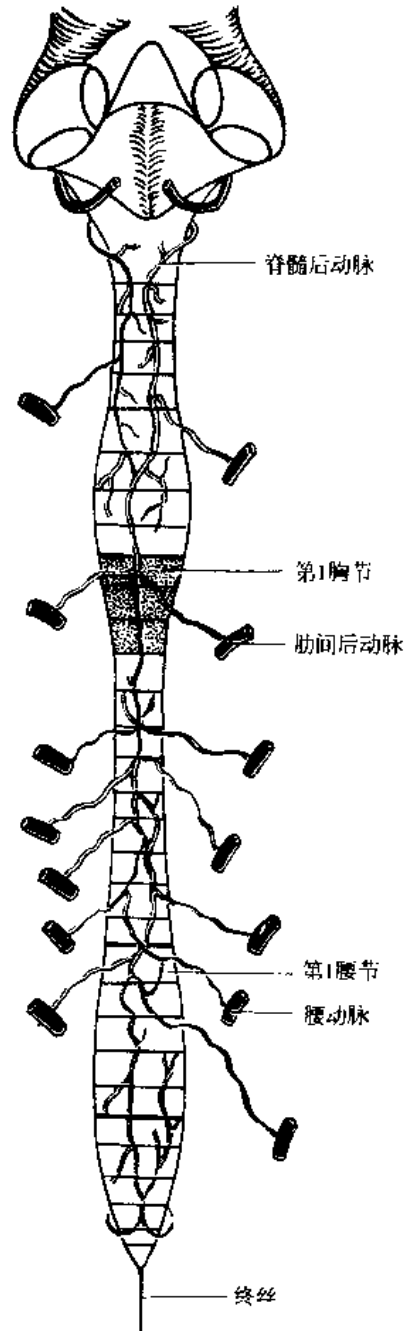


图 5-261 脊髓后动脉与后根动脉(后面)

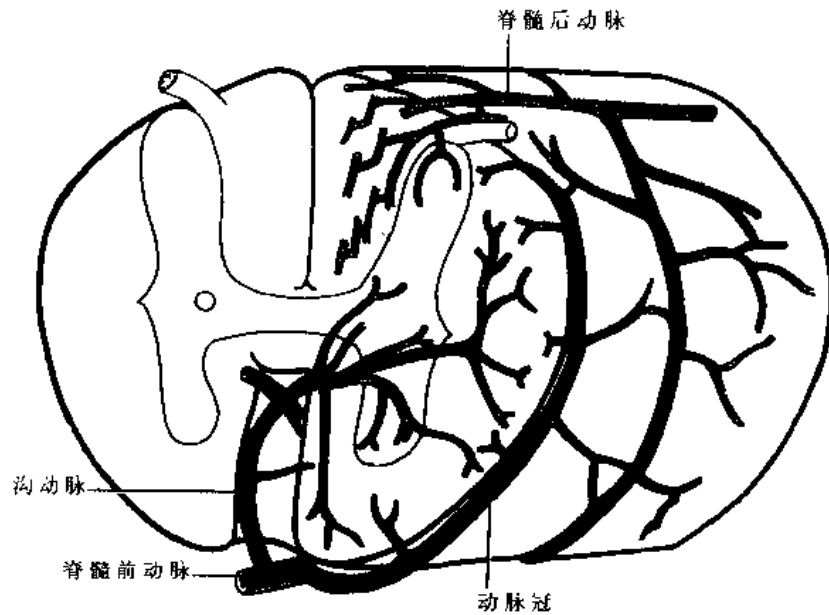


图 5-262 脊髓动脉模式图(示动脉冠及沟动脉)

椎动脉经枕骨大孔进入颅腔，在合成基底动脉之前，由椎动脉发出脊髓前动脉 anterior spinal artery 和脊髓后动脉 posterior spinal artery。国人资料表明，成对的脊髓后动脉，多数源于椎动脉，也有人源于小脑下后动脉。发出后先转向背侧，在脊髓的后面迂曲下降。在下降的过程中接受 6~10 条后根动脉，形成纵行的丛状血管干。自脊髓的后外侧沟下降。脊髓前动脉发自椎动脉的末段，在延髓锥体交叉处合成一个沿脊髓前正中裂迂曲下降的血管干，称之为脊髓前正中动脉。沿途接受 5~8 支前根动脉。

脊髓前正中动脉除发分支分布于延髓下部以外，在下降过程中还发两种分支。一种是绕脊髓向后与脊髓后动脉分支吻合的动脉冠 arterial vasocorona；另一种是沟动脉 sulcal arteries 或称中央动脉进入前正中裂。沟动脉以腰部最多，胸部最少。沟动脉从脊髓前正中动脉发出，在脊髓前正中裂交替地进入左右侧。脊髓前正中动脉通过沟动脉，供应脊髓的前角、侧角、中央灰质和后角的基底部。也供应前索和侧索的深部，包括皮质脊髓侧束。通过动脉冠的分支供应脊髓侧索浅部较小的范围，即供应脊髓丘脑侧束的纤维。因此，脊髓前动脉系统大约营养脊髓前面的 $\frac{2}{3}$ 。当脊髓前动脉阻塞时可引起两侧瘫痪和部分痛温觉消失。脊髓后动脉供应后角和后索即脊髓的后 $\frac{1}{3}$ 。

根动脉是节段性血管，来自颈升动脉、颈深动脉、肋间后动脉、腰动脉和骶动脉等。进入椎间孔以后分为前根动脉和后根动脉。它们是供应胸、腰、骶和尾髓的主要动脉。前根动脉较大，沿前根并在脊髓的前面经过，在前正中裂进入脊髓前正中动脉。后根动脉较小，沿后根的前后走行，与相邻节段的分支相连，形成成对的丛状脊髓后动脉。

在颈、腰膨大部位的根动脉供应方式，一种是以多条较细的根动脉供应；另一种是以一条较粗的大根动脉，即 Adamkiewicz 动脉或称颈膨大动脉和腰膨大动脉供应。国人资料观察，颈膨大动脉出现于 $C_5 \sim T_3$ ，以 C_7 、 C_8 为最多，且以左侧为多见。腰膨大动脉出现于 $T_6 \sim L_3$ ，以 T_9 、 T_{10} 为最多。

脊髓灰质的血液供应要比白质丰富，物质代谢越强的部位，所需的血液供应也就越丰富。颈膨大和腰膨大的血液供应最丰富，而胸髓血液供应则最少。

脊髓静脉的属支大致与动脉相似。在脊髓后面有5~10条后根静脉,在脊髓前面有6~11条前根静脉。后根静脉在后正中沟处,形成纵行脊髓全长的脊髓后正中静脉 spinal middle posterior vein(图 5-263)和一对较小的脊髓后外静脉 spinal external posterior vein。各前根静脉同样也形成一条脊髓前正中静脉 spinal middle anterior vein 和两条脊髓前外静脉 spinal external anterior vein 同样,由静脉冠连接各纵行静脉干,形成软脊膜静脉丛。后根静脉收集后索、后角的静脉血,脊髓前正中静脉通过沟静脉收集沟缘白质和前角内侧部的血液。前角外侧部、侧角、前索和侧索的静脉血则流入静脉冠的属支。

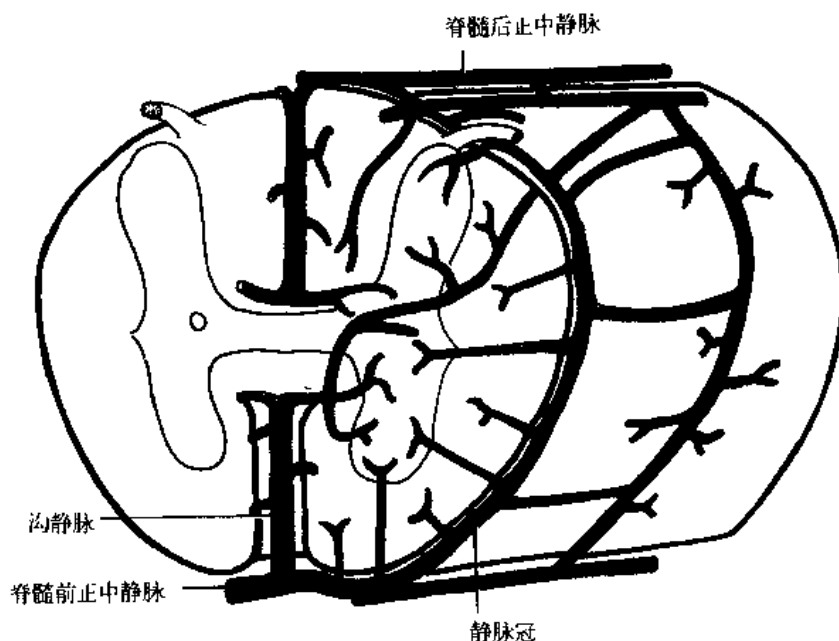


图 5-263 脊髓静脉示意图

第二节 脑 血 管

脑血管的特点: ①脑动脉壁较薄,是因其中膜和外膜较薄所致。②静脉壁因缺乏平滑肌故也较薄。③静脉不与动脉伴行。④有独特的硬脑膜窦。⑤血液与神经元间的物质交换,是通过对物质有选择的血脑屏障,此屏障有重要的临床意义。

一、脑 动 脉

人脑的血液供应非常丰富。在安静状况下,仅占体重约2%的脑(平均约为1300~1500克),大约需要全身供应血量的20%左右。脑组织不仅耗氧量很大(约占全身总耗氧量的20~30%),而又无能源物质的贮存,所以脑组织对血液供应的依赖性是很强的。同样脑组织对缺氧也是十分敏感的。

脑由两对动脉干供应,即椎基底动脉和颈内动脉。它们的形态结构和行程配布有其特点: ①颈内动脉和椎基底动脉在脑底部形成一个大的动脉吻合——大脑动脉环(或称 Willis 环)。它对脑血液供应的调节和代偿起重要作用; ②脑动脉壁较薄,其中膜和外膜远较管径同等大小的颅外动脉为薄(图 5-264)。

整个脑可以小脑幕为界,分为幕上结构和幕下结构。幕上结构接受颈内动脉系和大脑后

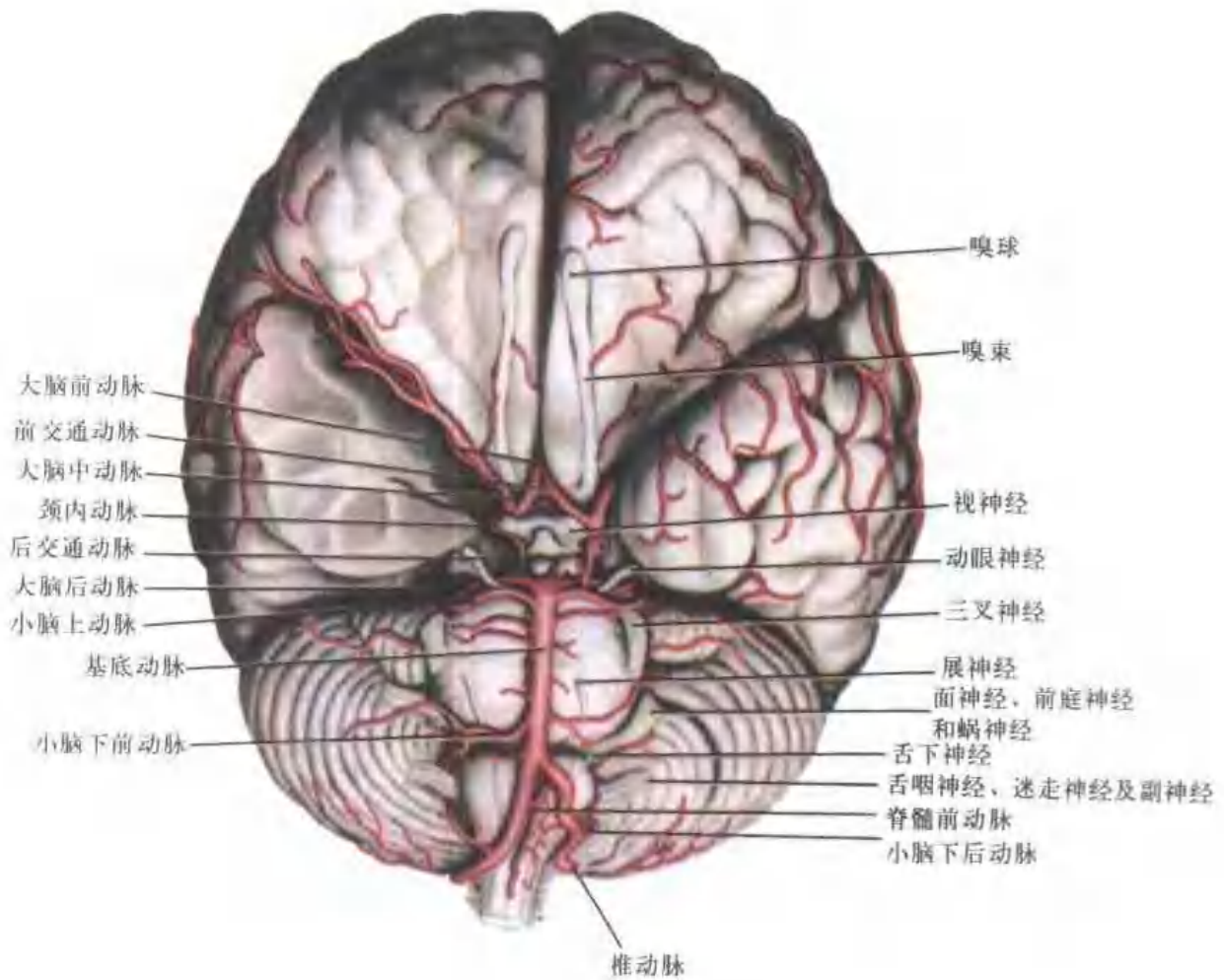


图 5-264 脑动脉

动脉的血液供应；幕下结构接受椎基底动脉系的血液供应。

脑血管的安排形式可分为旁正中动脉、长旋动脉和短旋动脉(图 5-265)。

旁正中动脉 paramiddle artery：是从大脑动脉环内侧发出的那些中央动脉——内侧中央动脉。发出后在中线两侧穿入脑实质，供应中线附近的中央核区。

长旋动脉 circumflex long artery：是从大脑动脉环发出的大脑前、中、后动脉。由脑的腹

侧面绕至内侧面或背外侧面，输送血液经过长距离达大脑半球表面，形成广泛吻合的软膜动脉网，再发分支穿入脑实质。

短旋动脉 circumflex short artery：它是三个大脑动脉接近大脑动脉环处发出的分支——外侧中央动脉。发出后行短距离穿入脑实质，供应长旋动脉与旁正中动脉营养范围之间的区域。

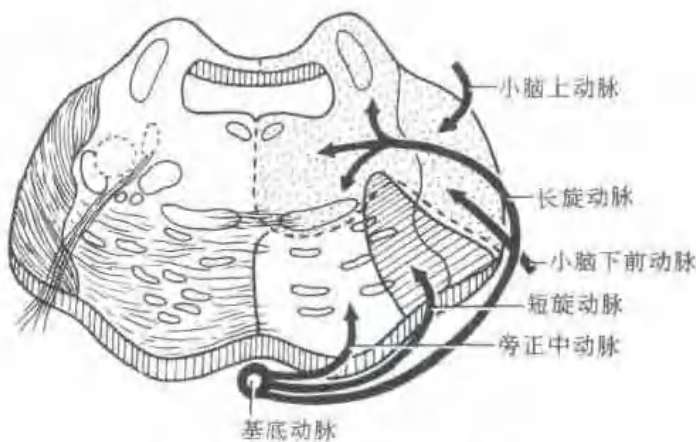


图 5-265 脑桥动脉分布模式图

(一) 颈内动脉

颈内动脉 internal carotid artery (图 5 264, 5-267) 经颈动脉管外口上升, 继而转向前内侧, 至破裂孔向上, 在鞍背两侧转向前, 进入海绵窦。动脉在海绵窦内被覆有内皮。在小翼突(前床突)下方, 颈内动脉弯向上穿硬脑膜, 进入蛛网膜下腔。一般根据颈内动脉的行程位置可将其分为颈段、颈动脉管段、海绵窦段及脑段。而临床上将海绵窦段及其上方的弯曲, 即颈内动脉的颅内部分称为虹吸部 Siphon。

两侧颈内动脉往往不等大, 可有一侧缺如, 双侧颈内动脉缺如极为罕见。一侧缺如者, 大脑中动脉由后交通动脉所代替, 大脑前动脉由对侧颈内动脉发出。也可发白大脑后动脉。一侧颈内动脉可发出两侧大脑前动脉。一般颈内动脉虹吸部的近侧端比远侧端距正中线为远, 有时两端与中线的距离相同, 近端距中线近者较少见, 此情况与蝶鞍部肿瘤将虹吸部远端外移者难以区别。

颈内动脉在海绵窦内发出一些小的分支分布于海绵窦、垂体和硬脑膜。垂体上动脉 superior hypophysial artery 始自颈内动脉海绵窦段的内侧壁, 经视交叉的下面达到漏斗, 沿漏斗下降, 供应腺垂体。垂体下动脉 inferior hypophysial artery 始自颈内动脉的内侧壁, 经海绵窦而达神经垂体的侧面, 分为上支和下支, 在叶间沟分别上行和下行。并与对侧同名动脉吻合成叶间动脉环, 主要分布于神经垂体。颈内动脉在鞍背上方、视交叉外侧发分支如下:

1. 眼动脉 ophthalmic artery 详见视器。

2. 后交通动脉 posterior communicating artery 始自颈内动脉末端的后壁, 在乳头体外侧, 跨过视束在蝶鞍和动眼神经的上面, 向后内走行, 连于大脑后动脉。因此, 当发生后交通动脉瘤时, 将会压迫动眼神经, 而引起眼球运动障碍和瞳孔开大。后交通动脉变异性很大。有的一侧没有此动脉, 有的很细, 有的则很粗大, 甚至于代替了大脑后动脉。有人观察, 每侧大脑后动脉与其本侧的后交通动脉的直径间, 存在反比关系。即大脑后动脉口径越粗, 后交通动脉口径就越细。相反, 大脑后动脉口径越细, 后交通动脉口径就越粗。

后交通动脉发出一些小的中央动脉。前段发出前群, 供应下丘脑、丘脑腹侧、视束前部和内囊后肢。后段发出后群, 供应丘脑底核。这些中央动脉之间没有吻合, 其中任何一支阻塞, 接受供应的区域将发生梗塞。在后交通动脉中段发出 1~2 支较大的结节丘脑动脉 tuberothalamic artery。它在蛛网膜下腔向上外走行, 在灰结节、视束和大脑脚之间的区域穿入脑实质, 可至内囊。

后交通动脉是颈内动脉系和椎基底动脉系之间重要的交通路径。也是两大动脉系间平衡压力的重要途径。正常情况下两大动脉系的血液多不相混。只有当其中之一的压力明显降低时, 两动脉系血流才相混。其血流方向视颈内动脉与椎基底动脉系当时的压力而定。血流方向在人的一生中也是不断变化着, 这种变化与机体当时的生理状况有关。

3. 脉络丛前动脉 anterior choroidal artery 多从颈内动脉末端发出, 沿视束腹侧向后, 经大脑脚和海马回钩之间, 向后经脉络裂下部终于侧脑室脉络丛, 并与脉络丛后动脉吻合, 向后上经侧脑室中央部, 在室间孔与第三脑室脉络丛相接(图 5 266)。

脉络丛前动脉在进入侧脑室下角以前, 发出 1~3 个皮质动脉和 2~3 个中央动脉。皮质动脉分布于海马回钩。一支中央动脉再分数小支分布到外侧膝状体、大脑脚、乳头体及灰结节。另外两支中央动脉穿视束及其外侧, 称纹状体内囊动脉。此外还发支至尾状核、杏仁核和海马等处。据国入(祁建等 1983)资料报道, 脉络丛前动脉起点与后交通动脉间的距离平均左右均为 3.4mm。

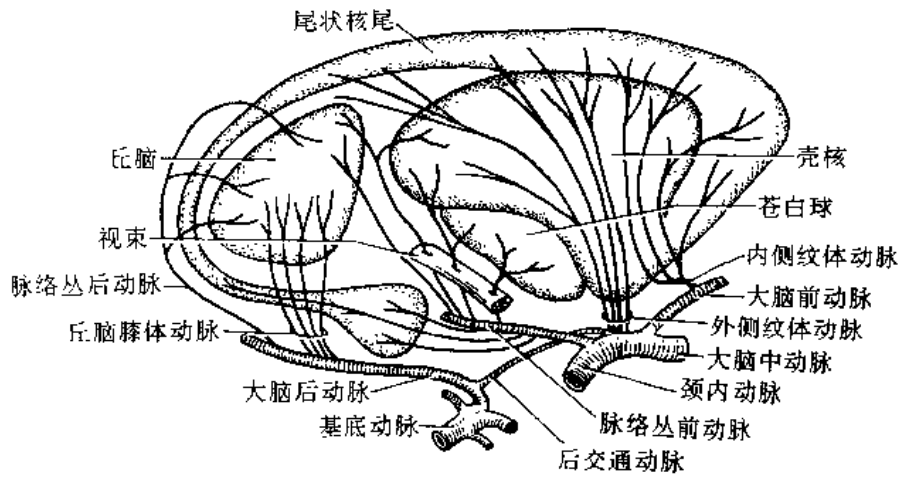


图 5-266 纹状体和丘脑的动脉分布示意图

纹状体内囊动脉 striatocapsular arteries 是供应纹状体和内囊的中央动脉。绝大多数来源于脉络丛前动脉，极少数直接来源于颈内动脉。一般有两支，一支穿视束斜向后外达苍白球；另一支在视束外侧向后行，经内囊后肢及豆状核下缘沿视辐射向后行。

脉络丛前动脉及纹状体内囊动脉分布范围是：内囊后肢、膝部、尾状核、苍白球、杏仁核、丘脑、下丘脑、乳头体、灰结节、外侧膝状体、视束、红核、黑质、大脑脚、豆核攀、侧脑室脉络丛、海马、海马回及海马回钩等部。

脉络丛前动脉，在蛛网膜下腔行程较长，管径较小，故容易发生栓塞。栓塞后可能出现的临床症状：①对侧偏瘫，这是因大脑脚底供血不全或软化所致。②对侧偏身感觉障碍。为内囊丘脑皮质束的纤维供血不全或软化而致。③偏盲，为内囊视辐射纤维供血不全或软化而致。由于脉络丛前动脉有丰富的侧支吻合，所以动脉栓塞后很少出现上述典型症状。

4. 大脑前动脉 anterior cerebral artery (图 5-267) 是颈内动脉较小的终支。在视交叉外侧三角处由颈内动脉分出。向前内经视交叉的背面，沿终板的前方转向上，进入半球间裂(大脑纵裂)。继而沿胼胝体嘴向前上，绕胼胝体膝向后可达顶枕沟的前方。在此可与大脑后动脉吻合。形成颈内动脉与椎基底动脉的另一吻合路径。左右大脑前动脉未进入大脑纵裂以前，其间常有横支相连，称为前交通动脉。因此可把大脑前动脉分为交通前段和交通后段。也有人将大脑前动脉以前交通动脉为界，分为近侧段和远侧段。

两侧大脑前动脉可能不等大。也可两侧始于一侧颈内动脉。或只有一条大脑前动脉，其分支分布于两侧。大脑前动脉也可出现 3 支。

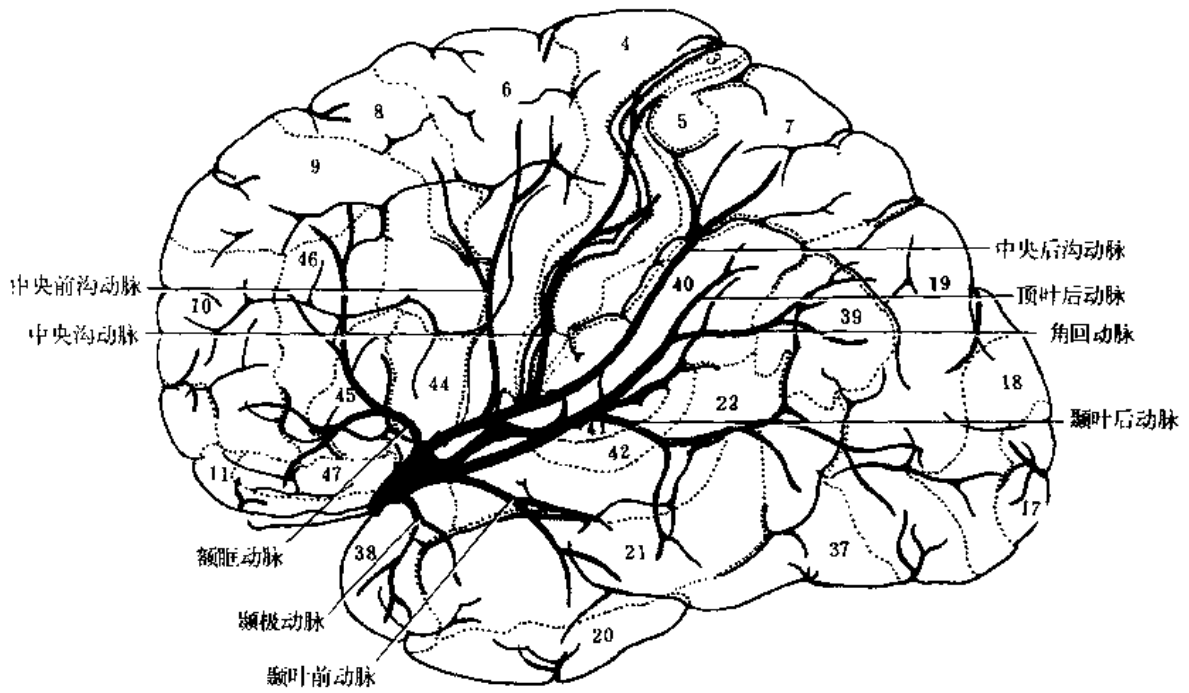
大脑前动脉的皮质动脉(图 5-264, 267)：

(1) 眶后动脉 posterior orbital artery：通常在前交通动脉前方，约 4.5mm 处与大脑前动脉主干成锐角发出，越过直回后部入嗅沟内，分布至眶部后内侧部。

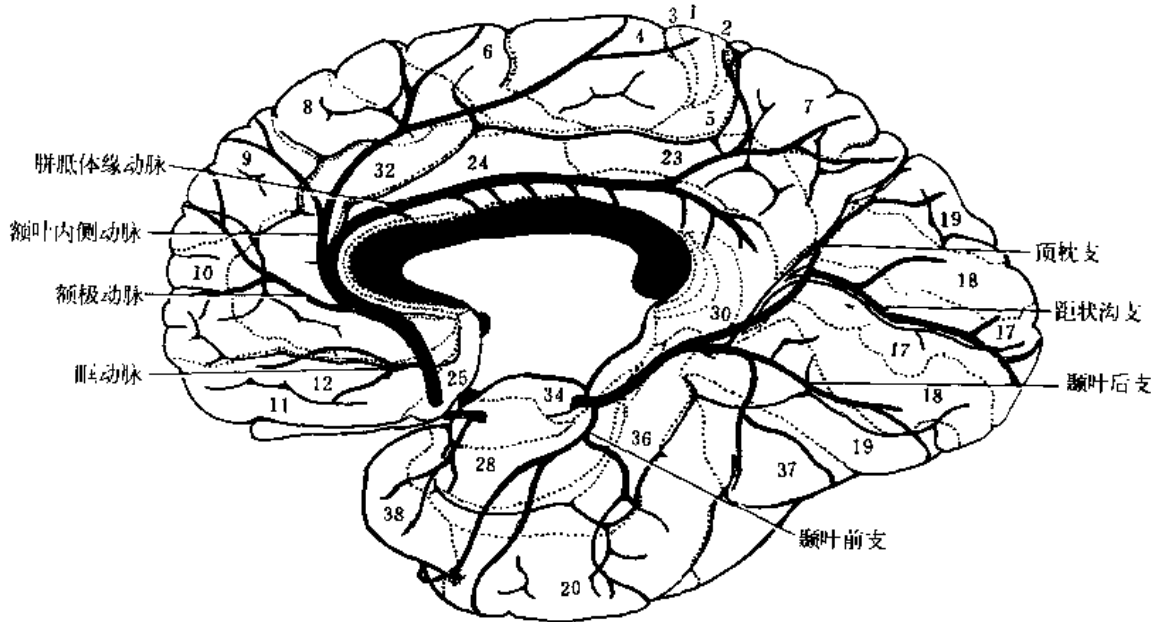
(2) 眶前动脉 anterior orbital artery：一般在距前交通动脉 4~10mm 处与大脑前动脉主干成锐角发出，行向前内，横过直回中部或前部，分布至眶前内侧部。

(3) 额极动脉 frontopolar artery：多数在胼胝体膝部以下与大脑前动脉主干成锐角发出，向前达额极，分布于额极内、外侧面。

(4) 额叶前内侧动脉 anteromedial frontal artery：一般在胼胝体膝附近与大脑前动脉主干成直角或锐角发出，沿额叶内侧面行向前上方，分为 2~3 支。各支均经额叶前部越过大脑半球上内缘至背外侧面，再横过额上回深入至额上沟，末稍可至额中回上半或其上缘的前部。



(1) 大脑中动脉分布图



(2) 大脑前、后动脉分布图

图 5-267 大脑动脉分布图

(5) 额叶中内侧动脉 mediomedial frontal artery: 通常在胼胝体膝部上方或稍后与大脑前动脉主干成直角发出, 向后上方斜过扣带回分为 2~3 支, 在额上回中部越过上内缘至额上沟, 末梢可至额中回的上缘或其上半, 分布于扣带回、额上回内、外侧面及额中回上缘或上半的中部。

(6) 额叶后内侧动脉 posteromedial frontal artery: 一般在胼胝体中部附近, 从大脑前动脉主干发出, 或为双干型上干的终支。发出后向后上方行, 斜过扣带回, 在额上回后部越过上内缘至背外侧面, 分为 2~3 支。前面分支至额上沟后部, 后面分支可达中央前沟上 $\frac{1}{4}$ 的部分。分布于扣带回、额上回、额中回上缘或上半及中央前回上 $\frac{1}{4}$ 部分。

(7) 旁中央动脉 paracentral artery: 通常在胼胝体后部或中部, 从大脑前动脉主干发出。向后斜过扣带回入扣带沟, 再向后行至旁中央小叶分为2~3支。越过上内缘达中央前后回上部, 分布于扣带回, 旁中央小叶及中央前、后回上 $\frac{1}{4}$ 部分。

(8) 楔前动脉 precuneal artery: 在胼胝体压部的稍前方, 大脑前动脉主干直角弯曲向上移行为楔前动脉, 经顶上沟至楔前回, 越过上内缘至顶上小叶, 末稍可达顶内沟。分布至扣带回后部、楔前叶前 $\frac{2}{3}$ 、顶上小叶及顶下小叶上缘。

(9) 胼胝体缘动脉 callosomarginal artery: 多为细小的分支, 在胼胝体压部前方, 从大脑前动脉主干下缘发出, 沿胼胝体沟向后行, 分布至胼胝体及附近的皮质。

(10) 前交通动脉 anterior communicating artery: 前交通动脉位于视交叉上面的前方, 是连结左右大脑前动脉的短干。其形式及变异较多, 有人无前交通动脉, 即两条大脑前动脉先合并成一短干, 而后再分为二条。前交通动脉也可有2~3条。

从前交通动脉的后缘, 可发出2~4个细支, 向后至下丘脑和乳头体前外侧面穿入。前交通动脉的前缘有时可发出胼胝体正中动脉 middle corpus callos artery 或称正中额叶动脉, 第三大脑前动脉。该动脉巨细不等, 细小者仅至胼胝体下面附近; 粗大者可行于两大脑前动脉之间, 绕过胼胝体膝向后至某一侧半球内侧面。

大脑前动脉在动脉造影时有人将其分为5个解剖分段: (图5-268)

A₁段: 为分出后至前交通动脉的一段, 在侧位上往往与大脑中动脉重迭; 在前后位上是横行至中线的一段。一般略向上凸弯。

A₂段(胼胝体下段): 为前交通动脉以后至胼胝体膝以下的一段, 略向前行。此段发出眶前、后动脉。

A₃段-膝段: 为绕胼胝体膝前面的一段, 先轻度凸向后, 继强度凸向前, 与胼胝体膝的弯曲一致。在A₂与A₃交界处发出额极动脉, 在A₃段发出胼胝体缘动脉。

A₄、A₅段: 为沿胼胝体上缘向后行的动脉。相当额叶部分为A₄段; 相当于顶叶部分为A₅段。

在前后位上A₂、A₃、A₄、A₅段均在近中线的位置上。如向对侧移位, 提示该侧有占位性病变。

大脑前动脉的中央动脉:
大脑前动脉的中央动脉

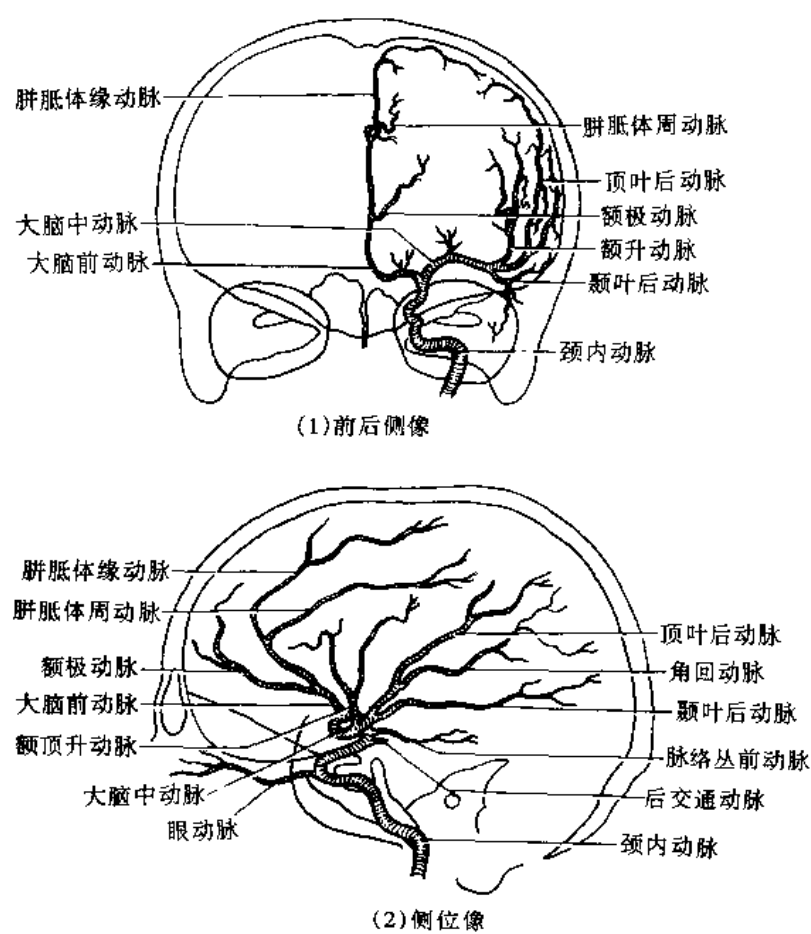


图5-268 颈内动脉造影模式图

又叫前内侧丘纹动脉，又分为长中央动脉和短中央动脉两群。

(1) 长中央动脉 long central artery 又称返动脉 recurrent artery、内侧纹状动脉 medial striate artery、内侧前穿动脉 medial anterior perforating artery，又叫 Heubner 动脉，属于前内侧丘纹动脉 anteromedial thalamostriate arteries 的一支。1872年由 Heubner 首先描述了这支动脉。它是供应基底核重要而恒定的血管。此动脉是一条较为特殊的动脉，其经行方向与大脑前动脉相反。而且除供应基底核外，还供应一部分大脑皮质(图5-266)。

返动脉多数在大脑前动脉平前交通动脉外侧缘发出，横过直回下面返回向外，至前穿质在前内侧嗅裂内侧端穿入。返动脉在行程中可发1~2支小的皮质动脉至眶部内侧的皮质。

返动脉分为2~3个小支穿入脑实质以后，外侧小支经豆状核壳前端的外侧面呈弧形上升，穿过内囊前肢至尾状核外侧部；中间的小支较细小且不恒定，经尾状核头的外侧上行；内侧小支经尾状核头的前缘上行。供应豆状核壳前端、尾状核头及两者之间的内囊前肢和眶面内侧部的皮质。

(2) 短中央动脉 short central artery：属于前内侧丘纹动脉的一群，在大脑前动脉交通前段中部或开始部向外侧发出1或2个较大的分支(细支约8~10支)，稍向后外方行，于前穿质内侧部或中间部穿入脑实质。两支沿尾状核头内侧面弯向后上方，一支经前连合前面；另一支经其后而，达尾状核体的前部内侧面(约平丘脑前结节平面)。供应尾状核头部及尾状核体前部的内侧面。短中央动脉还有一些细支向内侧至视上部和胼胝体膝等处。

5. 大脑中动脉 middle cerebral artery(图5-267) 是颈内动脉中最粗大的一支。据国人资料观察(张诗兴1982、张为龙1981)，成人大脑中动脉的外径平均，左为3.05mm；右为3.04mm。该动脉为颈内动脉的直接延续，也是最易发生血液循环障碍的动脉。通常在视交叉外侧，嗅三角和前穿质的下方，由颈内动脉分出。首先呈水平位行向外方，约在前床突附近进入大脑外侧沟。继而向外上方，行于脑岛表面而多数呈双干型(上干和下干)或单干型(总干)再发分支主要分布于大脑半球的背外侧面。

大脑中动脉的皮质动脉(图5-264,267)

(1) 眶额动脉 orbitofrontal artery：从大脑中动脉上干或总干发出，经大脑外侧沟深面浅出。在大脑外侧沟的升支和前支附近分为前后两支。前支沿大脑外侧沟的前支向前，分布至眶部外侧半。后支即额前动脉 prefrontal artery 沿大脑外侧沟升支上行并分为2~3支。此动脉分布于三角部、盖部及额中回后部。

(2) 中央前沟动脉 artery of precentral sulcus：从大脑中动脉上干或总干发出，斜向后上方，有2~3个分支，前部支分布至盖部的后部及额中回后部，后部支分布于中央前回下 $\frac{3}{4}$ 。此动脉分支最终进入中央前沟，并随此沟至上端，故此动脉可作为中央前沟定位标志。

(3) 中央沟动脉 artery of central sulcus：从大脑中动脉上干或总干发出，向上弯过封锁中央沟下部的脑回，沿中央沟上行，分布于中央沟下 $\frac{3}{4}$ 前后缘皮质。此动脉与中央沟有显著恒定关系，可借此确定中央前、后回。

(4) 中央后沟动脉 artery of postcentral sulcus；又称顶叶前动脉 anterior parietal artery：从大脑中动脉的上干或总干的上缘出发，经中央后沟上行，一分支达上部弯向后，伸入顶内沟。分布于中央后回下 $\frac{3}{4}$ ，缘上回及顶上小叶下缘。此动脉全程与中央后沟及顶内沟关系密切，可借此确定此二沟、中央后回及顶上、下小叶。

(5) 顶叶后动脉 posterior parietal artery：又称顶下动脉 parietal inferior artery 或缘上回动

脉：在双干型中，顶叶后动脉多为上下的终支，有时可以是下干的终支。分出后沿大脑外侧沟后支上行，越过缘上回至顶内沟，分布于缘上回及顶上小叶下缘。可借此动脉确定缘上回。

(6) 颞极动脉 temporal polar artery：从大脑中动脉双干的下干或单干的下缘发出，向前外下行，分布至颞极的外面及内面。并与大脑后动脉的分支共同供应海马回钩。

(7) 颞叶前动脉 anterior temporal artery：从大脑中动脉双干的下干或单干的下缘发出，斜向后外，越过颞上回前部再斜向后下，分布到颞中沟及颞下回上缘。

(8) 颞叶中动脉 middle temporal artery：从大脑中动脉双干的下干或单干的下缘发出，在颞叶中部越过颞上回，进入颞上沟斜向后下达颞中沟及颞下回上缘，分布于颞叶中部，末梢可至颞下回上缘。

(9) 颞叶后动脉 posterior temporal artery：从大脑中动脉双干的下干或单干下缘发出，多在大脑外侧沟后端浅出，越过颞上回斜往后下。沿途发分支分布于颞上、中回后部、颞下回后部的上缘。

(10) 角回动脉 artery of angular gyrus：多数为大脑中动脉双干型下干的终支，有时可为上干的终支。它多沿颞上沟往后上方行，越过角回至顶内沟后部，分布于角回及顶上小叶后部的下缘，有时可至顶枕裂外侧端。

脑血管造影把大脑中动脉的皮质动脉分为额顶升动脉和外侧沟动脉。前者相当于双干型的上干。包括中央前沟动脉、中央沟动脉、中央后沟动脉及顶叶后动脉。后者相当于下干，包括顶叶后动脉、角回动脉和颞叶后动脉等。

大脑中动脉造影时，也有人将其分为五段(图5-268)

M₁段——眶后段又称水平段：从颈内动脉分出后，在前后位，水平向外行，长约3cm。

M₂段——岛叶段又称回转段：从M₁末端改为向后上方行的一段，在岛叶表面，故叫岛叶段。该段发出颞叶前动脉。

M₃段称侧沟段，为从M₂基部发出向中央沟上升的升动脉。它分为小的眶额动脉和大的额顶升动脉。后者再分为中央沟动脉、中央前沟动脉和顶叶前动脉(中央后沟动脉)，如同蜡台一样，称蜡台动脉。

M₄段和分叉段与M₅段称终段，为从M₂段末端向后分布于大脑外侧沟上、下缘的部分。分为顶叶后(下)动脉、角回动脉和颞叶后动脉。M₂、M₄、M₅合称大脑外侧动脉组。正常情况下，这三段均在床突~顶骨线(即前床突与人字缝尖上方2cm的连线)的上方。年龄越大，这三段与该线越接近。

大脑中动脉的中央动脉：

大脑中动脉的中央动脉叫前外侧中央动脉 anterolateral central arteries，又称前外侧丘纹动脉 anterolateral thalamostriate arteries，还可叫豆纹动脉。

大脑中动脉的前外侧中央动脉分为内侧支和外侧支两群。

(1) 内侧支 medial branches：是从大脑中动脉起始部1cm以内发出的中央动脉。又称内侧纹体动脉或内侧穿动脉。此动脉为一组细小，而彼此相互平行的小动脉，约有2~3支。各支从主干发出后，在蛛网膜下腔内，先行一段后，进入前穿质。经豆状核壳浅深层穿过内囊达尾状核。

(2) 外侧支 lateral branches：是从大脑中动脉起始部以外1~2cm处发出的中央动脉。又称外侧纹体动脉或外侧穿动脉等。也是一组细小的动脉，可见4~6条。比内侧支粗且长。在蛛网膜下腔内经行距离稍远。又因此组动脉靠外侧，所以要稍向内行才达前穿质。入脑实质后，经豆

状核壳浅层或表面呈弧形上行，穿内囊达尾状核。

大脑中动脉的供血区比大脑前动脉和大脑后动脉任何一支动脉供血区都更为广泛。而且大脑半球皮质上许多重要中枢由大脑中动脉供应。另外大脑中动脉的中央动脉还供应部分内囊和基底核。因此大脑中动脉阻塞后，临床上会产生广泛的症状。又因大脑中动脉可视为颈内动脉的直接延续，所以大脑中动脉及其分支栓塞造成血管阻塞的机会比其他动脉更为常见。近年来随着血管显微外科手术的开展，颞浅—大脑中动脉血管搭桥术已成功地进行，为外科治疗大脑中动脉阻塞开辟了道路，取得了一定效果。手术目的在于将颅外颞浅动脉的血液通过血管搭桥引入大脑中动脉供应区。为缺血的大脑皮质建立有效的附加血液循环，以改善阻塞后的症状。

(二) 椎基底动脉

椎基底动脉 vertebralbasilar artery (图5-264, 270) 是脑血液供应的又一个重要来源。左右椎动脉在脑桥下缘汇合成一个基底动脉。基底动脉分支供应大脑后部、小脑和脑干。

1. 椎动脉 vertebral artery (图5-269) 两侧的椎动脉90%左右大小不等，左侧常较大。

左右椎动脉是从左右锁骨下动脉发出，沿前斜角肌内侧缘向后上方行。入第六颈椎横突孔(偶有经第四、五或第七颈椎横突孔的)，上行穿第六至第一颈椎横突孔，达寰椎横突孔上面弯向后内，绕过寰椎后方。穿寰枕后膜及硬脊膜经枕骨大孔入颅内，有人一侧椎动脉可能不进入颅腔。入颅后在蛛网膜下腔内沿延髓侧面斜向内上，达延髓脑桥沟平面，左右侧椎动脉汇合成基底动脉。有入该动脉进入颅腔后不与对侧者合并，而形成一个小脑下后动脉，也可形成双基底动脉。左右椎动脉会合点可较高或较低，低者可至橄榄体下端。

椎动脉在颅腔内的分支(图5-260, 261, 264, 269, 270)

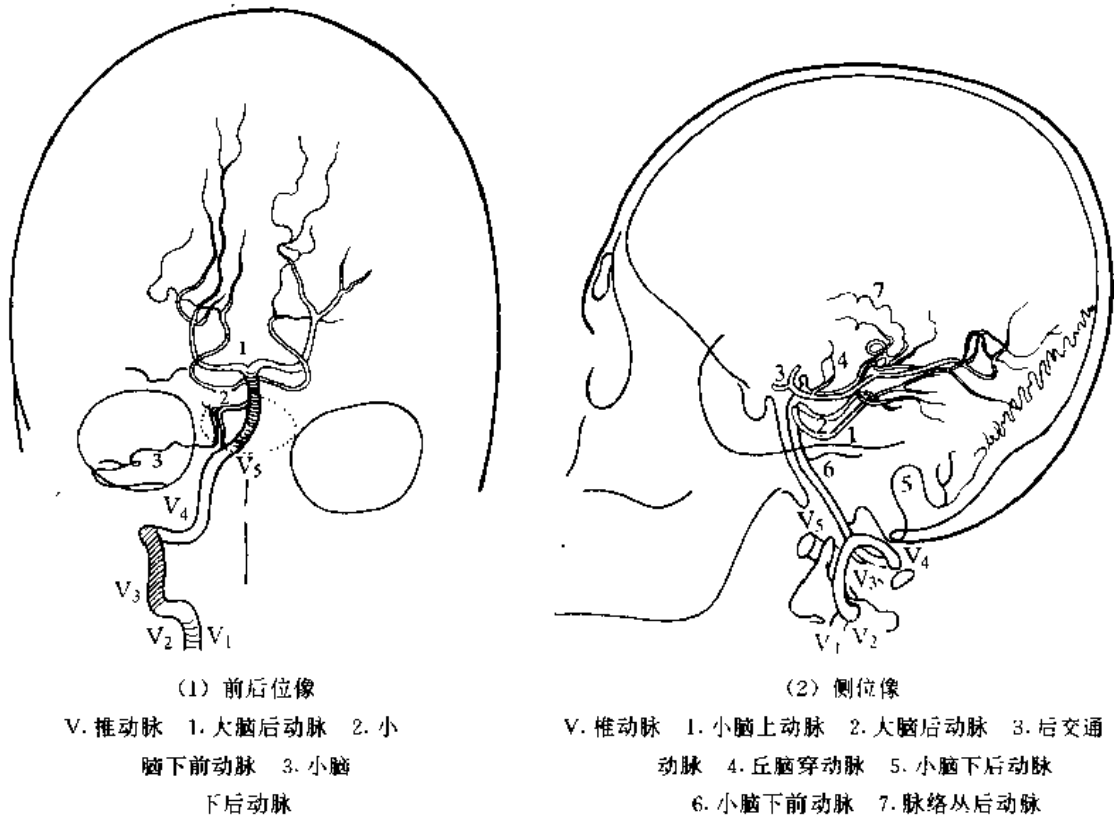


图5-269 椎动脉造影模式图

(1) 脑膜支 meningeal branches: 有1~2支平枕骨大孔处发出, 在颅后窝脑膜与骨之间, 分支供应颅骨及小脑镰等。

(2) 脊髓后动脉 posterior spinal artery (详见脊髓的血液供应)。

(3) 脊髓前动脉 anterior spinal artery (详见脊髓的血液供应)。

(4) 延髓动脉 oblongatal artery: 直接从椎动脉发出的延髓动脉可有1~3支, 多是从延髓前外侧沟穿入, 也可从前正中裂穿入。延髓动脉入脑实质以前, 均发出分支供应舌咽、迷走和副神经。

(5) 小脑下后动脉 posterior inferior cerebellar artery: 是椎动脉颅内段的最大分支。其发出点比脊髓前动脉发出点低。通常多在橄榄下端附近从椎动脉外侧壁发出。但有时其起点很高, 可自基底动脉发出或与小脑下前动脉共干。小脑下后动脉可能一侧缺如, 而由小脑下前动脉代替。两侧小脑下后动脉不等大, 有时甚至一侧可能是另一侧的4倍。小脑下后动脉发出后绕过橄榄体下端向后, 在舌咽、迷走和副神经的根丝背侧上行, 至脑桥下缘再沿绳状体转向下。发出多条细小的脉络丛支及延髓支, 再弯向后下达小脑扁桃体内侧面中部, 分为内、外二支。

1) 内侧支 medial branches: 即下蚓动脉 inferior vermis artery。在正中中线附近分为前、后两支。前支细小、后支较大, 沿蚓垂、蚓锥的侧面向后达蚓吐、蚓结节。有时可达山坡下缘与上蚓动脉吻合。

2) 外侧支 lateral branches: 较大, 在小脑扁桃体内侧面先向后, 再转向前外。在小脑扁桃体外侧缘分支, 斜向后外, 远达水平裂, 末梢至下半月叶与小脑上动脉吻合。

小脑下后动脉发出的脉络丛支至第四脑室脉络丛。延髓支分布于橄榄后区包括脊髓丘脑束、红核脊髓束、网状脊髓外侧束、三叉神经脊髓束及其核和迷走神经背核、疑核等结构。小脑支分布于小脑扁桃体内侧面、下外侧面后部、二腹叶、薄叶等内侧部及下半月叶。还发支从下内侧面及后面穿至齿状核。

椎动脉造影时有人将其分为5个解剖分段(图5-269)

V₁段: 在前后位, 椎动脉垂直上升, 是在各颈椎横突孔上升的一段。

V₂段: 在前后位, 横行向外, 是从枢椎横突孔开始, 出孔后横行向外的一段。侧位上是重叠的。

V₃段: 从V₂外端弯曲向上, 再垂直上行至寰椎横突孔为止的一段。

V₄段: 从V₃上端水平向内行一小段, 再弯向上垂直上行入枕骨大孔的一段。

V₅段: 入枕骨大孔后, 斜向内上至中线与对侧汇合成基底动脉的一段。

2. 基底动脉 basilar artery (图5-264, 270) 是由左右椎动脉在脑桥下缘合并而成。经脑桥的基底沟上行至脑桥上缘, 再分为左右大脑后动脉。

基底动脉分支:

(1) 小脑下前动脉 anterior inferior cerebellar artery: 自基底动脉发出, 位置可高可低。可从基底动脉尾侧 $\frac{1}{3}$ 段发出, 也可从椎动脉及小脑下后动脉发出。不发自基底动脉, 而与小脑下后动脉共干发自椎动脉。此种情况可认为小脑下前动脉缺如, 其供血区由小脑下后动脉代偿。每侧小脑下前动脉的支数不定, 一般为一支亦可2~3支。

小脑下前动脉发出后向后外方斜行, 一般横过前庭蜗神经和面神经的前面, 也可横过其后面或穿过两神经根之间。达绒球外上方弯向内下, 分为内、外侧支分布于小脑下面的前外侧部。

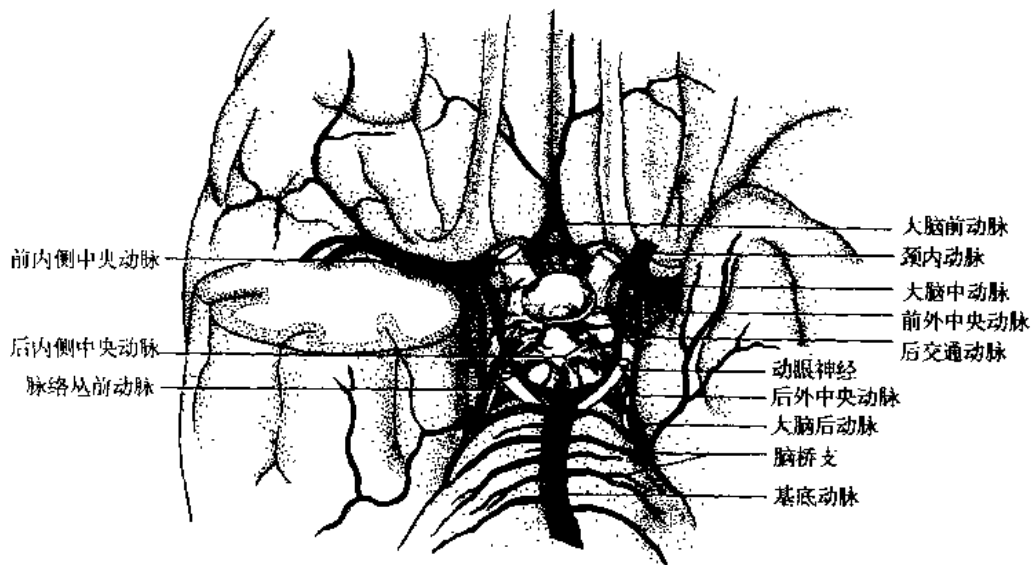


图5-270 大脑动脉环及中央动脉

内侧支行向内，至小脑下面再弯向外，分布于小脑下面的前外侧部。也可绕过绒球向内达小脑扁桃体下面，再弯向外而分布。

外侧支较细，沿脑桥臂向外行，经小脑边缘达水平裂。

(2) 迷路动脉 labyrinthine artery 或内耳道支 internal acoustic meatus branch: 是细长的动脉，可以从基底动脉下段发出，但多数是从小脑下前动脉发出。发出后伴随前庭蜗神经入内耳道，居面神经与前庭蜗神经之间，分为蜗支与前庭支入内耳。

(3) 小脑下中动脉 medial inferior cerebellar artery: 较为罕见，可从基底动脉发出。该动脉等于小脑下前动脉的一个分支。

(4) 脑桥动脉 pontine arteries: 是许多小支，全起自基底动脉，可分为三组(图5-265):

1) 旁正中动脉: 始自基底动脉，分布于桥核、皮质桥束、皮质脊髓束和皮质核束，以及内侧丘系的腹侧部。

2) 短环旋动脉: 始自基底动脉的外侧壁向外到脑桥的腹外侧穿入桥底，分布于桥底外侧的楔形区，包括皮质脊髓束和内侧丘系各一部分、桥核和桥小脑纤维、三叉神经和面神经根及其核的一部分。

3) 长环旋动脉: 从基底动脉外侧壁起始后，向外至脑桥腹外侧与小脑下前动脉和小脑上动脉的分支吻合，分布于Ⅴ至Ⅷ对脑神经核、内侧丘系、脊髓丘脑束、脊髓小脑束、小脑上脚和网状结构等。

(5) 小脑上动脉 superior cerebellar artery 约相当脑桥上缘水平自基底动脉近终点处发出。此动脉在经行中距大脑后动脉很近。动眼神经根从这两动脉之间穿出。动脉发出后至中脑外侧围绕大脑脚转向后内，绕大脑脚时靠近滑车神经，转至小脑的上面，分为内侧和外侧两支。内侧支分布于上蚓和前髓帆，外侧支分布于小脑半球上面，并与小脑下动脉吻合。自动脉干发支穿入小脑，分布于小脑上脚、小脑中脚、四迭体尾侧部、小脑髓质和齿状核。还有小支至第四脑室脉络丛。

3. 大脑后动脉 posterior cerebral artery (图5-267): 为基底动脉终末支。也可能始于颈内动

脉,由一特大的后交通动脉所代替。大脑后动脉在动眼神经和小脑上动脉的上方,绕大脑脚向后行,越过海马回钩经海马沟向后,再横过海马回后端入距状沟,再向后分为距状沟支和顶枕支。其终支绕至半球的背外侧面与大脑前、中动脉的终支相吻合。

大脑后动脉分出后,向外行一短距离,即与后交通动脉吻合,参与脑底动脉环的形成。以后交通动脉的吻合点为界,把大脑后动脉分为交通前段与交通后段。其交通前段管径变化较大。大脑后动脉交通前、后段与后交通动脉的关系也较复杂。

大脑后动脉的分支

(1) 颞叶前支 anterior temporal branches: 在海马回钩处从大脑后动脉发出,行向前外,越过海马回前部,分支达颞下回前部绕至背外侧面。

(2) 颞叶中间支 intermediate temporal branches: 多与小脑下后动脉共干,在海马裂中部从大脑后动脉发出,经海马回中部入侧副沟,向外分布于梭状回和颞下回中部。

(3) 颞叶后支 posterior temporal branches: 在海马沟后部可从大脑后动脉发出或与其它支共干,发出后越过海马回及侧副沟后部,斜向后外达梭状回后部及舌回,并绕至枕叶背外侧面。

(4) 距状沟支 calcarine branch: 多为大脑后动脉的终支。大脑后动脉多在海马沟后部越过海马回,至距状沟底部与顶枕沟汇合处,分为距状沟支与顶枕支。前者向后行,绕至枕极外面,达月状沟或枕外侧沟以后部分。

(5) 顶枕支 parietooccipital branch: 为大脑后动脉终支之一。沿顶枕沟底部向上外行,分布于楔叶及楔前叶后部,并绕至背外侧面。

(6) 大脑后动脉的中央动脉:

1) 后内侧中央动脉 posteromedial central arteries: 是若干条小支,多从大脑后动脉交通前段发出。一些小支始后向前分布于乳头体区。其中一些小支穿入后穿质,称丘脑穿动脉 thalamoperforating arteries 分布于丘脑内侧部、大脑脚内侧部及红核嘴侧。

2) 后外侧中央动脉 posterolateral central arteries: 多从大脑后动脉交通后段发出。其中一部分小支穿入外侧膝状体,称丘脑膝状体动脉 thalamo-geniculate arteries 分布于丘脑后部及后外侧部,还分布于膝状体(图5-266)。

其中有1~2支较大,绕大脑脚而达第三脑室脉络组织,称脉络丛后支 posterior choroidal branches 它发出小支分布于中脑和丘脑外侧核。

(7) 中脑支: 也分三组:

1) 旁正中动脉: 为若干小支,有许多来源。可由大脑后动脉的内侧部、基底动脉分叉处及后交通动脉根部发出。在脚间窝处可形成动脉丛,再自丛发出分支,进入后穿质,供应脚间窝的底部、中缝区,包括动眼神经核、内侧纵束、红核以及大脑脚内侧部的大部分。

2) 短环旋动脉: 起自大脑后动脉的近段,也可来自脚间丛和小脑上动脉的近侧部。供应大脑脚的中间和外侧、黑质、被盖外侧及中脑上部。

3) 长环旋动脉: 主要来自大脑后动脉的交通前段。其中重要的有四叠体动脉 quadrigeminal arteries 随脉络丛后支绕大脑脚,分为二终支,分别终于上丘和下丘。

大脑后动脉造影时有人将其分为4个解剖分段:(图5-269(1)(2)椎动脉造影模式图)

P₁段: 在前后位是水平向外的一段。

P₂段: 是绕中脑上行的一段。侧位微向下凸,并发出脉络丛后支。

P₃段：为从P₂段向外发出的颞支。

P₄段：为从P₂段向上发出的顶枕沟支和距状沟支。

前后位P₂和P₄交界点是两侧大脑后动脉最接近的地方，正好是小脑幕切迹的后缘。

大脑后动脉，一般在侧位C-L线(前床突到人字缝顶点的连线)之下。颅后窝肿瘤时，大脑后动脉可上移至C-L线以上。

(三) 大脑动脉环

颈内动脉与椎基底动脉，在大脑底部借前、后交通动脉相联结，形成一个多角形的动脉环。称为大脑动脉环 cerebral arterial circle(图5-270)、基底动脉环等。又因此动脉环于1664年由 Thomas Willis 首先进行描述，故又称为 Willis 动脉环。大脑动脉环是由成对的大脑前动脉交通前段、颈内动脉(或大脑中动脉)、后交通动脉及大脑后动脉交通前段与不成对的前交通动脉共同组成。位于脑底面蝶鞍上方的脚间池内。围绕在视交叉、灰结节、乳头体和脚间窝四周。多年来，国内、外学者对该动脉环的形态结构、类型、变异和各组成动脉的口径测量等方面做了大量的研究和报导。一般把各动脉连结成完整一环者称为闭锁型；把未连结成完整一环者称开放型。据国人统计闭锁型动脉环约为97%，而开放型则比较少。在闭锁型中以不对称者为多。左右两侧同名动脉口径左侧大于右侧较为多见。故此左半球血流量略大于右半球。这可能是由于人体右半侧略优于左半侧机能活动的效果。

大脑动脉环的存在对于脑血液供应的调节与代偿是起重要作用的。一般认为人在正常安静状态下，大脑动脉环左右两侧的血压近乎相等。一侧的动脉血流不经过交通动脉而流入另一侧。甚至于同侧的颈内动脉系的血液也不与椎基底动脉系的血液相混合。这一点已在脑血管造影时得以证明。即显影往往只限于被注射造影剂的动脉系。只有当动脉环某一血管被阻塞、结扎或两侧动脉压力不等的时候，大脑动脉环才起到调节代偿作用。

二、脑 静 脉

端脑静脉(图5-271,272,273)由皮质和髓质内的小静脉，逐级汇合而成较大的静脉干，穿蛛网膜下腔而注入静脉窦。再经颈内静脉回流至心脏。脑的静脉多不与脑动脉伴行，而且名称也多不与动脉名称一致。脑静脉的管壁因其缺乏平滑肌和弹力组织，致使管壁较薄。管腔较大，缺乏弹性。大脑的静脉血由浅、深两组静脉引流，浅静脉组(外组)，主要收集大脑半球的皮质和皮质下髓质的静脉血，以后汇成许多浅静脉注入上矢状窦和颅底的静脉窦；深静脉组(内组)、主要收集大脑半球深部的髓质、间脑、基底核、内囊及脑室脉络丛等处的静脉血。最后汇成大脑大静脉注入直窦。在脑表面或髓质内，两组静脉之间有广泛的吻合支。一般小静脉发生阻塞，局部的血液通过毛细血管床，很快得到缓解，不致影响血液回流。浅、深两组静脉之间存在着吻合，两组静脉在脑内的配布是互相交错的。这将有利于静脉血的回流并能平衡由于静脉阻塞而致的局部静脉压的增高。

(一) 大脑浅静脉

大脑浅静脉 superficial cerebral veins 位于脑表面，其数量远比动脉要多，但个体差异很大。依其在大脑表面的位置分为大脑上静脉、大脑中浅静脉和大脑下静脉(图5-271)。

1. 大脑上静脉 superior cerebral veins 由若干条静脉组成，是一组静脉的总称。主要收集大脑半球背外侧面、背面和内侧面大脑皮质及皮质下髓质的血液。静脉在注入上矢状窦之前，穿过硬膜下间隙时，有蛛网膜包绕形成鞘状，最后注入上矢状窦。

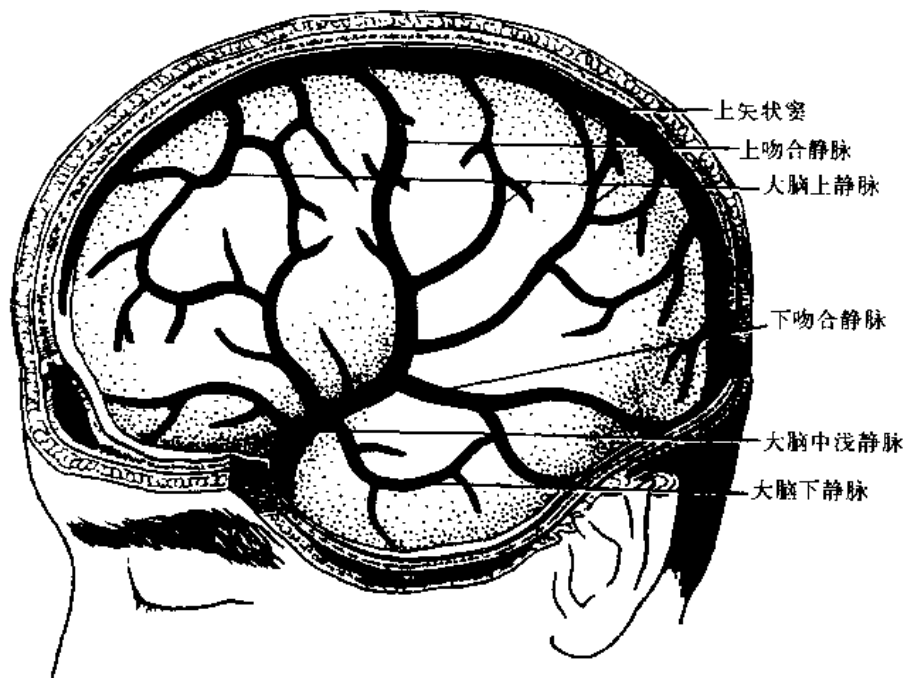


图5-271 大脑半球背外侧面的静脉

大脑上静脉外侧群在半球上有3~14条，其中有一条为中央静脉(Rolando 静脉)，位于中央沟附近，收集中央沟两侧中央前、后回的血液。各静脉呈放射状散布于大脑半球背外侧(外侧沟以上)。依其部位可称为额前静脉、额静脉、顶静脉和枕静脉等四组。额静脉的数目较多，枕静脉的数目最少。各部静脉注入静脉窦的角度有所不同，一般额静脉以直角注入上矢状窦。入窦的方向与窦的血流方向呈垂直方向；顶、枕静脉以锐角注入上矢状窦，入窦方向与窦内血流方向相反。这种逆流方向的生理意义在于可能有防止静脉壁塌陷，维持颅内正常压力等。

大脑上静脉内侧群依其部位分为额内侧静脉、中央内侧静脉、顶内侧静脉、顶枕内侧静脉和枕内侧静脉。收集半球内侧面胼胝体以上的血液，与外侧群吻合共同开口于上矢状窦。

2. 大脑中浅静脉 superficial middle cerebral veins 位于大脑外侧沟中，以1~3条最为多见。此静脉始于半球的外侧面，沿大脑外侧沟向前下注入海绵窦。主要收集外侧沟附近岛盖部皮质和部分岛叶的血液。它是大脑静脉中唯一与动脉伴行的静脉。大脑中浅静脉后端与大脑上静脉之间的吻合称上吻合静脉 superior anastomotic vein 是连通上矢状窦与颅底静脉窦之间的通道。或称 Troland 静脉。大脑中浅静脉与大脑下静脉之间的吻合称下吻合静脉 inferior anastomotic vein 或称 Labbe 静脉。它是大脑半球背外侧面枕叶附近上矢状窦与横窦之间的吻合。

3. 大脑下静脉 inferior cerebral vein 是大脑浅静脉中较小的一组静脉。收集半球外侧面下部和底面的血液，注入横窦和大脑大静脉。

(二) 大脑深静脉

大脑深静脉 deep cerebral veins(图5-272,273)是导出大脑半球实质深部静脉血的一组静脉。包括基底核、深部髓质及脑室旁的静脉血。从周围流向中央，最后集中于大脑大静脉，汇入直窦。

1. 大脑大静脉 great cerebral vein 或 Galen 静脉 大脑大静脉是接受大脑深静脉的主干，在胼胝体压部的前下面，由左、右大脑内静脉合并起始，又接受左、右基底静脉，转向上绕

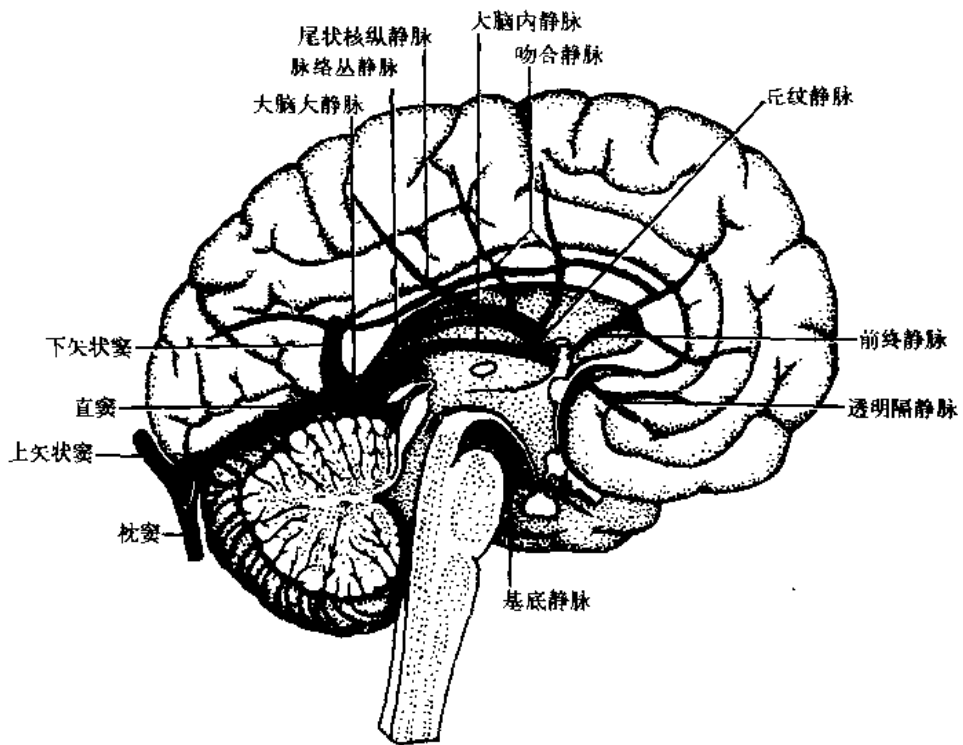


图5-272 大脑大静脉及其属支(内侧观)

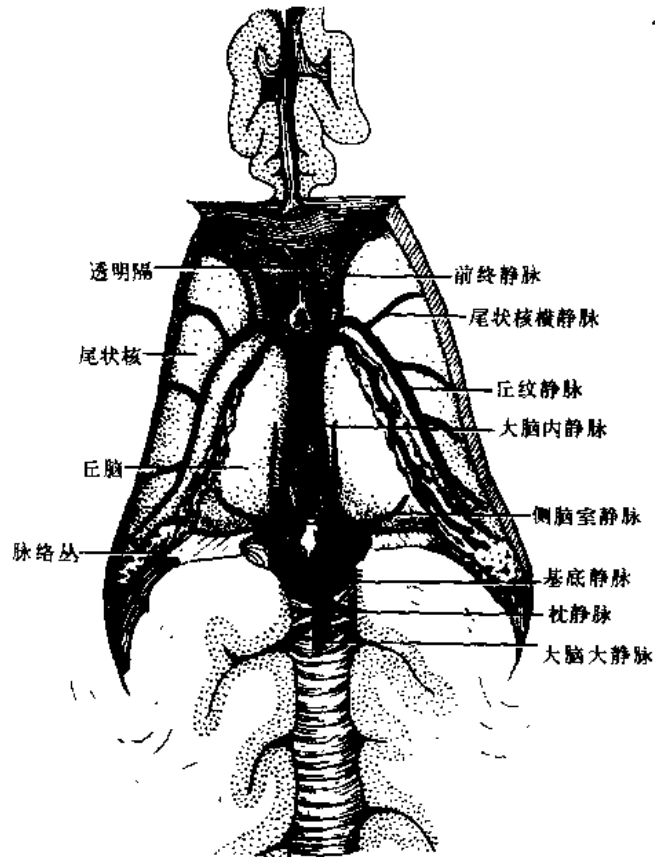


图5-273 大脑大静脉及其属支(背侧观)

胼胝体压部以锐角注入直窦。此外还接受枕静脉、大脑后静脉、小脑前中央静脉、上蚓静脉、松果体静脉和丘体静脉的小支。

2. 大脑内静脉 internal cerebral veins 左右各一条，是导出大脑半球深部静脉的主干。在室间孔附近，由丘脑纹状体静脉、透明隔静脉、丘脑上静脉和侧脑室静脉组成。两侧大脑内静脉并行向后，经过第三脑室顶的脉络组织，到四叠体上方合并成大脑大静脉。

在尾状核与丘脑之间的终沟内有由后向前行的丘纹静脉 thalamostriate vein，在室间孔后缘，急转向内，注入由前向后行的大脑内静脉。在两静脉衔接处，形成一个向后开放的锐角，造影上称为静脉角。临床上以静脉角作为室间孔的定位标志。当脑实质有占位性病变时，往往可影响静脉角的形态和位置。丘脑纹状体静脉收集尾状核头脑室面的血液。它沿途收纳数条尾状核横静脉 transverse caudate veins。后者向外越过尾状核，进入白质，以较小的分支纵连，形成尾状核纵静脉 longitudinal caudate veins。此静脉发出许多小支，沿胼胝体纤维行进。比较短的小支收集白质的血液，比较长的属支可延伸到皮质，此种属支可看作是脑内的吻合静脉。此外，还有一种比较长的属支，向下绕过尾状核，穿经内囊，收集豆状核的毛细血管丛的血液。此种属支叫上纹体静脉 superior striate veins。豆状核的毛细血管丛汇集成下纹体静脉，集中于前穿质，注入大脑中深静脉。

脉络丛静脉 choroid vein 沿侧脑室脉络丛外侧缘行进，此静脉可延伸到侧脑室下角，它收集脉络丛和邻近海马的血液。

透明隔静脉 vein of septum pellucidum，收集透明隔和胼胝体嘴部的血液，其属支向远侧经尾状核头的腹侧，可达到额叶的髓质。透明隔静脉在室间孔附近注入大脑内静脉。

上丘脑静脉 epithalamic vein，是一支小静脉，它收集间脑背侧面的血液。在大脑内静脉的尾侧端注入大脑内静脉或大脑大静脉。丘脑腹侧部和下丘脑的血液，由小静脉导入脚间窝的静脉丛，经此丛再导入海绵窦或蝶顶窦。

侧脑室静脉 vein of lateral ventricle，经丘脑尾侧部的背面，注入大脑内静脉的尾侧端。侧脑室静脉向远侧越过尾状核尾进入髓质。它还接受来自脉络丛和海马回白质小的静脉支。

3. 基底静脉 basal vein 是深静脉系中一条重要的主干静脉。因首先由 Rosenthal(1824)所描述，故又称 Rosenthal 基底静脉。是由大脑前静脉和大脑中深静脉合成。大脑前静脉 anterior cerebral vein 是大脑前动脉伴行静脉，它收集额叶内侧面的血液；大脑中深静脉 deep middle cerebral vein 是由脑岛附近的静脉汇合而成，沿大脑外侧沟底向下内，到前穿质注入基底静脉。在前穿质，基底静脉还接受来自基底核的下纹状体静脉 inferior striate veins。下纹状体静脉由上述浅组和深组间的脑内交通支形成。基底静脉由上述三条静脉合成后，向上绕大脑脚，终于大脑大静脉。此外，基底静脉还接受来自脚间窝、侧脑室下角、下丘脑和丘脑腹侧部的小静脉。

枕叶静脉 occipital veins 收集枕叶内侧面和下而的血液，注入大脑大静脉。胼胝体后静脉 posterior vein of callosal body 收集胼胝体后部和邻近脑内侧面的血液，注入大脑大静脉的前部。

三、小脑静脉

小脑静脉 cerebellar vein 位于小脑表面的软膜内，也包括上、下两组。小脑上静脉 superior cerebellar veins 由小脑上面的小静脉汇合而成，其中有的向前向内注入直窦和大脑内静脉，有的向外注入横窦和岩上窦。小脑下静脉 inferior cerebellar veins 较大，注入乙状窦和枕窦。

【附一】脑血管造影

是把显影剂注射到颈内动脉或椎动脉等血管内，进行X线摄影的一种方法。并通过对显影受检血管的外形、位置、分布及变导等进行观察分析。以达到对颅内肿瘤等占位性病变进行定位诊断。在颈内动脉显影期后，还可以进行静脉造影。

【附二】脑微血管铸型

近些年来，国内、外一些学者，采用不同的灌注材料，对某些动物脑血管进行铸型获得成功，用扫描电镜观察取得了一定进展。如本院廖瑞等对猴大、小脑皮质微血管的三维构筑进行了描述。

猴大脑皮质(额叶、顶叶)内的血管，直接来源于软脑膜动、静脉，并垂直于皮质的表面出入皮质。根据其潜入皮质深度的不同，分为三种：①皮质短动、静脉 short cortical artery and vein，②皮质中间动、静脉 intermediate cortical artery and vein，③皮质长动、静脉 long cortical artery and vein。大脑皮质内的血管单位，是由位于中央的皮质长静脉和围绕在其周围作环形排列的多数皮质内动脉共同组成。皮质内各条毛细血管彼此未吻合成网，而是蛇形弯曲作不同的走向，互相交织、重叠呈丛状。毛细血管的分叉处主要呈“Y”形或“T”形。未见毛细血管前动、静脉吻合。

猴小脑的皮质内血管直接来源于软脑膜动、静脉。这些血管都垂直于小脑皮质的表面进入皮质。根据皮质内血管进入皮质的深度不同可将其分为：1. 皮质短动、静脉 short cortical arteries and veins 2. 皮质中间动、静脉 intermediate cortical arteries and veins 3. 皮质长动、静脉 long cortical arteries and veins。此外进一步观察小脑的血管单位，是由1~2条位于中央的皮质长静脉和在周围的8~10条皮质动脉组成。这些与大脑皮质内微血管单位的构筑形式相似。

(柴戡臣)

第三十四章 中枢神经系统的发生

第一节 神经管的形成和组织发生

神经系是由外胚层发生的(图5-274)。约在胎生第3周时,在胚盘背面的中线有一纵长的柱状细胞层,称为神经板 neural plate。以后神经板中部凹陷,形成神经沟 neural groove。沟的两缘皱起,形成神经褶 neural fold。神经褶继续高起,左右逐渐接近,首先在将来成为后脑的地方愈合形成神经管 neural tube,而后向前后(头尾)两端延伸。前端闭合较早(于第25天),这部将来形成前脑终板;后端闭合稍晚(第26天)。在神经管形成的过程中,管壁的柱状细胞不断增殖,变为假复层柱状上皮。其细胞呈辐射状排列,并且在管壁的内外面,各有一极薄的界膜。当胚发育到10mm时,管壁已分为三层:最内层称为室管膜层 ependymal layer,其细胞体紧贴内界膜,胞突伸向神经管的表面;中层称为套层 mantle layer,此层细胞由内层细胞增生而来,将

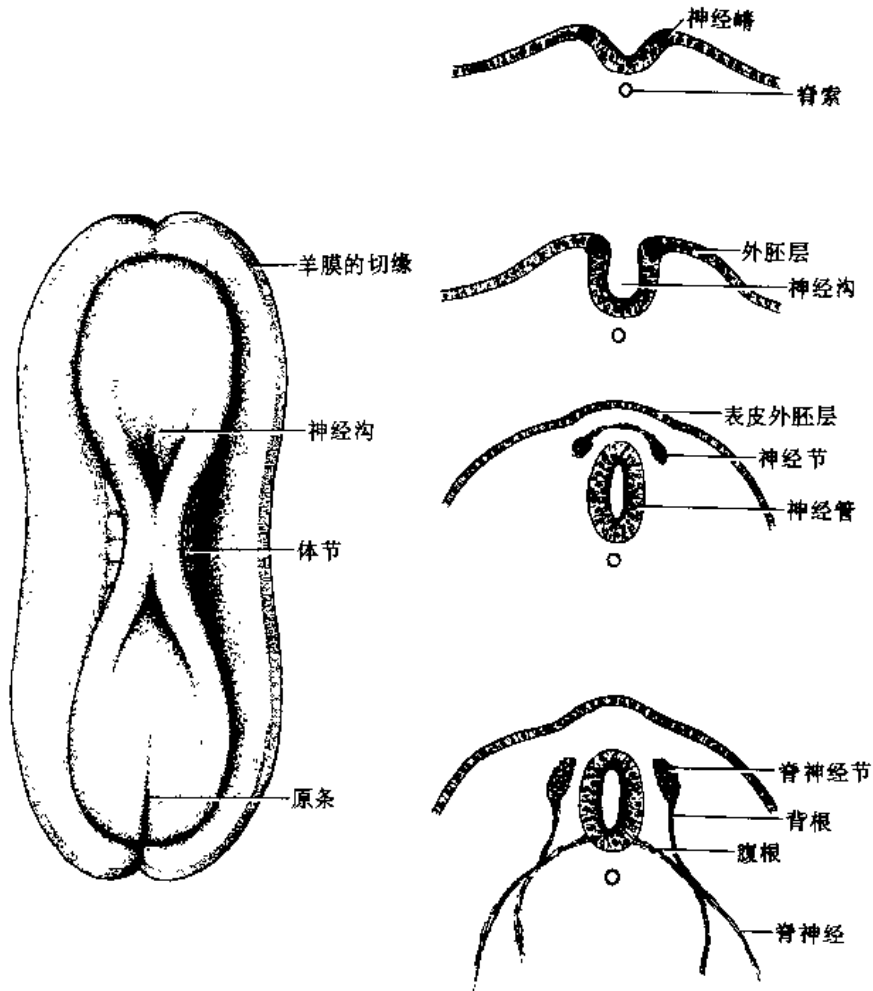


图5-274 神经管发生半模式图

左图示神经管发生的背面观 右图示神经管不同发生过程的横切面图

来形成中枢神经系的灰质部分；最外一层内没有细胞，完全由内侧两层细胞的突起所组成，称为边缘层 marginal layer。此层将来形成中枢神经系的白质部分。

近年来应用放射自显影和电子显微镜的观察，发现才闭合的神经管只由一种细胞即神经上皮细胞 neuroepithelial cells 所组成。这种细胞形成假复层上皮。在靠近管腔处细胞间有连接复合体。细胞核所在位置与细胞周期有关。当合成 DNA 时，位于上皮的顶端，DNA 合成后，核移向上皮的底部近管腔处，进行有丝分裂后，核又移向上皮的外部，再进行 DNA 合成，如此反复，形成更多的神经上皮细胞。在神经管闭合后，神经上皮细胞开始分化，产生一种新的细胞，称为成神经细胞 neuroblast 该种细胞的核大而圆、色浅、核仁明显。不再合成 DNA。胞体游离在上皮的套层。其轴突伸向边缘层。当神经上皮细胞产生成神经细胞终止后，再产生大量的成胶质细胞 glioblast。余下的神经上皮细胞最后分化为成体的室管膜细胞(图 5-275)。

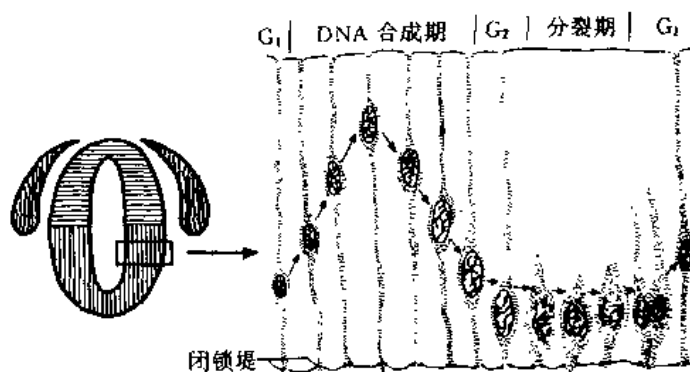


图5-275 中央管神经上皮细胞分裂周期时相
示细胞核在不同时相的所在位置

由于神经管管壁各部发展速度不同，而形成六条纵带，其腹侧带及背侧带始终保持原始状态，分别称为底板 floor plate 及顶板 roof plate。侧壁由于细胞的迅速增生而加厚，并且侧壁内面中部出现一纵行的界沟 sulcus limitans，将侧壁分为腹、背两部。背侧部称为翼板 alar plate；腹侧部称为基板 basal plate。翼板内的成神经细胞，将来形成联络神经元；基板内的成神经细胞，将来形成运动神经元。一般认为界沟向上不超过中脑，故在间脑不好确定基板和翼板。

神经嵴的发生：在神经板与表皮外胚层相移行处，每侧有一纵行的特殊外胚层细胞，属于神经嵴的原基 primordium of neural crest。当神经板逐渐深陷时，两侧神经嵴原基也逐渐向正中中线转移，至神经管形成后，此部细胞便与外胚层及神经管的细胞分离，而在神经管之背外侧与外胚层之间形成两条纵行的细胞索，就是神经嵴 neural crest。以后，神经嵴内的细胞逐渐向腹外侧转移，而至神经管的外侧，由于神经嵴内的细胞增生快慢不同，而形成许多纵列的细胞团。其位于脑部两侧者，以后形成脑神经节。而位于脊髓两侧者，则形成脊神经节。此外，还有一部分节细胞离开神经嵴向腹侧转移，形成交感神经母细胞。此种细胞除形成交感神经节内的神经细胞外，还形成嗜铬系统内的嗜铬细胞。周围神经的神经膜细胞，也由神经嵴细胞分化而成，并随神经纤维向远方延伸。近来发现神经嵴不但发育成周围神经系的各种成分，它还是头、颈部间充质的来源，对面部的形成有重要作用。

第二节 脊髓的发生

神经管脊髓部管腔，最初横断面呈菱形，随管壁增厚，管腔逐渐变小。胚胎发育至第9周，管腔的背侧部由于左右侧壁的长合而消失，腹侧部在第3月时变圆而成永久的中央管。但在神经管的尾端，管腔的缩小不明显，此部形成将来的终室。

当中央管背侧部闭合时，两侧壁之室管膜细胞合并成后正中隔，此隔更因边缘层不断增

厚而向背侧延伸。由于中央管腹侧的底板停止发育，而基板迅速增大，并向腹侧突出，乃使脊髓腹侧正中形成纵沟，即前正中裂。

神经管壁的基板分化比翼板早，当胚发育到10~15mm时，由于套层细胞的迅速增生，最先增厚形成灰质前柱，并有一部分细胞转移至基板与翼板相邻接处，形成灰质侧柱。故前柱与侧柱均系基板的衍生物。翼板的分化比基板较晚。当胚发育到20mm时，套层始向背外侧增厚，形成灰质后柱。位于中央管腹、背两侧的套层，始终发育不良，形成灰质前连合和后连合。

当套层细胞数目增多时，由细胞突起所形成的边缘层也随之增厚，并且由于髓鞘的发生而形成白质。更由于后根神经纤维在脊髓背外侧穿入，前根纤维由腹外侧穿出，把边缘层分为后索、侧索和前索。左右两侧的纤维在灰质前连合的腹侧交叉，形成白质前连合。神经纤维的髓鞘形成 myelination 则有先后的不同。其中脊髓颈部纤维先出现髓化，继而向尾侧延伸。在同一脊髓节段内，靠近灰质的纤维首先出现髓化，其中靠近前柱者出现髓化最早，在胎生第4月时即发生，白质前连合的纤维髓化较晚。由脊髓上升到脑的纤维，于胎生第6月时，先在后索纤维出现髓化；侧索纤维髓化较晚，至胎生第7月时方开始髓化。由脑下降到脊髓的纤维的髓化相对较晚，其中皮质脊髓束髓化最晚，至胎儿足月才开始，直到生后两年才完全髓化。

神经管脊髓部最初呈圆柱形，各部管腔的直径约相等，只是在尾端处向下逐渐变细。但在肢芽出现以后，由于其神经纤维从脊髓颈部和腰部发生，因此该二部脊髓之直径随肢芽的增大逐渐变粗，至胎儿第4月时便形成明显的颈膨大和腰骶膨大。脊髓的长度在胎儿第3月以前，原与脊柱椎管等长，脊神经呈水平方向经相对的椎间孔穿出椎管。后因脊柱的生长比脊髓为快，而脊髓头端与颅腔内的脑干相连，脊柱向尾侧延伸时，逐渐超越脊髓，故脊髓尾端位置相应提高，达不到椎管的末部。初生婴儿脊髓尾端可与第三腰椎的下缘平齐，至成年人脊髓尾端只达第一腰椎下缘。由于脊髓与脊柱的长度不同，原来呈水平方向穿出椎间孔的脊神经，也改变成斜位。此种现象，以骶、尾神经最显著。骶、尾神经从脊髓尾部发出后，约与脊髓长轴平行下降。而在颈部因脊柱与脊髓节间的位置差距较小，脊神经几乎仍然呈水平方向穿出椎间孔。由于脊髓末端与尾椎相连，当脊柱迅速生长时，脊髓末端逐渐被拉长成线状，特称为终丝。骶、尾神经与终丝合称为马尾。

第三节 脑的发生

当人胚神经板尚未形成神经管时，其头端部分即已膨大。至形成神经管后，该部因局部膨大而出现两个狭窄，膨大部即形成三个脑泡(图5-276)：即前脑泡、中脑泡和菱脑泡。前脑泡在胚胎第四周初又分为端脑与间脑(图5-277)，继而菱脑泡亦分成后脑和延髓。中脑仍保持原状无大变化。唯与后脑相接处，缩窄而成菱脑峡(图5-277)。

与五个脑泡形成的同时，脑的各部由于生长的速度不同而发生屈曲。其中有两个向腹侧的弯曲：在中脑部者为头曲 cephalic flexure；尾侧者位于脑和脊髓之间，为颈曲 cervical flexure (图5-276)。由于头、颈两个弯曲都凹向腹侧，暂时使前脑和脊髓之长轴互相近于平行，而方向恰恰相反。第三个脑曲发生较晚，在胚长10mm时，始出现于脑桥部，称为桥曲 pontine flexure (图5-277)此曲凹向背侧。该处的背侧壁则因向左右两侧扩张，形成菱形的薄板。以上三个脑曲，又因各部神经组织发育快慢不同，在胎生第三月时，又逐渐变直，与成人脑形相似。其中

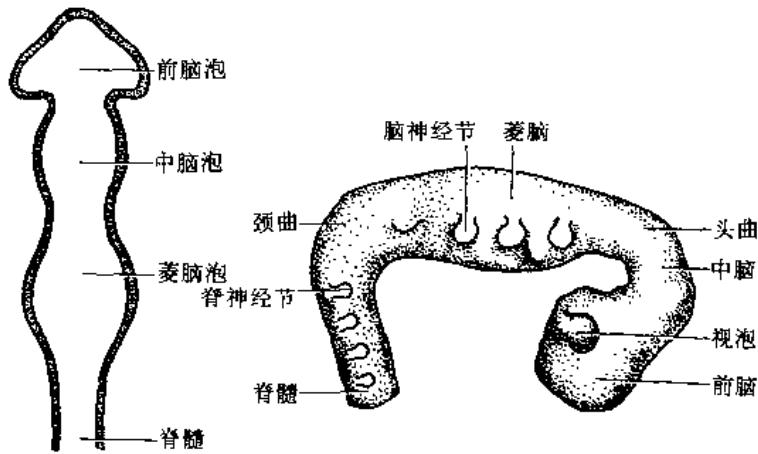


图5-276 4周人胚脑的三脑泡期

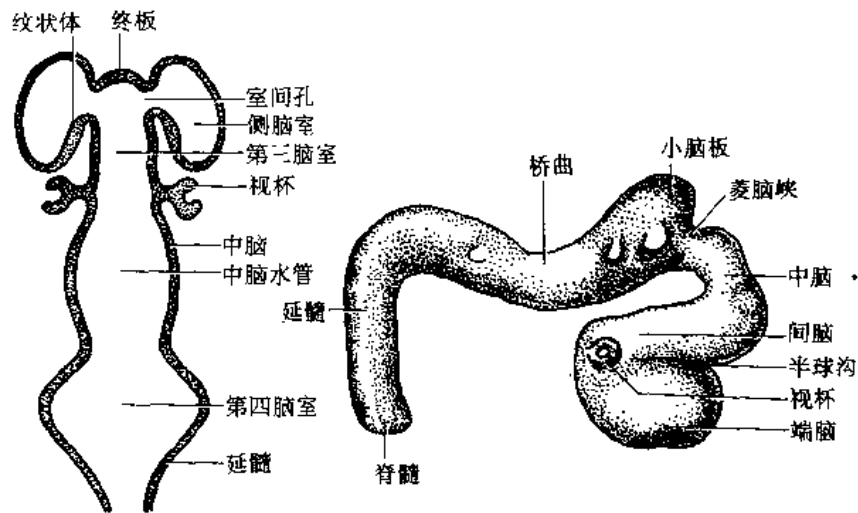


图5-277 6周人胚脑的五脑泡期

间脑和大脑半球与其余部分之间，一直保持一定角度。

脑壁的分化基本与脊髓相似，亦分为室管膜层、套层和边缘层。大脑半球和小脑部的套层细胞，向外迁移，经边缘层而达脑的表面，形成一层灰质，即大脑及小脑的皮质。原套层的一部分细胞集聚形成大脑和小脑内的神经核。在脑干部则因有许多上、下行和横行纤维束的穿行，而使其灰质与白质相互交错，不象脊髓的灰质和白质截然分开。此外由于脑部的底板仅上延至中脑的尾侧缘，而基板又终止于中脑的嘴端，故间脑和端脑几乎完全由翼板形成。脑部的管腔变化也有所不同，除中脑部变化较小形成中脑水管外，其他部分均随脑壁之演变而改变较大。位于端脑内的管腔，向两侧大脑半球内扩展，形成两个侧脑室。位于端脑中央部和间脑的部分，则形成第三脑室。而后脑和延髓内的管腔，则因顶板之扩展而增大，形成第四脑室(图5-278)。脑各部结构的发育分化，分别简述如下：

一、延 髓

延髓为脑的末脑部，介于脑桥尾侧缘与脊髓的第一颈神经发出点之间。此部神经管的管腔在胎生早期阶段即已扩大，特别是其嘴侧部最显著；同时其顶板随管腔侧壁向两侧展开而变

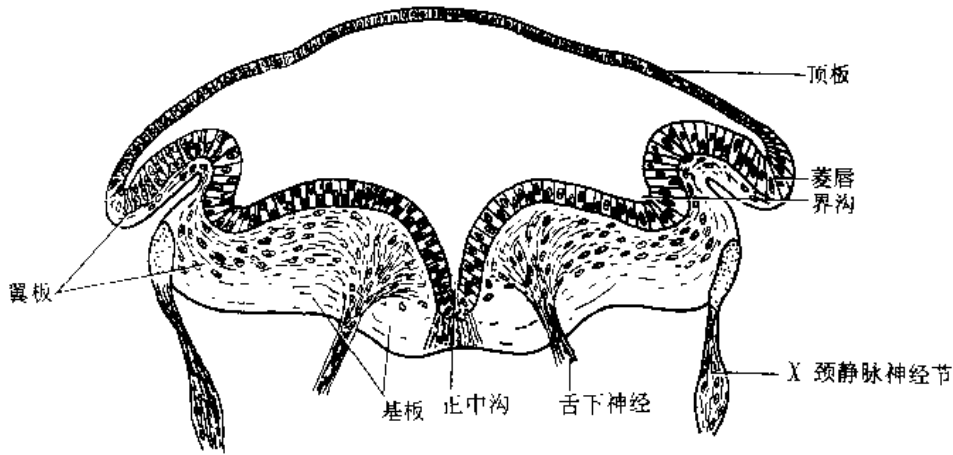


图5-278 9.1mm 人胚延髓横切面

薄。顶板与其表面的软脑膜共同组成脉络膜。富于血管的脉络膜突入第四脑室，形成第四脑室脉络丛。脉络膜构成第四脑室尾侧的顶壁。此部室顶仍是一单层的上皮膜，称为上皮性脉络板 epithelial chorioid lamina。薄顶所附着的翼板背侧缘，形成一条厚嵴，称为菱唇 rhombic lip(图 5-278)。此唇的尾侧部形成第四脑室带，唇的嘴侧部加厚，参与小脑的形成。管腔两侧壁与底板共同形成第四脑室的底。在底的正中有一纵沟，分菱形窝为左右两半，而左右两半又由另一纵行的界沟将之分为较宽的内侧部(基板)和较窄的外侧部(翼板)。

延髓壁的结构在早期与脊髓相似，其侧壁亦以界沟分为基板和翼板。基板内的细胞继而分为三组：内侧组形成躯体传出核 somatic efferent nucleus，即舌下神经核。由此核发出的纤维，从延髓腹侧面穿出形成舌下神经，分布于由枕部体节形成的肌群。其次是特殊内脏传出核 special visceral efferent nucleus，由此核发出的纤维组成 IX、X、XI 对脑神经的一部分，分布于由后四对腮弓所演化的骨骼肌。此核以后向腹外侧迁移而形成疑核。外侧组细胞位于界沟之内侧，形成一般内脏传出核 general visceral efferent nucleus，即迷走神经背核。由此核发出的纤维形成 IX、X 对脑神经的一部分，分布于内脏的平滑肌和腺体。延髓翼板的细胞除一部分转移到腹侧，形成橄榄核和桥核外。其余的细胞亦从界沟向外分为三组：外侧组形成特殊躯体传入核 special somatic afferent nucleus，接受位听神经的纤维；中间组为一般躯体传入核，即三叉神经一般躯体传入核，接受头面部的传入纤维；内侧组为特殊和一般内脏传入核。即孤束核，它接受来自 VII、IX、X 对脑神经的味觉纤维和 IX、X 对脑神经的一般内脏传入纤维。上述传入延髓的各种感觉纤维于延髓的侧面进入，并在边缘层内集成纵行束，如三叉神经脊束和孤束等，分别终于同名核。底板的脑室膜细胞，随延髓壁的增厚而伸展，它们的突起从脑室膜伸至延髓的表面，形成隔膜状的正中缝 raphe。在缝的腹侧有脑壁凹入形成的正中裂。延髓在发生的过程中，灰质被纵横纤维所分隔，形成网状结构。此外来自大脑皮质运动区的下行纤维，集中于边缘层的腹侧部，组成明显的锥体束。

二、后 脑

后脑是菱脑峡与脑桥尾侧缘之间的部分。该部包括腹侧的脑桥和背侧的小脑。后脑在发生的初期，亦可明显地分为顶板、底板、基板和翼板。其中顶板与延髓相似，但不扩展成薄膜，其大部分消失于小脑组织之中，仅余小脑嘴侧和尾侧部分，分别形成前髓帆和后髓帆。

后脑基板的细胞也象延髓分为三组：内侧组形成展神经核(一般躯体传出)，其纤维组成

展神经(V),分布于眼的外直肌;中间组形成特殊内脏传出核。其嘴侧段形成三叉神经运动核,分布于第一腮弓演化的咀嚼肌,尾侧段形成面神经核,分布于第2腮弓演化的表情肌;外侧组形成一般内脏传出核,即上涎核,其纤维分布于泪腺、下颌下腺和舌下腺。后脑翼板的背侧部增厚,形成小脑及小脑脚。腹内侧部,除一部分细胞形成桥核外,其余细胞则形成传入神经的终止核。其中外侧部细胞的嘴侧段形成三叉神经主核(一般躯体传入核),尾侧段形成前庭神经核(特殊躯体传入核)。内侧部细胞则形成孤束核的嘴侧段(第Ⅵ对脑神经的特殊内脏传入核)。

脑桥核乃是延髓及后脑翼板的细胞向腹侧转移而成,而桥核发出的纤维向对侧横行,并向背侧进入小脑,组成小脑中脚(脑桥臂)。脑桥基底内的纵行纤维束主要是锥体束。

小脑乃由后脑翼板背侧部(菱唇上部)演化而成(图5-278,279)。当桥曲形成后,菱唇被迫弓向外侧,菱唇上部转成横位。至胚胎第二月菱唇嘴侧部及其邻近部增厚,突入室腔形成小脑板 cerebellar plates。两侧小脑板逐渐接近,最后在室顶相互融合,形成一横位结构。此结构继续生长,至胚胎第3月,其两侧部更向外侧突出,形成小脑半球,狭窄的中间部形成蚓部。在胚胎第3~5月间,小脑皮质发育较快,从而形成小脑各主叶和沟。至第7月始具有其最后形态。(图5-280,281)

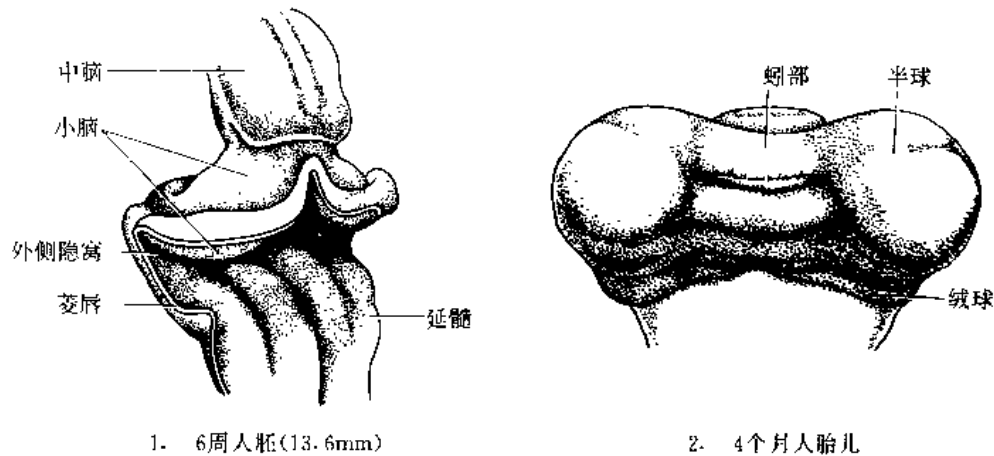


图5-279 人小脑发展的两个时期

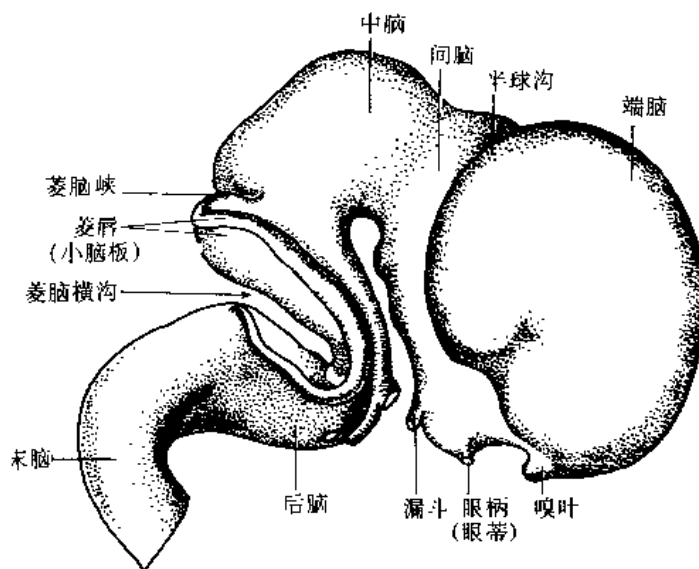


图5-280 8周人胚脑侧面观(27mm)

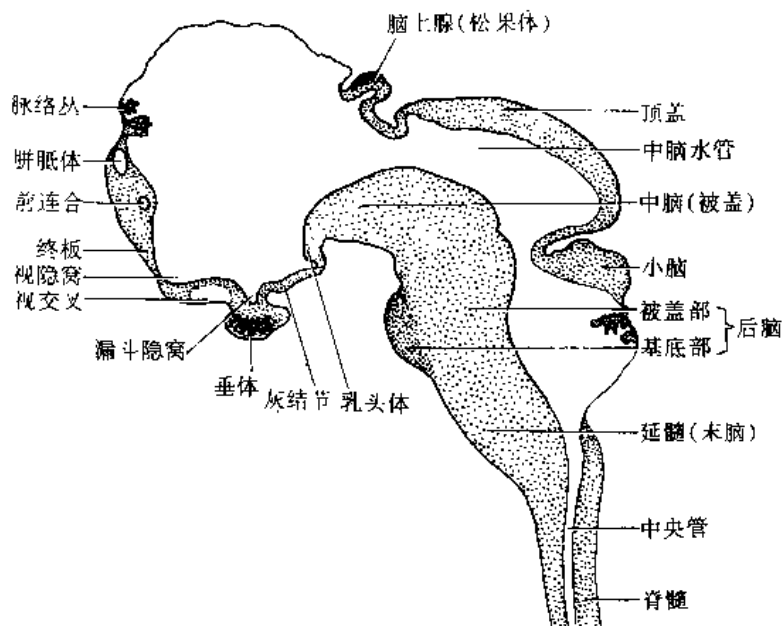


图5-281 12周人胚脑矢状切面(68mm)

三、中 脑

中脑变化最小,因为底板至中脑尾侧缘则消失,故中脑只有顶板、基板和翼板。随翼板逐渐增厚,顶板成为二翼板间的缝,以后即行消失。基板内的细胞分为两组:内侧组较大,其嘴侧段形成第Ⅲ对脑神经核(一般躯体传出核,即动眼神经核),分布于眼外肌(外直肌、上斜肌除外);尾侧段形成第Ⅳ对脑神经核(一般躯体传出核),分布于上斜肌。外侧组较小,形成第Ⅲ对脑神经一般内脏传出核 Edinger-Westphal nucleus。翼板内之细胞一部移入边缘层,形成四叠体;另一部分细胞向腹侧的基板转移,形成红核及黑质,也有人认为红核和黑质均由基板发生。

中脑腹侧的大脑脚底,主要来自大脑皮质的下行纤维组成。

四、间 脑

间脑的脑壁仅由顶板及一对翼板组成。两翼板形成神经管的侧壁及底壁,顶板与其外面的血管膜形成神经管的顶壁。在胎生第二月时,神经管扩展成第三脑室、血管膜皱褶突入第三脑室,形成第三脑室脉络丛。翼板主要形成间脑的三部:即上丘脑、丘脑和下丘脑。

上丘脑:由顶板与翼板背侧部共同形成。胚胎第七周时,在背侧正中部由顶板发出一个凸起,形成脑上腺(松果体)(图5-281)。翼板背侧缘内的细胞形成缰核,由此发出的纤维经脑上腺嘴侧而达对侧,形成缰连合。在缰连合和脑上腺的尾侧也有交叉的纤维,组成后连合。

丘脑:由神经管侧壁增厚而成,两侧壁把腔洞挤成狭窄的第三脑室。多数人脑在中部融合,形成一灰质窄桥,称为中间块。丘脑灰质被纤维分隔为许多核,其中主要部分为躯体感觉、视觉和听觉等冲动传导通路的中继站。

下丘脑:由脑室侧壁的腹侧部形成,此部脑室壁较薄,向腹侧形成漏斗状膨出(图5-280),继而演化成垂体柄及神经叶;此外还形成灰结节和乳头体(图5-281),以及丘脑底部。

间脑的腹侧部除形成上述结构外,在发生的早期阶段,前脑尚未分化成间脑和端脑时,有

一对眼泡向外侧突出。当胚长9mm时，眼泡变成眼杯，并以眼柄与间脑相连。最初眼柄为一管状结构，其管腔与第三脑室相通。以后其管腔逐渐闭塞，并为视觉纤维所贯穿，则形成视神经。在视神经与下丘脑接近时，有一部分纤维发生交叉，是为视交叉。恰位于漏斗之前方。

五、端 脑

端脑最初位于脑的最前方，体积较小，无底板及基板(图5-280)。至胚胎第六周时，其侧部向外突出，形成两大脑半球。以后迅速增大向各方扩展，逐渐将间脑遮盖。在间脑背侧两大脑半球间形成的纵裂，即半球间裂。至胎生中期两大脑半球已向下超越间脑，中脑亦被遮盖。大脑半球以后演化成三个主要部分，即嗅脑、纹状体和新皮质。

嗅脑：是端脑的最古老部分。胎生第6周时，在端脑腹侧的前部开始出现嗅脑(图5-280)，最初为一纵行之隆起。以后逐渐膨大而成嗅脑，它又分为前后两部，前部形成嗅球及嗅束，后部形成前穿质及旁嗅区。最初嗅球内有空洞，与侧脑室相通，后来由于嗅脑进一步发育，以致腔洞逐渐消失，成为实体的嗅球和嗅束。此外，嗅脑还包括古皮质，此部将来形成海马结构。

纹状体：由大脑半球底壁细胞增生而成。在胚胎第4周开始出现，至第6周时已很明显，并向侧脑室内突入。其尾侧部将来形成古纹状体(杏仁核)，嘴侧部形成新、旧纹状体。在胎生4至5月期间，由于大脑皮质与脑下段结构间的升降纤维的穿行，而被分隔成内侧的尾状核和外侧的豆状核。界于二部之间的纤维组成内囊。

新皮质：在嗅束外后侧和杏仁核附近的皮质区为旧皮质(梨状区)。大脑半球的背内侧为古皮质(海马结构)。古、旧皮质之间为新皮质。在胚胎早期阶段，侧脑室腔相对的较大，脑室壁则比较薄，但其组织结构亦分为室管膜层、套层和缘层。以后套层的部分细胞向边缘层迁移增生，逐渐形成大脑皮质。在大脑皮质发出的纤维和由低级部位投射到皮质的纤维不断发展增多，于是共同组成端脑的白质，由于白质不断增多和纹状体的发展，脑室壁也逐渐增厚，同时侧脑室的室腔则逐渐缩小。

大脑半球的发育是向各方迅速扩大的。向前方延伸的部分形成额叶。向后方及向腹侧延伸的部分，分别形成枕叶及颞叶。原来位于间脑外围的中间部分，则形成顶叶。由于皮质面积的迅速增加，大脑表面也逐渐皱褶成凹陷的“脑沟”，和凸出的“脑回”。发生较早的沟影响脑壁的整体厚度，在脑室内面发生相应的隆起(如距状裂、侧副裂)。覆盖豆状核外面的新皮质扩展较缓，其上、下、后三方面紧邻的皮质扩展较快，而使此部形成一深窝，即将来的外侧裂。窝底的皮质形成脑岛。以后脑岛逐渐被其周围的皮质所遮盖。遮盖脑岛的皮质，称为岛盖。由于半球背外侧面的中央沟和内侧面的顶枕裂的出现，大脑皮质已能区分为额叶、顶叶、颞叶、枕叶和脑岛五大部分。随着新皮质迅速扩展，海马结构的背侧部退化成为遗迹，腹侧部被卷入颞叶的腹内侧面；梨状区和杏仁核也被挤到颞极的腹内侧面。

在大脑半球发展过程中，出现连结两半球的神经纤维，组成脑的连合。除去缰连合和后连合外，在端脑有前连合及海马连合，将两大脑半球的古皮质联系起来。而胼胝体则联系两半球的新皮质(图5-281)。

侧脑室：当端脑向两侧膨出形成大脑半球时，其嘴侧端的正中部被挤成一窄条，此部很少增厚，形成第三脑室的前壁，称为终板。突入两大脑半球的腔即侧脑室。当大脑半球向各方扩展形成各叶时，侧脑室亦随脑的各叶而伸展。伸入额叶的部分形成侧脑室的前角，伸入枕叶

的为后角，伸入颞叶的为下角，位于顶叶的中央部称为中央部。最初两侧脑室与第三脑室头端以较大的室间孔相通，以后因此区脑室壁增厚，室间孔逐渐变小，最后成为裂隙状。

胚胎第2月，在半球内侧壁上，出现一纵位弓形隆起，称为海马嵴 hippocampal ridge。随此嵴的深陷，在半球内侧面形成海马裂。海马嵴发展成海马结构。当新皮质向前下伸延形成颞叶时，海马嵴和裂随之延伸至侧脑室下角的尖端。在海马嵴的下方，半球内侧壁很薄，富于血管的软脑膜从此突入侧脑室，形成侧脑室脉络丛，在室间孔与第三脑室脉络丛相连。软脑膜突入侧室的地方，形成脉络膜裂 chorioid fissure。此裂随海马嵴也延伸至侧脑室下角的前端。

第四节 中枢神经系统的异常

颅裂 cranioschisis 乃神经管嘴侧端背侧部未愈合，因而该处颅骨仍然开放，此种情况称为颅裂，同时神经系脑部亦不发育，严重者称为无脑畸形 anencephaly。此种畸形胎儿不能生存。若脑壁经脑壳缺陷处而突出者，称为脑膨出 encephalocele。脑膜与脑同时突出，则称为脑膜脑膨出 meningo-encephalocele。

脑很小者称为小形脑 microencephalus。小形脑常与小头 microcephalus 同时存在。由于脑脊液增多而使脑膨大，颅骨因之也增大，称为脑积水或水脑 hydrocephalus。水脑患者其头也特别大。

脊柱裂 spina bifida 乃神经管的脊髓部分的背侧未愈合，则该处之左右椎弓亦不能在背侧愈合，此种情况称为脊柱裂。若神经管脊髓部分仍然保持神经板状态，称为无脊髓畸形 amyelus。但有的神经板虽然在背侧愈合成神经管，而椎弓未能愈合者，形成单纯性脊柱裂。若神经管由脊柱裂处突出，形成一囊状结构，称为脊髓膨出 myelocoele。若只是脊膜由脊柱裂突出，形成囊则称为脊膜膨出 meningocele。若脊膜和脊髓都突出，脊髓位于脊膜囊内，则称为脊髓脊膜囊突出 meningomyelocoele。

(王仲涛)

周围神经系统

周围神经系统 peripheral nervous system, 包括脑和脊髓以外的神经细胞和神经纤维所组成的许多神经节、神经干、神经丛及神经终末装置。

人生活在自然界,与周围环境有着相互联系和影响。周围神经就是起着使神经中枢与外界相联系的作用。周围神经的作用主要是在神经活动的反射过程中,一方面使各种感受器与中枢神经系联成一体,传入感觉冲动(传入神经纤维的作用);另一方面使中枢神经系与各效应器联系起来(传出神经纤维的作用)。此外,据证明,还有外周性神经反射(轴突反射)的存在。这些联系,在生理功能上都起着重要的作用。因此机体内各种器官的活动,就在中枢神经系的主导下,通过周围神经,得到统一和协调;并使机体与外界环境间保持相对平衡。

周围神经由于连接中枢神经系的部位不同,可以分为两种:连于脑的脑神经,连于脊髓的脊神经。

脑神经有12对,都自颅腔内穿颅骨孔、管而出。脊神经有31对,自椎管内穿经椎间孔而出。

每一脊神经均由两个根合成。一为后根(背根),主要由传入纤维组成,或称感觉根,此根有一脊神经节。另一为前根(腹根),主要由传出纤维组成,或称运动根。

在圆口类,脊神经的两根,呈前后交错排列,同一节段的背根位置稍前于腹根。这两根各自分开,分布于周围部位。在进化过程中,追溯到较高级的鱼类及两栖类,它们的背、腹根已成相对位置排列,并相互合并成一条脊神经,奠定了动物进化阶梯上脊神经的基本结构型式。

脑神经的结构与脊神经有显著的区别,但基本上可相比拟。除第1、2对脑神经(嗅神经与视神经)乃由胚胎时期脑室壁向外突出所演变而成,分布于嗅、视器官以外;其余10对可认为与脊神经相似,由相同的发生型式转化而来。其转化的主要因素为:①头部肌节的退化;②鳃弓系统的改变;③感觉器官的发展。因此,使脑神经也起了大的改变。除第1、2对脑神经外,其它脑神经仍保持脊神经的若干特征,只是它们的腹根与背根,有的仍为原始分离的型式。因此,专门司运动的神经,可视为由腹根变形而成;专门司感觉的神经,可认为是背根变形而成,并有神经节存在。有的脑神经具有运动和感觉两种性质的根纤维,则成为混合性脑神经。

第三十五章 脑 神 经

脑神经 cranial nerves 有12对，其排列循序如下：

次 序	名 称
I	嗅神经
II	视神经
III	动眼神经
IV	滑车神经
V	三叉神经
VI	展神经
VII	面神经
VIII	前庭蜗神经
IX	舌咽神经
X	迷走神经
XI	副神经
XII	舌下神经

在上列12对脑神经中，第V、VI及VII，如按其结构、分布、功能联系和发生的情况来看，尚可各分为两个部分，三叉神经可分为运动部及感觉部；面神经可分为中间神经及本干；前庭蜗神经可分为前庭神经及蜗神经。此外，还有一枝终神经(见后面)，没有列入脑神经序列内。

12对脑神经在发生时的演变情况各有不同。嗅神经连接古皮质，它在各种哺乳动物有着不同程度的发展，人类的嗅觉显然与动物的嗅觉有所区别。视神经在发生上原属脑部一传导束，它与眼球的视网膜，同自脑室壁突出而成。后10对脑神经可与脊神经比拟，但演变情况也不一致。第III、IV、VI对脑神经，分布于眼球外的各别肌肉；这些肌在胚胎时由头部3对肌节演化而来。所以，这3对神经是头部固有肌的支配神经；分布于第1对头部肌节的传出纤维，发展为滑车神经；分布于第3对头部肌节的传出纤维，发展为展神经。因这3对神经都是运动纤维，与脊神经的前根相当。头部3对肌节的尾侧，有7对鳃弓；三叉神经、面神经、舌咽神经、迷走神经及副神经所支配的诸肌，即由鳃弓演化而来。所以，这几对脑神经可认为是由鳃神经演变的。鱼的鳃神经，在鳃上神经节以后分为两支，即鳃前神经(传入纤维)及鳃后神经(传入纤维及传出纤维混合组成)(图5-282)。三叉神经相当于第1鳃神经(图5-283)，出脑后移行于三叉神经的三叉神经节(半月神经节)，而后分为三支，即眼神经、上颌神经及下颌神经。其中上颌神经为传入纤维，相当鳃神经的前支(鳃前神经)；下颌神经含有传入及传出纤维，似鳃神经的后支(鳃后神经)；而眼神经相当于眼球外肌的传入神经，其未与眼球外肌的传出神经合并，却加入了三叉神经，与三叉神经其它两支合并较晚。面神经相当于第2鳃神经。舌咽神经为第3鳃神经。迷走神经由第4、5、6、7鳃神经混合而成。三叉神经节为眼神经的神经节与第1鳃神经节的合并产物。第2鳃神经节形成膝神经节。第3鳃神经节分为二部，即舌咽神经的上神经节及下神经节(岩神经

节)。第4、5、6、7鳃神经节合成两个，为迷走神经的上神经节(颈静脉神经节)和下神经节(结状神经节)。第Ⅷ对脑神经按其起源，乃原为面神经的一个分支，后来渐趋独立，因而形成特种感觉器的传导部分。第Ⅸ对脑神经，为末一对鳃神经的外侧支。第Ⅹ对脑神经相当于几个脊神经合并而成，不过其前根保留而演变成舌下神经，背根退化。在两栖类由颅外的2~3个脊神经腹根构成颈丛，该丛主要支配舌肌。在羊膜类颅腔向后扩展，至舌肌的神经遂包入颅内，并裹于颅底的孔内，以后发展为第Ⅻ对脑神经。

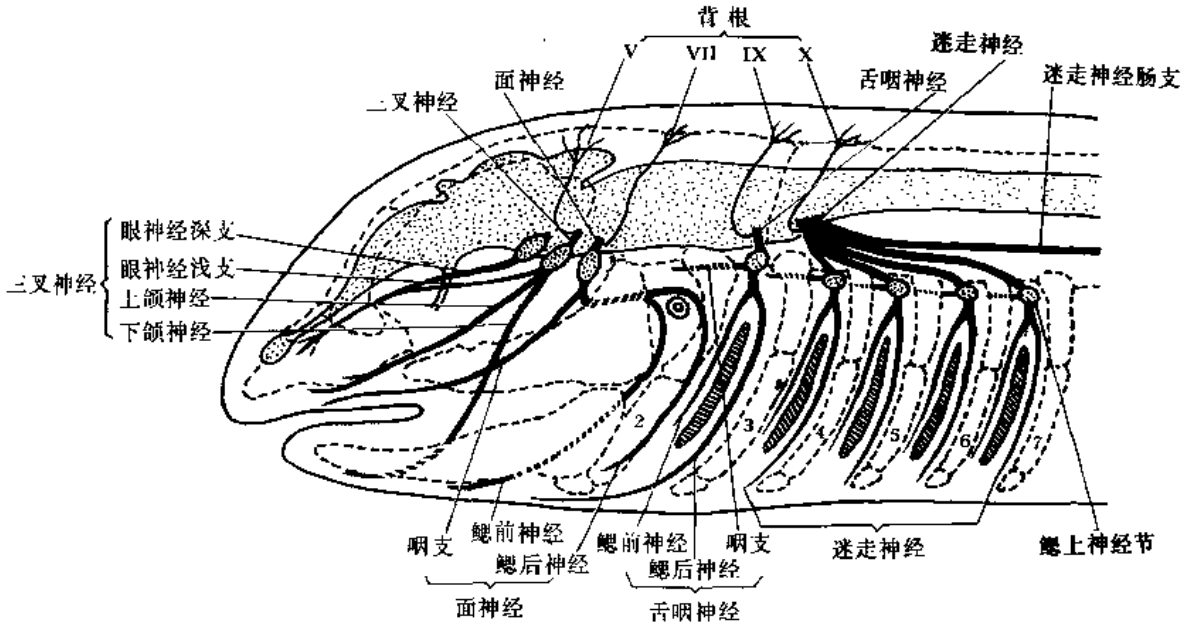


图5-282 鱼的鳃弓神经2~7为鳃弓

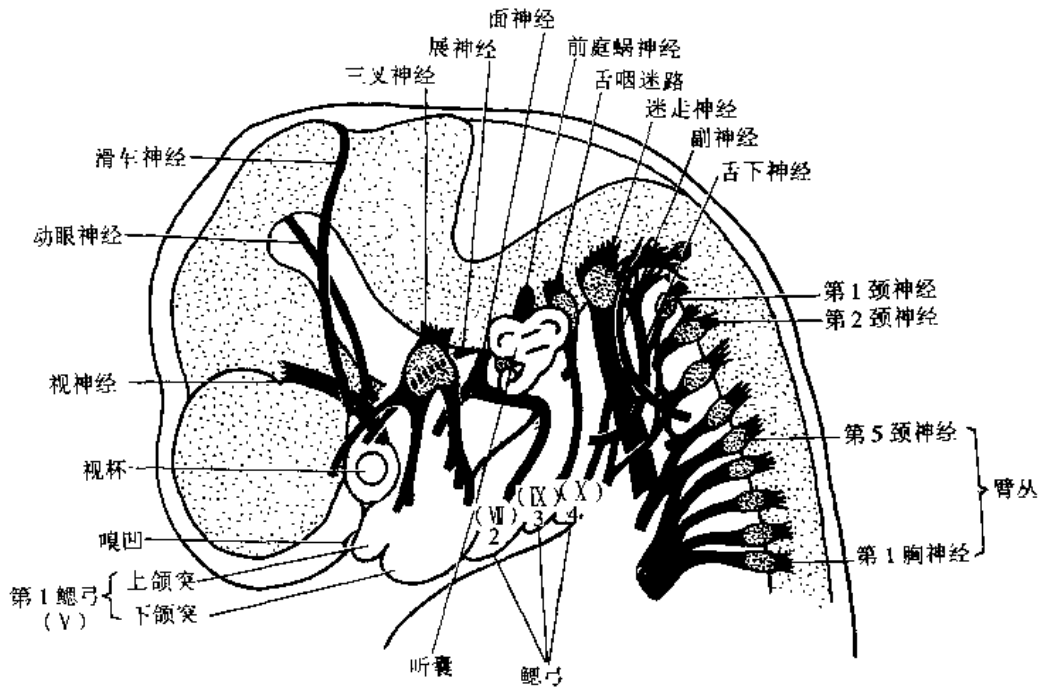


图5 283 人胚胎脑神经的发生

第 III 至第 XI 对脑神经的发展与脊神经对照表

体 节	腹 根	背 根	神 经 节
头节1	III	V (眼神经)	三叉神经节
头节2	IV		
头节3	VI		
第1鳃弓	V (下颌神经运动纤维)	V (上颌及下颌神经感觉纤维)	二叉神经节
第2鳃弓	VI (运动纤维)	VI (中间神经)	膝神经节
		VII (位听神经)	前庭及螺旋神经节
第3鳃弓	IX (运动纤维)	IX (感觉纤维)	上神经节及下神经节
第4、5、6、7鳃弓	X, XI (运动纤维)	X (感觉纤维)	上神经节及下神经节
枕后肌节	XI (运动纤维)	退化	退化

脑神经虽与脊神经可以比拟，但是有若下的不同。每对脑神经的性质各有不同，各有自己显著的特点。如将构成脑神经的纤维成分加以分析，则比脊神经多了三种特殊的纤维。这是因为脑神经供应特殊的感受，如视、听、嗅、味及由鳃弓衍化来的肌肉的关系。脊神经的成分共计可分四类：①躯体传入；②躯体传出；③内脏传入；④内脏传出。脑神经除上述四种外，又有特殊躯体传入、特殊内脏传入及特殊内脏传出诸种纤维；所以全部脑神经共计可分为7种不同性质的纤维成分。

各对脑神经纤维成分及功能的分析

次序	名称	成 分	分 布	功 能	低 级 中 枢
I	嗅神经	特殊内脏传入	嗅粘膜	嗅觉	嗅球
II	视神经	特殊躯体传入	视网膜	1. 视觉 2. 光反射	1. 外侧膝状体 2. 顶盖前区→缩瞳核
III	动眼神经	躯体传出	上、内、下直肌及下斜肌，上睑提肌	支配眼球的运动	动眼神经核
		一般内脏传出 (副交感)	经睫状神经节交换神经元，分布于眼球内的睫状肌及瞳孔括约肌	瞳孔收缩及调节运动	缩瞳核
		一般躯体传入	上述眼肌	本体感觉	三叉神经中脑核 (?)
IV	滑车神经	躯体传出	上斜肌	使眼球转向下外侧	滑车神经运动核
		一般躯体传入	上述眼肌	本体感觉	三叉神经中脑核 (?)

续表

次序	名称	成分	分布	功能	低级中枢
V	三叉神经	特殊内脏传出	1. 咀嚼肌 2. 二腹肌(前腹) 3. 下颌舌骨肌 4. 腭帆张肌 5. 鼓膜张肌	1. 下颌关节的运动 2. 嚼、吞咽 3. 软腭及咽鼓管的运动 4. 校正鼓膜及小听骨的运动	三叉神经运动核
		一般躯体传入	1. 颜面皮肤, 眼、鼻、口腔粘膜, 齿龈, 舌前 $\frac{2}{3}$ 、牙齿 2. 咀嚼肌, 表情肌及舌肌	1. 外感觉 2. 本体感觉	1. 三叉神经脊束核及三叉神经脑桥核 2. 三叉神经中脑核(?)
VI	展神经	躯体传出	外直肌	眼球向外侧运动	展神经核
		一般躯体传入	外直肌	本体感觉	三叉神经中脑核(?)
VII	面神经	特殊内脏传出	全部表情肌, 颈阔肌, 镫骨肌, 二腹肌的后腹及茎突舌骨肌	颜面表情, 上提舌骨	面神经核
		一般内脏传出(副交感)	翼腭神经节→鼻腔腺体, 硬腭及软腭的腺体, 泪腺 下颌下神经节→下颌下腺, 舌下腺	腺体分泌及血管扩张	脑桥泌涎核、泪腺核
		一般内脏传入	面部的深层(腭及鼻腔后部的粘膜)	面部深层的感觉(为内脏感觉经岩浅大神经传入)	孤束核
		特殊内脏传入	舌前 $\frac{2}{3}$ 的粘膜(味蕾)	味觉	孤束核(或味核)
		一般躯体传入	外耳道和耳后皮肤	外感觉	三叉神经脊束核
VIII	前庭蜗神经	特殊躯体传入	球囊及椭圆囊的位觉斑三半规管的壶腹嵴	本体感觉	前庭神经核
		特殊躯体传入	蜗管的螺旋器	外感觉	蜗神经核
IX	吞咽神经	一般内脏传出(副交感)	经耳神经节至腮腺	腺体分泌及血管扩张	延髓泌涎核
		特殊内脏传出	茎突咽肌	咽的运动	疑核
		一般内脏传入	咽扁桃体及舌后 $\frac{1}{3}$ 粘膜颈动脉窦和体	外感觉 血管的感觉(血压及化学感受)	孤束核
		特殊内脏传入	舌后 $\frac{1}{3}$ 粘膜(味蕾)	味觉	孤束核(或味核)
		一般躯体传入	耳后皮肤	外感觉	三叉神经脊束核

续表

次序	名称	成分	分布	功能	低级中枢
X	迷走神经	特殊内脏传出	1. 腭帆提肌 2. 咽缩肌 3. 喉肌	1. 软腭及咽鼓管的运动 2. 吞咽运动 3. 呼吸时喉口的管制及发音	疑核
		一般内脏传出(副交感)	1. 食管、胃、肠、胆囊的平滑肌 2. 胰腺、胃腺 3. 肺(支气管及气管的平滑肌) 4. 心脏	1. 上述各器官的运动 2. 腺体分泌 3. 气管及支气管平滑肌的收缩 4. 调节心率(抑制)	迷走神经背核
		一般内脏传入	1. 喉、呼吸道粘膜及肺、消化管壁(咽、食管至结肠中部) 2. 主动脉体及主动脉弓管壁	1. 一般内脏感觉 2. 血管的感觉(压力及化学感受)	孤束核
		特殊内脏传入	会厌部(味蕾)	味觉	孤束核
		一般躯体传入	外听道的皮肤	外感觉	三叉神经脊束核
XI	副神经	一般内脏传出	经迷走神经至植物性神经丛, 分布于胸腹部内脏的平滑肌及腺体	平滑肌运动及腺体分泌	迷走神经背核
		特殊内脏传出	1. 斜方肌、胸锁乳突肌 2. 经迷走神经至咽及喉部横纹肌	1. 头颈部、肩部运动 2. 咽喉的运动	1. 脊髓(1~5节)的副神经核 2. 疑核
XII	舌下神经	一般躯体传出	舌肌	舌肌的运动	舌下神经核
		一般躯体传入	舌肌	舌肌的本体感觉	?

第一节 嗅神经

嗅神经 olfactory nerves (I) 的纤维, 由鼻腔嗅区嗅粘膜内双极嗅细胞的中枢突形成。各种动物嗅觉上皮覆盖区域的变异很大, 嗅觉敏感的动物, 嗅上皮分布鼻粘膜一个鼻甲复杂皱襞的广大区域; 而人类的嗅区只包括上鼻甲以上及鼻中隔上三分之一的部分, 两侧约占 5cm^2 (图 5-284)。在哺乳动物(包括人类)嗅区上皮于新鲜标本上呈黄色。

嗅上皮主要含有嗅细胞、支持细胞和基底细胞, 在固有层结缔组织中含有浆液性嗅腺 (Bowman 腺)。支持细胞在嗅上皮的细胞中数量最多, 高柱状, 位于嗅上皮浅部, 游离面有长短不等的微绒毛, 包围嗅细胞可能有绝缘作用, 与嗅细胞之间可能还有物质代谢的交换, 这细胞内含有脂褐素颗粒, 使嗅粘膜呈棕黄色。基底细胞呈圆锥形, 位于嗅上皮的基部, 不到达表面, 该细胞的细胞器少, 分化程度低, 有分裂能力, 可分化成支持细胞和嗅细胞 olfactory cell。嗅细胞为双极梭形, 有一球状的核; 一端发出周围突, 呈细棒状, 伸向上皮表面, 其末端膨大称嗅泡, 自嗅泡发生 6~12 根毛状突起, 称嗅毛, 嗅毛的基部粗, 杆部长而粗, 常倒向一侧,

其末梢与其它嗅毛或支持细胞的微绒毛相接触，它们共同淹没在一层嗅腺的分泌物中，嗅毛很少能动，主要功能为增加与气味物质的接触面，嗅物质的分子要达到嗅毛膜，必须扩散通过掩盖的浆液；另一端为嗅细胞的基底部，发出中枢突，细长，称为嗅神经纤维，属于无髓有膜的神经纤维，然后集中成束，向上穿行在粘膜下层形成丛状，自此集成约20条小束，称嗅丝，嗅丝排成内、外两列，通过筛板的筛孔，入颅前窝，并穿硬脑膜、蛛网膜及软脑膜，入嗅球；嗅细胞不是一群静止不变的神经元，自胚胎至成年后，基底细胞不断进行分化形成嗅细胞，该细胞约30~60日后，便变性而被吞噬。(图5-285)。

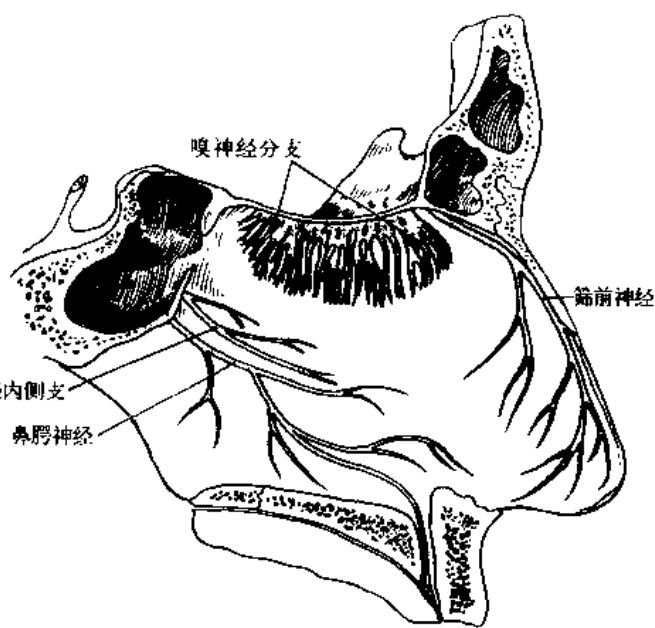


图5 284 鼻中隔的神经支配

各嗅丝穿经脑膜时，被二层脑膜包围形成管状鞘，鞘沿嗅丝向下延续于鼻腔，其硬脑膜层与鼻腔的骨膜相移行；蛛网膜及软脑膜则移行于神经膜。蛛网膜下腔也沿神经周围间隙延续至鼻腔。所以当鼻腔受感染时，可能经此通道而引起脑膜的感染。

嗅神经于嗅球的内侧及下面进入其中，在嗅球表层形成一层神经纤维的终末支，与嗅球内的僧帽细胞的树突终末发生突触，形成嗅小球 olfactory glomerulus(图5-286)。

嗅神经的中枢联系：嗅刺激引起嗅细胞周围突的兴奋，经过嗅细胞体及由其中枢突构成

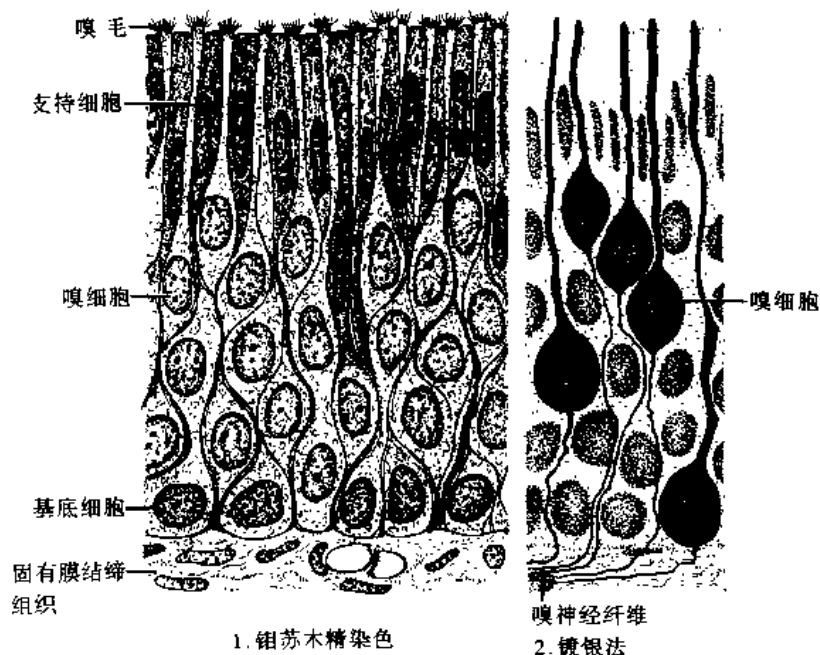


图5 285 人类的嗅上皮

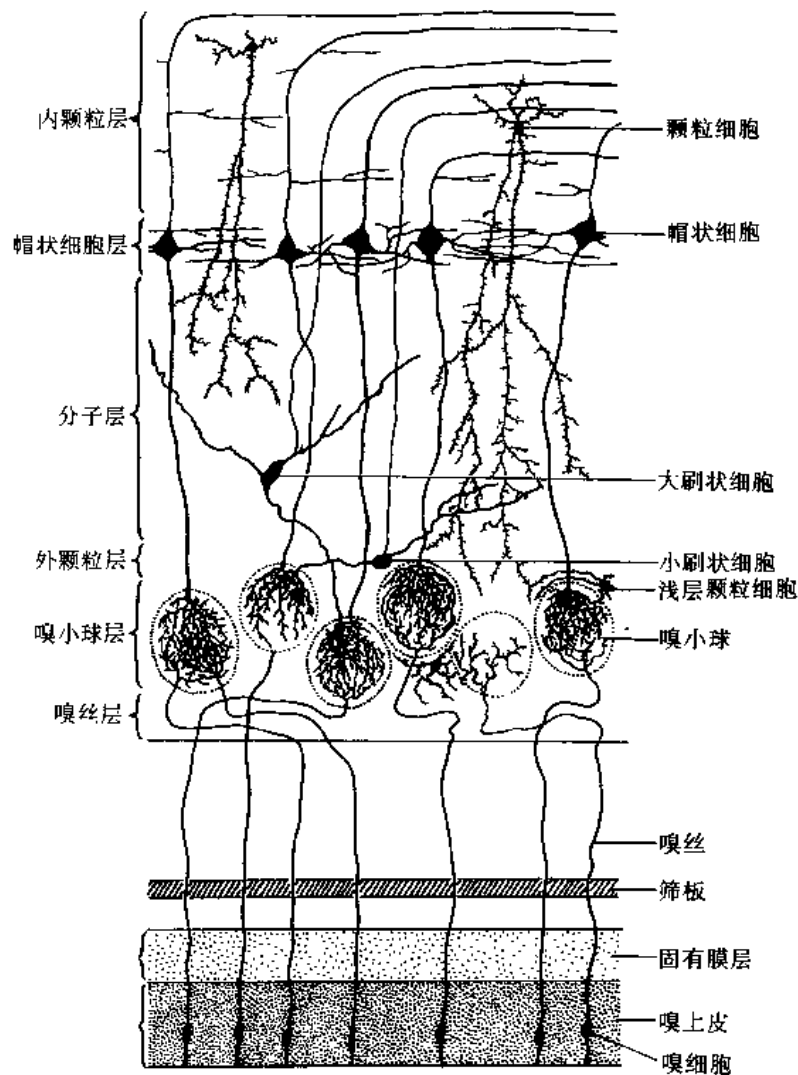


图5-286 嗅粘膜及嗅球的结构

的嗅神经到达嗅球。兴奋经嗅球内的嗅小球，传递给僧帽细胞的树突，继经该细胞的轴突(形成嗅束及嗅纹的大部分)，传至脑部嗅觉更高一级的中枢。

嗅神经及嗅球有时出现先天性缺如，则引起先天性嗅觉缺失。倘因颅底骨折，以致断裂嗅球及嗅束；或因其它疾患，如嗅神经炎，流行性感冒等，波及嗅神经时，也可引起嗅觉消失。但一般双侧性嗅觉消失，对临床诊断意义不大。单侧性嗅觉丧失，如果与鼻腔疾患无关者，则常为颅内肿瘤所引起，故在定位诊断上有一定意义。有人(Grayiadei, 1980)用外科手术切断进入嗅球处的嗅丝，在灵长类发现嗅细胞轴突的再生，并与僧帽细胞构成新的突触，这意味着由于筛骨筛板骨折后，在人类嗅球丧失嗅传人纤维的嗅觉缺失，提供了嗅觉可恢复的一种希望。

嗅觉系中，还有两对神经，即犁鼻神经及终神经。此二神经在低等脊椎动物及哺乳动物发育佳良，并与嗅神经的经过关系密切。

一、犁鼻神经

在许多动物的嗅神经内，明显地增多了一种称为犁鼻神经 vomeronasal nerve 的纤维。这种

神经纤维来自犁鼻器 vomeronasal organ 上皮内的嗅细胞。在家畜其纤维作束状入颅腔，终于副嗅球。人类在胚胎时期有犁鼻器，出生后随即退化，所以犁鼻神经也就消失。在犁鼻器区域内，只有三叉神经的一般感觉纤维，及分布于整个鼻腔腺体的一般内脏传出纤维。

二、终神经

终神经 terminal nerve 先后在鲨鱼、肺鱼以及除圆口类、鸟类以外的脊椎动物的嗅器内发现。人类在胎儿及成人，也均证明有此神经存在。因这神经发现较晚，脑神经的编号已成习惯，故将此神经列于其他脑神经之前，编为第零号脑神经。

终神经位于嗅束及嗅球内侧的软脑膜内，在人类由1~7条纤维束组成神经丛，自此发出的纤维，经筛板的细孔入鼻腔，主要分布于嗅区上皮内的血管、腺体及犁鼻器（在人类已成退化的遗迹）。这些纤维向中枢行，跨过内侧嗅纹，有的明显地止于前穿质；动物的可至隔核连合前区或终板的灰质，甚至可达下丘脑的视上核区域。终神经的经过中，有分散的神经节细胞，可称为终神经节 terminal ganglion；细胞有双极性或多极性两种，功能尚未明确。此神经在哺乳动物可能分布于鼻腔腺体及血管，使这些结构与嗅觉形成反射性联系。

按神经纤维的分布及神经节细胞的形态，终神经可列入内脏神经系内。唯其节前纤维的起源尚不能确定，有人提出，可能起于下丘脑视上核。

第二节 视神经

视神经 optic nerve (I) 及视网膜在发生上应属脑的一部分。视神经内几乎全部为传入纤维，但有少数属于传出纤维，这种纤维的来源和功能都未肯定。视神经的传入纤维，为视网膜内神经节细胞所发出的轴突，形成视网膜的视神经纤维层。神经纤维向视神经盘（乳头）聚集，于眼球后极的鼻侧3~4mm处，经脉络膜及巩膜筛板，穿出眼球。原来无髓鞘的神经纤维，穿巩膜筛板时，获得了髓鞘；神经纤维集成束，便形成视神经。视神经纤维通过筛板的高度拥挤情况，是导致临床上视神经盘处发生郁血或水肿性病变的解剖学基础。

视神经长约45~50mm。向后内侧行经眶的后部，穿视神经管，入颅腔，与视交叉相连接。全长可分为四部：即眼内部、眶部、管内部及颅内部。分述于下：

一、眼内部

眼内部 intraocular part 是从视神经盘到穿出巩膜筛板的一段，长约1mm。视网膜的视神经纤维可分为黄斑纤维和周围纤维两种。黄斑纤维占全视神经纤维的 $\frac{1}{3}$ ，居视神经盘的颞侧，名黄斑束。颞侧周围纤维，来自黄斑外侧者，绕过黄斑上下两侧到达视神经盘，而鼻侧周围纤维直接向视神经盘集聚。这视神经眼内部尚属无髓纤维质透明，略呈灰色。

二、眶部

眶部 orbital part 是自巩膜筛板至视神经管的一段，长约30mm，此段经过中稍呈“S”形弯曲。视神经穿出巩膜后，初向后内侧行，被眼球筋膜的后部包绕。在视神经与眼外肌之间，充塞许多脂肪；脂肪内有睫状神经及动脉穿行；这些血管和神经于视神经前部的周围进入眼球内。视神经在眶后部，向后内方稍弯曲，继向后的方向，达视神经管。视神经眶部的长度较眼球后极至视神经孔的距离约长6mm。这种解剖特点，使眼球转动时，或因病理状态眼球稍有凸

出时，不致因牵拉而损伤视神经纤维。在眶后部，由于视神经周围的脂肪逐渐减少，因此眼球外的肌肉与神经更为贴近；当视神经穿视神经孔时，四条眼直肌起始的总腱环紧密地包围着视神经(图5-287)。

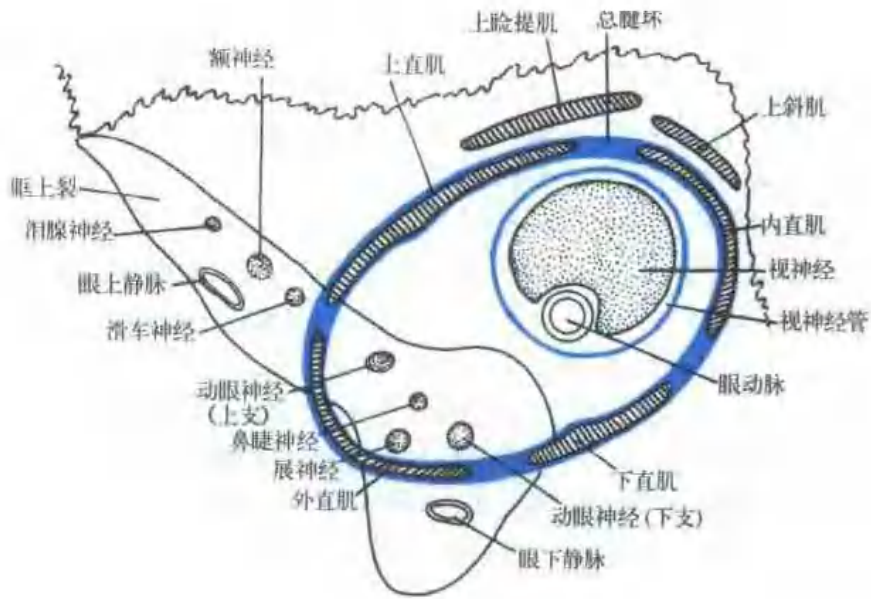


图5-287 总腱环、直肌的起点及经眶上裂进入眶各神经的周围关系

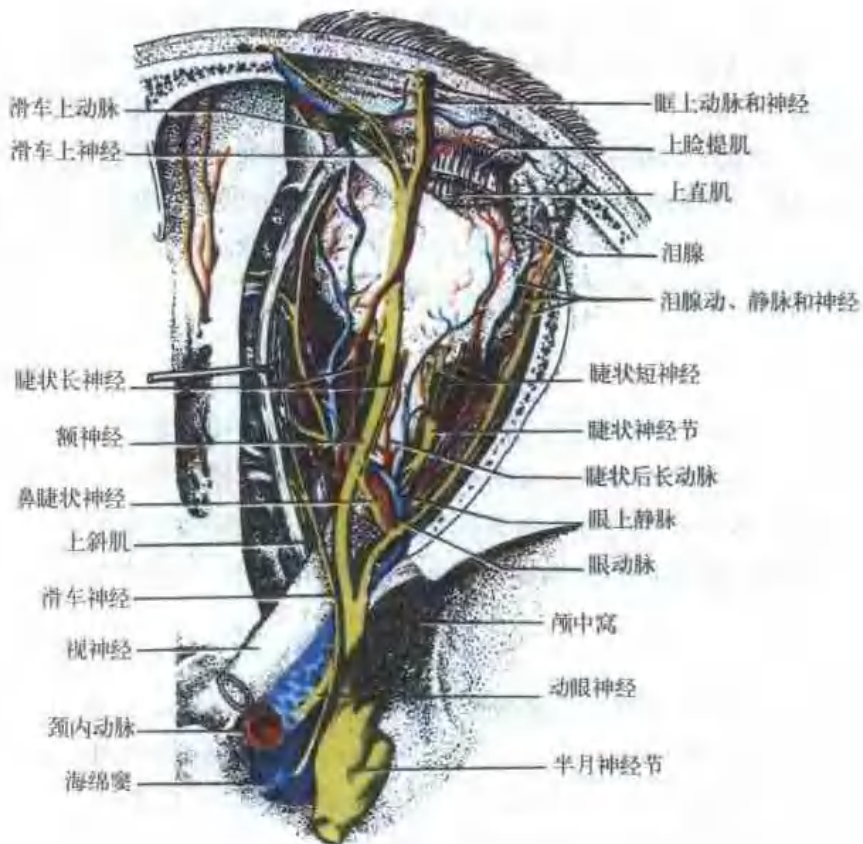


图5-288 视神经邻近的神经及血管(上面观)

在视神经的上侧，有上直肌覆盖；在该肌与神经之间，约于视神经中后三分之一处，有鼻睫神经、眼动脉及眼上静脉，自后外侧跨神经的上侧至前内侧；还有动眼神经的上支与之贴邻。在视神经的下侧，有下直肌，两者之间有动眼神经的下支与之相邻。在视神经后部的外侧与外直肌之间，有眼动脉、睫状神经节及展神经(图5-288)。在视神经的下内侧，距眼球约12.5mm处，有视网膜中央动脉及其伴行静脉，穿入视神经内，动脉进入眼内，营养视网膜。

三、管内部

管内部 intracanalicular part 为视神经，经过视神经管内的一段，长约6~7mm。由于眼动脉自颈内动脉发出后，亦经视神经管入眶内，两者紧密相接。在管内眼动脉可先在视神经的下内侧(或下外侧)，继后动脉经神经下侧至其外侧入眶。视神经管内侧以薄骨片与后筛窦及蝶窦相隔。因此鼻旁窦炎，可穿经薄骨片引起视神经感染，发生球后视神经炎。

四、颅内部

颅内部 intracranial part 为视神经入颅腔到视交叉的一段，位于颅内。长约10~12mm。沿眼动脉及颈内动脉内侧，向后内方行，经鞍隔上侧，移行于视交叉。此段的上侧为嗅束后部及直回；视交叉的外侧有颈内动脉，该动脉并发出大脑前动脉，在视神经的上侧由外向内横过，而眼动脉在视神经的下外侧(或下内侧)穿入视神经管。视交叉的后侧有漏斗和垂体柄连接垂体。所以当有动脉瘤或垂体瘤时，可压迫视神经或视交叉。

国人资料：①视神经从视交叉前缘至视神经管颅口的长度，最长为17.80mm，最短为6.00mm，平均长11.47mm。②视神经管颅口处两侧视神经的内侧缘间距，最宽为17.20mm，最窄为6.80mm，平均值为15.70mm。③两侧视神经角度，最大为85°，最小为10°，平均值为60.39°。④视神经在视神经管内段与眼动脉的关系：眼动脉在视神经的正下方为52.5%；眼动脉在内下方为15%；眼动脉在外下方为32.5%。(周家宝等,1981;卢范等,1988)

视神经鞘 sheath of optic nerve(图5-289)：视神经周围包着内、中、外三层膜，是三层脑膜的连续，这种膜一直延续到眼球。其外层续自硬脑膜，是肥厚的纤维膜，向前移行于巩膜。中层为蛛网膜的延续，很细薄，它与外层之间有硬膜下间隙；与内层之间隔有蛛网膜下间隙。内层续自软脑膜，富有血管；紧密包于神经的周围。自此层内面发小隔，伸入神经束内，将神经分隔成许多小束，故在横断面上，出现多边形的小区域。此外，还有结缔组织纤维自内层伸展到视网膜中央血

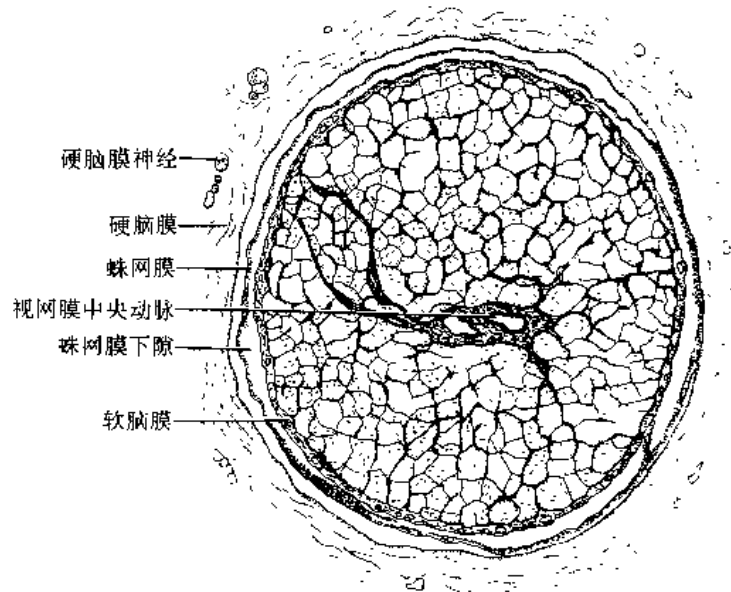


图5 289 人类视神经横断面

管周围，直达视神经盘为止。

中枢神经疾病影响视神经的解剖基础：从上述视神经与中枢神经系的解剖关系来看，即：①视神经是脑的直接延续；②三层脑膜与视神经鞘相连，硬膜下隙及蛛网膜下隙也直接与视神经鞘内间隙相通；③视网膜中央动脉等穿经视神经；可说明中枢神经系的疾病，何以易于影响到视神经。例如有炎症，便容易因结构的连续而使炎症扩散，诱发视神经炎；脑内肿瘤或其他疾病时，引起蛛网膜下腔液压增高，因脑蛛网膜下腔与视神经鞘内的蛛网膜下间隙直接相通，所以视神经也可因脑脊液压力增高而受压迫，阻碍视网膜中央静脉的回流，结果引起视神经盘(视神经乳头)的充血和水肿。④垂体肿瘤可引起视交叉综合征，但可因视交叉、鞍鞍及垂体之间的解剖关系不同而临床表现也可有所不同：视交叉后缘位于鞍背上方者最多见为正常位，约占75%；视交叉前移至交叉前沟为前置位约占20%；视交叉的一部分位于鞍背上方，一部在其后方者为后置位约占5%。正常位易受垂体肿瘤压迫发生典型的视交叉综合征，即双颞侧偏盲；前置位则肿瘤不但压迫视交叉，并可压迫视束；后置位者肿瘤可能在两侧视神经之间生长，而不一定侵犯视交叉或仅损及其前缘。此外，鞍隔的坚厚度可影响垂体肿瘤的扩展方向。鞍隔薄弱肿瘤易突破隔的纤维向上发展，而鞍隔坚厚时则肿瘤易向前方和侧方扩展。

来自视网膜各部的纤维在视神经内的排布及不同部位损伤后的视野变化

视神经是由百万以上的薄髓鞘纤维组成的。纤维的直径，一半约为 $7\sim 10\mu\text{m}$ ；另一半约为 $2\sim 3\mu\text{m}$ 。粗纤维传导速度平均每秒60m，细纤维约每秒25m。前者在外侧膝状体换元，继达纹状区皮质；后者至上丘等处，属于视反射的纤维。此外，尚有少量传出纤维。

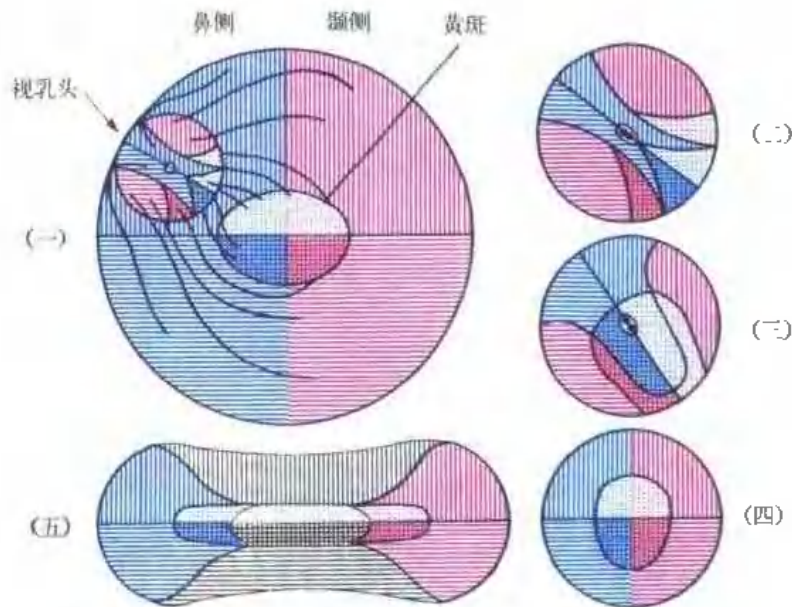


图5-290 视网膜、视神经及视交叉各部神经纤维的定位关系

- (一)在视网膜、视乳头内、黄斑和其周围纤维的排布；
 (二)(三)(四)在视神经内的排布；(五)在视交叉处的排布
 鼻侧纤维以蓝色，颞侧以红色，两侧纤维混合以黑色表示。上半部：
 黄斑以点，周围纤维以垂直线表示；下半部：黄斑以方格线，
 周围纤维以水平线表示

自视网膜各部发出的神经纤维，进入视神经后的局部定位，基本保持原有位置，即原在视网膜上部发出的纤维，也在视神经上部，原在视网膜下部发出的纤维，也在视神经下部；但黄斑来的纤维，在视神经近眼球部分位于视神经的外侧部，继续向后，则渐转移至视神经的中心(图5-290)。视神经内的纤维到达视交叉处，则发生两视神经内侧半部的纤维交叉，而外侧半部的纤维不交叉，因此，一侧视束内包含同侧视神经外侧半部和同侧视神经内侧半部的纤维。视束内的纤维大部分终止于同侧的外侧膝状体；另有小部分纤维弯转向内侧，终止于中脑上丘及顶盖前区(图5-291)。至外侧膝状体的纤维换元后，发纤维经内囊

至视皮质。至中脑上丘及顶盖前区的纤维，参加形成反射径路。关于视交叉、视束、外侧膝状体及视皮质与视网膜各部纤维的局部定位关系，参见中枢神经系。

由于两眼视网膜来的神经纤维，经视神经，于视交叉处发生鼻侧(内侧)纤维交叉而颞侧(外侧)纤维不交叉，继而对侧的鼻侧纤维与同侧的颞侧纤维合并成视束；并且在视觉传导径路中视网膜不同部位的纤维有精确的排列和投射部位。所以当视觉传导不同部位受损伤时，可引起不同的视野缺损变化；因此检查视野，不同的缺损情况，有助于视传导径路损伤部位的定位诊断(图5-291)。一侧视神经损伤，引起相应眼的全盲。当盲眼作照明试验，由于光传入径路损伤，因之双目光反射也消失；而在正常一侧眼作照明试验，因传入径路正常，则双眼都

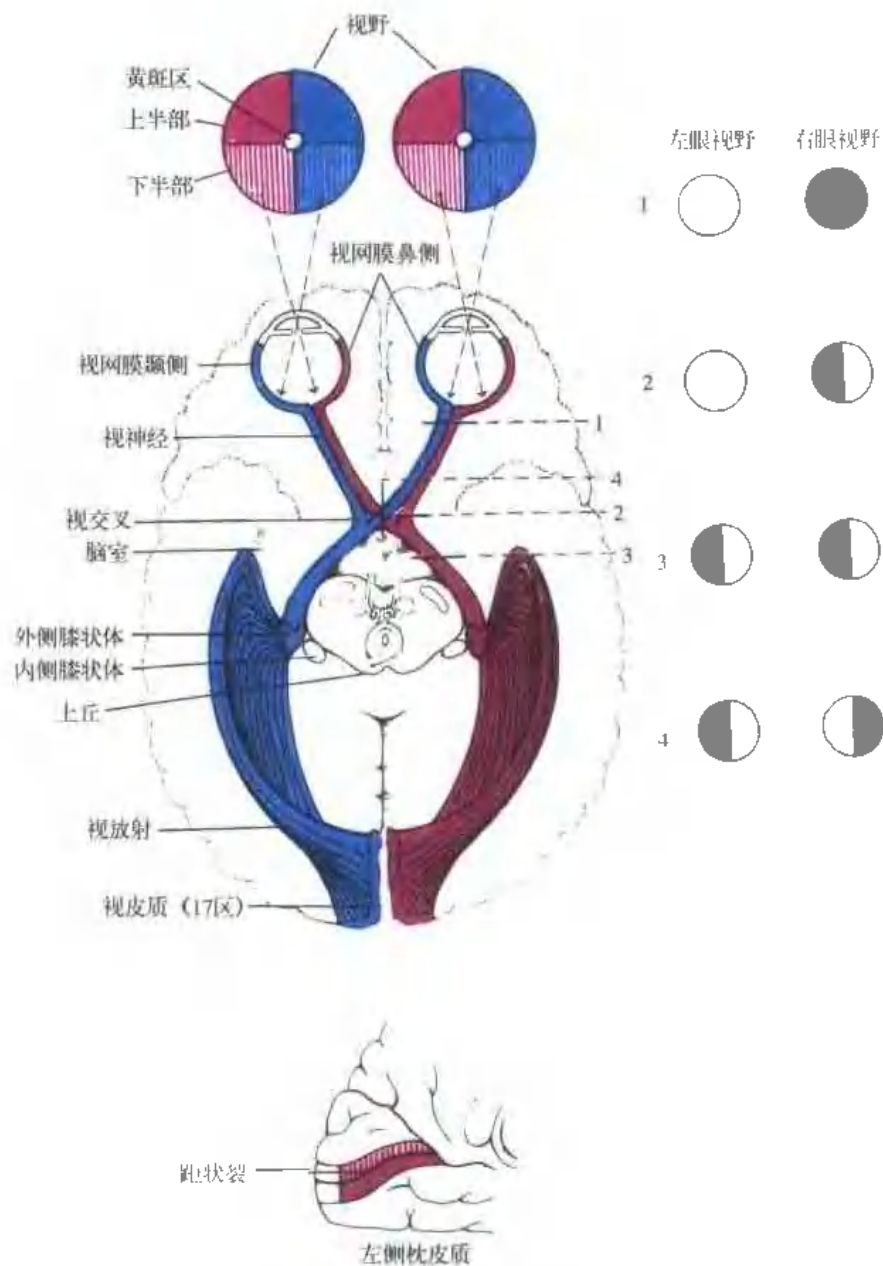


图5-291 自脑腹侧面显示视觉径路及视神经不同部位损伤后的视野变化

1. 由于右侧视神经损伤，引起右眼全盲；
2. 由于视交叉周围区病变，如右颈内动脉瘤的压迫，引起右鼻侧偏盲；
3. 由于右视束损伤，引起左同侧偏盲；
4. 由于视交叉病变，如垂体瘤压迫，引起双颞侧偏盲

可发生光反射，引起瞳孔缩小，因双目光反射的传出径路均保持正常未被损及，这现象可由中脑光反射径路的联系得以解释。视交叉的损伤，产生视野相应部位的缺损：当其交叉纤维被损伤，如垂体瘤的压迫，可产生双侧视野颞侧半的视觉缺损，称为双颞侧偏盲；倘其未交叉的纤维被损伤，如颈内动脉瘤的压迫，则使相应受影响眼出现视野鼻侧半缺损。视束损伤，引起双侧视网膜纤维的各一半受损，产生双侧视野的同侧偏盲 homonymous hemianopsia (左右视野缺损同在左侧或右侧，例如左侧颞侧缺损与右侧鼻侧缺损，因缺损区域共同偏左，故称左同侧偏盲)。视束损伤的光反射，仅存在于双侧视网膜功能健全的一半，即视野缺损区域的投射光束，不引起瞳孔收缩反应(因光反射的传入径路受损)；而视野健全部分投射光束，则引起瞳孔收缩，光反射正常(因光反射传入径路经对侧正常的视束)，这种现象称为偏盲反射。视野同侧偏盲症状，可发生在视交叉以后向中枢传导径路任何部位的整个损伤，例如外侧膝状体、视放射或纹状区的整个被毁坏。在上丘臂以后的视觉向中枢传导径路受损，光反射则不受影响。

第三节 动眼神经

动眼神经 oculomotor nerve(Ⅲ)基本上是运动神经，但也包括一些本体感觉的纤维。此神经支配7块眼肌，其中有2块为平滑肌，在眼球的内部，由动眼神经的副交感纤维支配，即瞳孔括约肌及睫状肌；其余5块在眼球外，为横纹肌：即上直肌、下直肌、内直肌、下斜肌，这四块与眼球运动有关，另一块为上睑提肌，有提上眼睑的作用。

动眼神经的纤维，起于动眼神经核。此核位于中脑水管腹侧的灰质内，核长约5~6mm，上端略高于中脑上界，下端达滑车神经核。动眼神经核由许多小核组成，每一小核发出的纤维，支配特定的眼肌(核的详细结构见中枢神经系统)(图5-292)。现将各小核与眼肌的关系列简表如下：

肌 名 称	与动眼神经各小核的关系	与动眼神经分支的关系
下直肌	背核	下支
内直肌	腹核	下支
下斜肌	中间核	下支
上直肌	腹内侧核	上支
睫状肌及瞳孔括约肌	缩瞳核	下支(经下斜肌支至睫状神经节)
上睑提肌	尾侧中央核	上支

动眼神经内，有两种类型的有髓神经纤维，粗的为12~16 μ m，细的3~6 μ m，比率为3:1。

动眼神经内到眼内肌的自主神经纤维(副交感纤维)，在神经干内有确定的位置：即由动眼神经的脑干发出处至海绵窦中部的一段，自主神经纤维集中在神经干的上部；继续向前，则自主神经纤维转移到下部，穿行到动眼神经下支。

动眼神经内，大部分为传出纤维，其中还附加一些传入纤维。一般认为这种传入纤维传导眼外肌的本体感觉。此外，在动眼神经根的连续切片上，可看到少量散在的神经细胞，夹在该神经的纤维之间。有人提出，在动眼神经核细胞之间，见有神经节样的神经元，并认为这种细胞，以及沿着动眼神经行程中的神经元，都是眼肌本体感觉纤维的来源。也有人认为，其中一部分纤维可能来自三叉神经中脑核。

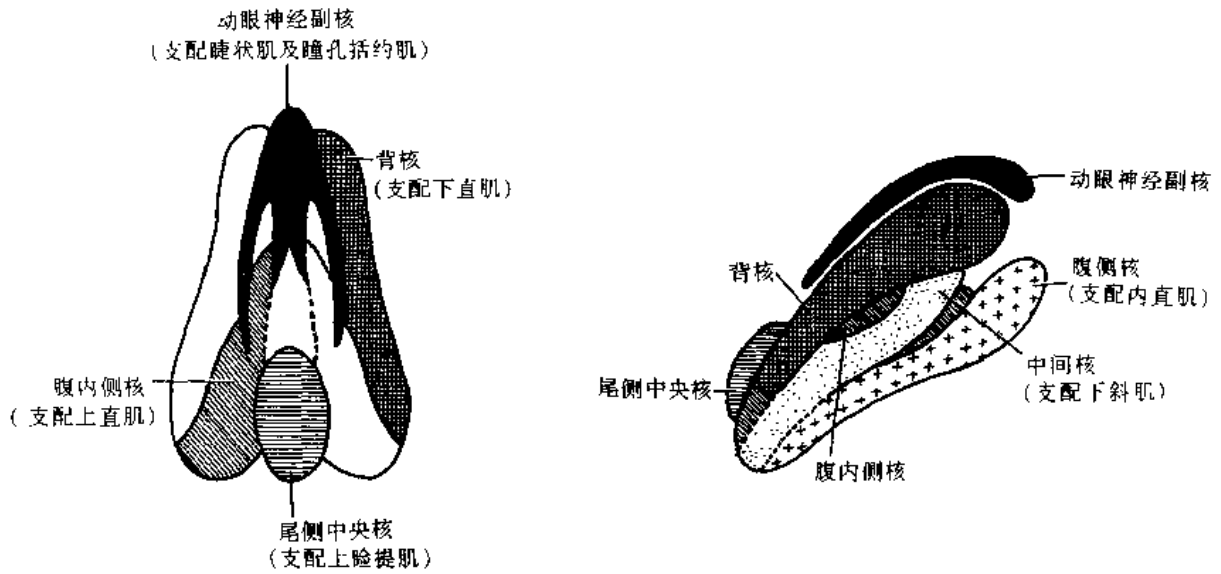


图5-292 动眼神经核继分的各小核

一、动眼神经的经过

动眼神经根纤维起始后，向前并有突向外侧的弓状弯曲，穿经红核及黑质的内侧部，在大脑脚内侧面的动眼神经沟出脑。组成6~15个根丝，穿过软脑膜合成神经干，并包有软脑膜所形成的鞘。继而经过大脑后动脉及小脑上动脉之间，向前下方。经脚间池后部的外侧，在鞍背的侧缘跨过小脑幕的附着缘，穿蛛网膜及硬脑膜的内层，在小翼突(前床突)与鞍背突(后床突)间的中点处，达于海绵窦的外侧壁内。于此，先位于滑车神经的上侧，继后滑车神经又绕其外侧而达其上方(图5-293)。动眼神经在海绵窦内，分为较小的上支和较大的下支。在分支以前，以细支与海绵窦内的海绵丛相联系；并与三叉神经的眼支间也有交通支。动眼神经的上、下二支向前，到海绵窦的前端，穿眶上裂，经眼直肌起始的总腱环内，进入眶腔。在总腱环内，鼻睫神经正在动眼神经上下两支之间通过。

国人资料：动眼神经与大脑后动脉及小脑上动脉的关系，可分5种类型：①左右两侧动眼神经均走在大脑后动脉及小脑上动脉之间，约占87%；②左右两侧动眼神经均走在大脑后动脉的背侧(上方)，约占3%；③左右两侧动眼神经均行经两条小脑上动脉之间，约占1%；④一侧动眼神经走在大脑后动脉与小脑上动脉之间，另一侧走在大脑后动脉背侧，约占2%；⑤一侧动眼神经行经大脑后动脉与小脑上动脉之间，另一侧走在两条小脑上动脉之间，约占7%。

动眼神经与大脑后动脉的交叉部位，借后交通动脉与大脑后动脉的汇合点，将大脑后动脉分为内、外侧两段：①两侧动眼神经均在外侧段交叉，占54.9%；在内侧段交叉，占22.53%。②动眼神经一侧在外侧段交叉，另一侧在内侧段交叉，占22.53%。(姜殿辅、贾本立，1980)

二、动眼神经分支

(一) 动眼神经上支

动眼神经上支 superior branch(图5 294)在眶内位于上直肌与视神经之间。发支至上直肌

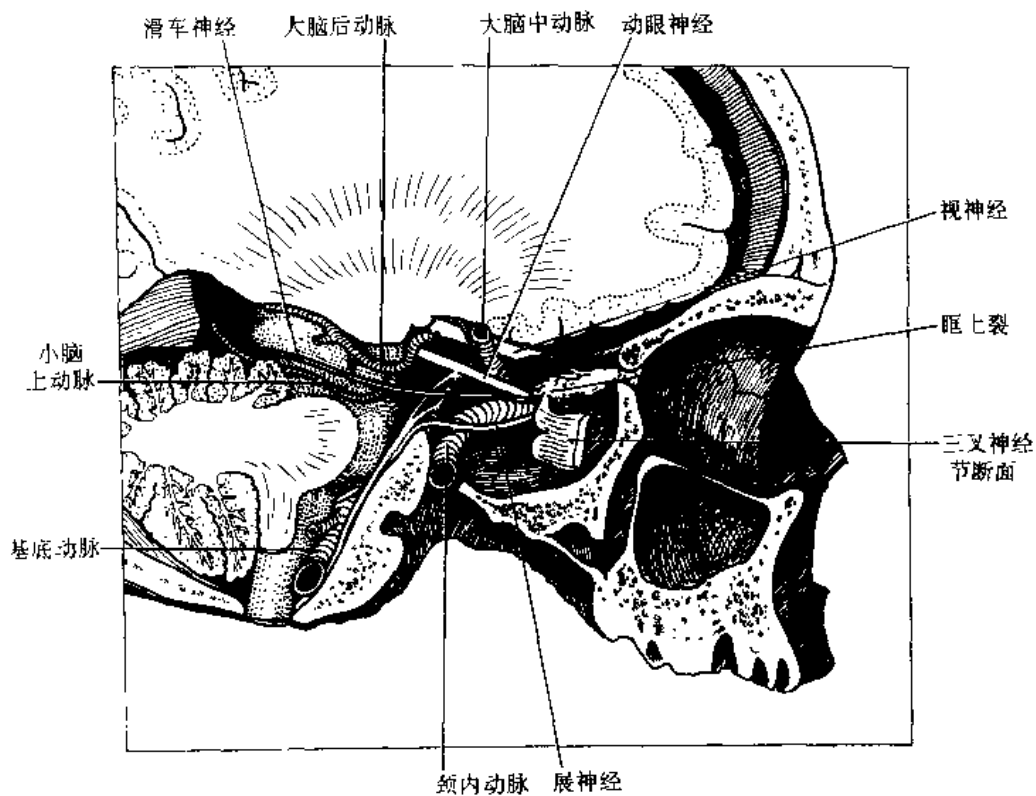


图5-293 动眼神经在海绵窦内的局部位置关系

后，绕过该肌内侧缘，止于上睑提肌。

(二) 动眼神经下支

动眼神经下支 inferior branch 沿视神经的下侧向前，又分成三支；一支经视神经下侧向内至内直肌；另一支至下直肌，第三支最长，向前沿下直肌与外直肌之间行，至下斜肌。

由至下斜肌的支分出一个短支；到睫状神经节，称为睫状神经节短根(图5-295)。此根内的神经纤维，为副交感的节前纤维，与神经节细胞形成突触。

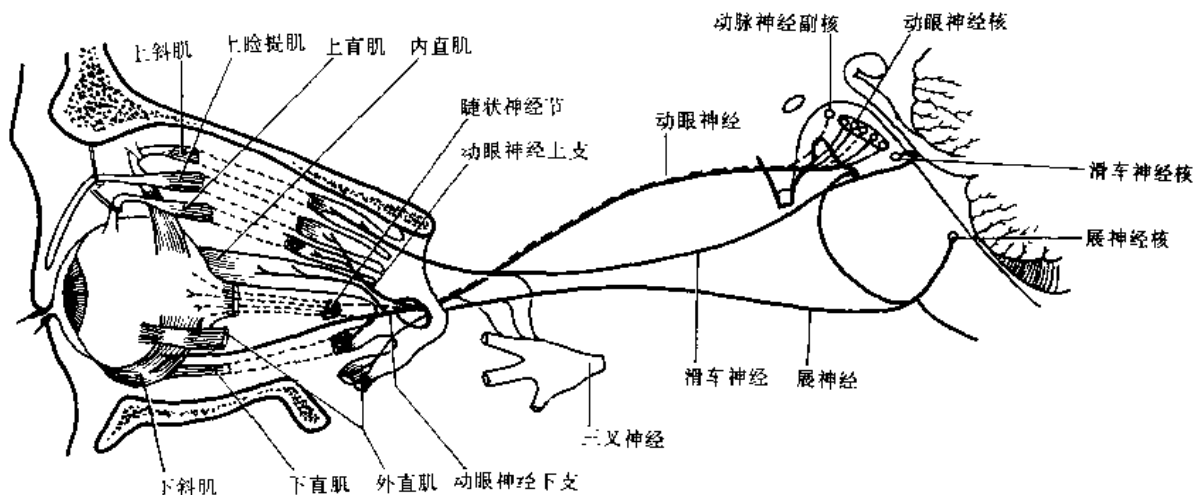


图5-294 动眼、滑车及展神经分布示意图

动眼神经的分支，支配直肌的，均于肌块球面进入肌内。支配下斜肌的，除由该肌球面进入外，尚可由其后缘进入。

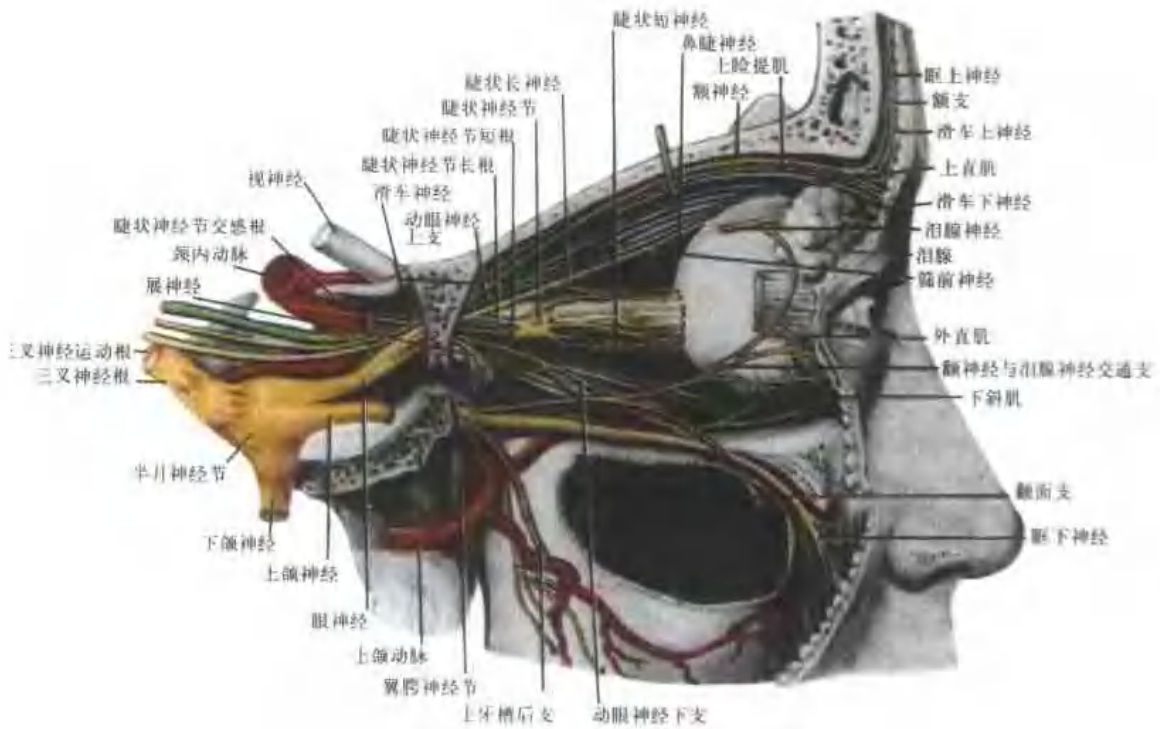


图5 295 右侧眶内的神经分布(外侧观)

三、睫状神经节

睫状神经节 ciliary ganglion 位于眼眶后部、眶上裂前方约6mm处，距眶下缘约25~30mm。居视神经与外直肌之间，常在眼动脉的外侧，埋于脂肪组织中。为一方形小体，前后径约2mm。此神经节属于副交感性神经节，节内神经细胞大多数是多极神经元。

(一) 睫状神经节的神经根

睫状神经节的神经根主要有三个(图5-296)：

1. 动眼神经根 oculomotor root 亦称副交感根，由副交感的节前纤维组成。节前纤维来自中脑的动眼神经副核，入动眼神经，沿动眼神经的下支，经短根达睫状神经节；与节内的细胞发生突触，交换神经元；由此发出节后纤维，组成睫状短神经，入眼球，支配瞳孔括约肌及睫状肌。

2. 交感根 sympathetic root 这种交感神经纤维，为交感颈上神经节的节后纤维。经颈内动脉丛、海绵丛，继经鼻睫神经及其睫状神经节交通支达神经节。或自海绵丛来的小支直接至睫状神经节。在睫状神经节内交感纤维不终止，经睫状短神经，进入眼球，分布于眼球的血管；有时，也可能分布至瞳孔扩大肌，这是一种交感纤维，它没有按常规径路(经眼神经、鼻睫神经及睫状长神经至瞳孔扩大肌)，而是经睫状神经节、睫状短神经到达该肌。

3. 鼻睫根 nasociliary root 又称感觉根，来自三叉神经的鼻睫神经，以睫状神经节交通支(即长根)连于神经节的后上角。其纤维穿经该节，随睫状短神经入眼球。

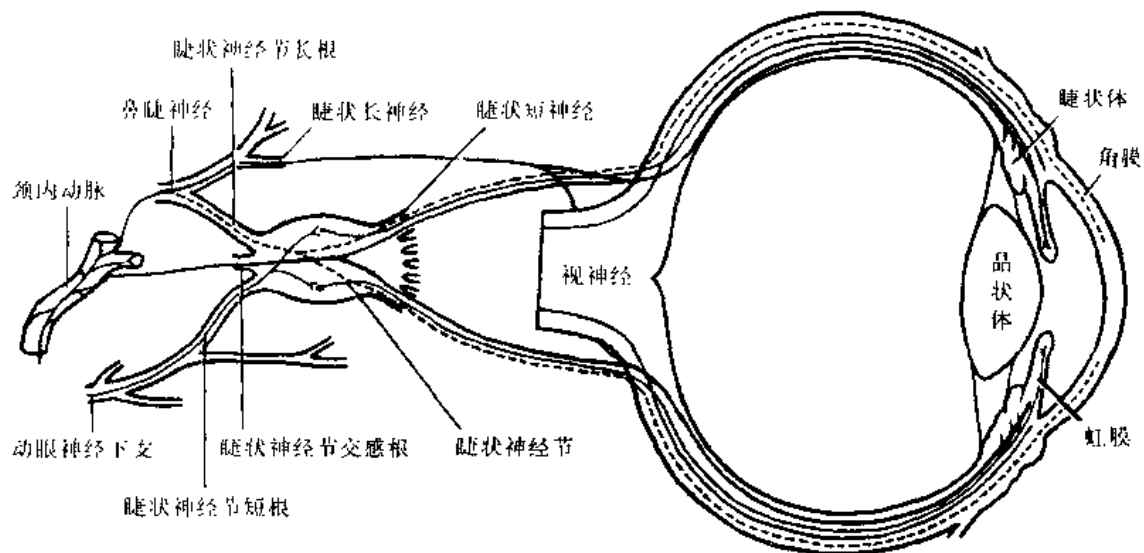


图5-296 睫状神经节的神经根

红线表示交感神经纤维；黑实线表示副交感神经纤维；黑虚线表示感觉神经纤维

(二) 睫状神经节的分支

自神经节前缘，先分出3~6支睫状短神经 short ciliary nerves 向前再分为约20支，排列成上、下两组。上组在视神经的上侧；下组在下侧。与睫状后动脉伴行。睫状短神经在前进中，有波状弯曲。下侧一组有纤维与鼻睫神经的分支睫状长神经相结合。睫状短神经在视神经周围穿入巩膜，并沿巩膜内面前进，其感觉纤维分布于角膜、虹膜及脉络膜；副交感纤维分布于瞳孔括约肌、睫状肌；交感纤维分布于眼球血管，有时至瞳孔扩大肌。

四、动眼神经麻痹

动眼神经完全麻痹时，导致：

- (1) 上睑提肌麻痹，因此眼睑下垂。
- (2) 动眼神经支配的上、下、内直肌及下斜肌麻痹，因失去对抗外直肌和上斜肌的作用，而产生外斜视。
- (3) 瞳孔括约肌麻痹，因此瞳孔扩大。
- (4) 瞳孔括约肌及睫状肌麻痹，因此丧失光反射及调节反射的能力。
- (5) 眼外肌大多数麻痹松弛，因此眼球稍向前突。
- (6) 复视。

动眼神经与基底动脉环有密切的局部位置关系，其中特别与大脑后动脉、小脑上动脉及后交通动脉的关系最密切，临床上当这些动脉发生动脉瘤时，可以压迫动眼神经。

临床上见到动眼神经麻痹的症状，还可能是因发生脑疝，压迫动眼神经而引起的。脑疝是由于颅内压升高，迫使脑组织移位而发生的。小脑幕孔疝，就是脑组织被挤压入小脑幕切迹与脑干之间，常见的是颞叶的海马旁回及钩被挤压入该切迹。如颞叶肿瘤的生长及附近脑组织水肿，或小脑幕以上的血肿，引起脑组织向下移位，嵌入小脑幕切迹，则形成小脑幕孔下疝。亦有小脑幕以下的血肿，引起小脑蚓部向上挤压入小脑幕切迹者，为小脑幕孔上疝。这种脑疝引起瞳孔散大及动眼神经麻痹的其他症状，是临床上的危重现象。与此同时可出现压迫中脑及锥体束受损等症状，如昏迷，颈硬及对侧肢体偏瘫等。

第四节 滑车神经

滑车神经 trochlear nerve (IV) 是脑神经中细小的一对, 支配上斜肌。主要是运动纤维, 可能还含有上斜肌的本体感觉纤维。

这神经起自中脑滑车神经核, 此核为一小的神经细胞团块, 位于中脑水管腹侧的灰质内, 在动眼神经核的尾侧, 相当于下丘的水平断面, 与动眼神经核列于一条纵线上。内侧纵束在它的腹侧, 与之紧密相邻。

滑车神经核接受双侧锥体束来的纤维; 经内侧纵束, 可与第Ⅲ、Ⅵ及Ⅷ对脑神经相联系; 还接受顶盖延髓束来的纤维, 所以视皮质的冲动, 可经上丘及顶盖延髓束, 传至此核。

一、滑车神经的经过

自滑车神经核发出的纤维, 先向腹外侧行, 然后绕过中央灰质, 朝向背侧及内侧, 经过前髓帆的前端, 与对侧滑车神经纤维发生完全交叉, 于前髓帆系带的两侧出脑。经常先成两小束穿软脑膜, 而后集合在一起, 形成细小的神经干。这干弓曲向前下侧, 绕小脑上脚及大脑脚的侧面趋向脑底; 继经小脑上动脉与大脑后动脉之间, 进入基底池。由此继续向前, 直接在小脑幕游离缘的下侧(或穿过此游离缘), 于后床突的稍后侧处, 穿过蛛网膜及硬脑膜内层, 达颞骨岩部上缘, 进入海绵窦外侧壁的后端, 沿海绵窦的外侧壁向前行。在窦的后部, 动眼神经在它的上侧, 眼神经在它的下侧; 继而滑车神经逐渐向上升, 在窦的中部, 跨过动眼神经的外侧达其上方, 到达窦的前端。经眶上裂, 在总腱环外, 进入眶内。在外直肌的上侧转向内侧, 先行于眶上壁骨膜和上睑提肌之间, 继沿眶上壁的内侧缘向前, 最后于上斜肌的上面(眶面)进入该肌(图5-297)。

二、滑车神经的交通支及特征

在海绵窦的外侧壁内, 接受海绵丛的交通支, 并以小支连接三叉神经的眼神经。在眶上裂处有时发一小支至泪腺神经。

滑车神经有如下的特征:

1. 组成滑车神经核的细胞是典型的躯体运动型多极细胞, 排布密集, 可将其视为动眼神经核簇尾端的一部分。但滑车神经核的细胞较小。
2. 神经干细小(约有神经纤维1200条, 又有人计算为1728条)。
3. 为脑神经中唯一自脑背侧面发出者。
4. 为脑神经中唯一的神经, 其纤维全部发生交叉而终止于对侧的肌内。

滑车神经的交叉及神经根由脑背侧发出的情形, 长期以来曾为形态学上不易解释的问题。有人认为, 在低等动物, 侧线及前庭的冲动影响了神经趋向, 以致使菱脑峡部也发生改变, 即在胚胎早期(圆口类即如此), 因菱脑峡的腹外侧壁被推移到背侧部, 所以也引起了滑车神经的转变。

三、滑车神经麻痹

滑车神经麻痹主要表现上斜肌丧失功能, 患者不能使眼球转向外下方, 俯视时出现轻度内斜视和复视。因无法向下方侧视, 故自高处下行时(如下坡或下楼梯)感到困难。患者



图5-297 右侧眶内神经(上面观)

为了克服视觉的缺陷，常采取头向前倾，下颏内收、颜面转向健侧的代偿性头位，作为调节。

第五节 三叉神经

三叉神经 trigeminal nerve(V)为脑神经中最大的一对，大部分为感觉纤维(一般躯体传入纤维)，小部分为运动纤维(特殊内脏传出纤维)。感觉纤维的大部起于三叉神经节的假单极神经细胞，传导颜面、眼、鼻、口腔等的外感觉；另一小部起于三叉神经中脑核，主要传导咀嚼肌的本体感觉。运动纤维起于脑桥的三叉神经运动核。三叉神经根位于脑桥外侧部的腹侧面，近上缘处。小的运动根位于感觉根的前内侧。

三叉神经腔 cavum trigeminale(Meckel's 腔)：此腔位于包被三叉神经节近侧神经根上、下部的硬脑膜与蛛网膜之间。蛛网膜贴覆在神经根的表面，蛛网膜下腔不明显。三叉神经腔分为上、下两部，位于根上(外)面的称上腔，位于根下(内)面的称下腔。上、下腔在根远侧分离，在根近侧则相互连通。三叉神经节与硬脑膜粘连，一般节位于三叉神经腔之外，少数节的内侧份位于腔内。三叉神经腔内认为有些液体，对三叉神经根起保护作用，可是颅内压增高的患者，脑脊液有可能对三叉神经腔的硬脑膜及三叉神经根、节的边缘粘连部产生冲击压迫(朱嘉环等,1984)。

一、三叉神经感觉纤维部分

(一) 三叉神经节

三叉神经节 trigeminal ganglion 又称半月神经节 semilunar ganglion 为脑神经节中最大者。位于颞骨岩部近尖端处的前面，骨面上有三叉神经压迹。如在颅侧面的耳前点稍前处(颞弓后支根部)，凿穿颅壁，向内深入可达该节，其间的距离约为45~50mm。三叉神经节包于硬脑膜两层间的裂隙内。节的长度平均为12.39mm，宽度4.18mm，厚度2.58mm。形似半月，由向前的凸缘，发出三个大支(图5-298)：即眼神经、上颌神经及下颌神经。后缘凹陷，与三叉神经根部相连接。神经节的内侧，接受由海绵丛来的交感神经细支；并发出细支，至小脑幕。

神经节内侧邻接海绵窦后部及颈内动脉；外侧有卵圆孔、棘孔(棘孔内通过脑膜中动脉)；深侧(下侧)有三叉神经的运动根(不参加此节)，岩大神经及覆以硬脑膜外层的颞骨岩部尖端。上侧为大脑半球颞叶。神经节表面显有纹理，是由于节内纤维束的经过而形成的(图5-299)。

(二) 三叉神经感觉根及其核

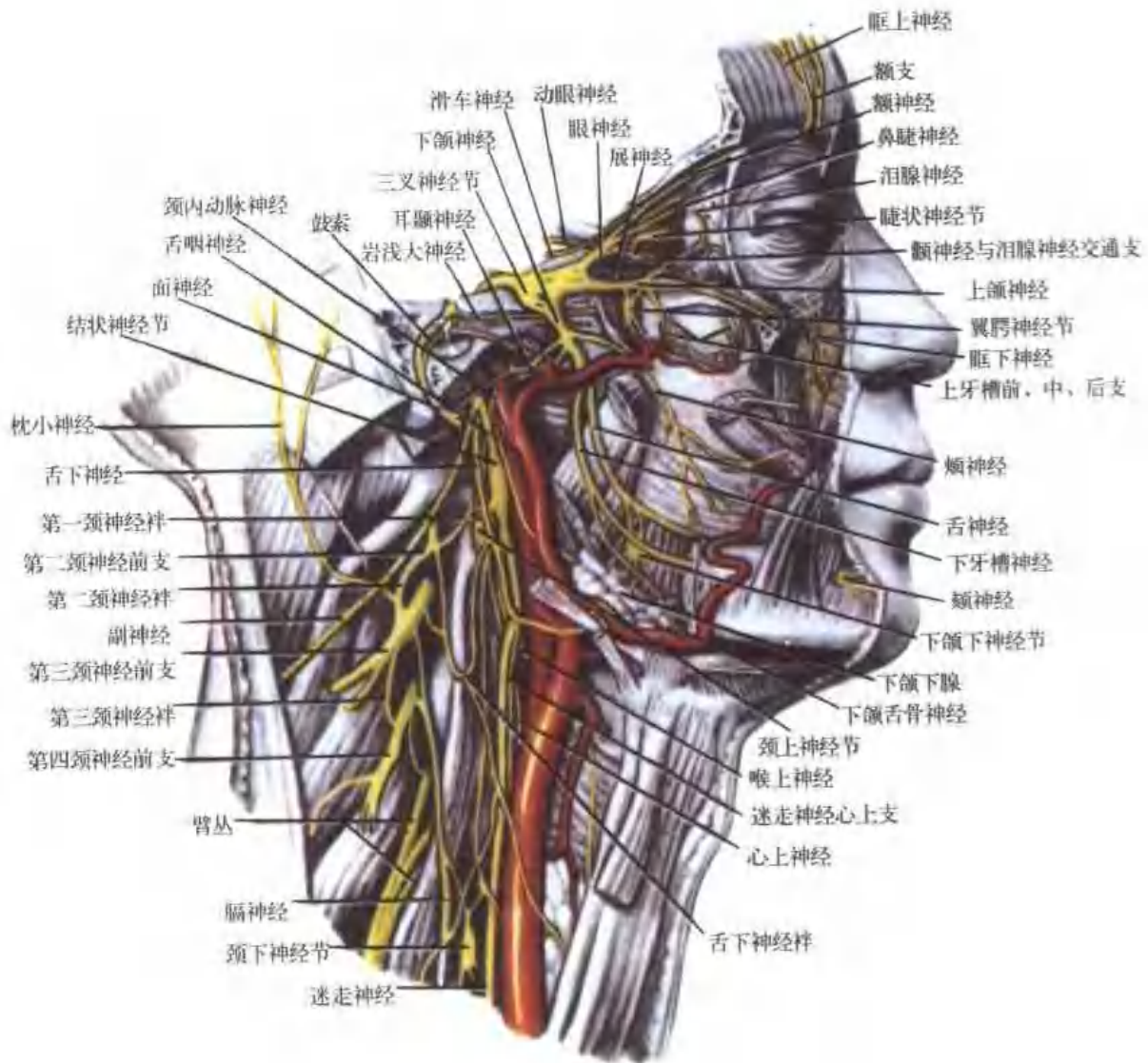


图5-298 三叉神经

三叉神经根的感觉纤维(图5-300), 自三叉神经节向中枢行, 形成30~40束(国人资料: 根丝数在岩骨峭内侧计平均为63.0条), 集成一略扁形的感觉根 sensory root, 长约19.6mm,

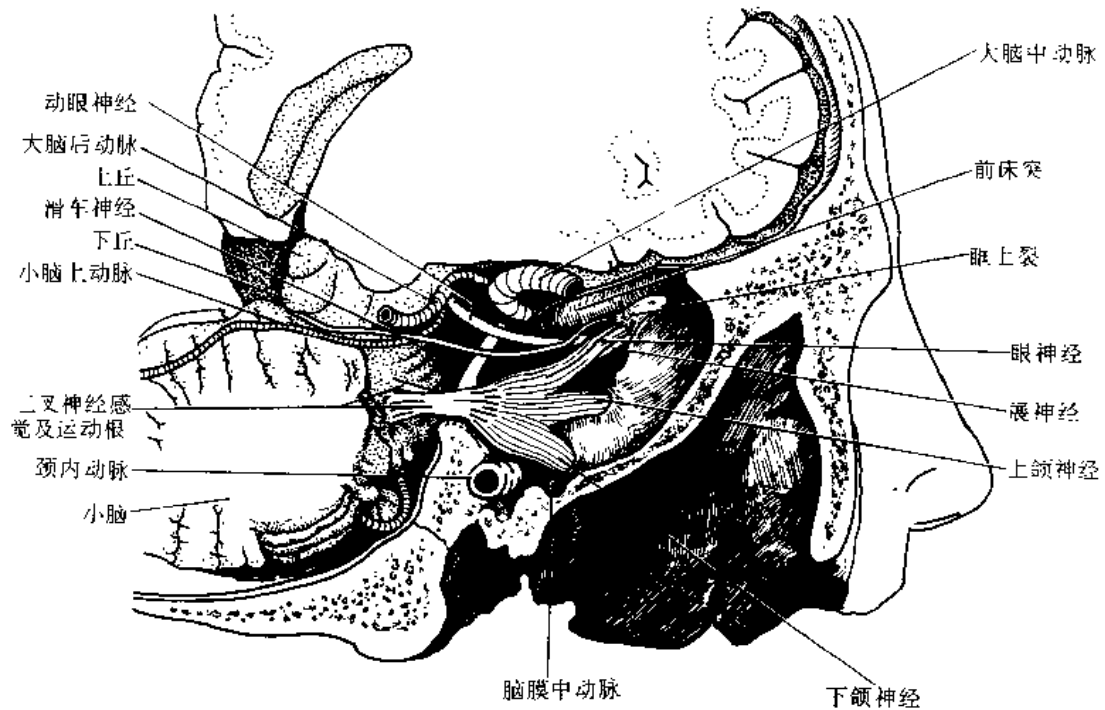


图5-299 三叉神经节及其邻接关系

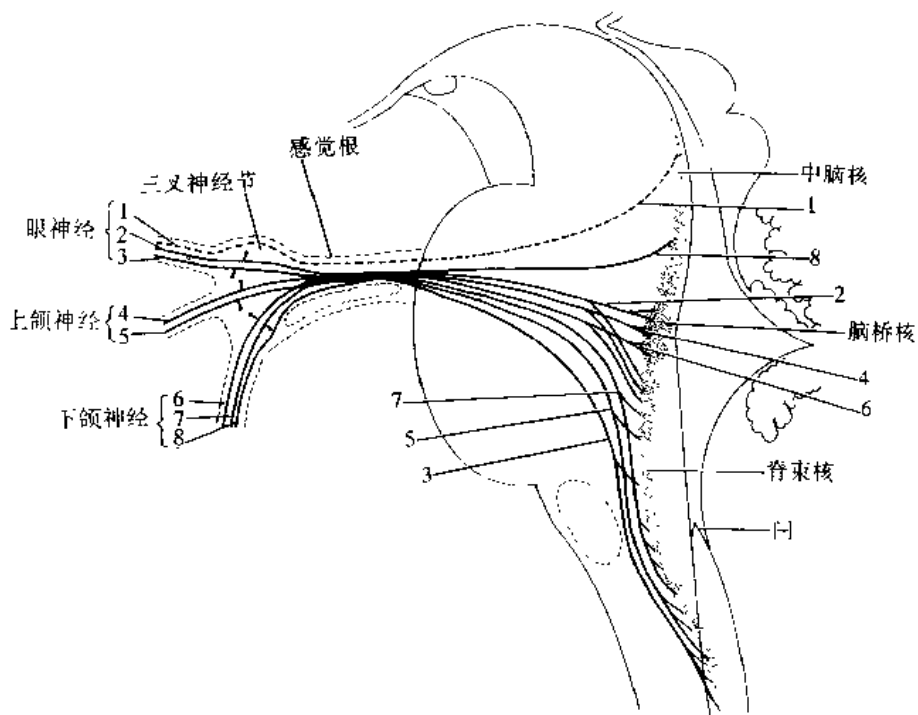


图5-300 三叉神经传入纤维的感觉终止核

1. 眼肌的自体觉纤维; 2. 眼神经分布区的触压觉纤维; 3. 眼神经分布区的痛温觉纤维; 4. 上颌神经分布区的触压觉纤维; 5. 上颌神经分布区的痛温觉纤维; 6. 下颌神经分布区的触压觉纤维; 7. 下颌神经分布区的痛温觉纤维; 8. 咀嚼肌的自体觉纤维

宽约4.7mm，厚约2mm。感觉根向后越过颞骨岩部上缘，于岩上窦的下侧进入颅后窝，再向后内下的方向行，到达脑桥并穿入脑内。在脑桥内，大多数纤维分叉，形成短的上升支及长的下降支；但有一些进入的纤维并不分叉，而只有下降支。上升支终止于三叉神经脑桥核；此核位于小脑上、中两脚间的沟附近，即三叉神经运动核的外侧，接受三叉神经整个分布区的触压觉。下降支聚集成三叉神经脊束，此束下降，可达脊髓的颈上部；在下降行程中，此束发出许多侧支，这些侧支和终支均逐次终止于三叉神经脊束核；束与核相伴行，而核位于束的内侧，核的下端向脊髓延续而为胶状质。此核接受整个三叉神经分布区的痛觉及温度觉。由临床和实验研究的事实显示，三叉神经三个主要分支的纤维。在三叉神经脊束内的排列有定位关系：眼神经(三叉神经第一支)的纤维，位于束的腹侧部，并且下降最远，终止于核的下部，某些纤维可达到第2颈节；上颌神经(三叉神经第二支)的纤维，位于束的中央，下降达延髓的下部，即核的中间部；下颌神经(三叉神经第三支)的纤维，占据束的背侧部，下降到相当于灰翼上部的高度，终止于核的上部。

又有些人根据细胞结构，将三叉神经感觉核作了新的分类(图5-301)，分为：中脑核 mesencephalic nucleus、三叉神经上核 supratrigeminal nucleus、感觉主核 main sensory nucleus 和脊束核 spinal trigeminal nucleus 四部分。脊核又分为嘴侧核 rostral nucleus、中极核 interpolar nucleus 和尾侧核 caudal nucleus 三部分。尾侧核又可分为内、中、外三带；外带为边缘亚核 marginal subnucleus，中带为胶质亚核 gelatinous subnucleus，内带为大细胞亚核 magnocellular subnucleus。有人对人类 $7\frac{1}{2}$ 和 $8\frac{1}{2}$ 周的胚胎，追踪此三带亚核向下可直到同侧上四个颈节后角的灰质，

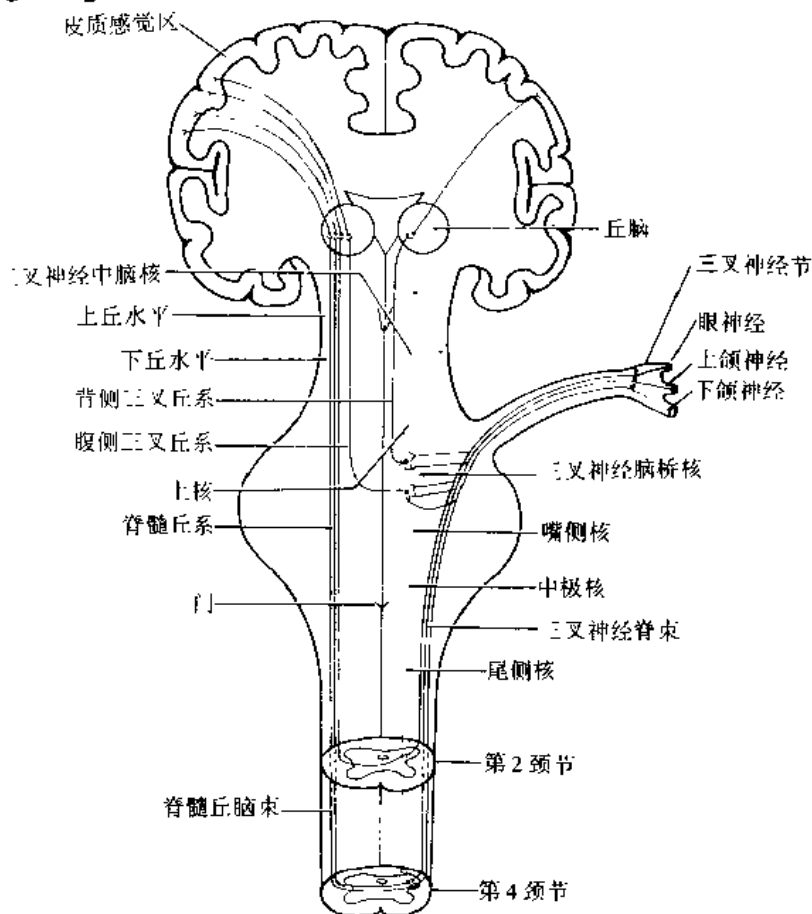


图5-301 人类三叉神经传入径路

且与此灰质相延续，也可认为上四个颈节的后角灰质是尾侧核的延续部。所以三叉神经感觉核，上起于中脑，下达脊髓第4颈节，在脑中占很长的距离。胚胎时，三叉神经核的发育是由下而上的，也就是由颈部向头端发育。胚胎第14周时，尾侧核已发育完全；18 $\frac{1}{2}$ 周时中极核与嘴侧核方发育完全。各核的长度：尾侧核下起脊髓第4颈节水平，上达延髓网状部平面；中极核下起网状部水平，上达橄榄核上 $\frac{1}{3}$ 平面；嘴侧核下起橄榄核上 $\frac{1}{3}$ 水平，上达感觉主核，适在面神经根部。并证明三叉神经第一支的感觉纤维终于尾侧核第2颈节的后角；而第二三支的感觉纤维终于第4颈节的后角。

有人通过三叉神经脊束切断术对三叉神经感觉核和脊束作了一些研究。指出中脑核是咀嚼肌本体感觉细胞的起源；三叉神经上核与该神经的运动反射有关；感觉主核是传递意识性的触觉；嘴侧核和中极核与鼻咽部触觉、角膜反射(图5-302)以及婴儿的吸吮反射有关；尾侧核是三叉神经三个支的痛觉、温度觉和部分触觉的终止核。三叉神经第一支的感觉纤维，在脊束的腹侧部下降，终止于尾侧核中部第2颈节平面；第二支的感觉纤维在脊束中间；第三支的感觉纤维在脊束的背侧部，这两支的纤维都终止于尾侧核的尾部第4颈节平面。并认为这三支内的痛、温和部分触觉纤维，在网状部以上中途不发侧支，所以在三叉神经脊束切断术后，头面部不会遗留余痛。

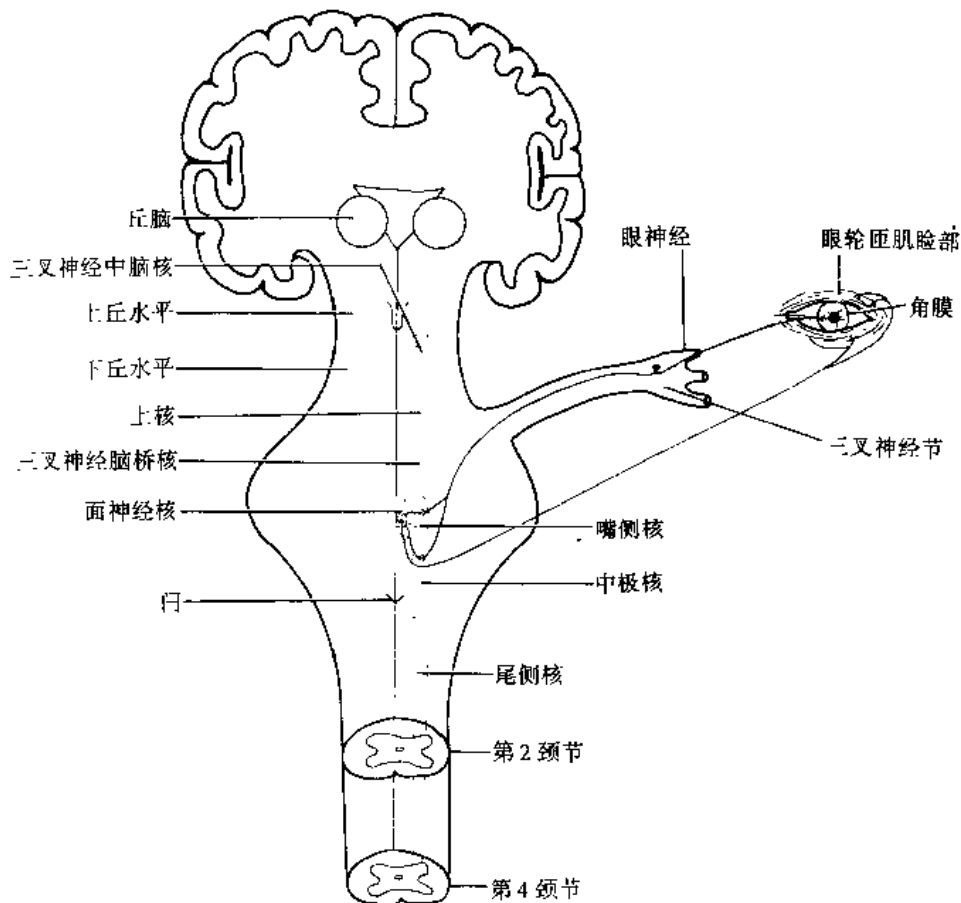


图5-302 人类角膜反射弧

第一神经元(传入神经元)位于半月神经节，其周围支分布于角膜，中枢支终于嘴侧核及中极核。第二神经元(中间神经元)起自嘴侧核及中极核联系于面神经运动核。第三神经元(传出神经元)自面神经运动核发支达眼轮匝肌睑部。当角膜受刺激时引起眨眼活动

(三) 三叉神经中脑核来的感觉纤维

三叉神经中脑核位于中脑中央灰质外侧的全长，呈索条状。主要由假单极细胞组成，但也存在一些双极细胞。按其组织学的性质及发生的位置是在翼板，所以认为应属于感觉核。关于此核的机能，有些人认为它接受咀嚼肌的本体感觉纤维(经下颌神经肌支)；有些人认为它与眼球外肌的本体感觉有关；另有人提出，它与牙及硬腭的压觉有关。自此核发出的纤维为三叉神经中脑根，此根的纤维经半月神经节时，一般认为不中断。

二、三叉神经运动纤维部分

三叉神经运动根及其起始核：三叉神经运动根 motor root，由三叉神经运动核发出的纤维与三叉神经中脑核来的纤维合并而成，沿三叉神经感觉根的前内侧出脑外，以6~10个根丝合成小束(国人资料：在岩骨嵴的内侧计数，平均为7.9条根丝)，运动根宽约1.5~2.0mm，长约33.33mm(第一段长14.06mm，第二段长19.27mm，一、二段以岩骨嵴为界)。三叉神经中脑根的纤维，主要与运动纤维伴行，直达咀嚼肌，只有一小部分纤维，经上颌神经及下颌神经分布于牙及腭部。(据国人体质调查运动根与感觉根之间100%有吻合)。

在脑桥三叉神经发出处，运动根与感觉根之间，被少量脑桥的横纤维分开。三叉神经运动根离脑后，沿感觉根前内侧，向前外方向穿经颅后窝，经三叉神经节的下侧，向外侧方向行达卵圆孔(此弯曲约150度)；穿此孔时，即合于下颌神经。运动根主要支配咀嚼肌，所以，又称咀嚼神经。此外，还支配腭帆张肌和鼓膜张肌。

三叉神经的运动纤维，起始于三叉神经运动核。这核位于脑桥中部，三叉神经脑桥核的内侧。核呈卵圆形，由大型的多极细胞组成。三叉神经运动核接受来自三叉神经中脑根的侧副支和三叉神经其它的传入纤维，形成单突触的反射弧(即由两个神经元组成的反射弧)，作为控制咀嚼肌的本体感受反射。三叉神经二级束也有越边的和不越边的侧副支或终支，止于三叉神经运动核；特别是来自舌和口腔粘膜的浅部刺激，可反射地控制咀嚼肌。由锥体束来的交叉或不交叉纤维，调节咀嚼肌的随意运动，如咀嚼和语言活动。蓝斑发出一个纤维束，下行远至延髓的中间核；此束联系三叉神经运动核和各涎核，从而使咀嚼运动与唾液分泌联结起来。此外，三叉神经运动核还可接受如红核及顶盖来的锥体外系的纤维和内侧纵束来的纤维。

据国人体质调查，三叉神经感觉根见有异常走行的感觉根丝，1~5条不等，在距脑桥0.5~1.5cm处离开(主)感觉根，并在其上方单独进入脑桥。

三叉神经根与血管的关系：三叉神经根与脑底的某些血管接触出现率为38.82%。主要与小脑上动脉接触，出现率为24.70%，与小脑下前动脉接触有24.11%。三叉神经根上出现三叉动脉为71.67%(三叉动脉系指未退化的原始三叉动脉而言，该动脉在胚胎期为颈内动脉与基底动脉的交通支。此交通支在正常情况下于后交通动脉发生后即消失，若不消失即为残存的三叉动脉)。这些动脉与三叉神经根接触，当血管硬化、扩大和弯曲可以压迫三叉神经根，有些学者认为是引起三叉神经痛的解剖学因素。

三、三叉神经的分支

三叉神经分为三支(图5-303)，分述如下：

(一) 第一支 眼神经

眼神经 ophthalmic nerve 为三支中最小的一支，属于感觉神经。由半月神经节的前内侧分

出，向前穿入海绵窦，贴近窦的外侧壁，于此位于滑车神经及动眼神经的下侧，展神经及颈内动脉的外侧。在入眶以前，即分成三终支，为额神经、泪腺神经及鼻睫神经。然后穿硬脑膜，经眶上裂入眶内。眼神经在未分支以前，接受来自海绵窦丛的纤维束；并在近起始处，分出脑膜支，沿着滑车神经向后行，分布于小脑幕。眼神经有三个交通支，分别至动眼神经、滑车神经及展神经，作为这些神经内的感觉纤维。

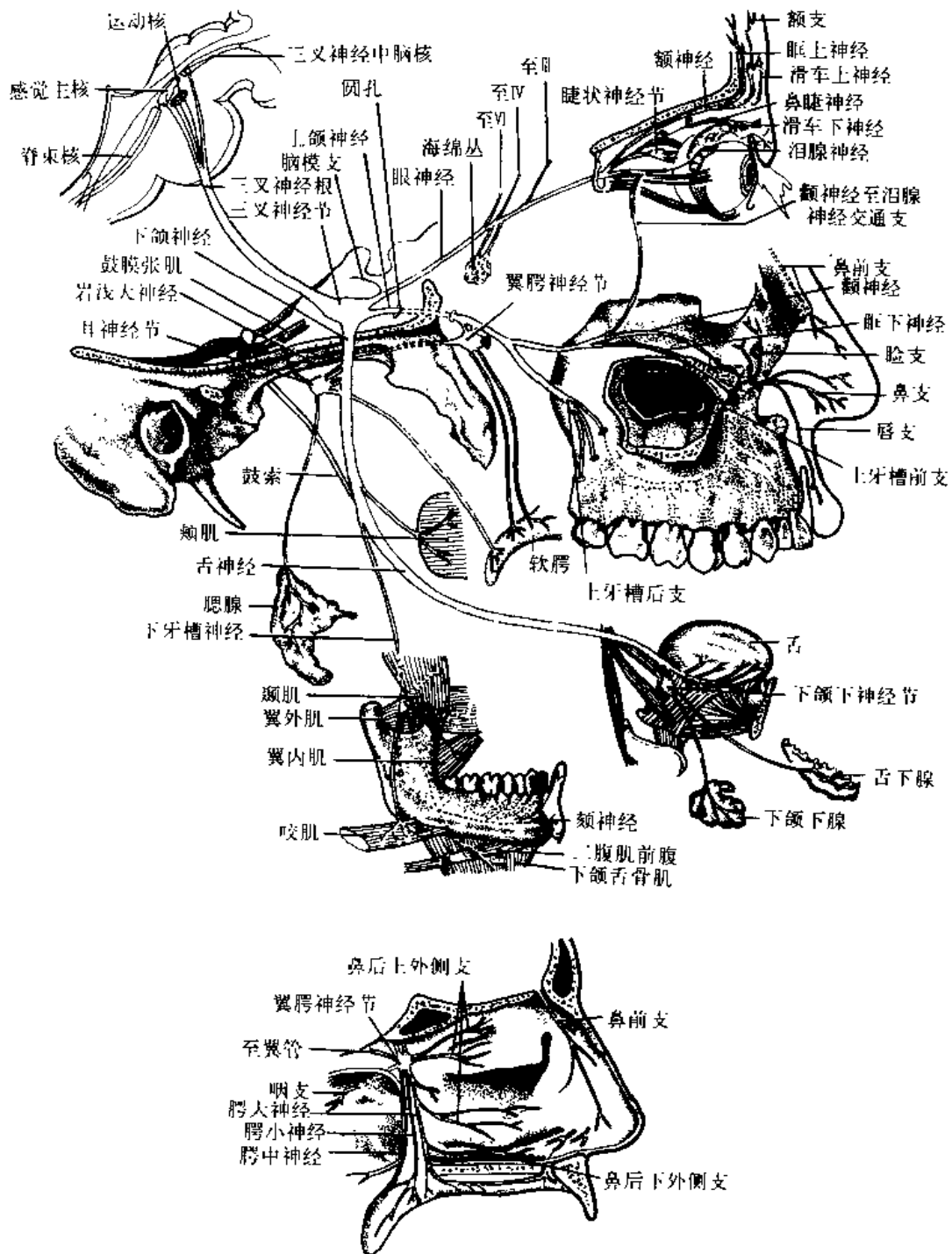


图5 303 三叉神经的分支及其分布

眼神经长约17.3mm,宽度约3.9mm。

眼神经与动眼神经存在交通支出现率约22.5%,可有1~2支;与滑车神经交通支出现率约42.5%,可有1~3支。

眼神经的分支:

1. 额神经 frontal nerve 为眼神经中最大的终末支。经眶上裂入眶后在外直肌的上侧,滑车神经外下方,向前行经上睑提肌及骨膜之间,分为眶上神经,额支及滑车上神经。

(1) 眶上神经 supraorbital nerve: 为三支中最大者。向前行于上睑提肌与眶顶壁之间,经眶上切迹(或孔)达额部。于眶上切迹之处发出睑支至上睑及结膜;并发细支穿入额骨,分布于额窦粘膜及板障。其终末支与眶上动脉伴行上升,分布于骨膜及颅顶部的皮肤(包括额区、顶区、直达入字缝);其中一支于眶上缘与面神经的颞支结合。

(2) 额支 frontal branch: 发出部位不恒定,在眶上神经的内侧,经额切迹(或孔),分布于额部的皮肤及上睑。此支也可自眶上神经分出。

(3) 滑车上神经 supratrochlear nerve: 向前内侧进行,经上斜肌滑车的上侧,穿过眶隔,弯曲上升,与滑车上动脉伴行,它的终支穿眼轮匝肌及额肌,分布于额部中线附近的皮肤。此神经在眶内发出一支,于滑车之后(或前)下降与滑车下神经结合。此外,更发细支分布于上睑内侧 $\frac{1}{3}$ 的皮肤及结膜。

2. 泪腺神经 lacrimal nerve 为三个终支中最小者。经眶上裂外侧部入眶后,位于额神经的稍下侧,向前外侧沿外直肌上缘,与泪腺动脉伴行至泪腺。经过中接受颞神经交通支 communicating branch with zygomatic nerve(泪腺的分泌纤维)。泪腺神经有一小支穿泪腺及眶隔,发细支至结膜,并分布于外眦附近的皮肤。有时泪腺神经缺如,则由上颌神经的颞支代替。如颞支缺如,也可自泪腺神经发支代替。

3. 鼻睫神经 nasociliary nerve 经眶上裂的内侧部入眶内,先在视神经的外侧,穿外直肌两头之间,跨过视神经上侧,再向前内侧沿内直肌上缘前进。在视神经与上直肌之间分为终末支。其中较大分支为滑车下神经及筛前神经。鼻睫神经内含来自海绵丛的交感神经纤维。其分支有以下数条:

(1) 睫状神经节交通支 communicating branch with ciliary ganglion 亦称睫状神经节长根,此支为鼻睫神经经眶上裂时所分出。在视神经的外侧,前进至睫状神经节的后上角。有时有来自海绵丛及动眼神经上支的细支与之相通联。

(2) 睫状长神经 long ciliary nerves: 一般为2~3支,当鼻睫神经跨越视神经上侧时发出,向前行,经视神经内侧与睫状短神经伴行,穿巩膜沿脉络膜周围间隙前进,分布于睫状体、虹膜及角膜。睫状长神经内具有鼻睫神经的固有感觉纤维以及交感干颈上神经节来的节后纤维。

(3) 筛后神经 posterior ethmoidal nerve: 由鼻睫神经接近内直肌的上缘处分出,经筛后孔,分布于后筛窦及蝶窦的粘膜,此神经缺如者占30%。

(4) 滑车下神经 infratrochlear nerve: 当鼻睫神经接近筛前孔时分出,沿上斜肌和内直肌之间前进。不久分为两支:

1) 上睑支 superior palpebral branches: 分布于上睑,一般与滑车上神经有交通支。

2) 下睑支 inferior palpebral branches: 分布于泪囊,上、下两睑内侧部的结膜、泪阜及内眦的皮肤。

(5) 筛前神经 anterior ethmoidal nerve: 自鼻睫神经分出后,向前内侧经上斜肌与内直肌

之间，与筛前血管共同穿筛前孔入颅前窝。然后沿筛骨筛板与硬脑膜之间前进(与嗅球间仅隔脑膜)，至鸡冠附近穿筛板中的一小裂孔，下降入鼻腔。它的终支分布于鼻粘膜，称为鼻前支。此支又分为两组小支，即鼻内支及鼻外支。

1) 鼻内支 internal nasal branches; 又分为鼻内侧支 medial nasal branches 与鼻外侧支 lateral nasal branches。鼻内侧支向前下方分布于鼻中隔的前上部。鼻外侧支分布于上鼻甲及中鼻甲的前端及鼻外侧壁前部的粘膜。

2) 鼻外支 external nasal branch: 沿鼻骨内面的筛骨沟下降，穿鼻骨与鼻软骨上缘之间，至鼻背，沿鼻压缩肌的下侧下降，分布于鼻背下部，鼻翼及鼻尖的皮肤。

(二) 第二支 上颌神经

上颌神经 maxillary nerve 均由感觉纤维组成，自三叉神经节前缘的中部发出，水平向前，经海绵窦外侧壁的下部，穿圆孔入翼腭窝。在该窝的上部斜向前外侧，经眶下裂入眶，称为眶下神经。它的分支有下列数条：

1. 在颅中窝发出的分支—脑膜支 meningeal branch 为上颌神经始端发出的细支，与脑膜中动脉的前支伴行，分出许多小支，分布于颅中窝的硬脑膜，并与下颌神经的棘神经(脑膜支)结合。

2. 在翼腭窝内发出的分支

(1) 神经节支 ganglionic branches 亦称翼腭神经为2~3短支，自上颌神经干起始后，下降至翼腭神经节(或称蝶腭神经节)。其中小部分纤维穿经神经节，大部分纤维贴附节内侧而过。穿过神经节的纤维，并不交换神经元，直接加入神经节的眶支、鼻支及腭支。

(2) 颧神经 zygomatic nerve: 自上颌神经的上面发出，经眶下裂入眶，沿眶外侧壁前进，并分为以下两支：

1) 颧面支 zygomaticofacial branch: 入颧眶孔，经颧骨管出颧面孔，穿过眼轮匝肌，分布于颊部的皮肤。它与面神经的颧支形成细小的神经丛。

2) 颧颞支 zygomaticotemporal branch: 沿眶外侧壁向上行，分出一支到泪腺神经的交通支；然后入颧眶孔，经颧骨管，自颧颞孔穿出，进入颞窝；沿颞肌前缘向上，穿颞筋膜的深层，在颞筋膜深浅两层之间转向后外侧；约在颞弓上侧2.5cm处穿出颞筋膜浅层，至皮下；与面神经的颞支相结合，分布于颞区前部的皮肤。

(3) 眶下神经 infraorbital nerve: 为上颌神经的直接延续，经眶下裂入眶，上颌神经自此处改称眶下神经。此神经与眶下动脉伴行，经眶下沟、眶下管，自眶下孔穿出至面部散开，分成四组终末支，其中有些支与面神经的分支交错形成眶下丛(即所谓小鹅足 pes anserinus minor)。

(4) 上牙槽后支 posterior superior alveolar branches: 自上颌神经进入眶下沟之前发出，一般为2~3支，有时亦为单干。向外下方，经翼突上颌裂进入颞下窝。有一支沿上颌骨体后面下降，分布于磨牙的牙龈及附近颊粘膜；其它支则与上牙槽后动脉伴行，进入上颌结节处的牙槽孔；经上颌窦后外侧壁内的牙槽管前进，与上牙槽中支及前支结合成上牙丛。此丛后部分支至磨牙根部，并穿入牙髓腔；亦有支分布于上颌窦内粘膜。

3. 在眶下沟及管内的分支

(1) 上牙槽中支 middle superior alveolar branch: 在眶下神经分出，在上颌窦壁内的牙槽管中向前下方行，分为许多终末细支。这些支与其它上牙槽支结合而形成上牙丛。此丛中部分

支至前磨牙、牙龈及上颌窦粘膜。

国人资料：上牙槽中支的出现率为67.5%。

上牙槽中支的起源：①起于眶下神经，占81.48%；②与上牙槽前支共干起于眶下神经，占11.11%；③与上牙槽后支共干起于眶下神经，占7.41%。(王锡成、丁正仪,1964)

(2) 上牙槽前支 anterior superior alveolar branches: 于眶下管前部，由眶下神经发出。经上颌窦前壁的牙槽管下降，加入上牙丛。此丛前部的分支至尖牙、切牙、牙龈及上颌窦的粘膜。在上牙槽前支中，有一鼻支，经小孔入鼻腔，分布于下鼻道前部及其附近鼻腔底部的粘膜，并与翼腭神经的鼻支间有交通。

上牙丛 superior dental plexus: 由三支上牙槽神经在骨性牙槽管内结合而成，并与对侧同名丛互相结合。自丛发出上牙支 superior dental branches，分布于上颌诸牙。上牙龈支 superior gingival branches 分布于牙龈，也有至上颌窦粘膜及骨内的分支。在丛内有两个神经节状的膨大，一个神经节位于后支与中支连接之间；另一神经节在前支与中支连接之处。

4. 在颜面部的终末支

(1) 下睑支 inferior palpebral branches: 一般为两支。向上行，分布于下睑的皮肤及结膜。

(2) 鼻外支 external nasal branches: 向内侧经上唇方肌下侧，分布于鼻外侧区后部的皮肤。

(3) 鼻内支 internal nasal branches: 向下内绕过鼻孔外侧缘上升，分布到鼻前庭的皮肤。

(4) 上唇支 superior labial branches: 有3~4支。向下行，分布于上唇及附近颊部的皮肤和粘膜。

(三) 第三支 下颌神经

下颌神经 mandibular nerve 为三叉神经最大的一支。大部由传入纤维、小部由传出纤维组成。此神经自卵圆孔出颅腔，入颞下窝。先为短的单干，继分为前小(前股)、后大(后股)两股。下颌神经干位于翼外肌和腭帆张肌之间，前侧邻接翼内肌后缘，后侧有脑膜中动脉，内侧为耳神经节与之相联结。自干发出脑膜支及翼内肌神经。

与下颌神经干对应的根丝在三叉神经感觉根内的定位：在感觉根的外下方，约占78.57%；外上方约占2.86%；正下方约占11.43%；正外方约占7.14%(体调续集,1990)。

1. 脑膜支 meningeal branch 即棘孔神经 Nervus spinosus 又称返回支。自下颌神经干发出，接受自耳神经节来的血管运动纤维后，与脑膜中动脉伴行，经棘孔穿入颅中窝，继分为前后二支。前支与上颌神经的脑膜支有交通支相联结，它的纤维分布于硬脑膜，并止于蝶骨大翼的骨质内。后支穿岩鳞裂，分布于乳突小房的粘膜。

2. 翼内肌神经 medial pterygoid nerve 几乎全为运动纤维。起于下颌神经干的内侧面，于翼内肌的内面进入该肌实质内。此神经的起始部发出1~2细支，穿耳神经节，其纤维在该节内不中断，直接达鼓膜张肌及腭帆张肌。

3. 下颌神经的前股 由传入及传出两种纤维组成。运动纤维主要分布于咀嚼肌(有至颞肌、咬肌、翼外肌的神经)；感觉纤维几乎全部集中于颊神经。

(1) 颞深神经 deep temporal nerves: 一般有前、后两支，即颞深前神经及颞深后神经，均经过翼外肌的上缘，绕过蝶骨大翼的颞下嵴上升，分布于颞肌的深部。后支较小，常与咬肌神经共干。前支常与颊神经共干，直至颊神经穿经翼外肌两头之间后，才彼此分开；继后前支跨过翼外肌上头的外侧面，上升入颞肌。颞深神经常有第三支，即中间支，经翼外肌上缘，沿骨面上升，入颞肌深部。

(2) 咬肌神经 masseteric nerve: 常与颞深后神经共干; 两者分开后, 咬肌神经向外侧行, 经翼外肌上缘, 与咬肌动脉伴行, 在下颌关节与颞肌之间跨过下颌切迹, 分布于咬肌。当它至翼外肌上缘时, 发细支至下颌关节。

(3) 翼外肌神经 lateral pterygoid nerve: 起于下颌神经前股或与颊神经共干。于翼外肌内侧, 分为数小支入翼外肌。

(4) 颊神经 buccal nerve: 斜向前外侧, 经翼外肌两头之间; 向前下方穿颞肌鞘下部进入颞肌(或穿颞肌的腱部), 随颞肌纤维下行, 埋藏在下颌支前缘内侧的颞肌内。然后穿出颞肌鞘, 向下降, 并稍向外前方行, 出现于咬肌的前缘, 分散为数细支, 在颊肌的外侧面与面神经的颊支交织, 并发细支分布于颊部的皮肤。另有小支穿过颊肌, 分布于颊粘膜。此外, 还有细支至牙龈, 前磨牙及第1磨牙等。颊神经为感觉神经, 颊肌的运动神经来自面神经。

咬肌神经的起源: 直接起于前干, 占41.57%; 和颞深神经共干起于下颌神经前干, 占58.43%。

咬肌神经分型: 单干型12%, 双干型68%, 三千型20%。(张奎启等, 1985)。

颞深神经的起源: 颞深前神经39.44%起于下颌神经前干, 与颊神经共干起于下颌神经前股为60.56%; 颞深后神经全部独立起于下颌神经前股, 为100%。(张奎启等, 1985)。

颊神经的起源: 直接起于前股占39.44%, 与颞深前神经共干起于前股占60.56%。

颊神经在牙龈的分布范围: 分布于磨牙上颌颊侧牙龈占25%, 分布第2前磨牙以后上颌颊侧牙龈占40%, 分布第1前磨牙以后上颌颊侧牙龈占30%, 分布尖牙以后上颌颊侧牙龈占5% (张奎启等, 1985)。

4. 下颌神经的后股 有三支, 其中舌神经及耳颞神经为感觉神经; 下牙槽神经除感觉纤维外, 还有一束运动纤维。

(1) 舌神经 lingual nerve: 位于下牙槽神经的前内侧, 呈弱弓状下降, 经翼外肌和腭帆张肌之间, 继而向下, 经过翼内肌与下颌支之间, 至下颌舌骨线的后部则转向前, 离开翼内肌的前缘。在此, 舌神经位于下颌最后磨牙稍后侧, 仅被口腔粘膜所覆盖, 可以用手指伸入口腔压迫该神经于上颌骨上, 临床上可利用这部位, 作舌神经切断, 以解除舌癌患者的剧烈疼痛。

当舌神经离开翼内肌前缘后, 向前经咽上缩肌的下颌骨起始部下侧, 贴在下颌骨的内侧面, 横越茎突舌肌、舌骨舌肌及颊舌肌的外侧面, 在下颌舌骨肌的深侧, 向前至舌尖。当舌神经横过舌骨舌肌时, 位于下颌下腺的上侧, 并与下颌下腺导管发生紧密的, 螺旋形的邻接关系; 先是舌神经在导管的上侧, 继经其外侧, 又至其下侧, 当神经上升至颊舌肌外面时, 则位于导管的内侧。舌神经的终末, 分为许多细支, 直接分布于舌粘膜的深层。

1) 舌神经的交通支:

① 与下牙槽神经的交通支: 当舌神经位于下颌支与翼内肌之间时, 分出小支与下牙槽神经交通。

② 与鼓索相结合的鼓索交通支 communicating branch with chorda tympani: 当舌神经经翼内肌与腭帆张肌之间时, 面神经的鼓索从后上向前下以锐角与舌神经合并。鼓索内有传入及传出纤维, 传入纤维为味觉传导纤维, 传出纤维为至下颌下腺、舌下腺的副交感纤维。

③ 神经节支 ganglionic branches: 为舌神经经过下颌下腺下方时, 发出2~3短支, 连于下颌下神经节。

④ 舌下神经交通支 communicating branches with hypoglossal nerve: 有一或二条。沿舌骨舌肌外侧, 向下弯曲成袢状, 与舌下神经末梢支相结合; 因此, 舌下神经获得感觉纤维。这种感觉纤维, 一方面可沿舌下神经末梢的分支, 分布于舌内; 此外, 也有沿舌下神经向中枢行的纤维, 此种纤维可能分布于颅内的硬脑膜。

2) 舌神经的分支:

① 咽峡支 branches to isthmus of fauces 或扁桃体支: 为1~2细支, 当舌神经在翼内肌与下颌支之间时发出, 分布于腭扁桃体及口腔后部的粘膜。

② 舌底神经 sublingual nerve(即舌下支): 于舌神经经舌下腺后缘之处发出, 沿舌下腺外侧前进, 分布于舌下腺及其附近的粘膜, 更以细支至前部的牙龈。

③ 舌支 lingual branches: 为舌神经的终末支, 与舌深动脉的分支伴行, 穿过舌肌而达舌粘膜, 分布于舌尖及舌体。其分布区域在界沟以前, 舌前三分之二的舌乳头及粘膜。舌支内有一般感觉纤维及来自鼓索的味觉纤维。并以多支与舌咽神经终支相结合。

(2) 下牙槽神经 inferior alveolar nerve: 为后股最大的一支, 初在翼外肌内侧, 下降于蝶下颌韧带与下颌支之间; 于此接受来自舌神经的一、二交通支。继而, 穿下颌孔, 入下颌管, 与下牙槽动脉伴行, 至颏孔处分为两支: 其中一支为颏神经, 经颏孔外出; 另一支在下颌管内继续前进, 一般称为切牙支。下牙槽神经在下颌管内发多数小支, 互相结合, 形成下牙丛。

下牙槽神经的分支:

1) 下颌舌骨肌神经 mylohyoid nerve: 为一束至下颌舌骨肌等的运动纤维, 下颌神经后股内的运动纤维均归于此神经中。此神经在下牙槽神经尚未进入下颌管时发出, 穿蝶下颌韧带的后下部, 向前下方经行于下颌舌骨沟内, 夹于外侧为下颌骨与内侧为翼内肌、下颌下腺之间, 达下颌舌骨肌下面, 分为二支, 分布于下颌舌骨肌及二腹肌前腹。

2) 下牙丛 inferior dental plexus: 为下牙槽神经在下颌管内所发一系列分支, 互相吻合形成丛。自此丛发出两列分支: 一列为下牙支 inferior dental branches, 与牙根数一致, 进入牙根尖的小孔, 终于牙髓; 另一列为下牙龈支 inferior gingival branches, 分布于下颌牙龈。

3) 颏神经 mental nerve: 为下牙槽神经终末支中相当大的一支神经, 自颏孔穿出, 然后分为三支。其中有一支下降又分为若干小支, 称为颏支 mental branches, 分布于颏部皮肤。其它两支为唇支 labial branches, 上升再分为多数小支; 其中最大的一支分布于下唇的粘膜; 其它细支, 分布于颏和唇的筋膜及皮肤; 这些小支与面神经的分支(下颌缘支)相结合。

舌神经以单根起于下颌神经后股者占87%; 以双根起于后股者占5%; 一根起于下颌神经后股, 一根起于下牙槽神经者占7%; 一根起于后股, 一根起于耳颞神经者占1%(张奎启等, 1985)。

下牙槽神经以单根起于后股者占85%; 双根, 一根起于后股, 一根起于耳颞神经者占12%; 三根起于后股者占3%(张奎启等, 1985)。

牙“副”属神经 “accessory” dental nerves: 下颌牙的神经支配不仅与下牙槽神经、颏神经、颊神经、舌神经有关, 而且与下颌舌骨神经及其它“副”属神经有关。成功的下牙槽神经阻滞麻醉后, 尚有5%~24%的人仍有感觉, 而在追加颊侧或磨牙后三角的浸润麻醉后, 可获得满意效果。这显示下颌后牙有来自下牙槽神经以外的神经支配, 特别来自颊侧或磨牙后三角的神经。有人提出颞肌、翼外肌和咬肌的某些神经血管束, 可穿经这些肌起止部位的小孔, 进入下颌体和下颌支, 在下颌松质骨内吻合成丛, 位于磨牙牙根和下牙槽神经的外侧, 它们可能

加入了下牙槽神经或其磨牙支。

国人资料：有9.7%支配颞肌的神经支于磨牙后三角区进入下颌，6.5%的颊神经位于磨牙区外侧穿入下颌骨与下牙槽神经或其牙槽支有吻合。此外，下颌舌骨神经也有的发支穿入下颌骨的小孔进入骨内。

(3) 耳颞神经 auriculotemporal nerve：多自后股发出，向后先以两根包围脑膜中动脉，在该动脉的后侧又合成一根，位于翼外肌与腭帆张肌之间。继经蝶下颌韧带与下颌关节之间，沿关节囊后进，入腮腺的上部。经此腺转向外上方，出现于腺的上端，然后跨过颞弓根部，沿颞浅动脉的后侧上升，遂分为耳支及颞支两终支。

耳颞神经起源的类型：单根(58.62%)、双根(36.78%)、三根(3.45%)和四根(1.15%)，起始于下颌神经后股或下牙槽神经。单根起始者行于脑膜中动脉的浅面(27.59%)，或深面(31.03%)，双根、三根和四根则夹持脑膜中动脉(张奎启等，1985)。

1) 耳颞神经的交通支：

① 与耳神经节的交通支：为耳神经节发出的小支，连于耳颞神经根部。舌咽神经的鼓室神经，经鼓室神经丛、岩浅小神经至耳神经节；在此节内换元后的节后纤维，经耳颞神经，分布于腮腺。

② 耳颞神经至面神经的交通支 communicating branches with facial nerve：一般有两支，向前外侧，在下颌颌后侧，咬肌后缘之处至面神经。

③ 与上颌动脉交感丛联系的小支。

④ 与下牙槽神经的交通支。

2) 耳颞神经的分支：

① 关节支 articular branches：有1~2条细支，至下颌关节。当耳颞神经经过下颌关节囊内侧时发出。

② 外耳道神经 nerve to external acoustic meatus：常在腮腺内发出，在软骨与骨之间进入外耳道。一般分为上下二支；达外耳道上部的一支，常发一细支至鼓膜，叫鼓膜支 branches of tympanic membrane。有时自下支发细支，至耳垂的皮肤(外耳道的神经支配，除此之外，尚有迷走神经的耳支加以补充，支配外耳道的内部)。

③ 腮腺支 parotid branches：为数小支分布于腮腺实质内，其感觉纤维来自三叉神经，直接由耳颞神经至腺体。腺体的分泌性副交感纤维，当舌咽神经的节前纤维，至耳神经节交换神经元，然后发出节后纤维，经耳颞神经分布于腮腺。其中亦有至腮腺血管的运动性纤维；这种纤维来自耳神经节的交感根，然后直接沿耳颞神经而来。

4) 耳前神经 anterior auricular nerves：一般为两支，分布于耳屏、耳廓上部和外侧的皮肤。

5) 颞浅神经 superficial temporal nerves：为耳颞神经的终支。与颞浅动脉伴行，上升越颞弓，分布于颞区大部的皮肤，并与颞颥神经、面神经的颞支、额神经及枕神经的分支相结合。

四、三叉神经的损伤

三叉神经的损伤，可按其损伤部位的不同，分为周围性损伤及中枢性损伤。

(一) 周围性损伤

三叉神经出脑后，在其根部、神经节及各分支，都可以受到不同病理因素的损伤。在三叉神经根部可因脑膜炎、脑膜瘤、颅中窝神经纤维瘤及动脉瘤等累及。三叉神经节，除本身可发

生肿瘤外，还可受到垂体瘤、颅中窝骨折及中耳炎引起的颞骨岩部尖端炎等的损害。自节发出的各支，可因神经间质炎，面部骨折，龋齿及鼻腔，副鼻窦、眶内等炎症而受损害。

三叉神经受损后往往引起继发性神经痛，疼痛为持续性，但也可有剧烈发作，疼痛常牵涉所分布的皮区；并伴有感觉的缺失和痛觉的缺失。在三叉神经根部受损时，所有三支都会受影响。但神经节受损时，以眼神经的症状较明显，并可发生带状疱疹，多见于额前皮肤或有小泡发生在角膜上。如损伤限在一个支时，则症状主要发生在该支的分布区内，但严重疼痛也可放射到其他分支分布的区域。损伤涉及运动根时，可引起咀嚼肌的无力和萎缩。检查运动根的功能，可令病人用力咬紧牙关，借触诊可发现患侧咀嚼肌不如正常那样有力。张口时，由于对侧正常翼外肌的作用失去对抗，使下颌偏向麻痹侧。

(二) 中枢性损伤

三叉神经核及三叉神经的中枢联系，可能在脑桥、延髓及脊髓最上节段的病变中受损，例如肿瘤、延髓空洞症及血管性损害。由于三叉神经的感觉核在脑干内有较长的细胞柱，所以不同部位受损害时，可能产生不同的感觉分离症状。如在延髓空洞症或小脑后下动脉血栓形成病变中，损害仅累及三叉神经脑桥核时，由于该核主要感受触压觉，所以表现触压觉丧失；但三叉神经脊束核未受损，此核主管的痛、温觉则仍可保留。反之，如病损仅累及三叉神经脊束核，则痛温觉丧失，因脑桥核未受损，可保留触压觉。由于三叉神经感觉核在皮肤的节段性分布呈环层葱皮状，三叉神经第一支纤维下降至脊束核的下段，相应的皮节为最外层；第二支的纤维至脊束核中段，相应的皮节为中层；第三支的纤维至脊束核的上段，相应的皮节在最内层(图5-304)。延髓空洞症如由下向上扩展，痛温觉的消失，也是由颜面的耳前部(最外层)逐渐发展到鼻尖及上唇(最内层)，这最内区域通常是痛觉最后消失的区域。

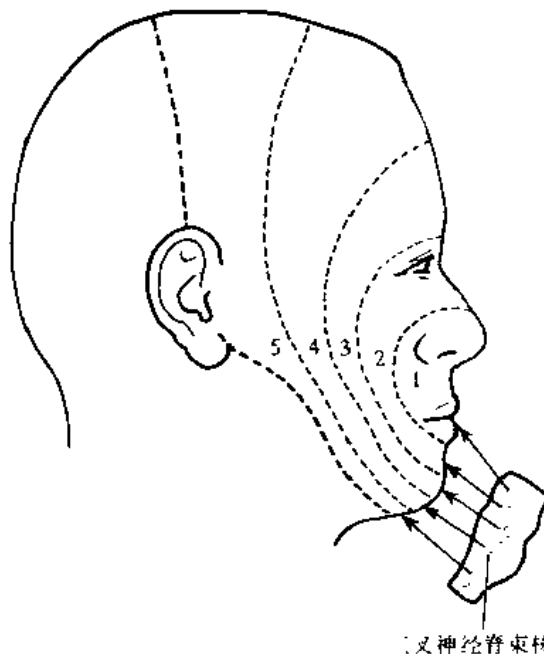


图5-304 颜面感觉的三叉神经节段性支配

颜面第1、2节段相当于三叉神经脊束核的上段，3、4节段相当于核的中段，4、5节段相当于核的下段。说明三叉神经脊束核损伤引起环层葱皮状的感觉消失

三叉神经二级束的损伤，也可引起对侧面部痛温觉的减弱。

三叉神经运动核因受皮质延髓束的双侧(交叉和不交叉纤维)支配，所以单侧核上损害(如内囊出血)肌瘫痪症状不明显。但在脑桥被盖外侧的病变可损害三叉神经运动核，则发生咀嚼肌等的瘫痪。

(三) 三叉神经痛

此症是面部三叉神经分布区域内原发的阵发性短暂剧烈疼痛，无感觉缺失，查不出器质性病变。关于它的病因，虽有神经受压、神经血循环障碍和神经变性等解释，但真正的病因不明。发病多见于上颌及下颌神经分布区内，眼神经起病者较少见。疼痛是骤发闪电式，阵发性短暂剧痛，常伴有面部肌肉反射抽搐，故又称痛性抽搐。发病支在神经穿孔处有压痛点，眼神

经在眶上切迹,上颌神经在眶下孔及下颌神经在颞孔。疼痛发作可因面部某些区域受刺激而引起。所以病员怕说话、洗面、刷牙及冷风吹面。

三叉神经的疼痛,如果有明确病因引起的神经损害和牵涉性痛,治疗时应尽力去除病因,如治疗牙病,炎症、青光眼及切除肿瘤等。但遇病因不明的三叉神经痛,治疗则首先是止痛,除药物治疗外,常用针刺疗法,普鲁卡因和酒精封闭及外科手术治疗。封闭疗法的注射部位,眼神经痛取眶上切迹;上颌神经痛取眶下孔;下颌神经痛可注射下颌第三磨牙后侧,贴下颌支内侧的下牙槽神经。此外,封闭上颌神经可注射圆孔或半月神经节;封闭下颌神经可以卵圆孔作为封闭点。但应注意酒精注入半月神经节后,可能引起神经性角膜炎的不良影响。为了解除顽固的三叉神经痛,常采用半月神经节后硬膜外感觉根切断法。完全切断感觉根则三叉神经支配区全部感觉丧失,角膜也可完全失去神经支配,角膜反射消失,并可引起神经性角膜炎,发生角膜溃疡。所以当疼痛仅在上颌及下颌神经分布区内时,可作根后外2/3的切断,尽力保存位于根前内侧部的眼神经纤维。三叉神经运动根也贴在感觉根的前内侧,要注意保留。当疼痛发生在眼神经及上颌神经时,可采用三叉神经脊束切断术。三叉神经脊束的纤维,在延髓楔束的外侧与橄榄体下部后缘之间,稍呈隆起(灰小结节),最浅表。在H部下侧4~5mm处,切入约3mm深,则可切断眼神经及上颌神经在脊束内的纤维;而下颌神经在脊束内的纤维因在此水平高度已进入脊束核,所以可保留不受损伤。手术后眼神经及上颌神经支配区内的痛温觉消失,但触觉及角膜反射不消失。手术可在局部麻醉下进行。但是要求较高的操作技术,因延髓是重要的生命中枢所在部位。

第六节 展神经

展神经 abducent nerve(VI)支配一块眼肌,即外直肌。

展神经起始于展神经核,此核位于第四脑室底,脑桥被盖下部的灰质内,近正中平面。因此核被面神经的纤维绕过,以致在第四脑室底形成一凸起区,为面神经丘。展神经核与下侧的舌下神经核,上侧的滑车神经核及动眼神神经核,排列在躯体传出核柱的同一条纵线上。展神经核接受对侧锥体束的纤维;通过内侧纵束与第Ⅱ、Ⅳ及Ⅵ对脑神经核相联系;经顶盖延髓束及四叠体上丘及视皮质发生联系。

展神经核近旁的网状结构中或在核内,有团小细胞,称为傍展核 *parabducens nucleus*,其细轴突经内侧纵束,直接联系动眼神神经核中支配对侧内直肌的部分,完成侧视的复合动作。

自展神经核发出的纤维,向腹侧及下方行,经网状结构,在上橄榄核内侧,穿过斜方体,继经锥体束的外侧,于延髓锥体上端与脑桥下缘之间的沟中出脑。展神经离脑后,向前及上外方,入蛛网膜下腔的脑桥池,贴脑桥的表面,沿颅后窝的枕骨斜坡,经小脑下前动脉的背侧,沿基底动脉的外侧面行。至颞骨岩部上缘的稍下方,穿硬脑膜,行向颞骨岩部的尖端,跨过岩下窦至其外侧,经岩蝶韧带(为连接鞍背突与颞骨岩部尖端的韧带)下侧(或少数可在韧带上侧),急剧弯曲向前,几以直角进入颅中窝海绵窦(图5-305)。在窦内先在颈内动脉上升段的外侧,再于其水平段的下外方向前行;经眶上裂,在总腱环内,穿经外直肌两头间进入眶腔。在眶内沿外直肌内侧面稍前行,即穿入肌质,分布于该肌。

当展神经在海绵窦内时,接受交感神经丛及眼神经的交通支。

展神经除掉运动性纤维外,可能还含有来自外直肌的本体感觉纤维,它们来自沿神经根散在的神经细胞。

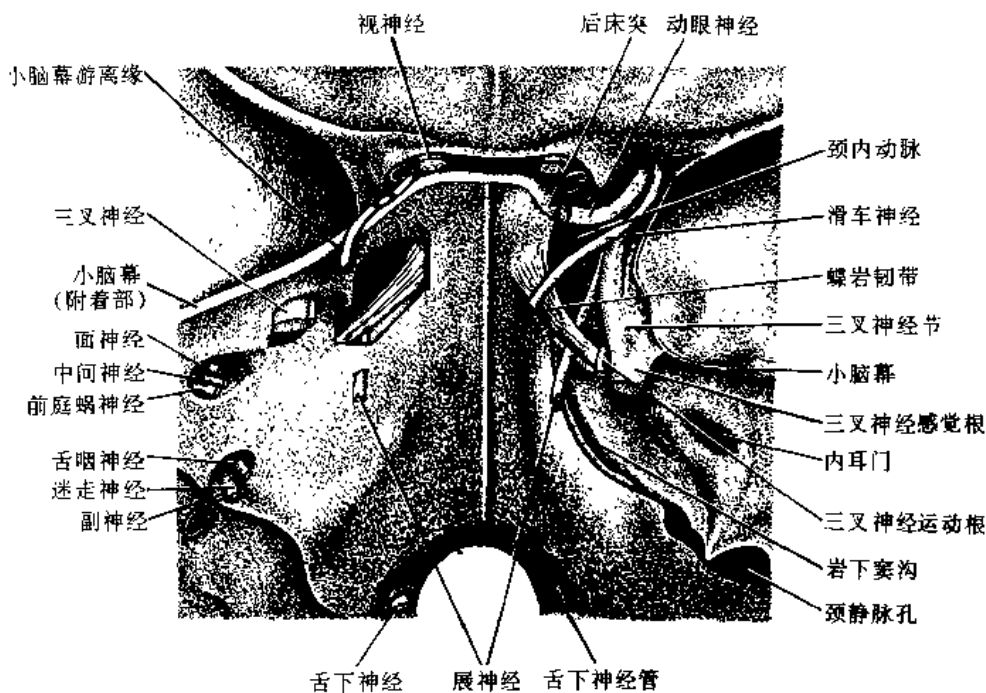


图5 305 展神经在颞骨岩部与周围组织的关系
(右侧表示脑膜已切除)

展神经的类型可分五种类型：①单干开始，最后仍以单干入眶支配外直肌，此型最多见占76.92%，②单干入海绵窦内分裂成两支，然后再汇合成单干，占5.77%，③双干穿硬脑膜入海绵窦后合成单干入眶，占3.85%，④双干穿硬脑膜时即合成单干，经海绵窦入眶，占7.69%，⑤双干穿硬脑膜时虽已合成单干，但在海绵窦内又分裂成两支，最后仍合成单干入眶，占5.77%。

展神经单干在起始处大多数经小脑下前动脉的背侧(93.02%)，有少数可经小脑下前动脉的腹侧(4.65%)，也有经内听动脉背侧者(2.33%)。展神经起始处成双干与动脉的关系：两干间有小脑下前动脉穿过(22.22%)，两干间有基底动脉脑桥支穿过(11.11%)，两干间无动脉穿过(66.67%)。(雷晓寰、卢范，1981)。

有人指出展神经在小脑下前动脉的背侧经过，有重要的临床意义，即当脑水肿引起颅内压增加时，可使第Ⅵ对脑神经压在此动脉上，以致发生外直肌瘫痪。不过有时神经可在动脉的腹侧经过，或者动脉在神经的根丝中穿过(有人报导这种例子占1/5)。而另有人提出当颅内压增加时，脑干有向枕骨大孔下移的趋向，以致牵拉展神经，使其遭受颞骨岩部尖端上缘的压迫而发生麻痹。

由于展神经跨过颞骨岩部尖端时，与其紧贴的关系，所以在临床上，当颅底骨折时，常被损伤，以致发生外直肌麻痹。

第七节 面神经

而神经 facial nerve 又称中间面神经，intermediofacial nerve(Ⅵ)包括运动、感觉与副交感性纤维。其中大部属运动纤维，构成面神经的固有部分；小部为感觉与副交感纤维，合成中间神经。而神经根位于展神经根的外侧，在小脑中脚后缘，橄榄体与小脑中脚之间的窝内出脑外。中间神经排列在运动根的外侧，即在运动根与前庭蜗神经根之间。

一、运动根

运动根起于面神经运动核。此核为脑桥下部网状结构腹外侧部的一群细胞，在上橄榄核的背侧，展神经根的外侧，三叉神经脊束核的内侧；与三叉神经运动核、疑核同列于一条纵行特殊内脏运动核柱上。此核的位置在胚胎10mm时，原在第四脑室底壁内，后来因神经趋向 neurobiotaxis 作用（即神经细胞在生长发育中向感受最密集刺激的方向迁移），面神经运动核则向与之有联系的孤束核及三叉神经脊束核、传递感觉冲动的方向迁移。所以此核先由较展神经核稍高的水平，向尾侧经展神经核背侧，再向其腹侧迁移，至脑桥网状结构腹外侧部成年人的位置。以致自此核发出的面神经根纤维，在脑内仍循原来迁移径路保持特殊的行程。故面神经核的根纤维先是向背内侧行，趋向第四脑室底，恰在面神经丘的深部；纤维自展神经核的尾端折转向上，弓曲绕经展神经核的内侧，达展神经核的上端，急转向外，形成面神经内膝；继而向前外并稍向下方，经面神经核与三叉神经脊束核之间穿出脑外。

面神经运动核是由几个细胞群组成，这些细胞群支配特定的面部肌。一般可分为4个细胞群：①背内侧群 dorsomedial group，自此核发纤维至耳后神经，支配耳肌及枕肌。②腹内侧群 ventromedial group，发纤维经颈支，支配颈阔肌。③中间群 intermediate group，发纤维经颞支、颧支，支配额肌、眼轮匝肌、皱眉肌及颧肌。④外侧群 lateral group，发纤维经颊支等，支配颊肌及颊唇部的肌。而支配茎突舌骨肌、二腹肌后腹及镫骨肌的纤维，没有恒定的细胞群。人类的面神经核外侧群特别发达，而内侧群较小。

少数肌梭曾在面部肌内发现，因此提出有 γ -传出纤维，并假定 γ -神经元混合在面神经核的 α -神经元中。

面神经根穿出脑桥后，向前外侧，与中间神经、位听神经伴行，进入内耳道。在内耳道内，中间神经与面神经运动根合成一干，面神经运动根贴在前庭蜗神经前上方的凹槽内，中间神经夹于前庭蜗神经及面神经运动根之间。此外，当此三神经穿脑膜时，获得一共同鞘包于周围；此鞘由蛛网膜及硬脑膜形成，并延伸入内耳道；蛛网膜下腔及硬脑膜下腔也随之有相应的延续。

面神经穿过蛛网膜及硬脑膜，于内耳道底进入颞骨内的面神经管。在管内先向前及稍向外行；至面神经管裂孔处，面神经急转向后外方，形成面神经膝 geniculum of facial nerve；在膝的前缘有属于中间神经的膝神经节。继经前庭窗与外半规管之间，然后形成一弓状弯曲向下，过鼓室后壁，穿茎乳孔外出。

面神经出茎乳孔后转向前方，经茎突根部的外侧入腮腺。在腮腺内，横过下颌后静脉及颈外动脉外侧，在下颌支的后侧，分为上下两终支。

面神经与腮腺的关系：了解面神经与腮腺的关系，对于摘除腮腺的外科手术有重要的意义。面神经并非穿通腺体实质，而是陷入其内，即神经被腺体包折。但有人曾报告过面神经与腮腺及腮腺导管之间有着复杂的关系（图5-306）。

面神经运动根的数目，以一根者最多见，占83.33%，也有两根，占12.12%，和三根者，占4.55%（雷晓寰等，1988）。

二、中间神经

中间神经 intermediate nerve 是独立的神经束，由感觉纤维及副交感纤维组成。离脑后，与

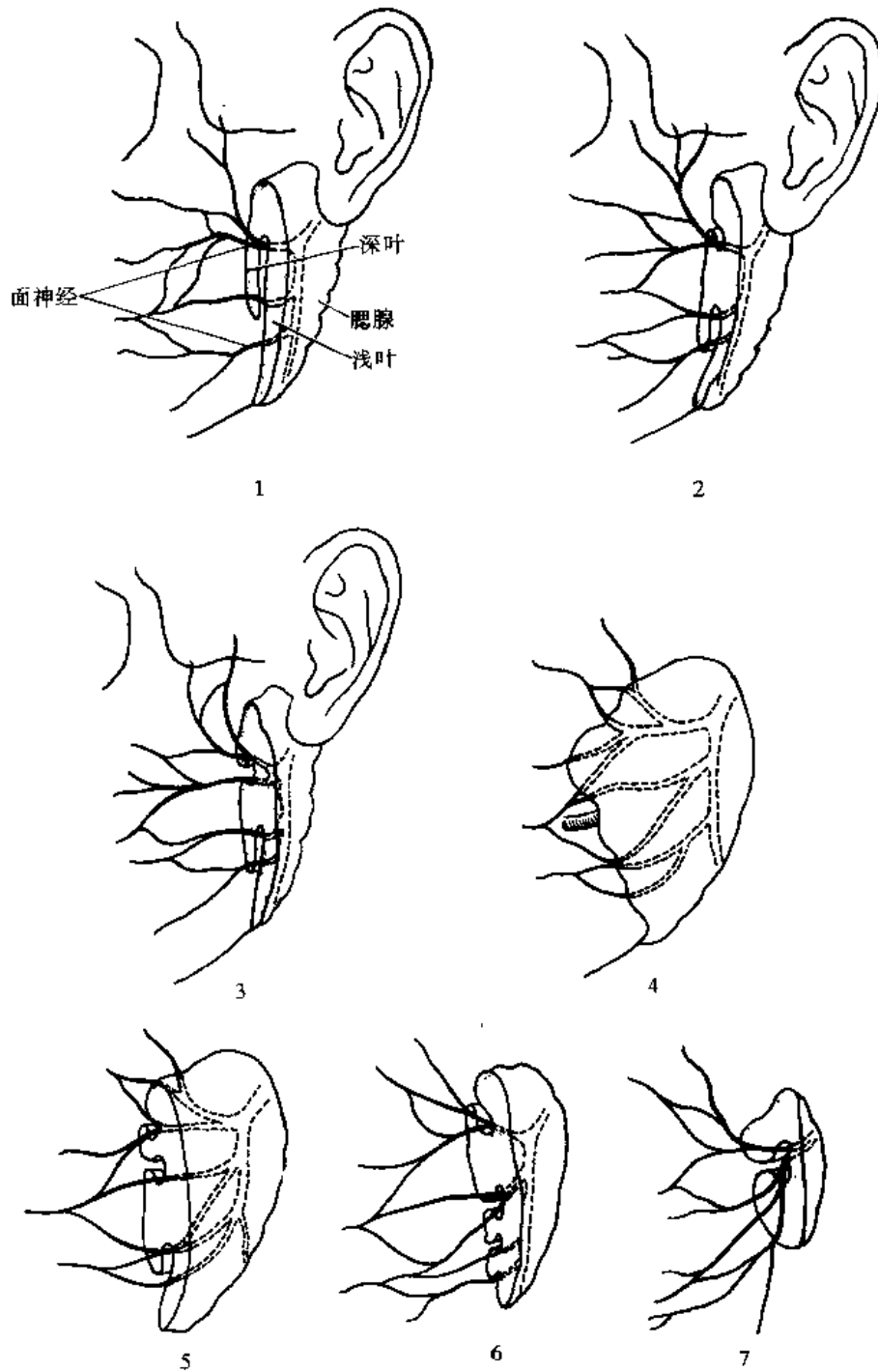


图5-306 几种常被描述的面神经与腮腺的不同关系

1. 面神经穿经腮腺上部相连的深、浅叶之间；2. 穿腮腺以狭部相连的深、浅叶之间；3. 为1和2的混合型；
4, 5, 6, 7. 腮腺与面神经交织，不分深、浅叶，其关系接切的平面不同而异

运动根合成一干，穿行于面神经管内。属于中间神经的结构，有膝神经节及自节发出的岩(浅)大神经，膝鼓室支，岩外神经以及在茎乳孔稍上方自面神经干分离出的鼓索等。

中间神经的感觉纤维起于膝神经节内的假单极性神经节细胞。其中枢突沿面神经入脑桥，周围突主要经岩大神经及鼓索分布。中间神经内不同性质的传入纤维，有下列三种：①来自鼻腔后部及腭粘膜的一般内脏传入纤维；②来自舌前三分之二及腭粘膜的特殊内脏传入纤维(味觉)；③少量一般躯体传入纤维经吻合支至迷走神经耳支，与第Ⅸ、X对脑神经的同类纤维，共同分布到外耳道和耳后的皮肤。

面部深部的痛觉及压觉冲动可能经中间神经传导。有人观察到在面部患有神经痛者，在切断三叉神经后，仍可因重压而引起面深部的痛觉；但另一方面，在损伤面神经以后，这种痛觉有时消退，所以认为这种感觉是由面神经(即指其中间神经)传导的。但有的入研究指出，面深部和浅部的痛觉似乎都由三叉神经传导。

这些不同性质的纤维，在中枢部各有终止核。特殊内脏传入纤维终于孤束核的上部。一般内脏传入纤维可能也进入孤束，并终止于孤束核。分布于皮肤的一般躯体传入纤维，来自迷走神经耳支的同一分布区者，其中枢部也终止于三叉神经脊束核。

中间神经的类型，以其根的起始和与运动根联合情况可分六型：①中间神经以1根起始，游离走行，在内耳道内与运动根合成共干，占36.36%。②中间神经以1~3根游离面行，直到内耳道内才与运动根合成共干，占12.12%。③以1主干起始，有1~3个游离副干，自起点至内耳门附近或内耳道内与主干汇合，然后该主干与运动根合成共干，占31.82%。④以1主干起始，有1游离副干，不久即与主干汇合，该主干分成2根，再合成单根，在内耳道内与运动根合成共干，占1.52%。⑤以1根起始，随即分出1~2副干，在内耳道内与主干汇合，然后该主干与运动根合成共干，占3.03%。⑥以1主干起始，有1游离副干，在内耳道内与主干汇合，然后该主干与运动根联合成共干，但主、副干间或主、副干与运动根、位听神经或前庭蜗神经间有交通支相连，占15.15%(雷晓寰等，1988)。

中间神经自起点至内耳道底的长度(12.00~25.50mm)平均长20.33mm。可分三段：近侧段(附着段)附着在前庭蜗神经上，约长4.95mm。中间段(游离段)游离于面神经运动根与前庭蜗神经之间，约长9.36mm。远侧段(共干段)与运动根合成共干，约长6.45mm。

膝神经节 geniculate ganglion：此神经节在前庭窗的前上方，面神经管裂孔的后侧，为面神经膝后缘(或前缘或膝处)的卵圆形(或三角形或圆形)膨大部。自此神经节发出三条细支：即岩大神经、膝鼓室支及岩外神经。

膝神经节内的细胞与脊神经节内的相似，为假单极神经元。

中间神经内的副交感性纤维(内脏传出纤维)，有使腺体分泌的功能。其至下颌下腺及舌下腺的纤维起于上涎核；该核位于面神经核的背外侧部的网状结构内，为一群较分散的细胞。另一种至泪腺的纤维，起于上涎核附近的泪腺核。这两种腺体分泌纤维发出后，向腹外侧经行，在经过中与中间神经的传入纤维合并。中间神经的这种副交感纤维，有一些经岩大神经至翼腭神经节，另一些经鼓索到下颌下神经节；二者都在各自的神经节内交换神经元。翼腭神经节的节后纤维到达泪腺、鼻腔及腭部的小腺体；下颌下神经节的节后纤维分布于舌下腺和下颌下腺。此外，面神经内副交感纤维，也有随膝鼓室支至岩小神经的。

面神经的多数细支，也可终于多数小植物性神经节，如腮腺囊内侧的神经丛内即有这种神经节，常与面神经的细支连结。可能有使腺体分泌的一些内脏传出纤维，终于这些小神经节。

三、面神经的交通支及分支

各支发出部位	交通支	分支
内耳道	1. 与前庭蜗神经	
面神经管	2. 岩大神经至翼腭神经节 3. 与岩小神经的交通支至耳神经节 (膝鼓室支) 4. 至脑膜中动脉交感丛 5. 与迷走神经耳支	1. 蹬骨肌神经 2. 鼓索
出茎乳孔，在孔附近	6. 与舌咽神经 7. 与迷走神经 8. 与耳大神经 9. 与耳颞神经 10. 与枕小神经	3. 耳后神经 4. 二腹肌支 5. 茎突舌骨肌支
在耳后		
面部及颈部	11. 与三叉神经 12. 与颈皮神经	6. 颞支, 7. 颧支, 8. 颊支 9. 下颌缘支, 10. 颈支

面神经的交通支及分支较为复杂(图5-307)，现分述如下。

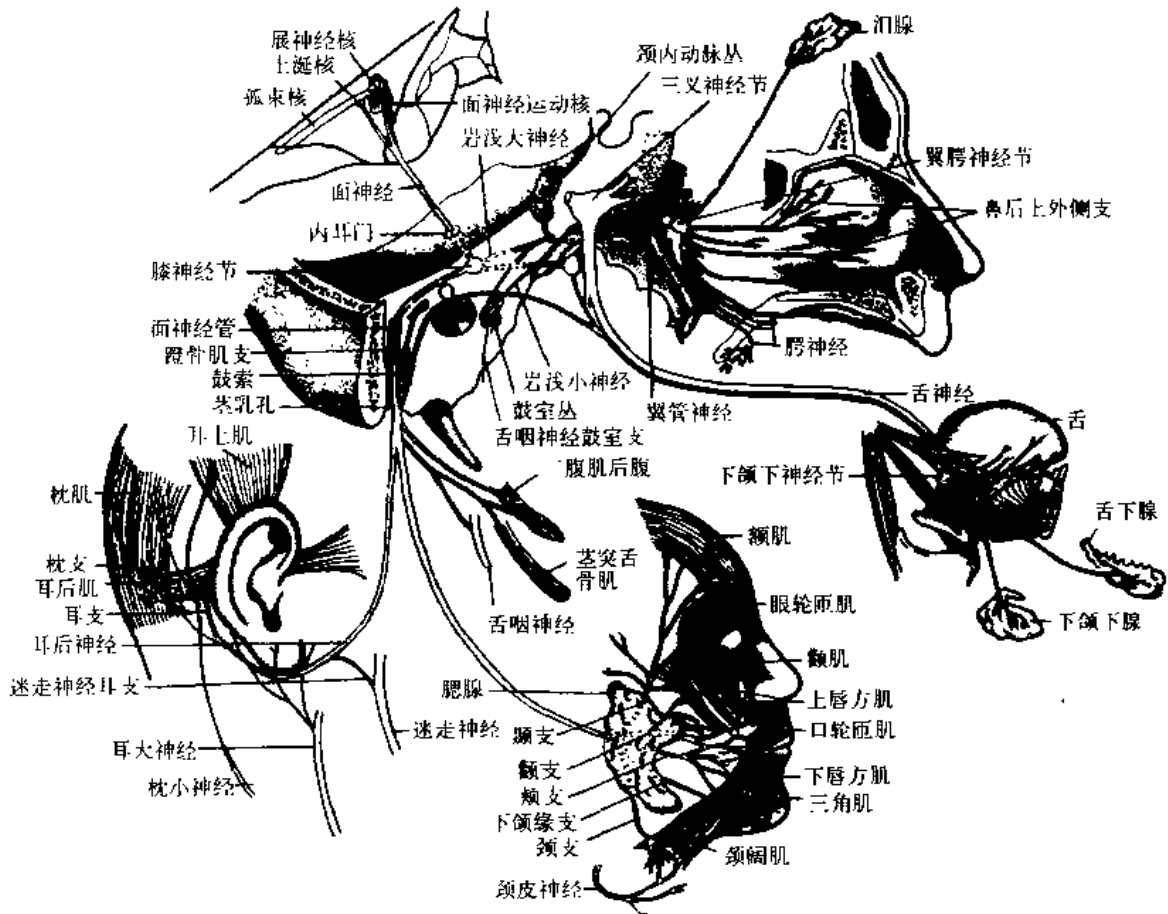


图5-307 面神经的分支及其分布

(一) 面神经与前庭蜗神经交通支

面神经(指中间神经)在内耳道内,发小支与前庭蜗神经联系,这种交通纤维,后来可能又离开前庭蜗神经,重返面神经与膝神经节连接。

(二) 岩大神经

岩大神经 greater petrosal nerve 由不同性质的内脏传入及内脏传出纤维组成(图5-308)。内脏传入纤维包括分布于腭和鼻后粘膜的一般内脏传入纤维以及分布于腭粘膜的特殊内脏传入纤维(味觉)。内脏传出纤维为使腺体分泌的纤维,至翼腭神经节交换神经元,发节后纤维至泪腺、鼻及腭的小腺体。

岩大神经起膝神经节,向前穿面神经管裂孔入颅中窝,经颞骨岩部前面的岩大神经沟,经三叉神经节的深侧入破裂孔。在此与颈内动脉交感丛来的岩深神经 deep petrosal nerve 结合形成翼管神经 nerve of pterygoid canal,向前经翼管终于翼腭窝内的翼腭神经节。其特殊内脏传入纤维穿神经节内或其表面,并不中断;内脏传出纤维则在翼腭神经节内交换神经元。

翼管神经有时出现于蝶窦底壁下面的骨嵴上。此神经通常在翼管中,有来自耳神经节的纤维与之相联系;并有小支分布于鼻腔顶,鼻中隔上、后部及咽鼓管的内下端。

岩大神经类型:单干占96%,双干占3%,两根合干占1%(体调续集,1990)

岩大神经走行先在神经管内,后在神经沟内者多见85%,始终在神经沟内15%。(体调续集,1990)

岩大神经与岩小神经间的吻合,有1支者占30%,有2支者占7.5%,无吻合支者占62.5%。

(三) 膝鼓室支

膝鼓室支 r. geniculotympanicus 为一小支,自膝神经节发出,可能全由内脏传出纤维组成,与岩小神经结合至耳神经节。

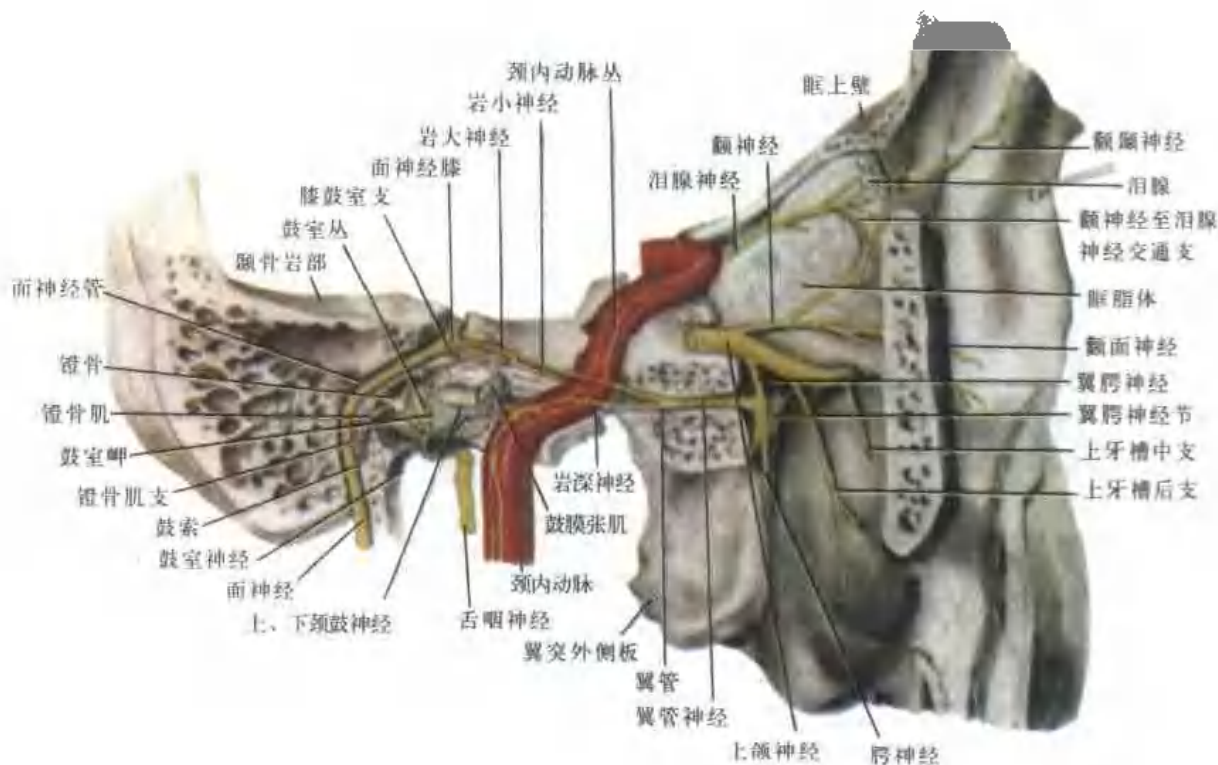


图5-308 面神经在面神经管内的分支

(四) 岩外神经

岩外神经 *n. petrosus externus* 自膝神经节发出, 为不恒定的支, 至脑膜中动脉交感神经丛。

(五) 镫骨肌神经

镫骨肌神经 *stapedial nerve* 为面神经在面神经管内, 于鼓室后壁下降, 经过锥隆起后侧时, 发一细支, 穿锥隆起内的小管, 分布于包藏在锥隆起内的镫骨肌。

(六) 鼓索

鼓索 *chorda tympani* 为一支混合神经, 大部为传入纤维, 但亦含有内脏传出纤维。其传入纤维来自膝神经节内神经细胞的周围支。

鼓索在茎乳孔上方约6mm处, 自面神经干发出。经鼓索小管(后部), 向前上方行, 于鼓膜内侧而后缘处, 进入鼓室。在鼓膜内侧面上中三分之一交界处, 位于鼓膜的纤维层与粘膜之间, 于鼓膜张肌在锤骨柄附着点的上方, 经锤骨柄内侧, 横过鼓室。经岩鼓裂内端(鼓索小管的前部)出鼓室, 达颅底。在蝶骨角棘内侧, 斜向前下方, 经翼外肌及腭帆张肌之间, 在其外侧为脑膜中动脉, 耳颞神经根及下牙槽神经的根部。继而鼓索以锐角连于舌神经的后缘。其中内脏传出纤维经舌神经入下颌下神经节, 交换神经元, 发出节后纤维, 分布于舌下腺及下颌下腺。传入纤维沿舌神经达舌前三分之二的粘膜, 司味觉。在鼓索与舌神经结合之前, 接受耳神经节的交通支。

(七) 面神经与迷走神经耳支交通支

面神经出茎乳孔以前, 接受迷走神经耳支来的一小支。

(八) 耳后神经

耳后神经 *posterior auricular nerve* 于面神经出茎乳孔后即发出, 经腮腺与胸锁乳突肌之间, 沿乳突表面上升, 分为耳支及枕支。

1. 耳支 *auricular branch* 支配耳后肌, 并发细支上升, 支配耳上肌。

2. 枕支 *occipital branch* 较大, 沿枕骨上项线向后, 分布于枕肌。

此外, 当耳后神经经过乳突与外耳道之间时, 与迷走神经的耳支间以一小支相结合。枕小神经、耳大神经亦有纤维至耳后神经。

(九) 二腹肌支

面神经出茎乳孔后, 即发出二腹肌支 *digastric branch*, 支配二腹肌的后腹; 在后腹的中部, 或其起点处, 进入该肌。并发交通支, 至岩神经节的下侧与舌咽神经结合。

(十) 茎突舌骨肌支

茎突舌骨肌支 *stylohyoid branch* 常自二腹肌支发出, 细而长, 入同名肌。

(十一) 舌支

舌支 *lingual branch* 不常存在, 起于茎突舌骨肌支发出部的稍下侧, 向内下方, 经茎突舌肌和茎突咽肌的内侧, 穿舌咽缩肌, 发支分布于舌根、茎突舌肌及舌腭肌。

(十二) 终末支

终末支(图5-309)有上下两支, 位于颈外动脉及下颌后静脉的外侧, 在腮腺实质内分为多支。这些分支的型式, 各人不同(图5-191), 同一人体, 左右也不一致。通常上支向前上方, 接受耳颞神经的交通支, 发出颞支及颧支。下支向前下方, 接受耳大神经的分支后, 发出颊支, 下颌缘支及颌支。由此五支分出纤维, 相互结合, 形成神经丛, 称为腮腺内丛 *intraparotid plexus* (或称大鹅足 *pes anserinus major*)。

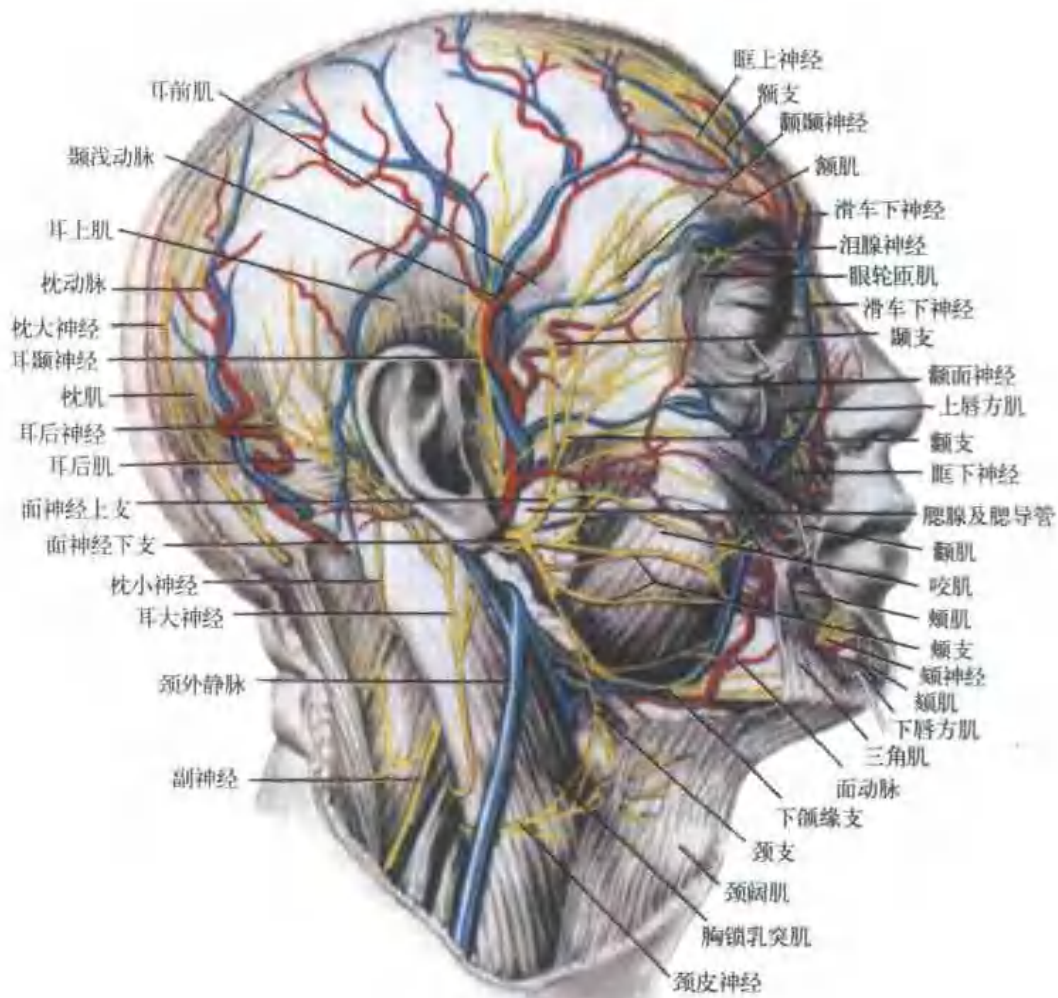


图5-309 面神经的终末支

1. 颞支 temporal branches 自上支分出，向上越颞弓至颞区，分布于额肌、眼轮匝肌、皱眉肌、耳前肌、耳上肌及耳外侧面的固有肌。它和上颌神经的颞颥神经、下颌神经的耳颞神经、眼神经的眶上神经及泪腺神经之间，均可发生交通。

2. 颞支 zygomatic branches 自上支分出后，向前上方行，越颞弓至外眦，支配眼轮匝肌、上下睑及颞肌。其与面神经的颊支、颞神经的颞面神经、眼神经的眶上神经和泪腺神经及上颌神经睑支之间，都可能发生交通支。

3. 颊支 buccal branches 为下支的分支，有时上支及下支均有此种分支。以水平方向前进，分布于眶下侧及口裂的周围。其浅支经行于皮肤与浅层表情肌之间；深支经行于颞肌及上唇方肌的深侧。深浅二支分布于颞肌、笑肌、上唇方肌、尖牙肌、颊肌、切牙肌、口轮匝肌、三角肌、下唇方肌及鼻肌。此外，颊支与面神经的颞支及下颌缘支，三叉神经的颊神经、上颌神经的终末支之间，交织形成眶下丛。

4. 下颌缘支 marginal mandibular branch 此支分出后，向前下方，经下颌角，被覆于颈阔肌的深面，沿下颌骨下缘的下侧向前行，经下颌舌骨肌上部的浅面；继而转向前上方，越下颌骨体，经笑肌及三角肌的深侧，支配下唇方肌及颊肌。下颌缘支可与下颌神经的颊神经、面

神经的颊支及颌支交通。

5. 颈支 cervical branch 自腮腺下部发出, 向前下方, 在颈阔肌的深侧, 并支配该肌。颈支与耳大神经及颈皮神经相交通形成神经袂。

面神经的终支相互间有多种吻合情形, 可分为八种类型, 如下图(图5-310)。

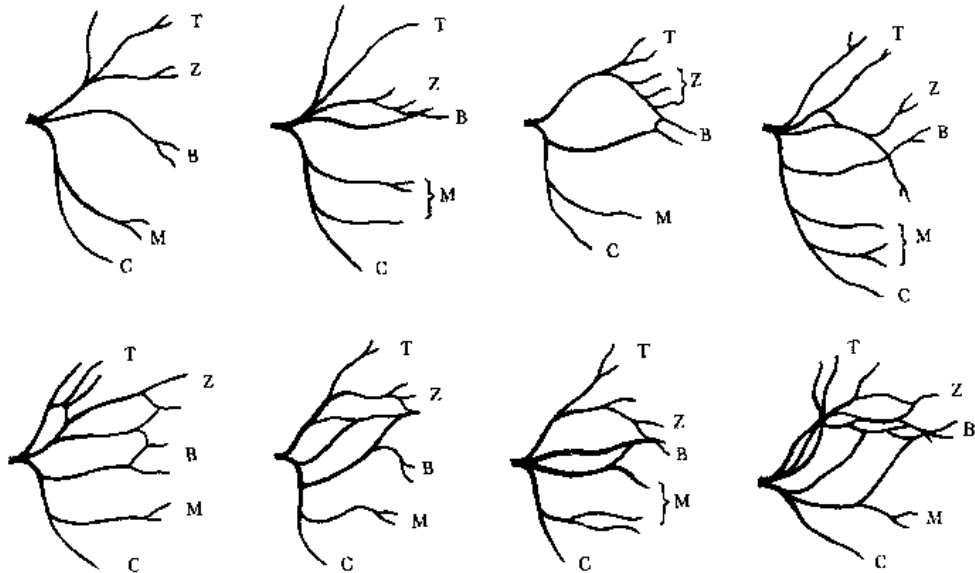


图5-310 八种类型的面神经分支和吻合
T额支 Z颧支 B颊支 M下颌缘支 C颈支

四、翼腭神经节

翼腭神经节 pterygopalatine ganglion 也称蝶腭神经节 sphenopalatine ganglion, 呈三角形, 直径约5mm。位于翼腭窝内, 在蝶腭孔的外侧, 翼管的前端。当上颌神经横过翼腭窝时, 以2~3短支连于此神经节。翼管神经亦经翼管向前连于神经节。神经节在翼腭窝内的确实位置, 常因蝶窦的形状和大小而异。当蝶窦小或极狭窄时, 神经节则在其外侧; 窦大或宽扁时, 神经节则位其下侧; 若窦形前后扁短时, 神经节可能位于其前侧。神经节被小的静脉所包围, 并有翼管动脉及蝶腭动脉的细支分布其中。

此神经节的细胞, 是多极性神经元。

翼腭神经节为副交感性神经节, 与面神经的岩(浅)大神经关系密切, 而与上颌神经的关系较小。此神经节有三根, 即运动性的副交感根、交感根和感觉根。只有经岩大神经来的副交感纤维至此节内交换神经元, 其他两根的纤维概不中断, 只通过其中而已。

翼腭神经节的根(图5-311):

(一) 副交感根

副交感根 parasympathetic root 中间神经内的内脏传出纤维, 经岩大神经、翼管神经, 到达翼腭神经节, 此为节前纤维。在翼腭神经节内交换神经元, 然后发出节后纤维, 经上颌神经、颧神经、颧颞神经, 再通过一交通支至泪腺神经, 到达泪腺, 为泪腺的分泌纤维。此外, 有一些节后纤维, 随神经节的鼻支、腭支等分布于鼻腔、腭及咽诸部的小腺体。

(二) 交感根

交感根 sympathetic root 来自岩深神经, 为交感神经的颈上神经节的节后纤维。岩深神经

来自颈内动脉丛，穿破裂孔，在颞骨岩部的尖端处与岩大神经结合，形成翼管神经，向前穿过翼管至翼腭神经节。

(三) 感觉根

感觉根 sensory root 主要来自上颌神经的2~3条小支，称翼腭神经，连于神经节；此外，有起于膝神经节内的感觉纤维，为特殊内脏传入纤维(味觉)，经岩大神经来到翼腭神经节。这些感觉根的纤维大部不与神经节结合，而经该神经节内侧入腭支；小部分穿过神经节的也不中断，直接入翼腭神经节发出的各支中。

翼腭神经节的分支(图5-311)：自神经节向各方发出分支，分支中含有感觉纤维、血管运动纤维及腺体分泌纤维等；其中上升的为眶支，向内侧的为鼻后支，向下的为腭神经，向后的为咽支。

1. 眶支 orbital branches 共有2~3小支，经眶下裂入眶，在骨膜内，沿眶内壁前进，穿经

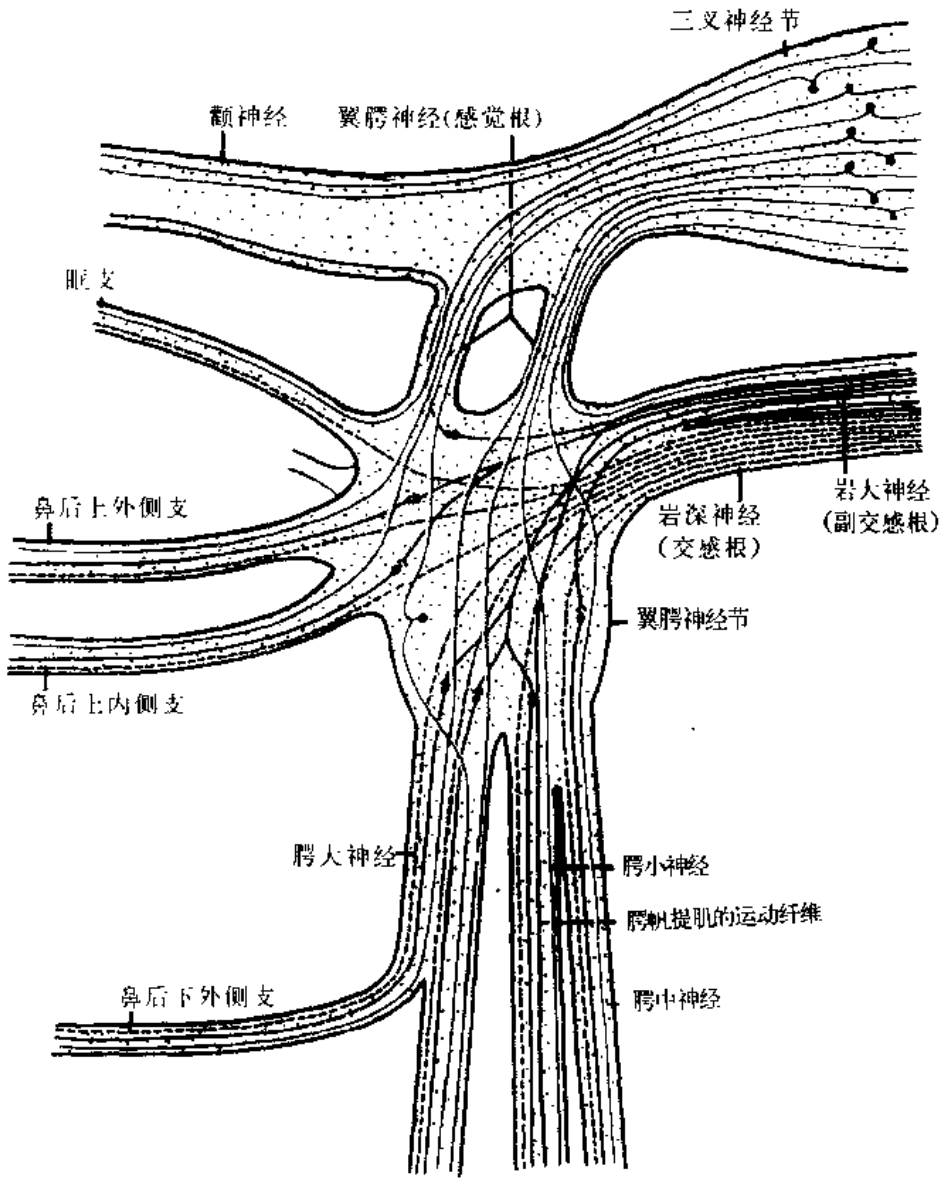


图5-311 翼腭神经节的根及其分支

黑实线为副交感神经纤维；黑虚线为交感神经纤维；红线为躯体运动纤维；蓝线为感觉纤维

筛后孔及蝶筛缝合之间的小孔，分布于后筛窦及蝶窦的粘膜。

2. 鼻后支 posterior nasal branches 自神经节的内侧发出，分成内侧支及外侧支两组

(1) 鼻后上外侧支 lateral posterior superior nasal branches: 共6~7小支，一部分穿蝶腭孔，一部分经翼腭管前壁的小孔入鼻腔，分布于上、中鼻甲及上鼻道后部的粘膜；并以终支分布于后筛窦、咽穹窿、蝶窦、鼻后孔上部、咽鼓管咽口等部的粘膜。

(2) 鼻后上内侧支(或鼻后中隔支) medial posterior superior nasal branches: 有2~3支，向内侧穿经蝶腭孔，横过鼻腔顶，达鼻中隔的后部并分布于此。此组分支中最大的一支，为鼻腭神经 nasopalatine nerves，沿犁骨表面的小沟，向前下方行，经骨膜与粘膜之间，达切牙管。经过中发分支，分布于鼻中隔的粘膜及犁鼻器。在鼻腭神经入切牙管以前，与上牙槽前支分出的鼻支结合。穿切牙管(在管中与对侧的同名神经结合)，至硬腭前部，发细支分布于该处的粘膜。并与腭大神经分支间发生连结。

3. 腭神经 palatine nerves 其纤维一部分起于翼腭神经节，一部分为翼腭神经的直接连续。此神经可分为三种分支，即腭大神经、腭中神经及腭小神经，穿翼腭管达口腔，分布于硬腭、软腭、扁桃体，并有分支分布于鼻腔的粘膜。

(1) 腭大神经 greater palatine nerve: 主要由上颌神经及岩大神经发出的感觉纤维组成。起于翼腭神经节，向下降，经腭大管，与腭降动脉伴行，出腭大孔至口腔；分为3~4支，继而弯曲向前，在腭沟内前进，分布于上牙槽内侧区的牙龈及硬腭的粘膜。其在腭大管的经过中，发鼻后下支 posterior inferior nasal branches，这些小支，穿腭骨垂直板的小孔，分布于下鼻甲后部以及中、下鼻道附近部分的粘膜。

(2) 腭小神经 lesser palatine nerves: 向下降，经腭小孔分布于悬壅垂、扁桃体及软腭，其中含有自岩大神经来的感觉纤维，司味觉。过去认为腭小神经为腭帆提肌及悬壅垂肌的运动纤维；但现在证明，支配此二肌的运动纤维，是由副神经脑根的纤维，经迷走神经咽支而来。

(3) 腭中神经 middle palatine nerves: 为三者中最细小的支，部分来自中间神经，经腭小孔，以细支分布于扁桃体及软腭的附近。

4. 咽支 为翼腭神经节发出的细支，向后内侧，与蝶腭动脉的咽支伴行。经颅底咽管(腭鞘管)分布于咽最上部和鼻甲以上部分的粘膜，以及咽鼓管的开口和蝶窦的粘膜。其感觉纤维来自上颌神经。

五、下颌下神经节

下颌下神经节 submandibular ganglion 由前、后两短支悬于舌神经。舌神经的感觉纤维及鼓索的副交感纤维经后支达神经节；前支则为该节的节后纤维至舌神经。此神经节的形状不定，一般为三角形或梭形；最大直径为3~3.5mm。位于下颌舌骨肌及舌骨舌肌之间，在下颌下腺导管上侧。由多极神经细胞组成。有以下三根：

(一) 感觉根

感觉根的纤维来自舌神经及中间神经的分支鼓索。

(二) 运动根

运动根(或副交感根)自上涎核发出，为副交感神经节前纤维，经中间神经、鼓索及舌神经，进入神经节，交换神经元，发出节后纤维，分布于舌下腺及下颌下腺。

(三) 交感根

交感根为交感下颈上神经节的节后纤维，经面动脉交感丛而来。

下颌下神经节的分支：

1. 腺支 glandular branches 有5~6条，发出后，分布于下颌下腺及下颌下腺管。
2. 另一些节后纤维，经前支沿舌神经达舌下腺及舌前部的小腺。
3. 分出细支至口腔底的粘膜。

六、面神经麻痹

面神经麻痹的原因，可有多种，所引起的症状也有差异，注意不同部位面神经损伤的特征，对诊断和治疗是很重要的。

(一) 核上性面神经麻痹

因为面神经核内支配面上部各肌(额、皱眉及眼轮匝肌)的神经元接受双侧的皮质控制；而支配面下部各肌(颊肌、笑肌等)的神经元单独接受对侧皮质的控制(图5-312)。所以一侧核上性面神经麻痹的症状，仅显于对侧颜面下部，即鼻唇沟平坦和口角下坠；面上部的肌肉运动皆无障碍。发病原因多为脑血管疾病或脑肿瘤，常伴有同侧偏瘫或上肢瘫等其他症状。

(二) 核性面神经麻痹

面神经核(下运动神经元)受损时，面部同侧一切形式的运动都受同样程度的影响，面上部和下部肌肉都麻痹。常发生在脑桥的疾患，如肿瘤、出血、炎症等。可伴有邻近组织的损伤，如第V、VI对脑神经、感觉束及锥体束等损伤症状。

(三) 核下性面神经麻痹

面神经出脑后，在颅后窝内可能发生损伤，如听神经瘤和脑桥小脑三角处的其它肿瘤以及脑膜炎等。此处面神经损伤时，常使靠近的中间神经及前庭蜗神经同时受累，所以除面神经麻痹症状外，伴有失听及舌前2/3味觉丧失等症状。

面神经在面神经管内，可以因颅骨(颞骨岩部)骨折、中耳和乳突炎感染及急性非化脓性面神经炎(面部受冷风侵袭后可能发生)等原因而受损伤。但因被侵犯的水平不同，除面肌瘫痪外，可出现其他症状。如损伤在膝神经节以上，岩大神经受损，则同侧的泪液分泌减少或停止，并有汗液分泌障碍。如损伤膝神经节，可引起乳突部疼痛及耳廓和外耳道的感觉迟钝，外耳道中出现疱疹，并有舌前2/3的味觉迟钝。如在发出镫骨肌支以上受损，则将产生味觉障碍和听觉过敏。如在茎乳孔以上受损并累及鼓索时，则舌前2/3的味觉缺失，患侧唾液减少。

面神经穿出颅骨后，可因腮腺肿瘤及下颌

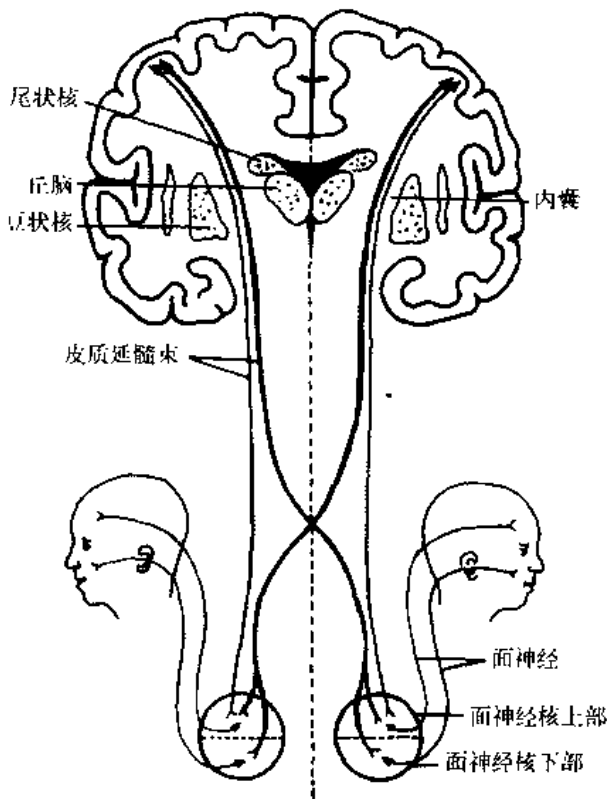
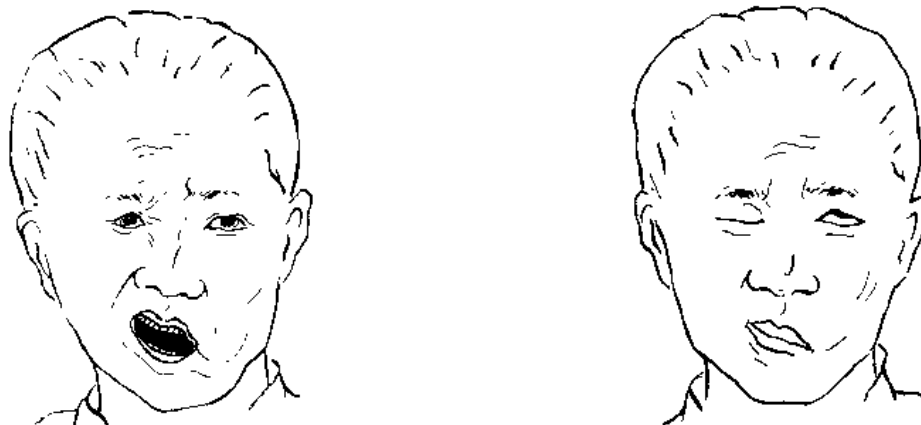


图5-312 面神经中枢支配示意图

面神经核上部受双侧皮质的支配，
面神经核下部受对侧皮质的支配

角后的化脓性淋巴结炎累及，面部外伤或胎儿在分娩时受产钳压迫等，引起损伤。主要表现为患侧表情肌瘫痪症状：患侧表情肌弛缓性瘫痪，嘴角下垂；而健侧肌张力强，将嘴角牵拉上吊。颊肌瘫痪，无力把口内食物推送向后，引起食物积聚在患侧口颊内，或易掉出口外。口轮匝肌及颊肌瘫痪，无法吹哨或吹气。眼轮匝肌及皱眉肌瘫痪，不能闭眼及皱眉。额肌瘫痪不能皱额。因患侧眼睑不能闭合，患者流泪不止，还可能有颜面深部感觉丧失(图5-313)。



1. 露齿时症状更为显著，口角向健侧吊起，患侧止带沟纹变浅或消失，眼裂变大

2. 闭眼时，健侧可闭眼，患侧不能闭合

图5-313 左侧面神经核下性(周围性)麻痹

第八节 前庭蜗神经

前庭蜗神经 vestibulocochlear nerve(VⅧ)又称位听神经或听神经，可分两部，即前庭神经及蜗神经。此两部在出脑处紧密相贴，并在行程中合成一下。但各部终支的分布、中枢的联系及各自的功能，都有明显的不同。

前庭蜗神经根在脑桥和延髓之间的沟内，面神经的后侧发出。前庭神经位于内侧，在橄榄体与小脑下脚之间；蜗神经位于外侧，自小脑下脚的后外侧发出。此两部合并后，与面神经紧密伴行，共同进入内耳道。于此前庭蜗神经在面神经的后下侧，其前上缘以沟状包面神经。至内耳道底，面神经、前庭神经及蜗神经各自分开。

前庭蜗神经分出蜗神经和前庭神经的类型可分为四型：①在内耳道内先分出蜗神经，继后分出前庭上、下神经，此型最多见占86.36%；②在内耳门处先分出蜗神经，在内耳道底横嵴附近分出前庭上、下神经，占10.61%；③在内耳道中点先分出前庭上神经，在内耳道远侧1/3再分前庭下神经和蜗神经，占1.52%；④在内耳道中点先分出前庭上、下神经，在横嵴附近再分出蜗神经，占1.52%(雷晓寰等，1988)。

一、前庭神经

前庭神经 vestibular nerve 是传导位置感觉的神经。其神经纤维起于内耳道底的前庭神经节，该节可裂成二部(或三部)，成分叶状态，为前庭上及下神经节(图5-314)。节内有双极性神经细胞，细胞的周围突，组成上下二部：

上部 superior part 的纤维，分成椭圆囊神经 utricular nerve，前壶腹神经 anterior ampullary nerve 和外壶腹神经 lateral ampullary nerve，穿过内耳道底椭圆囊壶腹筛区的小孔，分别至椭

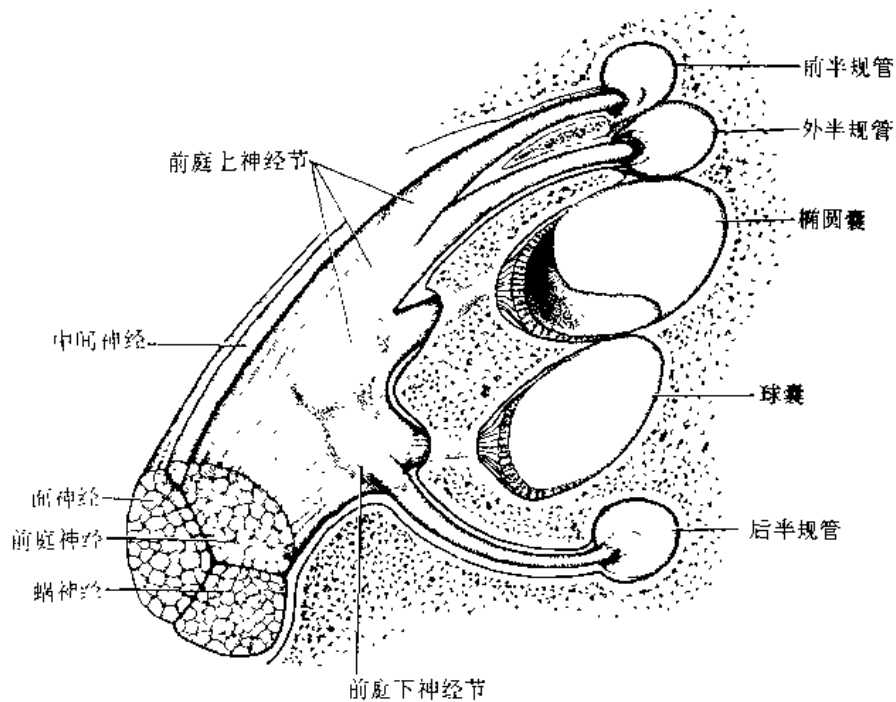


图5-314 前庭神经节周围支分布于位觉器的不同部分

圆囊斑、前半规管的壶腹嵴以及外半规管的壶腹嵴。

下部 inferior part 的纤维分为二支，一支穿过内耳道底的球囊筛区的小孔，达球囊斑，称为球囊神经 saccular nerve；另一支穿过内耳道底的单孔，至后半规管的壶腹嵴，称为后壶腹神经 posterior ampullary nerve。

此外，自下部纤维尚分出一独立的小束，为前庭蜗支 r. vestibulocochlearis，其发出部位，在下部纤维的近前庭神经节处，纤维束连接蜗神经，并分布于耳蜗，可能为管理血管运动及腺体分泌的纤维；这种纤维起于副橄榄核，至耳蜗的血管纹。

前庭神经节细胞的中枢支，形成神经干，即前庭神经。随前庭蜗神经入延髓，至前庭神经核。该核可分成内侧核、外侧核、上核及前庭神经脊髓核诸部分；此外在前庭神经根纤维间夹有束条状的细胞群，称为前庭神经间核 interstitial nucleus of vestibular nerve。

前庭神经节内支配内耳位觉器(半规管、椭圆囊、球囊)各不同部分的细胞群，其与前庭神经核的联系，有人用猴作实验研究指出：前庭上神经节支配上及外侧半规管壶腹嵴的细胞，其发出的中枢突，位于前庭神经根的嘴侧及外侧部，主要联系前庭神经上核和内侧核的嘴侧部(图5-315)。支配椭圆囊斑的前庭上神经节细胞，其中枢突入脑后，主要下降联系于前庭神经脊髓核的背内侧部；这种纤维的侧副支至前庭神经内侧核背外侧部的尾侧。支配后半规管壶腹嵴的前庭下神经节细胞，其中枢突行于前庭神经根的尾侧部，主要终止于前庭神经上核及内侧核的一部分。支配球囊斑的前庭下神经节细胞的中枢突，主要下降到前庭神经脊髓核的背外侧部。虽然前庭神经节细胞的周围突支配各不同部位的位觉感受器，其中枢突大部分也投射到同侧前庭神经核的各别区域；但也有少量的纤维投射到整个前庭各核。前庭神经间核就明显地接受前庭神经节所有细胞群的纤维。

前庭神经核的联系，列表如下。

前庭神经的周围联系：当其在内耳道内，有两细支与面神经相连接；这种细支可能为至前庭装置范围内血管的传出纤维，也可能为面神经的一种迷途神经，经过中暂与前庭神经结

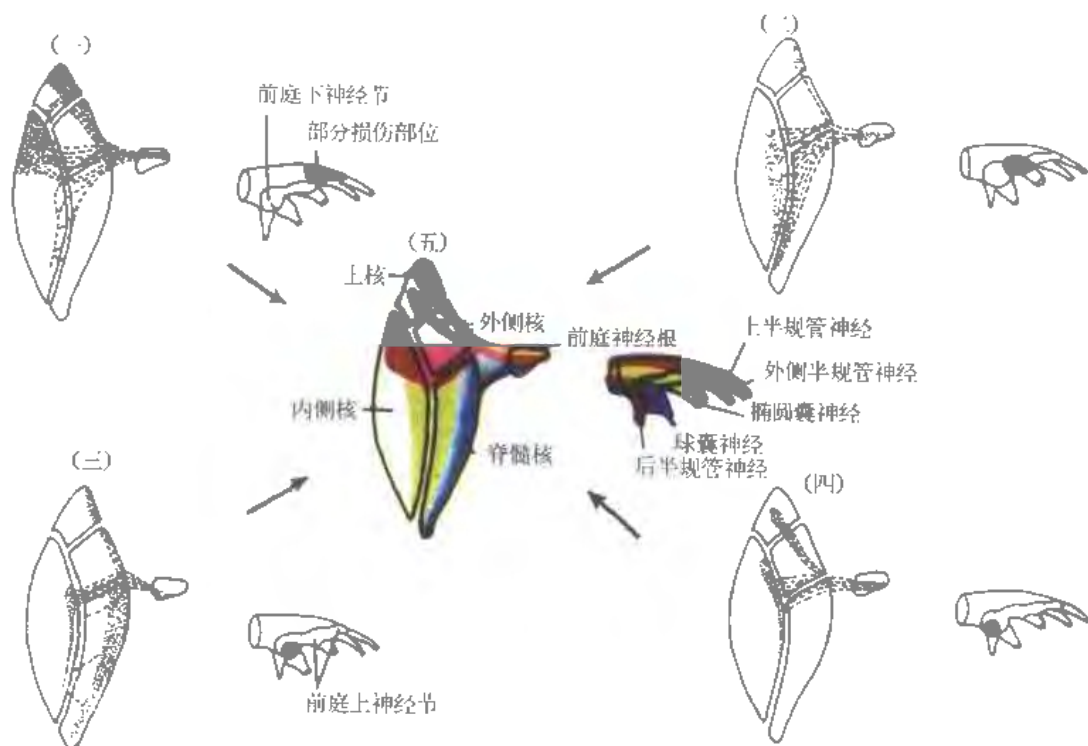


图5-315 前庭神经中枢支内联系位觉器不同部位纤维的排布及其在前庭神经各核内相应的终止部位(猴)

(一)破坏联系上及外侧半规管壶腹嵴的前庭上神经节细胞；(二)破坏联系椭圆囊斑的前庭上神经节细胞；(三)破坏联系球囊斑的前庭下神经节细胞；(四)破坏联系下半规管壶腹嵴的前庭下神经节细胞；因部分损伤引起的中枢突溃变，获得其在前庭核相应的定位；(五)联系位觉器不同部位的前庭神经节细胞纤维，到达前庭核的相应定位综合图

传入纤维	传出纤维
1. 接受前庭神经来的传入纤维 2. 上核及外侧核还接受小脑来的传入纤维	1. 至小脑的绒球小结叶 2. 经内侧纵束，传导至第Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ及Ⅺ对脑神经核 3. 前庭脊髓束至脊髓 4. 至斜方体，外侧丘系及下丘的纤维

合，然后又回到面神经。

前庭神经有一部分纤维，来自后半规管壶腹及球囊，先经蜗神经，然后再合到前庭神经。

二、蜗 神 经

蜗神经 cochlear nerve 司听觉作用，起源于蜗神经节 cochlear ganglion，又称蜗螺旋神经节 spiral ganglion of cochlea(图5-316)。此神经节位于蜗轴螺旋管内；该小管位于骨性螺旋板附着于蜗轴的根部，管内的神经节也呈长条状，随管作螺旋形盘旋排列。节内为双极神经节细胞，其周围突即细胞的树突，成放射状发出，穿过骨性螺旋板内扇状排列的小管；继经基底膜上相应的小孔(神经孔)，于此失去髓鞘，纤维分布于螺旋器。在螺旋器内，神经纤维主要分为两组，一

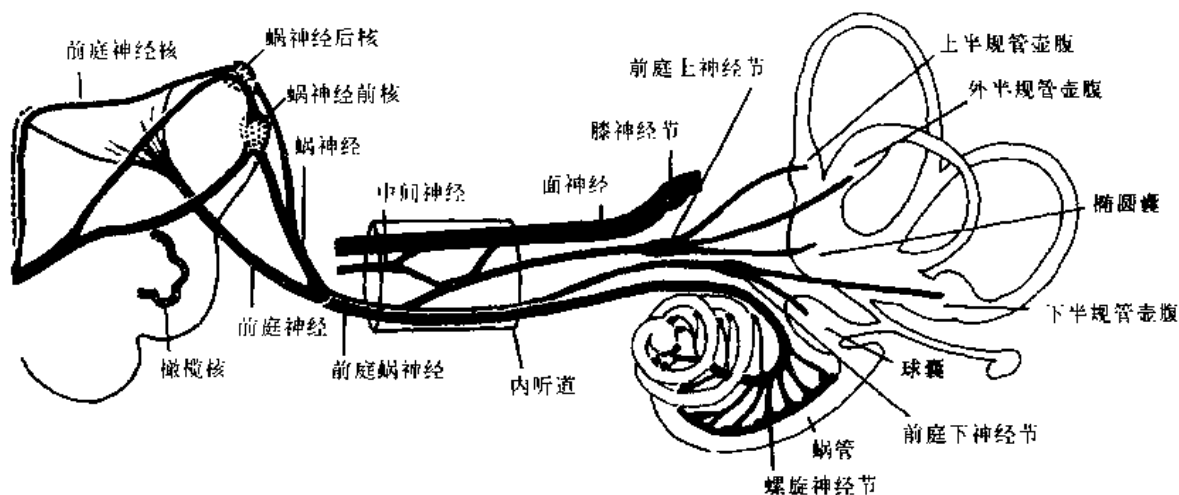


图5-316 前庭蜗神经的分布

组达内毛细胞；另一组至外毛细胞。至内毛细胞的纤维，一般支配一个或最多两个内毛细胞。至外毛细胞的纤维，经内隧道，弯曲向圆窗方向进行一段，此段约当于蜗螺旋管的四分之一周；在此经过中，支配多数外毛细胞，神经的末梢成篮状与毛细胞接触。在蜗螺旋管底部及中段基底膜上的毛细胞，较顶部者有更丰富的神经纤维分布。双极神经细胞的中枢突，即轴突，自神经节细胞发出后，经蜗轴纵管，穿内耳道底的螺旋状孔，至内耳道。先与前庭神经的球囊及后半规管壶腹来的纤维合并，然后再与前庭神经的其它纤维合并为前庭蜗神经。

蜗神经的纤维入脑后，即与前庭神经的纤维分离，各至其终止核。蜗神经大部分纤维至蜗神经前核；小部分纤维绕过小脑下脚（绳状体）至其背外侧，终止于蜗神经后核。

进入蜗神经核的纤维，有次序地排列和分叉，一支分布于前核，另一支分布于后核。实验性研究，部分或全部损伤耳蜗，溃变的纤维可在蜗神经前核及后核都见到。进入蜗神经前核内的纤维，仅与二或三个神经细胞构成突触；而入蜗神经后核者，可与多数细胞构成突触。

自蜗神经前核及后核发出的纤维，成为二级听束。继向双侧高级中枢的传导，一般认为至少还要经第三级及第四级的神经元，即在上橄榄核和内侧膝状体交换神经元。再自内侧膝状体发出听辐射，至大脑半球颞叶的听区。外侧丘系还有些纤维直接或以侧支至四叠体的下丘，故下丘为听觉与其他反射径路相联系的重要部分。

在听传导径路内，在不同水平的上升纤维中，有与之相平行的下降纤维，自内侧膝状体的背侧部以投射纤维或侧副支联系至下丘、外侧丘系核、斜方体核及上橄榄核；也有橄榄蜗束，自上橄榄核发纤维至对侧螺旋器的毛细胞。这种纤维可能供作为反馈的调节功能。

在听觉的逐级传导中，自耳蜗神经内的纤维排列、蜗神经核、内侧膝状体至大脑皮质，都有不同频率音调局部的音谱定位。例如蜗螺旋管底部的基底膜易感受高频率音波（高音），与此部位相联系的蜗神经纤维，由解剖研究认为终止于蜗神经后核的背侧部；而蜗顶的基底膜易感受低频率音波（低音），与之相联系的纤维入蜗神经后核的腹侧部及蜗神经前核。而生理学以微电极方法研究提出，蜗神经核每一大的分部，各自具有按音调频率顺序排布的定位，似各有完整的音谱感受区。在猫的蜗神经核复合体的研究，可将其分为三部分（即背核、腹核的前

部及后部),背核感受高频率音调,腹核感受低频率音调,所以猫的蜗神经核复合体也是感受多种音调的代表区,或低音到高音,是呈腹-背的排列顺序。对黑猩猩大脑皮质听区的研究指出,听区的前外侧部为蜗螺旋管顶部(低音)的代表区;听区的后内侧部则为蜗螺旋管底部(高音)的代表区,并认为人类也有与之相似的音谱定位。

在颅中窝合并内耳道骨折时,前庭蜗神经可与面神经一起发生断裂,产生永久性耳聋;如神经被挫伤,被血肿或发炎渗出物压迫,可能产生暂时性耳聋。脑桥小脑三角处的肿瘤,可以压迫前庭蜗神经及面神经。

第九节 舌咽神经

舌咽神经 glossopharyngeal nerve (IX) 属于混合性神经,其中有特殊内脏传入、一般内脏传入、一般躯体传入、特殊内脏传出和一般内脏传出诸种纤维。以3~6条根丝自延髓上部灰小结节与橄榄体之间的沟内出脑,恰位于迷走神经根的上方。

国人资料:舌咽神经由1~6个根丝合成,其中以3、4根丝出现较多67.31%,根丝两侧对称者占26.9%。

舌咽神经支配原由第三对鳃弓演化来的皮肤、粘膜和肌肉。传入纤维起始于该神经的上神经节和下神经节。这两个神经节内均为假单极神经节细胞。自下神经节发出的纤维有两种:一种传导舌后1/3的味觉冲动(特殊内脏传入纤维);另一种传导咽部及舌后1/3的痛温觉和触觉(一般内脏传入纤维)(图5-317)。这两种纤维入脑后皆止于孤束核。自上神经节发出的纤维,传导耳后皮肤的感觉(一般躯体传入纤维)。此种纤维入脑后终于三叉神经脊束核。

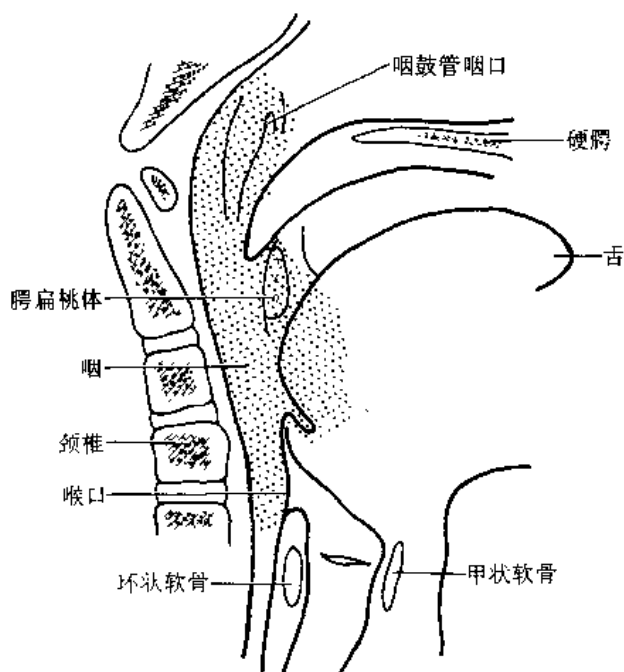


图5-317 舌咽神经感觉分布区

咽壁的黑点,表示舌咽神经感觉分布区,确切的界限可能有某些摆动。咽鼓管咽口可能由三叉神经分布;喉口以下,咽的前壁由迷走神经分布

舌咽神经内的传出纤维有两种:一种起于疑核上部(特殊内脏传出),分布于咽部的横纹肌(茎突咽肌);另一种起于下泌涎核(延髓泌涎核)的纤维(一般内脏传出),至耳神经节交换

神经元，其节后纤维分布于腮腺。

舌咽神经的根丝向外侧集合，至绒球前侧(被绒球覆盖)形成一干(99.07%)，偶见有形成双干者(0.93%)。穿颈静脉孔的中部出颅腔。在孔内舌咽神经位于迷走神经的前外侧，贴在孔的颞骨岩部骨壁的一沟内。舌咽神经单独穿硬脑膜，迷走神经则与副神经一起穿硬脑膜；因此各具有其分隔的脑膜鞘。舌咽神经干在此有两个膨大，上方者为上神经节，下方者为下神经节。神经穿出颈静脉孔后，下降于颈内动脉与颈内静脉之间，内侧有迷走神经。继而向前内侧弯曲，经茎突及自它起始的肌肉内侧，绕过茎突咽肌的浅面，于舌骨舌肌的内侧，向前上方横越咽中缩肌及茎突舌骨韧带达舌根。

一、上神经节

上神经节 superior ganglion 为小卵圆形，位于神经干背侧，颈静脉孔上方。没有分支自此节发出。此节有时与下神经节连接，有时缺如。所以，一般认为此神经节是由下神经节分离而来。

二、下神经节

下神经节 inferior ganglion 或称岩神经节 ganglion petrosum 为卵圆形，位于颈静脉孔下侧的岩小窝内。自此节发出的分支及交通支如下(图5-318)：

1. 下神经节以细支与交感神经节联系。
2. 发细支与迷走神经的耳支联系。耳支可因来自下神经节的交通支的加入而增大；有时此交通支可完全代替迷走神经耳支；有时此交通支也可缺如。
3. 有不固定的1~2细交通支，至迷走神经的上神经节下端。
4. 在岩神经节的稍下侧，由神经干发出细支，与面神经的二腹肌支，成蹄系状结合。另有一细支至茎突舌骨肌。
5. 鼓室神经 tympanic nerve 起于岩神经节，返向前上方经行，穿经颞骨岩部下面的岩小窝内的鼓室下管下口，经鼓室小管入鼓室内侧壁上升，分为多数小支，在鼓室岬表面，加入鼓室丛。自此丛发岩小神经 lesser petrosal nerve，该神经可视为鼓室神经的延续。岩小神经穿过颞骨岩部内的小管(该小管在鼓膜张肌半规管的下侧)，经鼓室小管上口(即岩小神经管裂孔，该孔在面神经管裂孔的前外侧)，入颅中窝。然后沿岩小神经沟向前行，穿卵圆孔，或无名小管，或蝶岩裂达颞下窝，至耳神经节。当岩小神经通过颞骨岩部小管时，与膝神经节发出的膝鼓室支相结合。

三、鼓室丛

鼓室丛 tympanic plexus 由舌咽神经的鼓室神经及颈内动脉丛的上、下颈鼓神经参加而成。自此丛发出的分支有：

1. 鼓室支 tympanic branches 分布于鼓室粘膜及乳突小房的粘膜。
2. 咽鼓管支 tubal branch 分布于咽鼓管的粘膜。
3. 至岩大神经的交通支。
4. 岩小神经。

四、舌咽神经干的分支

(一) 咽支

咽支 pharyngeal branches 有3~4支,于岩神经节下侧,自神经干发出,向内下方行不远,即与迷走神经咽支及颈上神经节的分支,共同形成咽丛,分布于咽粘膜(图5-318)。

(二) 颈动脉窦支

颈动脉窦支 carotid sinus branch 为颈动脉小球及颈动脉窦的传入纤维。常为两支,为舌咽神经在颅底处发出的分支,沿颈内动脉前侧下降,在经过中与迷走神经(自结状神经节)来的分支,及与颈上神经节来的分支(此支行于颈内动脉后侧)相结合,形成丛。然后分布于颈动脉窦及小球。此支的终末装置为颈动脉窦内的压力感受器及颈动脉小球内的化学感受器;这些感受器与血压及呼吸调节的反射有关。

(三) 茎突咽肌支

茎突咽肌支 stylopharyngeal branch 分布于茎突咽肌。此支并接受面神经的交通支。

(四) 扁桃体支

扁桃体支 tonsillar branches 为多数小支,当舌咽神经经过舌骨舌肌深侧时发出,分布于扁桃体,并与腭中,腭小神经之支结合,围绕扁桃体成环状丛。自此丛发小支至舌腭弓及软腭。

(五) 舌支

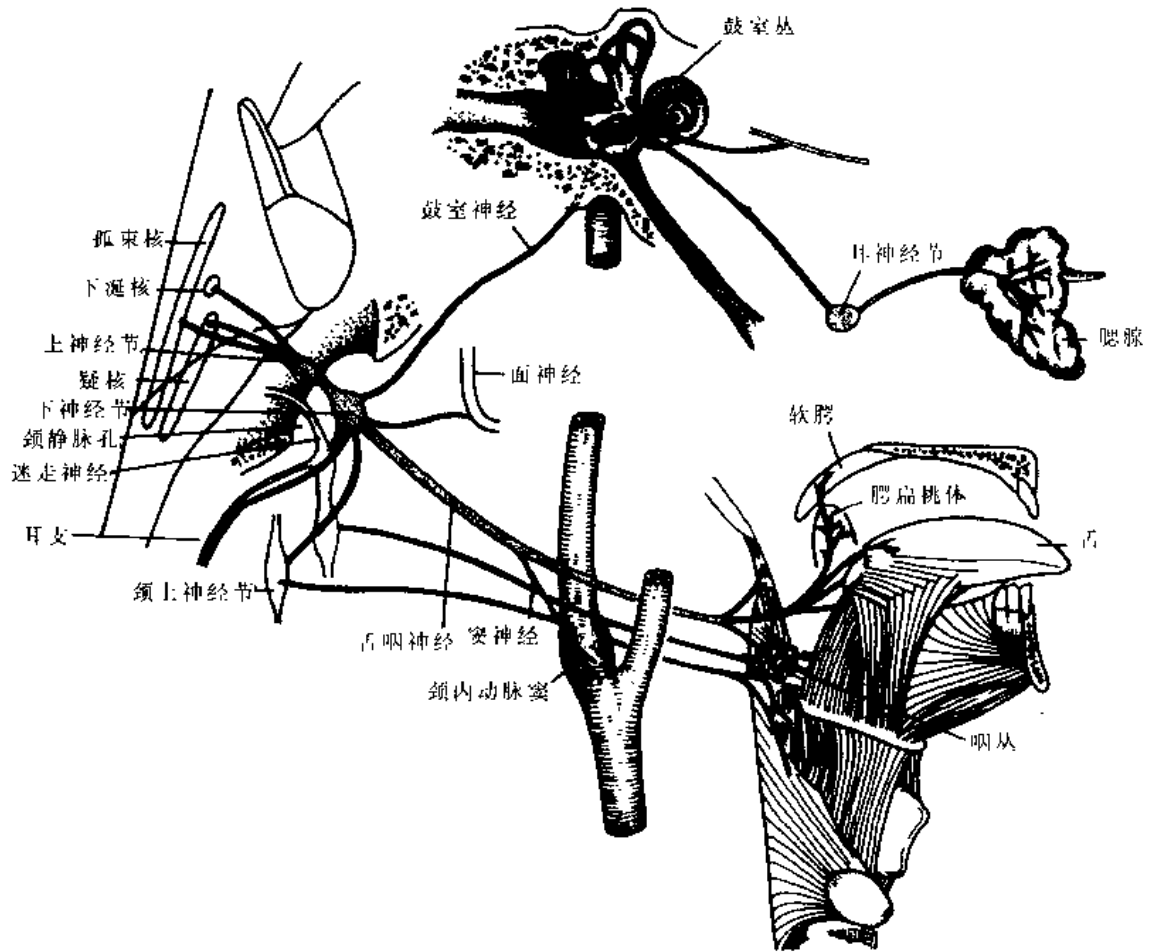


图5-318 舌咽神经的分支及其分布

舌支 lingual branches 有二支，分布于舌后三分之一的味蕾，司味觉及粘膜的一般感觉。有一支分布于轮廓乳头及界沟附近的舌粘膜；另一支分布于舌滤泡及会厌前面的粘膜。舌支与对侧的同名支及与三叉神经的舌神经相结合。

五、耳神经节

耳神经节 otic ganglion 为扁卵圆形的小体(图5-319)，前后直径约为3mm。位于颞下窝的深部，直接在卵圆孔的下侧，夹在外侧为下颌神经与内侧为腭帆张肌之间，即在下颌神经与三叉神经运动根结合之处或邻近；节的后侧为脑膜中动脉。

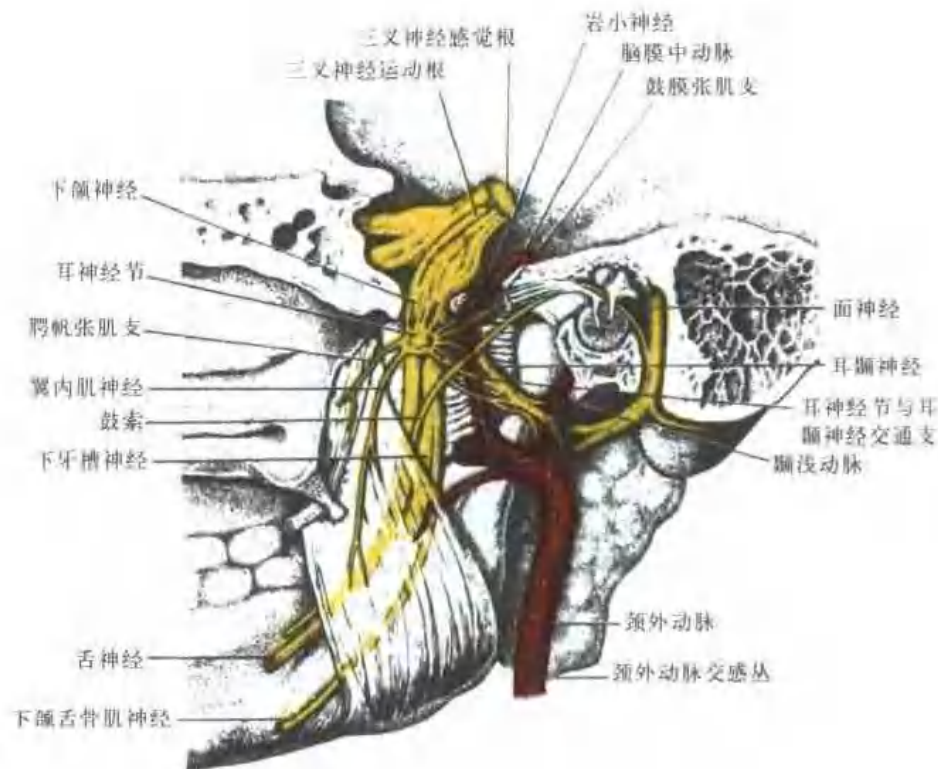


图5-319 下颌神经的分支及其相连结的耳神经节

此神经节由多极性神经节细胞组成，属于副交感神经系周围神经节之一。

(一) 耳神经节的根

耳神经节(图5-320)以2~3短支，与至翼内肌的神经连接。岩小神经自神经节的后上侧进入。来自中间神经的纤维也加入岩小神经至节内。面神经纤维，经鼓索及其与耳神经节的交通支入节内，穿经此节进入蝶内小神经 *nervulus sphenoidalis internus*。与三叉神经节之间有蝶外小神经 *nervulus sphenoidalis externus* 相联系。此外，有交感神经的纤维自脑膜中动脉神经丛至耳神经节。

蝶内小神经：为自耳神经节连接翼管神经而至于翼腭神经节的小支。在这支神经内含有至腭帆提肌的运动纤维。这种纤维来自面神经，根据临床的研究认为经下列径路：面神经→鼓索→耳神经节→蝶内小神经→岩大神经→翼管神经→翼腭神经节→腭小神经→腭帆提肌。(一般认为腭帆提肌的运动神经支配。为经迷走神经及其分支来的副神经纤维。)

蝶外小神经：功能不清楚。

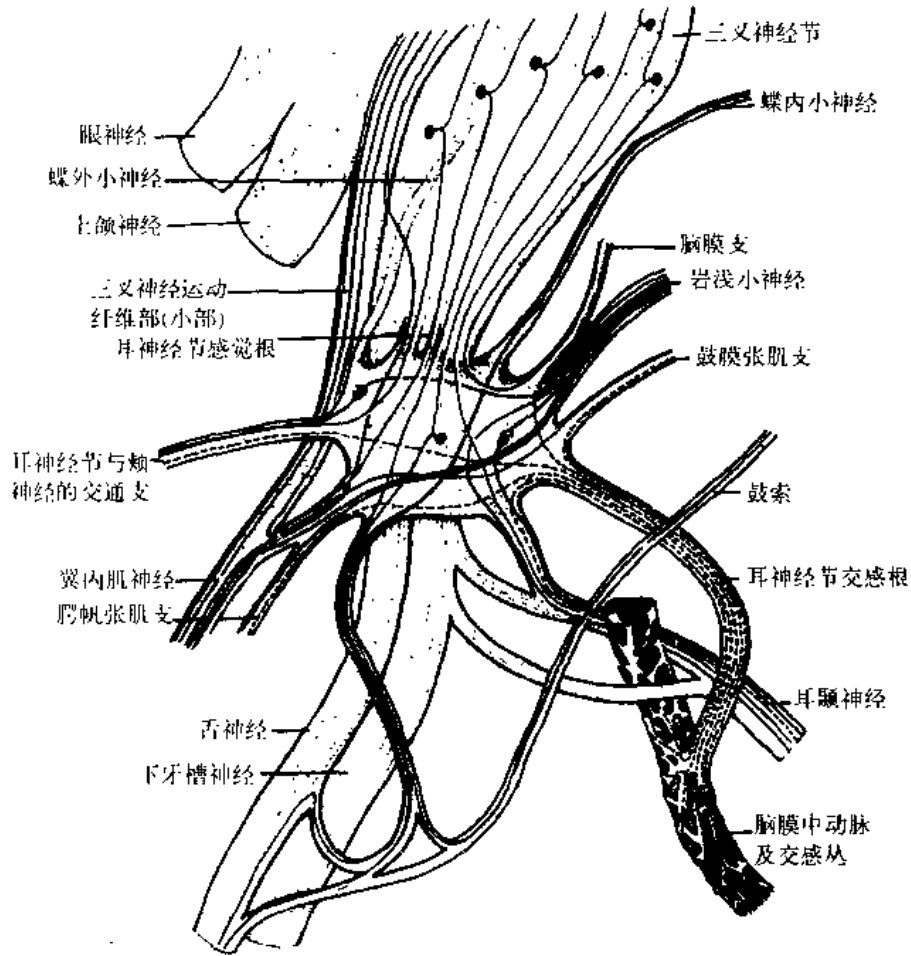


图5-320 耳神经节的根及分支

黑实线为副交感神经纤维；黑虚线为交感神经纤维；红线为躯体运动纤维；蓝线为感觉纤维

一般认为耳神经节的根，有以下三种：

1. 自翼内肌神经来的纤维，乃至腭帆张肌及鼓膜张肌的运动纤维，其内可能有感觉纤维，此种纤维只通过耳神经节，直接分布于该肌。
2. 副交感根来自岩小神经，此种纤维在耳神经节内交换神经元。
3. 交感根来自脑膜中动脉神经丛，只通过神经节，不交换神经元。

(二) 耳神经节的分支

1. 鼓索交通支 communicating branch with chorda tympani.
2. 脑膜支交通支 communicating branch with meningeal branch
3. 腭帆张肌神经 nerve to tensor veli palatini
4. 鼓膜张肌神经 nerve to tensor tympani
5. 与颊神经的交通支。
6. 翼内肌神经交通支 communicating branch with medial pterygoid nerve
7. 耳颞神经交通支 communicating branch with auriculotemporal nerve

其中至耳颞神经的交通支，为支配腮腺的纤维。此种纤维起于下泌涎核，经鼓室神经、鼓室神经丛及岩小神经至耳神经节；另有一种纤维来自中间神经，自面神经膝处发支与岩小神经结合，至耳神经节。耳神经节的节后纤维随耳颞神经分布于腮腺。

六、舌咽神经痛

舌咽神经在其中枢或外周都可受到损害，因为舌咽神经与迷走、副及舌下神经在延髓起始部位及外周行程中相互邻接，关系非常密切；所以当舌咽神经受损时，可同时损害迷走、副及舌下神经。舌咽神经受损症状出现时，也可伴有邻近神经的受损症状。

在延髓内部有病变，损及舌咽神经核时，一般仅有感觉丧失与茎突咽肌的麻痹，而无疼痛。当有外周疾病如鼻咽肿瘤、扁桃体肿瘤、咽鼓管肿瘤或淋巴结肿大等，压迫损害舌咽神经时，可发生继发的持续疼痛，但也可促发剧烈的阵痛。因常伴有邻近脑神经的损害，故不仅吞咽疼痛，并发生食物反窜鼻腔或误入气管等现象，发音也常嘶哑。舌咽神经分布区内检查有感觉减退或消失。

另一种舌咽神经痛，是疼痛剧烈，阵发如闪电，时间短促。但在阵痛之间有明确的无痛间歇。疼痛发作常可因吞咽或伸舌引起，开始时在咽的侧面，并向耳及颈外侧面放射，但疼痛仅在一侧，不向对侧发展。因剧痛以致面肌痉挛，以手护耳，症状类似三叉神经痛。这种舌咽神经痛是原发性的，客观检查无感觉障碍，也无舌咽神经与邻近神经的麻痹症状。故除疼痛外，吞咽运动正常，无反窜鼻腔或误咽入气管的症状。

原发性舌咽神经痛要与三叉神经痛鉴别。确定疼痛的诱发区是非常重要的，三叉神经疼痛诱发区在三叉神经分布区内，而舌咽神经的疼痛诱发区在扁桃体与咽腔。在舌咽神经疼痛区域，用可卡因麻醉可抑制原发性舌咽神经痛，与三叉神经痛作鉴别诊断。并且与舌咽损害的继发性疼痛也可鉴别，因继发性舌咽神经痛，用可卡因麻醉无效。

原发性舌咽神经痛，如作舌咽神经切断术，可以根绝疼痛。如疼痛主要在咽部，手术可在颈部进行；但当疼痛部位在耳深部时（鼓室神经痛），则手术须在颅内颅后窝进行。有少数病例因茎突过长，刺激神经而发病，截除茎突，即获痊愈。

第十节 迷走神经

迷走神经vagus-nerve(X)在进化过程中，是由第四以下诸鳃神经所合成。其分布范围较其他脑神经更广；左侧迷走神经的分布比右侧者则尤为广泛。此神经包括一般内脏传入、一般躯体传入、特殊内脏传出及特殊内脏传入诸种纤维。其内脏传入纤维起于下神经节内的假单极神经节细胞，其中一般内脏传入神经元的周围突分布于心脏、主动脉弓、呼吸器及消化器的粘膜，主要终止于一般内脏的感受器；中枢突入脑终止于孤束核。而特殊内脏传入神经元(味觉)的周围突，分布于会厌及腭的味蕾；中枢突亦止于孤束核。一般躯体传入纤维，起于上神经节内的细胞，其周围突为迷走神经的耳支，分布于外耳道的皮肤；中枢突止于三叉神经脊束核。一般内脏传出纤维，属于自主神经系的副交感纤维，起于迷走神经背核，由此发出的纤维，止于心脏、呼吸器、消化器的壁内神经节，并在此交换神经元；其节后纤维分布于心肌、平滑肌及腺体。特殊内脏传出纤维，起于疑核，支配由第4、5鳃弓肌发展来的喉及咽部的横纹肌。

迷走神经以8~10条根丝，出现于延髓橄榄体背侧与灰小结节之间的纵沟内(橄榄后沟)，在舌咽神经根下侧与之排成一行。神经根穿软脑膜，合成一条扁干，穿蛛网膜及硬脑膜，与副神经同包于一脑膜鞘内。然后穿颈静脉孔中部，出颅腔达颈部，在孔内，舌咽神经位于迷走神经前侧，两者之间以纤维组织分隔开(有25%的颅骨，此隔可变成骨性隔)。

国人资料：迷走神经由5~16个根丝组成，以8~13个根丝出现较多(84.62%)，两侧对称者占11.54%。迷走神经干以单干型最多见占96.16%，偶见双干型占3.84%(马兆龙等，1984)。

迷走神经干在颈静脉孔内有一小球状膨大，叫上神经节(颈静脉神经节)；出孔后，又有一卵圆形膨大，叫下神经节(结状神经节)；在此节的上侧，有副神经起自疑核的纤维(脑部纤维)合于迷走神经。迷走神经干在颈部下降，初位于舌咽神经之后，副神经及颈内静脉的前方，颈上神经节的前外侧；在迷走神经的后侧与头长肌之间，仅隔以椎前筋膜。继续下降，与颈内动静脉共包于同一筋膜鞘内(颈动脉鞘)；于此迷走神经位于颈内动静脉的后方。二者在鞘内彼此以结缔组织分隔。至颈下部(甲状软骨上缘以下)迷走神经在鞘内的位置关系依然，只是颈总动脉更替了颈内动脉。经颈根部向下至胸腔和腹腔内，左右迷走神经则各有其不同的毗邻关系，分述如下：

右迷走神经：在颈根部，自右锁骨下动静脉之间经过(跨过锁骨下动脉第一段)，入胸腔，沿气管右侧下降，经右头臂静脉及上腔静脉后内侧，在奇静脉的内侧，经右肺根的后侧。于此迷走神经分成多数小支，与自右第2~4胸神经节而来的肺支结合，形成右肺后丛。由此丛的下部，发出2~3支下降至食管后侧，并与左迷走神经的分支结合，形成食管后丛。于胸下部此丛的纤维再集合，形成迷走神经后干，沿食管的后侧穿食管裂孔入腹腔。此干分出较小的胃支及较大的腹腔支，分布于幽门管以外的胃的后下面以及主要参加腹腔丛。

左侧迷走神经：在颈根部，于左颈总动脉与左锁骨下动脉之间下降，经胸导管前面，左头臂静脉后侧，入胸腔。在主动脉弓上缘处，有左膈神经在它的前面交叉越过，下降经过主动脉弓前面，左最上肋间静脉后侧，达左肺根后侧，分为多支，与左第2~4胸神经节的分支结合，构成左肺后丛。自此丛发出两支至食管前面，并与右肺后丛来的食管支结合，形成食管前丛。此丛在胸下部，再合成迷走神经前干，于食管前面穿膈入腹腔，分布于胃的前壁及肝。

由于前后两食管丛的各支相互结合，至食管下部又重行集合成干；所以，迷走神经前后干内的纤维，均来自左右迷走神经。

上神经节 superior ganglion 或颈静脉神经节：作小珠状，位于颈静脉孔内，直径约4mm。

下神经节 inferior ganglion 或结状神经节：位于第一、二颈椎横突的前侧，呈扁平卵圆形，约长17mm，宽4mm。神经节内有假单极性神经节细胞及多极性神经节细胞。

迷走神经的分支及交通支(图5-321)。

一、迷走神经头部发出的分支

为迷走神经自延髓至结状神经节上端之间发出的分支及交通支，有下列5条：

(一) 脑膜支

脑膜支 meningeal branch 起于颈静脉神经节，穿颈静脉孔入颅腔，分布于颅后窝的硬脑膜、横窦及枕窦。

(二) 耳支

耳支 auricular branch 起于颈静脉神经节，与舌咽神经岩神经节所发出的同名支相结合。穿颈静脉窝外侧壁的乳突小管，入颞骨岩部骨质内。约距茎乳孔4mm处，此管与面神经管成直

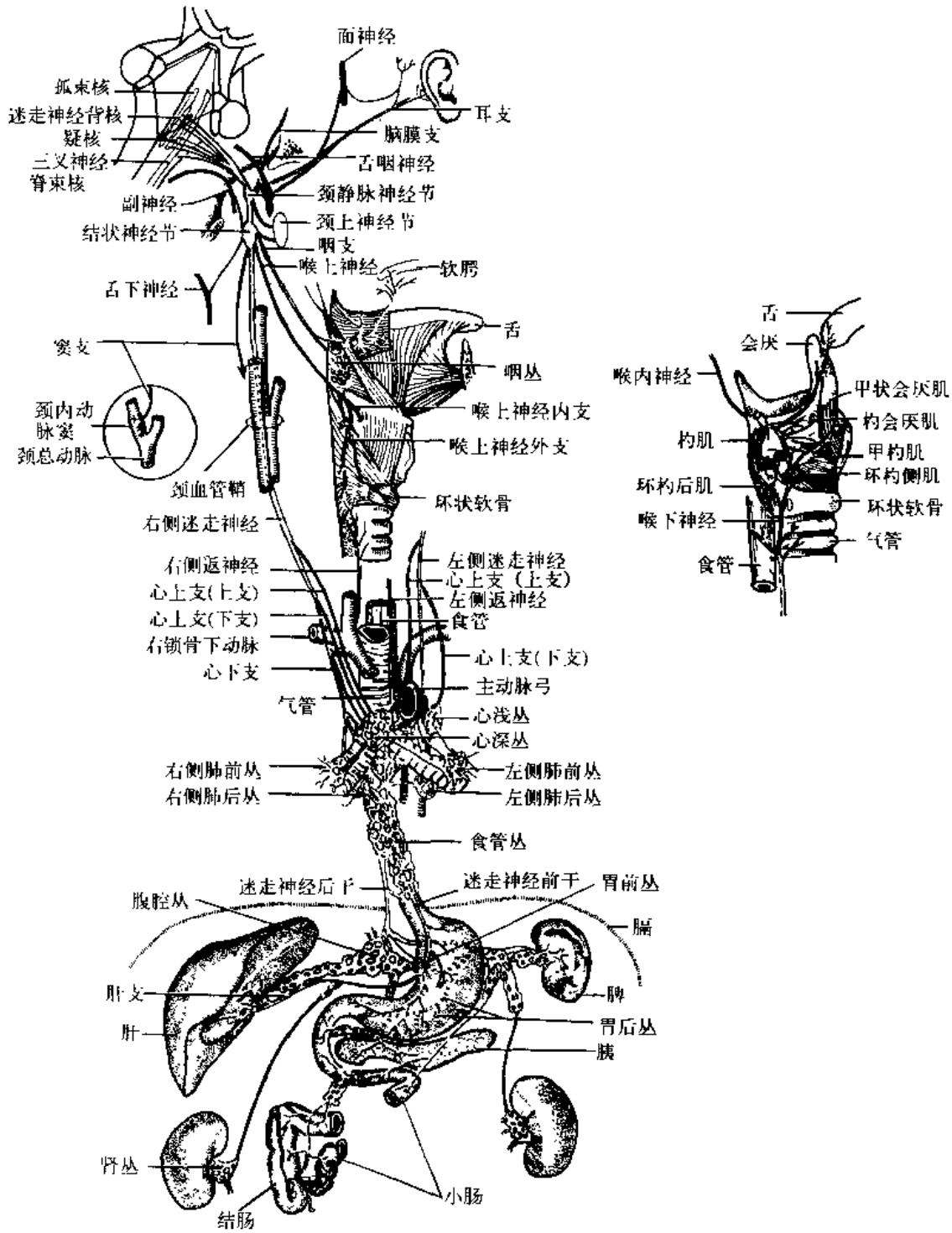


图5-321 迷走神经的分支及其分布

角相交；在此，耳支与面神经间有细交通支。耳支可随面神经出茎乳孔，或出鼓乳裂。至耳后分为两支；一支与面神经的耳后神经结合；另一支分布于外耳道后壁、下壁及耳廓背侧的皮肤。此外，更有小支分布于外耳道骨性部及鼓膜外侧面的下部。因此，外耳道受刺激时，可引起咳嗽或呕吐。

(三) 交通支

1. 舌咽神经交通支 communicating branch with glossopharyngeal nerve 位置不定,有时在颅底下侧,自迷走神经发一支,连于舌咽神经干。另有1~2细支连于此二神经的神经节间;其中一支起于上神经节(颈静脉神经节),另一支出于耳支,都与舌咽神经的下神经节(岩神经节)相连,这种交通支有时可能缺如。

2. 与颈上神经节的上交通支 在颈静脉神经节与颈上神经节之间。

3. 与副神经的交通支 副神经的内支,在迷走神经的上神经节和下神经节之间,与迷走神经干合并;其纤维经过下神经节的表面,在该神经节的下端与迷走神经纤维混杂;可随迷走神经延伸入其咽支、心支及喉返神经。在喉返神经内亦有副神经的纤维,对此曾有不少报导,但在临床上尚未得到证实。此外,迷走神经的细支亦有至副神经外支者。

二、迷走神经颈部发出的分支

自下神经节到返神经发出部之间的一段,其分支及交通支如下:

(一) 交通支

1. 与颈上神经节的下交通支 在下神经节与颈上神经节之间。

2. 与舌下神经的交通支 当舌下神经在下神经节下侧绕过时,其间有2~3细支相接。

3. 有时自第一、二颈神经祥发一小支至下神经节。

(二) 咽支 pharyngeal branch

咽支有2~3支,自下神经节发出。其纤维主要来自副神经的脑根。咽支经过颈内、外动脉之间时,与舌咽神经的咽支结合。然后至咽后部,在咽中缩肌上缘处,又与颈上神经节的分支相结合,并有喉上神经外支的细支参加,形成咽丛 pharyngeal plexus。自此丛发出的分支,主要为特殊内脏传出纤维,至咽缩肌、腭帆提肌、腭垂肌、腭舌肌及腭咽肌,亦有感觉纤维至咽的粘膜。

自咽丛发一支至舌下神经,当舌下神经绕过枕动脉时与之结合,称此为迷走神经舌支。

(三) 颈动脉支

颈动脉支起于下神经节,经咽支或喉上神经,分布于颈动脉小球及颈动脉窦。

(四) 喉上神经 superior laryngeal nerve

喉上神经起于下神经节,斜向下内侧,初在颈内及颈外动脉的后侧,继而至其内侧。分为较大的内支及较小的外支。在其分歧部的近侧以细支与交感神经干及咽丛连接。

1. 内支 internal branch 即喉内神经 internal laryngeal nerve 与喉上动脉伴行,经甲状软骨上缘与舌骨大角之间,甲状舌骨肌的深侧,穿甲状舌骨膜入喉内。然后经梨状隐窝的粘膜下,向内下方行,在经过中有以下分支:

(1) 会厌支:分布于会厌软骨的粘膜及舌根的小部分。

(2) 咽支 pharyngeal branches:分布于咽腔喉咽部前壁的粘膜。

(3) 喉支 laryngeal branches:分布于喉的粘膜至声门裂。

(4) 喉下神经交通支 communicating branch with inferior laryngeal nerve

2. 外支 external branch 即喉外神经 external laryngeal nerve 被胸骨甲状肌覆盖,与甲状腺上动脉伴行。在咽下缩肌的表面,沿甲状软骨后缘下降,达其下缘。此支大部分纤维终于环甲肌,小部分穿环甲中韧带,分布于喉的粘膜。有时分出心支,与交感神经的心支结合。亦有

分支与咽丛相交通，并接受颈上神经节的交通支，其终支有至咽下缩肌者。

(五) 颈上心支

颈上心支 superior cervical cardiac branches 亦称心上支有上、下两支：

1. 上支 起于迷走神经的颈上部。有时与交感神经的心支结合，或单独下降。至锁骨下动脉的后方，沿气管侧壁入胸腔，加入心深丛。

2. 下支 于第一肋上方，发自迷走神经干。右侧者，沿头臂干外侧壁下降。或经其前侧，入心深丛。左侧者，于主动脉弓前侧下降，并与左颈上神经节的心上神经结合，形成心浅丛。

主动脉神经 *n. aorticus*：或称减压神经，多数哺乳动物都有此神经，分布于主动脉弓的壁内，为感受主动脉血压变化的感觉神经；即当血压上升时，则通过反射作用，使血压下降，脉搏减慢。人类及狗的这种纤维，多在迷走神经鞘内；但在狗的，常以独立的束状，经迷走神经心脏支，至其终末分布，不难辨识。

(六) 喉返神经

左右喉返神经 recurrent laryngeal nerve 的起始和经过各有不同。右侧喉返神经于颈根部，在右锁骨下动脉的前侧，自右迷走神经发出，并绕经该动脉的下侧到其后面，继向内上方经颈总动脉的后面，斜行到气管与食管间的沟内上升。喉返神经在甲状腺侧叶下端的后侧，与甲状腺下动脉有复杂的交叉关系；神经可能在该动脉的前侧或后侧，亦可穿经其分支之间。继而经甲状腺侧叶的内侧，在甲状腺外侧韧带的外侧或内侧，或穿过韧带。在接近环状软骨的水平高处，喉返神经的末梢支，于环甲关节的后侧穿入喉内，改称喉下神经 inferior laryngeal nerve。

左侧喉返神经是当左迷走神经越过主动脉弓前面时，自左迷走神经干发出。经动脉韧带的外侧，绕过主动脉弓的凹侧上升，斜过左颈总动脉后侧，达气管与食管间的沟内，其后的经过，则与右侧者同。

左侧喉返神经的起始部较右侧者低，当左迷走神经入胸腔后才发出。但是在胚胎早期，左右喉返神经的起点却在同一高处，且成横位经过，即自迷走神经发出后，以水平方向到达其分布区域。后来，因心脏下降及鳃弓动脉系的变化，才引起左右喉返神经起始部高低不同和经过的差异。左右喉返神经在胚胎早期，均在第六鳃弓动脉下侧经过。后来右侧第五、六鳃弓动脉消失，第四鳃弓动脉演化为右锁骨下动脉，所以右喉返神经形成绕右锁骨下动脉上升。左第六鳃弓动脉发育为动脉导管，生后动脉导管闭塞，成为动脉韧带。第五鳃弓动脉消失，第四鳃弓动脉演变为主动脉弓。所以左喉返神经保持绕主动脉弓上升的位置。

喉返神经在其经过中，所发分支如下：

1. 颈下心支 inferior cervical cardiac branches 又称心下支。右侧的心下支，一部分纤维起于喉返神经，另一部分起于迷走神经干。左侧一般全起于喉返神经。这些心下支都加入心深丛。
2. 气管支 tracheal branches 分布于气管的粘膜及肌。
3. 食管支 esophageal branches 分布食管的粘膜及肌层。
4. 咽支 pharyngeal branches 分布于咽下缩肌及咽的粘膜。
5. 与颈下神经节的交通支。
6. 喉下神经 为喉返神经穿入喉内的末梢支。此神经进入喉内，一般分二支，但也可分为更多支。喉下神经常在未入喉之前，即在喉外已分支，然后穿入喉内；这种情况，在外科甲状腺切除手术时应予注意，以免损伤喉下神经。有人报导曾见过喉下神经在喉外即已分成2~5支，又有人报导见过分成6支的。喉下神经在喉外区分叉的位置，可在甲状腺以下，在甲状腺

中部以下或在甲状腺中部以上。

喉下神经的前支，分布于环杓侧肌、甲杓肌、声带肌、杓会厌肌及甲会厌肌。后支分布于环杓后肌、杓横肌、杓斜肌。并发细支分布于声带尾侧部的粘膜。此外，又有分支与喉上神经的内支交通。

喉返神经与甲状腺下动脉的复杂关系，在手术分离或结扎甲状腺下动脉时，应特别注意。如损伤喉返神经，或误与动脉共同被结扎时，则引起手术后声音嘶哑。有些人对此曾作过检查，但所得结果并不一致。现将国人调查结果总结如下表：

喉返神经与甲状腺下动脉之关系

调查总例数	神经在动脉前	神经在动脉后	神经与动脉交织	神经与动脉未交叉
824	157	311	335	18
百分率	19.05%	88.11%	40.66%	2.18%

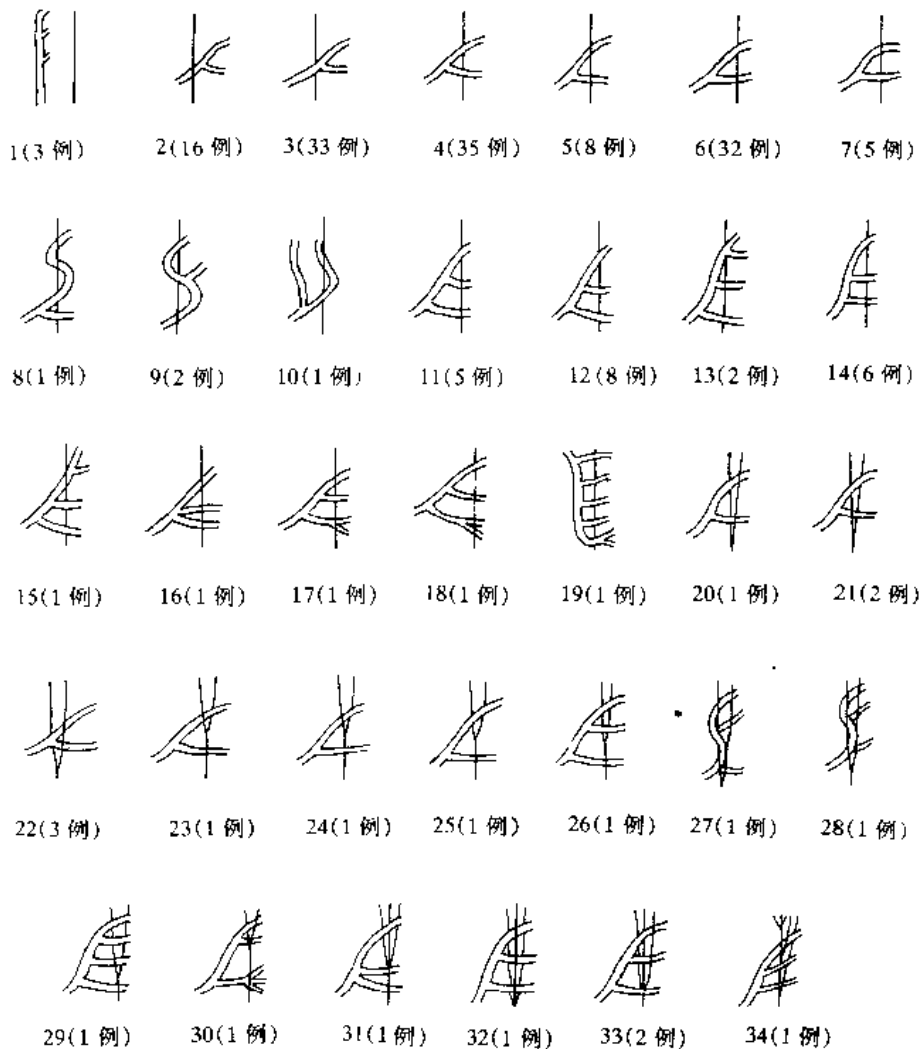


图5-322 181例喉返神经与甲状腺下动脉的关系，共检查得34种类型

神经在动脉前侧者(图号2、5、16、28)26例 神经在动脉后侧者(图号3、4、12、19)77例 神经与动脉相交者

(图号6、7、8、9、10、11、13、14、15、17、18、20、21、22、23、24、25、26、27、29、30、31、32、33、34)75例

神经未与动脉交叉者(图号1)3例

由上述调查统计的数字可见,神经在动脉的后侧及相互交织的例数(或百分率)相差不多。应该指出在这种复杂的神经血管关系中,如勉强提出一种常位关系,容易使外科医生形成一个恒定的印象,而忽略了神经与血管交织的实际复杂关系,对于手术时慎重行事来说,并没有积极意义。

喉返神经与甲状腺下动脉的关系非常复杂,就调查所见归纳34种类型(图5-322)。

由于甲状腺下动脉与喉返神经的关系复杂,所以在甲状腺切除手术中结扎动脉或用止血钳止血时,应特别注意避免损伤喉返神经。还有人提出特殊危险的例子,即神经被血管或筋膜固定在腺体上,并强调非完全暴露神经,就很难避免损伤。外科手术中为了避免损伤喉返神经,讨论囊内结扎动脉还是囊外结扎动脉较好。根据解剖的分析,认为喉返神经与腺体后侧之间有显著的筋膜层;神经与血管的交叉关系虽很复杂,但喉返神经的分支都向内侧或前后方向分出,其向外侧除有个别的交感神经交通支外,没有更多分支;所以喉返神经的外侧显然是相对安全侧,且有甲状腺筋膜层作标志;因而同意囊外结扎动脉可避免损伤喉返神经的主张。按胚胎而论,神经贯穿腺体实质是不存在的,如手术者能对特殊肿大的甲状腺,在切除时细心注意保留腺体后侧小部分,不伤及后侧的筋膜层,则可避免损伤神经,并可保护甲状旁腺。至于有人提出的用暴露喉返神经的方法避免损伤神经的问题,因喉返神经入喉的分支数目不定,分叉部位高低不一,血管与神经及筋膜的关系又复杂,剥离时还可带来不必要的损伤,因而不易彻底地剥离暴露,而且不暴露神经,也完全可以做到避免损伤神经,完成手术的要求。

三、迷走神经胸部发出的分支

自喉返神经发出部至食管裂孔之间的一段,其分支如下:

(一) 支气管前支

支气管前支 anterior bronchial branches 有2~3条,于肺根上缘附近发出。前进达支气管的前面,与交感神经的分支缠络,形成肺前丛 anterior pulmonary plexus。自此发细支,沿支气管及肺血管入肺内。

(二) 支气管后支

支气管后支 posterior bronchial branches 一般自迷走神经发出支气管前支的下侧分出,较支气管前支的支数较多而大。这些分支与自交感神经干的第二、三、四胸神经节而来的分支相结合,形成肺后丛 posterior pulmonal plexus。左右肺后丛的细支,在气管杈后侧互相结合。自肺后丛发出分支,沿支气管及肺动脉入肺内,形成气管周围及动脉周围丛。

(三) 食管支

食管支 esophageal branches 按发出部位可分上下两组:上组在支气管支上侧,自迷走神经干发出;下组自食管丛发出,分布于食管壁内。

左右迷走神经在气管杈与食管裂孔水平之间先形成迷走神经食管前、后丛,然后组成迷走神经前、后干。左迷走神经主要参与汇成前干,右迷走神经主要参与汇成后干。少数标本左右迷走神经只在膈下才有吻合。前、后干随食管穿膈的食管裂孔进入腹腔。

食管前、后丛的组成:左右迷走神经在气管杈以下分别发出前、后交通支,交织成食管前、后丛,一般可分四种类型:① I型为前交通支型,主要由右迷走神经发出前交通支与左迷走神经组成食管前丛(1.7%)。② II型为后交通支型,主要由左迷走神经发出后交通支与右

迷走神经组成食管后丛(21.7%)。③Ⅲ型为前、后交通支型,左右迷走神经分别发出交通支,在食管前、后组成丛(68.3%)。④Ⅳ型为无交通支型,左右迷走神经仅发出一些短支,互不交织成丛(8.3%)(沈时镛等,1986)。

颅侧边缘神经 cranial borderline nerve 或称 Harkins 支。为贲门平面以上2~3cm内,有由前干发出至膈以下食管和胃底的分支。该分支可能常有小动脉支伴行。据调查此种支的出现率有36.4%,一支者多见,少数可出现两支。它沿食管下段左侧面下行至食管和胃底交界处(15.7%),也有达前胃底者(或发小支至胃底)(31.4%);有的在食管下段左侧潜入肌层下行至食管胃底交界处,也可达前胃底(有的再发小支至后胃底)。有人认为在高选择性胃迷走神经切除术中,游离膈上食管下段的距离,至少应达贲门平面以上5cm长度,将该距离内的小支一切断,否则有遗漏切断颅侧边缘神经的危险。

膈食管裂孔处迷走神经干的分布:在膈食管裂孔上、下方的迷走神经前、后干,不全为单干,可分干(主干),副干和膈上支。凡在膈上由丛汇集而成者称为干;若由丛或干发出向下参与构成胃大神经、肝干或腹腔支者,则称为副干;若发出的分支单独至肝、腹腔丛或至胃的某一部位者,则称膈上支(如膈上肝支、膈上胃底支等)。迷走神经干的类型:①前干:单干型(46.6%),双干型(34.8%),三干型(1.7%),四干型(0.8%);②后干:单干型(78%),双干型(19.5%),三干型(1.7%),四干型(0.8%)。迷走神经前、后干、副干和膈上支在膈食管裂孔处的位置见图。

总合来看:前干及前副干位于食管正前及左前方者占92.1%,后干及后副干位于食管右或右后方者占93.1%。

(四) 心包支

心包支 pericardial branches 来自迷走神经干,或支气管支(肺丛)、或食管丛,分布于心包前、后面。

四、迷走神经腹部发出的分支

迷走神经的食管裂孔以下部分,在腹腔内的全部分支如下:

自食管丛以下,左右迷走神经的纤维混合,又重新合成较小的迷走神经前干及较大的迷走神经后干。穿过食管裂孔后,前干达胃前面,后干达胃后面,然后分为多数分支达于各器官;并与交感神经的纤维结合形成神经丛。

(一) 迷走神经前干

迷走神经前干 anterior vagal trunk 自食管前丛组成,至贲门及胃小弯成胃前丛 anterior gastric plexus,自此分出多数终支。

1. 肝支 hepatic branches 自胃前丛发出,入小网膜,加入肝丛;然后自肝丛发支入肝内。

肝支的数目:1支(50%),2支(36.24%),3支(10.09%),4支(2.29%),5支(0.92%),缺如(0.46%)。

肝支的起源:①起于迷走神经前干(88.14%),②迷走神经后干并与腹腔支共干(0.85%),③膈上食管丛(11.01%)。

2. 膈下食管前支 起自迷走神经前干或副干,也有与贲门支、胃底支或肝支共干者,分布至食管的腹段。

3. 胃前支 anterior gastric branches 分布于胃前上壁至幽门,与胃左、右动脉的交感丛结

合。

(1) 贲门前支 anterior cardiac branches: 分布至贲门部的分支。可单独起于前干, 也可与其它分支共干。

(2) 胃底前支 anterior gastric fundus branches: 分布至胃底前部。以共干形式发出多见, 亦有单独起于前干。可见1~4支。

(3) 胃前大神经 anterior large gastric nerve 或称胃小弯主要神经或胃主神经 principal gastric nerve: 前干发出肝支后向下沿胃小弯侧前进, 行于小网膜前、后二层之间, 并发出分支至胃体部, 其终支止于幽门窦。这终末支也有称胃窦神经。

胃前大神经出现率为99.55%。

胃前大神经类型: ①单支型(60.71%), ②双支型(35.71%), ③三支型(2.98%), ④缺如(0.90%)。

胃前大神经的位置: ①行于小网膜内者(88%), ②贴胃壁(8%), ③贴胃小弯(4%)。

胃前大神经的终末支, 一般称“鸦爪”型, 据调查认为呈此型者为数很少。其终末分支的数目有: 2支(28%), 3支(38%), 4支(22%), 5支(8%), 6支(2%), 7支(2%)。

(4) 胃体前支 anterior gastric body branches: 为分布于胃体前面近小弯区域。可见1~10支, 以3~5支多见。

胃体前支的起源: ①起于神经前干和胃前大神经(52%), ②起于胃前大神经(40%), ③起于前干和神经丛(8%)。也有报导胃体前支起于后干或胃后大神经。(卢范、雷晓寰, 1981)。

(5) 幽门支 pyloric branches: 分布至幽门附近。其起自前干或胃前大神经, 也有来自肝支者。

(二) 迷走神经后干

迷走神经后干 posterior vagal trunk 由食管后丛组成, 分布于胃小弯及胃后壁成胃后丛 posterior gastric plexus 自丛分出下列各支:

1. 腹腔支 celiac branches 是后干主要的恒定分支(出现率100%)。沿胃左动脉至腹腔丛; 自此丛发出的分支, 随各脏器的动脉及交感神经纤维分布于腹腔脏器; 如胃、肝、胰、脾、肾、小肠、大肠直至横结肠中部(接近左曲); 自此以下则由骶部副交感神经纤维支配。

分布于腹腔脏器的纤维, 除经腹腔丛再发支至各脏器者外, 也有不经腹腔丛, 直接自腹腔支发出至脏器的分支。

据调查腹腔支的数目: 1支(35.71%), 2支(36.9%), 3支(22.03%), 4支(2.38%), 5支(1.79%), 6支(1.19%)。

腹腔支的起源: 单支均为后干直接延续, 多支除由后干发出外, 还有来自膈上、肝支、前干及胃前大神经者。

2. 膈下食管后支可单独起自后干, 也有与胃底后支及贲门后支共干者, 分布于食管腹段。

3. 胃后支 posterior gastric branches 分布于胃的后下壁至幽门, 与胃左动脉交感丛的分支结合。

(1) 贲门后支 posterior cardiac branches: 自后干发出, 可以单支或与其它支共干, 分布至贲门部。

贲门后支数目: 1支(90%), 2支(12%), 4支(2%), 缺如(16%)。

(2) 胃后底支 posterior gastric fundus branches: 分布于胃底后部。可有0~4支, 以单支或共干形式发出。

胃底支是高选择性迷走神经切断术须完全切断的神经。认为在食管后面由后干发出的胃底后支, 且有的可在膈上2cm内或自膈食管裂孔处发出, 此神经位置隐蔽, 可造成手术切除神经时被遗漏, 称之为“罪恶支”(criminal ramus)。胃底后支自膈上发出者很少, 大多数在食管裂孔以下, 甚至在贲门切迹平面以下发出。所以手术时不仅要注意膈上食管后面由后干发出的胃底后支, 更应注意膈下发出的这种分支, 甚至有自前干发出的神经分支, 绕贲门切迹而至胃底后部(16.1%)。

(3) 胃后大神经 posterior large gastric nerve: 自后干发出, 沿胃小弯后缘而行, 发分支分布于胃体部后面, 其终支可达幽门窦后面。

胃后大神经类型: ①单支型(75.6%), ②双支型(19.64%), ③三支型(2.38%), ④缺如(2.38%)。

胃后大神经出现率为98.77%。胃后大神经终末支出现率为94.0%。

胃后大神经的终末支, 也呈“鸦爪”分布。其终末分支数目: 2支(27.66%), 3支(40.43%), 4支(21.28%), 5支(8.51%), 6支(2.13%)。

(4) 胃体后支 posterior gastric body branches: 分布于胃体后壁。可有1~11支, 而3~5支多见。

胃体后支的起源: ①起于后干和胃后大神经(20%), ②起于胃后大神经(66%), ③起于后干和神经丛(10%), ④缺如者(4%)。(卢范, 雷晓寰, 1981)。

胃的神经支配有交感神经及迷走神经(副交感神经), 前者抑制胃的运动并减少胃液分泌, 后者则促进胃的运动及增加胃液的分泌。临床切断胃两侧迷走神经后, 观察溃疡病患者的胃液分泌可减少, 胃酸降低, 得以安全有效治疗溃疡病。曾用的切断手术有三种: ①迷走神经干切断术(全腹迷走神经切除术), 在贲门上方膈下切断迷走神经前干及后干, 此种术式现已不用, 因术后胃排空缓慢, 肝、胰分泌也明显减少, 造成消化不良和腹泻。②选择性迷走神经切断术(胃迷走神经切除术), 在贲门下方, 肝支和腹腔支分出后, 切断胃的迷走神经分支, 这样可避免腹泻, 但仍有胃排空障碍, 导致胃潴留和胃膨胀。③高选择性迷走神经切断术(壁细胞迷走神经切除术)。临床认为胃酸分泌过多是形成溃疡病的主要原因, 胃酸是胃腺中的壁细胞分泌, 壁细胞大量存在胃底和胃体部。所以高选择性迷走神经切断术, 只切断“鸦爪”支以上(相当胃角切迹以上)胃前、后大神经发出分布至胃壁的胃前、后体支和胃前、后底支。而保留肝支、腹腔支, 胃前、后大神经及其终末支(鸦爪支)。术后可使胃酸分泌大量减少, 而且免除胃排空缓慢的缺点, 达到溃疡治愈的目的。

第十一节 副神经

副神经 accessory nerve(XI)是在进化过程中, 自迷走神经分出, 而成为独立的一支。它由两种神经根而成: 即脑根及脊髓根。其中包括一般内脏传出及特殊内脏传出两种纤维, 故为运动性神经。一般内脏传出纤维, 起于迷走神经背核, 经延髓根(内支), 与迷走神经合并, 随迷走神经分布于胸腹部脏器的平滑肌及腺体。特殊内脏传出纤维可分二种: 一种起于疑核, 也经延髓根, 合并于迷走神经, 分布于咽喉的横纹肌。另一种起于脊髓上位5~6个颈节的灰质前角外侧部(副神经脊核), 经脊髓根, 出颅外, 分布于斜方肌及胸锁乳突肌。

副神经内来自斜方肌及胸锁乳突肌的自体感觉纤维，一般认为主要是经副神经与颈神经交通支传入。但由于散在的假单极细胞存在于人类及多数哺乳动物的副神经颅内部，所以此神经也可能含有某些传入纤维。

现将副神经的二根，分述如下：

一、脑 根

脑根 cranial roots 又称迷走部 vagal part 或延髓根，即经内支 internal branch 来的纤维，为两根中较细小的一根。其神经纤维主要起自疑核下部，即在该核迷走神经纤维起始部的尾侧。由此发出的副神经纤维，穿过延髓网状结构，至延髓橄榄体背侧与灰小结节之间的纵沟内，以4~5条根丝，于迷走神经根的尾侧出脑。穿过软脑膜后合成一支，向外侧经颅后窝，继入迷走神经和副神经共有的硬脑膜鞘内，在此延髓根与脊髓根合成一短干，穿颈静脉孔出颅腔。自延髓根的纤维分出一支或较多的细支，至迷走神经颈静脉神经节(上神经节)。继后延髓根与脊髓根又重新分开。延髓根形成内支，直接并于迷走神经干或结状神经节(下神经节)。其纤维则加入迷走神经的咽及喉支，一部份分布于咽缩肌；另一部份随迷走神经咽支，分布于腭舌肌、腭咽肌、腭垂肌及腭帆提肌。此外，副神经的纤维亦可加入迷走神经的心支中。

二、脊 髓 根

脊髓根 spinal roots 又称脊髓部 spinal part 即外支 external branch，其纤维起始于脊髓第5~6颈节以上的脊髓前角外侧部细胞(达脊髓第7颈节的很少)，向后外方行，经侧索，在脊髓齿状韧带与后根间的一条斜线上穿出(图5-323)。有6~7条根丝，下部纤维直接在齿状韧带后侧；上部纤维接近第一、二颈神经后根，有时与后根共同穿出。脊髓根的纤维出脊髓后，经根丝合成一条上升干。于椎动脉后侧穿枕骨大孔，入颅后窝，转向外侧与延髓根合成一短干(或与延髓根以1~2小支相联结)，并与迷走神经伴行，穿颈静脉孔出颅后，再与延髓根分离，而成外支。此支被胸锁乳突肌及二腹肌后腹遮蔽，向后下方斜降，绕颈内静脉前外侧，经枕动脉前侧(或后侧)穿入胸锁乳突肌上部，分布于该肌。在肌实质内，并与第二颈神经的分支结合。然后至甲状软骨上缘稍上方，约当胸锁乳突肌的后缘中点处穿出，继续斜向后下方，经过颈后三角，于此跨过肩胛提肌的表面，副神经与该肌间仅隔以椎前筋膜。于此三角内，副神经位置较浅表，与颈浅淋巴结相邻接，在临床摘除该部分颈淋巴结时，应注意勿损伤此神经。于此三角内并接受第三、四颈神经的交通支。继后副神经于斜方肌前缘(中下1/3交点处)达于该肌深侧，与第三、四颈神经的分支共同形成神经丛，自此丛发分支，分布于斜方肌。

一般认为，副神经脊髓根是胸锁乳突肌唯一的运动纤维，而第二、三颈神经则传导该肌的自体感觉。关于斜方肌，有的人认为第三、四颈神经是单纯传导该肌的自体感觉，副神经脊髓根支配其运动。但又有人认为第三、四颈神经内也有运动纤维，至该肌的下部。

有人作过副神经的形态学调查，认为延髓根可分五型：A型由1条根丝组成者(51.47%)；B型由2条根丝合成1根者(32.35%)；C型由3条根丝合成1根者(13.97%)；D型由4条根丝合成1根者(1.47%)；E型由5条根丝合成1根者(0.74%)。脊髓根：最下根起始于C₃平而最多

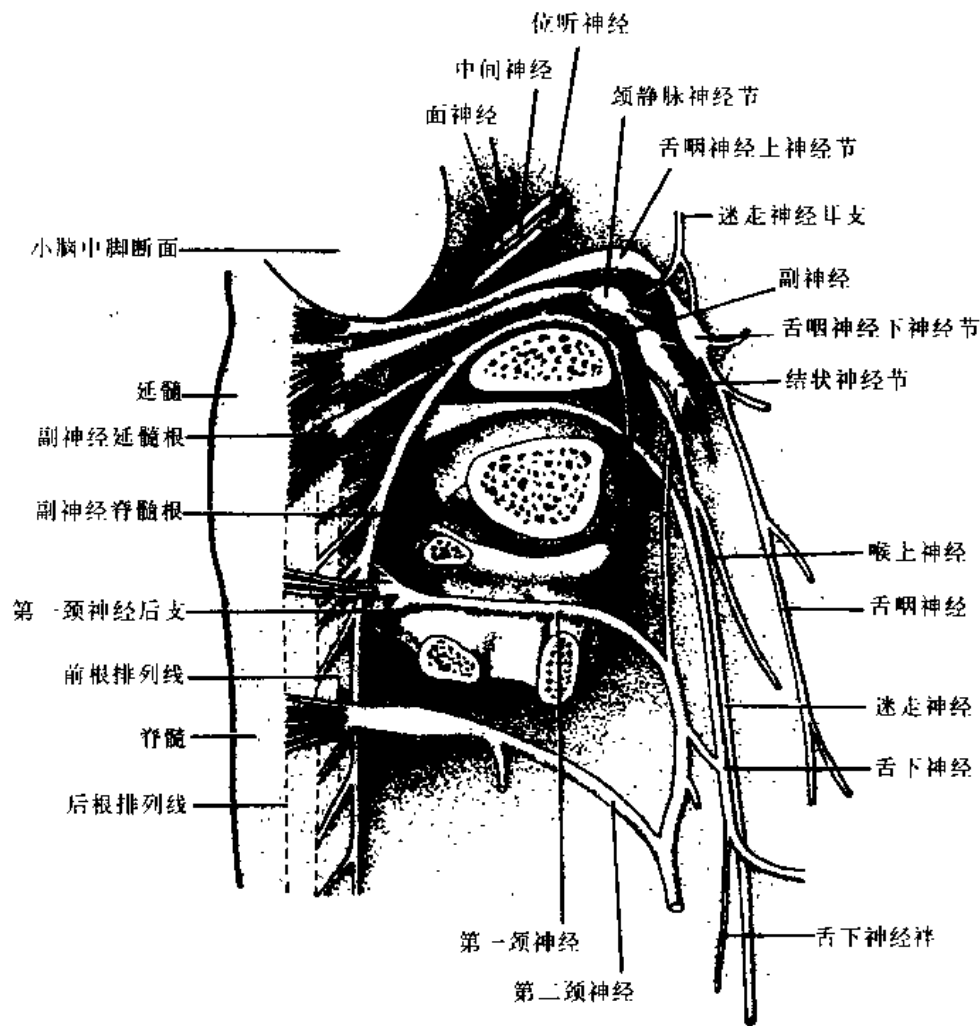


图5-323 矢状切去寰椎横突及切开舌下神经管，图示Ⅴ、Ⅹ、Ⅺ、Ⅻ脑神经起始部分(50%)，C₅者最少(5%)，未发现从C₆以下发出者。其根数，以6~7根者最多，9根者最少。脊髓根的上位纤维，大部分支配胸锁乳突肌，下位根纤维大部分支配斜方肌，中间位根纤维相互交错并分支支配两肌。

副神经的脊髓根与颈神经后根有吻合：与C₁吻合(49.72%)，C₂(69.49%)，C₃(27.50%)，C₄(14.72%)，C₅(3.33%)，C₆(0.56%)。

副神经脊髓根具有神经节，出现率为43.02%。副神经节的数目：1个(87.01%)，2个(12.34%)，3个(0.65%)。副神经节的类型：1型为独立的神经节(69.92%)，2型与C₁神经节融合(27.64%)，3型与C₂神经节融合(2.44%)。

副神经损伤可能发生在中枢部位，如脊髓灰质炎病变可波及副神经核(核性瘫)。

副神经与迷走及舌咽神经同穿颈静脉孔出颅，所以当颅底骨折波及该孔时，可损伤副神经，并常同时伤及迷走及舌咽神经。

对于中枢刺激引起的痉挛性斜颈，常应用切断副神经根及颈1~3神经前根的方法。有人主张第一颈神经与副神经间可能存在的交通支必须切断。

副神经可能因患颈部淋巴结炎、结核性淋巴结肿大、肿瘤等疾病而受损伤，如儿童可发生急性斜颈。经过适当病因治疗，可很快恢复。

第十二节 舌下神经

舌下神经 hypoglossal nerve (XII) 原为典型的脊神经, 后来后根退化, 遂成为一躯体运动性的脑神经, 支配全部舌肌(腭舌肌除外)。低等脊椎动物(鱼类、两栖类)的舌肌由脊神经支配。后来在进化过程中, 才由几个脊神经(枕脊神经 n_n , occipito-spinales) 合并为舌下神经。此神经自羊膜动物(因其颅腔向后扩展)才开始出现在颅内。舌下神经纤维起于舌下神经核, 此核乃是脊髓灰质前内侧细胞柱向上的连续, 与第 III、IV、VI 对脑神经核同列于躯体运动性核柱上。舌下神经核呈狭长形, 长约 2cm, 位于锥体交叉与髓纹之间。上部位于舌下神经三角深部。自核发出的根纤维, 在延髓内向腹外侧行, 于锥体和橄榄体之间的沟内(前外侧沟)出脑外, 大约有 10~15 条根丝, 穿软脑膜, 经椎动脉后侧, 向外侧行。所有根丝先合成两束, 入舌下神经管; 两束分别穿蛛网膜及硬脑膜, 故各束具有单独的脑膜鞘。经舌下神经管时两束才合并成一下。舌下神经自颅底穿出后, 位于迷走神经, 副神经及颈内静脉的内侧。当其下降至颈部时, 逐渐绕过迷走神经的后侧和外侧, 继续经颈内动静脉之间下降。在下颌角处, 神经呈弓状弯曲向前, 经枕动脉下侧, 继而横过颈外动脉及舌动脉的外侧, 行于二腹肌腱、茎突舌骨肌及下颌舌骨肌三者与舌骨舌肌之间, 当它继行于下颌舌骨肌及颏舌肌之间时, 则分为末梢支(图 5-324)。

舌下神经颅内段束的数目: 1 束(14%), 2 束(78%), 3 束(8%)。(由舌下神经根丝组成 1 束、

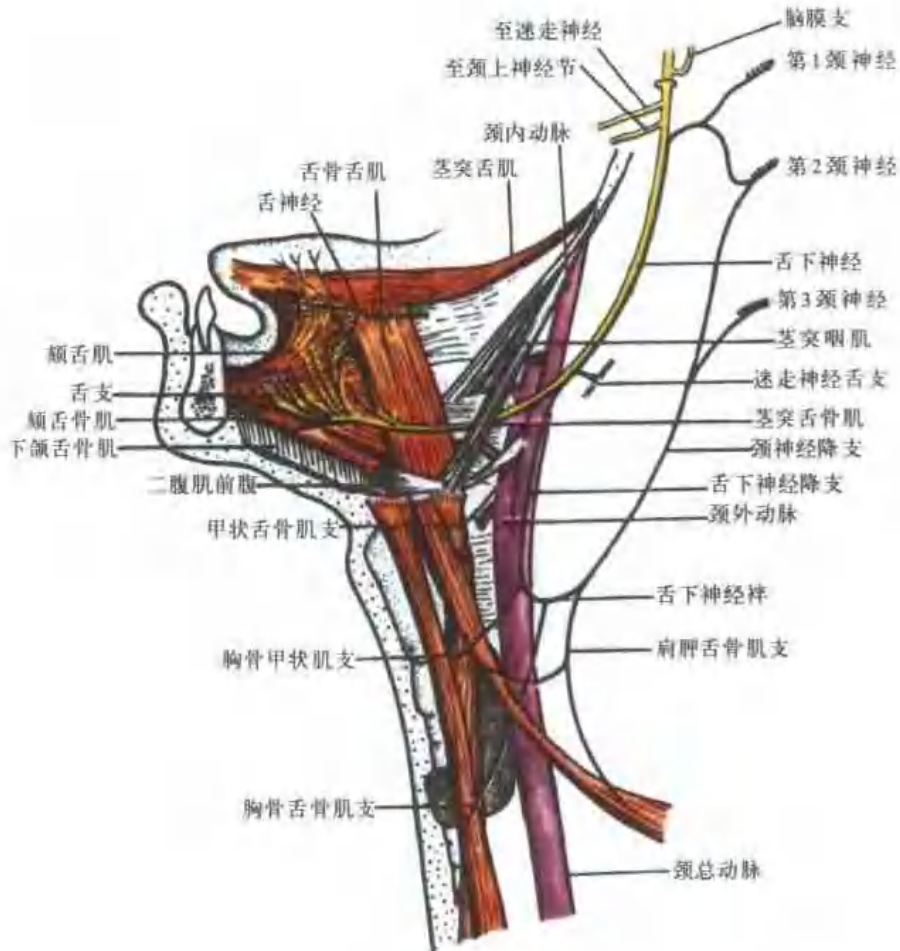


图 5-324 舌下神经的联系及分支

2束或3束)。

舌下神经根丝数目据调查由8~22个组成,以12、13个根丝出现稍多。舌下神经根丝间有动脉穿过(76%),穿过小脑后下动脉者(34%),也有穿过动脉小支者(42%),穿过的小动脉在1~4支不等。

舌下神经与椎动脉的关系:①椎动脉经枕骨大孔入颅内,先在该神经根丝之下侧,由后向前行,继而在其内侧上行(92%);②椎动脉先在下束之外侧,穿上、下束之间的间隙,达上束之内侧,然后上行(8%)(马兆龙等,1984)。

一、舌下神经的交通支

(一) 与迷走神经的交通支

1. 与迷走神经下神经节(结状神经节)的交通支 在接近颅底处,舌下神经与迷走神经的下神经节间有一些细小的交通支相连接。经这些细支迷走神经的纤维可进入舌下神经,再经舌下神经祥形成舌下神经心支 r. cardiacus n. hypoglossi。

2. 迷走神经舌支 在舌下神经弯曲绕枕动脉下侧处时,接受经咽丛来的迷走神经细支。

(二) 与颈上神经节的交通支

也在第一颈椎的高处,接受与第一、二颈神经祥的交通支,使舌下神经内含有颈神经的纤维。

(三) 与舌神经的交通支

在舌骨舌肌前缘附近,有一些细支,成祥状连接于舌下神经与舌神经之间(图5-325)。

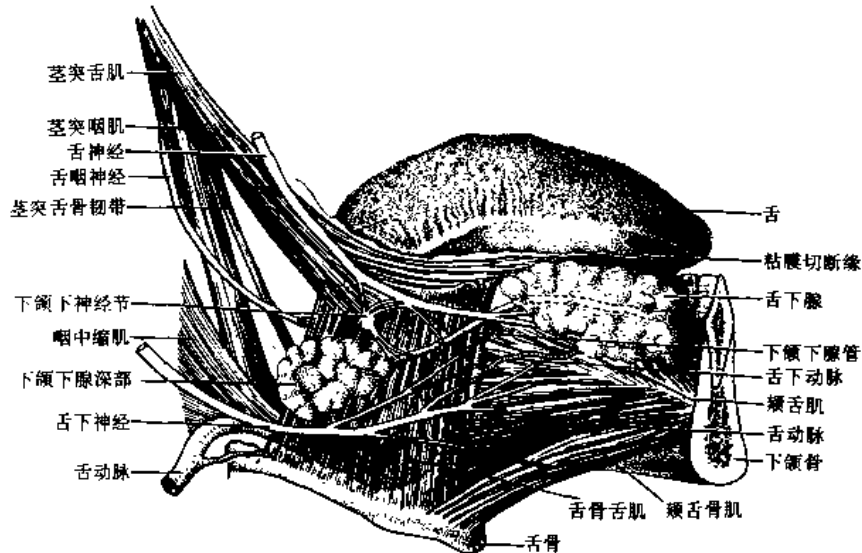


图5-325 下颌区内的舌神经与舌下神经

二、舌下神经的终末支

(一) 脑膜支

脑膜支 meningeal branch 常有二支,在舌下神经管内发出后,返回入颅后窝内,分布于硬脑膜。此支中可能缺乏舌下神经固有纤维,为经交通支而来的感觉纤维及植物性纤维所组成。

(二) 舌下神经自颈丛来的分支

此种分支，虽出于舌下神经，但其全部纤维，乃自第一、二颈神经间的祥，经舌下神经交通支而来的纤维。

1. 舌下神经降支 r. descendens n. hypoglossi 是一细长的分支，当舌下神经绕过枕动脉处发出。向下内侧，于颈总动脉的前面(有时在颈血管鞘内)下降。与第二及第三颈神经所组成的降支结合，形成一祥，叫颈祥 cervical loop 或舌下神经祥 ansa hypoglossi。此祥下垂的最低点因人而有不同，一般约在颈中部。自舌下神经降支的上部发出一支，至肩胛舌骨肌的上腹(前腹)；而支配胸骨甲状肌、胸骨舌骨肌及肩胛舌骨肌下腹(后腹)的神经，则由舌下神经祥上发出。有时又发出小支，在血管前面下降(有少数例子，自分布到胸骨甲状肌及胸骨舌骨肌的神经发出细支，穿经该肌内下降，沿胸骨柄后侧入胸腔，与膈神经合并(这种与膈神经结合的支位于膈神经内侧，为内侧副膈神经)。自舌下神经祥也可能发心支(非颈神经纤维)与迷走神经心支结合。

2. 甲状舌骨肌支 thyrohyoid branch 在舌骨大角末端附近，自舌下神经分出，向下内侧斜降入该肌。

3. 颞舌骨肌支 geniohyoid branch 在下颌舌骨肌的深侧，自舌神经与舌下神经相联系的祥上分出，进入同名肌。

(三) 舌下神经固有的分支

舌支 lingual branches 支配茎突舌肌、舌骨舌肌、颞舌肌以及舌固有肌。

1. 至茎突舌肌的纤维，在近舌骨舌肌后缘处发出，穿入该肌。

2. 至舌骨舌肌的纤维，在舌下神经横过该肌表面时分出。

3. 至颞舌肌的支，在下颌舌骨肌的深面发出，一般与舌下神经至舌固有肌的终末支结合在一起前进。其分支与舌神经的分支可相互结合，因而使舌下神经内亦含有感觉纤维。此种结合支在颞舌肌表面上形成神经祥，然后自祥发细支入颞舌肌及舌固有肌。

舌下神经内也可能含有一些本体感觉的传入纤维，如切断此神经，舌固有肌内的肌梭发生溃变。这些传入纤维，一部分可能出于舌下神经根上散在的神经节细胞，但它们的主要来源仍不明了。胚胎时期舌下神经似含后根纤维，连接一个小神经节，但晚期则消失。

舌下神经核是由几个细胞集群合成。实验研究切断舌下神经至不同舌肌的纤维，发生不同细胞群的溃变，显示每一块舌肌受一定的细胞群所支配。

三、舌下神经麻痹

舌下神经可因中枢部或周围部的损伤，而引起麻痹。中枢部损伤又可分为：

(一) 核上性损伤

如内囊型偏瘫患者，常因损伤了锥体束至舌下神经核的上运动神经元纤维，此种纤维交叉至对侧舌下神经核，所以发生对侧舌肌的瘫痪；但没有舌肌萎缩及舌的纤维震颤。

(二) 核性损伤

当病变(如急性脊髓灰质炎、延髓空洞症等)累及舌下神经核，常发生同侧舌肌萎缩及舌纤维震颤(可能由于核内神经细胞溃变过程中，不正常的细胞活动所引起)。常伴有其它脑神经(K、X)损伤症状及其它症状。

(三) 核下性损伤

因延髓病变，可同时损伤舌下神经根及锥体束，而发生交叉瘫，即对侧偏瘫及同侧舌肌瘫痪。

中枢病变也可引起双侧性舌下神经麻痹，常见于进行性延髓麻痹，当病变累及延髓脑神经运动核(包括舌下神经核)时。舌肌萎缩及舌纤维震颤显著。此外，病变如在延髓以上，累及两侧锥体束而引起的假性延髓麻痹综合征中，也有舌下神经双侧性麻痹，但无舌肌的萎缩。

舌下神经周围部损伤：如有经舌下神经管的颅底骨折、颈椎上段脱位、椎动脉瘤、鼻咽癌或颈淋巴结炎等，损伤或压迫舌下神经，而引起单侧舌下神经麻痹，出现同侧舌肌瘫痪及萎缩症状，伸舌时舌向病侧偏斜(图5-326)。但吞咽言语可不发生障碍，如双侧舌下神经麻痹时，则常有语言及吞咽障碍，并且不能伸舌。



图5-326 右侧舌下神经麻痹
同侧舌肌瘫痪，舌伸出口腔时向病侧偏斜

(傅志良)

第三十六章 脊 神 经

人类的脊神经 spinal nerves 在脊髓的两侧，左右成对排列，每对神经，都以对称的形式附着于脊髓的相应节段。一般说，左右相应的脊神经，都有其基本相同的行程与分布。各种动物的脊神经，其数目的多少，各不相同。人类为 31 对。

人类的脊神经，于脊髓的起始处，都有两个根，即后根(背侧根)及前根(腹侧根)。两根都与脊髓的同一节段相连，而且在同一水平面上。两根在椎间孔附近，合成一干，即脊神经。

这种结构情况，是在进化过程中逐渐演变而来的。在低等鱼类，如文昌鱼、七鳃鳗，有腹侧神经与背侧神经的区别；这两神经在脊髓上的附着位置，系自前向后交错排列，并不对称。而且各神经只有一根，其背侧者为感觉神经，腹侧者为运动神经。在感觉神经上有一神经节。盲目鳗的背侧与腹侧神经，排列情况与前者相同；但到周围处则两神经合并为一。而软骨鱼的背侧与腹侧神经交错发出后，立即合并成一混合神经。所以背侧神经便相当于后根，腹侧神经相当前根。两栖类的脊神经，其后根与前根则在同一平面上对应发出，这种结构方式便成为高等动物及人类脊神经的基本定型。

各种脊椎动物脊神经数目不同，通常与肌节的排布有关。人类及其它哺乳动物，与鱼类和爬行类不同，前者的肌节不扩展至尾部，所以尾部脊神经退化。同时在脊柱上亦出现分节关系，脊柱长而椎骨多的动物，其脊神经的数目亦多。

脊神经的两根合成一干后，穿椎间孔外出，又分为前支(腹侧支)、后支(背侧支)及脊膜支。此三支都为混合性神经，即含有传出纤维和传入纤维。后支分布于躯干的背侧部；前支分布于腹侧部。低等脊椎动物及四足兽类都与此相类似。四肢肌和皮肤，是由躯干腹侧部演化而来，所以亦由前支支配。支配皮节的传入纤维，有相互重叠，分界不明的现象，但亦有一定的分布规律。支配肌节的传出纤维，在后支内者，因背部诸肌还保持原来肌节的性质，所以每一脊神经的后支，则单独分布于相应肌节发生的肌内，保持其原始的关系。但躯干腹侧的诸肌，因肌节在发生过程中，由于分裂、转移、合并以及四肢的发生等因素，而引起前支的相互交织，遂形成神经丛。人类计有：颈丛、臂丛、腰丛、骶丛及尾丛。四足兽类，前肢有颈臂丛，后肢有腰骶丛。这种丛的结构与肢体发育情况有关，肢体发达者，则丛大面结构复杂；肢体退化者，这种丛亦趋消失。在无足类、海牛类、四肢的神经丛多不发达。两栖类以上的脊椎动物，颈臂丛开始分为颈丛与臂丛两部。参加臂丛的前支数目，亦因动物种类不同而异。爬行类为 3~5 条，前肢退化的爬行类，臂丛亦随之退化。鸟类为 4~6 条，哺乳类为 5 条。参加腰骶丛的前支数目，软骨鱼数较多，硬骨鱼则减少。两栖类有 3~5 条，爬虫类为 5~7 条，鸟类为 5~10 条。在鸟类以上，腰骶丛开始区分为腰丛及骶丛两部。鸟类参加腰丛的神经为 3~5 条，骶丛为 4~6 条；哺乳类参加腰丛、骶丛者，一般为 5 条。

脊神经的前支以交通支(即内脏支)与交感干神经节相连，内有自主神经纤维(内脏传出纤维及内脏传入纤维)通过。

脊膜支分布于椎骨、椎骨上的韧带、脊髓的血管及脊髓被膜。含有感觉纤维及血管运动

纤维。

脊神经按躯干的关系可分为5种，即颈神经8对，胸神经12对，腰神经5对，骶神经5对及尾神经1对。有时尾神经只残留其遗迹。但有时在尾神经下侧，再出现1对或2对尾神经者亦有之。残留的尾神经可能不具功能，它有时穿出椎管，亦可存留于终丝部的椎管中。

第一节 脊神经根及脊神经的成分

每一脊神经，都由感觉性后根和运动性的前根组成。所以，脊神经内含有传入和传出两种纤维，为混合性神经。后根上有一神经节，称为脊神经节。

一、后 根

脊神经的后根 posterior root 或背侧根 dorsal root，以连续排列成行的根丝附着于脊髓的后外侧沟。低等动物的前根与后根粗细差异不大，在高等动物，其后根大于前根。人类也是后根大于前根，其最大比例可达三倍左右，这是由于后根的根丝较多，直径较大所致。后根纤维的数目5倍于前根，前根平均含20万条，后根则含100万条。但第1颈神经及尾神经的后根则特别细小，或竟缺如，其脊神经节亦多不存在。所以第1对颈神经近似舌下神经。尾神经则属极为细小的神经。

后根内的神经纤维，以银蓝染色，可见有些有髓鞘。在有髓纤维之间，夹有多数成束的无髓纤维及带非薄髓鞘的纤维。有髓纤维与无髓纤维的比例，各后根内均不一致。但在某些后根内，其无髓纤维的数量却可超过有髓纤维。粗大的A类有髓纤维(直径 $10\sim 20\mu\text{m}$)传导速度快，为来自真皮、皮下、肌、腱、关节囊和韧带内触觉感受器的传入纤维。细小的无髓纤维(直径 $0.6\sim 2\mu\text{m}$ ，C类)及有薄髓鞘($0.5\sim 10\mu\text{m}$ ，AB类)纤维，为传导温度觉和痛觉的纤维。这种传导痛觉的无髓鞘纤维，被认为在外周末梢处有分支，一方面分支将伤害性刺激向中枢传导。另一方面又将刺激通过末梢另一分支传导达所分布的血管，使之舒张，这是经轴突反射完成的血管扩张作用。

脊神经相邻两后根间存在节间交通支，由于这种交通支的存在，涉及周围神经所支配的皮节，产生一定的差异。此外，在临床的某些疾病需要作脊神经后根切断手术时，亦应考虑是否有这种交通支的存在，以免手术后达不到预期的效果。

脊神经后根的节间交通支：存在于颈部最多(58.2%)，骶尾部次之(17.8%)，腰部更次之(14.3%)，胸部亦有但数目较少(9.7%)。

颈下位(颈5、6、7、8)后根的节间交通支较颈上位(颈1、2、3、4)后根的为多，这可能与颈膨大有密切关系。腰骶部的节间交通支较多，可能与腰膨大有关。

后根的节间交通支可分四型：①单一交通支型(83.0%)，②叉状交通支型(11.0%)，③多交通支型(4.8%)，④复杂交通支型(1.2%)。

脊神经后根的节间交通支出现在不同的位置：①接近于脊髓位(6.45%)，②靠近于硬脊膜位(10.16%)，③居于中间位(83.37%)。

后根的节间交通支行走方向(单一交通支和双交通支易于确定)，在各部的脊神经中，由下位脊神经后根走向上位脊神经后根的节间交通支，为数较多；与此相反方向行走的，在各部的脊神经中均较少。

二、脊神经节

脊神经节 spinal(sensory)ganglion 是位于脊神经后根上的神经节,呈纺锤形膨大,长约4~6mm,它的大小常与其所在脊神经后根的粗细成正比。此神经节一般位于椎间孔内,在后根硬脊膜鞘之外。但骶及尾神经的脊神经节,则位于椎管内,骶神经节包于硬脊膜鞘向外侧延长部中,尾神经节则包在硬脊膜鞘内。第1颈神经节(如有此节存在时)与第2颈神经节,各位于第1、2颈椎的椎弓上侧。

脊神经节的表层,包以结缔组织囊,自囊内面发出结缔组织小梁进入节内,形成网状结构。由结缔组织小梁引进血管,使该神经节得到丰富的血液供应。节内包含许多感觉神经细胞和神经纤维。神经元胞体多数位于节的浅层,而神经纤维则在节的深层(中央)为多。神经元之间的间隙内含有粗细轴索、卫星细胞、雪旺(Schwann)细胞(神经膜细胞)和血管等。有人用标记氨基酸和辣根过氧化物酶微量注射法,曾在猫和啮齿类获得这些细胞团的胞体和突起有躯体性定位组合,但在灵长类尚缺乏证实。脊神经节内以假单极性神经节细胞为数最多,为主要类型的细胞。细胞呈不规则的卵圆形或球形,大小很不一致,可以分为三种:即小细胞,直径15~35 μm ;中细胞,直径35~50 μm ;大细胞,直径120 μm 左右。大细胞发出粗大的有髓纤维,小细胞发出有髓或无髓的细纤维。其中除假单极性细胞外,尚有中等大的及小形的多极细胞,有3~8个突起。双极性细胞则为数甚少。节内的假单极性神经节细胞,在胚胎早期,原为双极性细胞,在发育过程中,始演变为假单极性细胞。这种细胞有一个神经突,在离胞体不远处,分为二支,形如“T”或“Y”状。其中一支较细,入脊髓内,为中枢支;另一支粗大,为周围支,向周围分布至感受器。神经突根部,近细胞体处呈迂回的盘曲为小球glomerulus。神经节内包含有髓纤维及无髓纤维。自假单极性神经节细胞发出的中枢突,组成脊神经后根,穿硬脊膜后,由单干分裂成一系列根丝root filaments。这些根丝垂直排列作扇状散开,列于脊髓后外侧沟内。每条脊神经后根的根丝,先组成内侧及外侧两股,然后入脊髓。在脊髓内分为长的升支及短的降支,分别上升或下降。降支一般比升支短,它们各终于不同水平灰质内的细胞,与之构成突触;升支有的升达脑干内的神经核(如薄束核、楔束核)。然后交换神经元。

脊神经节细胞内结构与其它神经元相似,但其胞质内的染色质有的细小而分散,有的则集成较大的尼氏体颗粒,有些细胞的胞质中常出现脂褐素颗粒。在大白鼠脊神经节超微结构见到节内有两种细胞:亮细胞和暗细胞。前者胞浆基质背景浅淡、细胞器少;后者胞浆基质较暗,高尔基复合体发达,有大量核蛋白体、粗面内质网及线粒体。

脊神经节内一般认为缺乏突触,但也有些学者在大白鼠脊神经节内见到突触结构,并提示躯体一级传入信息在脊神经节水平可能受自主神经的调节。这种突触结构在突触前神经末梢内含圆形及卵圆形无颗粒囊泡,突触间隙清晰,突触后膜明显增厚,突触囊泡直径约50nm,为轴树样突触。此外,有报道在脊神经节的细胞内见有致密核心囊泡,又有人见到节内有少数神经末梢的终扣中见有大颗粒囊泡。

近年来根据免疫组化法的研究,发现脊神经节内有P物质、生长抑素、血管活性肠肽、缩胆囊素、胃泌素释放素、血管紧张素I、降钙素基因相关肽、蛙皮素、甘丙肽等阳性反应的细胞和纤维。过去曾有人将小型脊神经节细胞分作P物质神经细胞与生长抑素细胞两种;后来又有人将小型神经节细胞提出三种亚分类:①抗氟酸性磷酸酶细胞 fluoride-resistant acid

phosphatase (FRAP) ②P 物质细胞, ③生长抑素细胞。有人用红辣椒素 capsaicin (一种神经毒素药剂) 注入脊神经节, 可引起大量破坏无髓纤维, 但不影响中枢神经系。发现注射后的脊神经节及后根内 P 物质、生长抑素及 FRAP 的数量严重减少, 后角内这些物质也大量减少, 消失的是无髓纤维。所以认为含有这些物质的细胞, 发出的是无髓纤维。

脊神经节(背根神经节)内的大神经细胞先发出单支的树-轴突起向神经节的中央, 这是无髓鞘的轴索, 盘绕成小球, 穿出卫星细胞形成之被囊后, 获得髓鞘。继而树-轴突起成“T”形分叉, 一叉为中枢突即轴突进入脊髓。另一叉为周围突, 参与构成脊神经, 终末为感觉末梢。周围突具有轴突的全部形态和生理特征, 但因其向胞体方向传导神经冲动, 故功能应为一延长的树突。

脊神经节内较小的神经细胞, 美蓝染色比大神经细胞为深暗。发出的单支树-轴突不盘绕, 呈直干伸至分叉处。这种细胞数量较多, 发出无髓纤维。

脊神经节内细胞的局部定位结构, 在对猫研究中指出, 神经节咀侧区的细胞突起投射到后根的咀侧根丝; 而位于节中部和尾侧区的细胞突起投射到后根最尾侧的根丝。

有人在猴的感觉神经节(脊神经及脑神经节)观察到, 切断神经节的近侧端(中枢突), 不会引起胞体的变化, 但中枢投射纤维有溃变。切断神经节远侧的感觉神经(周围突), 则可引起节内全部神经细胞(各类型及各种大小细胞)产生广泛的染色质溶解, 但没有中枢突的溃变。这种结果认为大概是由于失掉了神经细胞赖以生存周围影响所致。而切断中枢突则外周的促进影响尚完整, 足以维持感觉神经细胞的存活。

脊神经节内神经细胞体周围有卫星细胞(被囊细胞)包围, 卫星细胞也是由胚胎期神经嵴衍生而来, 在成年时期紧密包围神经节细胞体及其无髓轴突的盘曲部。卫星细胞的胞体扁平, 核呈圆形或卵圆形。卫星细胞的超微结构有其本身的特征可与雪旺细胞相区分; 其细胞膜面对神经节细胞的一面形成皱折, 在神经节细胞的表面也有许多突起, 相互间犬齿交错形成镶嵌; 而卫星细胞的外面覆有基膜和一薄层含血管的结缔组织。因此, 卫星细胞形成的囊将神经节细胞与邻近的毛细血管隔开, 它们被认为可能与液体的运输机能和神经节细胞的代谢有关。

在白脊髓至脊神经节一段的后根中, 有散在的或集合成群的神经细胞, 如小神经节状(在组织连续切片中可以发现), 称此为迷走脊神经节。一般在腰、骶神经后根及上部颈神经后根中常有存在。

三、前 根

前根 anterior root 或腹侧根 ventral(motor)root, 主要由脊髓前角细胞发出的躯体运动纤维组成, 分布于横纹肌。胸部及腰上部的脊神经前根内, 有来自脊髓灰质侧柱内的交感性内脏运动纤维。第 2、3、4 骶神经前根内, 有来自脊髓灰质中间带细胞的副交感性内脏运动纤维。交感神经的纤维, 广泛分布于身体各部。骶部副交感神经纤维, 分布于盆内脏器, 结肠左曲以下的肠管及生殖器。前根内的纤维, 主要为粗大的及细小的有髓纤维, 并有少量中等大的有髓纤维及较少的无髓纤维。一般在胸神经内有大量细小的有髓纤维, 几乎占该部前根纤维的 70~85%; 在第 1 胸神经、第 1 腰神经、第 4 骶神经的前根, 细纤维占 50%; 其余部分的前根内, 粗大的神经纤维占多数。这种粗大的有髓纤维直径约为 9~13 μ m, 传导速度快, 70~120m/s, 属 A₁ 类纤维, 分布到骨骼肌的梭外肌, 为躯体运动纤维。细小的有髓纤维可能

有两种不同功能：一种为自主神经的节前纤维，直径 $3\sim 10\mu\text{m}$ ，传导速度 $3\sim 15\text{m/s}$ ，属B类纤维；另一种为维持横纹肌肌张力的运动纤维，直径 $3\sim 6\mu\text{m}$ ，传导速度 $15\sim 30\text{m/s}$ ，属A类纤维，分布到神经肌梭的梭内肌；而前者仅存于胸部、腰上部及骶部(第2、3、4骶神经)的前根内，后者为脊髓前灰柱内小多极细胞($15\sim 25\mu\text{m}$)发出的纤维，这种分布梭内肌维持肌张力的作用，与粗纤维所产生横纹肌纤维的收缩运动则有所不同。

有人认为，脊神经前根内亦有传入纤维。这种纤维为一些细小的有髓纤维及细小的无髓纤维，来自脊神经内的细胞，其中枢突经前根入脊髓，传导痛觉。经几种实验证明这种前根内的传入纤维确实存在：①切断前根，于切断处的近侧段观察到有溃变纤维，在切断处的远侧段观察到有存活的纤维。②在切断脊神经节近侧后根后，用辣根过氧化物酶(HRP)注入脊髓，可见到脊神经节内有被标记的细胞；如在注射之先同时切后根与前根，便找不到标记细胞。这种前根的传入纤维被认为是传导痛觉，所以当后根切断术后仍保持疼痛，可能是这种纤维的作用。

脊神经前根纤维，自宽而不明显的脊髓前外侧沟穿出，是几根根丝并排着(成 $2\sim 3$ 不规则行)，而不如后根排列的整齐如线(图5-327)。

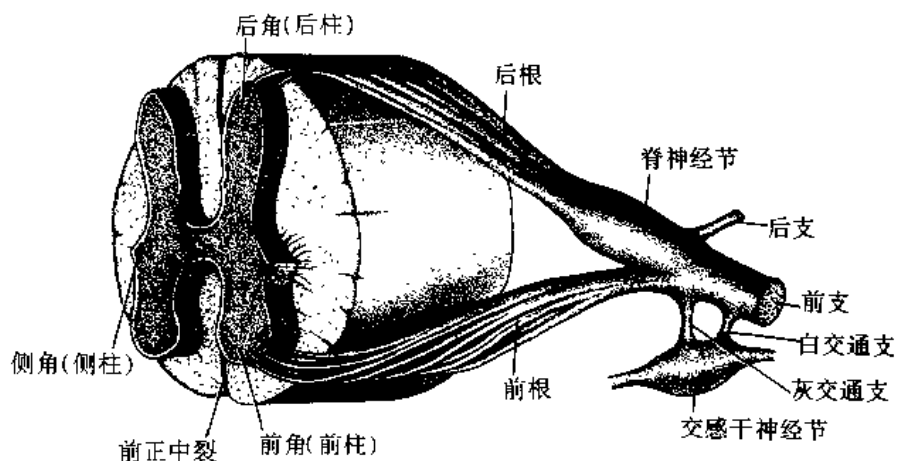


图 5-327 脊神经根结合成脊神经模式图

四、神经根的粗细及经过

脊神经的前根及后根，都向椎间孔行进。当穿经软脊膜和蛛网膜时，两层脊膜分别作鞘状包于各根的周围，蛛网膜下腔也随之显现于两鞘之间。自此前后两根合成一干，硬脊膜鞘也随之合为一鞘，成为脊神经的被膜，即神经外膜。

神经根穿经椎间孔时，附着于孔周围的骨膜上。在椎管上部由于神经根附着于椎间孔，从而使脊髓获得支持和固定的作用。

脊神经根的粗细，各部不一。颈神经根通常上四条细小，下四条粗大；前根与后根粗细比较，一般后根较前根粗约3倍。后根各个根丝也较前根的根丝粗大。但第1颈神经例外，其后根小于前根，并有8%可缺少后根。胸神经根较为细小，而第1胸神经例外。胸神经的后根较前根略粗大。腰下部及骶上部的神经根最粗大，根丝数亦最多。尾神经根最小。

上述脊神经根，在颈下部者较粗大，相应地自此发出而分布于上肢的神经也较粗大。这些根附着于脊髓的颈膨大。腰下部及骶上部的神经根最为粗大，相应地分布于下肢的神经也粗大。其根丝附着于脊髓的腰膨大。

各脊神经根自上向下排列，上部的以横位向外方行达相应的椎间孔，而以下各根依次抵达其椎间孔时，向外下经行的倾斜度，也依次逐渐加大。脊髓下端的神经根，几乎呈垂直位下降，形成脊髓下端以下的一大束神经根，称为马尾。这种神经根向下斜行抵达相应椎间孔的状态，是在个体发育中形成的。在胚胎早期，各根几乎都以横位向外达相应的椎间孔。到胚胎第三个月，因脊柱骨的生长比脊髓的生长迅速，所以引起脊髓下端在椎管内的位置相对上移，初生儿达第三腰椎上缘，在成人达第一腰椎的高处。结果脊神经的各根，除颈上部仍保持原来穿行的方位外，其余各根均发生改变，形成自上而下向下方的倾斜度显著加强，其最下部的垂直下降至相应的椎间孔。

各神经根的长度，在脊髓上端者短，愈近下端愈长。

脊神经前、后根合成一干后，第1颈神经穿行于枕骨与寰椎后弓之间，经椎动脉沟，在椎动脉的下侧穿出。第2至第7颈神经，经相应椎骨上侧的椎间孔穿出。第8颈神经经第七颈椎与第1胸椎间的椎间孔穿出。自第1胸神经以下的各脊神经，都由相应椎骨下侧的椎间孔穿出。

五、脊神经根的损伤

脊神经根自脊髓发出至穿出椎间孔的行程中，可受到压迫和刺激的损害。在颈部，椎间盘容易发生慢性萎缩，导致椎骨间的间隙变窄，椎间孔也相应缩小，椎体后缘唇形骨性增生，最后可能引起脊髓或颈神经根的压迫和刺激。第6颈神经通过第5~6颈椎间的椎间孔，第7颈神经通过第6~7颈椎间的椎间孔。椎间盘萎缩性变化，发生在颈椎5~6之间者(第6颈神经受累)最多，其次为颈椎6~7和4~5之间的椎间盘。神经根受压时，根据平面和受累神经数目的不同，患者有不同部位的疼痛，疼痛部位可在颈后、头的一侧、双肩、肩胛间、上臂，整个上肢或前上胸壁等。一般为持续痛，无急性阵发性发作。当第6颈神经根受损时，上臂外侧、前臂桡侧和拇指区域发生疼痛，肱二头肌腱反射减弱。第7颈神经根受累时，前臂背侧，手掌桡侧，手背和中、示指均有异常感觉，肱三头肌腱反射减弱。此外，当颈椎间关节发生骨关节炎或椎间盘纤维环破裂以致髓核突出时，也可损害神经根。

在腰部，当椎间盘纤维环破裂，髓核常在后纵韧带两侧突出(即神经根进入椎间孔的部位)。特别是在第4~5腰椎及第5腰椎和第1骶椎之间的纤维环破裂最多见。髓核突出，压迫一条或更多条神经根，引起背下部疼痛，可能发生下肢的放射痛。在受压神经根的分布区可发生感觉减退或消失；所支配的肌肉肌力减退，例如：胫骨前肌(第4腰节来的神经支配)；踇长伸肌(第4~5腰节来的神经支配)；踇长屈肌(第5腰节及第1骶节来的神经支配)。在较罕见的病变，如椎管内肿瘤或脊柱裂并有脊膜膨出等，也可损害一条或多条马尾部分的神经根。

六、脊神经的成分

典型脊神经的组成成分，包括有躯体神经及自主神经的纤维，现将各种纤维分述如下(图5-328)。

1. 躯体传出纤维 起始于脊髓前角运动细胞，经前根入脊神经，分布于横纹肌。
2. 躯体传入纤维 传导皮肤或肌肉关节和韧带的感觉。其纤维起于脊神经节内的假单极性神经节细胞，中枢突经后根入脊髓，周围突加入脊神经，分布于肌肉、关节及皮肤

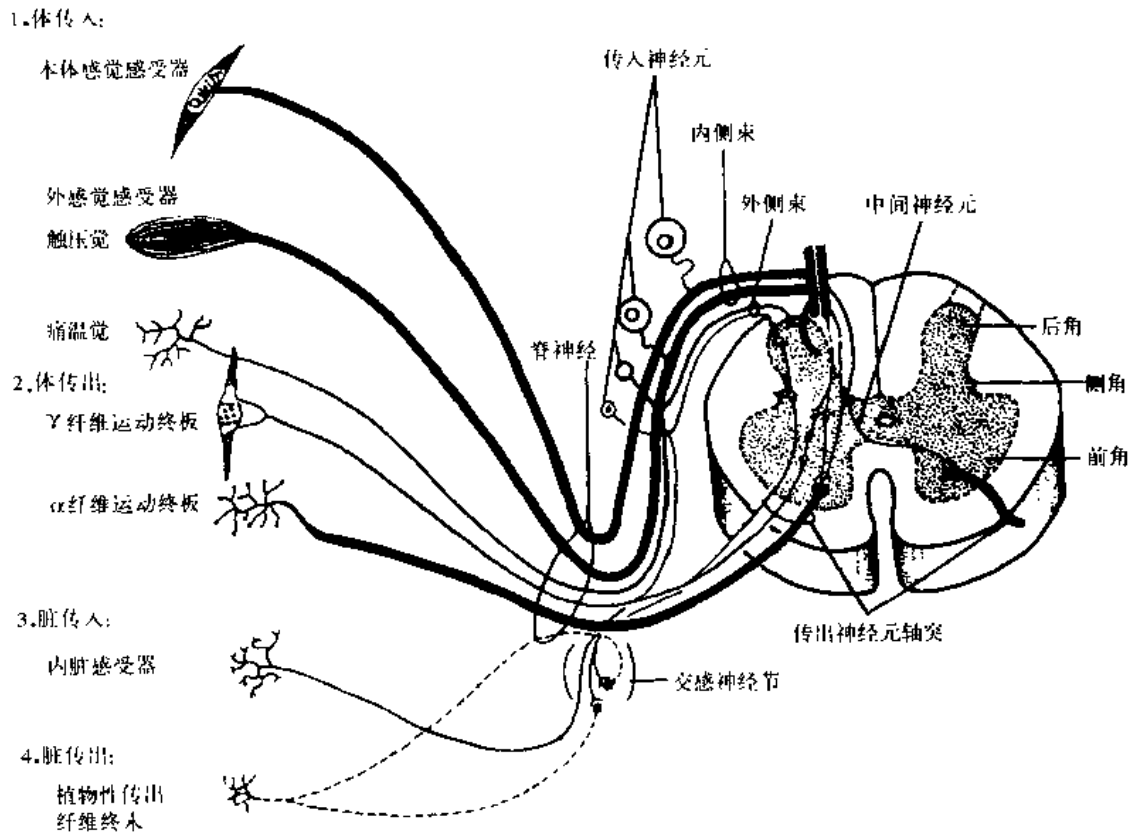


图 5-328 胸脊神经纤维的功能成分及其在后根内的排布

显示几种反射弧至骨骼肌的传入及传出纤维用红色，至内脏器官的用蓝色，触压觉及痛温觉纤维用黑色

等。

3. 内脏传出纤维 为交感神经节前纤维，起于脊髓胸节及上三个腰节侧柱的细胞，经脊髓前根及白交通支，至交感干上相应的神经节(椎旁神经节)，与此节内的神经细胞，构成突触，交换神经元。而有的节前纤维，只通过其相应的神经节，至交感干的其他神经节或椎前神经节(交感神经丛内的神经节)交换神经元。其自椎旁神经节内发出的节后纤维，又经灰交通支至脊神经，随该神经及其分支，分布于脉管、腺体及平滑肌。

脊髓骶部(2、3、4 骶节)发出副交感纤维，不与交感神经节结合，经盆内脏神经至盆神经丛，再分布于盆腔各脏器及结肠的一部分；在脏器壁内的神经节中交换神经元。

4. 内脏传入纤维 这种纤维来自脊神经节内的假单极性神经节细胞。其中枢突自脊神经后根入脊髓；其周围突，有的随脊神经行，有的经白交通支至交感干，然后再经一、二个交感干神经节，纤维在节内不交换神经元，直接随交感神经分布于内脏。盆部副交感神经内，亦有此种内脏传入纤维存在。

此种内脏传入性的假单极细胞，它的中枢突经后根入脊髓后，可与躯体或交感性传出神经细胞形成反射弧的联系。

第二节 脊神经的脊膜支及后支

脊神经(中部胸神经为例)，出椎间孔后，立即分成三支：两大支为后支及前支；一小支为脊膜支(图 5-329)。

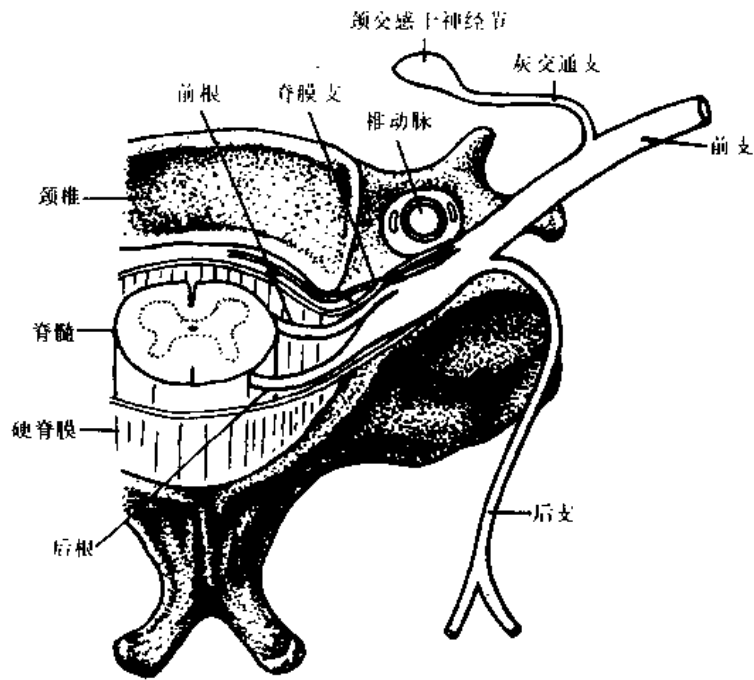


图 5-329 颈神经出椎间孔后的分支

一、脊膜支

脊膜支 meningeal branch 为一极小的支，在脊神经分为前支与后支之前分出，返向行进，经椎间孔入椎管。在椎管内，此支分成较大的升支和较小的降支。各脊膜支的上、下分支互相吻合，形成脊膜前丛及脊膜后丛；这种丛伸展达脊膜全长，并延伸入颅内。脊膜支内含有一些来自脊神经节的感觉纤维；并有细支与最邻近的交感干神经节连接，或连于灰交通支，经此细支，血管运动纤维进入脊膜支内。脊膜支分布于脊膜、椎骨、椎骨的韧带及脊髓的血管。此支有时缺如，则由前根分出的脊膜纤维代替。脊膜支内也可能有经后根而来的无髓纤维参加。

二、后支

后支 posterior (dorsal) branch，除第 1、第 2 颈神经的后支较粗大，其余各脊神经的后支均较前支为细小。后支分出后，向后行，绕椎骨的关节突，经邻近两个椎骨的横突之间（骶部经骶后孔），在肋横突前韧带的内侧，分为内侧支与外侧支（第 1 颈神经、第 4、第 5 骶神经及尾神经除外）。内侧支向棘突而行，分布于骨、关节及肌；末梢可能穿至浅层分布于皮肤，但也不可能不穿出。外侧支向后进，亦分布于附近的肌及关节。倘内侧支没有穿到浅层，不达皮肤时，则以外侧支的末梢穿至皮下，分布于皮肤。

（一）颈神经的后支

除第 1 颈神经外，其它颈神经的后支均分为内侧支与外侧支。所有颈神经的后支均支配肌肉，只有第 2、3、4 或第 5 颈神经后支的内侧支支配皮肤。

1. 第 1 颈神经的后支（图 5-330）称枕下神经 suboccipital nerve，较前支大，于寰椎后弓的椎动脉沟内，椎动脉的下侧，自干分出。向后行，进入枕下三角，于此分支分布于枕下三角

周围诸肌(头上斜肌、头后大直肌、头下斜肌);并发一支横过头后大直肌的后侧,至头后小直肌;还有分支至覆盖着枕下三角的头半棘肌。此外,有分支穿过头下斜肌,或经该肌表面,与第二颈神经后支的内侧支(枕大神经)相连接。枕下神经一般属于运动神经,但有时亦发皮支配项上部的皮肤,或与枕动脉伴行,分布于颅后下部的皮肤。

2. 第2颈神经的后支 此支为所有颈神经后支中最大者,也比该神经的前支粗大得多。于寰椎后弓与枢椎弓板之间,头下斜肌的下侧穿出,发一细支至头下斜肌,并与第1颈神经后支交通。然后分为较小的外侧支及较大的内侧支。外侧支支配头长肌、夹肌、头半棘肌,并与第3颈神经相应的分支连结。内侧支为枕大神经 greater occipital nerve 斜向上升,经头半棘肌之间,在头半棘肌附着于枕骨处,穿过该肌,更穿过斜方肌腱及颈部的颈固有筋膜,在上项线下侧,分为几支感觉性终支,与枕动脉伴行,分布于上项线以上,可达颅顶的皮肤。自枕大神经亦分出一或二运动性小支,至头半棘肌。有时发一支至耳廓后面上部的皮肤。当枕大神经绕过头下斜肌时,发支与第1及第3颈神经后支的内侧支连结。因此,在头半棘肌下侧,形成颈后神经丛。

3. 第3颈神经的后支 比该神经的前支小;比第2颈神经的后支小,但大于第4颈神经的后支。绕第3颈椎的关节突向后行,经横突间肌的内侧,然后分为内侧支及外侧支。外侧支为肌支,并与第2颈神经的外侧支相连接。内侧支经过头半棘肌与项半棘肌之间,再穿夹肌及斜方肌,终末支分布于皮肤。当其在斜方肌深侧时,发一支穿过斜方肌,终于颅后下部近正中处,枕外隆突附近的皮肤,此支称为第三枕神经 third occipital nerve。此神经位于枕大神经内侧,与枕大神经之间有交通支相连。

4. 其余五对(第4至第8)颈神经的后支(图5-330) 绕过各相应的椎间关节后,分为内侧支及外侧支。外侧支均为肌支,支配项髂肋肌、项最长肌、头最长肌及头夹肌。第4、5颈神经的内侧支,经项半棘肌与头半棘肌之间,达椎骨的棘突,穿夹肌及斜方肌,终于皮肤(有时第5颈神经的内侧支的末梢支未达皮肤)。第6、7、8颈神经的内侧支细小,分布于项半棘肌、头半棘肌、多裂肌及棘间肌。

(二) 胸神经的后支

分出后,经上下两横突之间(图5-331),肋横突前韧带及横突间肌之间。上6对胸神经的内侧支,经胸半棘肌及多裂肌之间,分布到胸半棘肌、多裂肌、回旋肌、胸棘肌、横突间肌及棘间肌。其终末支为皮支,穿过菱形肌、斜方肌及背固有筋膜后,转向外侧,行于背部的浅筋膜内;其分布皮肤的区域,外侧达肩胛线;第2胸神经后支的内侧支最长,向外侧行可远达肩峰。下6对胸神经的内侧支,向背侧行于胸最长肌及多裂肌之间,分布于多裂肌及最长肌。偶尔发出皮支,穿背阔肌、斜方肌及背固有筋膜,分布于背部正中线附近的皮肤。上6对胸神经的外侧支,由上向下,逐渐增大,经胸髂肋肌及胸最长肌之间,支配该肌。下5或6对胸神经后支的外侧支较大,亦经过髂肋肌与背最长肌之间,支配此二肌后,发出皮支,穿下后锯肌及背阔肌,分布于肋骨角附近的皮下。第12胸神经后支的外侧支,下降越髂嵴,至臀外侧部,分布于该处的皮肤。

(三) 腰神经的后支

在横突间内侧肌的内侧向后行,即分为内侧支及外侧支。各腰神经后支的内侧支,都分布于多裂肌;下三对腰神经,还发细支至骶部的皮肤。

上3对腰神经后支的外侧支,斜向外方行,发支支配附近诸肌(竖躯干肌);其皮支穿背

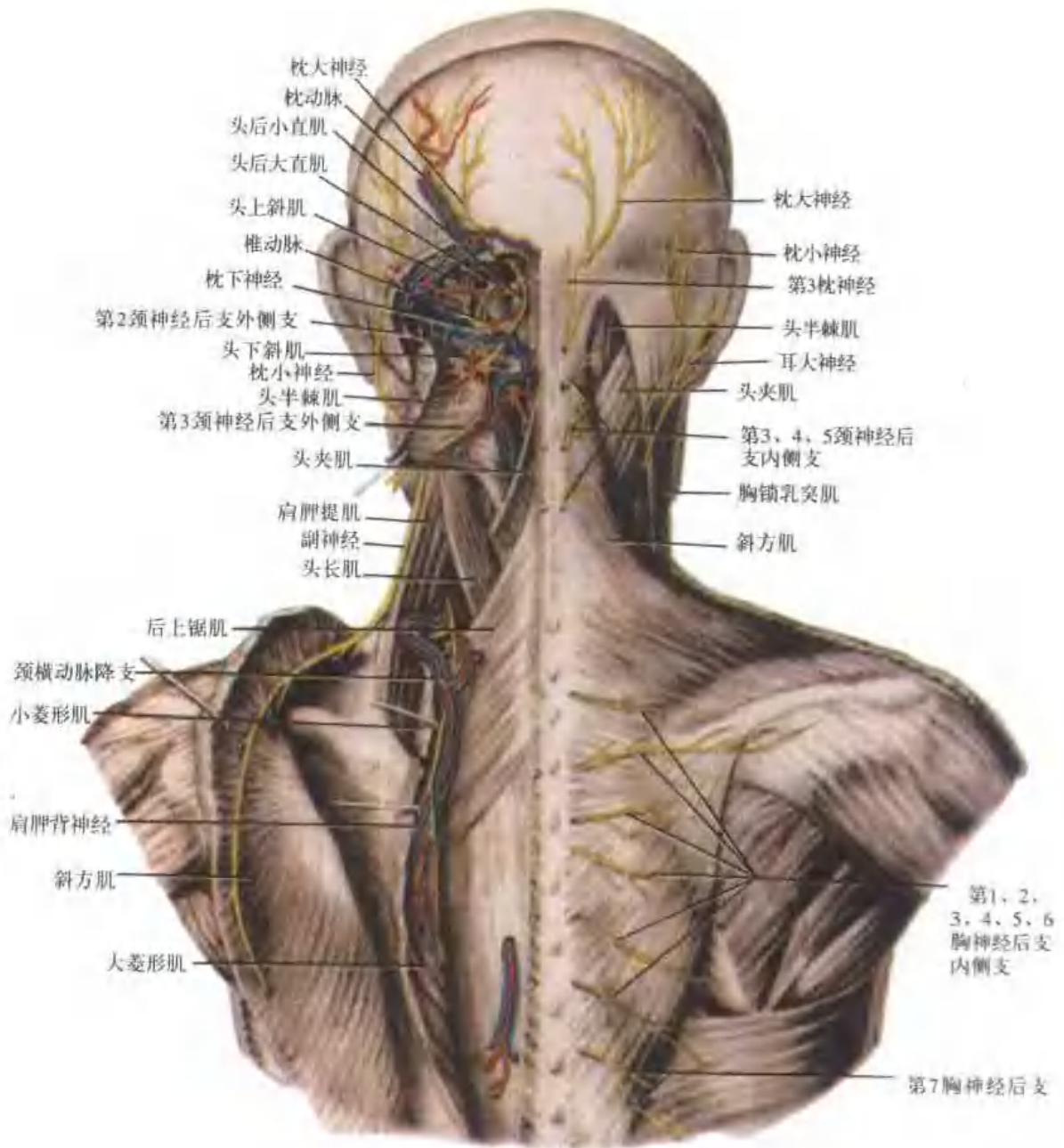


图 5-330 枕部及项部脊神经的后支

阔肌的腱膜，在骶棘肌的外侧缘，跨过髂嵴的后部，达臀部皮下，称为臀上皮神经 superior clunial nerves。第1腰神经的外侧支较小，分布于臀中肌表面的上部。第2腰神经的外侧支，为三支中的最大者，分布于臀中肌表面的下部及臀大肌的浅层，长者可达大转子附近。以上三支的外侧支，尚可与上二骶神经后支的皮支相结合。第4腰神经的外侧支细小，终于骶棘肌下部。第5腰神经的外侧支，分布于骶棘肌，并与第1骶神经交通。

脊椎病损引起的腰部疼痛是一种常见病。有椎管内病变原因；椎管外骨纤维管压迫脊神经及其分支；或与脊神经伴行的血管遭受压迫；这些都可能是引起腰痛的原因。

在日常生活和劳动时，因体位姿势不当、感染、劳损或退行性变等因素，引起脊柱韧带、

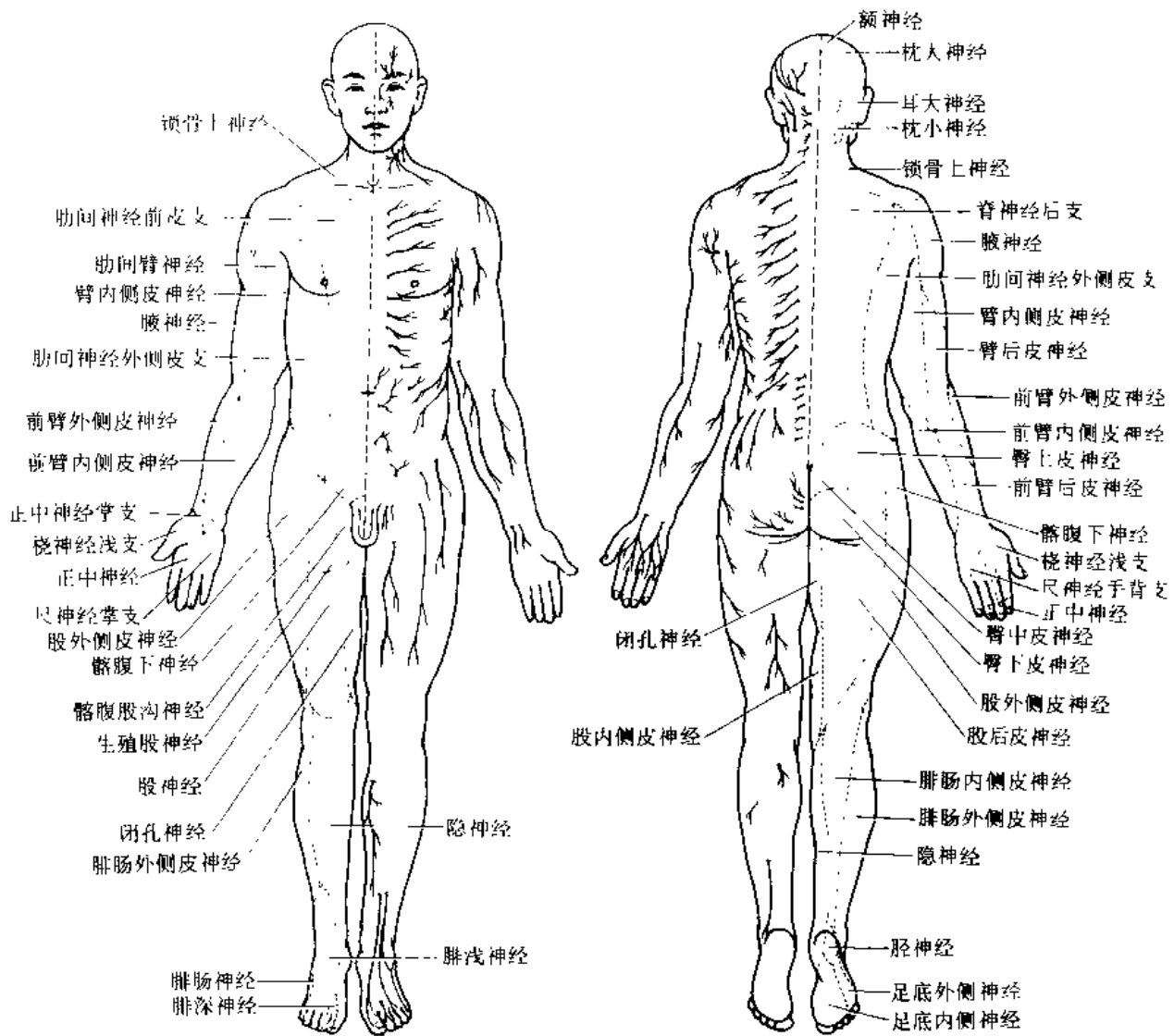


图 5-331(1) 人体腹侧脊神经皮支的分布及分布区 图 5-331(2) 人体背侧脊神经皮支的分布及分布区
 腱纤维束，关节囊和骨组织等发生病变时，腰神经后支容易受累，尤以后支的内侧支最易受挤压。

腰神经后支细小(直径平均 1.51mm)，在椎间孔处与粗大的前支分离。后支向后行于上关节突与横突根部之间的后支骨纤维管内(后支长约 5~8mm，其中以 5~6.9 毫米者最多(62.75%)。约距横突根上缘 3mm 处分为内侧支及外侧支：①内侧支：直径以 0.5~0.9mm 最多。有 94.69% 与来自腰动、静脉后支的血管伴行，出后支骨纤维管外口，血管位于神经的后外方，二者一起绕过上关节突的外缘，进入乳突与副突之间的骨纤维管或骨管(内侧支骨纤维管)，管长约 5mm 左右。出管后沿椎板向内下斜行，支配椎间关节连线以内的一些结构。内侧支在进入内侧支骨纤维管前发出细小的关节支，在管内也发出一至数支极细小的关节支，二者支配椎间关节的下外部；出管后又发细小关节支，支配该关节的内上部(图 5-332)。一个椎间关节要接受相邻的两腰神经后支的内侧支支配。通常腰₁₋₃的内侧支向下越 1~2 个椎骨，而腰₄₋₅的内侧支下越 2~3 椎骨，抵达骶骨背面，还分布到腰骶关节。②外侧支：直径以 0.8~1.4mm 者最多。与血管伴行。二者沿横突背面向外下斜行，经骶棘肌，穿胸腰筋膜至皮下，沿

途发出肌支和皮支，支配椎间关节连线以外的组织结构。腰₁₋₃的外侧支较长，构成臀上皮神经；腰₄₋₅的外侧支短而分散。③椎窦神经：多为腰神经后支或腰神经总干的分支(图 5-333)，经椎间孔返回椎管内，分布到椎间盘的纤维环、后纵韧带、硬脊膜外结缔组织、血管和脊髓被膜等处。

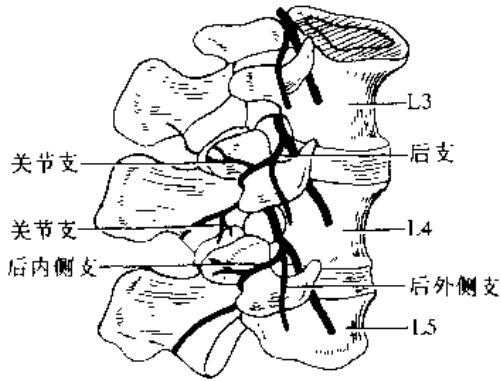


图 5-332 腰神经的后内侧面支及关节支

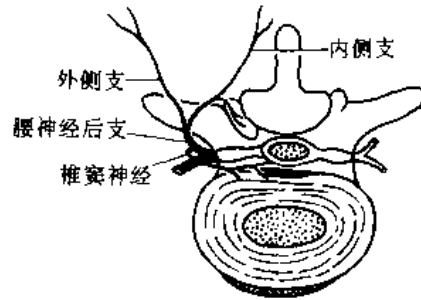


图 5-333 椎窦神经的分布

腰神经后支间的吻合：腰神经后支及其分支间均有吻合，有些有多次反复吻合。可归纳四种类型：①两个相邻的内侧面支间吻合，②两相邻外侧面支间的吻合，③两邻近的内、外侧面支间吻合，④两个邻近的后支与外侧面支间的吻合，吻合部位有深有浅，深者在关节突和横突附近，有的在骶棘肌内；浅者在骶棘肌表面或穿出胸腰筋膜以后。由于广泛的吻合，所以腰神经后支的内、外侧面支中所含的神经纤维成份就不限于一个脊髓节，可能含邻近 2~3 个脊髓节，因此治疗腰背痛时，阻滞一根神经往往收效不大，如能阻滞邻近二、三根神经，效果会更好。

(四) 骶神经的后支

由上向下逐渐细小。上 4 对骶神经的后支，经骶后孔穿出，而第 5 骶神经后支，在骶尾后韧带之间自骶管裂孔穿出。上 3 对骶神经的后支，其穿出之处被多裂肌被盖，也分为内侧面支及外侧面支。第 4 第 5 骶神经的后支则无分支。

外侧面支：上 3 对骶神经后支的外侧面支相互间、并与最末腰神经后支的外侧面支之间，在骶骨背面结合成袢。自此袢发支，至骶结节韧带后面，又形成第二列神经袢。自此第二列袢分出二至三支皮支，穿臀大肌及固有筋膜，达浅筋膜内，分布于自骶后上棘至尾骨尖端的臀部内侧面皮肤。这些皮支统称为臀中皮神经 middle clunial nerves。其浅层的分支可与腰神经后支交通。

内侧面支：细小，终于多裂肌。

最后两骶神经的后支，在多裂肌的深层没有分叉。其相互间、并与第 3 骶神经后支及尾神经相结合形成袢；自此袢发分支分布于被盖在尾骨部的皮肤。

(五) 尾神经的后支

在骶管内与前支分开后，经骶骨管裂孔并穿过骶骨管下部的韧带外出。该神经的后支亦不分叉，与最末骶神经后支结合形成袢，然后发皮支，分布于被盖尾骨部的皮肤。

第三节 脊神经的前支

前支 anterior branches，除第 1、第 2 颈神经的前支较小外，一般都较后支粗大。颈、腰、骶及尾神经的前支，由于一再分支，互相结合，而形成神经丛，计有颈丛、臂丛、腰丛、骶

丛及尾丛。胸神经的前支，除第1及第12胸神经外，其余都是单独走行。

脊神经前支起始部的附近，有与交感干神经节相连的交通支，计有两种类型：①白交通支：为第1胸神经至第2腰神经（有时第3或第4腰神经）前支分出的小支，连结相应的交感干神经节，主要由细小的有髓纤维（交感神经节前纤维）组成。②灰交通支：为每一脊神经前支接受来自相应交感干神经节的小支，主要由无髓鞘的纤维（交感神经节后纤维）组成；这种纤维经灰交通支到达脊神经后，随脊神经及其分支，分布于血管、淋巴管、体表的腺体及竖毛肌。

颈部、腰下部及骶部的脊神经，只有灰交通支而无白交通支。因颈交感干神经节的节前纤维，是经胸上部的白交通支，于交感干内上升而来。腰下部及骶部的节前纤维，则经胸下部及腰上部的白交通支，于交感干内下降而来。节后纤维形成灰交通支，连结于每一相应的脊神经。

灰交通支在脊神经前支连结的位置，一般在白交通支连结位置的内侧。某些灰交通支可能连结到脊神经主干。第2、3、4骶神经发出的内脏支，不连结交感干神经节，属于副交感神经，直接进入盆神经丛。

神经干内的结构：神经干，一般就称为神经。其内部如果是混合神经，则含有运动、感觉和自主性神经纤维，各类纤维以不同方式排列组合成粗细不等的神经束。神经束的周围包

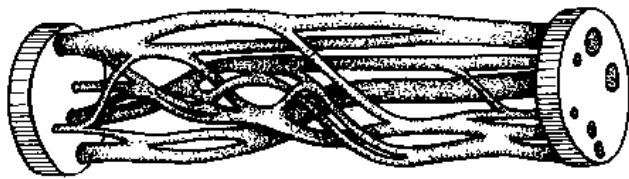


图 5-334 肌皮神经的神经内丛

围神经束膜和一定量的疏松结缔组织。每条神经含有多少不等的神经纤维，这些纤维自中枢到达其分布的器官，在束与束间不断地相互迁移，位置变动，重新排列组合，形成神经束丛（神经内丛）（图 5-334）。

在周围神经行程中的不同部位，神经内束的粗细、数目和位置都会发生变化，有的随神经分支而离开神经干。因此一条神经干在不同部位作切面，所含神经束的形式是不同的。

过去周围神经损伤后的修复，传统方法是神经外膜吻合术，但疗效较低。近年来运用显微外科技术，开展神经束膜吻合术后，效果较满意，但要求神经束的准确对接，运动束与感觉束不能错接，否则将导致功能恢复失败。于是对神经干内的结构，了解其不同平面中神经束的局部定位、变异规律及神经束数目占神经横断面的百分比等，为提高神经束膜吻合术的疗效，则有重大意义。通常神经束占神经横断面的百分比与神经束的数目成反比。神经束数目少，占的面积大，在这样的部位，再结合各类神经束在该处的局部定位分布图进行神经束膜吻合，可取得较好效果。

一、颈神经的前支

上位四个颈神经的前支，组成颈丛；下位四个颈神经前支，与第1胸神经前支的大部分组成臂丛。

每一颈神经的前支，至少接受一灰交通支。上四个颈神经的灰交通支，来自交感神经颈上神经节。第5、6颈神经者，来自颈中神经节。第7、8颈神经者，来自颈下神经节。第1胸神经的前支，接受交感神经第1胸神经节的灰交通支及一或二白交通支。

（一）颈丛

颈丛 cervical plexus 由第 1 至第 4 颈神经的前支组成。此四支相互连接形成三个神经袢，并发出多数分支(图 5-335)。颈丛位于肩胛提肌与中斜角肌前面，被胸锁乳突肌遮盖。

第 1 颈神经的前支：在寰椎后弓的椎动脉沟内，于椎动脉的下侧向外行。与后支分开后，前支先在椎动脉内侧，绕寰椎侧块的外侧向前进，然后在寰椎的横突前侧下降。第 1 颈神经的前支比后支细小。前支与第 2 颈神经前支的升支，在颈内静脉的后侧，相互结合，形成颈神经丛的第一袢。其分支有：至头侧直肌、头长肌及头前直肌的肌支；有交通支与迷走神经的结状神经节及颈上神经节相连接；并发两支至舌下神经。第 1 颈神经前支的大部分纤维，经交通支至舌下神经；小部分纤维加入颈神经丛。合于舌下神经的纤维，有些进入舌下神经鞘内，分布于颏舌骨肌及甲状舌骨肌。有一些则离舌下神经下降的纤维，形成舌下神经降支；此支与自第 2、3 颈神经前支来的颈神经降支结合，形成颈袢。

舌下神经降支(上根)，一般在舌下神经绕过枕动脉时发出，但也可在此点之前或后发出。依照其发出点的不同，常有行程和位置的变化。其恰在枕动脉下侧发出者，降支常沿颈动脉前外侧面下降。如在此点以前发出者，则常沿动脉前面向下；在此点以后发出者，常行于颈内动、静脉之间。此降支一般在颈动脉鞘的表面，有时在鞘内，但在鞘的后侧者较为罕见。舌下神经降支与颈神经降支(下根)的结合情形，有的成为套环状袢，也有的以锐角合并。颈袢下垂的高度，由胚胎发生的情形来看，并不固定，一般可下垂到颈中部环状软骨弓的水平；短的只达舌骨水平，长的可达胸骨上缘以上 4 厘米处。

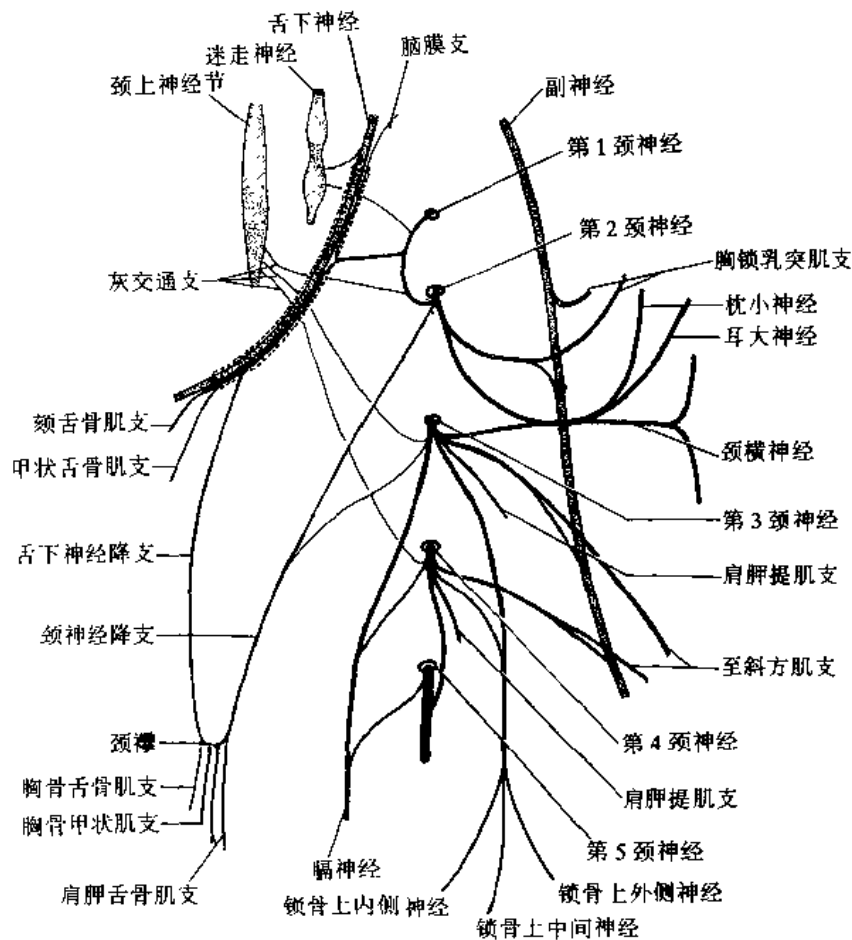


图 5 335 颈神经丛示意图

颈袢的位置，在颈内动脉及颈总动脉前外侧面下降者 80.32%，介于颈内动、静脉之间者 19.68%，袢下垂达环状软骨弓水平位置者 42.28%，高于环状软骨弓者 18.97%，低于环状软骨弓者 32.75%。

颈袢发分支支配肩胛舌骨肌、胸骨舌骨肌、胸骨甲状肌，还可能有细支与膈神经交通，并有舌下神经心支发出（心支纤维不是来自颈神经，而是来自迷走神经的下神经节与舌下神经的交通支）。

此外，舌下神经降支，在某些特殊例子中紧贴迷走神经下降，似为迷走神经的一个分支。

第 2 颈神经的前支：于第 1、2 椎弓之间分出，绕枢椎的上关节突，经第 1、2 颈椎横突之间，在第一后横突间肌的前面，由椎动脉的后面，转到该动脉外侧，经行于头长肌及肩胛提肌之间。此支分为升降二支：升支与第 1 颈神经结合成袢；降支与第 3 颈神经的升支结合，形成颈丛的第二袢。自此袢发出枕小神经；并发出至胸锁乳突肌的小支，此支在肌内与副神经相结合；又发分支，分别参与颈袢、颈皮神经及耳大神经的形成。

第 3 颈神经的前支：经椎动脉的后侧，于中斜角肌及头长肌之间穿出。于此第 3 颈神经除与第 2 颈神经结合成袢外；并与第 4 颈神经的前支结合，形成颈丛的第 3 袢。第 3 颈神经前支的纤维，分出颈神经降支，构成颈袢；一部分纤维加入耳大神经；另一部分加入颈皮神经；也有分支加入膈神经及锁骨上神经。其肌支至中斜角肌、肩胛提肌、头长肌及斜方肌。至斜方肌的肌支，在该肌的下侧与副神经相结合。

第 4 颈神经的前支：经椎动脉的后侧，出现于中斜角肌与前斜角肌之间。除与第三颈神经结合成袢外，亦与第 5 颈神经前支结合成袢。由第四颈神经前支分出的纤维，主要形成膈神经；并有一支至肩胛上神经。其肌支至中斜角肌、肩胛提肌、颈长肌及斜方肌。到斜方肌的支，与第 3 颈神经和副神经的分支，在该肌的深侧相结合。

颈神经丛的分支：可分为深、浅两组。

浅支组：各支都在胸锁乳突肌后缘中点处，所谓神经点 *punctum nervosum*，向各方散开，有横行的，上升的，也有下降的支，分述如下（图 5-336）：

1. 枕小神经 *lesser occipital nerve* 纤维来自第 2 及第 3 颈神经，或来自两者之间的神经袢。其弯曲部绕副神经下侧，沿胸锁乳突肌后缘上升；及至头部附近，穿出深筋膜，越胸锁乳突肌止点的后部，继续上升，到头的侧面，分布于耳廓后面，支配耳廓后上部，乳突部及枕部外侧区域的皮肤，并与耳大神经、枕大神经及面神经的耳后支相联结。

2. 耳大神经 *great auricular nerve* 起于第 2、3 颈神经，为颈丛皮支中最大的分支。绕胸锁乳突肌后缘，向前上方，斜越胸锁乳突肌表面，向下颌角方向进行；穿颈深筋膜，沿颈外静脉后侧，与其平行上升，其表面被颈阔肌覆盖。当此神经在胸锁乳突肌表面到达腮腺时，分成前、中、后三部分终末支。前部的分支，经腮腺表面，分布于被盖腮腺及咬肌下部的皮肤；并有支至腮腺内，与面神经的颈支结合。中部的分支，分布于耳廓后面（但后面的上部除外）。后部的分支，分布于乳突部的皮肤，并与面神经的耳后支及枕小神经的分支结合。

3. 颈横神经 *transverse nerve of neck* 又称颈皮神经 *n. cutaneous colli* 由第 2、第 3 颈神经前支组成。约在胸锁乳突肌后缘中点，自该肌深侧绕后缘穿出，沿其表面横向内侧，经颈外静脉的深侧，达该肌的前缘。穿固有筋膜，被覆于颈阔肌的深侧，分支成扇形分散。其上部的分支，与面神经的颈支联结成袢。另一部分支穿过颈阔肌，分布于颈前部的皮肤，其范围上达下颌骨，下到胸骨这区域。

4. 锁骨上神经 supraclavicular nerves 起于第3、第4颈神经。在起始部，常与至斜方肌的肌支先结合；后又分开。在胸锁乳突肌后缘中点处，自该肌深侧，向后下方穿出。通行于

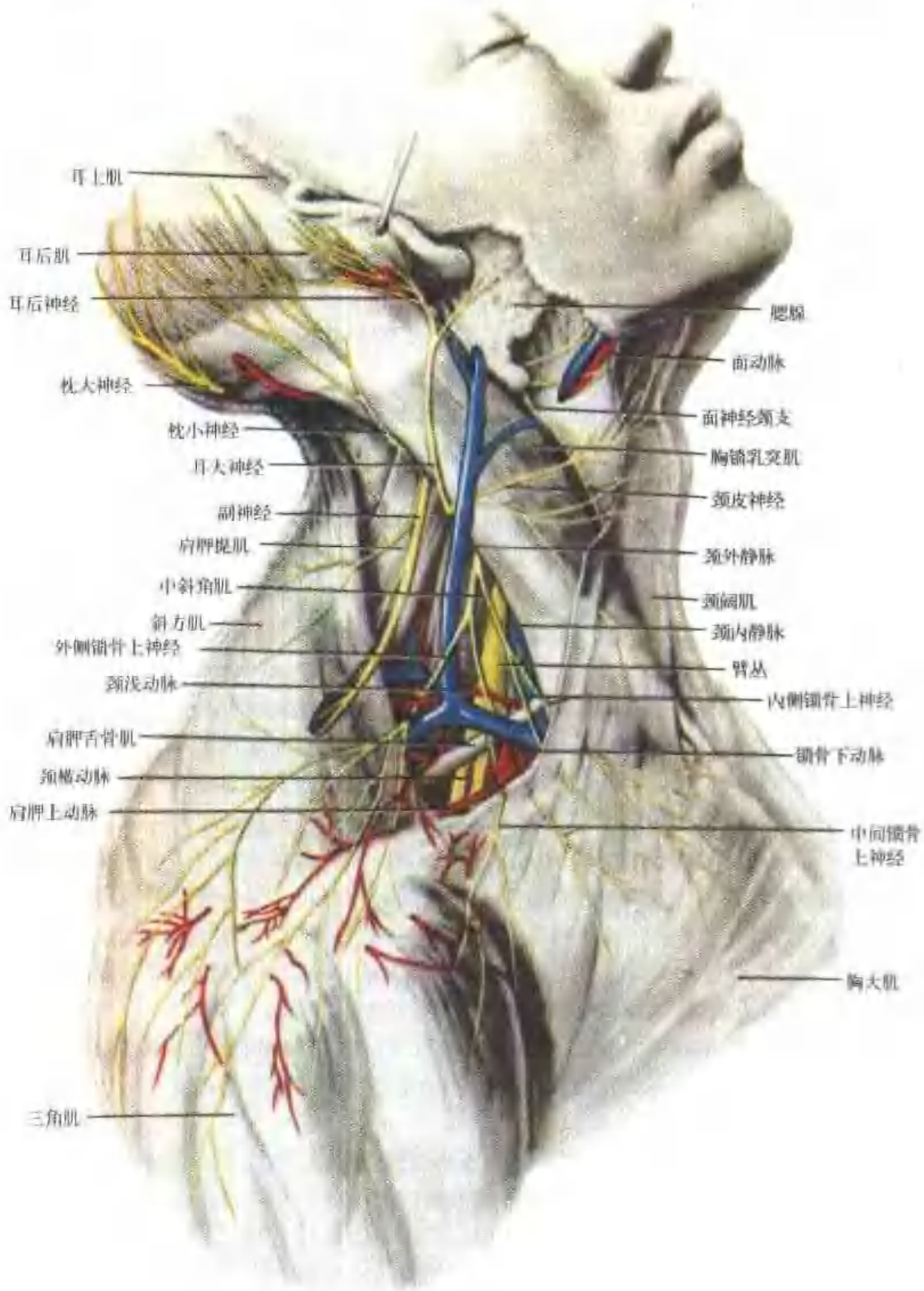


图 5-336 颈神经丛的皮支

颈阔肌及颈固有筋膜的深面，达锁骨附近；穿出固有筋膜及颈阔肌，而成皮神经。可分为内、中、外三组分支。

锁骨上内侧神经 medial supraclavicular nerves：较细小，斜越颈外静脉及胸锁乳突肌的锁骨和胸骨起始部的表面。分布于胸骨柄上部的皮肤及胸锁关节。

锁骨上中间神经 intermediate supraclavicular nerves：较大，跨过锁骨前面，分布于遮盖胸大肌及三角肌上 2/3 的皮肤及肩锁关节。并与上位肋间神经的皮支有连结。

锁骨上外侧神经 lateral (posterior) supraclavicular nerves：斜过斜方肌外面及肩峰，分布于肩后部和上部皮肤。

深支组：为肌支及其他神经的交通支；这些分支长短不一，可分为向后外侧行的外侧组，向前内侧行的内侧组。分述如下：

1. 内侧组 分交通支与肌支两种。交通支包括自第 1、2 颈神经到舌下神经、迷走神经的交通支和自第 1、2、3、4 颈神经与颈上神经节的灰交通支。

肌支：有以下三类：

(1) 第 2 第 3 颈神经所形成的颈神经降支，与舌下神经降支形成颈袢，自此袢上发支分布于舌骨下肌群(甲状舌骨肌除外)。

(2) 至头侧直肌的肌支(颈 1)：自该肌内面进入。

至头前直肌的肌支(颈 1、颈 2)：在颈椎横突前面，自颈丛第一袢的上部发出。

至头长肌的肌支(颈 1、2、3)：自上位 3 个颈神经，可能也自第 4 颈神经，分别发支至该肌。

至颈长肌的肌支(颈 2、3、4)：自第 2~4 颈神经(也可能自第 5、6 颈神经)各发支至该肌。

(3) 膈神经 phrenic nerve：(颈 3、4、5)：主要起自第 4 颈神经，也常接受第 3 及第 5 颈神经的小支。其中含有大量运动纤维及少量感觉纤维；并与交感神经节间有交通支，因此膈神经内亦有无髓的交感性纤维加入。此种无髓纤维可来自同侧的颈胸神经节及第 2 胸神经节；在腹部也可能有腹腔神经节的纤维参加。但来自迷走神经的交通支则极少。第 5 颈神经的纤维，有时经锁骨下肌神经而来；此神经有时可能下降到胸腔内，才与膈神经连接。

膈神经在颈部，自前斜角肌上部外缘，沿该肌的前面，于椎前筋膜的深侧，以近似垂直的方向下降。在颈根部被胸锁乳突肌及颈内静脉遮蔽，并有肩胛舌骨肌的中间腱、颈横动脉及肩胛上动脉横过其表面。左膈神经的前面，还有胸导管经过。膈神经的前内侧与迷走神经及颈部交感干相邻接；后二者在椎前筋膜的浅面，故外科手术时应该注意，勿使认辨错误。膈神经继续下降，经锁骨下动、静脉之间，自胸廓内动脉的外侧，斜至其内侧(可在该动脉的前侧或后侧经过)，进入胸腔。自此以下，膈神经的经过左右不同。

1) 右膈神经：较左膈神经位置略深，稍短面直。沿右胸膜囊的内侧，经右肺根前面下降；在神经的内侧，自上而下，与头臂静脉，上腔静脉及心包的右侧邻接；膈神经与胸廓内动脉的分支心包膈动脉伴行。

2) 左膈神经：由于心脏偏于左侧，故左膈神经也被推向左偏。由于膈的左侧低于右侧，所以左膈神经较右膈神经长。左膈神经沿左胸膜囊内侧下降，与左心包膈动脉伴行。在上纵隔，左膈神经位于左颈总动脉与左锁骨下动脉之间；主动脉弓上侧，左头臂静脉之后，左膈神经跨过左迷走神经的表面与其交叉。继而在主动脉弓及左最上肋间静脉的前面下降，经左肺根的前面，沿心包左侧面下降。

膈神经的分支：左右膈神经都发分支至心包及胸膜。在颈根部与交感神经和颈袢交通。膈

神经分出多数终末的膈腹腔支 phrenicoabdominal branches。其肌支分布于膈。

左右膈神经分布于膈的分支，一般可分为三支(图 5-337)。①前支(胸骨支)，向前内侧，对向胸骨行；与对侧的同名支结合。②前外侧支，向外侧行，恰在膈中心腱的外侧叶之前。③后支，经一短干后分成后外侧支及膈脚支。后外侧支恰在膈中心腱外侧叶的后侧经过；脚支则行至膈的脚部。这两支也可分别起于膈神经。膈神经的这些支都埋在肌质内，除供给运动纤维外，还有感觉纤维分布于相当膈中心部的胸膜和腹膜，以及分布于肌内的本体感觉纤维。这些主要分支的位置，对外科估计经膈切口时很重要，应避免损伤。

右膈神经的膈腹腔支，可经腔静脉裂孔，穿膈分布于膈的下面，与交感神经膈丛吻合，在神经丛连接处，有一小的膈神经节。其终支除分布于膈的右半部及膈右脚的一部分外；还支配下腔静脉、右肾上腺、肝上面的腹膜、肝冠状韧带及肝镰状韧带；并可能经腹腔丛及肝丛的交通支，至胆囊。

左膈神经的膈腹腔支，在心包左侧，膈中心腱的前侧，穿膈肌(也可能穿食管裂孔)。其分支除分布于膈左半部，膈左脚及右脚的一部分外，还有支下降，与左交感神经膈丛吻合，并至左肾上腺。

膈上侧有胸膜和下侧有腹膜覆盖，其感觉神经在膈中央部是由膈神经，周围部是由下七对肋间神经分布。这种双重感觉神经支配，可引起不同的牵涉性疼痛。胸膜炎或肺炎可能引起膈上侧的炎症，腹膜炎可能引起膈下侧的炎症。倘若急性腹膜炎引起膈中央部发炎，病人可能诉述在第 4、5 颈神经分布的皮区内，发生疼痛或触压痛；因此可能被误诊为肩关节或锁骨上区的病变，而忽略了腹膜炎。倘若急性胸膜炎或肺炎引起膈周围部的炎症，病人可能诉述在下位几对肋间神经分布皮区内有疼痛或触压痛，并出现腹肌强直，则可能误诊为阑尾炎、胆囊炎或局部腹膜炎等，甚至错误地进行剖腹手术。

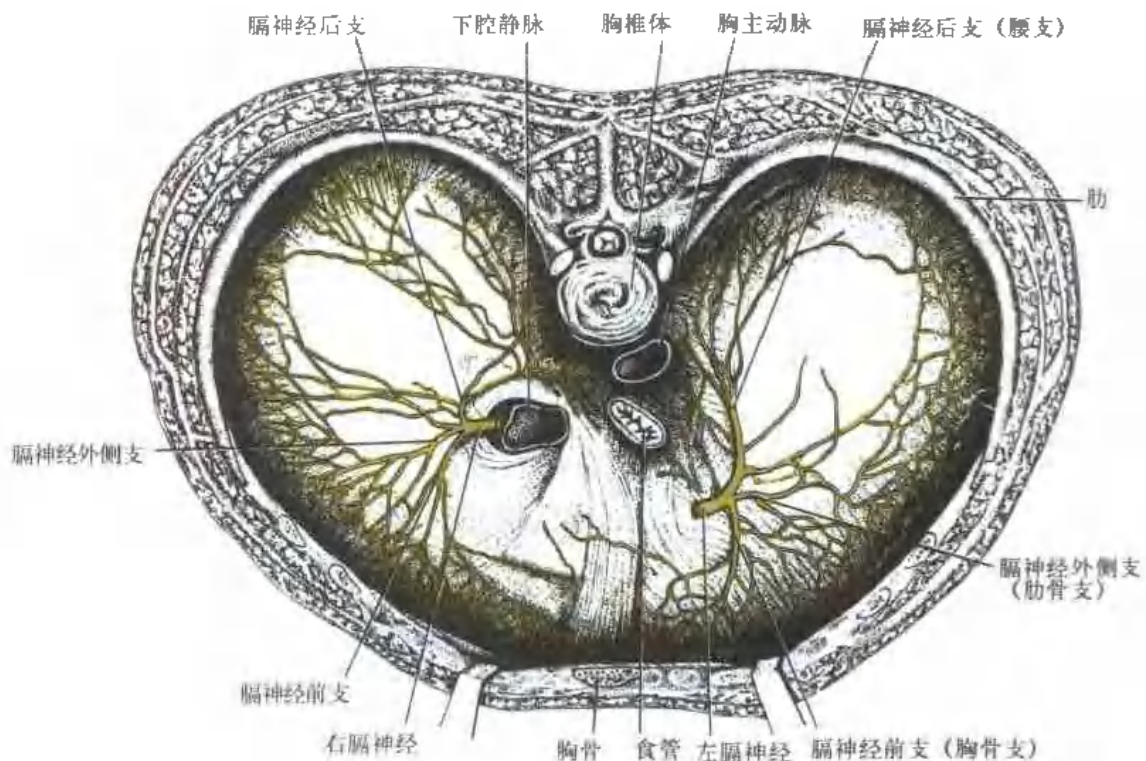


图 5-337 膈神经分布于膈的分支

由于膈神经有分支分布于纵膈胸膜和膈胸膜的中央部,所以当胸膜这两部分有病变时,可引起颈根及肩(颈3、4、5皮节区)的牵涉痛。右膈神经有支分布于肝及胆囊,所以这两器官的疾病可引起右肩的牵涉痛。

副膈神经 accessory phrenic nerve(图 5-338):乃是膈神经由第4颈神经来的根纤维以外的一些副根。这些副根可分两类:自膈神经外侧来者,称为外侧副膈神经(主要来自颈7、8及胸1)。一般起于臂丛,其中多数经锁骨下神经,连于膈神经;另一类副膈神经,来自膈神经的内侧,称为内侧副膈神经(来自颈2、3),其中有自颈袢而来的交通支,亦包括在内。副膈神经数目可有1~2条或数条,多为单侧存在,双侧者较少。副膈神经与膈神经的连接部位高低不一,可以在锁骨下静脉后侧以上,成高位联支;或在锁骨下静脉后侧以下,成低位联支;但一般在锁骨下静脉后侧,成中位联支者较多。

副膈神经的出现率为22.5%,大多发自第5或第5、6颈神经,即经锁骨下神经而来,占58.9%。由颈袢来者较罕见,为2.6%,膈神经与副膈神经的高位联支,占15.3%,中位联支,占77.0%,低位联支,占7.7%。

2. 外侧组 交通支:与副神经的交通支,其起于第2颈神经的分支,行抵胸锁乳突肌时,与副神经结合;其起于第3、4颈神经的分支,经胸锁乳突肌的深侧,在副神经的下侧,向下方行,经肩胛斜方三角,至斜方肌深侧,与副神经结合,形成斜方肌下丛。

肌支:至胸锁乳突肌的肌支,起自第2颈神经。至斜方肌,肩胛提肌的肌支,起于第3、4颈神经。至中和后斜角肌的肌支,起自第3或第4颈神经,或此两颈神经均发支至该肌。

(二) 臂丛

臂丛 brachial plexus 由下位四个颈神经(颈5、6、7、8)的前支与第1胸神经(胸₁)前支的大部分所组成。第4颈神经常发出一支与第5颈神经连接;第1胸神经亦有支与第2胸神经连接。臂丛的五个神经根,先经推动脉后侧及前后横突间肌之间向外侧行,再于前斜角肌与中斜角肌间的斜角肌间隙穿出。在此第5、6颈神经于中斜角肌外侧缘处合成上干;第7颈神

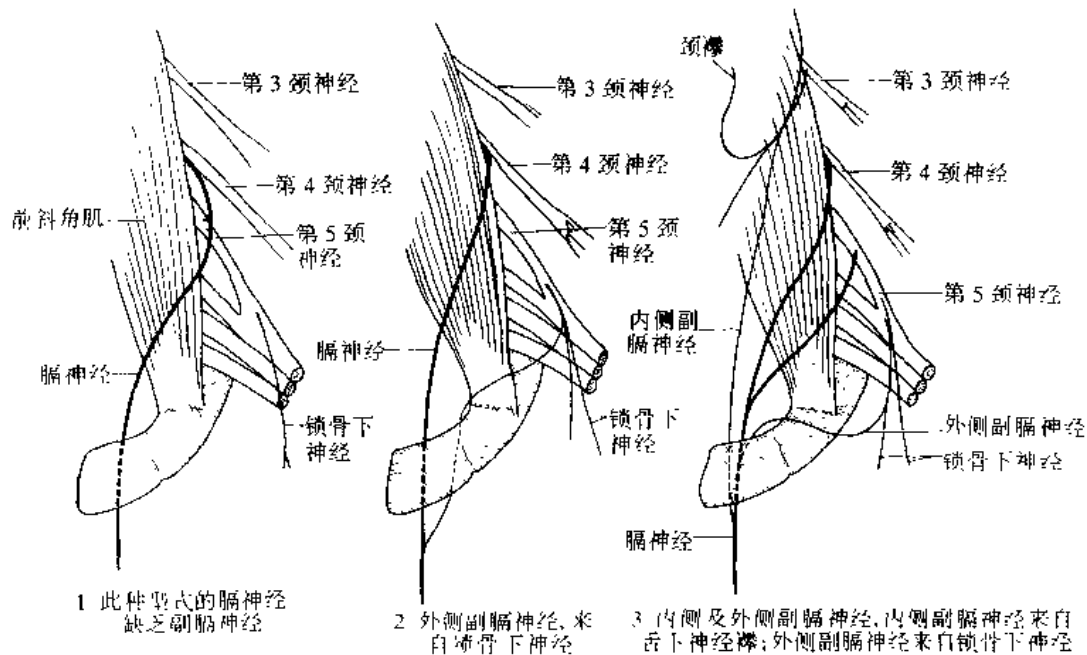


图 5-338 副膈神经的几种型式

经单独成中干；第8颈神经与第1胸神经，于前斜角肌后侧，合成下干。此三千向外下方在锁骨后侧经过，各干又分前、后二股，因此以上三千共分成六股。上干与中干的前股合成一束，叫外侧束，位于腋动脉的外侧。上、中、下三干的后股合成一束，叫后束，此束位于腋动脉的上侧。而下干的前股独自成为一束，叫内侧束，此束先在腋动脉后侧，然后转到它的内侧(图 5-339)。

臂丛自斜角肌间隙穿出时，锁骨下动脉位于丛的前侧；至颈外侧三角的颈根部，其表面被颈阔肌、锁骨上神经及颈固有筋膜遮盖；此外，还有颈外静脉的下部、锁骨下神经、颈横静脉、肩胛上静脉、肩胛舌骨肌下腹及颈横动脉，均在丛的浅而越过。当臂丛经腋窝入口，进入腋窝，在锁骨下肌的后侧时，有肩胛上动脉横过丛的前面。入腋窝后，三束包围腋动脉，在胸小肌下缘，三束分出终末支进入上肢。

臂丛主要由四个颈神经(颈5~8)及第1胸神经(胸₁)的前支组成：颈5、6组成上干，颈7单独构成中干，颈8和胸1组成下干。上、中干的前股组成外侧束。下干前股单独构成内侧束。三千后股组成后束。其次再分长支。此为正常臂丛，占88.4%。有第4颈神经前支加入臂丛者(前置型)，占57.93%。有第2胸神经的部分前支加入臂丛者(后置型)，占25%。

变异臂丛：在丛的干、股、束任何一部分的数目和编排上，有着与正常型不同的，作为

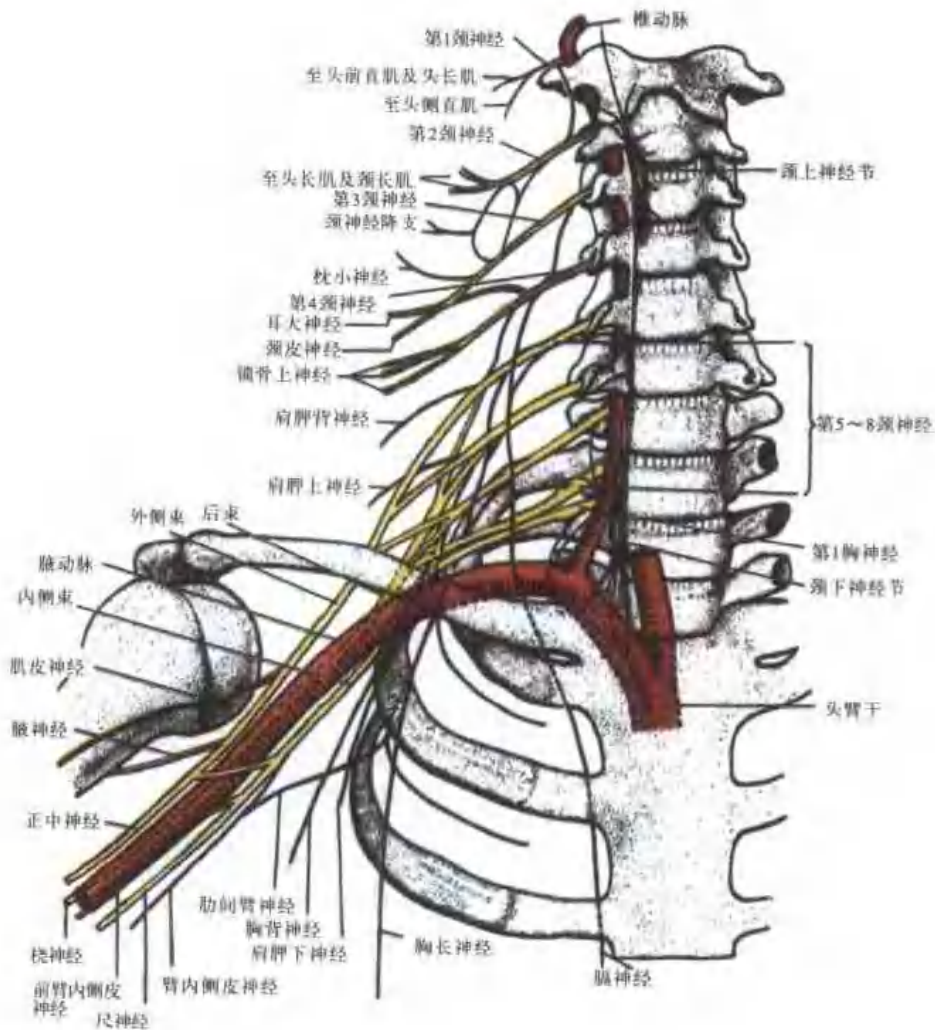


图 5-339 颈丛与臂丛

变异臂丛，占 11.6% (图 5-340)。

关于臂丛构成的原因，探讨尚不成熟，有人认为在胚胎时期，臂丛的构成与血管的形成、消失和肌肉的转移愈合有着密切的关系。

臂丛的分支，可分为锁骨上部及锁骨下部两种：

臂丛锁骨上部的分支：

1. 臂丛根部与交感神经节的交通支 第 5 第 6 颈神经的前支，均接受自颈中神经节来的灰交通支；第 7 第 8 颈神经前支，接受自颈下神经节来的灰交通支。

2. 与膈神经的交通支 一般在前斜角肌的外侧缘，起于第 5 颈神经；第 6 颈神经的纤维，也可能参加此交通支。尚有自锁骨下神经分支，在胸廓上口处加入膈神经。此交通支有时可完全缺如。通常所说副膈神经(膈神经的副根纤维)，即指此种支而言。

3. 肌支 在锁骨以上起始的，可分前后两组。

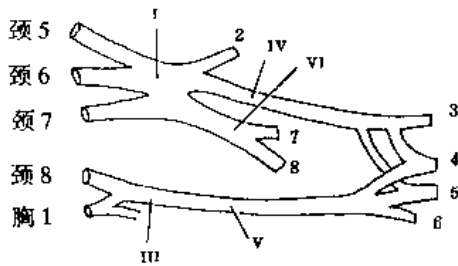
(1) 前组

1) 至前斜角肌及颈长肌的肌支：起于第 5、6、7、8 颈神经，在颈神经刚出椎间孔时发出。

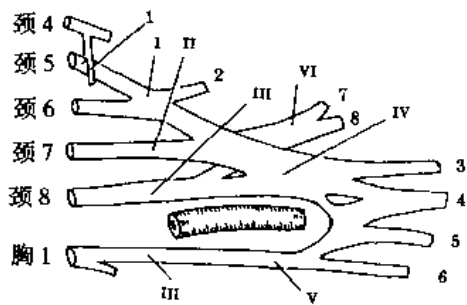
2) 锁骨下肌神经 subclavian nerve：是一细支，起于臂丛上干的前侧，由第 4、5、6 颈神经的纤维组成(以第 5 颈神经为主，可能有第 4 或第 6 颈神经的纤维参加)。此神经下降，经臂丛下部及锁骨下动脉第三段的前侧，至锁骨下肌。此神经经常发支与膈神经相连，成为副膈神经。

(2) 后组

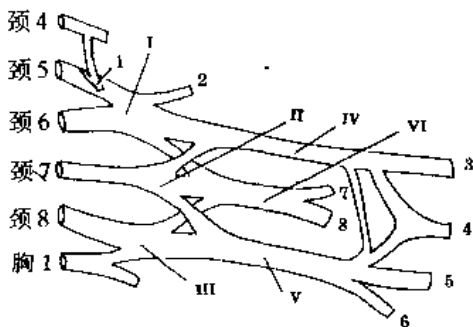
1) 至中斜角肌及后斜角肌的肌支：来自第 5、6、7、8 颈神经，在颈神经刚出椎间孔时



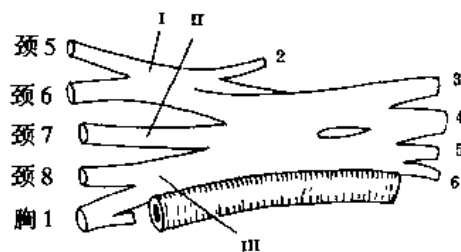
一、臂丛干变异(双干型)



二、臂丛干变异(四干型)



三、臂丛股、束变异(中干双前股)



四、臂丛股、束变异(三束合并)

图 5-340 变异臂丛

I. 上干 II. 中干 III. 下干 IV. 外侧束 V. 内侧束 VI. 后束

1. 膈神经 2. 肩胛上神经 3. 肌皮神经 4. 正中神经 5. 尺神经 6. 前臂内侧皮神经 7. 腋神经 8. 桡神经

发出。

2) 肩胛背神经 dorsal scapular nerve: 主要来自第5颈神经, 但常接受第4颈神经的小支。在颈神经刚出椎间孔时发出, 向后下方越过中斜角肌表面(或穿过该肌)与副神经平行, 至肩胛提肌前缘, 经该肌(或穿过)和菱形肌的深侧, 沿肩胛骨内侧缘下降, 几至该骨的下角, 分布于肩胛提肌及大、小菱形肌。

3) 胸长神经 long thoracic nerve: 起于第5、6、7颈神经, 当这些神经刚出椎间孔时发出。其中自第5、6颈神经来的纤维, 穿中斜角肌, 即合为一束; 而第7颈神经的纤维(有时缺此纤维), 经中斜角肌前面, 至前斜角肌上部, 与第5、6颈神经来的纤维合为一干。此干下降, 经臂丛及腋动脉第一段的后面入腋窝。沿前锯肌的腋窝面下降, 最后分成小支, 分布于前锯肌各肌齿。支配前锯肌的神经, 大致可分为上、中、下三部: 上部为第五颈神经的纤维; 中部为第5、6(或只有第6)颈神经的纤维; 下部为第6、7(或只有第7)颈神经的纤维。

胸长神经的颈后三角部分, 常因肩部担负过重的压力或颈部受重击而被损伤, 发生前锯肌瘫痪。前锯肌正常时使肩胛骨向前固定于胸壁, 上肢高举过头时, 协助旋转肩胛骨。前锯肌瘫痪时, 使患者上肢推向前方抵抗阻力, 则患侧肩胛骨内缘向背侧突起变成“翼状”, 尤其下三分之二更为明显, 患侧上肢不能高举越过头顶。

4. 肩胛上神经 suprascapular nerve 由第5、6颈神经的纤维组成; 有50%的情况, 有由第4颈神经来的纤维参加。此神经起于臂丛的上干, 位于臂丛的上侧, 向上外方行, 经斜方肌及肩胛舌骨肌的深侧, 至肩胛切迹处, 与肩胛上动脉邻接。此动脉经肩胛横韧带下侧至冈上窝, 然后转至冈下窝。而肩胛上神经则经肩胛横韧带下侧至冈上窝。在此该神经发支支配冈上肌、肩关节及肩锁关节。继而伴肩胛上动脉绕过肩胛颈切迹至冈下窝, 支配冈下肌。在冈下窝内, 可能分出到肩关节的小支。

肩峰下皮神经: 此神经的出现为10%, 大多数起源于肩胛上神经, 有的起源于第4颈神经前支。均于肩峰下方浅出皮下, 分为前支、外侧支和后支, 分布于三角肌区的上1/3皮区。常与胸肩峰动脉的肩峰支伴行。

臂丛锁骨下部的分支(图5-341): 臂丛在锁骨以下发出的分支, 均起于臂丛的三束, 也可分为前组和后组两种分支。前组起于内侧束者, 为胸前神经内侧支、正中神经内侧根、尺神经、臂内侧皮神经及前臂内侧皮神经; 起于外侧束者, 为胸前神经外侧支、正中神经外侧根及肌皮神经。后组起于后束者, 计有桡神经、腋神经、两条肩胛下神经及胸背神经。上述这些分支中, 有五大支, 即正中神经、肌皮神经、尺神经、桡神经及腋神经, 为臂丛的终末支。

胸前神经 nn. thoracales anteriores 为支配胸大肌及胸小肌的神经。这神经可分为两部分, 即胸前神经外侧支(胸外侧神经)及胸前神经内侧支(胸内侧神经)。现在命名将胸前神经一词省略。

1. 胸外侧神经 lateral pectoral nerve (胸前神经外侧支)以两根各起于上干及中干的前股, 或起于两前股合成外侧束处, 故其中含有第5、6、7颈神经的纤维。此神经发出后跨过腋动脉及静脉的前侧, 穿胸小肌与锁骨下肌之间的喙锁胸筋膜, 分布于胸大肌。在胸大肌内的分布情形, 大致可分为: 至胸大肌锁骨部的纤维, 来自第5、6颈神经; 至胸肋部的纤维, 来自第5、6、7颈神经。胸外侧神经发细支, 与胸内侧神经在腋动脉第一段的前侧结合成一神经袢, 由袢发支至胸小肌; 所以, 支配胸小肌的纤维, 系来自第7、8颈神经及第1胸神经。

2. 胸内侧神经 medial pectoral nerve (胸前神经内侧支)当臂丛内侧束, 在腋动脉后侧经

过中，发出此支。其中包含第8颈神经及第1胸神经的纤维。该神经弯曲向前，经腋动静脉之间，在腋动脉第一段的前侧，与胸外侧神经所发的分支结合；并发分支自胸小肌的深侧进入该肌；除支配胸小肌外，尚有2~3小支，穿过胸小肌或经该肌下缘，分布于胸大肌，因此全部胸大肌，自锁骨部至胸肋部的下侧，由上而下，被第5、6、7、8颈神经及第1胸神经的纤维所支配。

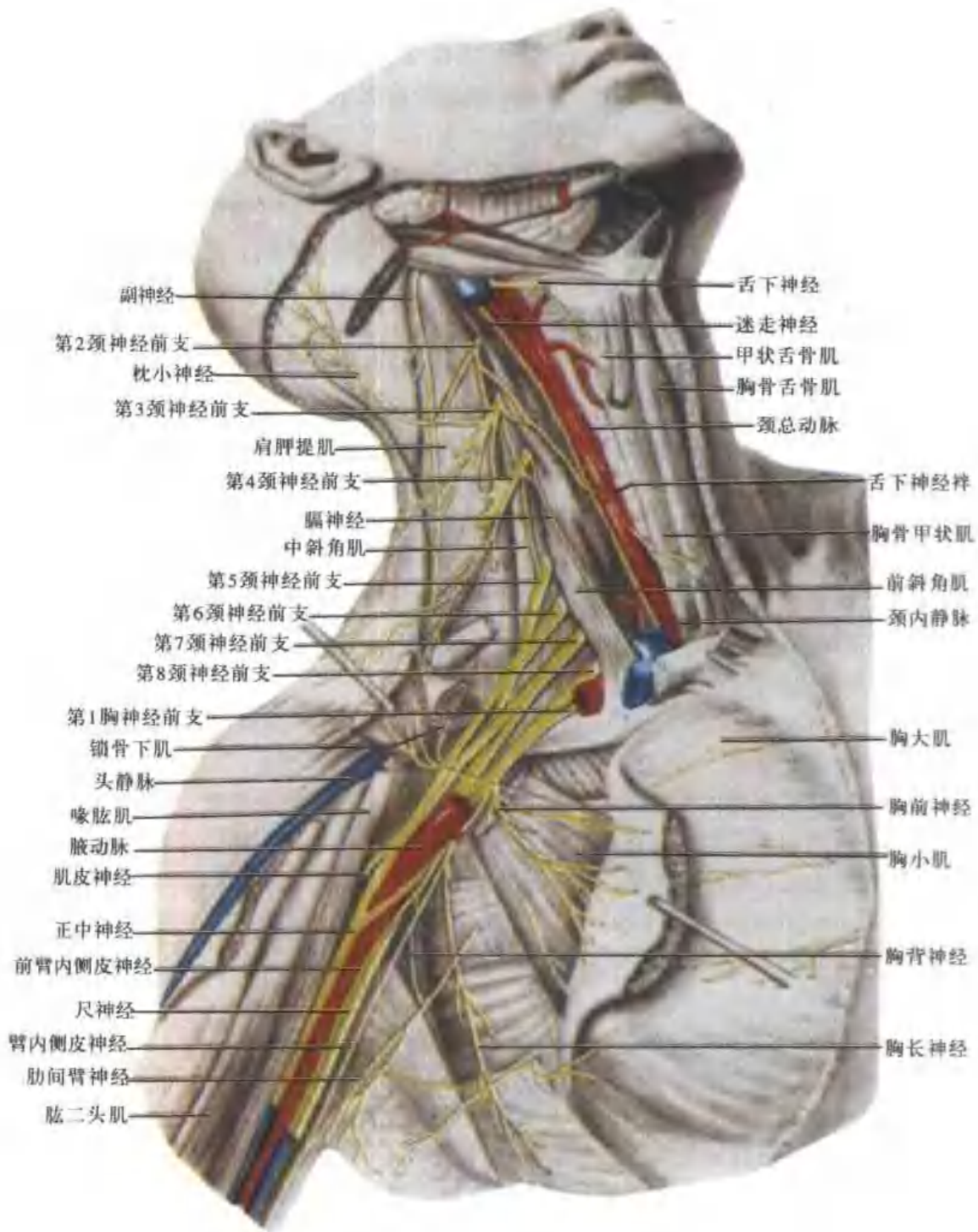


图 5-341 颈外侧三角见到的颈丛与臂丛

3. 臂内侧皮神经 medial brachial cutaneous nerve 为由臂丛至臂诸长神经中的最短小者，起于内侧束。有 90% 的情况，此神经中含有第 8 颈神经及第 1 胸神经的纤维（有时只有第 1 胸神经的纤维）。此神经先经过腋动、静脉之间，继行于腋静脉内侧，与肋间臂神经相交通。沿着肱动脉及贵要静脉内侧向远侧行，约到上臂中点处，穿固有筋膜至浅筋膜内，分布于臂内侧下 1/3 的皮肤。末梢支达内上髁及鹰嘴附近，并有支与前臂内侧皮神经的后支交通。此神经有时缺如，则由肋间臂神经或桡神经的臂后皮神经的分支所代替，由第 1 胸神经的分支代替者为数不多。

4. 前臂内侧皮神经 medial antebrachial cutaneous nerve (图 5-342) 起于内侧束，包含第 8 颈神经与第 1 胸神经的纤维。经过腋动静脉之间达上臂，位于肱动脉前面转至其内侧；在上臂的中下三分之一交界处，该神经与贵要静脉共同穿上臂固有筋膜，至浅筋膜；分为前支（掌侧支）及后支（尺侧支）。其分支计有：

(1) 上臂皮支 cutaneous branches of arm；有 1 支或数小支，自神经干的近侧段发出，分布于肱二头肌表面的皮肤。

(2) 前支 anterior branch 又称掌侧支 (r. volaris)；较尺侧支大，在贵要正中静脉的前侧或后侧经过，分成几支分布于前臂前面内侧部的皮肤，下行至腕的尺侧部。它与尺神经在前臂部的分支，及尺神经掌皮支间有连结。

(3) 后支 posterior branch 又称尺侧支 (r. ulnaris)；斜向后下方，于贵要静脉的内侧，经肱骨内上髁前面，在前臂浅层屈肌及旋前圆肌起始部的前面下降。分支分布于前臂后内侧部的皮肤。后支可与臂内侧皮神经、前臂背侧皮神经及尺神经手背支间发生交通。

临床上对外伤性周围神经大段缺损进行修复时，常选用皮神经作为供体进行神经移植术。臂内侧皮神经也作为可供选择的供体，但其外径相对较小，故只宜修复较小的外伤性周围神经，如指神经，或修复损伤的臂丛神经根时，就近取材，用作供体。但该神经也有其特点，如皮肤分布区比较局限，切取后供区疤痕比较隐蔽和造成的感觉缺失区较小，故可作为神经移植体，供临床上选用。

臂内侧皮神经的来源：主要来自臂丛内侧束占 73.81%，来自肋间臂神经者占 21.43%，来自单束臂丛和前臂内侧皮神经后支者最少，各占 2.38%。

臂内侧皮神经在分支以前可提供约 8~14 厘米长的移植体。该神经外径的宽度和厚度：在起始处为 1.57 和 0.9 毫米，在中点为 1.68 和 0.81 毫米，在分支处为 2.20 和 0.74 毫米。

臂内侧皮神经内的神经束数目从起始处至分支处有逐渐增多趋势；起始处出现 1~2 束者占 76.19%，中点出现 2~3 束者 78.57%，分支处出现 3~4 束者占 76.19%。

前臂内侧皮神经已被许多临床学家推荐为仅次于腓肠神经的可供选择的移植体，以修复外伤性周围神经的损伤。选择神经移植体首先要具备足够的长度和外径，前臂内侧皮神经主干长度 80~190 毫米者占 89.6%。该神经的平均宽度：在起始处为 2.82 毫米，中点为 2.87mm，分支处为 3.40mm。平均厚度分别为 1.35，1.21 和 1.10mm。

前臂内侧皮神经的解剖出现率恒定、位置表浅、变化小；沿贵要静脉切开可找到分支（前、后支），然后向上切开深筋膜，可见该神经主干。切取前臂内侧皮神经后，对该神经供区的感觉功能影响不大。

前臂内侧皮神经内的神经束，起始处及中段均为 2~6 束，分支处 3~8 束；也有人报告远侧段多达 12 束者。

用带血管蒂的皮神经要比不带血管蒂的皮神经作为移植体，功能恢复要好。前臂内侧皮神经的营养动脉出现率：主干有1支者为48.65%，2支43.24%，3支5.41%。营养动脉来源可来自喙肱肌支、肱二头肌支、肱动脉的臂丛支等为多。主干营养动脉的口径为0.2~0.8mm，来源动脉口径0.3~3.5mm；带血管蒂的神经移植体以取来源动脉为好。营养动脉进

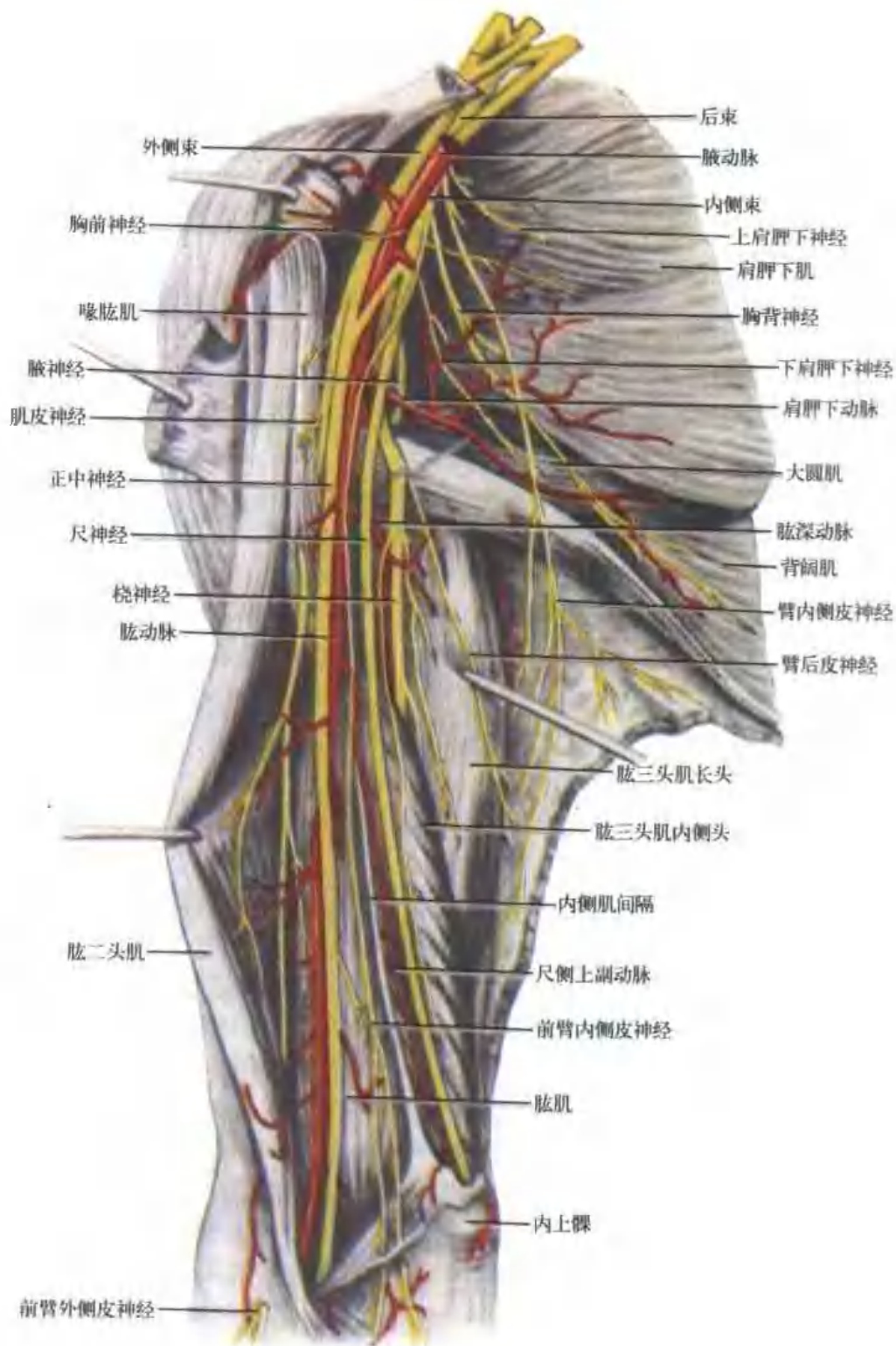


图 5-342 右腋窝及上臂的神经

入神经干的方式有：升支，降支和升降支，以降支方式为多。

5. 胸背神经 thoracodorsal nerve 起于臂丛后束，于两肩胛下神经的中间发出。包含第6、7、8颈神经的纤维(有时缺第6颈神经纤维)。向下外侧与肩胛下动脉伴行，沿肩胛下肌的腋窝缘下降，至背阔肌，于该肌前面(深面)进入肌内。胸背神经在乳癌根治术中较易损伤，伤后出现上肢后伸无力症状。

6. 肩胛下神经 subscapular nerves 有上下两支，起于后束。

(1) 上肩胛下神经：含有第5、第6颈神经的纤维(有时亦有第4颈神经的纤维参加)。位于腋窝上后部，常为二支，下降分布于肩胛下肌上部。

(2) 下肩胛下神经：自第5、第6颈神经的纤维组成；自后束发出，有时与腋神经共干。此神经经肩胛下动脉后侧至大圆肌，并终于该肌；有1~2分支，至肩胛下肌腋窝缘附近，进入并支配该肌下部。

臂丛的上肢终末支(图5-342)。

1. 肌皮神经 musculocutaneous nerve 于胸小肌下缘自臂丛外侧束发出，其中包含第5、第6颈神经的纤维；约有50%的情况，此神经可有第4及第7颈神经的纤维参加。此神经初位于腋动脉的外侧，穿过喙肱肌，向下外侧行；于肱二头肌与肱肌之间达臂外侧缘，沿肱二头肌外侧沟向远侧行；在肘关节的稍上方，于肱二头肌腱的外侧，穿固有筋膜，继续下降于前臂，成为皮神经，称为前臂外侧皮神经。

肌皮神经在上臂经过中，发肌支支配上臂诸肌。至喙肱肌的肌支，主要来自第7颈神经的纤维；当肌皮神经尚未穿入该肌时即已分出；此肌支在某些例子中直接起于外侧束。至肱二头肌两个头和肱肌的肌支，在肌皮神经穿过喙肱肌后，在肱二头肌与肱肌之间时发出。至肱肌的肌支，还分出细支至肘关节。肌皮神经亦有细小分支随肱骨的滋养动脉入肱骨。

前臂外侧皮神经 lateral antebrachial cutaneous nerve(图5-343) 经肘正中静脉及头静脉下侧，沿前臂外侧下降，分为前后两支：前支，沿前臂前面的外侧行，并分布于这部分的皮肤，其终末支可达到腕以下鱼际中部的皮肤。在腕稍上方处，接受桡神经浅支的交通支，在此交通支连接点以下，发腕关节支至腕关节，后支，较小，向后下方行，经肱骨外上髁前方，分布于前臂后部外侧的皮肤，达腕背部；并与桡神经的浅支及前臂后皮神经下部分支相交通。

肌皮神经的表面投影，可由喙突向下沿肱二头肌外侧沟划一条想像线表示。

肌皮神经损伤：此神经单独受损伤情形极少见，一般引起损伤的原因，如肱骨头的骨折或脱位，腋动脉瘤的压迫，脊髓或臂丛发生病变等；至于刺伤、弹伤等，可直接损伤神经。肌皮神经损伤后的症状，为喙肱肌、肱二头肌、肱肌的瘫痪及萎缩。运动障碍表现为前臂屈曲无力，由于肱二头肌及肱肌瘫痪所致。因肱桡肌健全，所以前臂还能稍微屈曲。肱二头肌腱反射消失，前臂外侧感觉丧失。

前臂外侧皮神经也可选用为神经移植体，有人首先用于指神经移植，并获得成功。前臂外侧皮神经主干长度(是指该神经出肱二头肌深面后至分前、后支处的距离)为10~139mm。主干的宽度：起始处为1.4~3mm，中点为1.1~2.0mm，分支处为1.1~3mm。主干厚度：起始处1~2mm，中点1~2mm，分支处0.8~1.4mm。神经内神经束的数目：主干起始处有1~4束以2个束多见；中点有1~4束，以2个束多见，分支处有2~4束，以3个束多见。

前臂外侧皮神经的血供：营养动脉直接来源，可来自肱桡肌支的皮动脉，桡侧腕屈肌支的皮动脉、桡侧返动脉、旋前圆肌支的皮动脉、和桡动脉。营养动脉1支多见，可有数支；口

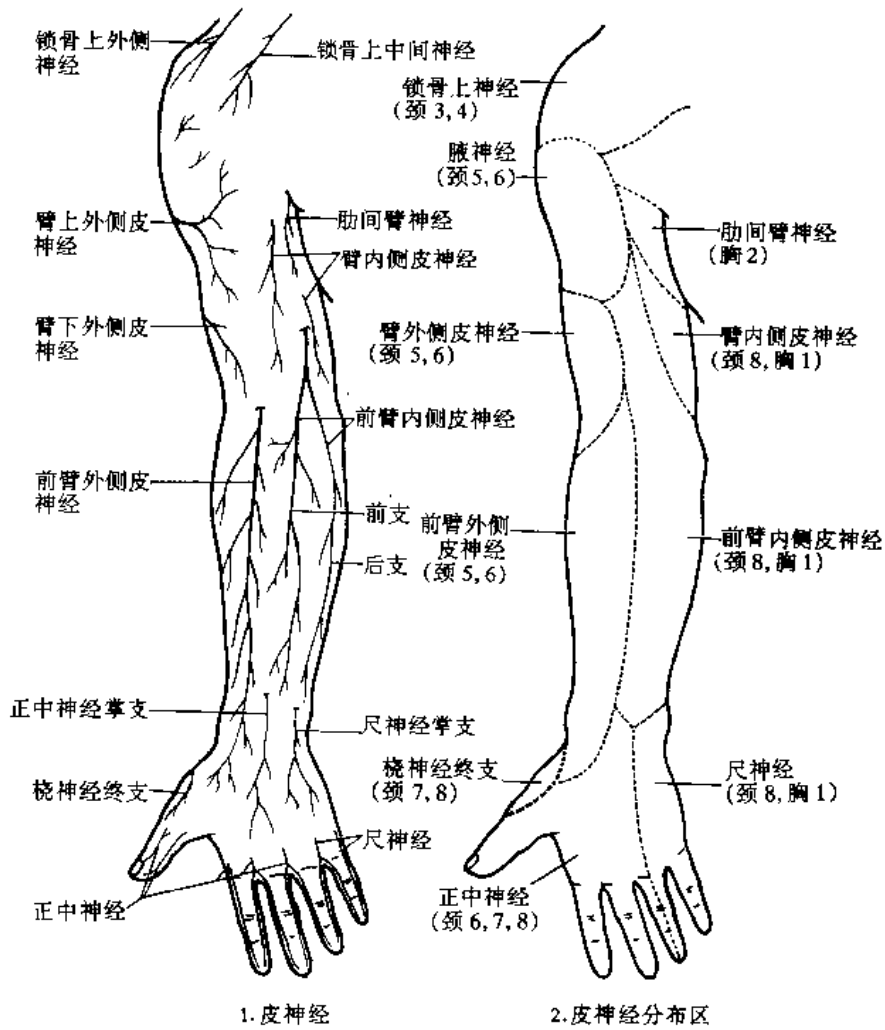


图 5-343 右上肢掌侧皮神经

径 0.1~0.4mm。主干营养动脉长度为 1.5~23mm；从神经干内侧面进入干内者最多见，入下后分升支型、降支型和升降支型走行，主干以升支型为主(59.5%)，前支和后支以降支型为主(52.2%和 65.0%)。

2. 正中神经 median nerve 以两根起于臂丛，其中一根起于内侧束，另一根起于外侧束。两根于胸小肌下缘，在腋动脉下部的前侧或外侧合成一干。此神经由第 6、7、8 颈神经及第 1 胸神经的纤维组成，有时第 5 颈神经的纤维也加入其中。正中神经初行于肱动脉外侧，在喙肱肌止点处，一般以锐角斜过肱动脉的浅面(有时在动脉深面)达其内侧；沿该动脉下降至肘窝，被肘正中静脉及肱二头肌腱膜覆盖，与肘关节之间隔以肱肌。继而穿旋前圆肌两头间至前臂，以旋前圆肌尺侧头与尺动脉分隔；向下与骨间掌侧动脉伴行。在前臂上 2/3 的一段，位置较深，在指浅屈肌与指深屈肌之间；在前臂下 1/3 的部分，位置比较浅表，仅被固有筋膜及皮肤覆盖。神经的桡侧为桡侧腕屈肌，尺侧为掌长肌及指浅屈肌腱。在手腕部穿腕横韧带的深面抵手掌，在此韧带深侧，位于屈指肌腱的浅面；在韧带的远侧缘处，正中神经分为三条指掌侧总神经(图 5-344)。

分支：正中神经在上臂一般不发分支支配上臂的结构；只有少数例子，在上臂经过中接受肌皮神经来的交通支。在肘关节上方，分出至旋前圆肌的肌支。在肘关节前侧，可发 1~2

关节支，分布于肘关节。并有支至桡尺近侧关节。

(1) 至旋前圆肌的肌支：一般于肘窝上方由正中神经干发出，在该肌的外侧缘穿入肌内。肌支有1~3支，以2支者较多。

(2) 至桡侧腕屈肌、掌长肌及指浅屈肌的肌支：一般在旋前圆肌支下方近肘关节处发出。至桡侧腕屈肌的肌支数目，多数只1支；至指浅屈肌的多为1~2支。

(3) 前臂骨间前神经 anterior interosseous nerve of forearm：当正中神经穿过旋前圆肌两头之间时，由神经干的背侧发出。与骨间前动脉伴行，于前臂骨间膜掌侧，经指深屈肌与拇长屈肌之间下降，达旋前方肌的深侧进入该肌；并发关节支，分布到腕关节及腕骨间关节。前臂骨间前神经在其起始部，发支支配指深屈肌桡侧半部及拇长屈肌的全部；正中神经至指深屈肌的肌支，在该肌内，可与尺神经支配该肌的肌支结合。

前臂骨间前神经发有小支，分布于前臂骨间膜，骨间掌侧动脉，营养动脉及桡骨、尺骨、腕骨的骨膜。

一般认为前臂骨间前神经，仅支配前臂掌侧的深层屈肌，但至指浅屈肌的肌支，有时也可以发自前臂骨间前神经。至指深屈肌及拇长屈肌的肌支，亦可自正中神经干发出。

支配指深屈肌的肌支数，有3~5支。至拇长屈肌以2支者多见。至旋前方肌的多为1支。

(4) 正中神经掌支 palmar branch of median nerve 即掌皮支 palmar cutaneous branch：是一小支，在腕横韧带的近侧发出。经桡侧腕屈肌及掌长肌之间下降，跨过腕横韧带表面，穿出固有筋膜，分为内外二支。内侧支分布于手掌中部的皮肤，与尺神经的掌皮支吻合；外侧支分布于鱼际的皮

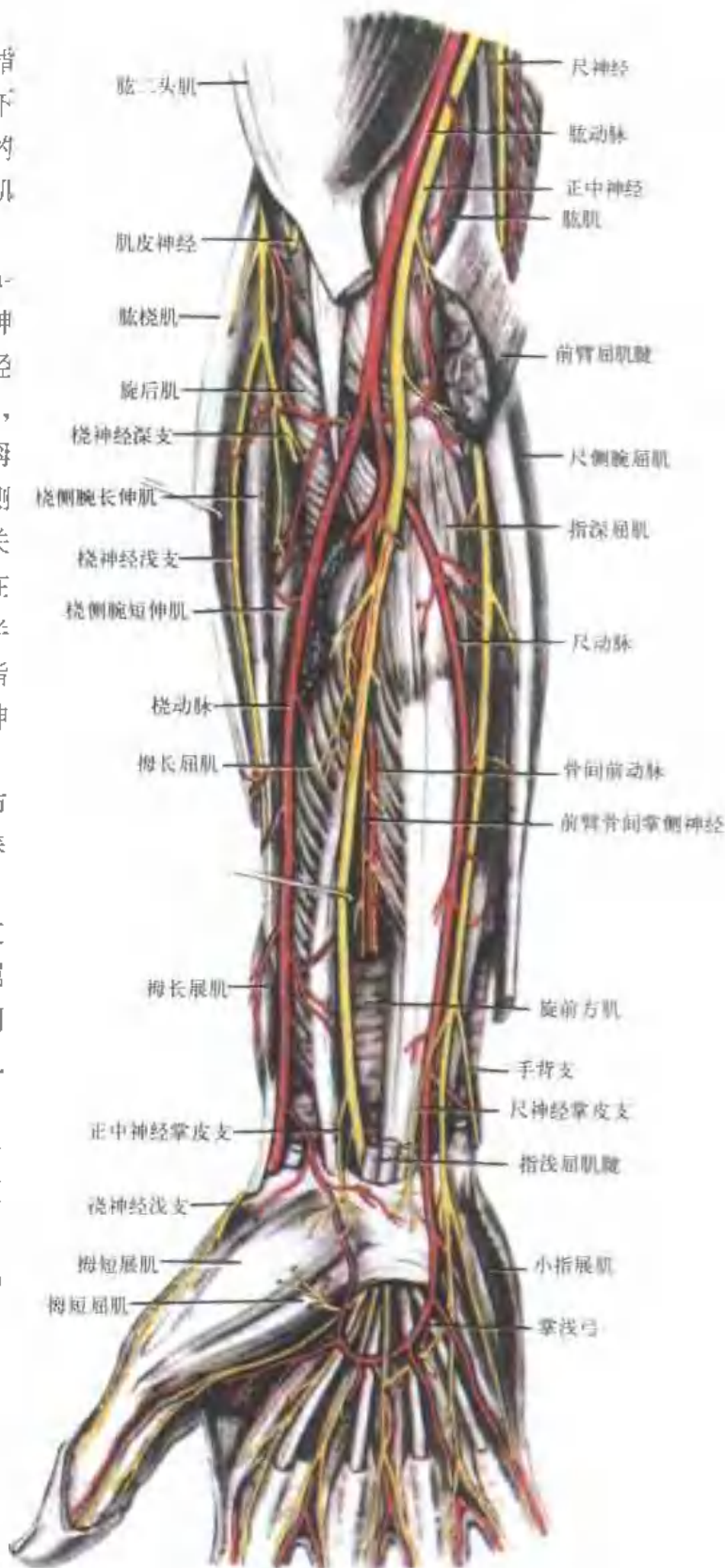


图 5-344 前臂掌侧及手掌的神经

肤，与桡神经浅支及前臂外侧皮神经的前支结合。

(5) 指掌侧总神经 common palmar digital nerves: 正中神经经腕横韧带深侧入手掌，分为三条指掌侧总神经，位于掌腱膜与掌浅弓的深侧，指屈肌腱的表面。

第一指掌侧总神经：发出返支支配鱼际诸肌，即拇短展肌、拇指对掌肌及拇短屈肌(浅头)。此神经有细支可与尺神经的掌深支连结(图 5 345)。这连结有人称为鱼际祥 thenar ansa。在解剖、肌电图及临床都认为，经此祥使鱼际肌获得正中神经与尺神经的双重神经支配。

有人根据在前臂损伤正中神经和尺神经后的情况，研究了鱼际肌的神经支配，认为鱼际肌可由正中神经，或尺神经，或前两神经的双重神经支配。拇短展肌：受正中神经支配者占

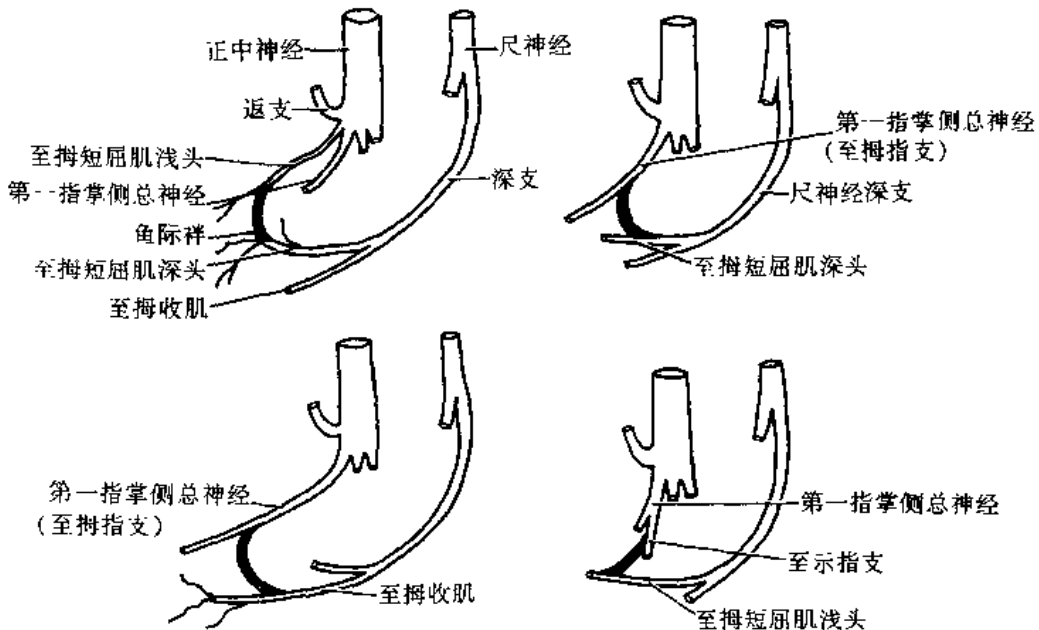
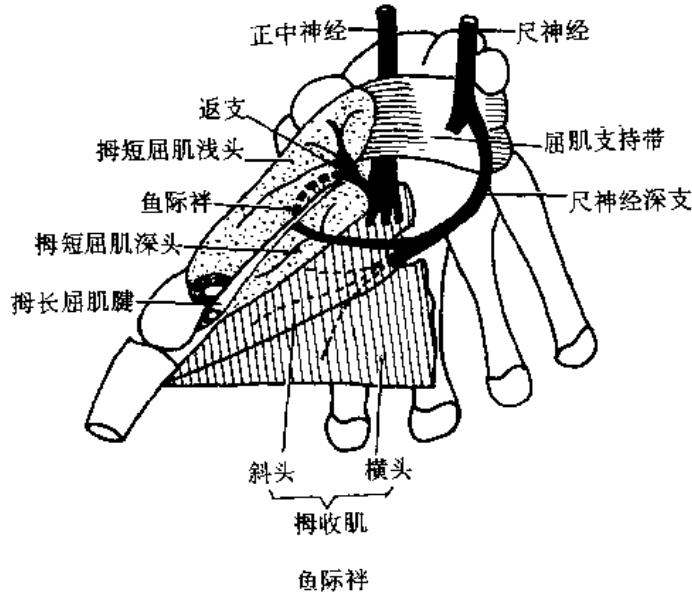


图 5-345 鱼际祥的变异

36%，受尺神经支配者占 48%，受双重神经支配者占 17%；拇短展肌：受正中神经支配者为 95%，尺神经为 2.5%，双重支配为 2%；拇指对掌肌：受正中神经支配者为 83%，尺神经为 9%，双重支配为 7.5%，这种变异对临床诊断是重要的，在正中神经损伤后，这些肌中的某些可不发生瘫痪；过去认为鱼际肌全由正中神经支配的传统概念，可能引起错误的结论，认为正中神经没有受到完全的中断。

第一指掌侧总神经的末端分为三支，即指掌侧固有神经 proper palmar digital nerves(图 5-346)。三支中最外侧一支，分布于拇指的桡侧缘，达远侧端的皮肤，分细支分布于拇指指端

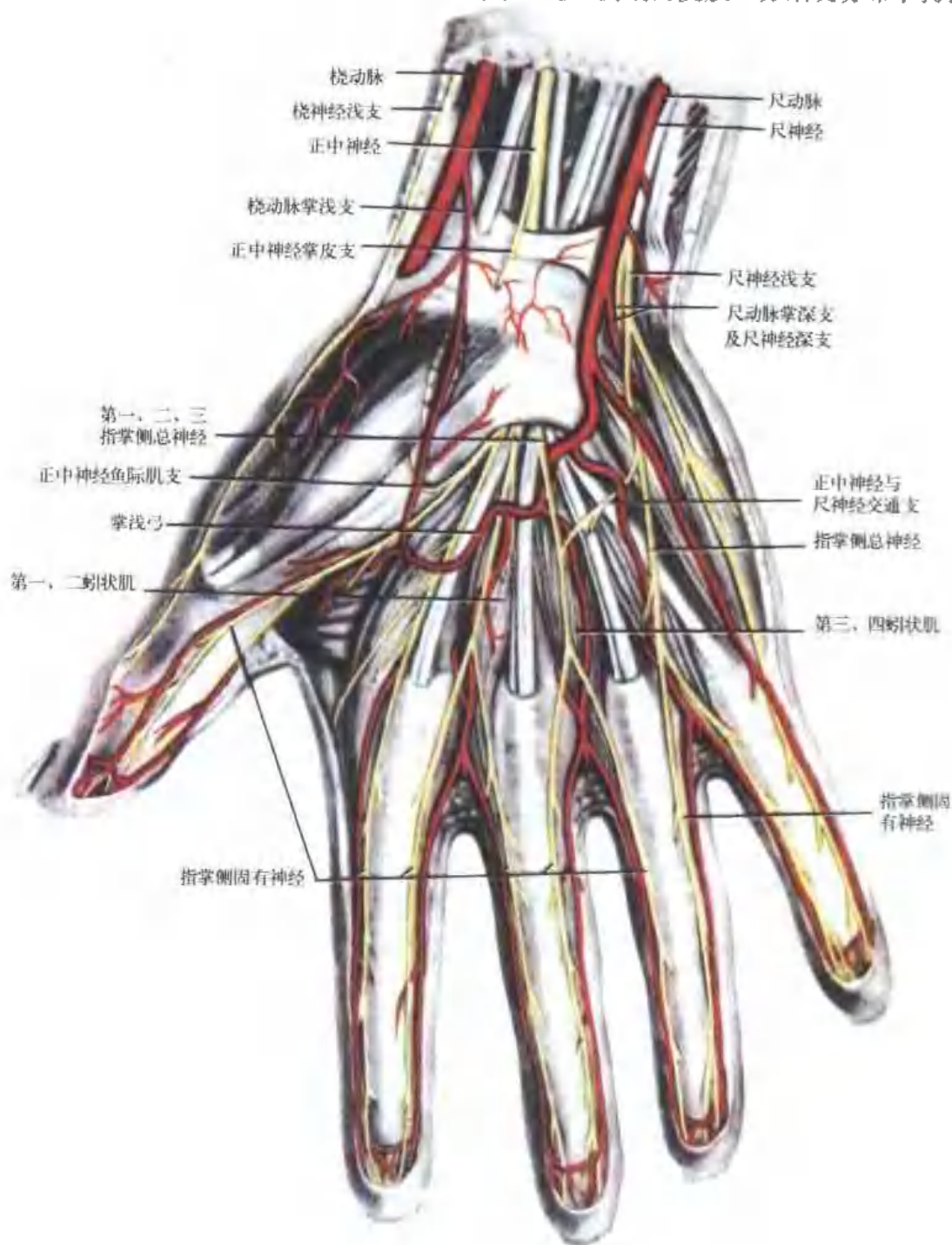


图 5-346 手掌浅层的神经分布

掌面及末节背侧的皮肤；中间的指掌侧固有神经，分布于拇指尺侧缘的皮肤，亦有分支至拇指末节背面皮肤；内侧的指掌侧固有神经，分布于第2指掌面桡侧缘的皮肤，并分支至第1蚓状肌，此外亦有分支，分布于第2指中及末节背侧的皮肤。

第2、第3指掌侧总神经：第2指掌侧总神经至第2与第3指之间，分支至第2蚓状肌(图5-345)。第3指掌侧总神经至第3与第4指之间，有时发支至第3蚓状肌。此二支指掌侧总神经，在掌指关节的近侧，各分为两条指掌侧固有神经，分布于食指、中指与环指相对缘的皮肤；并有分支至食指中节和末节的背面及环指中节及末节背面桡侧的皮肤。第3指掌侧总神经与尺神经之间有交通支。

(6) 正中神经有不定血管支分布于桡动脉、尺动脉及其分支。

臂丛的损伤：从高处跌下，肩部着地而头极度偏于另一侧时；或重力撞击，使头颈与肩过分分开时，可使臂丛受损。一般此丛的上干，即第五颈神经，偶尔涉及第六颈神经的纤维，最易受损伤，产生上臂丛麻痹症状。因神经损伤而引起所支配肌肉的瘫痪，如三角肌、肱二头肌、肱肌及肱桡肌，有时也累及冈上肌、冈下肌及旋后肌。所以上肢下垂及旋内，不能外展和举起；前臂伸直并呈旋前位，屈肘和旋后困难。感觉障碍限于前臂和手的桡侧及三角肌区的皮肤。这种症状，有时在新生儿见到，因应用产钳助产，使新生儿颈部受压迫伤及臂丛；或臀位产，因头颈受过分牵拉而使臂丛损伤。

此外，当上肢外展时，如受猛力牵拉，可能损伤臂丛下部的神经，常是第1胸神经单独受损，有时伤及第8颈神经纤维，形成下臂丛麻痹症状。主要是屈腕肌和手肌的瘫痪，产生“爪形手”。前臂和手的尺侧狭长区有感觉障碍。如伤及第1胸神经的白交通支，可发生瞳孔缩小等霍纳 Horner 综合征。

正中神经的损伤：由于脊髓及臂丛的病变、神经炎、或上臂、前臂、腕部或手的撕伤、刀伤、弹伤、或肱骨和前臂骨折等原因，都可伤及正中神经。但正中神经位居肌层深处，一般说不易遭受损伤，因此只有在腕部该神经受伤的机会比较多见。

正中神经的周围性损伤如在其近侧端(所有肌支分出之前)出现时，则因旋前肌的瘫痪，而使前臂的旋前运动丧失；但肱桡肌的作用仍然可使前臂成半旋前位。因屈腕肌受正中神经支配，屈腕和腕外展的运动减弱；而尺神经支配的指深屈肌尺侧部及尺侧腕屈肌正常，因此当屈腕时向尺侧倾斜。手部发生的症状(图5-347)：拇指伸直稍带内收，这是因拇长、短屈肌及拇短展肌丧失作用所致。鱼际肌萎缩，引起鱼际塌陷，手掌显现平坦。拇指对掌肌瘫痪，拇指无法对掌。由于指屈肌瘫痪，食指及中指的指间关节不能随意屈曲，致使二指陷于无用。环指和小指的屈曲，只因指浅屈肌丧失作用而变弱。所有这些症状统称为“猿手”(也有认为正中神经与尺神经合并损伤后，由于鱼际与小鱼际皆萎缩，手掌更显平坦才类似“猿手”)。患者握拳时拇指不能触及中指背面，握持无力。伸展的食指不能屈曲，将指尖触及拇指。令作两手合拢交叉试验，患者病侧的食指和中指不能屈曲合抱。

正中神经遭受损伤后，常有强烈的血管收缩及营养障碍，皮肤干燥、发绀、发冷，指甲起嵴而脆，肌肉萎缩。在正中神经皮支所分布的区域内，有不同程度的感觉障碍，以拇指和食指的末端最为常见。正中神经遭受不完全损伤时，可出现烧灼性神经痛。

有报告第三、四蚓状肌都可有正中神经和尺神经双重支配。拇内收肌也有双重支配占2.5%。因此在临床上当尺神经受到损伤之后，手能得到意外的某些机能的保留。

正中神经的发起类型 根据腋动脉与臂丛的关系，并以胸小肌下缘为界，可分型如下：①

高型：以内、外侧根起于内、外侧束，于胸小肌下缘或上方，占 78.25%。②低型：以内、外侧根起于内、外侧束，在胸小肌肌下缘远侧不定距离会合，占 16.20%。③结合型：以单根起于外侧束，腋动脉位于前内侧，占 4.63%。④丛状型：内、外侧束各发数条根，且有交通，结合成正中神经，少见，占 0.46%。⑤内侧型：臂丛有变异，正中神经内侧根与尺神经共干起于背内侧束；正中神经外侧根起自腹内侧束；内、外侧根合成正中神经，腋动脉在其外侧；少见，占 0.46%

3. 尺神经 ulnar nerve 起于臂丛内侧束，包含第 7、8 颈神经及第 1 胸神经的纤维。自胸小肌下缘发出，经腋窝于腋动脉与腋静脉之间向下行。至上臂上部，位于肱动脉内侧。在喙肱肌止点处，与尺侧上副动脉伴行，穿臂内侧肌间隔，自隔的前侧达其后侧。然后沿肱三头肌内侧头的前面下降到肘后侧，于肱骨内上髁及尺骨鹰嘴之间，经内上髁后下侧的尺神经沟，穿尺侧腕屈肌两头之间至前臂。继续沿前臂内侧下降，在前臂上半部，位于指深屈肌的表面，被尺侧腕屈肌遮蔽；下半部则位于尺侧腕屈肌的桡侧，仅被皮肤及固有筋膜覆盖。继而越过腕横韧带的浅面，但在腕掌侧韧带的深面，经豌豆骨桡侧入手掌，分为掌深支及掌浅支。尺

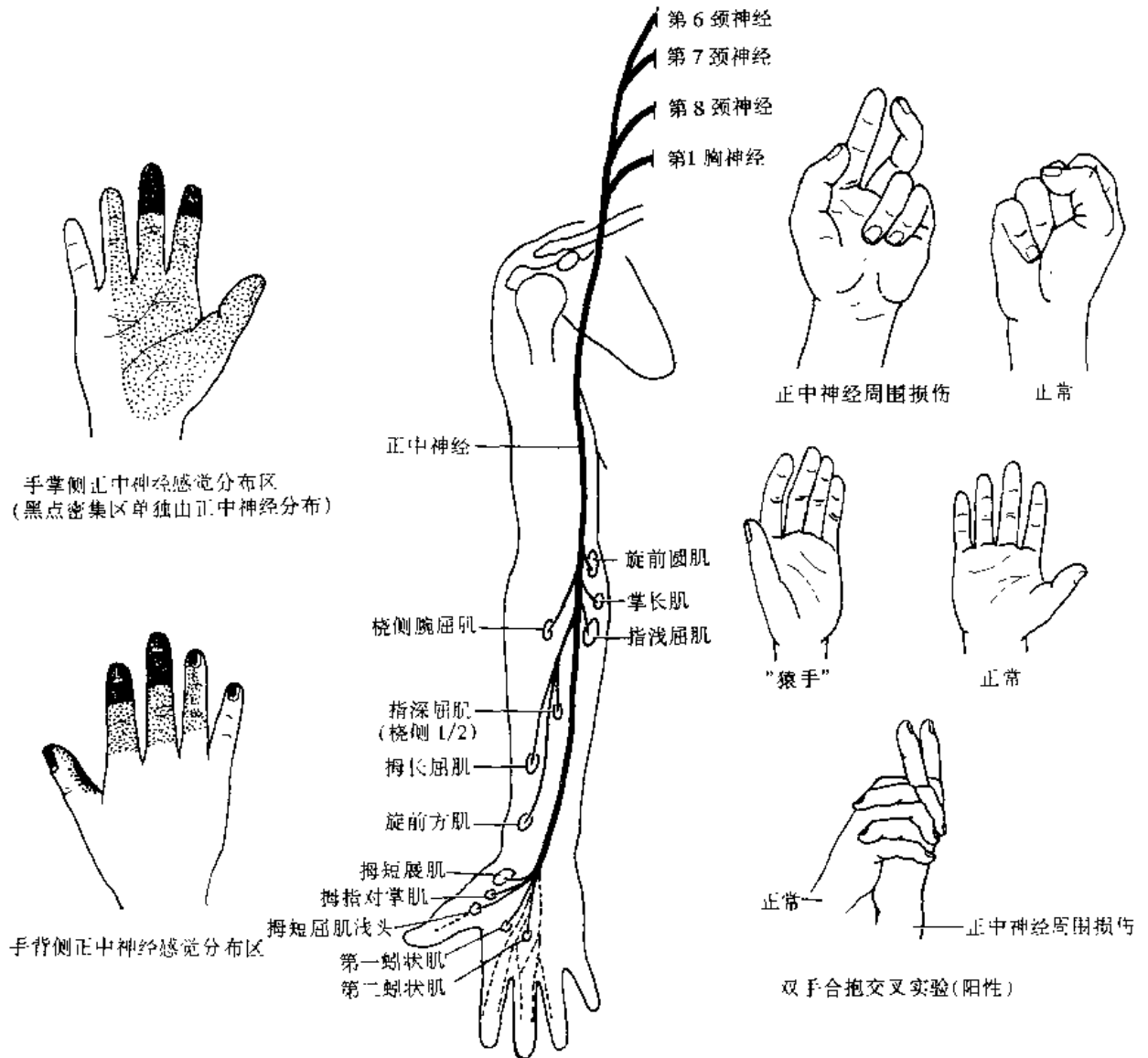


图 5 347 正中神经的分布及其周围性损伤的症状

动脉在前臂中、上三分之一交界处，与尺神经伴行向下到手掌，神经位于动脉的尺侧。

尺神经的分支：

(1) 经肘关节时，发 2~3 细支，至肘关节。

(2) 在前臂上部近肘关节处，分出二支肌支，一支至尺侧腕屈肌，另一支至指深屈肌尺侧部。至指深屈肌的肌支数，1 支者多见；至尺侧腕屈肌者为 1~2 支。

(3) 尺神经掌支 *palmar branch of ulnar nerve*；即掌皮支 *palmar cutaneous branch*。在前臂中点发出，沿尺动脉掌侧下降，穿深筋膜分布于手掌小鱼际的皮肤，有时支配掌短肌，并与前臂内侧皮神经及正中神经的掌侧皮支结合。

(4) 尺神经手背支 *dorsal branch of ulnar nerve*；在腕关节近侧约 5cm，自尺神经发出。经尺侧腕屈肌腱及尺骨之间，转向背侧，下行达手背。于此发多数小支至皮肤，并与臂内侧皮神经及桡神经的浅支结合。于腕关节背侧分为三条指背神经 *dorsal digital nerves*；一支达小指尺侧缘，一支分布于环指与小指背侧的两相对缘，另一支分布于环指与中指的相对缘。其分布于小指背侧的神经，到达末节指骨的基底；环指背侧的神经，到达中节指骨的基底。该两指背侧的其余部分，由尺神经的指掌侧固有神经支配；而环指中节及末节背侧的桡侧半部，则由正中神经的指掌侧固有神经支配(图 5-348)。

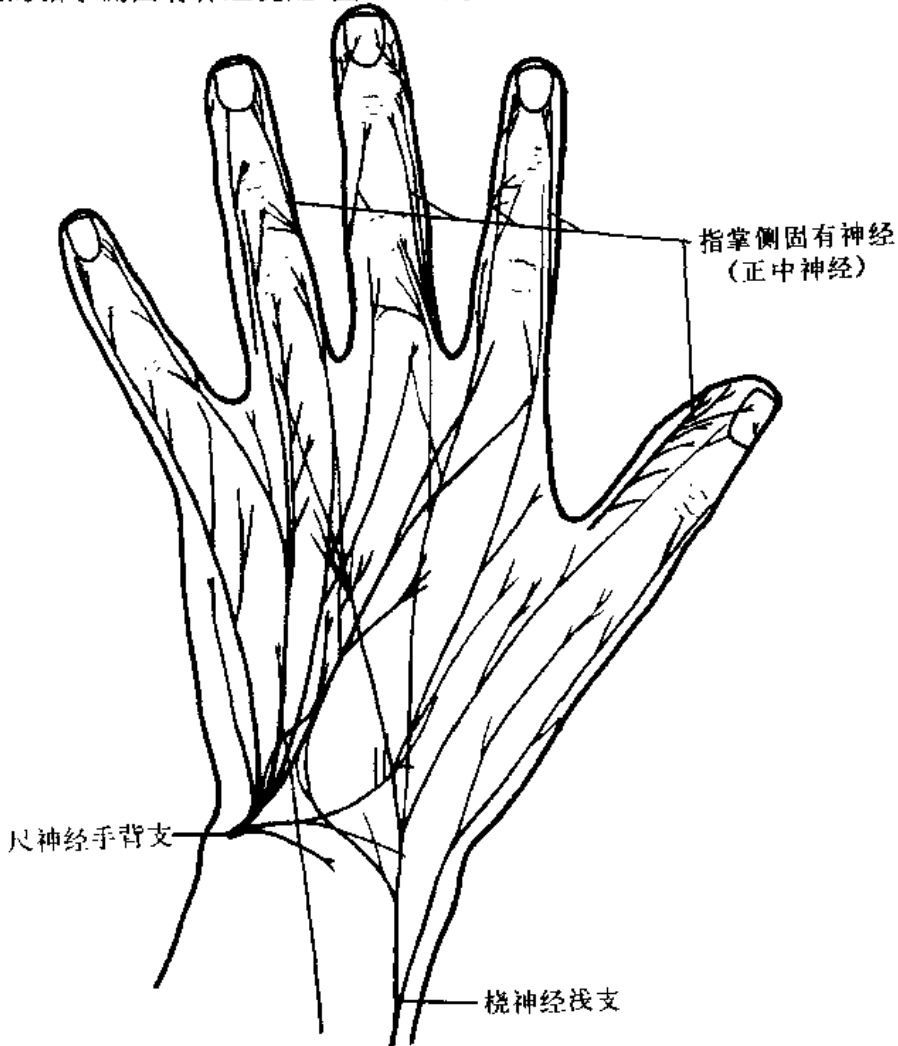


图 5-348 手背及手指背侧皮神经的分布

(5) 浅支 superficial branch: 分两支: 一支为指掌侧固有神经, 分布于第 5 指掌侧的尺侧缘。另一支为指掌侧总神经, 在掌腱膜深侧, 该支又分为两支, 分布于环指与小指掌侧的相对缘, 并转至背侧, 分布于该两指中及末节背侧的皮肤。掌浅支发支支配掌短肌; 并分支与正中神经结合。

(6) 深支 deep branch(图 5-349): 与尺动脉的深支伴行, 经小指展肌与小指短屈肌之间, 穿小指对掌肌, 与掌深弓的经过一致, 形成神经弓。此弓在掌深弓的近侧, 在指屈肌腱及其腱鞘的深侧; 自此弓的起始处, 发支支配小鱼际诸肌(即小指展肌、小指短屈肌, 小指对掌肌); 在弓经过中发支至背侧骨间肌(4 块)及掌侧骨间肌(3 块), 第 3、第 4 蚓状肌; 终末支分布于拇收肌及拇短屈肌(深头); 并发关节支至腕关节。第 3 蚓状肌除有尺神经分支分布外, 还

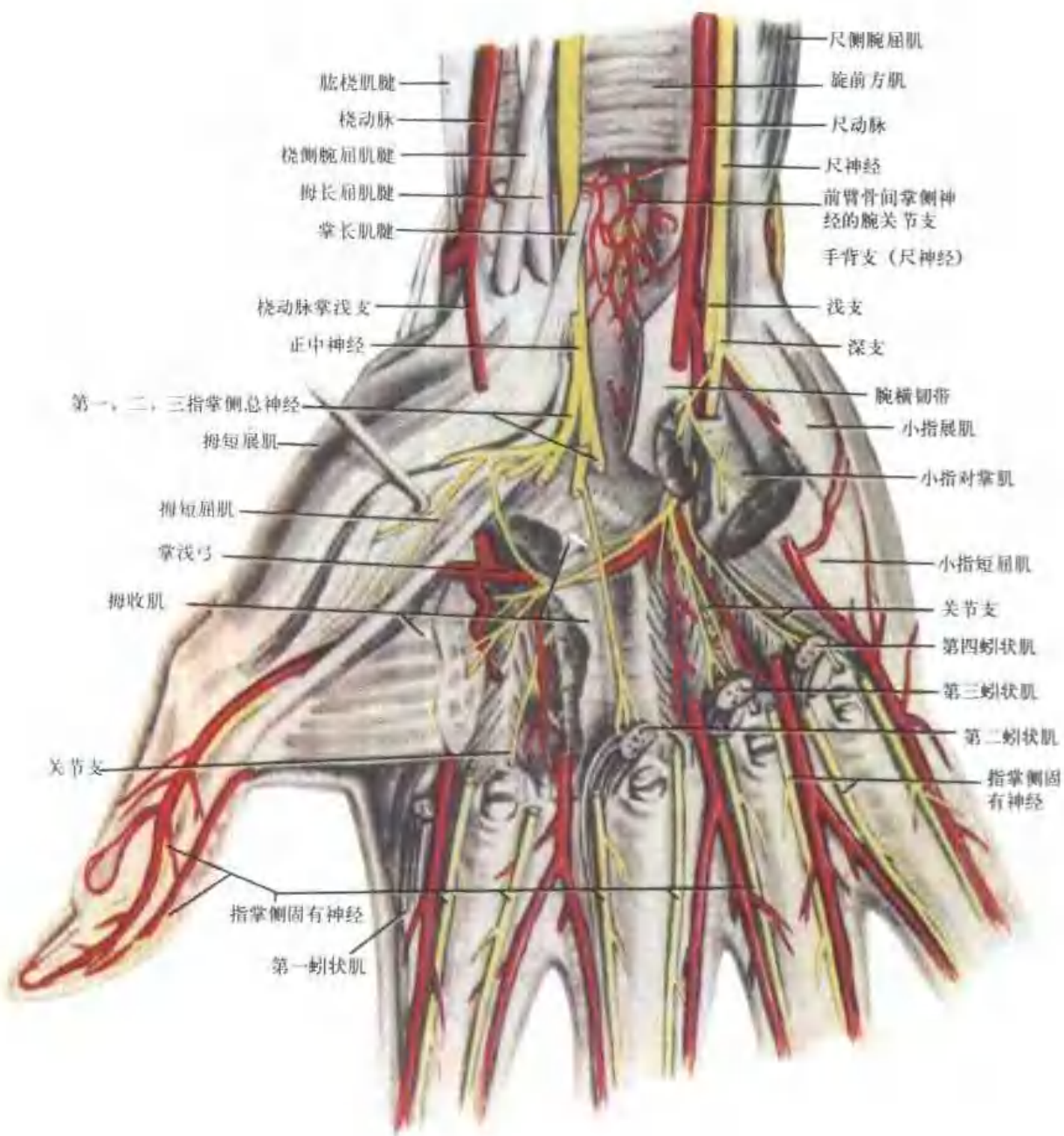


图 5-349 手掌深层的神经分布

可能接受正中神经来的一分支。

(7) 尺神经在前臂及手掌发出血管支，至尺动脉及手掌动脉。

尺神经的损伤：尺神经可因脊髓与臂丛的病变，单发性神经炎、刀伤、弹伤、肱骨头及肘关节的骨折和脱位等，而受到损伤。尺神经在上臂部较少受到损伤，在尺神经沟及腕部则较容易。尺神经在肘以上受损伤后所表现的运动障碍，为屈腕作用减弱，系由于尺侧腕屈肌及指深屈肌尺侧部瘫痪所致；同时手向尺侧屈的作用亦见消失。手部损伤的主要表现为“爪形手”（图 5-350）；因拇收肌瘫痪，拇指丧失内收能力；嘱患者作拇指试验，即用拇指及示指拿纸片时，拇指不能内收，而其第二指节骨显示屈曲的特征姿势（图 5-350），并且夹持的肌力非常薄弱。小鱼际诸肌及骨间肌（尤其第一骨间肌）瘫痪，并发生显著萎缩，小指和环指丧失握持能力；又因骨间肌与第 3、第 4 蚓状肌的瘫痪，使小指和环指的指关节弯曲，不能伸直，但两指的掌指关节却不能屈，而呈过度伸直状态。示指和中指因第 1、第 2 蚓状肌受正中神经的支配，故功能丧失较少。因拇收肌、骨间肌及小指展肌的瘫痪，使各手指不能内收和外展，为尺神经损伤后最重要的特征。此外，于尺神经损伤后，小指全部及环指尺侧部都可能有感觉丧失现象。

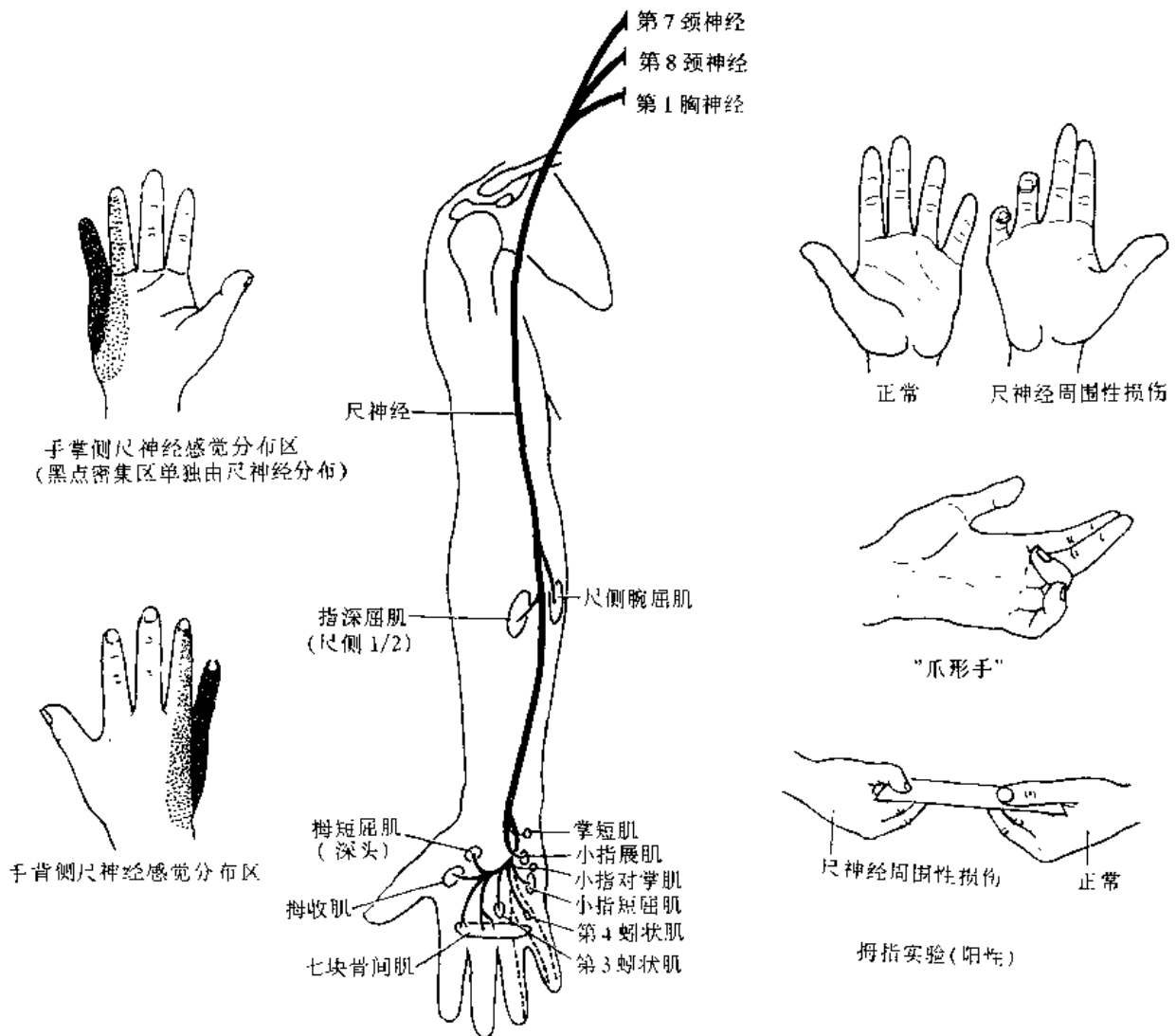


图 5-350 尺神经的分布及其周围性损伤症状

肘管综合征：尺神经经过肘部时，从臂的伸侧进入前臂的屈侧，通过一骨纤维性管，称为肘管。尺神经在肘管中前贴尺神经沟，后界尺侧腕屈肌和纤维膜，内界尺侧副韧带和外界为尺骨鹰嘴。继行于尺侧腕屈肌桡骨头与尺骨头之间，此二头借一腱膜弓掩于尺神经后方。肘关节炎、骨增生、尺侧副韧带增厚，软组织瘤等均可形成对尺神经的压迫。此外，肘屈曲时，腱膜被拉紧，肘管容积减小，每屈肘 45° ，腱膜弓即被拉长5毫米（即腱膜的肱、尺骨附着距离加大5毫米），屈曲 135° 时，腱膜弓可延长40%。此狭窄的解剖学通道对尺神经压迫所产生的症状，称肘管综合征。明显的体征是尺侧腕屈肌软弱或轻瘫，尺神经分布的皮区呈现麻木或刺痛，并随屈肘而加重。

4. 桡神经 radial nerve 为臂神经丛中较大的分支，其中含有第5、6、7、8颈神经的纤维，第一胸神经的纤维亦可加入其中。起于臂丛后束，在腋窝内位于腋动脉的背侧，经肩胛下肌、背阔肌及大圆肌的前面，到上臂与肱深动脉伴行，沿肱骨后面的桡神经沟，经肱骨肌管（由肱骨、肱三头肌内侧面、外侧头所围成），转至外侧，穿过臂外侧肌间隔，至肘前外侧沟（在肱肌与肱桡肌之间）下降（图5-351）。于肘前外侧沟内，有肱深动脉的分支桡侧副动脉与之伴行。在肱骨外上髁前面分为浅、深两终支。其分支如下：

(1) 至肱三头肌长头及内侧头的肌支：为桡神经在腋窝内发出的分支；至长头的肌支，发出后立即进入其中；至内侧头者，在不同高处进入肌内，其中一支细长，与尺神经伴行，直达上臂的下 $1/3$ ，才入内侧头，称此为副尺神经。肱三头肌长头肌支数以2~3支居多；内侧头为1支或3支。

(2) 至肱三头肌外侧头、内侧头及肘肌的肌支：由桡神经经过肱骨肌管时发出，分别至肱三头肌的外侧头及内侧头。至肘肌者为一细长支，与肱深动脉的一分支伴行，穿肱三头肌内侧头，于肘关节的后侧入肘肌。肱三头肌外侧头的肌支数以1支较多。

(3) 至肱桡肌、桡侧腕长伸肌及肱肌外侧部的肌支：这些肌支在桡神经穿过臂外侧肌间隔后，在肘前外侧沟内发出。至肱桡肌的肌支数以2~3支者居多，至桡侧腕长伸肌者常为1~2支。

(4) 臂后皮神经 posterior brachial cutaneous nerve：为桡神经在腋窝内发出的细支，横过背阔肌腱，经肋间臂神经后侧，绕肱三头肌长头下行，穿固有筋膜至臂的后内侧；分布于臂后三角肌以下的皮肤，直达肘关节。当此神经横过肋间臂神经时，发一交通支与之连接。

(5) 前臂后皮神经 posterior antebrachial cutaneous nerve（图5-352）：当桡神经经肱骨肌管内时发出，经肱三头肌内、外两头之间，在近肘关节处，分为上、下两支。

上支（即臂下外侧皮神经）：较小，于三角肌的肱骨止点下侧，穿肱三头肌外侧头及臂外侧肌间隔，下降至肘关节的前面，与头静脉靠近，支配臂下半部外侧的皮肤。

下支：较大，穿肱三头肌外侧头及臂外侧肌间隔，沿臂外侧下降。经外上髁后侧，至前臂的背侧，分布于前臂后部直到腕关节的皮肤，可与前臂内侧皮神经及前臂外侧皮神经的后支交通。

(6) 关节支：至肘关节。

(7) 终支：

1) 浅支 superficial branch：较深支为小，属于皮神经。在肘关节前面下降，被肱桡肌覆盖，经旋后肌及桡侧运动动脉的掌侧，至旋后肌下缘，与桡动脉邻接，神经列于动脉的桡侧。继续下降，经旋前圆肌、指浅屈肌及拇长屈肌掌侧面，约在腕以上7cm处，经肱桡肌腱的深侧，转

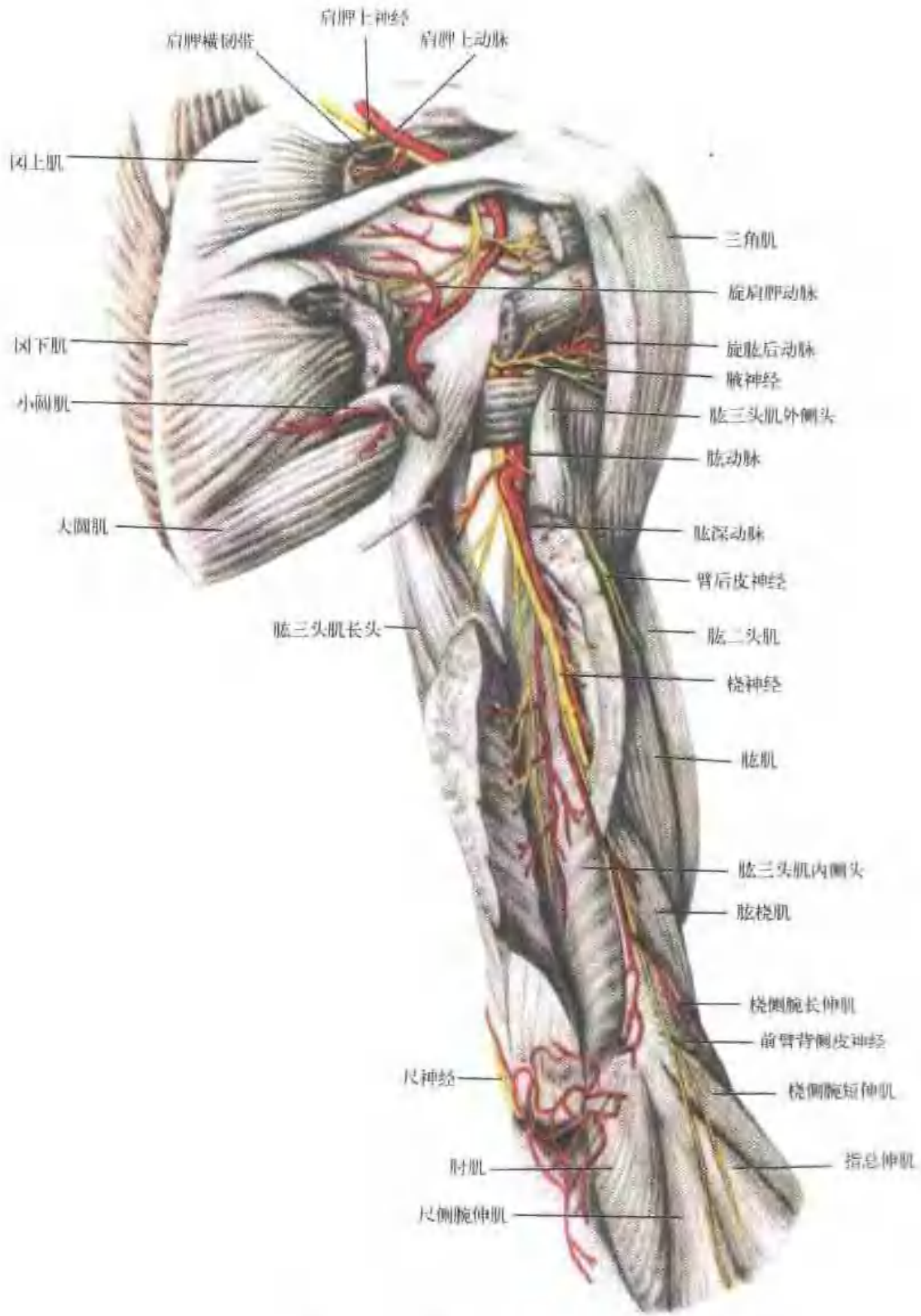


图 5-351 肩部及上臂背侧的神经

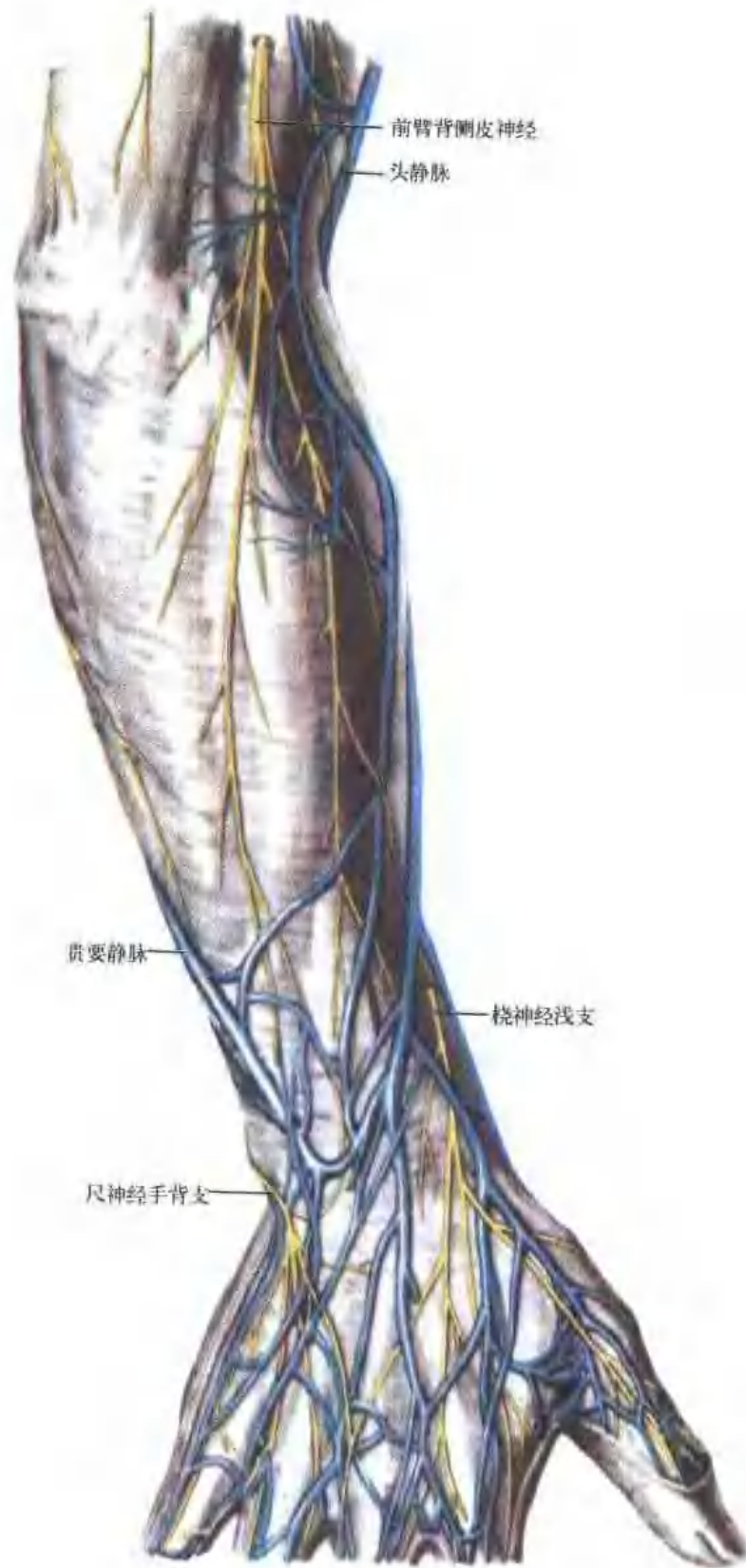


图 5-352 前臂背侧及手背的浅神经

向前臂背侧，在此与桡动脉分离。浅支转至前臂背侧后，穿固有筋膜，跨过腕背侧韧带，分为4~5支指背神经，第1指背神经支配拇指桡侧及鱼际附近的皮肤，与前臂外侧皮神经交通。第二支支配拇指尺侧的皮肤。第三支支配食指外侧缘。第四支支配食指与中指的相对缘。第五支除发一至尺神经的交通支外，并支配中指及环指相对缘的皮肤；但此支常被尺神经手背支来的指背神经代替。根据观察，认为桡神经及尺神经在指背的分布，各占二个半指的情形为最多见。这些指背神经，其分布于拇指者，达中根；食指者达中节指骨中部；中指及无名指者不超过近侧指间关节。上述诸指背远侧剩余的皮肤，则由正中神经诸指掌侧固有神经的小支支配之。桡神经指背神经，常与前臂背侧皮神经及前臂外侧皮神经之支结合。

国人资料：手背神经的分布：桡神经分布于桡侧二个半指，尺神经分布于尺侧二个半指者最多见，约65.66%；桡神经与尺神经之间有交通支者，约为4.82%；桡神经支配桡侧一个半指，尺神经支配尺侧三个半指者，约为0.60%；桡神经支配桡侧三个半指，尺神经支配一个半指者，约为28.9%。

桡神经浅支被认为在神经显微外科中作为神经移植供体是理想的皮神经之一。该神经在前臂可分为深、浅两段：深段被肱桡肌掩盖；浅段是经肱桡肌腱后缘浅出，穿居皮下，至分前、后支之前的部分。深段长度在105~175mm之间，浅段为8~53mm。前后径：深段中点处为0.4~1.2mm，浅出处为0.4~1.2mm，分支处为0.5~1.5mm。横径：深段中点处1.0~3.9mm，浅出处1.0~4.0mm，分支处1.8~4.8mm。桡神经浅支内的神经束各处束数不一。桡神经浅支自远侧向近侧进行，有些标本该浅支于浅出处有180°的扭转。桡神经浅支内的神经束数目：深段中点处为2~7束，以3~4束较多，浅出处为2~9束，以3~4束较多，分支处为2~9束，比较分散，以2~4束较多。

周围神经损伤的修复中，大段桡神经浅支(24cm)以桡动脉为蒂进行吻合，已在临床应用获得成功。桡神经浅支的营养动脉，最少为2支，最多有6支。但外径细小为0.2~0.4mm。营养动脉的来源动脉，发自桡侧返动脉(30.77%)，桡侧伸腕肌支(19.23%)，桡动脉皮支(19.23%)，桡动脉神经支(直接从桡动脉本干发出的营养动脉)17.31%，桡动脉其它肌支(13.46%)。因营养动脉外径细，长度甚短，不适宜作桡神经浅支的血管蒂进行吻合，而营养动脉的来源动脉作为血管蒂进行吻合是可行的，最好循来源动脉向起端追溯，将可获得更为满意的外径和长度。

2) 深支 deep branch(图 5-353)：又称前臂骨间后神经 posterior interosseous(antebrachial) nerve。当桡神经在外上髁前侧分成深、浅二支后，深支在肘关节及桡侧返动脉的前侧经过，继穿旋后肌，绕桡骨的外侧向后，至前臂背侧下降于深层肌与浅层肌之间，在此有骨间背侧动脉与之伴行(图 5-352)。下达拇短伸肌下缘，则穿入深层，在拇长伸肌的深侧，沿前臂骨间膜背侧下降，并与骨间膜掌侧穿至背侧的骨间前动脉伴行，最后达腕背，形成如神经节状的膨大，发出关节支，入腕关节。由深支分出的肌支：在肘前，深支尚未穿入旋后肌以前，发出桡侧腕短伸肌支及旋后肌支；当其穿经旋后肌时，又发另一旋后肌支。在前臂后侧深浅两层伸肌之间，发出三个短的和二个长的肌支；短肌支至指总伸肌、小指固有伸肌及尺侧腕伸肌；长肌支的内侧支至拇长伸肌及食指固有伸肌；外侧支至拇长展肌及拇短伸肌。

桡神经的损伤：上肢各周围神经，以桡神经最易受外伤。其损伤原因，有脊髓及臂丛的病变、肱骨骨折、肩关节脱臼、臂部受重力打击及铅中毒等，这些都可影响或伤及桡神经。桡神经在不同部位的损伤，有不同的症状。在腋部伤及桡神经时，出现上肢伸肌及前臂旋后肌

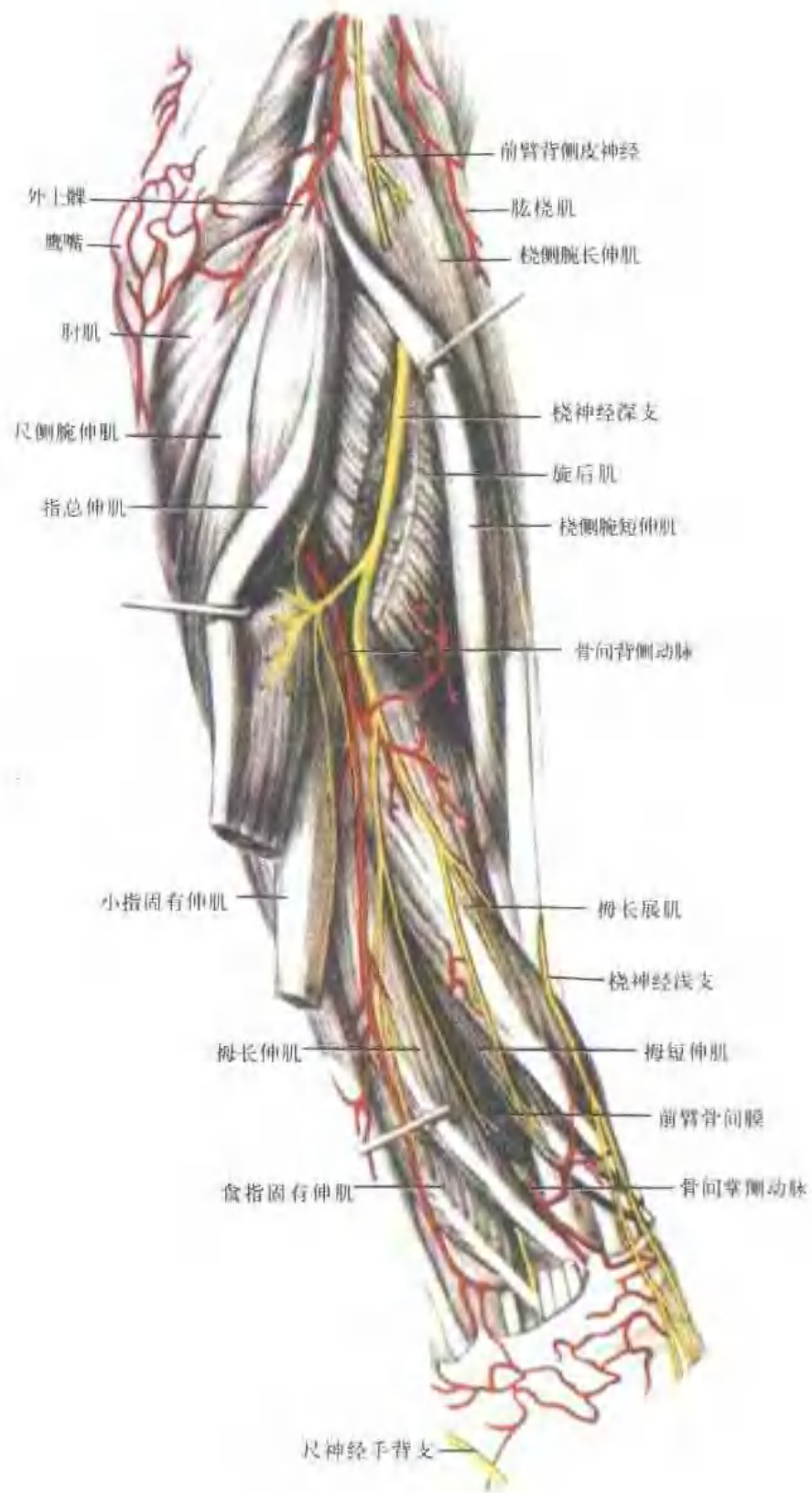


图 5-353 前臂背侧深层的神经

瘫痪，表现为伸肘、伸腕、伸指基节、伸拇指、前臂旋后等运动发生障碍。肱三头肌反射消失。手部呈“垂腕”状态，腕部及手指屈曲，手指基节不能自主伸直(手指远侧两节，因蚓状肌及骨间肌无损害，故尚可伸直)(图 5-354)。

桡神经损伤最多见的部位在臂部，于发出至肱桡肌支的上方；常由于肱骨骨折而引起。由于伸腕及伸指肌的瘫痪，故发生“垂腕”症状，表现为不能自主伸腕、伸指及伸拇指；并由于肱桡肌及旋后肌瘫痪，所以屈前臂及旋后功能减弱。但因至肱三头肌支无损害，故该肌的活动和肱三头肌反射均正常。

桡神经深支(前臂骨间后神经)的损伤，有时可因前臂的病变而受到损伤，如前臂的脂肪瘤、纤维瘤及滑囊炎等，故神经麻痹常是逐渐地形成的，临床症状是不能伸指及伸拇指，前臂伸指肌可发生萎缩，而伸腕的功能无障碍。

由于神经分布相互重叠，桡神经损伤后的感觉丧失并不显著，仅在手背、拇指和第1、第2掌骨间隙的极小部分有轻微障碍。少有疼痛感觉。单独桡神经深支损伤，无皮肤感觉障碍。

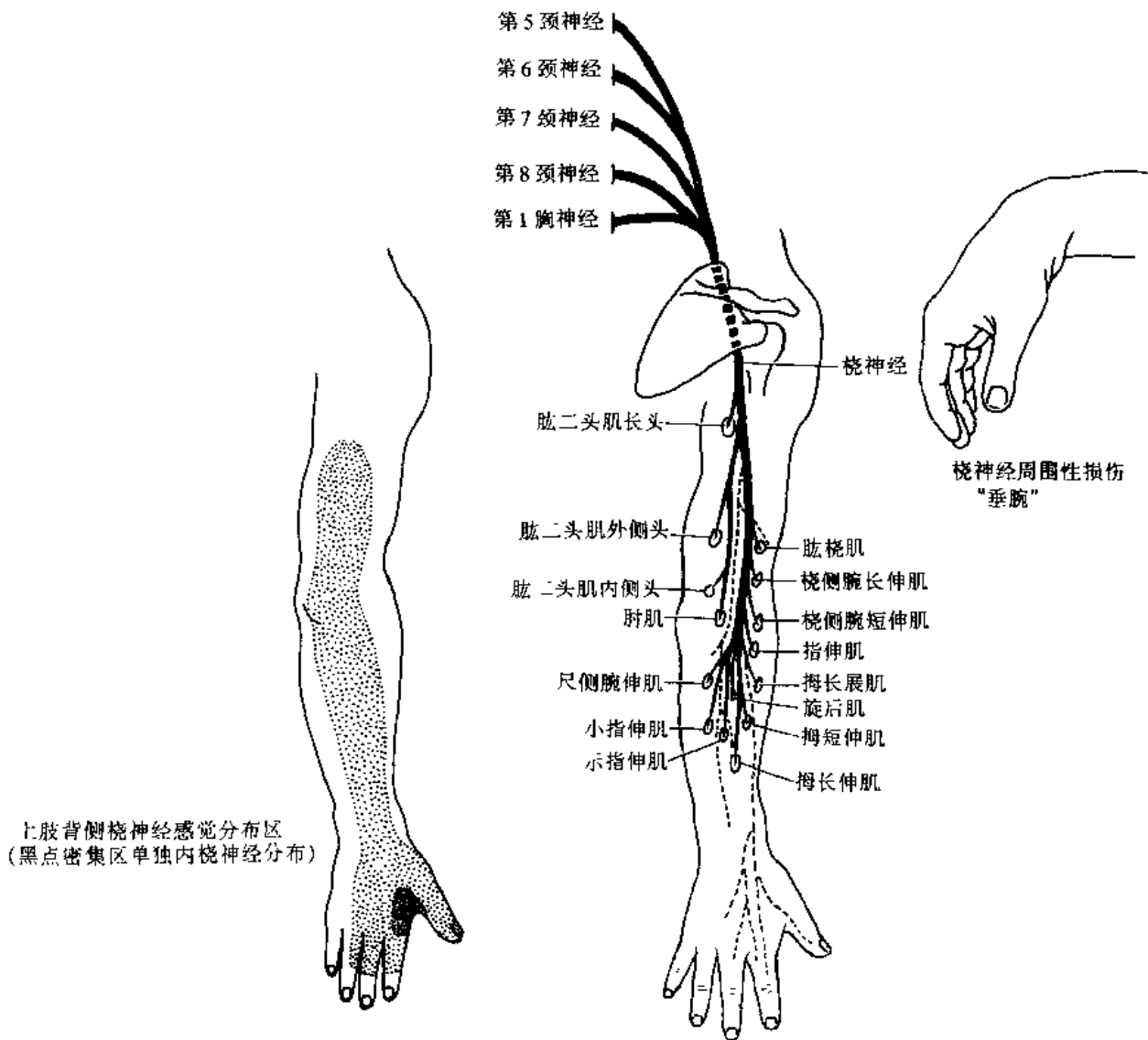


图 5-354 桡神经的分布及其周围性损伤症状

桡神经起源于臂丛，大多数起自后束占 97.22%，亦有很少起于后束及内侧束者占 1.85%，更少见起于后束及下干前股者占 0.98%。

桡神经浅支缺如，占 3.62%。

桡神经浅支也可有肌支出现：分布至肱桡肌出现率为 0.48%，桡侧腕长伸肌为 1.90%，桡侧腕短伸肌为 24.76%。

桡神经发出的肌支数，各肌多少不同：肱三头肌 1~6 支，肱桡肌 1~5 支，桡侧腕长伸肌 1~6 支，桡侧腕短伸肌 1~4 支，旋后肌 1~5 支，尺侧腕伸肌 1~5 支，指总伸肌 1~6 支，拇长展肌 1~5 支，拇长伸肌 1~5 支，拇短伸肌 1~4 支，示指伸肌 1~4 支，小指伸肌 1~4 支。

桡神经亦有肌支分布至肱肌，出现率为 48.75%。

桡管综合症的解剖基础：桡神经穿臂外侧肌间隔后至进入旋后肌的一段，称为桡管。桡神经受压部位，多见于桡管下段、三角肌上端下方穿臂外侧肌间隔处和桡管上段。压迫神经的主要腱性结构有：桡侧腕短伸肌纤维桥和旋后肌弓，肱三头肌纤维桥和臂外侧肌间隔以及肱桡肌纤维桥。腱性结构的产生是产生神经受压综合症的形态学基础，致于是否出现临床症状则要决定于劳损、外伤、炎症、骨折、肿瘤等致病原因(图 5-355,356)。

5. 腋神经 axillary nerve 起于后束，包含第 5、6 颈神经的纤维。初位于桡神经的外侧，腋动脉的后侧，肩胛下肌的前侧，继与旋肱后动脉伴行，穿四边间隙，绕肱骨的外科颈向后，在三角肌的深侧，分为上、下二支。

(1) 上支：与旋肱后动脉伴行，绕肱骨外科颈，发分支至三角肌，并有穿过该肌达到皮下的细支，分布于被盖三角肌表面的皮肤。

(2) 下支：有皮支为臂外侧皮神经(即臂外侧上皮神经 superior lateral cutaneous nerve of arm)，绕三角肌后缘，穿固有筋膜至皮下，分布于三角肌后下部及被盖肱三头肌长头附近的皮肤(图 5-357)。其肌支分布于三角肌的后部；另以一支至小圆肌(此支在入肌之前，有一神经节状的膨大)。

腋神经由其干上发关节支，于肩胛下肌下侧入肩关节。

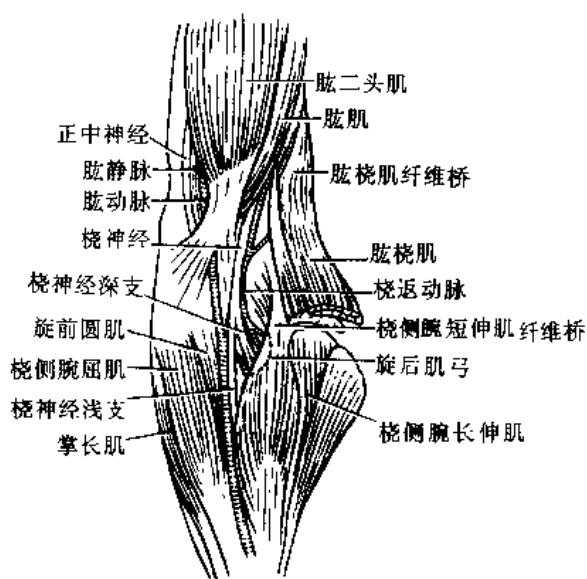


图 5-355 肘前区、显示肱桡肌纤维桥

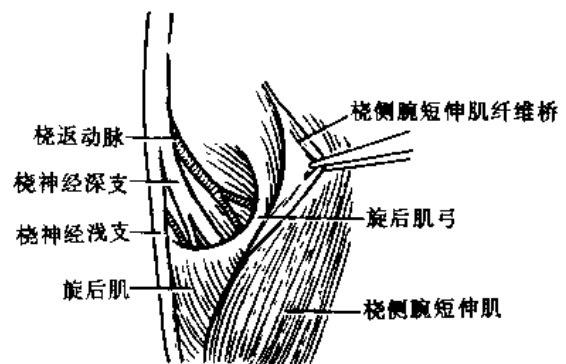


图 5-356 显示桡侧腕短伸肌纤维

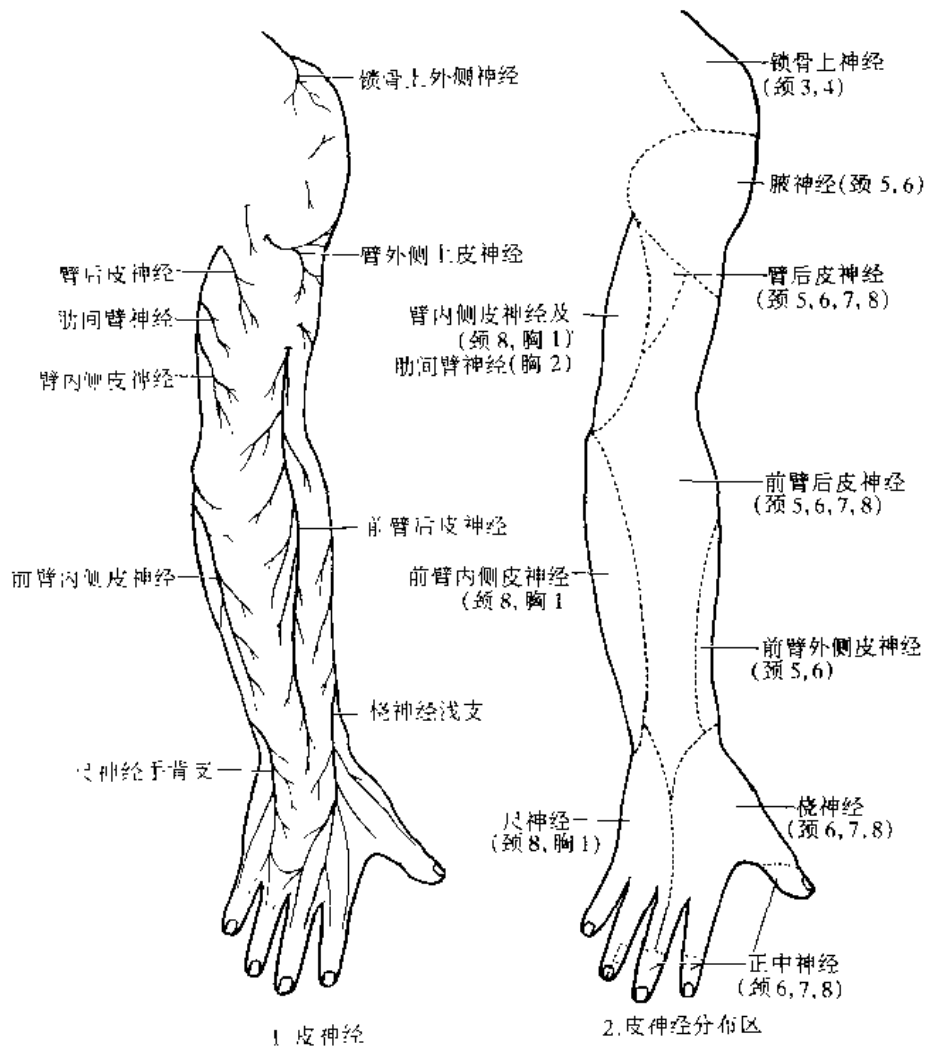


图 5-357 右上肢背侧皮神经

腋神经的损伤：单独损伤者不多见。多因脊髓或臂丛病变，腋杖压迫、肱骨头或颈的骨折、肩关节脱臼、刺伤或弹伤造成。损伤症状为：由于三角肌及小圆肌麻痹引起臂外展的障碍(即臂不能外展至水平高度)；因三角肌萎缩，肩头下陷。在肩部外侧，有范围极小的感觉障碍。

国人资料：上肢神经的肌支的测定及分布；肌支测定，有其实用意义，临床上常用它来计算周围神经在损伤后的恢复速度和恢复次序，也用它来研究肢体移植时周围神经再生问题。

正中神经、桡神经及肌皮神经至相应肌肉的肌支，在各肌群中的发出先后，有一定的顺序，一般说，先发分支至近侧的肌肉，后发分支至远侧的肌肉。根据肌支的发出顺序，可以推算出上肢的神经受伤后的再生顺序，其先后与肌支顺序同。

每肌群中各肌的肌支数目与肌腹大小，运动强度成正比。但是人类前臂特有的旋前和旋后肌，其肌的体积虽小，而至该肌的神经数目却多。这些事实，可说明肌的运动和神经中枢的关系，肌支数愈多，其与中枢的联系亦增多，以适应神经冲动的传递。

上肢各神经的肌支发出点、长度和支数，个体之间存在差异，即便同一个体两侧也明显的不同(图 5-358,359,360)。

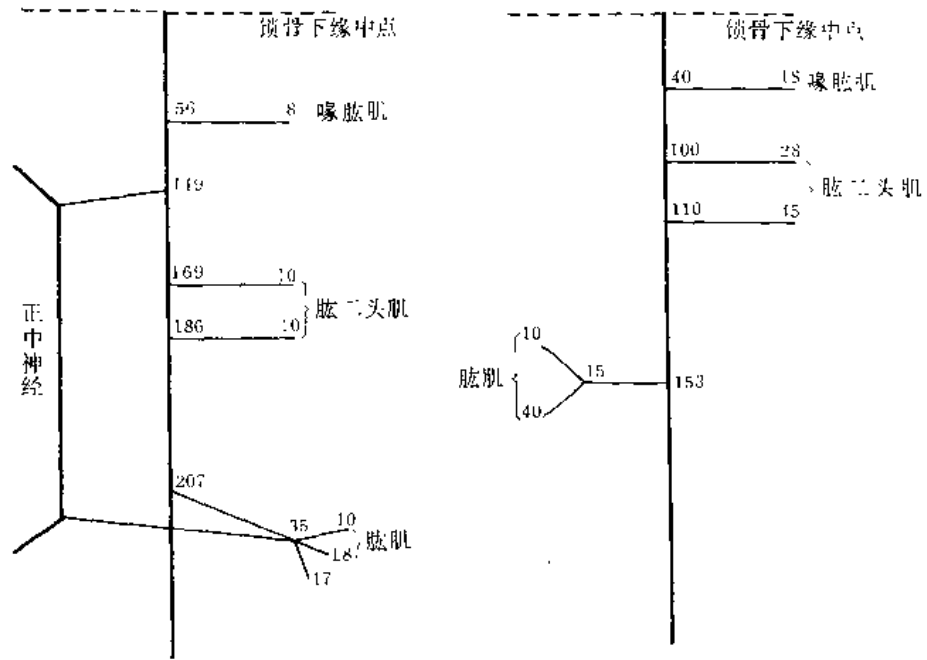


图 5-358 肌皮神经的肌支分布及其长度(毫米)的模式图(2例)

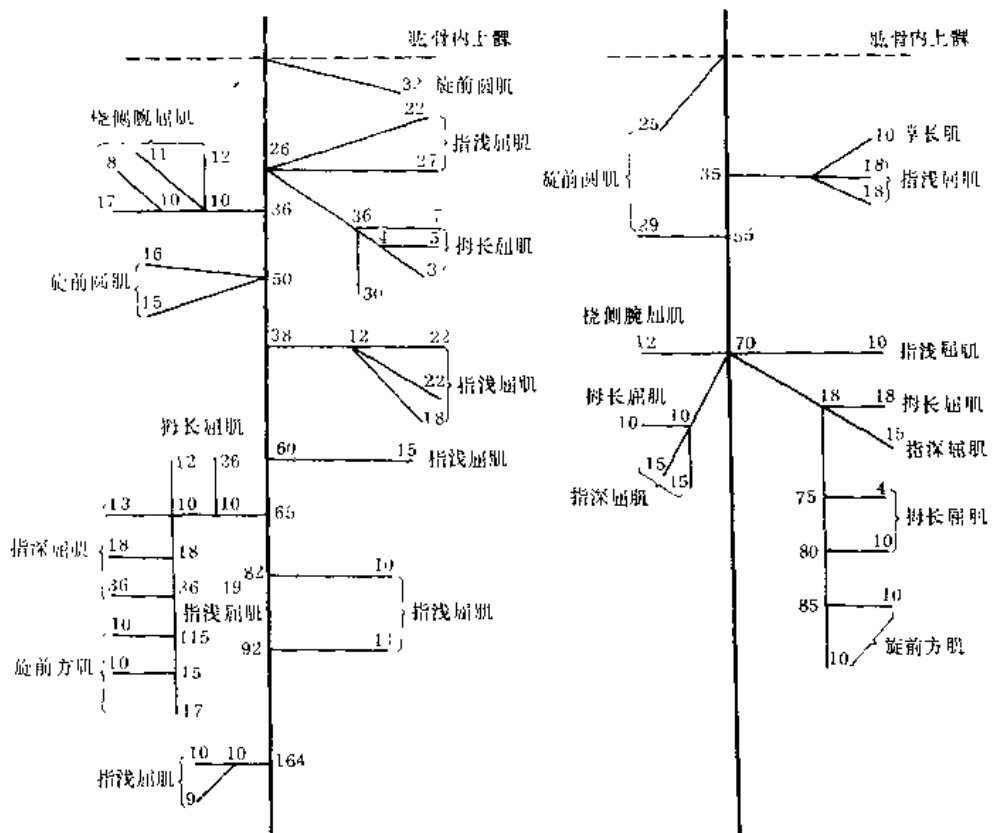


图 5-359 正中神经的肌支分布及其长度(毫米)的模式图(2例)

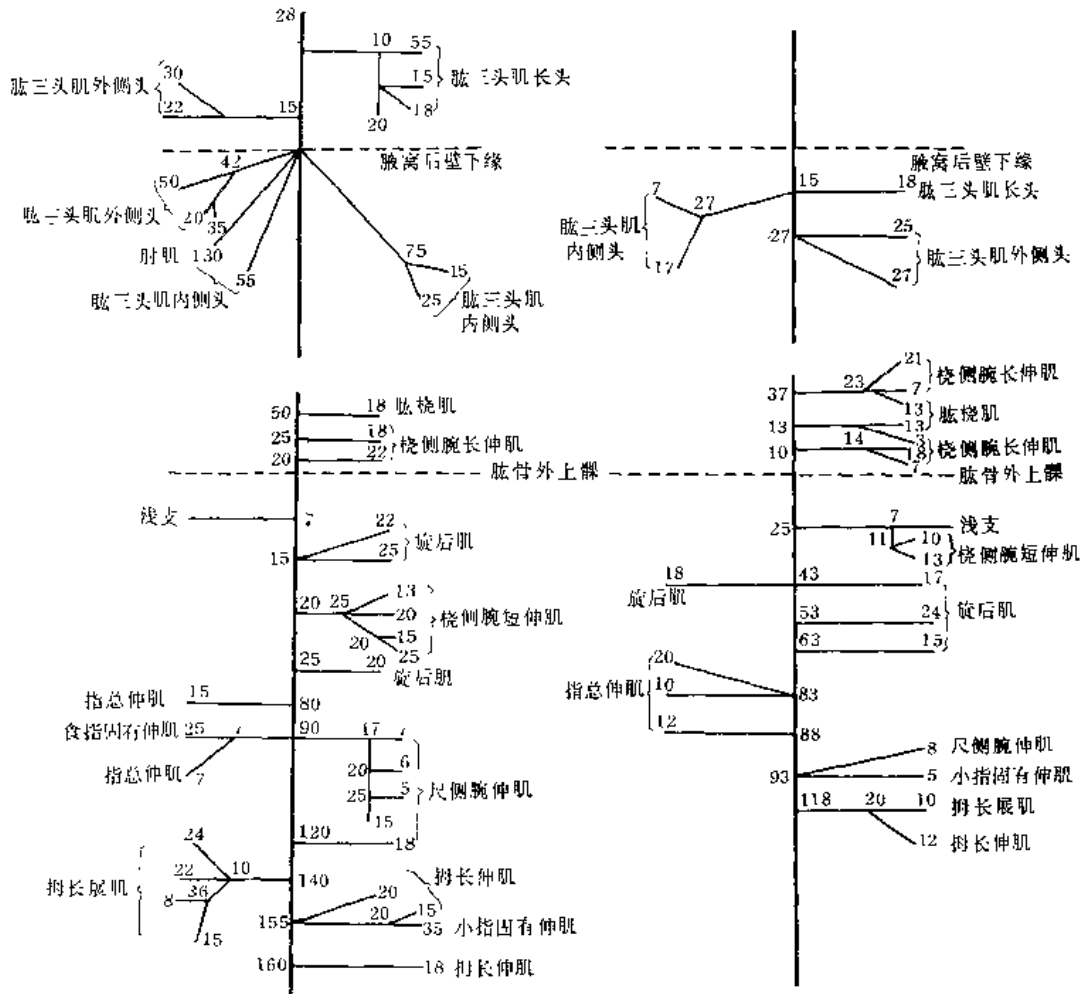


图 5-360 桡神经的肌支分布及其长度(毫米)的模式图(2例)

二、胸神经的前支

胸神经 thoracic nerve 的前支有 12 对，上 11 对都经行于肋间，所以称肋间神经 intercostal nerve；第 12 对，经第 12 肋的下侧，特称肋下神经 subcostal nerve。除第 1 胸神经前支有纤维参加臂丛，及有时第 12 胸神经前支(50%)有纤维参加腰丛外，其余的均不成丛，各自独立进行。胸神经的前支，与后支分离后，沿肋间先由后向前外侧，继又转向前内侧行；并发肌支、外侧皮支；其末梢支穿至皮下成为前皮支。

上 6 对胸神经的前支分布于胸部；下 6 对分布于胸部及腹部(图 5-361)。

(一) 上 6 对胸神经的前支

第 1 胸神经前支，在第 2 肋的肋横突前韧带处，分为大、小两支。大支向外上方行，在胸膜顶与第 1 肋骨颈之间，最上肋间动脉的外侧，至颈根部加入臂丛。小支为第 1 肋间神经，在第 1 肋的下侧，穿行于第 1 肋间隙内，在肋间肌之间前进，到肋间隙前端，穿至皮下，成为胸前第 1 皮支；但此皮支有否无定，有时很细小，有时缺如。第 1 胸神经常缺乏外侧皮支，但有时可自至臂丛的大支上发出该支；在腋窝内与肋间臂神经或与臂内侧皮神经结合。第 1 肋间神经分布于第 1 肋间的肌肉，有交通支与第 1 胸交感神经节相连。并常接受第 2 肋间神经的交通支；该交通支经第 2 肋骨颈的前面，至第 1 胸神经。

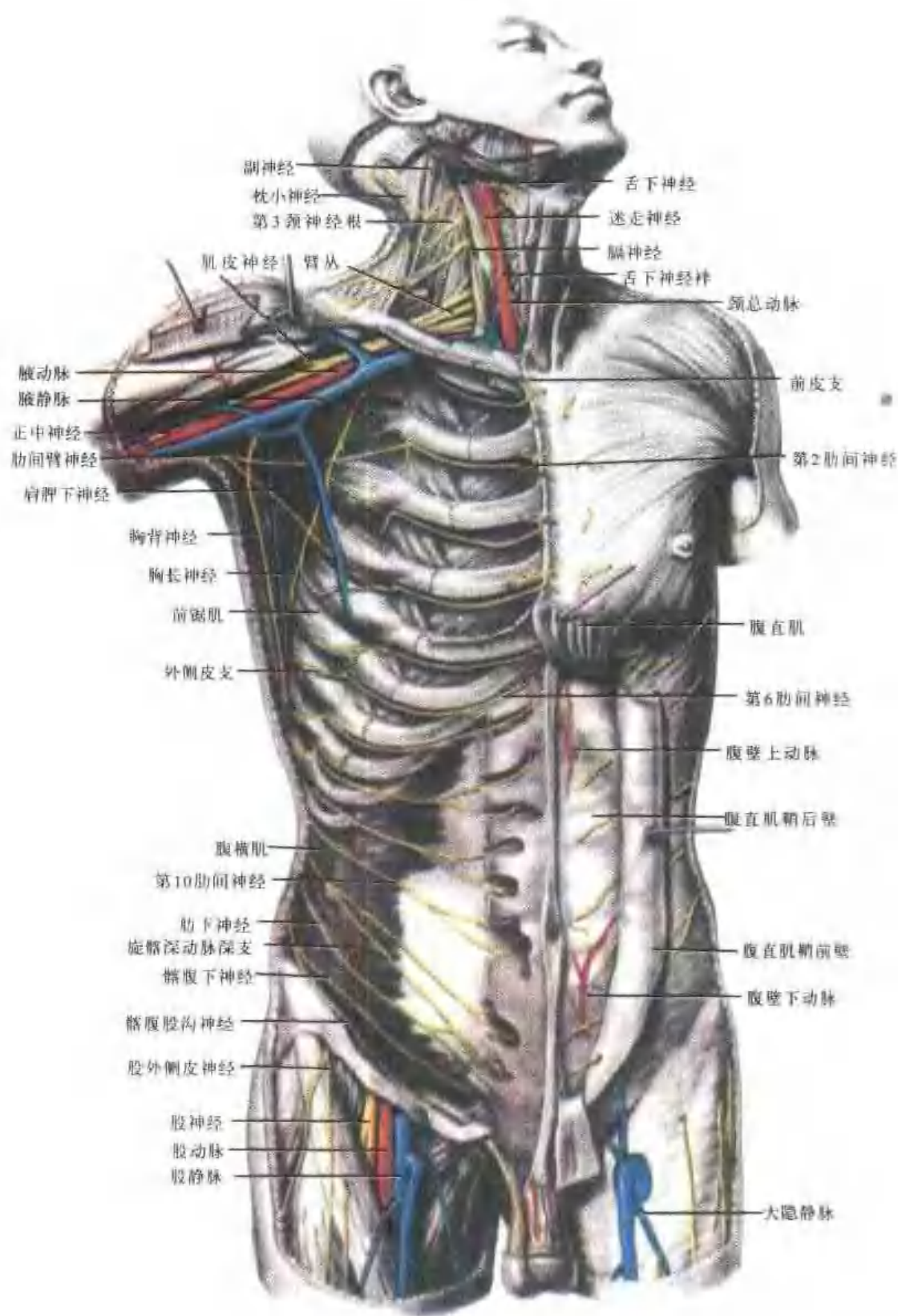


图 5-361 肋间神经

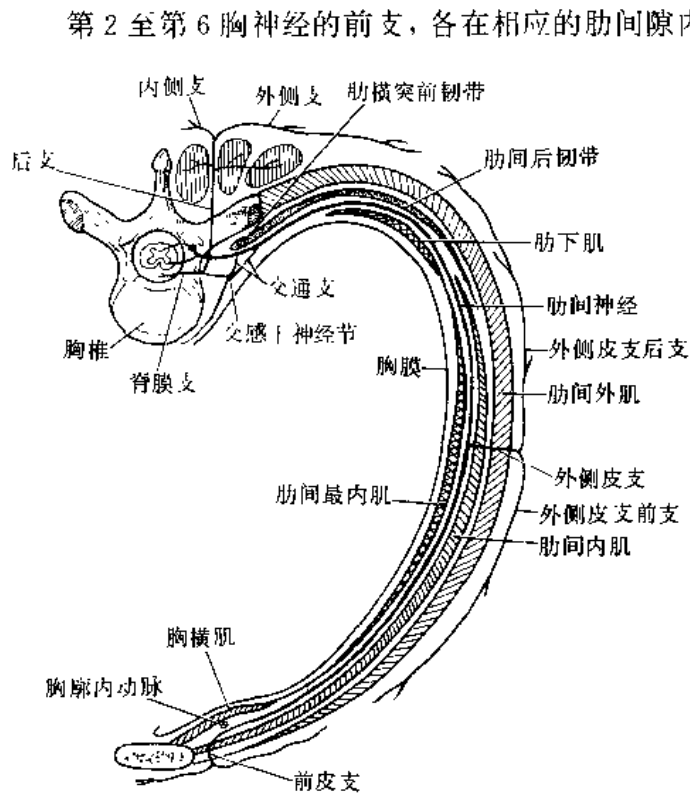


图 5-362 肋间神经模式图

第 2 至第 6 胸神经的前支，各在相应的肋间隙内，沿肋间动脉下侧前进。在胸廓后部，位于胸膜及肋间后(内)韧带之间，然后穿行于肋间内肌与肋间最内肌之间；在前部，跨过胸廓内动脉及胸横肌，直达胸骨近旁。其末梢叫前皮支，穿肋间内肌、肋间外韧带、胸大肌、固有筋膜至浅筋膜内，分布于胸前部的皮肤(图 5 362)。第 2 胸神经前支发交通支至第 1 胸神经前支。

第 2 至 6 对胸神经前支的分支如下：

1. 肌支 在肋间的后部，肋间神经发肌支至肋提肌。第 2 至第 5 胸神经，发支至上后锯肌。在肋间肌之间穿行时，发支支配肋间内肌、肋间外肌、肋下肌及胸横肌。

2. 外侧皮支 lateral cutaneous branch 当肋间神经行近肋骨角时分出，与主干伴行，达腋中线，斜穿肋间外肌及前锯肌至皮下，分为前后支(第 1 及第 2 肋间神经的外侧皮支除外)。后支向后分布于肩胛区下部的皮肤，前支经胸大肌下缘，转至其前面，分布于胸部外侧的皮肤，并分出乳房外侧支 lateral mammary branches 至乳房。

第 2 肋间神经的外侧皮支，它的前支细小或缺如；后支较大，称为肋间臂神经 intercosto-brachial nerves。此神经横过腋窝，至上臂内侧，可与臂内侧皮神经及第 3 肋间神经的外侧皮支相结合，如第 1 胸神经有外侧皮支存在时，亦可与之结合。肋间臂神经在腋窝后缘的远侧，穿臂固有筋膜，分布于臂后内侧部的皮肤，达鹰嘴附近。肋间臂神经的大小无定，有时可代替臂内侧皮神经。

3. 前皮支 anterior cutaneous branch 肋间神经于肋间隙前端近胸骨处，横越胸廓内动脉及胸横肌的前侧，穿肋间内肌肋间外韧带及胸大肌，达于皮下，末梢支成为前皮支，各分布于相应肋间隙前端的胸前皮肤。在女子第二、三、四肋间神经前皮支，有分支至乳房，称为乳房内侧支 medial mammary branches。第 2 肋间神经的前皮支可与颈丛的内侧锁骨上神经结合。第 6 肋间神经的前皮支，有细支分布于胸骨下角上部的腹壁皮肤。

4. 至胸膜及肋骨骨膜的小支。
5. 肋间神经与交感神经节间的灰交通支及白交通支。

(二) 下 6 对胸神经的前支

下六对胸神经的前支即第 7 至第 11 肋间神经及肋下神经。第 7 至 11 肋间神经在胸部，也都于相应的肋间隙经行，其经过情形，全与上部肋间神经者相同；但下 6 对胸神经前支，尚有腹部的行程。第 7、第 8 肋间神经当其达肋间隙的前端，它们先向上内侧经肋弓的深侧，经腹横肌的肌齿之间，达腹内斜肌腱膜后叶深侧，然后穿此腱膜后叶入腹直肌鞘到腹直肌的深

侧，继续沿肋弓向内上方行一段距离，进入腹直肌并支配该肌；其末梢支在近该肌外侧缘处穿出，继穿腹直肌鞘前壁，至皮下，形成腹部的前皮支(图 5-363)。第 9、10、11 肋间神经，穿经腹横肌肌齿之间，即到达腹横肌和腹内斜肌之间，于此第 9 肋间神经几成水平位向内侧行，而第 10、11 肋间神经则向下内侧行，当它们行至腹直肌外侧缘时，穿腹内斜肌腱膜后叶入腹直肌鞘，先经行于腹直肌的深侧，再进入腹直肌内支配该肌；其末梢支穿腹直肌及腹直肌鞘前壁到皮下，成为腹部的前皮支。

第 7 至 11 肋间神经的分支：

1. 肌支 分布于肋提肌，肋间内、外肌，腹横肌，腹内斜肌及腹直肌；此外，第 9、10、11 肋间神经发支至下后锯肌及膈的肋部。

2. 外侧皮支 穿肋间外肌，沿前锯肌、背阔肌与腹外斜肌肌齿交错的线上，穿至浅筋膜层，分为后支与前支。后支向后进达背阔肌表面，分布于该部的皮肤。前支向前下侧，至腹直肌鞘的外侧缘，分布于胸及腹部前外侧壁的皮肤。这些外侧皮支的经过方向，比胸上部的外侧皮支，较向下侧倾斜些。

3. 前皮支 第 7 肋间神经的前皮支，分布到剑突附近的皮肤。第 8、9 肋间神经的前皮支，分布剑突与脐间的皮肤。第 10 肋间神经分布脐部的皮肤。第 11 肋间神经分布于脐下侧的皮肤。

4. 以多数细支，分布于腹膜壁层及腹膜外组织。

第 12 对胸神经的前支，即肋下神经，较其它的胸神经前支为大。沿第 12 肋的下缘与肋下动脉伴行，经腰大肌上部及胸膜下部的后侧，并经外侧腰肋弓后侧，向下外侧行至腹壁，过腰方肌的前面及肾的后面，在腰方肌外侧缘处，穿腹横肌起始部的腱膜，入腹横肌和腹内斜肌间。在此分出外侧皮支后，继向下内行，穿入腹直肌鞘，达腹直肌前面；其终末支穿腹直

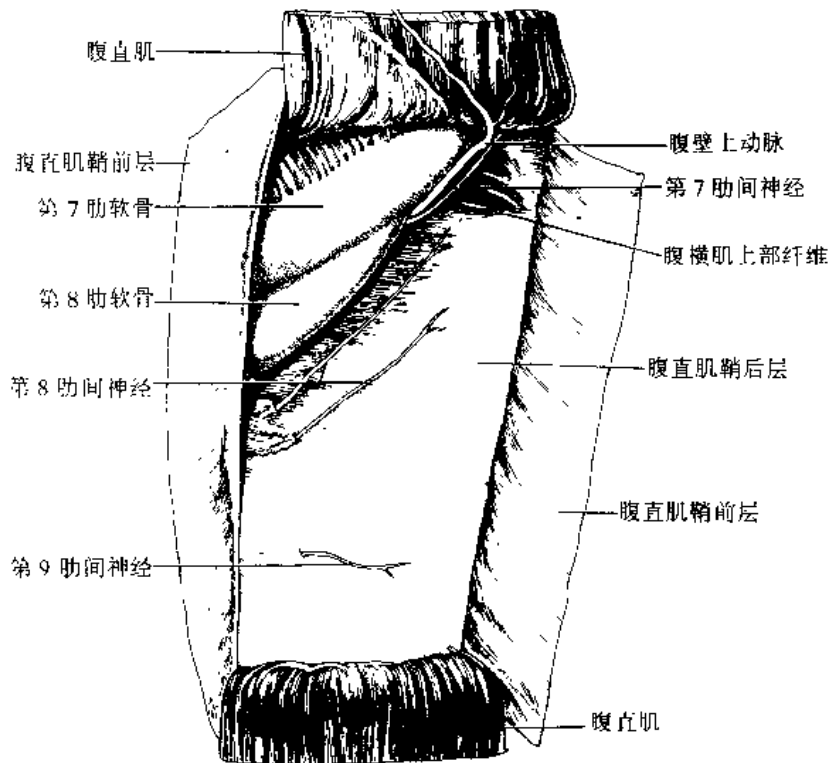


图 5-363 切开腹直肌鞘前层，横断腹直肌，向上、下翻起，暴露行经鞘内的第 7、8、9 肋间神经

肌鞘前壁至皮下，成为前皮支。肋下神经的分支如下：

(1) 肌支：至腹横肌、腹内斜肌、腰方肌、腹直肌及锥状肌。

(2) 外侧皮支：穿腹内斜肌，然后在髂嵴上侧 2.5~8cm 处，穿腹外斜肌，在髂前上棘后约三指处，跨过髂嵴，至臀前部的浅筋膜内下降，下达大转子处的皮肤。有时此支缺如，则由髂腹下神经的髂支代替。

(3) 前皮支：分布于脐至耻骨联合之间的中间部的皮肤。

(4) 有细支，分布于腹膜壁层及腹膜外组织。

下 6 对胸神经前支的交通支：

1. 至交感神经节的白交通支及灰交通支。

2. 肋下神经起始部，接受第 11 肋间神经的交通支。在腰大肌内常与第 1 腰神经之间有交通支。在腹壁与髂腹下神经接近，其间亦可能有交通支。

胸神经前支有关的某些应用解剖学：①许多疾病可影响胸神经干的起始部，而在该神经周围终末部位常感到疼痛。如胸椎结核病患者，会感到腹壁发生疼痛。若疾病仅侵及单一对神经，引起一紧缩圈的痛感，就像一条带子紧缚腹部；这种病例的紧缩感觉部位，则可提供脊柱上病灶所在的局部定位。当骨骼疾病更为扩大，涉及二或三条神经时，在腹壁也会感受一较宽大弥散的痛区。②有时下位肋软骨间一个软骨间关节的半脱位，可能夹压住一条肋间神经，因此引起腹壁疼痛，有报导这种“软骨间关节半脱位综合征”或“肋骨折裂综合征”。③支配腹部皮肤的神经，也支配这平面构成腹壁的肌肉，这在保护腹内脏器免受损伤方面有重要意义。当腹部遭受打击，甚至是相当大的暴力，倘使当腹肌处于强烈收缩的情况下，可以使内脏不受损伤；但在另一种情况下，当人们处于不知觉，腹肌相当松弛时，受到打击，也许这损伤尚不足以伤害腹壁，而可能随之发生腹内某脏器的破裂。所以，当接受或预期将临的一种伤害，是能立即产生腹肌收缩反应，而不致形成过分的刺激，这是由于分布皮肤的感觉纤维和至肌肉的运动纤维来自脊髓的同一节段。对周围皮肤的任何刺激，可立即引起非常快速的肌肉收缩反应，是因这两组纤维有来自相互联系共同来源。④支配腹肌及皮肤的下位肋间神经，通过下位胸神经节，使直接联系于自这些节发至腹内脏器的交感神经。因此，当腹内脏器受损伤，或急性腹膜炎，腹壁的肌肉形成强烈收缩，尽可能地造成安定的环境以保护腹内脏器。

三、腰神经的前支

腰神经的前支，由上而下逐渐粗大。第 1 至第 4 腰神经的前支，大部组成腰神经丛(第 12 胸神经有分支加入腰丛者占 50%)。第四腰神经的小部与第五腰神经合成腰骶干，参与骶神经丛的组成。

腰神经前支与交感神经节的交通：每支腰神经的前支与交感神经节都有交通支。此交通支细长，排列亦不规则；一个腰神经节可以发灰交通支至两个腰神经；或一腰神经可以接受两个腰神经节的灰交通支。偶尔也有交通支，起于两神经节的节间支。第 1、2 腰神经(有时第 3 腰神经)与交感干的上部腰神经节之间，可有白交通支连结。

(一) 腰丛

腰丛 lumbar plexus 由第 1、2、3 腰神经前支及第 4 腰神经前支的大部而成(图 5-364)。第 1 腰神经可能接受第 12 胸神经来的一束纤维。腰丛位于腰大肌后侧，腰椎横突前侧，腰方肌

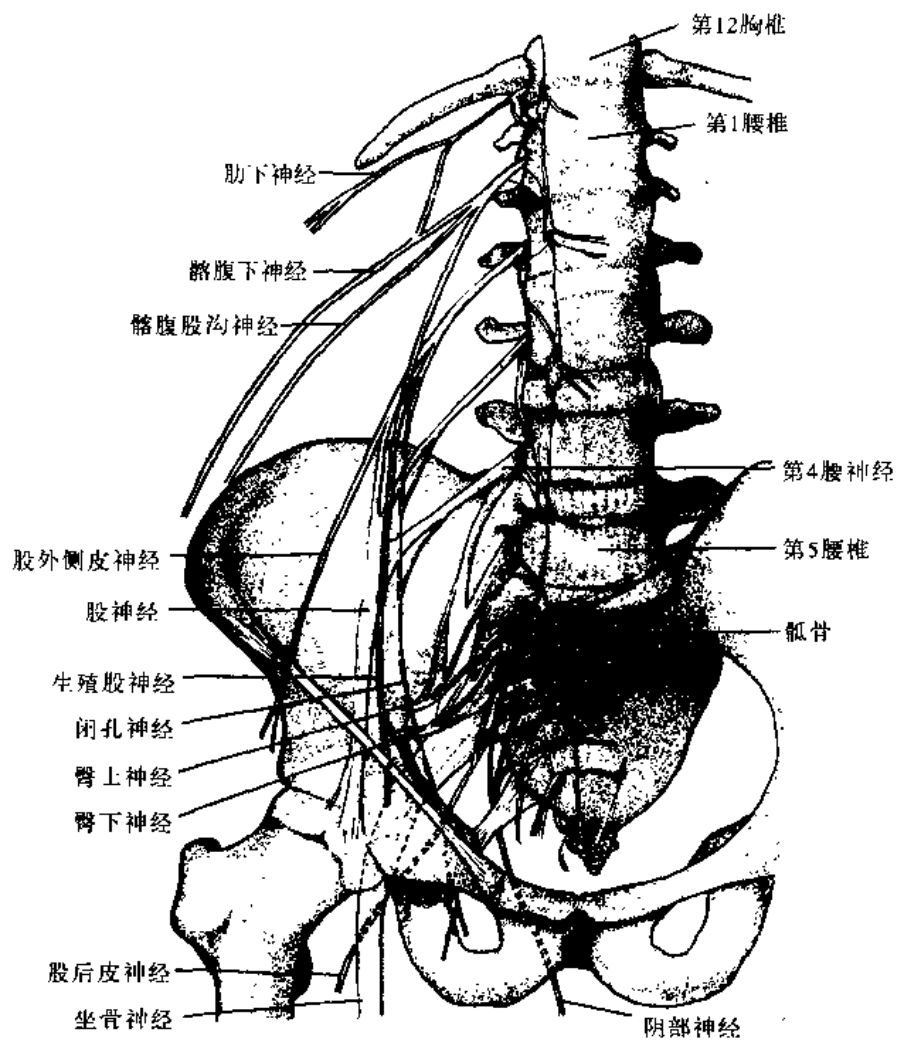


图 5-364 腰丛和骶丛及与骨盆的位置关系

的内侧。

腰丛组合的情形可有各种不同。一般自第1腰神经前支，分为三支：一为髂腹下神经，一为髂腹股沟神经，另一支为连接第2腰神经上支的生殖股神经。第2腰神经下支，与整个第3腰神经、第4腰神经的一部分，均分成较小的前股及较大的后股。前股合成闭孔神经，后股组成股外侧皮神经及股神经。腰丛的分支除上述终末支外，还有多数肌支。

1. 肌支 至腰方肌的肌支，起于第12胸神经至第4腰神经。至腰大肌的肌支，起于第2、3腰神经，有时亦起于第4腰神经。至腰小肌的肌支起于第1腰神经。至髂肌的肌支，起于第2、3腰神经。

2. 终末支

(1) 髂腹下神经 iliohypogastric nerve: 起于第1腰神经，第12胸神经的纤维亦加入其中。自腰大肌上部外侧缘穿出，斜经肾下部的背侧，在腰方肌腹侧，髂嵴上方，穿过腹横肌后部的腱膜，经腹横肌与腹内斜肌之间，分为前皮支(腹下支)及外侧皮支(髂支)。此神经的分支如下(图 5-365):

- 1) 髂腹下神经常与肋下神经及髂腹股沟神经之间有交通支。
- 2) 前皮支(腹下支): 经腹内斜肌与腹横肌之间，斜向前下方; 在髂前上棘内侧约2厘米

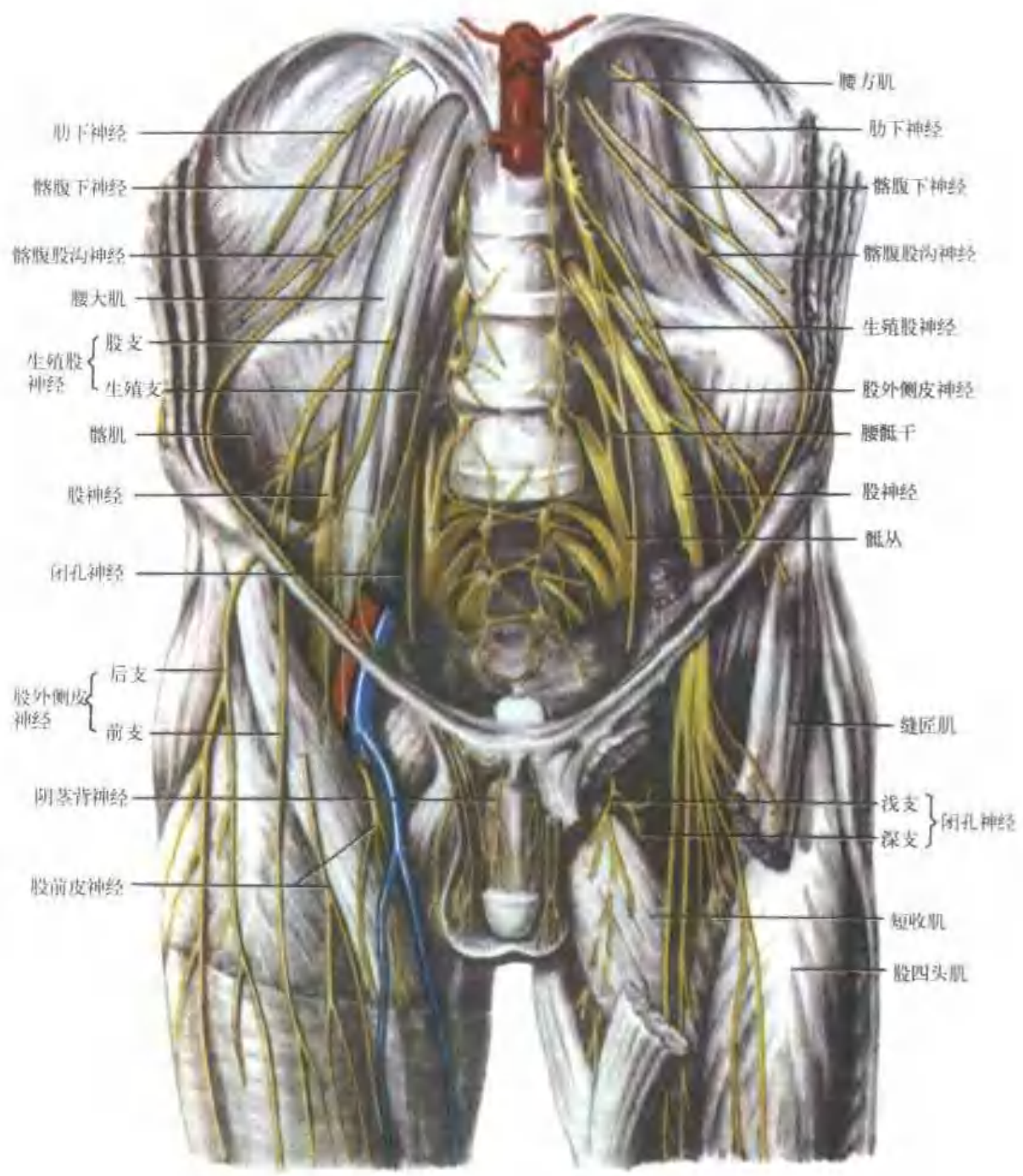


图 5 365 腰丛及骶丛的神经分布

处，穿出腹内斜肌，在腹外斜肌腱膜的下侧，向内下方行，大约在腹股沟管皮下环的上侧约 3 厘米处，穿出腹外斜肌腱膜，支配耻骨区的皮肤。此支经行于腹横肌与腹内斜肌之间时，发肌支至该二肌，并与髂腹股沟神经之间有交通支。

3) 外侧皮支(髂支)：在髂嵴前，中 1/3 交界处的上侧，于第 12 胸神经外侧皮支的后侧，穿腹内斜肌及腹外斜肌，下降于浅筋膜层，分布于臀前部的皮肤。

(2) 髂腹股沟神经 ilio-inguinal nerve：较髂腹下神经细小。含有第 1 腰神经的纤维，第 12 胸神经的纤维也常加入其中。此神经出现于腰大肌的外侧缘，与髂腹下神经共干，位于该神经的下侧。沿腰方肌前面，肾的后面，经髂嵴由唇后部的内侧，继沿髂肌前面前进，当其行

近髂嵴前部时，则穿腹横肌；又于髂前上棘下侧稍前处，穿腹内斜肌，进入腹股沟管。沿精索的外下侧下降，穿出该管皮下环至浅筋膜，分布于大腿上部内侧的皮肤。并发支分布于阴茎根部及阴囊部(或阴唇)的皮肤，称为阴囊前神经 anterior scrotal nerves(在女性为阴唇前神经 anterior labial nerves)。髂腹股沟神经的分支如下：

- 1) 经腹内斜肌与腹横肌之间时，常与髂腹下神经的前皮支有交通支。
- 2) 肌支：分布于该神经所经过的腹壁肌。

髂腹股沟神经可以与髂腹下神经共干，向前行至腹横肌与腹内斜肌之间，两神经才开始分开。有时髂腹股沟神经缺如，则由髂腹下神经或生殖股神经代替。髂腹股沟神经缺乏外侧皮支。

(3) 生殖股神经 genitofemoral nerve：小部分纤维来自第1腰神经，大部分来自第2腰神经。穿腰大肌，沿其前面下降。在髂总动脉外侧，输尿管后侧分为二支，即股支及生殖支。

1) 股支 femoral branch 即腰腹股沟神经，沿髂外动脉下降，经腹股沟韧带深侧，在股血管鞘内，沿股动脉外侧至股部；至腹股沟韧带稍下侧，穿股血管鞘前壁及阔筋膜，或自卵圆窝穿出，成为皮神经，分布于股三角部的皮肤。有时在腹股沟下方，发分支与股外侧皮神经的前支和股神经的皮支交通。

2) 生殖支 genital branch：即精索外神经，于髂外动脉的外侧下降，发分支至腰大肌。本干下降经腹股沟管腹环，绕腹壁下动脉外侧，入腹股沟管。男子者与精索伴行(女子者与子宫圆韧带伴行)，支配睾提肌，并分支至阴囊(或大阴唇)的皮肤。

(4) 股外侧皮神经 lateral femoral cutaneous nerve 来自第2、3腰神经前支的后股，出现于腰大肌外侧缘，斜向外下方，经髂肌前面，在髂前上棘内侧的近旁，穿经腹股沟韧带深侧至股部；经缝匠肌的前面或后面，或穿过该肌上部，分为前、后二支。先在阔筋膜的深面行，继穿出阔筋膜，至浅筋膜内。

1) 前支：在髂前上棘下侧约10cm处，穿出阔筋膜下降，常分为二支，分布于大腿前外侧，直到膝关节的皮肤。其终末支可与股神经的股前皮神经及隐神经的髌下支，形成髌神经丛。

2) 后支：在前支的稍上方，穿出阔筋膜，继又裂成分支，分布于大腿外侧部(自大转子至大腿中部)的皮肤。

股外侧皮神经的起源：有报导来自第2腰神经者占38%，第2、3腰神经者36%，第1、2腰神经者占18%，第1、2、3腰神经者4%，第1腰神经者占2%，及第3腰神经者占2%。其他学者报导有认为起于第2、3腰神经者最多见，也有认为起于第1、2腰神经者最多见。

股外侧皮神经可在股部分支，也可在腹部分支，前者多见占56%。分成前、后二支(60%)或前、中间、后三支(40%)。

感觉异常性股痛，是一项常见病。有人认为大多为股外侧皮神经在髂前上棘内侧经腹股沟韧带处的骨纤维管或穿出阔筋膜处遭受卡压所致。据调查该神经穿骨纤维管者占88.24%，该管的出口较小于入口，较接近髂前上棘，周围结构较紧，认为出口处易受卡压。

国内、外均有学者提出股外侧皮神经可供治疗外伤性周围神经缺损的神经移植体。认为该神经的前支是较主干和后支等更为理想的供体，其在股部平均长度为84.75mm。在起始处、中点和分支处的前后径，分别为0.84、0.72和0.70mm；横径分别为2.53、2.32、3.58mm。前支出现恒定，位置浅表，易于寻找，切取后对股部的感觉影响不大，且留下的疤痕隐蔽。前

支中点处内部所含神经束的数目有1~7束，以2束为多见，占30%。

(5) 股神经 femoral nerve：为腰丛中最大的一支，自第2、3、4 腰神经前支的后股组成穿腰大肌，在该肌下部外侧缘穿出，在髂筋膜后面，沿髂肌前而下降；经腹股沟韧带深面的肌腔隙至股部；于股三角内，先分为前、后二股，再各分为肌支和皮支。其分支如下(图 5-366)。

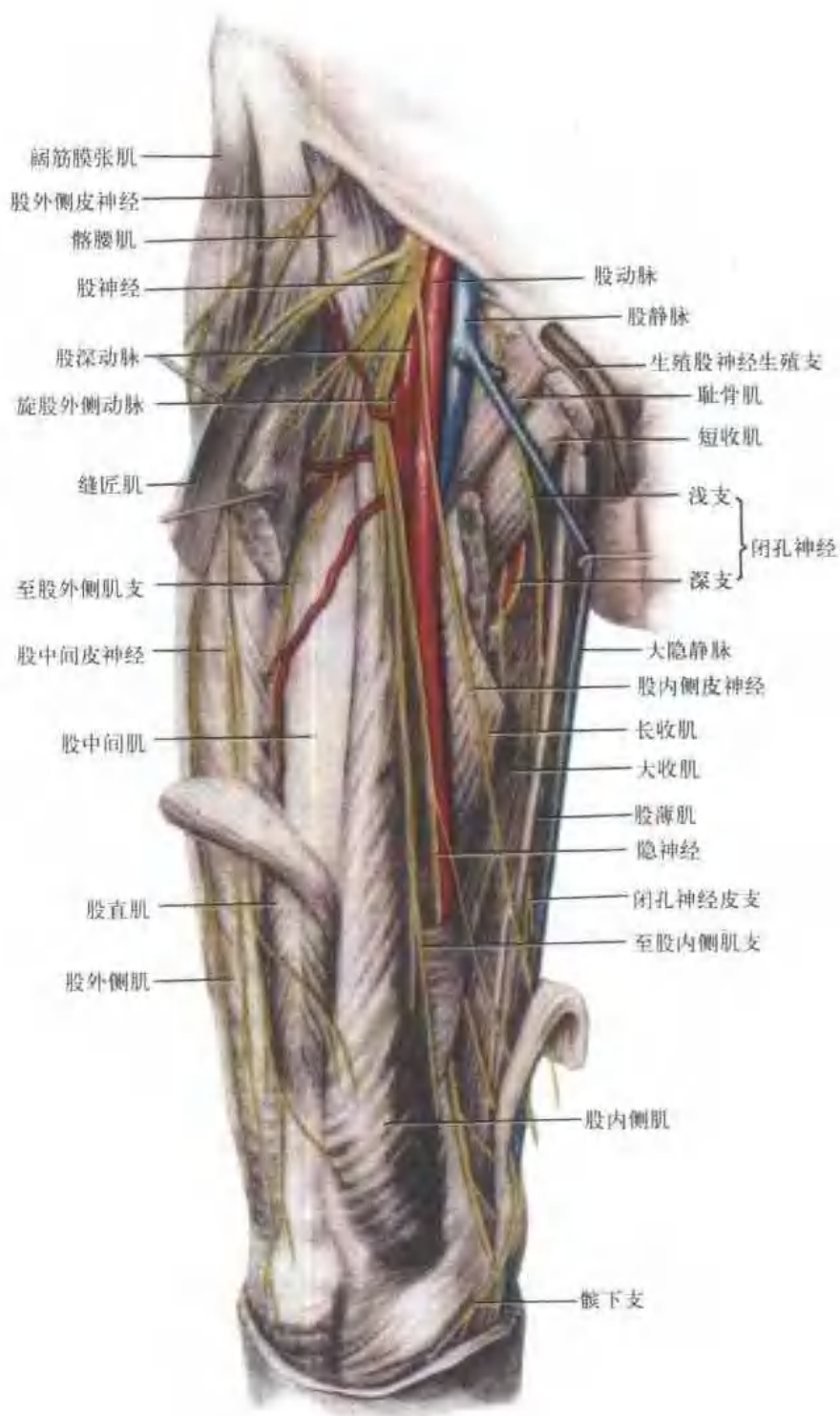


图 5-366 股前及股内侧的神经分布

1) 在腹股沟韧带以上所发的肌支，至髂肌；并发细支至股动脉。

2) 股神经前股的终末支：

① 至耻骨肌的肌支：在腹股沟韧带稍下侧，自股神经前股内侧发出。在腰大肌前面向下内侧，行于股血管鞘的后面，于耻骨肌前面进入该肌。

② 至缝匠肌的肌支：与股中间皮神经共干，分开后，肌支自缝匠肌上部进入其中。肌支数常为2~3支。

③ 股神经前皮支(图 5-367)：可分为两部分即股中间皮神经及股内侧皮神经。

股中间皮神经 intermedial femoral cutaneous nerve；在股三角近侧部，分为内侧及外侧两支。大约在股上中 1/3 交界处，内侧支穿阔筋膜；外侧支常先穿缝匠肌再穿阔筋膜，至浅筋膜内。这两支沿股前内侧下降，直达膝关节。支配股前内侧下 2/3 的皮肤。其终末支加入髌神经丛。外支穿缝匠肌时，发一肌支支配该肌；并在股的近侧 1/3 部，有支与生殖股神经的股支结合。

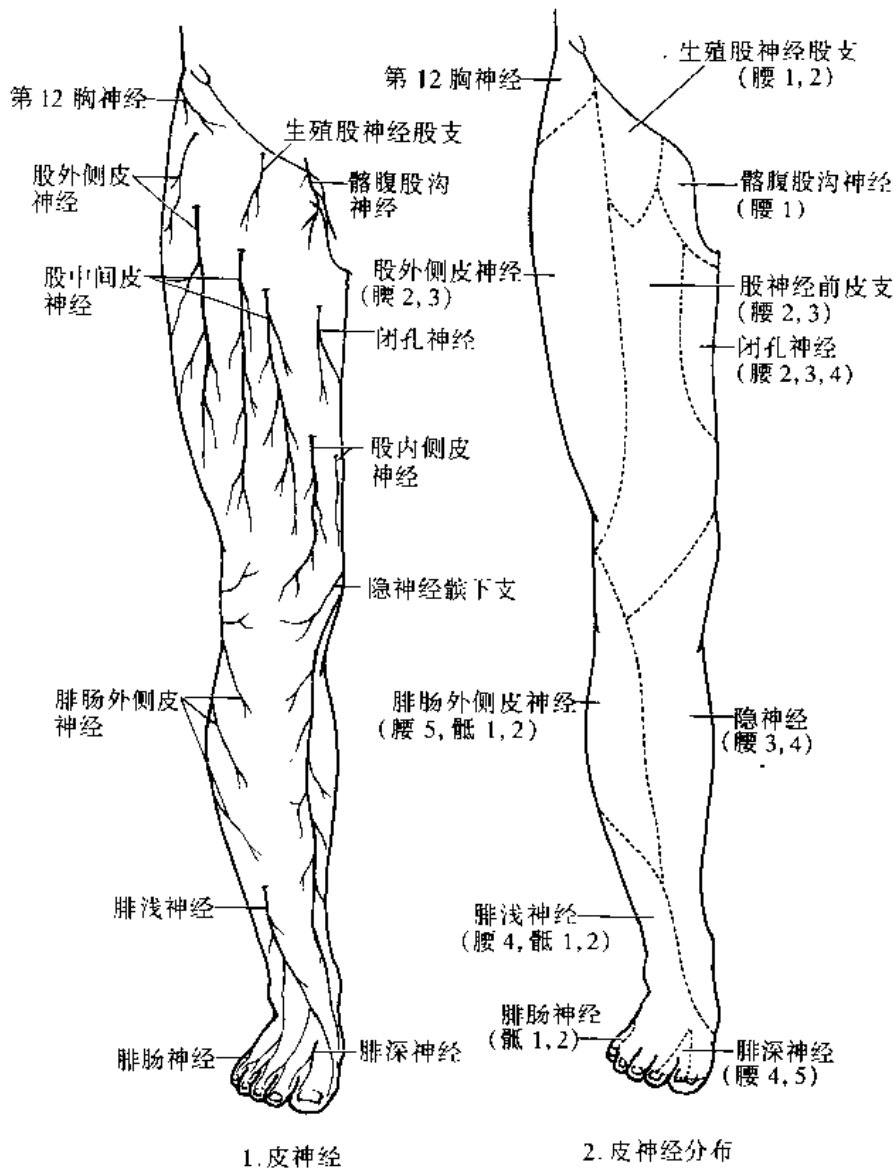


图 5-367 右下肢腹侧皮神经

股内侧皮神经 medial femoral cutaneous nerve: 沿股动脉外侧向内下方降行。经股三角尖部, 跨过动脉, 分为前、后两支。在分支之前发小支穿阔筋膜, 分布于大隐静脉附近的股内侧皮肤。其最上一支经卵圆窝, 下降至股中部。前支垂直向下, 在股中下 1/3 处穿出阔筋膜; 继续下降向外侧偏斜, 经膝关节之前, 加入髌神经丛。后支沿缝匠肌后缘下降, 至膝内侧穿出阔筋膜, 分为数支下降至小腿的中部。其分支与隐神经的分支结合; 并与闭孔神经浅支的分支结合。在阔筋膜及缝匠肌的深侧, 在股收肌腱板(或称股胫管纤维腱膜顶)的表面, 形成缝匠肌下丛。

3) 股神经后股的终末支: 计有 6 个分支, 其一为股神经中最长的皮神经, 即隐神经, 其它为支配股四头肌的肌支及膝关节肌支。

① 隐神经 saphenous nerve: 自股三角内下降, 初位于股动脉外侧, 经股三角尖, 进入股胫管; 并先由股动脉外侧, 越过动脉前面, 至其内侧; 继于股胫管的下端, 与膝最上动脉共同穿股收肌腱板(股胫管纤维腱膜顶), 离开该管; 继在膝内侧缝匠肌与股薄肌之间, 穿固有筋膜, 伴大隐静脉下降至小腿内侧, 沿胫骨内侧缘下降, 至小腿的下 1/3 处, 分为二支。一支继续沿胫骨内侧缘下降至内踝; 另一支经内踝前面, 下降至足的内侧缘, 有时可直达脚趾。

隐神经在大腿中部股胫管内, 发支加入缝匠肌下丛。穿出股胫管后, 在缝匠肌下侧发髌下支 infrapatellar branch 穿缝匠肌及固有筋膜至膝, 加入髌丛。隐神经可与腓浅神经的足背内侧皮神经结合。

隐神经的长度, 平均长 339.46mm。以发出髌下支为界, 分为上段, 平均长 227.15mm, 下段为 162.00mm。隐神经的宽度: 上段, 起始处(1.6~3.2)均值 2.33, 中点(1.4~3.8)均值 2.4, 分支处(1.1~4.2)均值 2.8mm。下段, 起始处(1.00~1.40)均值 2.18, 中点(1~3.2)均值 2.08, 分支处(0.8~4)均值 2.27mm。隐神经的厚度: 上段, 起始处(0.8~2)均值 1.23, 中点(0.6~2)均值 1.23, 分支处(0.5~2)均值 1.06mm。下段, 起始处(0.5~2)均值 0.99, 中点(0.5~1.8)均值 0.85, 分支处(0.4~1.3)0.74mm。

隐神经内的神经束数目: 隐神经上段: 起始处平均有 3.92 束(2~9 束), 中点平均有 4.11 束(2~8 束), 分支处平均有 4.43 束(2~10 束)。下段: 起始处平均 3.27 束(1~9 束), 中点平均 3.49 束(1~9 束), 分支处平均 3.49 束(2~7 束)。

隐神经对周围神经损伤的修复, 带神经血管蒂的皮瓣移植, 以及大隐静脉手术等都很重要。用隐神经作供体修复上肢神经损伤已获得成功。用隐神经和动脉为蒂的皮瓣或筋膜皮瓣移植, 使感觉功能可得到满意的恢复。

隐神经小腿部营养动脉的来源: ①膝最上动脉的隐支, 其分支分布于隐神经上部, 分支长平均 88.1mm, 外径 0.84mm; ②胫后动脉的分支, 自上而下有 3~6 支, 3 支者居多, 于小腿 4/8~6/8 段, 分布于隐神经中部, 分支长平均 16.4mm, 外径 0.9mm。③于小腿 7/8 段处, 胫后动脉的分支, 分布于隐神经下部, 分支长平均 22.0mm, 外径 0.52mm。

② 肌支:

I. 股内侧肌支: 在股三角内发出后, 经缝匠肌的深面, 沿隐神经外侧与之伴行下降。但不进入股胫管, 在股收肌腱板的浅面, 该神经自股内肌的内侧进入肌内。肌支数常在 3 支以上, 3~7 支者多见。此外, 常有一支沿股内肌前面下降至膝关节。

II. 股中间肌支: 有 2~3 条, 于股中点, 在该肌上部前面入肌内, 并有分支至膝关节。

III. 股外侧肌支: 被股直肌遮蔽, 随旋股外侧动脉经行, 沿股外肌的前缘, 至该肌的下部

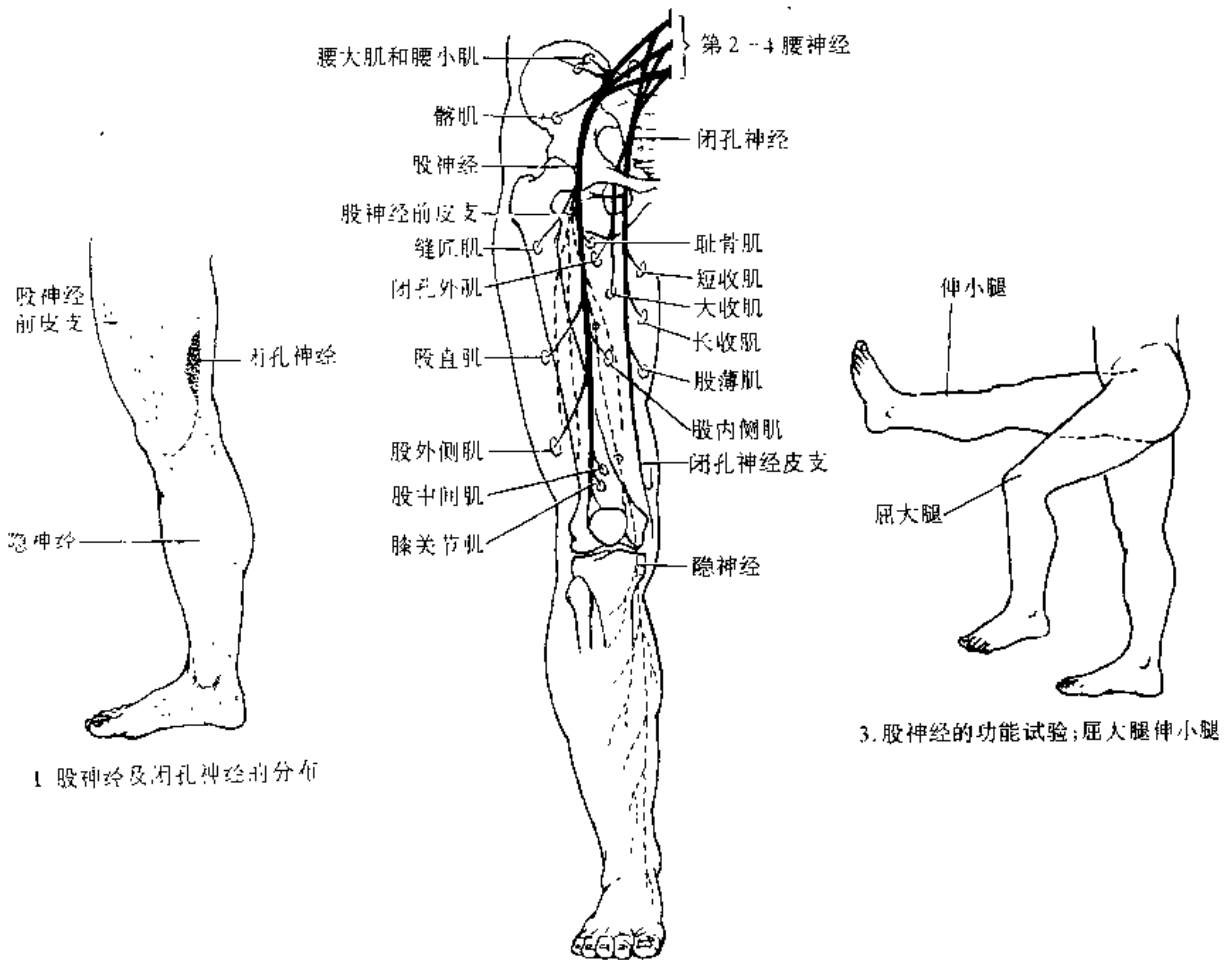
进入肌内，亦有分支至膝关节。肌支数日常为2~6支。

Ⅳ. 股直肌支：自该肌上部深面进入肌内。发一髌关节支，与旋股外侧动脉的升支伴行。肌支数日常为2支。

Ⅴ. 膝关节肌支：常为股神经的终末支之一。自股间肌支分出，在股内肌与股间肌之间下降，至股下1/3处，至膝关节肌，并发支至膝关节。

股神经损伤：此神经损伤常与闭孔神经损伤同时发生。脊髓、马尾或腰丛的病变都可影响股神经；此外，骨盆内肿瘤、腰肌脓肿、股骨或骨盆的骨折时，可压迫损伤该神经。股神经的损伤部位，如在髂腰肌支发出部的上方，则髂腰肌及股四头肌发生瘫痪，表现为大腿不能屈曲触及腹前壁，小腿不能伸直，膝反射消失，不能登阶梯或跳跃，股前面的伸肌萎缩，步行困难(图5-368)。股神经损伤部位，如在髂腰肌支发出部的下侧，则屈大腿的功能仍存在，但因股四头肌瘫痪，不能伸小腿，膝腱反射消失，并因缺乏股四头肌的牵引而致躯干后倾。即便勉强行走，但患肢无力，不能全力支持体重，容易跌倒。感觉障碍出现于股前及小腿内侧。股神经的不完全病变，可能发生疼痛，膝部比较明显。

(6) 闭孔神经 obturator nerve：起于第2、3、4腰神经前支的前股，而自第3腰神经来的纤维最多，第2腰神经的纤维最少。此神经出现于腰大肌内侧缘，在髂总动脉后侧，骨盆入口的后部，其与腰骶干间隔以髂腰动脉，穿盆筋膜入小骨盆；沿骨盆侧壁，在髂内动脉与输



1 股神经及闭孔神经的分布

2 股神经及闭孔神经的感觉分布区

3. 股神经的功能试验：屈大腿伸小腿

图 5-368 股神经及闭孔神经

尿管外侧，贴闭孔内肌及其筋膜内侧，经行于腹膜下组织间；然后于闭孔血管上侧前进，至闭孔膜的上部，与闭孔血管共同穿闭膜管至股部。在闭膜管内，分为前、后两支：

1) 前支(浅支)：于闭孔外肌的前侧下降，经行于短收肌(深层)及耻骨肌和长收肌(浅层)之间。在长收肌下缘有分支与隐神经、股内侧皮神经的分支结合，于缝匠肌下侧加入缝匠肌下丛，其经过中有以下分支：

① 关节支：在闭孔处发关节支至髋关节。

② 肌支：至股薄肌、长收肌，并常有至短收肌的肌支。

③ 皮支：粗细不定，有时缺如，在股中部经股薄肌与长收肌之间穿至浅层；支配股内侧下 2/3 的皮肤。

④ 至股动脉的分支：分布于股动脉下部。

2) 后支(深支)：穿闭孔外肌的上部，于短收肌及大收肌之间下降，其分支有：

① 肌支：至闭孔外肌、大收肌的斜纤维部及短收肌。至闭孔外肌的肌支，发自闭膜管内。至短收肌支，当其前支不发支配时，则由后支发支配，或前后支均有分支至该肌。

② 关节支：常发一细长的膝关节支(可能是后支干的延续)，穿大收肌的下部向后行，或穿大收肌被股深动脉穿通支穿行的腱裂孔向后，至胭窝。在胭动脉的深侧，并与之并行下降，穿胭窝底的胭斜韧带入膝关节；分布于膝关节囊，交叉韧带及附近结构。

副闭孔神经 accessory obturator nerve：此神经的出现率，国人资料为 3.44%，国外有入报导为 29%。乃一小支，起于第 3、第 4 腰神经前支的前股(亦有起自第 5 腰神经前支者)，沿腰大肌内侧缘下降，跨过耻骨上支，在耻骨肌深侧分成三支。一支自耻骨肌的深面进入该肌；一支为关节支，入髋关节；另一支可与闭孔神经的前支连结。有时副闭孔神经为唯一支配耻骨肌的神经。

闭孔神经的损伤：

可因脊髓、腰丛的病变或盆腔内肿瘤的压迫所致；亦常见于孕妇、由于子宫压迫或难产而使神经遭受损伤。症状表现为内收肌瘫痪，股不能内收，两下肢交叉困难，股的旋外无力；感觉症状不显著。

闭孔神经一般分为前、后支，但有所谓变异型的中间支出现(25%)，认为这中间支是闭孔外肌支和髋关节支，在闭孔神经盆内段远侧端的高位分支。

髋关节疼痛以闭孔型最为多见，作闭孔神经关节支切除术治疗髋关节疼痛性疾患，认为可以取得相当显著的疼痛缓解疗效。闭孔神经关节支细小。有的来自深支，一般自闭膜管前 0~12mm 处恒定地起于深支后外侧，可与闭孔外肌支共干(60%)，或自闭孔外肌深面穿该肌向下外行，至关节囊的后内方；可以是 1~5 支，以 2 支最多见(60%)，3 支(23.33%)次之，4 或 5 支少见。关节支有的来自浅支(26.67%)，多在出闭膜管处自浅支外侧分出，极细小，有时与短收肌支共干，经髂腰肌终止于腱的深面，分成 1~3 小支至关节囊的内前方。作闭孔神经关节支切除术时，认为骨盆内进路优于骨盆外进路；在盆内将闭孔神经提起，在神经后外就能清楚地见到关节支，完全可能在不损伤闭孔神经干的情况下切除关节支。

闭孔神经干的显微外科解剖：闭孔神经干可来自第 2~5 腰神经前支，其中以来自第 2~4 腰神经前支的最多，来自 4~5 腰神经前支者最少。自腰神经前支合成闭孔神经干处到分为前、后支处的长度平均为 100.4mm(61.5~123.0mm)。闭孔神经干从合成处到跨小骨盆上缘之间的盆外段略呈椭圆形，进入小骨盆后的盆内段变成矢状位的扁平形；横径：跨小骨盆上

缘处为 3.0mm(2.2~4.0mm)，由小骨盆上缘到前、后支分出处之间的上、中 1/3 交点处为 3.1mm(2.2~4.0mm)，中、下 1/3 交点处为 3.6mm(2.2~4.5mm)。神经束在神经干内的排列较复杂，它们的许多进行交织混合，愈向近侧端其交织混合愈复杂，在神经干跨小骨盆上缘时已经很难分离出独立的神经束。按神经干横断面发现，股薄肌、短收肌的神经束主要位于断面的前 1/3 和中 1/3 部分，大收肌、闭孔外肌的神经束主要在后 1/3 部分。(图 5-369)

(二) 腰骶干

腰骶干 lumbosacral trunk 由第 4 腰神经前支的一小部和第 5 腰神经前支的全部合成。位于腰大肌深侧，贴近骶骨翼；经髂总动脉及静脉后侧，达闭孔神经内侧；其与闭孔神经之间，隔以髂腰动脉。下降入小骨盆，与第 1、2 骶神经连接，形成骶丛上下干。

第 4 腰神经前支常称为分叉神经 *nervus furcalis*，由于它分叉成两部分，一部分加入腰丛，另一部分加入骶丛。在大多数例子中，第 4 腰神经前支是分叉神经，但这种结构常有改变，即第 3 腰神经前支有时候是参加腰丛的最下位神经，并分出部分纤维进入骶丛，因此第 3 腰神经前支就成为分叉神经；或第 3、第 4 腰神经前支都分成两部分，分别参加腰丛或骶丛。这样结构的腰丛称为上移型(或前置型)。此外，有时第 5 腰神经前支成为分叉神经，一部分纤维加入腰丛，另一部分纤维参加骶丛；这种变异结构的腰丛称为下移型(或后置型)。当然，这种变化，也必然引起骶丛结构相应的改变。

国人资料：以分叉神经为标准。分叉神经常由第 4 腰神经前支形成，以其加入腰丛的纤维量多于加入骶丛的，定为国人腰丛常见型，占 69.3%。腰丛的位置较常见型向头侧移动的，属上移型，占 22.19%。腰丛的位置较常见型向尾侧移动的，属下移型，占 8.44%(图 5-370)。

腰丛各神经的组成：常见型：股神经由腰₁₋₄组成，占 73.75%；闭孔神经由腰₂₋₄组成，占 84.06%；股外侧皮神经以腰₁₋₂(40.63%)或腰₂₋₃(39.37%)组成较多；生殖股神经由腰₁₋₂组成，占 72.19%。髂腹下神经和髂腹股沟神经多于腰₁平面离开腰丛；由于第 12 胸神经常发支向下加入腰₁，因此该二神经或其中之一常含胸 12 的纤维。按此二神经合与分的情况分为三型：分干型，占 36.87%；共干型，占 50.63%；合并型，占 12.5%(两神经合并为一，未支呈不规则的丛状分支，分布于该两神经的分布区)。

副股神经：是腰丛在股神经与闭孔神经之间发出的一支额外支，居腰大(小)肌的浅面，髂腰筋膜的深面，沿闭孔神经与股神经之间或股神经的浅面下行入股，在股部分支分布于股神经的分布区，或发支与股神经的分支吻合，出现率为 7.5%。

此外，腰丛还可见到副闭孔神经，入股后分布于闭孔神经的分布区，或与闭孔神经吻合。出现率 3.44%。

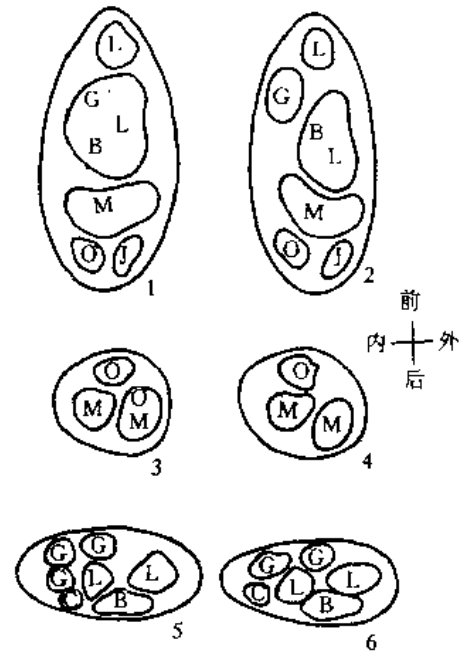


图 5-369 闭孔神经内神经束排列图
1. 闭孔神经盆内段上、中 1/3 交点 2. 中、下 1/3 交点 3. 后支近侧端 4. 后支远侧端 5. 前支近侧端 6. 前支远侧端
L-内收长肌神经纤维 G-股薄肌神经纤维 B-内收短肌神经纤维 M-内收大肌神经纤维 O-闭孔外肌神经纤维 J-髋关节神经纤维 C-皮支神经纤维

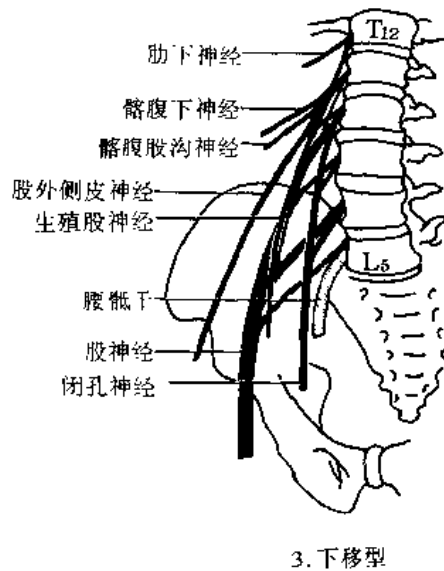
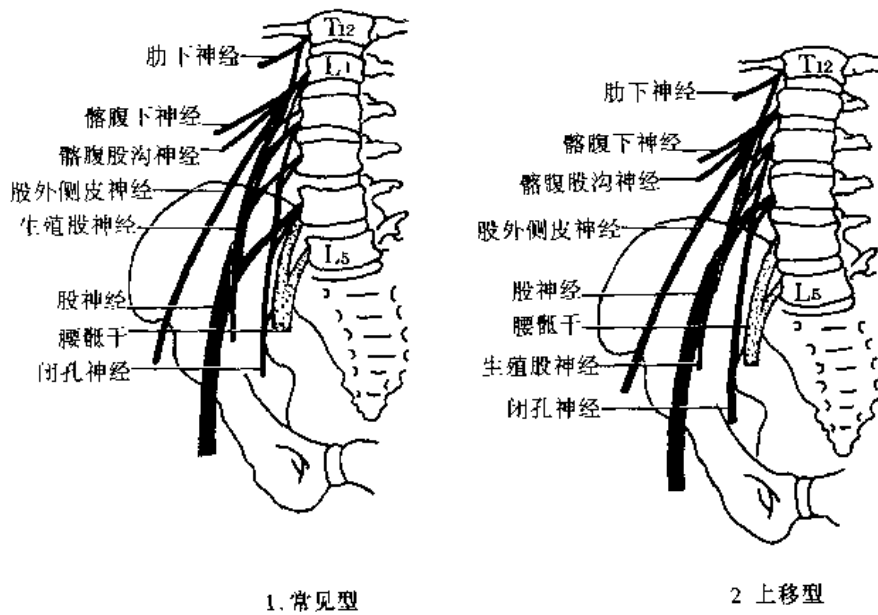


图 5-370 腰丛不同的组成类型

四、骶神经的前支

上 4 对骶神经的前支，经骶前孔入骨盆，第 5 骶神经在骶骨与尾骨之间入骨盆。各支的大小不一，上部者大，愈往下愈小，即第 1 骶神经最大，以下各支则递次缩小。尾神经的前支最小，自第 1 尾骨残留横突的下侧，弓曲向前入盆腔。这些神经的前支相互结合，形成骶丛及尾丛。

骶与尾神经的前支，与相应的交感神经节之间，都有灰交通支。自第 2、3、4 骶神经发出的内脏传出纤维（不与邻近的交感干神经节连接），称为盆内脏神经（或称盆神经）。内含副交感性神经纤维，直接与盆腔内脏壁内的小神经节联系。

骶丛 sacral plexus (图 5-371)：

骶丛是由腰骶干，第 1、2、3 骶神经的前支及第 4 骶神经前支的一部分组成。骶丛位于盆腔后壁，梨状肌前面，而在盆筋膜及髂内动脉多数分支的后侧，输尿管于骶丛前面经过，其

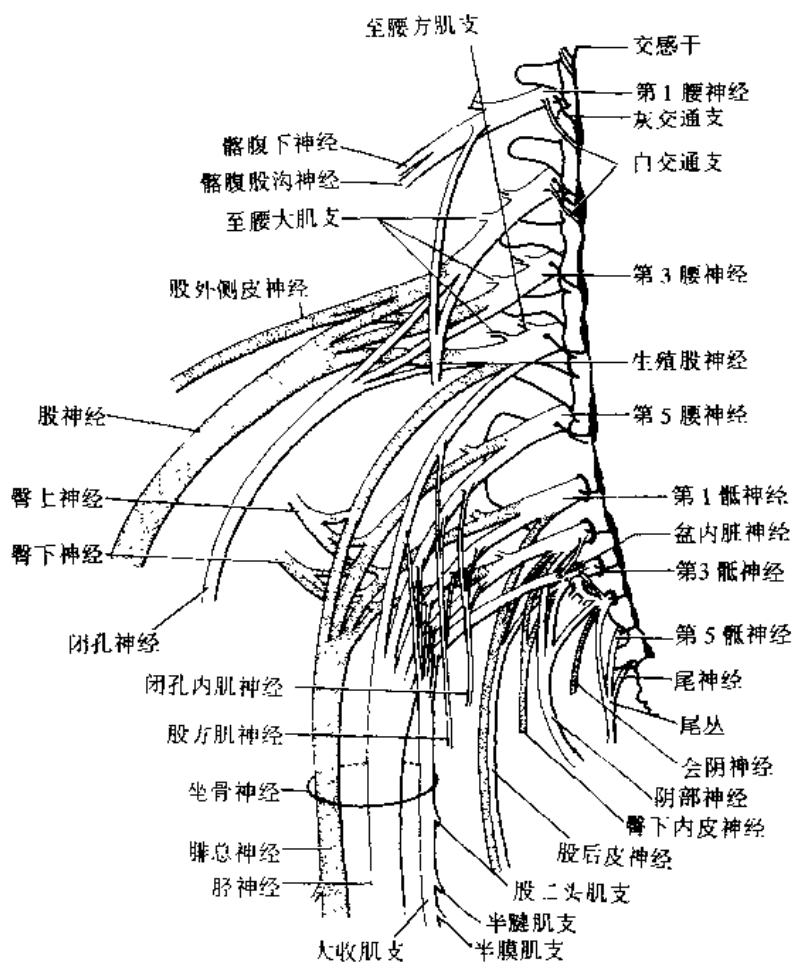


图 5-371 腰、骶、尾神经丛的神经

间隔以髂内动静脉的分支；左侧骶丛前面有乙状结肠，右侧骶丛前面可与回肠下段接触。臀上动脉及臀下动脉，穿过骶丛自盆腔至臀部。臀上动脉夹在腰骶干及第1骶神经之间，或第1、2骶神经之间。臀下动脉则夹在第1与第2骶神经之间，或第2、3骶神经之间。骶丛略呈三角形，尖向坐骨大孔下部集合，向下移行于坐骨神经。骶丛的分支，可以由丛的前股、后股或前后股混合发出。如按这些分支的性质划分，则可分为肌支、皮支及内脏支。分述如下：

表：骶丛各分支的组成

性 质	神 经 名 称	前 股	后 股
内脏支	1. 盆内脏神经	骶 2, 3, 4	-
皮 支	1. 股后皮神经	骶 2, 3	骶 1, 2
	2. 臀下内皮神经(穿皮神经)	-	骶 2, 3
肌 支	1. 臀上神经	-	腰 4, 5 骶 1
	2. 臀下神经	-	腰 5, 骶 1, 2
	3. 股方肌神经(下孖肌)	腰 4, 5 骶 1	-
	4. 闭孔内肌神经(上孖肌)	腰 5, 骶 1, 2	-
	5. 梨状肌神经	-	骶 1, 2
	6. 至肛提肌、尾骨肌及肛门括约肌的神经	骶 4	-

性 质	神 经 名 称	前 股	后 股
混合支	1. 坐骨神经		
	{ 胫神经	腰 4, 5, 骶 1, 2, 3	—
	{ 腓总神经	—	腰 4, 5, 骶 1, 2
	2. 阴部神经	骶 2, 3, 4	

(一) 内脏支

盆内脏神经 pelvic splanchnic nerves: 或称盆神经(n. pelvicus), 由第 2、3、4 骶神经发出, 分布于盆腔内脏, 为副交感性神经。

(二) 皮支

见图 5-372。

1. 股后皮神经 posterior femoral cutaneous nerve: 由骶丛的第 1、2 骶神经后股的一部分及

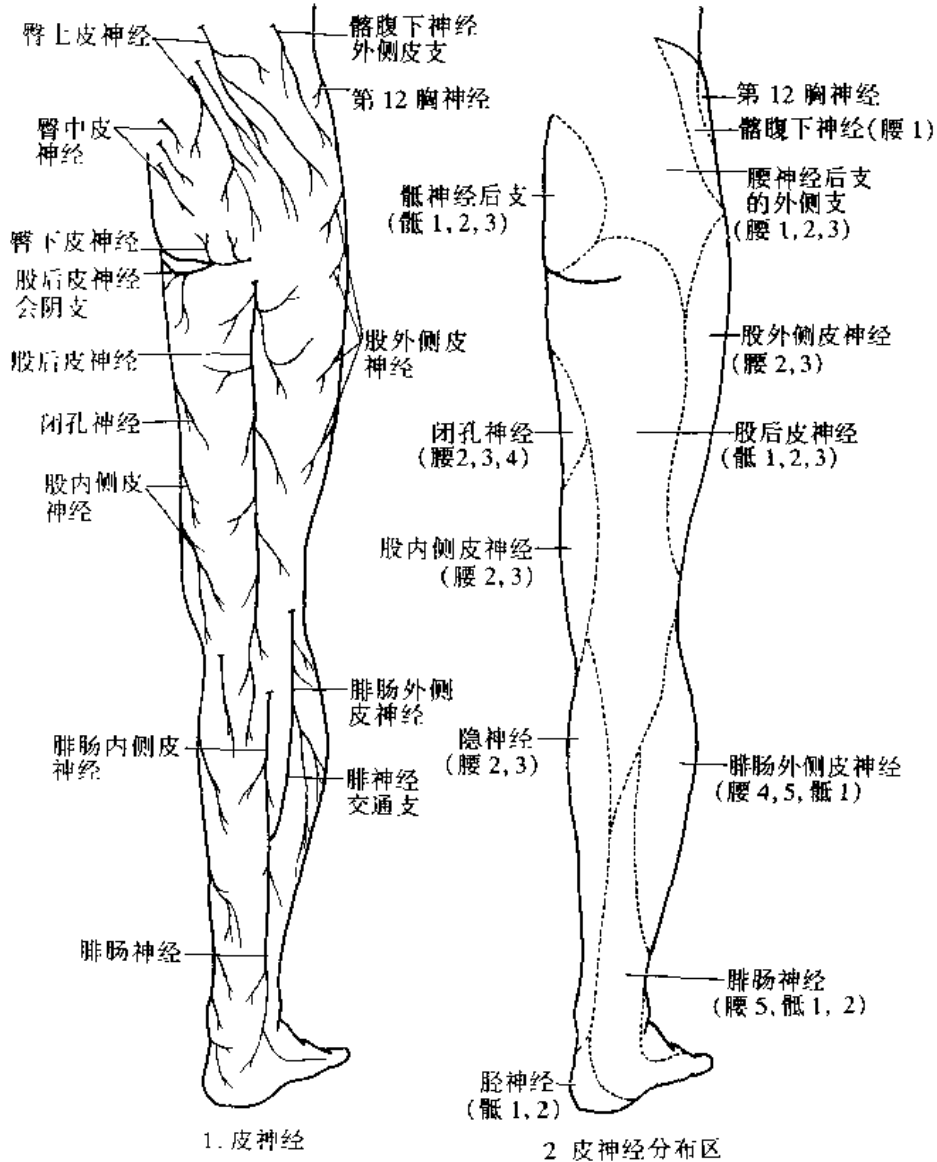


图 5-372 右下肢背侧皮神经

第 2、3 骶神经前股的一部分合成。经梨状肌下孔，随坐骨神经及臀下动脉出骨盆腔，至臀部。在臀大肌深面，沿坐骨神经内侧或背侧下降，经股后，在股二头肌长头的浅面及股后的固有筋膜深侧，达腘窝。在膝关节的后面，穿出固有筋膜。终末支沿小隐静脉下降，达小腿后面的中部，并可与腓肠神经发生交通。主要分布于股后部、腘窝、小腿后面上部及会阴部的皮肤。其分支如下：

(1) 会阴支 *perineal branches*：分布于股后上部及内侧部的皮肤，有一长会阴支，弯曲向前内侧，经半膜肌、半腱肌起始部的后侧，坐骨结节的前面，穿固有筋膜，至会阴浅筋膜层，达会阴前部。在男子分布于阴囊，女子分布于大阴唇的皮肤。会阴支与阴囊后神经及肛门神经之间，有时有交通支。

(2) 臀下皮神经 *inferior clunial nerves*：有 2~3 支，自臀大肌下缘发出。绕臀大肌下缘向上，分布于被覆该肌下部及外侧部的皮肤。

(3) 股后及小腿后的皮支：是许多细支，自神经两侧分出，分布于股后内侧部、腘窝及小腿后上部的皮肤。

有报导认为股后皮神经可以作神经移植体，但因分支多，减少了该神经的临床应用价值。可是在获得较长的神经干的同时又可获得神经移植体的营养血管；股后皮神经的主干在股后被切取后，供应区的感觉丧失的范围较小，疤痕隐蔽等优点；所以可考虑选用股后皮神经在股后部的主干作为神经移植体。

股后皮神经主干在臀部和股部的长度：①臀大肌下缘以上为臀部，平均长 92mm(87~158mm)；②臀大肌下缘以下为股部，平均长 121mm(48~182mm)。

股后皮神经主干在臀部和股后部的前后径与横径：臀部分上、中、下三段。中段的前后径，平均为 1.18mm(0.5~1.4mm)；横径平均为 2.4mm(1.0~4.4mm)。股部也分上、中、下三段。中段的前后径，平均为 0.66mm(0.3~2mm)；横径平均为 2.23mm(1.0~3.7mm)。

股后皮神经内神经束的数目：臀部中段平均为 3.84(2~7)束；股部中段平均为 3(1~5)束。

股后皮神经的营养动脉：有 1 支型(54%)，2 支型(36%)，3 支型(10%)。①来源：臀下动脉(98%)，穿动脉(22.1%)，臀大肌动脉(4%)，股二头肌支(6%)，阴部内动脉(4%)，膝上内侧动脉(6%)，膝上外侧动脉(4%)。②口径：平均 0.85(0.1~2)mm；其来源动脉的口径，平均 1.89(0.2~4)mm；神经移植体取血管蒂时，如营养动脉的口径太细，可取来源动脉。如用臀下动脉分支发出的营养动脉作为血管蒂，需切开臀大肌才能办到。③长度：平均 13.6(5~73)mm。④进入神经干的部位：臀部在中段进入最多(34.6%)，股部在上段进入最多(19.2%)。⑤营养动脉进入神经干的形式：升支型(11.7%)，降支型(74%)，升降支型(14.3%)。故取血管蒂时，在营养动脉进入神经干的上端宜取短一些，下端应取长一些，这样才能保证移植体有一个良好的血液供应。

2. 臀下内皮神经 *inferior medial clunial nerve* 或称穿皮神经 *perforating cutaneous nerve*、穿骶结节韧带神经(*n. perforans ligamentum sacrotuberosum*)、穿神经(*n. perforans*)。自第 2、3 骶神经后股发出。穿骶结节韧带下部，绕臀大肌下缘，分布于覆盖臀大肌下部及内侧部的皮肤。此神经有时起于阴部神经；有时缺如，则由起于第 3、4 或第 4、5 骶神经的小支代替，有时被股后皮神经的分支代替。

(三) 肌支

1. 至梨状肌的肌支 是由第1、2骶神经后股发出的一、二小支,于梨状肌的前面进入该肌。

2. 臀上神经 superior gluteal nerve 自第4、5腰神经及第1骶神经后股发出。经梨状肌上孔,穿出盆腔至臀部,与臀上动脉伴行,在臀部分为上、下两支。上支较小,与臀上动脉深支的上支伴行,分布于臀中肌,有时亦发支至臀小肌。下支较上支大,与臀上动脉深支的下支伴行,横过臀小肌中部,发支支配臀小肌及臀中肌,终支至阔筋膜张肌的后内侧部,并支配该肌。

3. 臀下神经 inferior gluteal nerve 自第5腰神经及第1、2骶神经的前股发出。经梨状肌下孔,自盆腔穿出至臀部,分为数支,在臀大肌的深面进入该肌(图5-373)。

4. 至股方肌的神经:自第4、5腰神经及第1骶神经的前股发出。经梨状肌下孔穿出,至臀部,位于坐骨的背侧,坐骨神经的深侧,经上下孖肌、闭孔内肌腱的深侧与坐骨之间下降,在股方肌前面,进入该肌。发支至下孖肌,并发关节支至髋关节。

5. 至闭孔内肌的肌支:由第6腰神经及第1、2骶神经的前股发出、经梨状肌下孔穿出盆腔,至臀部,发分支至上孖肌,继于阴部内动脉外侧,跨过坐骨棘,经坐骨小孔至会阴,在闭孔内肌的内侧面进入该肌。

(四) 混合支

包括坐骨神经及阴部神经。

1. 坐骨神经 ischiadic (sciatic) nerve 为全身最大的神经,在神经的起始处横宽约2cm。可分成胫神经及腓总神经两部分。腓总神经起于第4、5腰神经及第1、2骶神经的后股;胫神经起于第4、5腰神经及第1、2、3骶神经的前股。此两部合并,包于一个总的结缔组织鞘内,成为坐骨神经。但这两部分可自骶丛至股后下1/3处的任一点上分开。

国人资料:坐骨神经的组成:腰₄~骶₃最多见(82.7%),腰₄~骶₂(10%),腰₅~骶₃(4.6%),其他(2.7%)。腓总神经的组成:腰₄~骶₂(37.5%),腰₄~骶₁(35.6%),腰₅~骶₂(10.6%),其他(16.3%)。胫神经的组成:腰₄~骶₃(76.9%),腰₄~骶₂(13.5%),其他(9.6%)。

梨状肌与坐骨神经的关系,可分为6种类型:①坐骨神经总干出梨状肌下缘(正常型),约占66.3%;②胫神经出梨状肌下缘,腓总神经穿梨状肌,约占27.3%;③坐骨神经总干穿梨状肌;④胫神经穿梨状肌,腓总神经经梨状肌上缘;⑤坐骨神经总干出梨状肌上缘;⑥胫神经出梨状肌下缘,腓总神经出梨状肌上缘;⑦有人报告第7种类型,即骶丛穿梨状肌出盆后,再分出坐骨神经。3~7型作为其他类型,占6.4%(图5-374)。

坐骨神经一般自梨状肌下孔穿至臀部。被盖于臀大肌深侧,约在坐骨结节与大转子之间中点处下降,临床上常用此点作为测验坐骨神经的压痛点。继经上孖肌、闭孔内肌腱、下孖肌及股方肌的后面,至股部。在此神经的内侧有臀下动脉及股后皮神经。在股后部坐骨神经行于大收肌与股二头肌长头之间,下降至腘窝。一般于腘窝的上角处,分为二终支,内侧者为胫神经,外侧者为腓总神经,胫神经较腓总神经为大。

坐骨神经的表面投影:自大转子尖至坐骨结节之间距离的中点(偏内侧),向下至腘窝上角,设一条想象线,即为坐骨神经的走行。

坐骨神经的分支:

(1) 关节支 articular branches:自坐骨神经上部发出至髋关节,由关节囊的后部穿入。此关节支有时直接起于骶丛。

(2) 肌支 muscular branches:于股上部自坐骨神经发出的肌支,计有支配股二头肌长头、

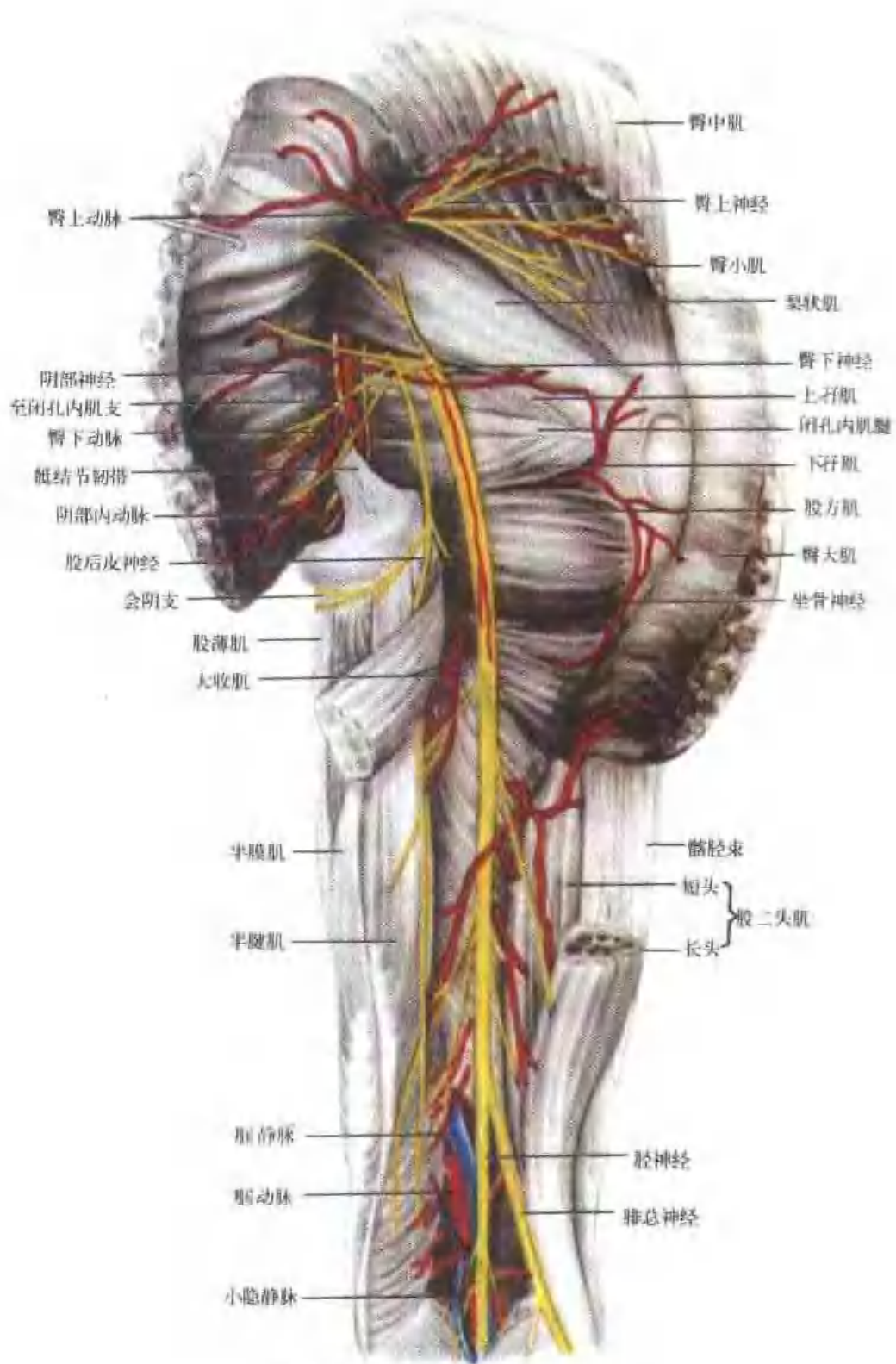


图 5-373 臀部及股后深层的神经

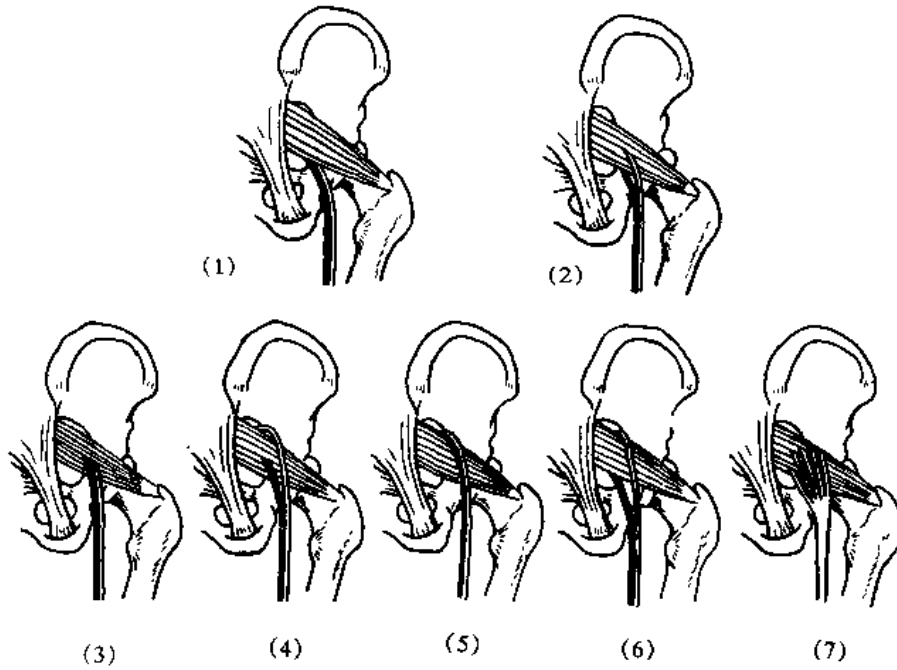


图 5-374 梨状肌与坐骨神经的位置关系

(1)正常型 $66.3 \pm 0.6\%$ (2)典型高分支型 $27.3 \pm 0.6\%$ (3)~(7)其它类型 $6.4 \pm 0.3\%$

半腱肌、半膜肌及大收肌诸支。至半膜肌与半腱肌的肌支，常起于一干。在股中部发出的肌支，至股二头肌短头。上述各肌支，只有股二头肌短头的肌支来自腓总神经，其他各支均起于胫神经。股二头肌长头的肌支数目以 2~3 支者最多；股二头肌短头者 1~2 支；半腱肌者 1~2 支；大收肌者 2 支居多；半膜肌者大多数在 2~4 之间。

(3) 坐骨神经两大终末支(图 5-375)。

1) 胫神经 tibial nerve: 自坐骨神经分出后，经腘窝中间垂直下降，初位于腘动脉外侧；至腘窝中点，跨过动脉背面至其内侧；下达腓肌下缘，与腘动脉共同穿过比目鱼肌腱弓深侧，至小腿后侧的上部，神经位于深浅屈肌之间(即位于腓肠肌及比目鱼肌的深侧)。至小腿后侧下 1/3 以下，该神经仅被皮肤及固有筋膜覆盖。胫神经深侧，大部分贴在胫后肌的后面，而至小腿下部则贴在胫骨的后面。胫神经与胫后动脉的关系；在小腿后上部，神经位于胫后动脉的内侧，继而神经由动脉的后侧转至其外侧。在内踝后侧，胫神经与胫后动脉一同穿过分裂韧带的深侧，并行进入足底，于此胫神经分为足底外侧神经及足底内侧神经。其分支分述如下：

在腘窝发出的分支：

① 腓肠内侧皮神经 medial sural cutaneous nerve: 随小隐静脉下降于小腿固有筋膜的深侧，在腓肠肌两头之间的沟内；约在小腿中点处穿出固有筋膜，接受来自腓总神经的交通支(即腓神经交通支)以后，则称腓肠神经 sural nerve。腓肠神经沿跟腱外侧缘下降，经外踝及跟骨间，在外踝的下侧转向前行，改称足背外侧皮神经 lateral dorsal cutaneous nerve of foot，沿足及小趾外侧缘，达小趾末节基底部。腓肠内侧皮神经分布于小腿后侧的下部，足及小趾外侧缘的皮肤。足背外侧皮神经可与腓浅神经的足背中间皮神经以交通支相联结。腓肠内侧皮神经在小腿后侧，尚可与股后皮神经有支相联结。

② 肌支 muscular branches: 在腓肠肌两头之间发出，支配腓肠肌两头、跖肌、比目鱼肌及腓肌。至比目鱼肌的肌支较大，在腓肠肌与跖肌之间下降，由比目鱼肌表面进入肌内。至

腓肠肌的肌支，在该肌的后面下降，绕过其下缘，自深面进入该肌；自此肌支发一细支支配胫骨后肌；发关节支支配胫腓关节及膝关节；发至胫骨的一小支，伴胫骨营养动脉入骨；此外，尚发一骨间支，沿骨间膜，靠近腓骨下降，直达胫腓韧带联合。

腓肠肌内侧头的肌支数以 1~2 支多见；腓肠肌外侧头者多为 1 支；腓肌者多为 1~2 支。

③ 关节支 articular branches: 一般有 3 支，支配膝关节，即膝上内关节支，膝下内关节支及膝中关节支，与同名动脉伴行，穿膝关节韧带入关节内。膝上内关节支常缺如。

在小腿后侧的分支：

① 肌支：起于一干或各自独立分出。支配比目鱼肌的肌支，自其深面入肌内。此外，并有支配胫骨后肌、踇长屈肌及趾长屈肌的肌支。至踇长屈肌的肌支，与腓动脉伴行。比目鱼肌的肌支数（包括自腓窝发出的）以 1~3 支居多；胫骨后肌者多为 1~2 支；踇长屈肌者多为 1~2 支；趾长屈肌者多为 1~3 支。

② 关节支：在胫神经的下部，当其将要分成足底神经的分叉处发出，穿三角韧带，进入踝关节。

③ 跟内侧支 medial calcaneal branches: 在小腿的下端，自胫神经分出，穿分裂韧带分布于足跟的内侧。

胫神经的终末支：

① 足底内侧神经 medial plantar nerve: 较足底外侧神经粗大，是胫神经经分裂韧带深侧时，自胫神经分出。入足底，达踇展肌深侧，经踇展肌与趾短屈肌之间，穿行于足底内侧沟的肌间隔内。该神经与足底内侧动脉伴行，神经在动脉的外侧。足底内侧神经先分出趾底固有



图 5-375 小腿后侧及足底的神经

神经至跗趾内侧缘。然后在跗骨基底处，又分出三条趾底总神经 common plantar digital nerves (趾足底总神经)：这三条神经行于跗腱膜与趾短屈肌之间，又各分为两条趾底固有神经 proper plantar digital nerves (即趾足底固有神经)。足底内侧神经的分支如下：

皮支：穿跗腱膜，分布于足底内侧的皮肤。

肌支：支配踇展肌及趾短屈肌的肌支起于一干，在踇展肌深侧，自足底内侧神经起始处发出。至趾短屈肌的肌支，发自跗趾内侧趾底固有神经。至第1蚓状肌的肌支，起于第1趾底总神经。

关节支：至跗骨及跗骨间的关节。

跗趾内侧的趾足底固有神经：分布于跗趾内侧缘的皮肤，并发支支配踇短屈肌。

趾足底总神经：共有三条，经跗腱膜远侧部的各股间，位置较浅，埋藏于浅筋膜内。趾足底总神经的远端各分为两条趾足底固有神经，行于相应动脉的下侧，分别分布于第1至第4趾的相对缘(第1趾足底总神经至第1、2趾相对缘，第2趾足底总神经，至第2、3趾相对缘，第3趾足底总神经，至第3、4趾相对缘)。第3趾足底总神经，接受来自足底外侧神经的交通支。第2趾足底总神经发支至第1蚓状肌。每一趾足底固有神经，都有关节支，至趾关节。并发背侧皮支，绕至足趾中节及末节的背侧，支配该处的皮肤。

② 足底外侧神经 lateral plantar nerve：与足底内侧神经分开后，经踇展肌的深侧，继而斜向前外侧，行于趾长屈肌腱及跗方肌的浅面，而在趾短屈肌的深侧，至足底外侧沟内(介于趾短屈肌与小趾展肌之间)向前进，达第5跗骨基底，分为浅支与深支。

在此神经尚未分成深浅支之前，发肌支支配跗方肌及小趾展肌。并发出小的皮支，穿跗腱膜，支配足底外侧部的皮肤。关节支支配跟骰关节。

浅支：分出两条趾足底总神经，外侧一支分布于小趾的外侧缘，内侧支又分为两条趾足底固有神经，分布于第4、5趾相对缘，并与足底内侧神经之间有交通支。此神经除分布于趾的跗面外，更以分支绕至足趾中节及末节的背面。肌支至小趾短屈肌、第3骨间跗侧肌及第4骨间背侧肌。

深支(图 5-376)：自第5跗骨基底处，穿向足的深部，弓曲向内，在跗方肌、趾长屈肌腱、蚓状肌及踇收肌斜头的深侧，而直接在跗骨基底部的跗侧，与足底外侧动脉的足底动脉弓伴行，神经弓位于动脉弓的近侧。深支支配的肌肉有2、3、4蚓状肌，内侧三个跗骨间隙内的骨间肌(即第3跗侧及第4背侧骨间肌除外)及踇收肌的横头及斜头。其至第2、3蚓状肌的肌支，经踇收肌的横头深侧并绕其远侧缘，曲向浅层，而终于第2、3蚓状肌。其至第4蚓状肌的肌支，则经踇收肌横头的浅层，至该肌。关节支至跗骨间关节，跗跗关节及跗趾关节。

2) 腓总神经 common peroneal nerve：较胫神经小，在腓窝上角分出后斜向外下侧，沿腓窝的上外侧缘，股二头肌的内侧而降。达股二头肌腱与腓肠肌外侧头之间，经腓骨长肌的深侧绕腓骨颈，分为腓深神经及腓浅神经二终支。腓总神经的表面投影，可自腓窝上角至腓骨小头后侧所划的一条斜线表示之。腓总神经的分支如下：

皮神经：有两支，但常共干，自腓窝内发出，即腓肠外侧皮神经及腓神经交通支。腓肠外侧皮神经 lateral sural cutaneous nerve 在小腿固有筋膜与腓肠肌外侧头之间下降至小腿中部穿出固有筋膜，分布于小腿远侧端外侧面的皮肤。腓神经交通支 communicating branch of peroneal nerve 自腓肠外侧皮神经的下侧，近腓骨小头处发出。斜跨过腓肠肌外侧头的浅面，在小腿中点处与腓肠内侧皮神经合在一起，而形成腓肠神经。腓神经交通支与腓肠内侧皮神经的

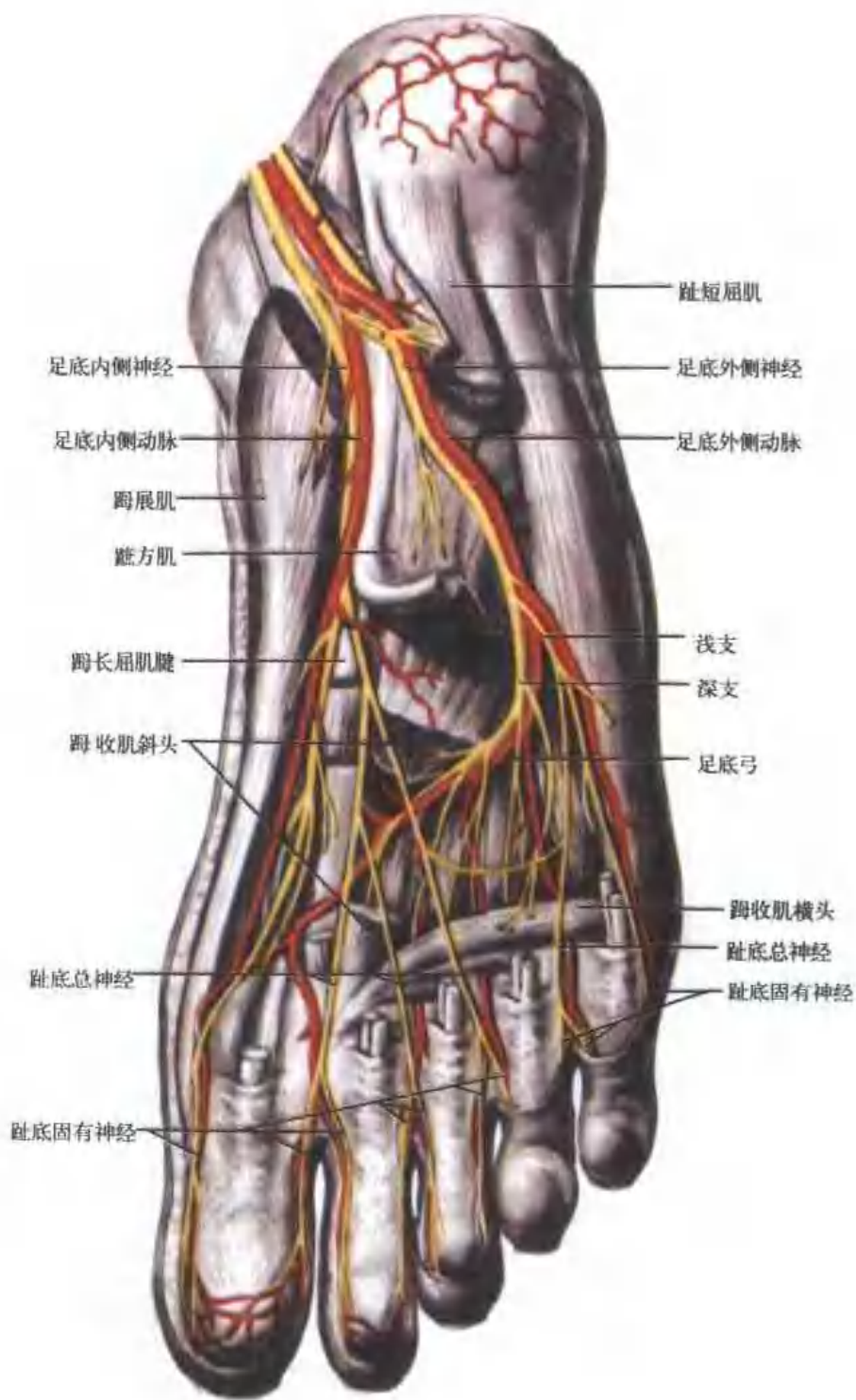


图 5-376 足底深层的神经

结合点，变动很大，自胭窝至小腿下三分之一的距离间，任何一点均可见到。

腓肠神经的形成，可分三种类型：第 1 型腓肠神经由胫神经的腓肠内侧皮神经与腓总神经的腓神经交通支结合而成，约占 81.5%。第 2 型腓肠神经单独由腓肠内侧皮神经形成，腓神经交通支可以存在或缺乏，约占 13.3%。第 3 型腓肠神经单独由腓神经交通支形成，腓肠内侧皮神经可以存在，但短而未达小腿下端，或完全缺如，此种情况较少，约占 5.2%。

关节支：有三支，即上关节支、下关节支及关节返支。上关节支伴随膝上外动脉；下关节支伴随膝下外动脉；关节返支自腓总神经分成二终支之处发出，穿胫骨前肌，与胫前运动脉伴行，在膝关节前面入关节，并支配胫腓关节及胫骨前肌。

腓总神经的终末支：

① 腓浅神经 superficial peroneal nerve：腓浅神经先位于腓骨长肌与腓骨短肌之间，下降至腓骨肌与趾长伸肌之间。在小腿下三分之一处，穿固有筋膜至浅筋膜层内下降，分为足背内侧皮神经及足背中间皮神经。腓浅神经的分支如下(图 5-377)。

肌支 muscular branches：当腓浅神经行于肌肉之间时分出，至腓骨长肌及腓骨短肌。前者的肌支数以 1 至 3 支；后者的肌支数以 1 支为多见。

皮支(图 5-379)：足背内侧皮神经 medial dorsal cutaneous nerve of foot：向下内侧行，跨过小腿横韧带及十字韧带的表面，分为内、外两支。内侧支分布于跗趾内侧及足内侧的皮肤，可与隐神经及腓深神经的分支吻合。外侧支分为二支，分布于第 2、3 趾背的相对缘。足背中间皮神经 intermediate dorsal cutaneous nerve of foot：经十字韧带的表面，至足背外侧部分为二支。内侧支分布第 3、4 趾相对缘；外侧支分布第 4、5 趾相对缘，并与腓肠神经(足背外侧皮神经)间有交通支。外侧支若缺如，则由腓肠神经的分支代替。

② 腓深神经 deep peroneal nerve(图 5-378)：腓总神经绕腓骨小头处，于腓骨长肌上部的深侧分出，穿过腓骨前肌间隔及趾长伸肌，下降于趾长伸肌与胫骨前肌之间，沿骨间膜前侧与胫前动脉伴行。于小腿上部，神经在动脉的外侧；小腿中部，神经位于动脉前面，介于趾长伸肌与胫骨前肌之间；小腿下部，神经又居于动脉外侧，介于趾长伸肌与趾长伸肌之间。至踝关节前侧，腓深神经分二终支。

肌支 muscular branches：至趾长伸肌、



图 5-377 小腿前面及足背的神经分布

胫骨前肌、踇长伸肌及第3腓骨肌。胫骨前肌肌支数以2支常见。其它以1支多见。

关节支：至踝关节。

终末支：分二支。外侧支：向外侧行，在趾短伸肌的深面，有一神经节样的膨大，自此膨大发分支分布于踇短伸肌、趾短伸肌、跗骨关节及外侧三个跗骨间隙。在跗骨间隙内发小支，分布于邻近诸骨、骨膜及第2、3、4跗趾关节。此外，发穿支经跗骨间隙与足底外侧神经的分支结合。自至第2跗骨间隙的分支，发支至第2骨间背侧肌。内侧支：沿足背动脉外侧至第1跗骨间隙，与腓浅神经的内侧支交通，并分为两条趾背支，分布于第1、2趾相对缘。亦发细支，至邻近骨的骨膜、跗趾关节、趾间关节，并发支至第1背侧骨间肌，及发穿支经此骨间隙与足底外侧神经结合。

坐骨神经损伤：可由骨盆骨折、髋关节脱位、刺伤、弹伤、分娩损伤、脊髓或神经的病变等引起。若损伤部位在骨盆出口处或在坐骨神经的上端，则股后肌群，小腿前、后侧及足的肌肉全部瘫痪，致使小腿不能屈曲，足与足趾的运动亦完全丧失。因股四头肌健全，骨盆与股部的支撑尚存。躯干重心可获支持，尚能步行，不过呈跨阈步态，不能疾行。跟腱及跖反射消失。小腿外侧及足部感觉丧失。坐骨神经不完全损伤时，常出现灼痛。当坐骨神经损伤在股下部时，如股二头肌、半腱肌及半膜肌支未损伤，则小腿屈曲运动可以保存。

胫神经损伤(图 5-380)：除因坐骨神经损伤而引起胫神经的损伤外，腓窝的外伤(如弹伤、骨折)，亦常伤及胫神经。表现为小腿屈肌及足底肌的麻痹，足不能跖屈，内收或内翻运动不全；足趾的跖屈、外展，内收运动丧失。因胫骨前肌挛缩，形成足过度背屈，患者不能以足尖支持体重。跟腱反射消失；足底(内侧缘除外)，足跟外侧、足趾跖面之感觉丧失。

腓总神经损伤(图 5-381)：除骶丛和坐骨神经的病变外，腓骨颈部的骨折，常伤及腓总神经。表现为小腿肌伸、外翻肌群及足背肌的瘫痪，发生足下垂，足趾微屈，患足不能背屈，不能外翻。



图 5-378 腓深神经

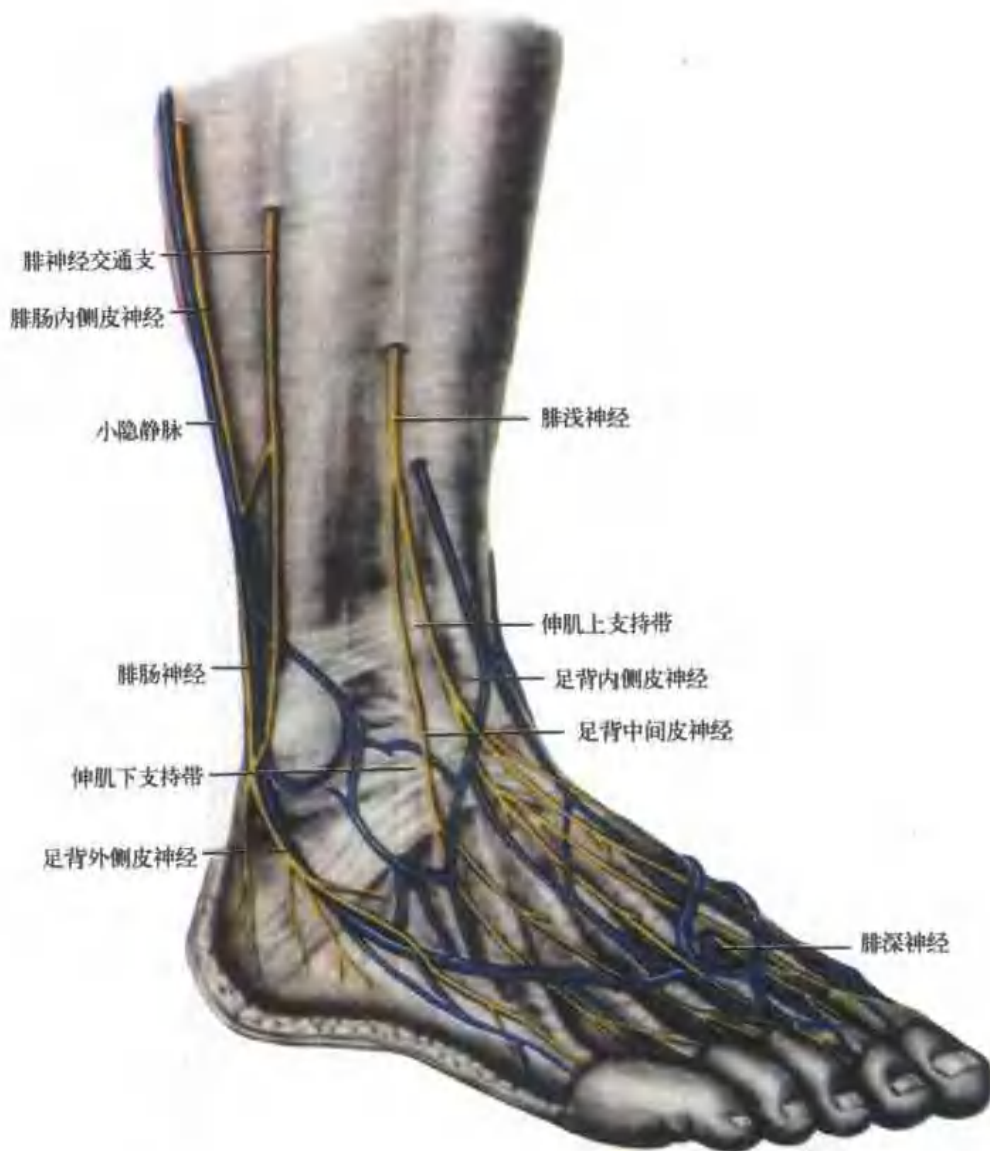
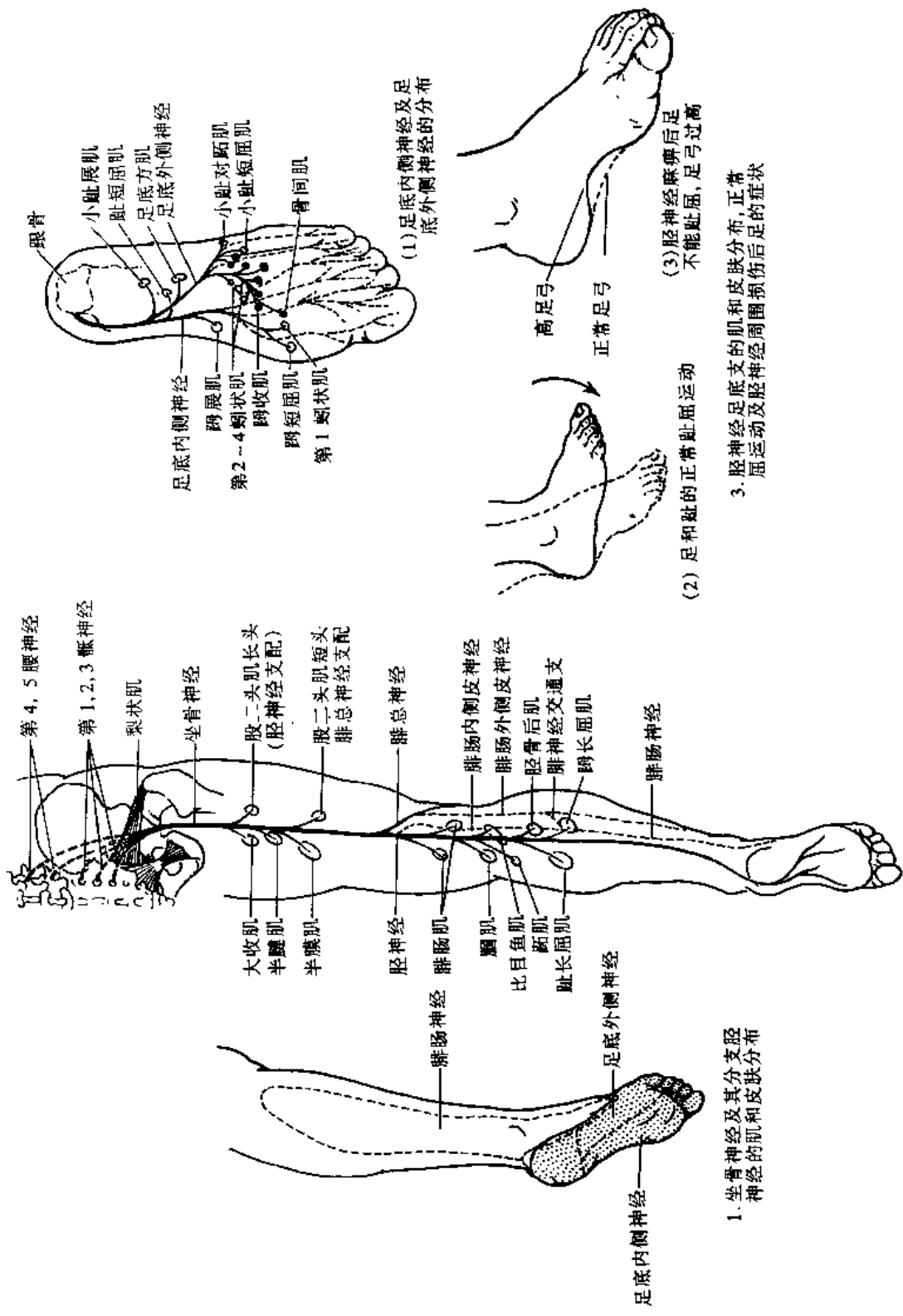


图 5-379 足背皮神经

因患足不能背屈，故如以患足踏地，令作踏缝纫机动作，则出现困难。患足因不能外翻而呈内翻足。足下垂使病人产生特殊的步态，即在步行时用力提高下肢，并在膝关节和髋关节处过度屈曲，称为“跨阈步态”。感觉障碍区在小腿的前外侧和足背。

2. 阴部神经 pudendal nerve 起于第 2、3、4 骶神经的前支，自梨状肌下孔穿出盆腔，至臀部，跨过坐骨棘，在阴部内动脉的内侧，与动脉伴行，经坐骨小孔，至坐骨直肠窝的侧壁，在闭孔内肌筋膜分裂为两层的阴部管内分为三支：即肛神经、会阴神经及阴茎背神经(图 5-382)。

(1) 肛神经 anal nerves: 在阴部管的后部分出。横过坐骨直肠窝与肛门血管伴行，至肛门外括约肌、肛管下部及肛门周围的皮肤。此神经有时单独出于第 3、第 4 骶神经。肛门神经可与会阴神经的分支及股后皮神经的会阴支结合。



2. 胫神经感觉分布区

图 5-380 坐骨神经及胫神经

1. 坐骨神经及其分支胫神经的肌和皮肤分布

(1) 足底内/外侧神经及足底外侧神经的分布

(3) 胫神经麻痹后足不能趾屈, 足弓过高

(2) 足和趾的正常趾屈运动

3. 胫神经足底支的肌和皮肤分布, 正常屈运动和胫神经周围损伤后足的症状

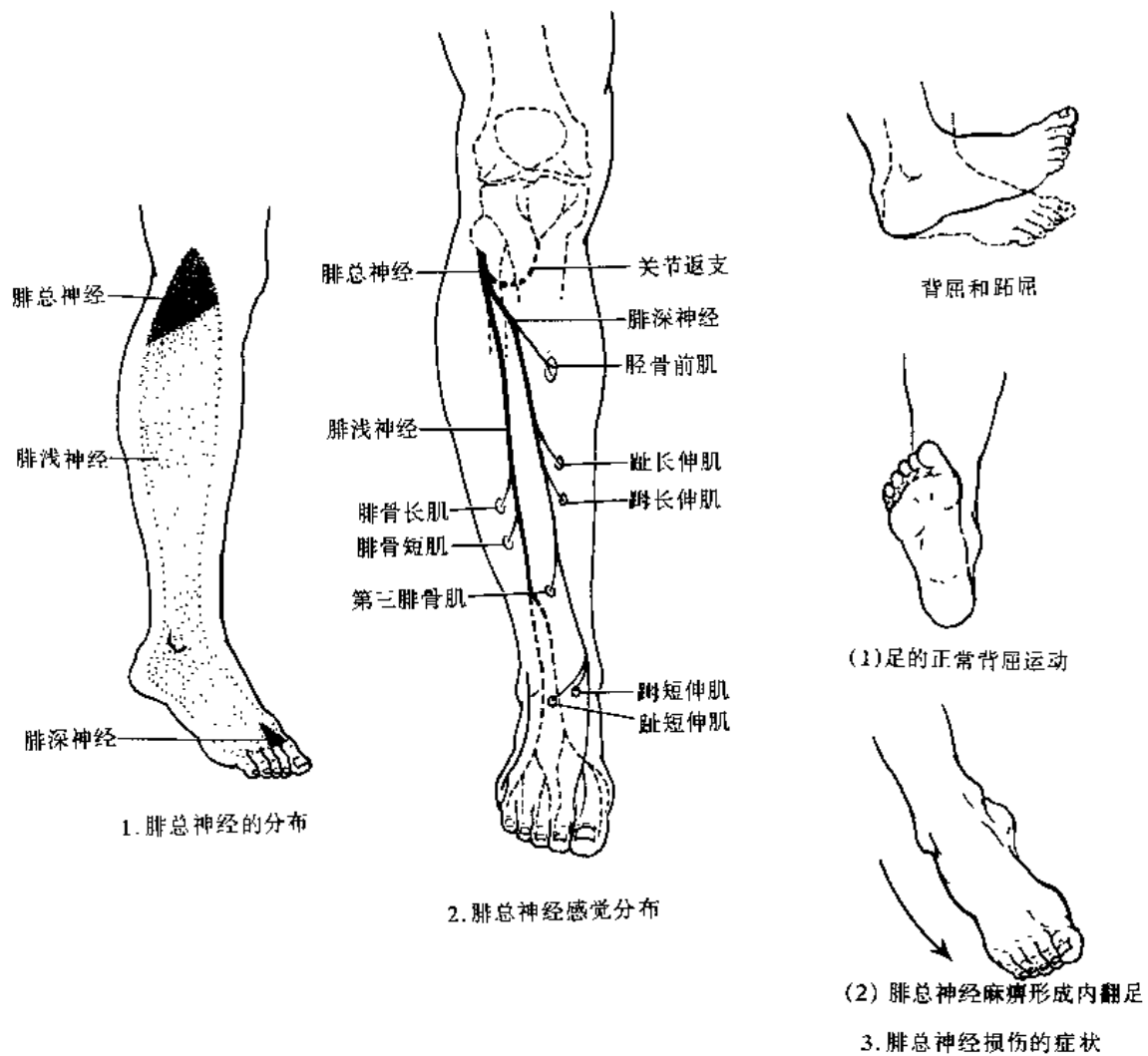


图 5-381 腓总神经

(2) 会阴神经 perineal nerves: 在阴部管的前部分出。行于阴部内动脉下侧，继与会阴动脉伴行，在尿生殖三角的基底处，分为肌支及至阴囊的分支。

阴囊后神经 posterior scrotal nerves: 有内、外两支，穿入会阴浅袋与会阴动脉的阴囊后动脉伴行，向前分布于阴囊的皮肤。与股后皮神经的会阴支及肛神经的分支结合。此神经在女子为阴唇后神经 posterior labial nerve，分布于大阴唇。

肌支 muscular branches: 分布于会阴浅横肌、球海绵体肌及坐骨海绵体肌；并穿入会阴深袋支配会阴深横肌、尿道膜部括约肌；并有分支支配肛门外括约肌的前部及肛提肌、尿道海绵体球部、尿道的粘膜，并穿肌肉至阴茎海绵体。

(3) 阴茎背神经 dorsal nerve of penis: 在阴部内动脉的上侧，与阴茎动脉伴行，穿入会阴深袋(尿生殖膈)，沿坐骨下支，耻骨下支前进，穿尿生殖膈下筋膜及阴茎悬韧带，经耻骨弓状韧带下侧，至阴茎背部，与阴茎背动脉伴行，神经在动脉的外侧达阴茎头。分支至阴茎海绵体、阴茎背侧的皮肤、包皮以及阴茎头等。此神经在女子为阴蒂背神经 dorsal nerve of cli-

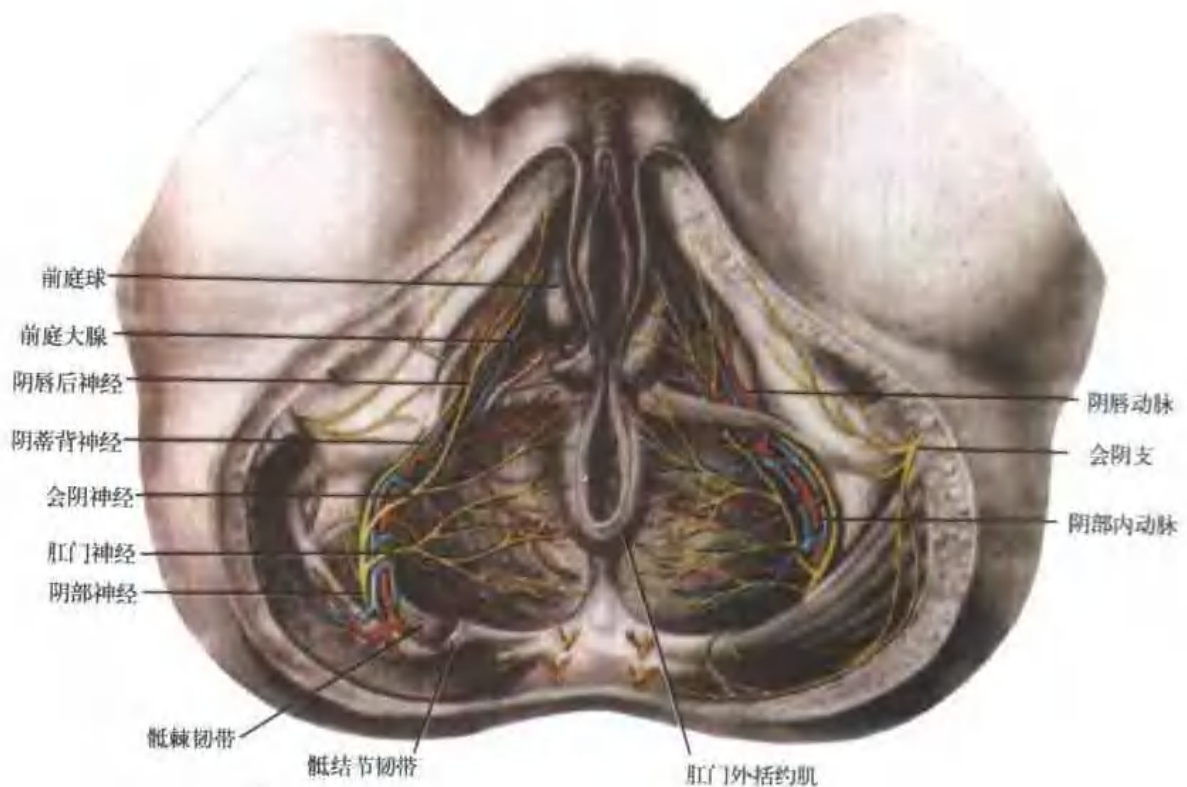


图 5-382 女性会阴部的神经及动脉

toris, 为一细支, 分布于阴蒂。

五、尾神经的前支

尾丛 coccygeal plexus

尾丛主要由第 5 骶神经及尾神经的前支构成。第 4 骶神经前支以一小支加入其中。第 5 骶神经前支, 自骶管裂孔穿出, 在骶角的下侧, 绕骶骨外侧转向前, 穿尾骨肌到达盆面, 与第 4 骶神经前支的降支结合, 形成小干, 在尾骨肌的盆面下降。尾神经前支自骶管裂孔穿出, 绕尾骨的外侧缘, 穿尾骨肌, 在该肌盆面与上述第 4、5 骶神经前支所合成的干相结合, 形成尾丛。自此丛分出肛尾神经 anococcygeal nerves, 穿骶结节韧带, 分布于尾骨附近的皮肤。

国人资料: 下肢神经之肌支的测量及其分布: 下肢肌每肌的肌支数目不定, 由一支至多支。腓肌绝大多数仅有一肌支支配, 股部伸肌绝大多数为多肌支支配。肌腹大, 作用强的肌肉, 其肌支数要多些, 反之则少。

各肌的肌支发出次序虽稍有差异, 但大多数都有一定的规律, 即先发出至近侧位(或浅位)的肌肉, 后发出至远侧位(或深位)的肌肉。

下肢各肌的肌支, 有个体差异(如肌支数、发出水平和长度等), 即便同一体的两侧也不对称(图 5-383, 384)。

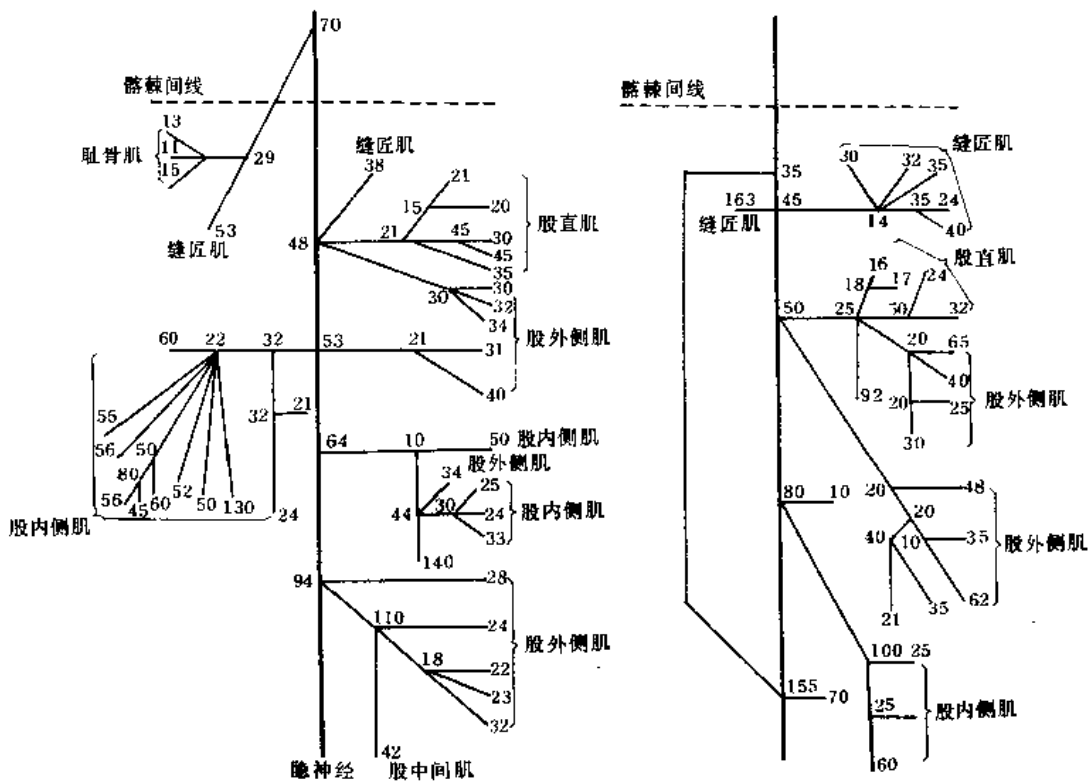


图 5-383 股神经的肌支分布及其长度(毫米)的模式图(二例)

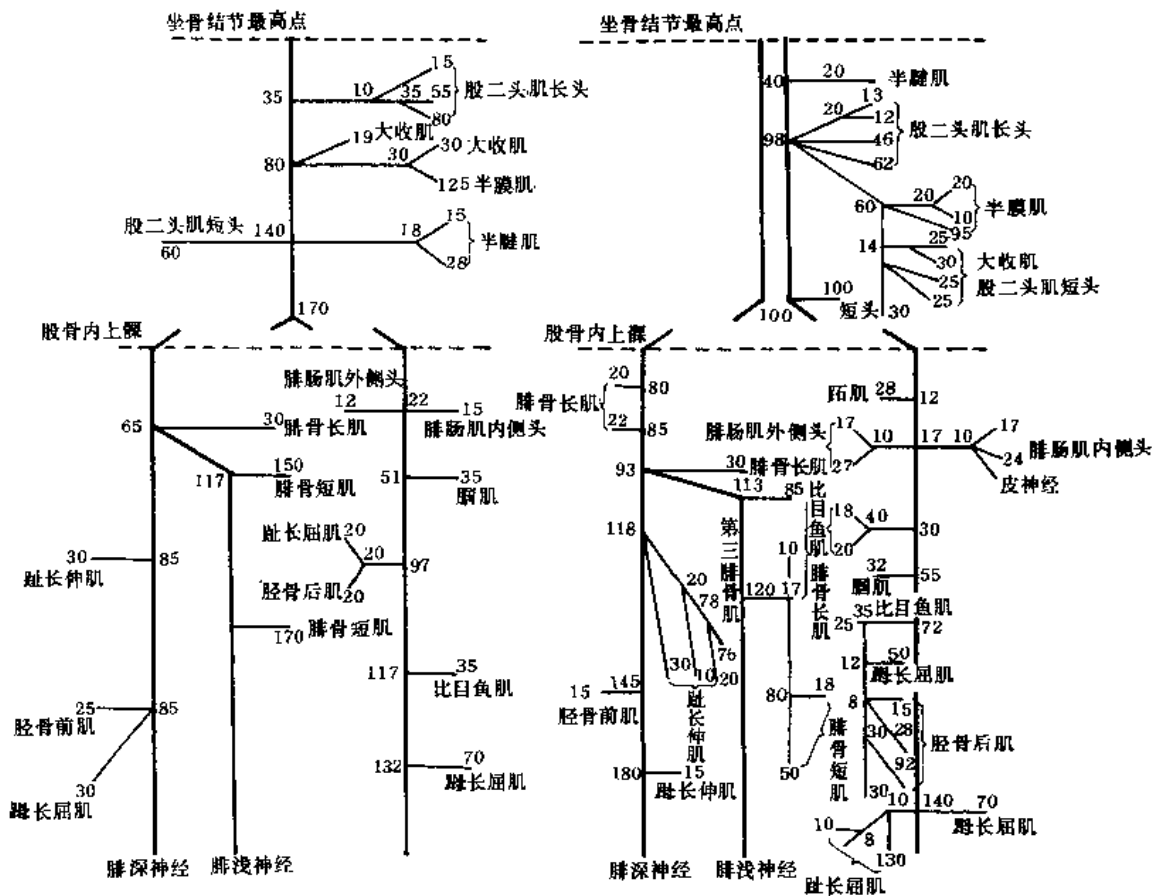


图 5-384 坐骨神经的肌支分布及其长度(毫米)的模式图(二例)

(傅志良)

自主神经系统

神经系有关调节和控制内脏功能的中枢及周围部，称之为自主神经系 *autonomic nervous system* (内脏 *visceral* 或植物性神经系 *vegetative nervous system*)。

神经系是一完整的系统，为了叙述方便，人为地分为躯体神经部和自主神经部。由于躯体神经与自主神经的发生起源相同，都接受神经系统中枢部的调节，而且自主(内脏)神经元和躯体神经元在神经系统的中枢部内常互相混杂、彼此联系，在神经系统的周围部，躯体神经内亦含有自主神经的纤维分布全身，所以对其结构与功能不能孤立地看待。过去认为它的活动不受大脑皮质调节，并与神经系的其它部分脱离关系，而有所谓“自主性”的看法，是不正确的。正相反，来自任何感受器的刺激冲动，可经自主神经或躯体神经而引起自主神经性反射。

关于自主神经又称为植物性神经系的命名，在 18 世纪，首先有人提出，所谓生命可区分为“植物性” *la vie organique* 和“动物性” *la vie animale* 生命。这种概念很快被生理学者所接受，并提出将“植物性”神经系作为内脏活动神经的总称。后来又有人提出“自主神经系”的名称也被许多著作所采用。但这命名可能使人简单地认为，支配内脏、腺体和血液循环器官等的神经，成为一个独立行使功能的系统。这种将内脏活动同中枢神经系特别是大脑皮质割裂的概念显然是不恰当的。有的著作把自主神经系称为内脏神经系。但事实上自主神经不仅分布于内脏，而且随血管和脊神经分布到身体各部；所以，这个名称也是不够完善的。至于“植物性神经系”这一命名，植物与动物固然都有同化和异化、营养与分泌等共同的生命活动特点，但植物至今认为并无神经，所以该名称仍不能令人满意。由于至今尚无恰当而又合理的名词，所以，自主、内脏或植物性神经的三种名词，都被采用，目前中、外多数书籍用“自主神经系”的名称，本书也因此采用。

自主神经系统，按过去的定义，指的是“传导内脏传出冲动到除骨骼肌以外的各种组织的神经细胞和神经纤维”。按此定义，自主神经仅包括支配内脏神经的周围传出部分，即作为整个神经系统的第二周围传出径路(第一为躯体运动纤维)。至于自主神经(内脏)的传入纤维，虽然分布于内脏，通行于自主神经中，但因其传入神经元位于脑脊神经节，并兼用于躯体及自主神经性反射，所以未包括在自主神经系内；其中枢部，因它与躯体神经中枢部交织联系，所以也未包括在自主神经内，很少论述。但近来对自主神经施行外科手术以控制内脏疼痛日益推行，所以对旧有的定义也有必要加以改变。正如有人建议的，无论是用“自主神经”、“内脏神经”或“植物性神经”，都应该包括涉及内脏活动的周围和中枢部的全部神经结构。

神经系的自主神经部分就是神经系的中枢和周围部调节内脏活动的部分。内脏活动(包括内脏器官、脉管系、平滑肌及腺体等的感觉和运动)，一般不由意识直接指挥，在意识上无清晰的感觉。但这种反射活动在人体生理功能上却具有重要作用。能意识到的内脏感觉常是模糊而且难以定位；但有的有特征性感受，如饥饿、口渴等。内脏活动的反射弧，许多是在脊髓或延髓等低级自主神经中枢形成的。许多内脏活动的反射弧是通过大脑皮质的。它们在新皮质、旧皮质及古皮质都可以找到与内脏活动相关的定位区。尤其是边缘系皮质(边缘叶)，可

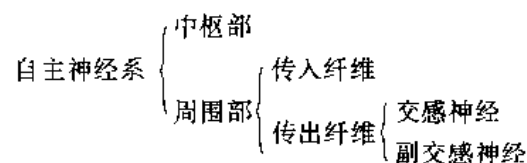
找到各种内脏活动的代表区，如呼吸运动、血压、胃肠道运动、瞳孔和膀胱活动等。在生理研究中，以多种方法证明了大脑皮质与内脏活动的密切关系。

骨骼肌的运动是由躯体神经支配的，但其内有交感神经纤维穿行，其中许多是支配肌肉内血管的，但也有些位置密切接近骨骼肌的肌纤维。所以有某些观察支持这样的假设，即交感神经纤维与骨骼肌之间有真正功能上的联系。如有人在研究中，描述了细小的神经纤维紧密包绕着肌纤维形成吻合束，并使肌纤维上压成沟槽。但也有人持相反的意见。所以解剖学上交感神经支配骨骼肌的问题尚待进一步探讨。在生理学的研究中，许多人曾提出交感神经与骨骼肌的功能关系。如有人报导切除交感神经后，肌肉糖原含量增加。也有人提出交感神经对骨骼肌有营养性作用，认为交感神经传导的冲动能影响肌组织的新陈代谢，证明在刺激交感神经时，骨骼肌内氧的消耗相对增加。并且证明交感神经受刺激可以使已疲劳的肌肉提高其工作能力；这种作用在完整的动物机体内对于肌肉活动是具有重大意义的。虽然生理学资料证明交感神经对骨骼肌活动有重要作用，对交感神经直接支配骨骼肌细胞的假说，却没有得到广泛的支持。一般认为交感神经能增加交感素的释放，从而加强了肌肉毛细血管中的血运。有人认为由于加速清除了肌肉有害的代谢产物，同时供给新鲜的血液和各种活性物质，如肾上腺素、组织胺、谷胱甘肽、钙离子等，从而对骨骼肌的活动起促进作用，使疲劳的骨骼肌恢复其工作能力。

躯体神经与自主神经之间，在功能和形态结构上具有某些区别，现综述如下：

①自主神经传入纤维(内脏传入纤维)传导身体内部脏器来的冲动，这种刺激的感受，对机体内在环境的调节起重要作用。而躯体传入纤维，感受自体表、骨、关节、肌内来的刺激，调节机体的运动，及机体与外界环境的相对平衡。②自主神经的传出纤维主要分布于内脏、腺体、心血管及其它平滑肌。躯体神经传出纤维只分布于横纹肌。自主神经使它所分布的器官，在正常情况时，进行相对平衡及有节律性的内脏活动，如呼吸、心跳、消化、排泄、分泌等，以调节机体的新陈代谢。当环境发生急骤变化时，并促使机体发生应付危急的一系列内脏活动。而躯体神经对于横纹肌的作用，主要是使横纹肌发生迅速适宜的运动。③自主神经的周围传出纤维由神经中枢到达分布的器官的途中，有两个神经元，一在神经系的中枢部，二在周围部(自主神经节)；所以自主神经的周围传出纤维的全部径路，可分为节前及节后两段。躯体神经则自脊髓前角的运动神经元发出轴突，经前根直达横纹肌。④自主神经周围传出纤维的节前神经元存在于中脑、脑桥、延髓和脊髓的第1胸节至第3腰节(胸腰部)以及第2至第4骶节(骶部)等处。而躯体神经传出纤维的下运动神经元，则较均等地分布于中脑至脊髓的全长。自主神经周围部的节段性分布不够明确，躯体神经周围部的节段分布十分明显。⑤自主神经纤维的直径较细，性能归类于B纤维或C纤维。躯体神经纤维的直径较粗，性能属于A纤维。但C纤维中也有属于躯体神经系的，如痛纤维。

自主神经在神经系的中枢部(脑和脊髓)的不同水平部位，有其特殊的不同的功能中枢。在周围部又有传入和传出两种神经纤维，所以目前对自主神经系趋向于采用下列的分类：



第三十七章 自主神经的中枢部

第一节 脊髓内的自主神经调节

脊髓内的自主神经中枢,主要在第1胸节至第2或第3腰节以及第2~4骶部脊髓节。自主神经节前传出神经元,位于灰质侧角(或柱)的中间带外侧核。侧角在胸及腰上部节段内比较明显,而在骶2、3、4节段内不明显。这些神经细胞大部分为卵圆形或梨形;它们是较前角细胞小,较后角细胞大的中等多极细胞,平均约为 $12\sim 45\mu\text{m}$ 。胞核较大,有清楚的核仁。尼氏体颗粒细小,不规则地分布在胞浆内。有人认为这种自主神经传出神经元,并不是严格地仅局限于侧柱内,可以有较广泛的分布,散在前后柱之间的中间带灰质内,在脊髓颈部节段内也可见到。有人提出在腰3至腰5脊髓节的前角内侧缘处,有明显的交感内侧核,并向尾侧延续。还有人发现在中间带的内侧,中央管的背外侧,有不明显的细胞核,称为中间带内侧核。这些细胞虽在某些节段不明显,但可在脊髓的各部分均可分辨出来。此核向头侧连续到迷走神经背核。此核的细胞与中间带外侧核的细胞相似,并认为两核间有纤维联系,也属于自主神经性的核。

自胸1至腰3节中间带外侧核的细胞,发轴突,随前根至椎旁神经节或椎前神经节换元(交感神经)。而骶2、3、4节发出的轴突随前根穿出组成盆内脏神经,到壁内神经节换元(副交感神经)。另一些自主神经细胞,其中某些细胞的轴突经后根外出,为副交感性血管舒张纤维。

骶副交感核具有控制正常排便、排尿反射及勃起(交配)等功能,关于骶副交感节前神经元存在部位,据近年来辣根过氧化物酶(HRP)法的研究,曾提出四个核,但有些部位尚有许多争议:①中间外侧核 *intermediolateral nucleus (IML)*:此核位于骶_{(1)2~4}节中间灰质的外侧缘,大多数细胞在中间灰质外侧缘内(主部),但有些细胞外迁突入白质外侧索内(索部)。关于索部是否为节前神经元尚有不同意见。②平滑肌内侧核 *nucleus medialis myoleiotoxicus (NMM)*:位于脊髓(腰)骶1~5节前角腹侧内侧缘,有人认为此核支配盆脏平滑肌,但亦有人否定此核的存在。③中间内侧核 *intermediomedial nucleus (IMM)*。此核首先在人类脊髓中被描述,位于中央管的背外侧,几乎占脊髓全长;可分为旁中央组和后中央组。有人认为此核是中间神经元,但亦有人认为存在自主神经的节前神经细胞。近年以HRP法实验,在兔也被认为是骶副交感节前神经元存在部位之一,轴突也加入盆神经。④Onuf核 *Onuf's nucleus*:位于前角腹侧半,前角内、外侧细胞柱之间,骶1~4节,为大型多极神经元组成。此核的性质有三种不同意见:①支配会阴肌的躯体运动神经元,②骶副交感神经核之一,③既支配会阴横纹肌又支配盆脏平滑肌的特殊性核团。

由脊神经后根进入的自主神经性传入纤维,和躯体性传入纤维一样,与脊髓后柱及中间带邻近的细胞构成突触。继可形成与自主神经节前神经元的反射联系;也可包含有中间神经元,经此再联系于节前神经元,或形成上升传导。

脊髓内调节血管运动、竖毛及出汗的中枢存在于整个脊髓胸节及腰上部节段内。在头、颈

及上肢的这些功能，由上4个或5个胸节内的中枢来调节。在躯干上部的这种功能，由在第4~9胸节内的中枢来调节。在脐以下躯体的这种功能，由第9或10胸节至第2腰节内的中枢来调节。在下肢的此种功能，由第10~12胸节至第2腰节内的中枢来调节。

在胸2、3节段内含有交感神经支配泪腺的节前神经元。瞳孔扩大中枢(或睫脊中枢)位于脊髓第8颈节及第1、2胸节内。心脏加速中枢位于第2至5或6胸节内。调节泌尿生殖及直肠肛门的交感中枢，位于第1及2腰节内；其副交感中枢，位于第2、3、4骶节内。

脊髓内有关血管运动的神经元，形成脊髓的血管运动中枢 spinal vasomotor center。虽然这中枢内神经元经常的兴奋性，受到脊髓以上中枢的调节；但它对于某些节段性的血管运动反射具有整合作用。如切断动物脊髓与延髓的联系，可引起血管扩张，血压立刻下降。但是在切断脊髓与延髓间联系的慢性实验动物，血压并不永远低落，而能逐渐回升，并且还能保持某些简单的血管反射。这种动物当它的皮肤受加温刺激时可引起肠血管扩张；相反地予以损伤性的或寒冷的刺激，则可引起肠血管收缩。

第二节 脑干内的自主神经调节

脑干内一般内脏的传出纤维，起源于一般内脏传出柱，这柱包括迷走神经背核、下泌涎核、上泌涎核、泪腺核及动眼神经副核。这些核是由小及中等大小的细胞组成，有较大的细胞核；核外染色质较少，分布也不规则。迷走神经背核发出的副交感节前纤维，联系到胸、腹腔内脏器官，如心、呼吸道、消化道(食管至横结肠)、肾、脾、胰、肝、胆系等。迷走神经背核包括两种不同类型的神经元(图5-385)。嘴侧部为小细胞，具有相对较大的胞核，核外染色质贫乏。中部由中等大小的神经元组成，具有较丰富的核外染色质，这些细胞的核与胞浆比例相对地较小细胞的胞浆丰富些。尾侧部主要由小细胞组成，间或杂有中等细胞。小细胞的轴突供给平滑肌及腺体；中等细胞供给心肌。由下泌涎核发出的纤维，经舌咽神经，至耳神经节换元，分布至腮腺。自上泌涎核发出的纤维，经面神经及其分支数索至舌神经，在下颌下神经节换元，分布至舌下腺及下颌下腺等。由泪腺核发的纤维，经面神经及其分支岩大神经至翼腭神经节换元，经颧神经及泪腺神经交通支，分布至泪腺。由动眼神经副核发出的纤维，经动眼神经至睫状神经节换元，然后分布至眼内睫状肌及瞳孔括约肌。

孤束核为特殊内脏传入及一般内脏传入纤维的中间站。孤束的纤维有两个主要终止核：迷走神经的感觉背核和孤束核(或称感觉前核)。感觉背核是一个小型细胞的纵柱，在灰翼(迷走三角)的中央灰质内，位于孤束的内侧，迷走神经背核(运动性)的外侧，自锥体交叉的中部，上达橄榄核的上1/3处。孤束核由小型和大型细胞组成，按细胞构筑学的标准孤束核可以分为几部分：孤束内侧核 medial nucleus of solitary tract，在迷走神经运动背核的背外侧；孤束背外侧核 dorsolateral nucleus of solitary tract，孤束背侧核 dorsal nucleus of solitary tract，孤束腹外侧核 ventrolateral nucleus of solitary tract，孤束腹侧核 ventral nucleus of solitary tract 围绕着孤束；孤束小细胞核 parvicellular nucleus of solitary tract，位于内侧核与后极区之间。孤束核的最上部完全围绕着孤束。两侧孤束核的尾端，在第四脑室尾侧合成一核团，位于中线，称迷走神经连合核，许多越边的孤束纤维终止于此。孤束核最上端的膨大部分接受VI、IX脑神经来的味觉纤维，也称味觉核 gustatory nucleus。孤束核的尾侧及内侧主要接受一般内脏传入

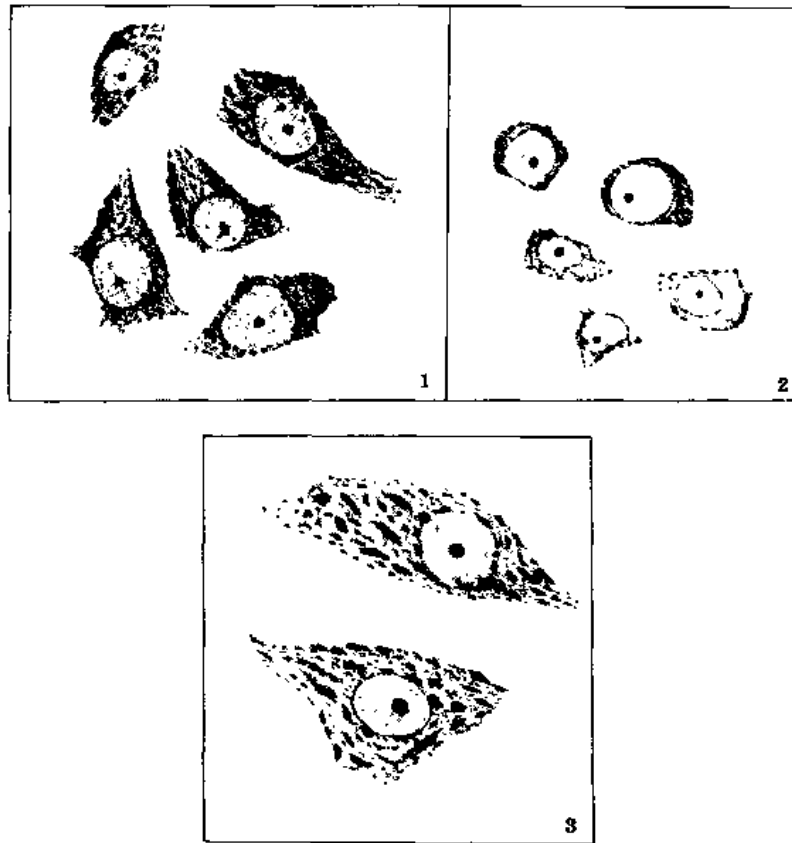


图 5-385 延髓内躯体及自主性传出神经元的对照(猿猴)

1, 2. 迷走神经背核的内脏传出细胞 3. 舌下神经核的躯体传出细胞

纤维, 来自迷走、面和舌咽神经。虽然内脏的传入轴突至孤束核有复杂广泛的咀-尾部结构的终止, 但有些学者认为在孤束核的亚核上有着终末排布某种内脏的定向趋势: 消化道来的传入纤维终止于孤束小细胞核; 肺的传入纤维在孤束腹外侧核内形成突触; 颈动脉窦来的传入纤维集中终止于孤束内侧及背内侧核。

延髓内调节心和血管运动的中枢各有一对, 即心抑制中枢(亦即心迷走中枢)和心加速中枢(亦即心交感中枢, 血管收缩中枢和血管舒张中枢。其中以心抑制中枢和血管收缩中枢在生理作用上更为重要。

延髓的心抑制中枢位于迷走神经背核及疑核区域。于此处的节前神经元轴突, 经心脏神经丛, 入心脏与心内神经节的细胞发生突触, 节后神经元支配窦房结、心房肌、房室结、房室束及其分支, 心室肌也受心迷走神经支配, 但神经纤维的数量远比心房肌中少。心迷走神经节后纤维末梢释放的递质为乙酰胆碱, 心肌细胞膜上的胆碱能受体为 M 型受体。乙酰胆碱与心肌的 M 型受体结合, 可导致心率减慢, 心房肌收缩力减弱, 心房肌不应期缩短, 房室传导速度减慢, 甚至出现房室传导阻滞, 即负性的变时、变力和变传导作用。直接电刺激迷走神经背核可引起心搏减慢或停止。如破坏这部分, 则迷走神经对心脏活动的紧张性调节消失。

两侧迷走神经对心脏的支配也有差别, 右侧迷走神经对窦房结的影响占优势; 左侧迷走神经对房室结的作用占优势。

19 世纪 70 年代, 有人用横断脑干的方法, 证明最基本的心血管中枢在延髓的腹侧部。20

世纪初许多生理学家用逐点电刺激脑组织方法进行研究,将血管运动中枢定位在延髓网状结构,并分背外侧网状结构为升压区,和腹内侧网状结构为降压区。有人用电刺激延髓第四脑室底左右下凹区域,可得到升压反应,动脉血压升高,此区域曾被称为延髓的升压区,也就是缩血管中枢。此区域也能引起心搏加强以及其他交感性反应,所以也认为是延髓水平的交感中枢,即心加速中枢的所在。后来又有人总结所研究结果,发表了延髓升压区和降压区的分布图谱。但是近几年来,通过生理学、药理学和神经解剖学的研究,愈来愈多的工作支持延髓腹外侧浅表部分是缩血管紧张的发源部位(心血管中枢)。在猫和大鼠,延髓的腹外侧浅表部的心血管中枢,相当于外侧巨细胞旁核 *nucleus paragigantocellularis lateralis*。

生理实验用重复电脉冲刺激延髓背侧,并不引起血压升高;如果将刺激电极逐步向延髓腹侧移动,当电极接近延髓腹外侧部时,引起明显的升压反应,同时心率加快,肾交感神经放电增加。有人用脑干内逐点微量注射谷氨酸钠的方法探查延髓,当将谷氨酸钠注射到延髓腹外侧部时,激活了仅存在于神经元胞体上的谷氨酸相应受体,引起这部位的细胞兴奋,可引起血压升高,肾交感神经放电增加,以及外周血管的阻力增加。生理实验在猫和兔双侧延髓腹外侧部用细微电极作局限性损毁,可使血压降低到相当于脊髓休克的水平。用局部微量注射海人酸的方法,可损毁该处神经元胞体,而不影响轴突,当海人酸 *kainic acid* 注射到双侧延髓腹外侧部,血压也显著降低。电刺激下行至中间外侧柱的脊髓通路时,可使延髓腹外侧部的神经元胞体受到逆行刺激而发生兴奋。

形态学的研究,将微量辣根过氧化物酶(HRP)注入脊髓灰质的中间带外侧柱,在延髓腹外侧浅表部可看到被 HRP 标记的细胞体,表明延髓腹外侧浅部有神经元发出轴突到达脊髓的交感节前神经元。将微量氘标记的亮氨酸注射到延髓腹外侧部,用放射自显影技术可看到脊髓灰质中间带外侧核有被标记的轴突末梢,这也证明延髓腹外侧部的神经元所发出的轴突,是到达脊髓灰质中间带外侧柱的。

延髓腹外侧浅部神经元释放的递质还不完全清楚,有人认为是 P 物质,也有人认为是肾上腺素。

延髓腹外侧部经荧光组织化学方法证明含有两组儿茶酚胺神经元:一组含有多巴胺- β -羟化酶和去甲肾上腺素的神经元,集中在延髓腹外侧区的尾侧端部分,称为 A_1 区;另一组含有苯乙醇胺氮位甲基移位酶和肾上腺素的神经元,集中在 A_1 区咀侧端,称 C_1 区, C_1 区相当于外侧巨细胞旁核。 C_1 区肾上腺素神经元发出的轴突下行到脊髓灰质中间带外侧柱的交感节前神经元。而 A_1 区神经元的轴突并不下行到脊髓,现已有证明 A_1 区去甲肾上腺素神经元的轴突末梢分布到 C_1 区,对该区的肾上腺素神经元发生抑制作用。因此,刺激 A_1 区可使交感神经活动抑制,血压下降。

在延髓第四脑室尾端的门附近和最后区,以电刺激时,则出现血压降低,故此区曾被称为降压区。但后来的研究,此区包括延髓尾侧 1/3(或 1/2)网状结构内侧及腹侧部分的一大区域,但刺激此区域引起的降压效应,不是由于兴奋了舒血管神经,而是由于抑制了缩血管中枢的活动;它可能是降压神经元的传入道路,或换元站。

延髓缩血管中枢的活动,可受到神经中枢内环境物理和化学因素的影响,如中枢神经组织中 CO_2 过多时,则加强缩血管中枢的兴奋,引起血管收缩及血压升高;当 CO_2 过少时,则血压降低。各种进入中枢的传入冲动,如颈动脉窦和主动脉弓的压力感受器等,对延髓缩血管中枢的活动有调节作用。此外更高级的中枢,如下丘脑与大脑皮质均对延髓缩血管中枢发

生影响，以调节其活动。

延髓腹外侧部是心血管活动的最基本的中枢结构。在延髓以上还有许多结构与血管活动有关。例如低位脑干中缝核的5-羟色胺神经元、脑桥臂旁核和A₅区(位于上橄榄核的背外侧部)的去甲肾上腺素神经元等，都参与对血压的调节。更高位的结构，在各种机体反应中，对心血管活动和其他内脏及躯体活动的复杂的整合，亦起重要作用，例如下丘脑及杏仁核。所以应该强调控制心血管活动神经网络联系的作用。

中枢神经系统对呼吸运动的调节：一方面是随意的控制，主要为大脑皮质的功能；另一方面是无需意识的或自动的节律性控制，主要是低位脑干(脑桥和延髓)中某些结构的功能。本世纪20~50年代间，通过切断脑干的实验，认为延髓髓纹以下有产生最基本呼吸节律的“喘息中枢 gasping center”，在正常情况下这中枢受到脑桥中段后部的“长吸中枢 apneustic center”(它对吸气活动有紧张性的易化作用)，及脑桥最嘴侧的“呼吸调整中枢 pneumotaxic center”的活动所调控。呼吸调整中枢能周期性地抑制长吸中枢的活动，形成正常呼吸节律。动物在中脑上、下丘之间被切断脑干，呼吸运动如常。而如在下丘尾侧切去脑桥嘴侧1/3，失去呼吸调整中枢，并切断双侧迷走神经，则发生长吸式呼吸，吸气活动过分强烈与延长，表现为吸气痉挛，动物长时停留在吸气状态，呼气动作极不规则和不及时。如在脑桥与延髓之间横切脑干，仅保留延髓的动物，其呼吸形式表现为所谓喘息呼吸，即每一吸气幅度很大，立刻继之以呼气，节律不齐，呼吸通气不足(图5 386)。

后来又有人用电刺激猫脑的实验结果证明，延髓呼吸中枢的位置在下橄榄体背侧与蜗神经核尾侧，其最后界限在臼部(图5 387)。这区域内的神经元对电刺激有两种类型的反应：一种是刺激时引起吸气动作，并随刺激的持续而停留于吸气状态。有人根据神经元的电位变化，也发现在这一区域中有很多神经元在吸气时重复放电，而在呼气时则静止。这种对吸气有作用的神经细胞群，被认为是呼吸中枢的吸气部分，或称吸气中枢。另一种反应是刺激时引起动物吸气运动的停止，并发生主动性呼气动作。在研究神经元的电位变化时，也发现有些神经元在呼气时重复放电，可称为呼吸中枢的呼气部分，或简称呼气中枢。吸气与呼气中枢所

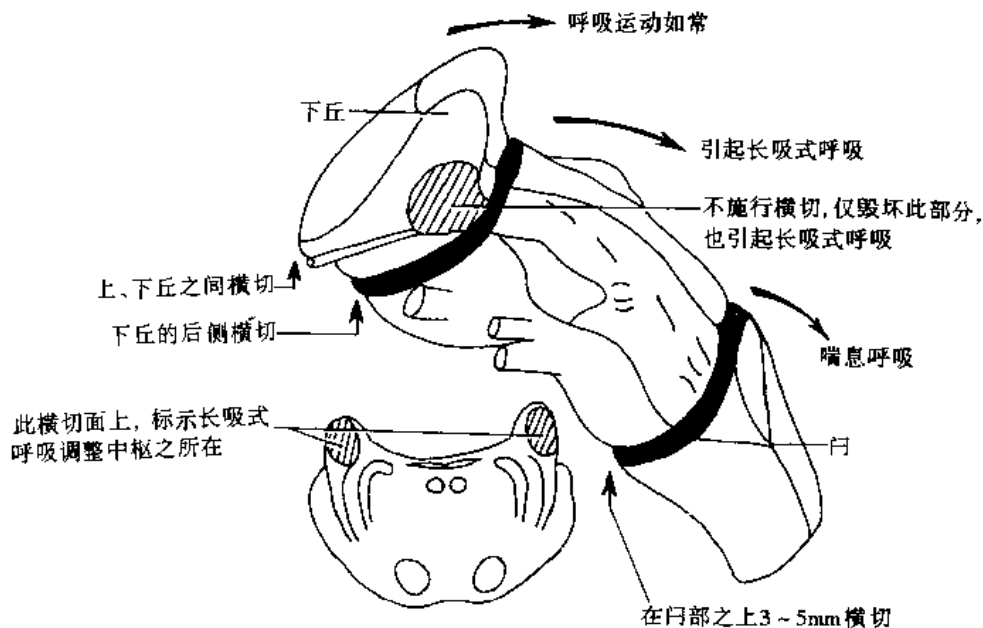


图5 386 猫迷走神经切断后，脑的各个水平横切所引起的呼吸运动变化示意图

涉及的区域互相交错，但吸气中枢的位置较向尾伸展，并在网状结构的腹侧部，较接近下橄榄体；呼气中枢所占区域较位于头侧，并在网状结构的背侧部。但有人在猫的实验中，发现呼气中枢可延伸至吸气中枢的尾侧，即在尾侧数毫米处仍存在着呼气性神经元。吸气和呼气中枢在区域分布上虽然相互交错重叠，但在功能上却彼此划分，两中枢之间显示有交互抑制作用，即当其中一个中枢兴奋时，另一相对中枢就被抑制。这种交互抑制作用，保证了呼气动作与吸气动作的交替进行。延髓两侧的呼吸中枢，各自发出纤维经脊髓白质的前索及侧索内下行，与支配呼吸肌(如膈肌、肋间肌等)的脊髓运动神经元联系。下行纤维大部分是同侧性联系，但也有少许纤维作用于对侧的运动神经元，不过比较次要。延髓各呼吸中枢内神经元之间、同侧两个作用相反的中枢之间和对侧作用相同的中枢之间，都有密切的突触联系。

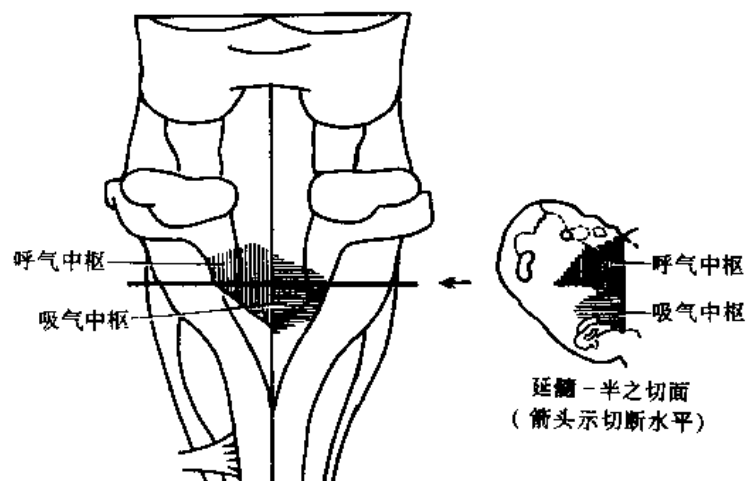


图 5-387 猫延髓呼吸中枢的位置

根据近年来的研究对于呼吸节律的调控，肯定了早期研究的某些结论，也提出了修正和新的看法。现在仍然肯定基本呼吸节律产生于延髓。与呼吸周期相关记录到神经元电活动的情况将呼吸相关神经元(或呼吸神经元)分为几种类型：在吸气相放电的为吸气神经元(IN)，在呼气相放电的为呼气神经元(EN)，在吸气相放电并延续至呼气相的为吸气-呼气神经元(IEN)，反之，为呼气-吸气神经元(EIN)，IEN 及 EIN 均系跨相神经元 phase spanning neuron。在延髓呼吸神经元集中部分可分为背侧呼吸组 dorsal respiratory group (DRG) 及腹侧呼吸组 ventral respiratory group (VRG) (图 5-388)。

背侧呼吸组：呼吸神经元主要集中在孤束核的腹外侧部。其中的吸气神经元有两类第一类在扩张肺时其放电被抑制，称为 α 型吸气神经元；第二类在扩张时兴奋，为 β 型吸气神经元。这两种吸气神经元混杂分布在孤束核腹外侧核，形态也有不同。一般认为孤束核中都是吸气神经元(如猫)，但近来提出孤束核也有约4%的呼气神经元(如狗和兔)。大多数吸气神经元轴突交叉到对侧下行至脊髓，主要支配膈肌的运动神经元。有的IN的轴突投射到VRG或脑桥、边缘系统等。背侧呼吸组还接受来自肺支气管、窦神经、对侧腹侧呼吸组头端B δ T复合体、脑桥、大脑

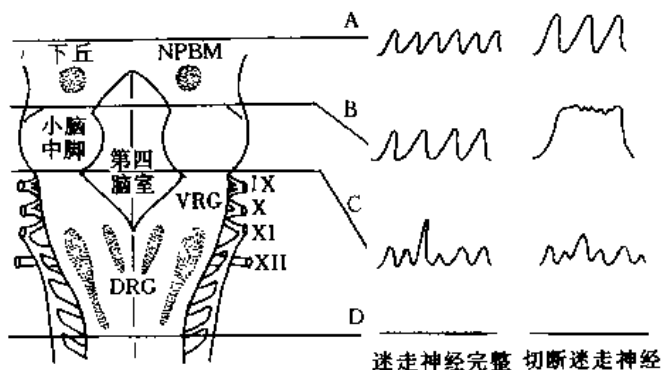


图 5-388 脑干呼吸有关核团(左)和在不同平面横切脑干后呼吸的变化(右)示意图

DRG: 背侧呼吸组 VRG: 腹侧呼吸组 NPBm: 臂旁内侧核

皮质等的传入。

腹侧呼吸组：这组的呼吸神经元主要集中在疑核、后疑核和面神经后核附近的 B₆T 复合体。腹侧呼吸组内有吸气神经元和呼气神经元。疑核中有 IN 及 EN，其轴突行于舌咽神经和迷走神经中，支配咽喉部呼吸辅助肌。后疑核的部位从上部稍前方一直到脊髓第一颈节，该核前部主要是吸气神经元，后部主要是呼气神经元。吸气神经元按其放电类型又可分为两类：一类在吸气相中放电频率愈来愈高，称为 γ 型吸气神经元，其轴突下行至脊髓；另一类仅在吸气相早期放电，称为 δ 型吸气神经元，其轴突不下行至脊髓，而是分布于腹侧呼吸组中， δ 型吸气神经元可能是一种中间神经元，能抑制呼气神经元的活动。后疑核的呼吸神经元绝大部分交叉到对侧下行，支配脊髓肋间内、外肌和腹肌的运动神经元，部分纤维也发出侧支支配膈肌的运动神经元。B₆T 复合体主要含呼气神经元，它们的轴突主要与背侧呼吸组的吸气神经元形成抑制性联系，也有轴突支配脊髓的膈肌运动神经元。腹侧呼吸组的细胞还有轴突投射到脑桥等。腹侧呼吸组的传入纤维主要来自背侧呼吸组及脑桥(图 5-389)。

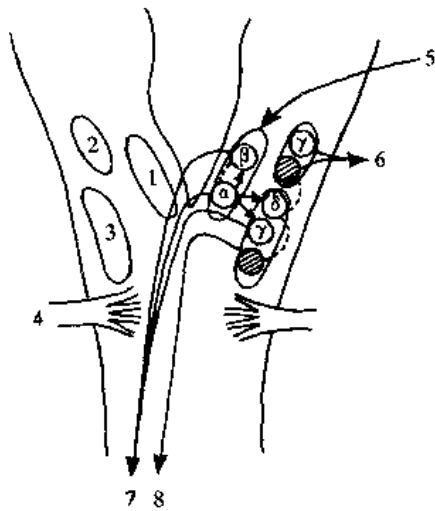


图 5-389 延髓内呼吸性神经元的分布
图中有斜线的圆圈表示 E 神经元，无斜线的圆圈表示 I 神经元(包括 α 、 β 、 γ 、 δ 四种)。实线表示兴奋性联系，虚线表示抑制性联系。1：NTS，2：NA，3：NRA，4：第 1 颈节，5：肺牵张感受器传入纤维，6：第 X、X 对脑神经，至辅助呼吸肌，7：至吸气肌运动神经元，8：至呼气肌运动神经元。

关于背侧呼吸组与腹侧呼吸组可作为基本呼吸节律产生的部位。但是，近年来还有不同意见和争论，认为产生呼吸节律的有关神经结构相当广泛。

脑桥中存在长吸中枢的名称提出后，一直存在着争论，有些学者承认其存在，而有些学者则加以否定。目前研究认为并不存在特殊的长吸中枢，有人认为长吸现象与麻醉有关，动物从麻醉中恢复后，长吸呼吸消失，再给予麻醉剂，又复出现。一般认为长吸只是中枢神经系统调节呼吸结构的一种特殊功能状态的反映，而没有长吸中枢特定的结构。

脑桥前部的呼吸调整中枢，现在一般都同意是在臂旁内侧核 nucleus parabrachialis medialis (NPBM) 和它外侧相邻的 Köllike-Fuse (KF) 核，合称 PBKF 核群。该呼吸调整中枢内的呼吸神经元可分为三类：① EN，主要分布在呼吸调整中枢的前半部背内侧区，并向后延伸；② IN，主要分布在外侧和腹侧部，向背内侧部延伸；③ 跨相的 IEN，这些神经元位于前两类神经元之间。根据这种解剖学特点，设想呼吸调整中枢内首先是 IN 兴奋，然后 IEN 兴奋，最后是 EN 兴奋。EN 的兴奋又通过一条联系通路使 IN 抑制。因此呼吸调整中枢内部可以形成呼吸性节律，而 IEN 在其中起着关键性作用。

在延髓内可能有血糖代谢的调节中枢存在。有人提出，穿刺迷走神经背核嘴侧部，引起血糖降低；穿刺背核尾侧部，则引起血糖升高并发生糖尿。但又有入认为，穿刺第四脑室底的结果，是刺激了间脑糖中枢下降的纤维，而不是在延髓内有特殊的中枢存在。但后来有人在猫的中脑以下横断脑干，显示了高血糖反射；并提出在脑桥臂中部下侧，第四脑室底血管运动中枢附近存在着血糖调节中枢。

中枢神经系的各部，从脊髓、脑干、间脑以至大脑皮质，对排尿动作均有调节作用。有

人报告在延髓内存在着使膀胱收缩和舒张的一对相拮抗的中枢。从这里有下行纤维作用于脊髓腰骶部的初级中枢，从而调节膀胱的活动。又有人报导，在脑桥嘴侧区有一加强膀胱收缩的中枢。还有人根据脑干分段切断的实验，认为使膀胱收缩加强的冲动，发自中脑下丘与脑桥之间的部位，下达脊髓；而上丘则对此加强膀胱收缩中枢部位起抑制作用。所以当在上、下丘之间切断脑干时，膀胱的反射性收缩大大加强；在上丘的嘴侧切断时，则膀胱反射近于正常(图 5-390)。

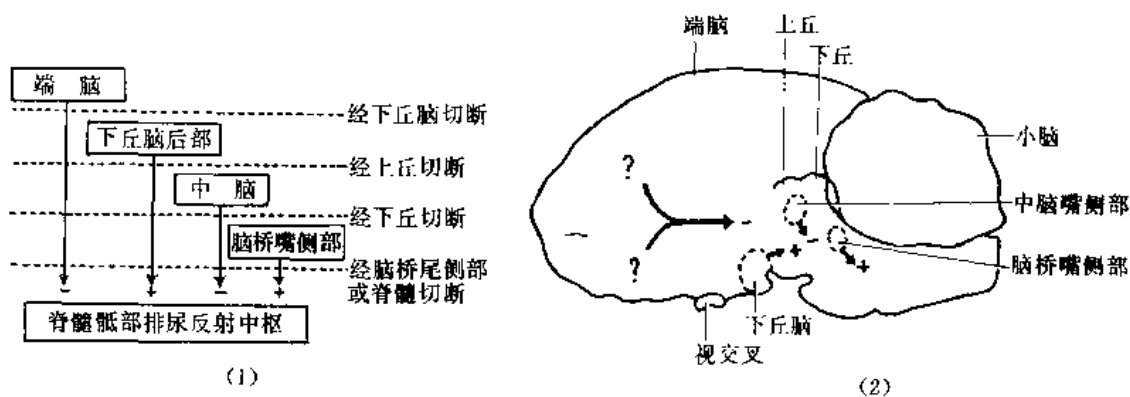


图 5-390 中枢神经不同部位对排尿反射的调节

(1)根据连续切断神经中枢不同部位后对膀胱的调节影响，显示神经中枢不同水平对脊髓骶部排尿反射的控制；

(2)猫脑矢状切面显示神经中枢不同部位横断或定位损伤后对排尿反射增强或抑制的影响

(+)表示对盆神经节前神经元的作用增强，(-)表示抑制

有人曾提出，在中脑内存在着调节直肠平滑肌紧张性的反射中枢。在中脑嘴侧切断脑干，引起直肠对牵张刺激的高度兴奋性；如在延髓切断，则引起对牵张刺激反射消失及直肠肌张力下降。

在延髓外侧网状结构的背侧部，靠近孤束，有呕吐中枢。颅内压增高(脑水肿、肿瘤等情况)可直接刺激该中枢而引起呕吐。呕吐中枢在解剖上和功能上与呼吸中枢、心血管中枢均有密切联系，它能协调这些邻近结构的的活动，从而在呕吐时产生复杂的反应。

第三节 间脑内的自主神经调节

下丘脑是间脑中的古老部分，为自主神经系皮质下的高级中枢。一般认为它的前部(嘴侧部)控制副交感神经活动，为副交感神经中枢；后部(尾侧部)控制交感神经的活动，为交感神经中枢。此外，它还有作用更广泛的整合中枢，把自主神经的活动与其它生理活动整合起来，以实现机体的某些生理过程，保持内环境的稳定。下丘脑的功能受到大脑皮质的调节，与皮质边缘叶及脑干网状结构有密切关系，并通过垂体门脉及下丘脑-垂体束以调节垂体的内分泌活动。下丘脑对内脏活动进行调节的机制，尤其这种作用的形态学基础，近几年来由于神经科学新技术的出现，有了更多的了解。由于应用 HRP 法和放射性同位素示踪法，发现起源于室旁核等下丘脑结构的纤维穿过外侧、后部下丘脑进入中脑中央灰质，终止于动眼神经副交感核(E-W核)、黑质、迷走神经复合体及脊髓侧角。有人用免疫组化法发现起源于室旁核的下行纤维，一方面经中脑背侧终止于E-W核、蓝斑和臂旁核；另一方面经中脑腹侧终止在E-W核、蓝斑、臂旁核、孤束核及迷走神经复合体，并继续下行，终止在脊髓侧角、中央灰质、和后角边缘带。后来研究发现下丘脑下行投射神经元胞体，主要分布在室旁核、下丘脑外侧区、背侧和后区；而纤维投射直接可达脊髓的各级水平。有人认为室旁核投射垂体的纤维发

白大细胞，而投射到脑干、脊髓的纤维起自小细胞，亦有人认为不限于小细胞亦有大细胞。脊髓与下丘脑间也有直接的上行投射，用 HRP 法及荧光金法都得到证实。所以下丘脑-脊髓间存在着双向的直接联系，或成“闭合”反馈环路。并认为这样使下丘脑对内脏活动的整合作用更加迅速、准确。

一、与情绪行为的关系

下丘脑对于情绪反应的各种生理活动，在去大脑皮质动物(或双侧破坏正在视交叉上侧的额叶及两侧嗅结节)明显地显示出来。因为平常时下丘脑的这种活动受到大脑的抑制，当切除大脑后这种抑制解除，下丘脑的防御反应功能被释放出来。当动物受到中等损害性刺激，如轻夹皮肤时，即出现一系列交感神经系的兴奋亢进现象，例如瞳孔扩大、竖毛、心率及血压增加；并伴有躯体发怒姿势的反应，如弓背、咆哮，张牙舞爪，这种现象称为“假怒 sham rage”。

用点性刺激及局部损伤法，曾划定下丘脑与情绪相关的局限区域。损伤下丘脑的腹内侧核，常引起动物的发怒及凶猛的攻击行为。下丘脑腹内侧区，有所谓“防御反应区”。在未麻醉的动物，用下丘脑内埋藏电极法作点性刺激，可获得下丘脑与情绪精细的定位。在连续实验的动物，于同一点可用不同强度，不同延续时间的刺激进行研究，确切的刺激点，可用组织切片检查确定。在猫的下丘脑观察证明，存在着两种不同的情绪反应：①战斗反应(或发怒反应)，发生咆哮、嘘叫、竖毛、耳朵耸起等交感性反应，对伤害它的对象进行攻击。②退却反应，发生瞳孔扩大、眼球及头来回转动，最后并可出现有方向性的躲避。有人研究了情绪行为反应的功能定位，认为退却反应的发生部位，为一同心圆的外环区；它包围着的核心区，即为发生嘘叫、背弓等战斗反应的部位。又有人报导，两种反应的刺激点存在于同一集中层内，但退却反应区较战斗反应区更位于嘴侧；前者有一较弥散的区域，自视交叉伸展至下丘脑中部；后者在下丘脑中部的内下侧。也有认为电刺激下丘脑外侧区可引致动物出现攻击撕杀行为，电刺激下丘脑背侧区则出现逃避性的行为。下丘脑与情绪反应的关系很密切，在人类，下丘脑的疾病也往往伴随着不正常的情绪反应。

二、体温调节

在本世纪 30 年代以前，根据多种恒温动物脑的分段切除实验观察到，实验动物在下丘脑以下横断其脑干(去脑动物)，不能保持体温的恒定，发生体温随环境温度而变动。如在间脑以上仅切除大脑皮质(去皮质动物)，则体温基本上能保持恒定。进一步的实验，破坏下丘脑不同部位，并与正常动物相对照，显示下丘脑对体温调节的重要作用，并作了功能定位。在下丘脑嘴侧部，视交叉与前连合之间，距正中矢状线约 4mm 处，有散热中枢。如选择性破坏此部，可引起慢性实验动物在温热环境中体温上升，而在寒冷环境中却仍能保持体温恒定。若将动物置于室温内，动物常因体温升高而至死亡。人类下丘脑前部发生肿瘤或血管栓塞等，也可相似地发生体温升高和不能抵抗温热环境。显然，这些是由于丧失散热功能所造成的。散热中枢使热消失的作用，在人类是通皮肤血管扩张，使体温向体外发散出汗，因汗的蒸发，而降温。在有毛皮覆盖的动物(如猫、狗)，喘息也是散热的重要方式。这种散热作用也可由电极埋藏，刺激散热中枢而引起。在下丘脑的尾侧部，乳头体的背外侧，有产热中枢(或保热中枢)。当动物暴露在寒冷环境中，产热中枢的功能可使皮肤血管收缩，竖毛，以减少热的失散

而保温；并产生战栗(骨骼肌的不随意收缩)及增加肾上腺素的分泌，增进新陈代谢而产热。破坏产热中枢后，动物在寒冷环境中，就丧失战栗、竖毛，皮肤血管收缩等产热与保温功能。散热中枢和产热中枢两者之间，可能存在着相互抑制的关系。例如将动物暴露在寒冷环境中时，引起喘息及血管扩张的电极刺激阈必须提高。体温调节反射的感受野为皮肤温觉感受器。但当血液温度升高时，也可引起出汗、喘息及血管扩张；这可能是直接作用于散热中枢引起的散热反应。

近几年的研究，因为破坏的范围不同以及动物种属的差异，实验结果有很大出入，破坏下丘脑前部，产热反应也能受到阻碍，因此，上述中枢的提法，看来尚有一定争议。

现在认识到中枢性敏感神经元在脊髓、延髓、脑干网状结构和下丘脑内都存在。脊髓中有温度敏感神经元，当冷却轻度麻醉狗的颈、胸或腰髓时，动物出现皮肤血管收缩和寒战等体温调节反应。如切断冷却部位的后根或高位切断脊髓，血管收缩反应和战栗也不消失。加温脊髓，则引起皮肤血管舒张和热喘呼吸，寒战受到抑制。并认为有自脊髓传导温度信息的上行性神经元的纤维，在脊髓前侧索中上行，将信息送达下丘脑的视前区-下丘脑前部。因延髓中也存在着温度敏感神经元，给延髓施加温度刺激，对自主性和行为性体温调节反应都发生显著效应。皮肤、脊髓及中脑的传入温度信息都可能会聚于延髓的温度敏感神经元；延髓也接受视前区-下丘脑前部来的信息，并向该区输送信息。脑干网状结构内也存在对局部温度变化发生反应的细胞，它接受皮肤、脊髓的温度信息，并向视前区-下丘脑前部发送中脑的温度信息。在下丘脑前部加温或冷却，发现视前区-下丘脑前部中存在温度敏感神经元，这种神经元可分为两类：①热敏神经元：放电频率随局部脑组织的温度升高而增加。②冷敏神经元：其放电频率随着脑组织的降温而增加。这两种神经元在视前区-下丘脑前部中数量较多，而且混合分布，但在下丘脑其它部位也可见到，不过数量较少。

中枢性温度敏感神经元存在于下丘脑及其以下的几个部位，这类神经元既能感受它们所在部位局部组织温度变化的信息，又具有对传入的温度信息实行不同程度的整合处理功能。所以体温调节的中枢整合机构是分层次的，下丘脑的视前区-下丘脑前部可视为是中枢整合机构的中心(主要)部位，而延髓和脊髓等也具有一定程度的整合机能。整合机构传出信息，有多种途径，既有自主神经系统参与(如血管舒缩反应、发汗散热)，又有躯体神经系统参与(如寒战反应)，还有内分泌系统参与(如代谢性调节反应)。

体温调节的调定点 set point 学说：此学说认为，体温的调节类似恒温器的调节，视前区-下丘脑前部中有个调定点，即规定数值(如 37℃)。如果体温偏离此规定数值，则由反馈系统将偏差信息输送到控制系统，然后经过对受控系统的调整来维持体温的恒定。一般认为视前区-下丘脑前部中的温度敏感神经元可能在体温调节中起着调定点的作用(图 5-391)。例如，由细菌所致的发热，使热敏神经元受致热原作用，发生温度升高为调定点上移的结果。因此，先出现寒战等产热反应，直到体温升达 39℃ 以上时，才出现发汗等散热反应。若致热因素没有被消除，产热和散热两个过程就继续在此新的体温水平上保持着平衡。但应该认识到，发热时，体温调节机能并无障碍，而只是由于调定点上移，体温才被调节到发热水平的。

单胺物质对体温调节的影响：用 5-羟色胺灌注猫、狗及猴等动物的脑室或微量注入于下丘脑，动物的血管出现收缩反应，并有寒战，体温上升。而注以去甲肾上腺素，则可使动物的外周血管舒张，体温下降 0.5~2.0℃。认为这两种物质在量上的动态平衡可产生体温的调整作用。

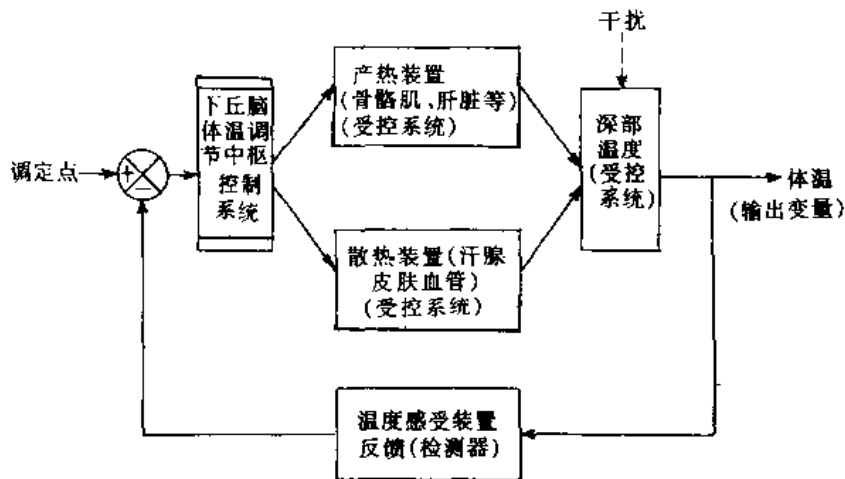


图 5-391 体温调节自动控制示意图

三、水分平衡的调节

水分在体内的平衡包括水的摄入与排出两个方面，人体感到烦渴引起摄水，排水则主要通过肾的活动。可是水的摄入与排出均与下丘脑有关。

下丘脑控制摄水的中枢部位目前尚不清楚：有人认为下丘脑内控制摄水的区域与摄食中枢极为靠近。破坏下丘脑外侧区后，动物除拒食外，饮水也明显减少；刺激下丘脑外侧区某些部位，则可引致动物饮水增多。有人认为分布于下丘脑前外侧区的一种对渗透压刺激敏感的神经元是与饮水等行为有关的渗透压感受器。也有人在下丘脑内穹窿柱与乳头丘脑束之间的区域，用永久埋藏电极给予刺激，可引起烦渴，摄入大量水分，并有多尿。以少量低渗盐水注射至上述同一区域，也引起烦渴多饮。

下丘脑控制排水的功能是通过改变垂体后叶释放入血内的抗利尿激素来调节的。这种激素作用于肾小管，影响肾小管上皮细胞对水的重吸收。如血内含抗利尿激素多，则能促进水的重吸收，从而保存体内的水分。如血内此种激素含量减少，则水的重吸收减低，增加水分随尿排出，形成过量的低比重尿；如这种激素严重缺乏时，造成尿崩症。

抗利尿激素的分泌和控制部位是在下丘脑；视上核及室旁核细胞形成的神经分泌物质，便是这种激素（或为此激素的基质物质）。神经分泌物质，在这两核细胞发出的轴突内运输。这些纤维组成无髓鞘的下丘脑-垂体束（包括视上垂体束、室旁垂体束），经正中隆起、垂体柄、到达垂体后叶，在后叶内储存并释放入毛细血管。所以抗利尿激素的分泌，有赖于下丘脑-垂体束的完整。实验证明，无论破坏视上核、正中隆起、垂体柄（该束经过之处）或垂体后叶，都可引起尿崩症。

抗利尿激素的分泌，受几方面的调节：

(1) 神经的影响：经下丘脑的传入纤维，传递至视上核、室旁核。这表现在情绪紧张或疼痛时，增加抗利尿激素的分泌，而发生少尿和无尿的变化。

(2) 血液的渗透影响：以高渗盐水注射入动物的颈内动脉，可刺激抗利尿激素分泌，低渗盐水则抑制其分泌。因此认为脑内（也许是视上核及室旁核细胞）存在着渗透压感受器 osmoreceptor。

(3) 细胞外液的影响：细胞外液减少，例如出血时，可刺激抗利尿激素的分泌而引起少尿；细胞外液增多时，则抑制抗利尿激素的分泌而发生多尿。

(4) 血管紧张素 II 的影响：血管紧张素 II（8 肽）可刺激醛固酮的合成和分泌；还可直接作

用于脑,使血压升高,引起渴觉,并刺激抗利尿激素的分泌。所以血管紧张素Ⅱ便成为维持体液渗透压与循环血量动态平衡的重要环节。

四、催产素和升压素的分泌及向神经垂体的转运

室旁核和视上核均可产生催产素和升压素(即抗利尿激素),前者可能以产生催产素为主,后者以升压素为主。这两种激素都是在核蛋白体上先形成激素的前身物质(激素原),与同时合成的神经垂体激素运载蛋白 neurophysin 形成复合物,包于分泌颗粒内。Gomori 染色可使颗粒中运载蛋白着色,观察到分泌颗粒沿下丘脑-垂体束下降,以每日 2~3mm 速度运送至神经垂体。催产素与垂体激素运载蛋白 I,加压素与垂体激素运载蛋白 II 分离后进入附近毛细血管。

五、摄食行为的调节

动物下丘脑的腹内侧核,经实验研究证明,是个“饱中枢”;而在下丘脑外侧部,有一个“摄食中枢”。正常时食物的摄入,对能量的消耗及维持恒定体重的精细调节,有赖于此两中枢的协同活动的相对平衡。

如损伤两侧下丘脑的腹内侧核后,动物由于饮食过多而变得肥胖。这是因为“饱中枢”失去功能,不能抑制“摄食中枢”的活动而造成的。所以下丘脑性的多食和肥胖,不能因胃切除手术而解除。如用埋藏电极刺激下丘脑外侧区,也可引起饮食过多。如双侧破坏下丘脑的外侧区后,则引起实验动物不食,以致死亡。如双侧的“饱中枢”和“摄食中枢”都加以破坏,动物也是不食(图 5-392)。

用微电极分别记录下丘脑外侧区和腹内侧核的神经元放电,动物在饥饿情况下,观察到前

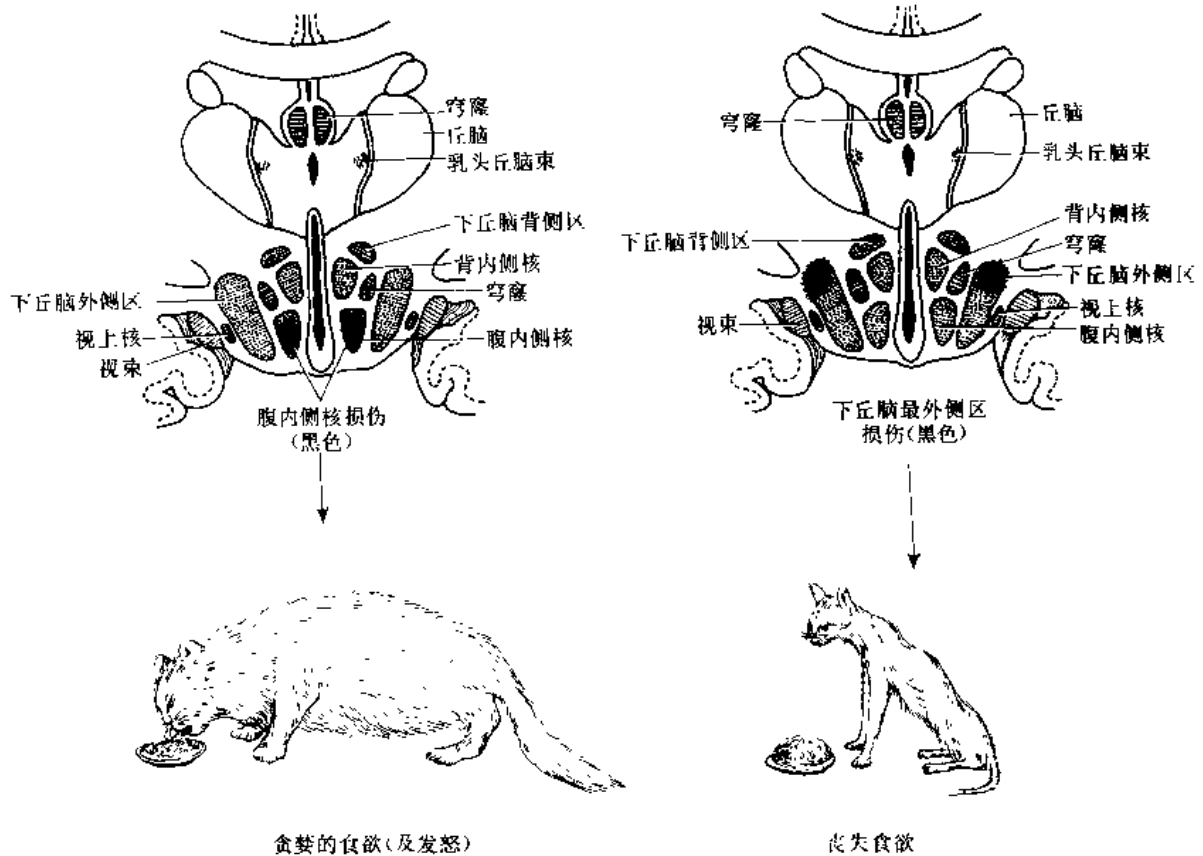


图 5-392 下丘脑管理食欲的部位

者放电频率较高而后者放电频率较低，静脉注入葡萄糖后，则前者放电频率减少而后者放电频率增多，说明“摄食中枢”与“饱中枢”的神经元活动具有相互制约的关系，而且这些神经元对血糖敏感，血糖水平的高低可能调节着它们的活动。有人在多种麻醉动物的下丘脑单位放电实验中发现：下丘脑外侧区的神经元被葡萄糖所抑制，却被游离脂酸所易化。还有研究认为，游离脂酸可以易化下丘脑外侧区的神经元，但抑制了腹内侧核的神经元。

六、对生物节律的调节

生物体内的各种功能活动常按一定的时间顺序重复出现，周而复始，这种节律变化称生物节律 biorhythm。人和动物按节律频率的高低可分高频、中频和低频三类。节律周期低于一天的为高频节律，如心电图的变化、呼吸的周期等。节律周期是日周期为中频节律，这是最重要的生物节律，因人体内几乎每种生理功能都有日周期，即一天一个波动变化。低频节律有周周期、月周期和年周期，如候鸟的栖息是年周期，月经的变化是月周期。

机体内 24 小时为界的日周期机能变化，是多方面的，例如：体温、血浆成分的浓度水平、嗜酸细胞计数、肾上腺皮质分泌活动、肾分泌机能活动、睡眠与觉醒、血压及尿成分等。生物节律的确切神经机理尚须进一步研究，目前研究较多的是下丘脑中的视交叉上核。它的放电活动表现日周期节律，有人认为在胚胎时期，当这一核团与周围组织还未建立起联系时，它的代谢和放电的日周期即已存在。有一条视网膜-视交叉上核束，认为是该核接受外界光暗信号的通路。外界的黑暗与光照昼夜节律，使体内也建立了内源节律，称为“生物钟”biological clocks。破坏小鼠的视交叉上核，原有的一些日周期节律性活动，如饮水、排尿等的日周期即丧失。

七、胃酸分泌的调节

下丘脑与胃酸的分泌活动有密切的调节关系。这种调节有两方面。一是神经性的，用电

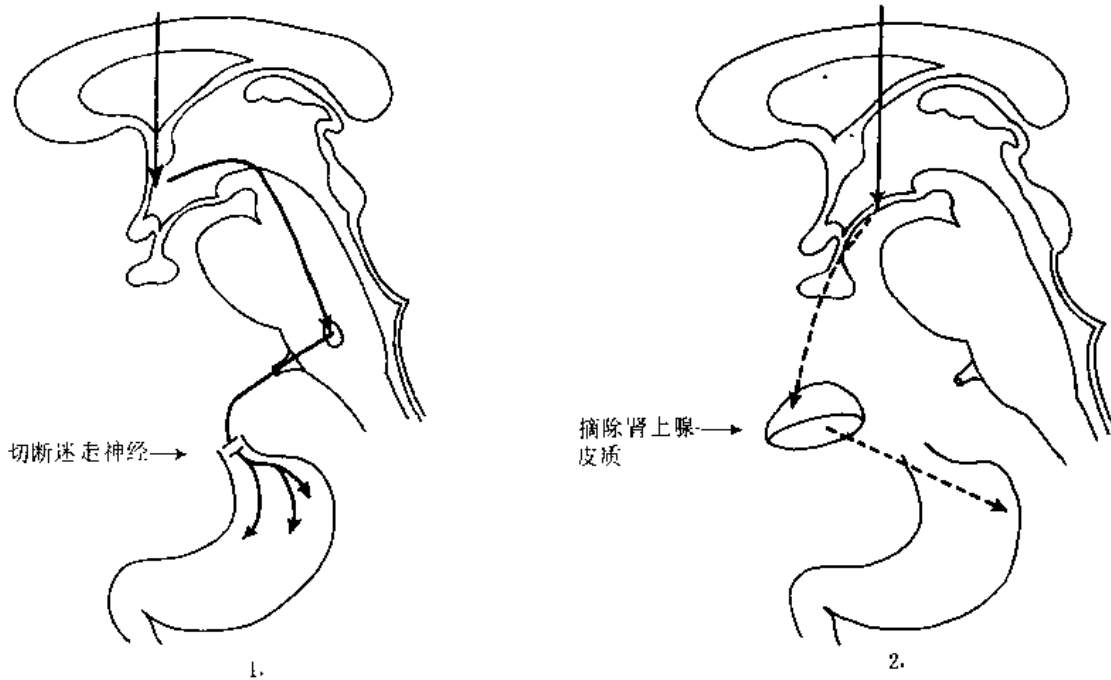


图 5-393 神经及激素调节胃液的分泌

1. 刺激下丘脑前部，引起胃酸分泌增多，因迷走神经切断而消除作用
2. 刺激下丘脑后部，引起胃酸分泌延迟，但迷走神经切断后不发生改变，在切除肾上腺皮质后方能消除作用

刺激下丘脑前部视交叉的水平，引起胃酸分泌的迅速增加(胃液 pH 值在 1 小时后达最高酸度)。传出径路是迷走神经；在切断迷走神经以后，这种反应消失(图 5-393)。另一种为体液性的，如电刺激下丘脑后部，在灰结节或乳头体部位，引起胃酸分泌较延缓地增加(胃液 pH 值在 3 小时后才达最高酸度)。这种分泌作用不受迷走神经切断的影响，但可由于摘除双侧肾上腺而消失。所以认为这种胃酸分泌，是通过激素，经腺垂体及肾上腺皮质的作用而引起的。

下丘脑促使胃酸分泌的作用如过分强烈，可引起胃的损伤。在猴，用埋藏电极多次延长刺激其下丘脑，可引起胃液酸度过高及消化性溃疡。临床证明，长期过度紧张的情绪刺激，常与胃十二指肠溃疡的发生有联系。

八、对心血管的调节

在心血管的活动中，除延髓、小脑、中脑外，下丘脑是皮质下的更重要的整合中枢。下丘脑的后部起交感性的作用。在切断迷走神经的狗，用三氯醛糖 chloralose 麻醉后以电刺激下丘脑后部，引起周围血管的收缩、心率加速及心肌力量加强。下丘脑前部则起副交感性的作用。在上述同一实验的狗，以电刺激下丘脑视前区，引起心率减慢、血压下降及心肌收缩力减弱。但下丘脑前部的反应不如后部的明显。

下丘脑是情绪反应的组成部分，所以下丘脑的心血管自主神经性反应，可伴随情绪而发生变化。例如发怒及恐惧时，常伴随有心率及血压的变化。近年来研究指出，下丘脑内存在所谓防御反应区 defense zone，它主要位于下丘脑近中线两旁的腹内侧区。在动物麻醉条件下，电刺激该区可获得骨骼肌的舒血管效应(通过胆碱能交感舒血管纤维)，同时伴有血压上升、皮肤及小肠血管收缩、心率加速及其他交感神经性反应。在动物清醒条件下，电刺激该区还可出现防御性行为。有人认为，杏仁核、下丘脑、中脑水管周围灰质和延髓腹外侧部等结构形成了脑内的防御反应系统，这个系统的神经元活动对维持血管紧张性和正常的血压水平起着重要作用。

下丘脑存在着调节体温的中枢，有的学者提出，视前区内的心血管反应区与体温发散区是紧密地联系，处在同一区域。以温热刺激下丘脑前部，也可引起皮肤血管的舒张。

刺激下丘脑可以引起皮肤及小肠血管的扩张。认为这是由于下丘脑有抑制血管收缩张力的下降纤维，下行至延髓及脊髓的血管运动神经元。这种抑制纤维的确切径路尚不知道，但其减压点在下丘脑和中脑都被发现。在下丘脑外侧区，有血管收缩神经元集群，向下延伸，经围绕中脑水管的中央灰质，入中脑被盖。

下丘脑视上核及室旁核分泌的血管加压素经下丘脑-垂体束，入神经垂体释放入血，起着体液对心血管调节的作用。室旁核后部小细胞区加压素神经元的轴突在脑中下行，其末梢分布在蓝斑、外侧网状核、疑核、孤束核、迷走神经背核、延髓腹外侧部和最后区等，还有一些纤维可直接投射到脊髓中间带外侧柱，这些神经联系可能在血压调节中起重要作用。

九、对腺垂体功能的调节

腺垂体结构的完整性及其分泌激素的功能需要下丘脑所分泌的激素不断地进行调节。下丘脑的激素经研究证明是通过垂体门脉血管系统输送抵达腺垂体，起神经体液调节作用。如果将腺垂体移至远离下丘脑的地方，与下丘脑脱离联系，可导致腺垂体内多种细胞萎缩及其所分泌的相应激素减少。如将腺垂体移植于下丘脑的某些部位，则可维持腺垂体细胞的正常

形态和功能。这些部位称为下丘脑促腺垂体区 hypophysotrophic area (HTA), 推测腺垂体的细胞和下丘脑分泌的释放因子建立了联系。对大鼠下丘脑促腺垂体区的研究, 这区自弓状核向前伸至视交叉, 向上伸至室旁核, 向后伸至乳头体前区, 包括正中隆起、弓状核、视交叉上核、下丘脑腹内侧核、室周核及乳头体前核等。在整体动物刺激 HTA 时可促进促甲状腺激素、促肾上腺皮质激素、促性腺激素及生长激素的分泌, 而抑制催乳激素的分泌。

下丘脑“促垂体区”的肽能神经元产生和分泌神经肽 neuropeptide, 主要作用是调节腺垂体的活动, 也称调节性多肽, 已知的调节肽有九种研究较多: ①促甲状腺激素释放激素 thyrotropin-releasing hormone (TRH): 是三肽激素, 刺激促甲状腺素细胞分泌 TSH, 也有刺激 PRL 分泌作用。TRH 在正中隆起外层内侧浓度最高, 它还存在于端脑、脊髓等下丘脑以外的突触小体中。②促性腺素释放激素 gonadotropin-releasing hormone (GnRH): 为十肽激素, 可促使 LH 及 FSH 分泌增多, 而 LH 增多更为明显。有人曾试图分离专门刺激 LH 或 FSH 的促性腺(激)素释放激素, 迄今未获成功, 所以对于是否另有一种专门促进 FSH 释放的因子的问题, 目前尚无定论。人和猴的 GnRH 主要集中在弓状核、视前区与室旁核; 除下丘脑外, GnRH 及其受体也存在于垂体、卵巢、睾丸、胎盘和边缘系等组织中。下丘脑的 GnRH 通过垂体释放 LH, 可促进孕酮生成, 激发排卵; 也可刺激睾酮生成和精子生成。但 GnRH 直接作用于性腺则起抑制作用, 发生孕酮生成障碍, 排卵停止、闭经, 男性发生精子生成障碍。③生长素释放抑制激素(生长抑素) growth hormone release-inhibiting hormone (somatostatin) (GHRH) (GIH): 是环十四肽, 后来又发现 GHRH₁₄ 的 N 端伸展形成的 28 肽 GHRH₂₈。它是作用广泛的一种神经激素, 对 GH 细胞的分泌有抑制作用, 还对 LH、FSH、TSH、PRL、ACTH 细胞的分泌有抑制作用。GHRH 还广泛分布于脑、脊髓、胃肠道和交感神经末梢, 对胃肠道运动和胃肠道激素的分泌都有一定的抑制作用; 还抑制胰腺、肾素、甲状旁腺及降钙素等的分泌作用。④促肾上腺皮质激素释放激素 corticotropin-releasing hormone (CRH): 为 41 肽。主要分布在室旁核与杏仁核, 细胞的轴突多投射到正中隆起; 其他地方如海马、中脑、松果体、胃、肠、肾上腺、睾丸及胎盘等处也均有 CRH。它的分泌有“生物钟”活动的表现, 觉醒时达高峰, 午夜最低。ACTH 自从大分子前体阿黑皮素原 pro-opiomelanocortin (POMC) 经酶的作用分解而来。腺垂体内的 POMC 在 CRH 作用下主要裂解出 ACTH 与 β -LPH、少量 β -内啡肽。⑤生长素释放激素 growth hormone releasing hormone (GHRH) (GRH): 现在已取得 44、40 与 37 个氨基酸组成的三种 GHRH。产生这种激素的神经元分布在下丘脑的弓状核及腹内侧核, 轴突投射到正中隆起, 终于门脉血管旁。GHRH 与 GnRH 分泌方式都表现为脉冲式, GHRH 选择性地作用于垂体 GH 细胞, 对其它垂体内细胞不发生影响, 也无垂体外作用。

以上五种促释放或抑制释放的下丘脑的神经肽都已分离成功, 并确定了化学结构和能人工合成。此外, 还有几种促释放或抑制释放成分虽尚未弄清化学结构, 却对腺垂体发挥一定的调节作用, 只能暂称因子:

①催乳素释放因子 prolactin-releasing factor (PRF): 可刺激催乳素细胞分泌 PRL, 鸟类有 PRF, 哺乳类是否存在, 意见不一致。②催乳素释放抑制因子 prolactin-release-inhibiting factor (PIF): 有抑制 PRL 的分泌作用, PIF 可能存在, 但证据不足, 结构不明。③促黑素细胞激素释放因子 melanophore-stimulating hormone releasing factor (MSHRF) (MRF): 认为能刺激促黑素细胞激素细胞分泌 MSH, 可能为五肽。④促黑素细胞激素释放抑制因子 melanophore-stimulating hormone release-inhibiting factor (MSHRIF) (MIF): 抑制促黑素细胞激素细胞分

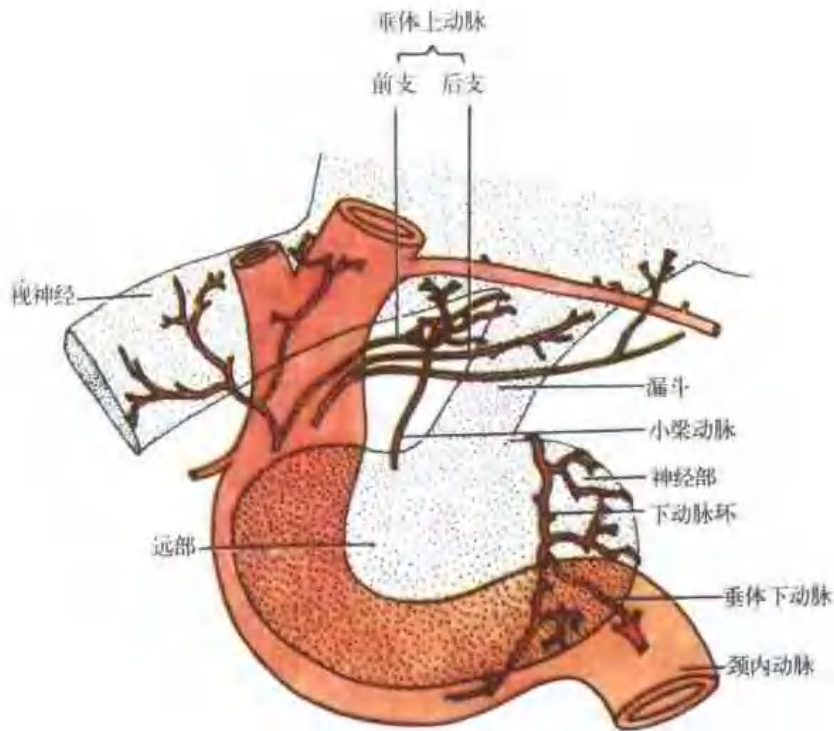


图 5-394 人垂体的动脉分布(侧面观,垂体的一部分被颈内动脉遮蔽)
颈内动脉,经海绵窦时发出垂体下动脉;进入蛛网膜下腔时发出几支垂体上动脉。两侧垂体下
动脉分支吻合形成下动脉环,围绕神经部

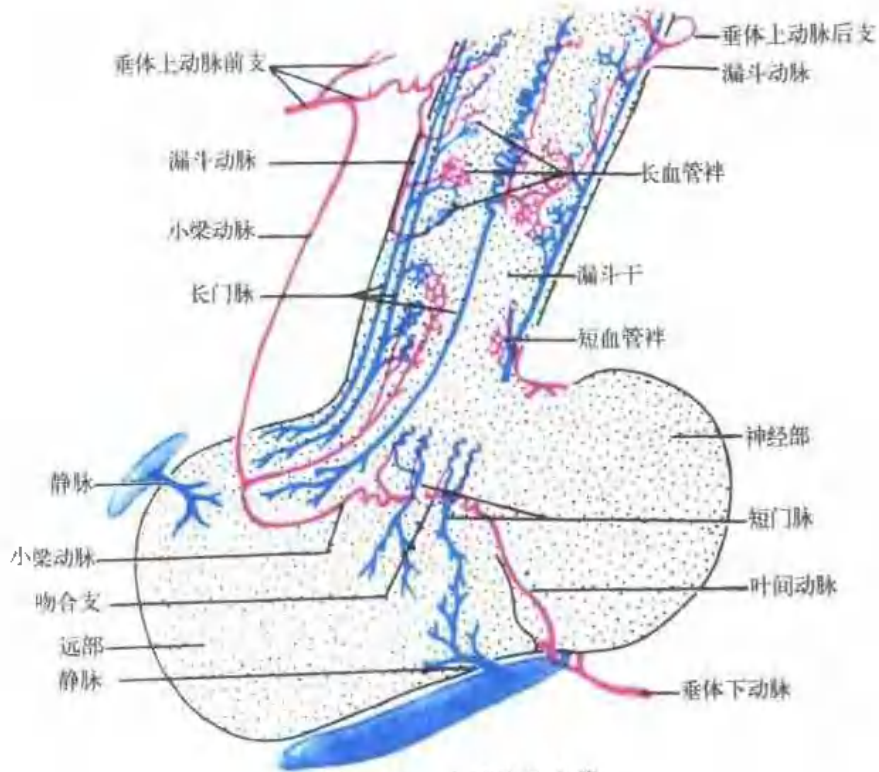


图 5-395 人垂体的血管

自颈内动脉发出的垂体上动脉前、后支,围绕垂体柄上部(附于脑处)形成漏斗吻合环。自环发出漏斗动脉,沿垂体柄下降、分支形成毛细血管丛(初级丛),并发出长及短毛细血管祥,伸展入正中隆起内。垂体上动脉的分支小梁动脉下降,进入前叶返回至漏斗干内,而无支分布于前叶血窦内。自漏斗初级毛细血管丛汇集成长及短门脉,下降入远部血窦(二级丛)颈内动脉自海绵窦内发出垂体下动脉,形成围绕神经部的下动脉环,自环发支营养神经部及部分漏斗干

泌 MSH, 可能为三肽, 尚不清楚。

下丘脑的调节性多肽是经下丘脑-垂体门脉系运送至腺垂体。其结构如下。

下丘脑-垂体门脉系: 下丘脑与腺垂体之间虽然没有神经性的联系, 但存在一种特殊血管系的联系, 这系统称为垂体门脉。借此传递来自下丘脑的神经分泌物质至腺垂体, 影响腺垂体内分泌细胞的机能。

垂体的血液供给, 有垂体下动脉及垂体上动脉两组小血管。垂体下动脉是颈内动脉经海绵窦后部时发出的分支, 向内侧行, 达垂体的下外侧面, 主要分布于神经部, 并有小支至远部。垂体上动脉来自颈内动脉, 可分为前支及后支, 主要分布于正中隆起及漏斗干。在正中隆起的表面形成初级毛细血管丛。自丛伸展许多短和长的毛细血管袢, 进入正中隆起实质。这初级丛的毛细血管壁与下丘脑-垂体束(主要为结节-垂体束)的神经纤维末梢接触, 由神经纤维末梢释放的神经分泌物质渗透入血管内。自初级毛细血管丛汇集成约 12~15 条较粗大血管, 称为垂体门脉系, 沿垂体柄降达远部, 开放于血窦(次级毛细血管丛)。渗透入初级丛毛细血管内的神经分泌物质, 转载有下丘脑调节远部激素的释放激素和抑制激素(或因子)。各种动物垂体的形态有所不同, 而垂体的血管构筑虽基本相似, 但也有大的不同。人的垂体柄长, 血管分布也较为复杂(图 5-394, 395)。

第四节 大脑皮质的自主神经调节

实验证明, 大脑皮质不仅调节躯体的运动和感觉, 而且对于自主神经性质的运动及感觉也有功能调节作用。自主神经性活动在中枢神经的各不同高度, 有其不同的调节功能, 尤其是下丘脑为重要的自主神经性机能汇集和整合之处。但下丘脑又从属于大脑皮质的控制。在去皮质的动物, 下丘脑对情绪的整合调节失去皮质的抑制作用, 便产生情绪反应, 出现一系列自主神经性和躯体性活动相对亢进的现象, 如张牙舞爪, 弓背咆哮, 心率加速, 血压升高, 瞳孔扩大, 竖毛出汗等所谓“假怒”现象。大脑皮质按进化情况, 有三种不同结构, 为古皮质、旧皮质和新皮质。这三种皮质都与自主神经的功能调节有关。

一、边缘叶

边缘叶是哺乳动物脑发展过程中相对恒定的部分, 包括胼胝体下回、扣带回、旁压回、海马旁回、钩、齿状回、海马诸部(图 5-396)。因为这部分脑形成围绕脑干嘴侧端的边缘, 即间脑与大脑半球内侧面皮质的交接边缘部和胼胝体旁的环周结构, 故称之为边缘叶。

边缘叶和其他一些皮质区域(与边缘叶有相似的结构与功能者), 以及与之有密切联系的某些皮质下核, 称为边缘系。因此这系统的皮质区, 包括原边缘叶各区, 又加上额叶眶回后部、脑岛、颞极皮质。皮质下核计有: 杏仁核、隔核、视前区、下丘脑、丘脑前核、上丘脑、以及基底核的一部分。又有入认为中脑被盖内侧区应列入边缘系。更有入见到中脑的中央灰质及被盖等也与边缘系结构有密切的上下行纤维双向联系, 于是把中脑的部分结构也包括在边缘系的概念中。因此产生了边缘前脑 limbic forebrain 与边缘中脑 limbic midbrain 的划分: 前者包括有海马、穹窿、海马旁回、扣带回、杏仁核、隔区、梨状区、岛叶、颞极、眶回等结构; 后者指中脑的中央灰质、被盖的中央部及外侧部、脚间核等。

边缘系的皮质, 包括有古皮质、旧皮质, 以及新皮质中发展较停滞、近于“异源皮质”的中间皮质。海马和齿状回为古皮质(有三层细胞结构)。梨状区为旧皮质。海马旁回后部、扣

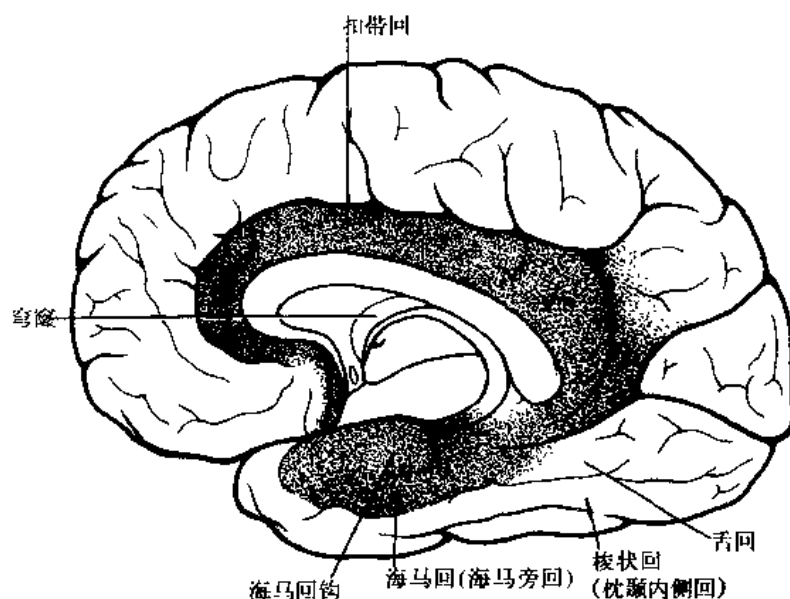


图 5-396 大脑半球内侧面，蓝点区表示围绕脑干上部的边缘叶

带回、岛叶、额叶眶部为中间皮质。

边缘系这部分结构，过去认为与嗅觉有联系，故先前被称为嗅脑。但后来发现这区域主要与内脏活动和情绪反应有密切联系，只有很小部分接受嗅觉冲动(如嗅结节、梨前区皮质、杏仁核周皮质及杏仁皮质内侧核)。故就此部分的解剖位置，以其处于围绕大脑半球与间脑相接处门户的边缘，故称为边缘叶，以免与嗅觉关系混淆。又因其与内脏活动关系密切，也被称为“内脏脑”。但事实表明，这些部分虽然和内脏活动有较密切的关系，但它的功能是远远不能用“内脏”二字来加以概括的。

关于边缘系的功能，经过实验和临床等多种方法的研究，虽已积累较多的资料，但认识仍是初步的。经证实，它的功能是多方面的，对机体的内脏活动、内分泌、代谢和躯体运动都有调节作用。如用电刺激动物边缘系的皮质结构，可以找到多种内脏活动的代表区域。例如用电刺激清醒动物的海马结构，发现动物有行为和情绪上的改变，显得驯服和不知躲避伤害性刺激。刺激颞叶、脑岛、扣带回、眶回等，观察到呼吸及血管运动有所改变。刺激扣带回前部(24区)，发生血管运动和胃肠运动增强，呼吸停止，并出现咀嚼运动。刺激杏仁核，可引起呼吸运动和消化道运动的改变。刺激眶回(11区)及海马旁回钩，导致血压增高或下降，脉搏加速或减慢，外周循环减慢，呼吸停止以及恶心等。刺激海马前外侧，引起大量流泪和呼吸停止。在损伤梨状区皮质以后，表现性欲过强(图 5-397)。

将猴的双侧颞叶新皮质、海马、海马回及所有的杏仁核均切去，手术后的猴特征性地表现出情绪行为有改变：对看见的东西表现出明显的不理解，并用嘴重复试探着不能吃的东西；不再惧怕实验者；在性行为上有显著的加强；食物的习惯也可有所改变。

边缘系的功能是多种的，但有人根据动物实验，从生物学意义来分析，可将这些功能归纳成两类：由内侧前脑束上行至杏仁核，至边缘系皮质额颞区，这一路径与自身保存有关，即与摄取食物有关；由内侧前脑束至隔核，由隔核再和扣带回和海马发生连接，这一路径和性功能有关，即与延续种族有关(图 5-398)。

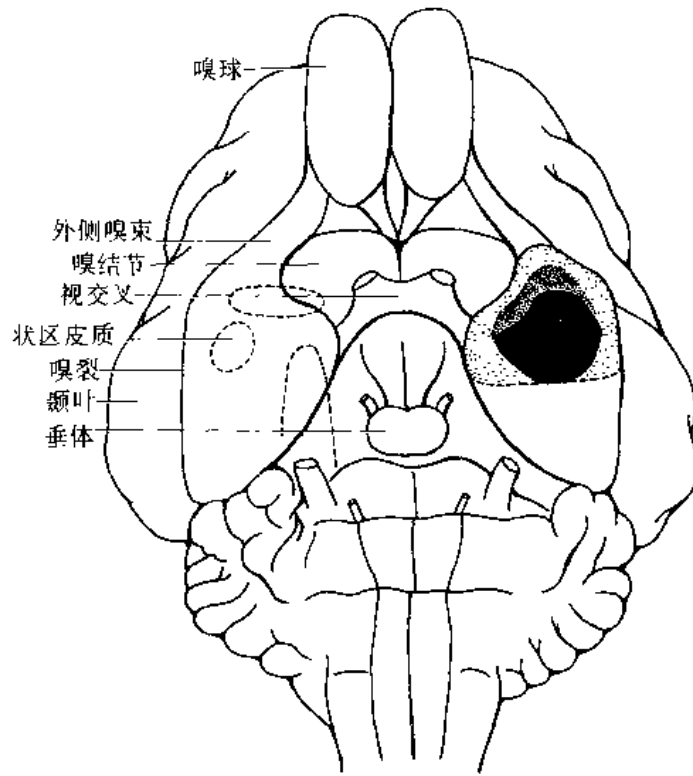


图 5 397 猫脑腹侧面显示梨状皮质区(黑点区)损伤此部, 雄性动物常引起性欲过强

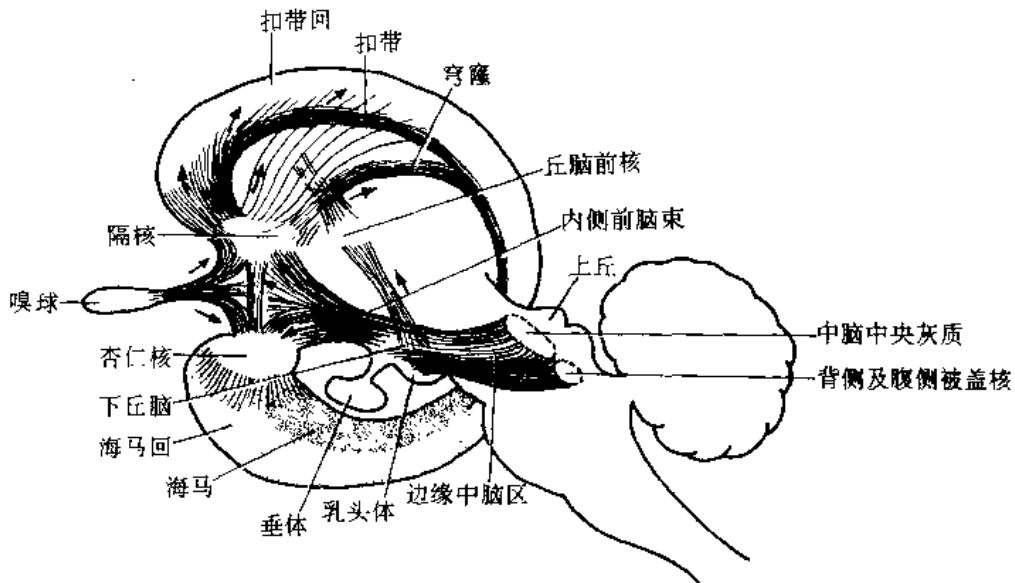


图 5 398 图示边缘系中的许多联系, 向隔核与杏仁核两个部位集中。与隔核有关的边缘系部分与种族保存有关, 与杏仁核有关的边缘系部分则与自身保存有关

二、新 皮 质

用电刺激新皮质的某些区域, 除引起躯体运动以外, 还可导致自主神经功能的变化。但是这种内脏运动的中枢, 不象躯体运动中枢排列得那样精确。电刺激大脑半球外侧面皮质 4 区, 不仅会引起骨骼肌的收缩, 而且会产生呼吸及血管运动等变化。刺激狗的运动区后部, 可发生骨骼肌内血管扩张; 用乙酰胆碱局部安放于该区, 也可导致血压下降。用电刺激猴大脑

皮质4区时，可引起血压明显上升。刺激4区的最下部及岛叶等区域的皮质，会产生直肠与膀胱运动的变化。电刺激额叶6区，可导致竖毛与出汗，并有上、下肢血管的舒缩反应，上肢血管反应的区域与上肢躯体运动代表区相应，下肢血管反应区域也与下肢肌躯体运动代表区相应。44区密切联系着颜面的躯体运动，当电刺激此区时，会发生颜面出汗及流涎。刺激中央后回邻近的区域，也会产生咀嚼与分泌唾液运动。有一弥散的区域，其自外侧沟的顶部，经岛盖、岛阈伸展入眶皮质，似乎逐渐影响消化管更尾侧的区域。对8区、19区皮质进行电刺激，除了引起眼外肌的运动反应外，也可影响眼内肌的活动，引起瞳孔反应，有时尚有流泪反应。对于人脑皮质的研究，也见到类似的自主神经功能代表区。运动辅助区受刺激，也可引起瞳孔扩大与心率加速等变化。

第五节 小脑及纹状体的自主神经调节

一、小脑的自主神经调节

早在17世纪就有人曾提出小脑有控制内脏活动的中枢，直到最近研究材料积累渐多，才证实其中有一部分是正确的。有人刺激兔小脑后，注意到瞳孔的变化。又有人刺激猫小脑栓状核附近的白质时，观察到瞳孔收缩的现象。到了本世纪中叶，有人提出小脑前叶的外侧部为自主神经的眼区；因为刺激一侧大脑半球瞳孔区时，在对侧小脑的自主神经眼区获得反应。有些人曾观察到刺激动物小脑后，随之出现瞳孔放大的自主神经反应。瞳孔放大现象可以从广泛的区域内获得；但是瞳孔缩小及排尿时的膀胱收缩，却只有在刺激小脑的一个小而特定的区域才能获得。又有人先后以弱电流刺激动物小脑前叶，显示抑制血管的升压及降压反射。关于血管运动的反应，也得到后来研究者进一步的证实。有人报告，当刺激动物下丘脑时，在小脑前叶及其邻近发生广泛的电反应，故认为小脑这部位可能与自主神经有联系。此外，发现切除小脑绒球小结叶后，可引起眩晕症和呕吐的消失；但应用催吐药，仍可引起呕吐。

小脑的自主神经功能，主要是根据动物实验获得的，尚缺乏明确的解剖联系径路的证实。曾假定它们的自主神经影响，是通过小脑与下丘脑或底丘脑之间的联系来实现的；或者是通过更直接的径路至脑干及脊髓的自主神经中枢。刺激小脑对内脏活动所产生的作用，与副交感神经的反应相似，所以，可能是由于兴奋了副交感神经或抑制了交感神经的功能的结果。

二、纹状体的自主神经调节

一般认为，纹状体，特别是新纹状体的尾状核及壳核，与自主神经的活动有关。根据临床观察，当纹状体损伤时，常伴有汗腺分泌、泪腺分泌、体温调节等内脏活动的紊乱。实验资料证明，纹状体也发放冲动，对内脏活动有某些影响。例如，刺激纹状体后，有瞳孔、小肠、膀胱、子宫及血管平滑肌的收缩反应。损伤尾状核头部可引起发热，而且还产生多尿及尿的比重增加等。实验资料也支持了这样的假说，即纹状体前部对身体的水盐平衡有特殊的影响，自此有纤维联系至灰结节。

(傅志良 王保芝)

第三十八章 自主神经的周围部

第一节 自主神经周围传出纤维

一、交感神经与副交感神经的一般区别

自主神经周围传出纤维，通常可分为交感神经与副交感神经。二者在形态、功能及对某些药物反应方面，均有若干区别。

(一) 交感神经与副交感神经的节前神经元所在的部位不同

交感神经的节前神经元在脊髓第一胸节至第三腰节灰质侧柱的中间外侧核内。副交感神经的节前神经元在中脑、延髓及脊髓的骶部(第二至第四骶节)灰质内。交感神经与副交感神经的节后神经元，位于各自固有的神经节内。如椎旁神经节和椎前神经节是属于交感神经的；睫状神经节、翼腭神经节、下颌下神经节、耳神经节及壁内神经节是属于副交感神经的。由于交感神经节离效应装置较远，因此其节前纤维较短，节后纤维较长；而副交感神经节离效应装置较近，有的神经节存在于器官本身的壁内，因此其节前纤维较长而节后纤维较短。

(二) 交感神经与副交感神经的分布范围不同

几乎全身各部都有交感神经分布；但副交感神经的分布则比较局限，某些器官不具有副交感神经的支配，例如皮肤和肌内的血管、汗腺、竖毛肌和肾上腺髓质等，就只有交感神经的支配而缺乏副交感神经的分布。

(三) 交感神经与副交感神经的功能各有其特征

交感神经的功能突出地表现在当机体应付急剧的环境变化时，产生兴奋以适应其需要，主要是引起心跳加快，冠状血管血流量增加，皮肤和腹腔内脏的小动脉收缩而引起动脉血压增高，血糖升高，呼吸加深变快，瞳孔散大等一系列反应。而副交感神经的作用则具有保持身体安静时的生理平衡；如协助营养消化的进行，保存身体的能量，协助生殖的活动等。

交感神经与副交感神经分布到同一器官，二者具有拮抗作用；诸如交感神经使心搏加快，而副交感神经则使之减慢；对瞳孔的活动，交感神经分布于开大肌，副交感神经分布于括约肌；等等。这种拮抗作用可以使内脏器官的活动灵敏地适应机体不同状态的需要。

交感神经与副交感神经的作用既是对立的，又是相辅相成的，它们相互依存，在器官的活动中形成一个统一体，二者从相反的方面共同来调节这个器官的活动。如交感神经使心跳加快，副交感神经使心跳减慢，在正常情况下两者共同作用于心脏，使心跳维持每分钟75次(平均值)的频率。交感神经与副交感神经是矛盾着的两方面，在一定条件下，双方又各向着它的对立面转化。机体处于某一状态时，必定有一方面是主要的，他方面是次要的。但当机体处于另一状态时，则二者的主次关系可相互转化。如当剧烈运动时，交感神经是矛盾的主要方面，副交感神经居于次要地位，交感神经兴奋占优势，调节脏器的功能以适应急剧的变化，主要表现为心脏活动加强，腹腔器官血管收缩，使流进骨骼肌的血量增加，肝糖原分解加快，血中糖的含量升高。反之，在安静休息时，则副交感神经兴奋占优势，转化为矛盾的

主要方面，表现为心跳变得较慢，胃肠道活动加强，以适应消化、吸收功能的需要。

(四) 交感神经与副交感神经末梢所产生的化学递质不同

交感神经与副交感神经节前纤维的神经末梢释放的化学递质，均为乙酰胆碱。副交感神经节后纤维的神经末梢，也是释放乙酰胆碱。大部分交感神经节后纤维的神经末梢，释放交感素(去甲肾上腺素及少量肾上腺素)；但又有小部分交感神经节后纤维的神经末梢，如支配汗腺及骨骼肌的交感神经舒血管节后纤维，却是释放乙酰胆碱。凡释放乙酰胆碱的神经纤维，称为胆碱能纤维；释放交感素的为肾上腺素能纤维。

(五) 交感神经与副交感神经引起效应器发生反应的间隔期不同

交感神经与副交感神经所传导的神经冲动到达效应器时，效应器对这些冲动发生反应的间隔期是不同的。副交感神经的间隔期很短，为一秒的百分之几或千分之几。而交感神经的间隔期，要经过若干秒或竟达一分钟。此外，当对两种神经纤维的刺激停止后，效应器所表现的后作用也不一致。副交感神经对效应器所表现的后作用很短，而交感神经对效应器的兴奋效应可维持数秒，甚至达数分钟。

(六) 交感神经与副交感神经对某些药物的反应不同

有些药物专作用于交感神经，而另一些药物则专作用于副交感神经，对自主神经有选择性。如阿托品能麻痹器官对副交感神经节后纤维的反应；麦角毒能麻痹器官对交感神经节后纤维的反应；肾上腺素对器官的作用与交感神经节后纤维作用类似；乙酰胆碱、毛果芸香碱和毒蕈碱对于器官的作用则与副交感神经节后纤维的作用类似。

二、自主神经节的结构

自主神经节 autonomic ganglion 按其位置排布，可分为三类：

(1) 椎旁神经节 paravertebral ganglia；或称椎神经节 vertebral ganglia，即交感干神经节 ganglia of sympathetic trunk，位于脊柱两旁，每边一行，由短的节间支将神经节相连，排成链状，构成两个交感神经干。

(2) 椎前神经节 prevertebral ganglia；又称侧副神经节 collateral ganglia，在脊柱前，主动脉附近；包括腹腔神经节 celiac ganglia，肠系膜神经节 mesenteric ganglia 等。

(3) 终末神经节 terminal ganglia；分布于它们所支配的组织(或器官)附近或组织内(或脏器壁内)。在脏器壁内者又称壁内神经节 intramural ganglia。如位于肠肌及粘膜下神经丛内的小群神经细胞。

自主神经节大小不一，大的有特定的形态结构，被结缔组织被膜包裹；小的则为无被膜的细胞集团，或仅为独立的神经细胞，散布在所支配器官的壁内或邻近。

大的自主神经节的结构：外有明确的结缔组织被膜，被膜与神经外膜相连续。被膜内的结缔组织构成网状支架，包围着神经细胞和纤维，并含有血管及淋巴管。自主神经节细胞的分布，较之脊神经节稍为均匀(不象脊神经节细胞那样被神经纤维分成若干群)。神经细胞体，由间质和卫星细胞所形成的被囊包围着(图 5-399)；神经细胞的长树突和轴突穿囊而出，而短树突则保留在囊内。被囊与轴突周围的神经膜相连续。有人认为这种自主神经细胞的卫星细胞相当于中枢神经内的少突胶质细胞。自主神经节细胞主要为多极神经元。

(一) 自主神经节细胞的形态与类型

自主神经节细胞在形态和体积大小上有相当大的差异(若以自主神经节与脊神经节对比，

则脊神经节内细胞体积大小差异更大)。细胞体在组织切片上的外形显示为卵圆形、梨形、球形或多角形。根据细胞体积大小,可将自主神经节细胞分成三型;平均直径在 $15\sim 24\mu\text{m}$ 者为

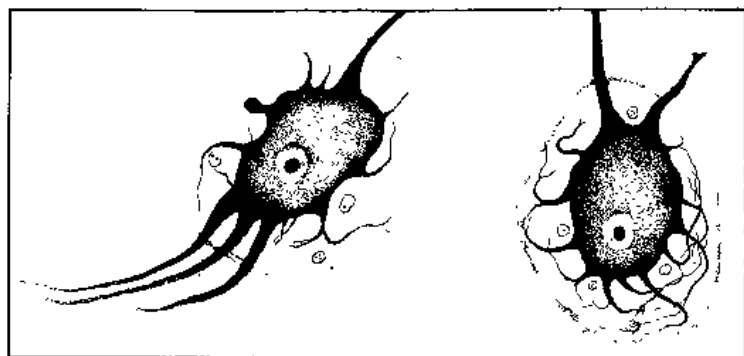


图 5-399 交感神经节细胞的长和短树突(短树突主要在囊内)

小型细胞; $25\sim 34\mu\text{m}$ 者为中型细胞; $35\sim 55\mu\text{m}$ 者为大型细胞。同一自主神经节内细胞的大小也有区别。在不同的自主神经节内,大小不同的细胞的数目,在比例上也不尽一致。大型细胞在颈上、中交感干神经节内占多数;其他交感干神经节内,中型细胞占多数,大型细胞与小型细胞数量差不多相等。椎前神经节内的神经

节细胞的大小则比较相似,直径多在 $35\sim 42\mu\text{m}$ 之间。头部的自主神经节,主要包含中型细胞,并有少数大型及小型细胞。

交感与副交感神经节内细胞的形态相似,主要为多极神经元,但也有少数为双极及单极神经元。多极神经元所有的胞浆突起,除掉一个代表轴突外,其他的都可以认为是树突。树突的数目,少者 $3\sim 4$ 个,多者可达 20 个。

(二) 自主神经节的细胞学及组织化学

1. 神经原纤维 在自主神经节细胞内,神经原纤维是恒定的结构,存在于整个胞浆内,包括树突和轴突(图 5-400)。但其含量、分布和排列则有很大的差异。在自主神经节的切片中,大多数神经节细胞内有丰富的、并能清楚染色的神经原纤维;而其中某些神经节细胞,仅在它的胞浆突内及细胞体的周边部可以显示,在核周区内缺乏。有人用电子显微镜观察到内脏神经轴突内有粗、细两种类型的神经原纤维。

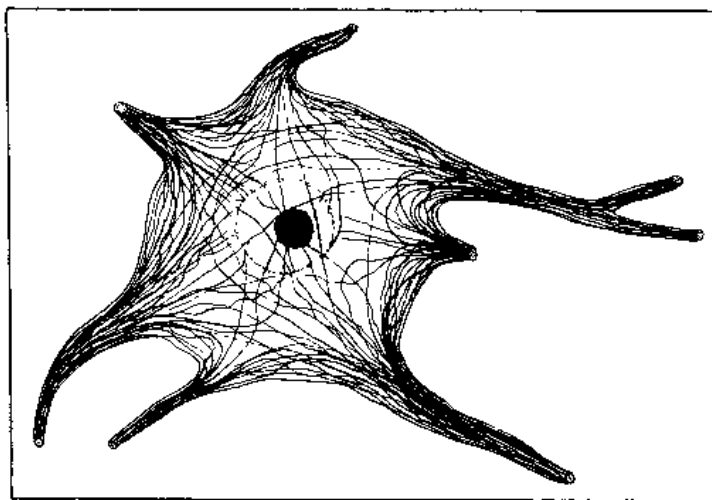


图 5-400 交感神经节细胞的神经原纤维结构

2. 核外染色质 正常的自主神经节细胞,在胞浆内也具有核外染色质即尼氏体。在人类此种神经节细胞内尼氏体出现得相当早,在出生前大多数细胞内已非常丰富,在新生儿已显示接近成人的形象。细胞内尼氏体的形态,由于取材部位和制片方法的不同,所以在许多人的报导中,互相存在着许多分歧。根据一般组织切片的观察和一些研究者的意见,认为交感神经节细胞内的尼氏体为细小的颗粒,在胞浆内分布不均,核的附近及细胞质的外周带较多,其他部分则呈弥散分布。尼氏体主要为核糖核蛋白。

有人曾按自主神经节细胞内尼氏体的形态作为细胞分类的根据。也有人藉尼氏体在神经细胞不同功能状态下有多种变化反应的性能,作为病理诊断的依据。

3. 高尔基复合体 在猫的自主神经节内,高尔基复合体为疏松的嗜银物质网,均匀地分布于整个细胞体内或凝集在核周区。用电延长刺激猫颈上神经节的节前纤维,可引起神经节细胞内高尔基复合体的变化,网破裂而形成散在的高尔基复合体或可完全消失。

4. 线粒体 在交感神经节细胞浆内呈细小颗粒及杆状。电子显微镜下显示为略呈圆形或长卵圆形小体,具有明显的横嵴。在线粒体的膜上堆积有微细的颗粒。

5. 抗坏血酸(维生素C) 在人及猫、狗等动物的自主神经节细胞中,用组织化学方法,显示出细胞浆内的抗坏血酸为黑色颗粒,可均匀地分布在整个胞浆内或局限于高尔基复合体所在的区域内。自主神经节内抗坏血酸的多少与饲料中抗坏血酸的含量有关。用高维生素C饲料喂养豚鼠,细胞内维生素C增加;反之,以缺乏维生素C的饲料喂养,则减少。

用电延长刺激猫的节前纤维,能引起神经节细胞内抗坏血酸量的减少。在切断节前纤维后一周或更长时间,抗坏血酸的量在某些神经节细胞中仍接近正常,而在另一些神经节细胞中则有增加。

当兔患血胆固醇过高及动脉粥样硬化时,其神经节细胞中的抗坏血酸量是减少的。在患高血压及外周血管病的病人,因做外科手术而切除的自主神经节中,其神经节细胞内的抗坏血酸量也发生改变,显示其浓缩在细胞浆的一小区域内。

6. 磷酸酶 猫的自主神经节细胞胞浆内,显示碱性磷酸酶阳性反应。在猫、兔、豚鼠妊娠时,观察到交感神经节细胞内的碱性磷酸酶的活性增高。用电刺激猫的节前纤维,在交感神经节细胞的胞浆内、核内、特别是核仁内的碱性磷酸酶的活性减低,而同时在神经胶质细胞中(如卫星细胞)则活性增高。在人类自主神经节细胞内的碱性磷酸酶活性,比实验动物更易变动,这可能是由于细胞在不同功能状态下有较大的变异性。

酸性磷酸酶的活性,在不同动物显示有很大的差别。节前纤维受刺激后,在神经节细胞内的量即减少。

7. 糖原 猫、狗及人的自主神经节,以PAS方法处理后,并以1%的麦芽糖淀粉酶检定,显示许多神经节细胞内有大量糖原存在。而含有丰富糖原的神经节细胞数目,在不同神经节内是有变动的。用电延长刺激猫的节前纤维后,含有丰富糖原的神经节细胞数目增加,并且PAS的阳性反应也是有所增强。

8. 色素 在交感神经节细胞中有两种色素。一为淡黄色颗粒,是脂肪类物质,可溶解在脂溶剂内(如酒精或二甲苯),并有嗜苏丹的性能。另一种为不能被脂溶剂溶解的黑色素,这种色素,在30岁以前很少,除非患慢性传染病或其他恶性疾病。

9. 细胞核 自主神经节细胞的核,呈圆形或卵圆形,染色质少。有一个或较多的核仁。大多数细胞核位于中央,但有些是在偏中位。一般自主神经节细胞是单核,但双核及多核的神经节细胞也可见到,尤其在小儿及年轻人的自主神经节内常可观察到(图5-401)。随年龄的增长,双核及多核细胞数目即减少,在老人很少发现。有的人认为这些细胞保持着没有核变化的分裂能力,这种分裂至成人时仍可发生。

10. 轴突 自主神经节细胞的轴突,有的自细胞体的圆锥(或轴丘)上发出。也如中枢神经内的细胞那样,在轴丘处缺乏核外染色质,但没有那样明显。有的轴突则自树突接近胞体部的附近发出。轴突的侧副枝比较少,但近终末处,则常有分支。神经元纤维可自胞体进入轴突,并在轴突全长内都有分布。自主神经节细胞的轴突,为节后传出纤维,是无髓鞘或薄髓鞘纤维。但据某些人用偏光显微镜观察,所有自主神经都是有髓鞘纤维,即使最细小的纤维,

也有薄弱的髓鞘包绕。所有轴突都具有神经膜(即雪旺鞘)。但因髓鞘非薄,而神经膜又紧密包裹着轴索,所以郎飞节也不能明确识辨。

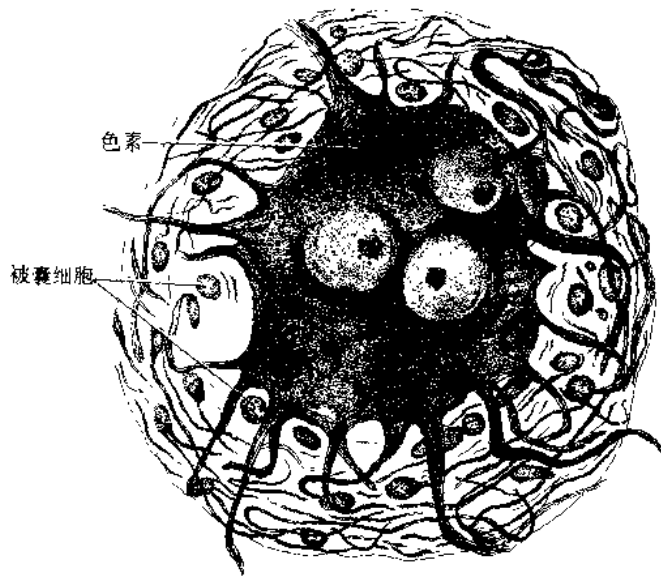


图 5-401 颈上神经节内一个神经节细胞具有三个核(人,32岁)

树突,在数目、形态及分布上有很大的不同。树突一般发出分支并常显示曲张。树突起始部较宽阔,含有核外染色质。神经原纤维分布于树突全长。树突可分长短两种;长者又称为囊外树突,短者又称囊内树突。

11、树突 自主神经节细胞的树突,在数目、形态及分布上有很大的不同。树突一般发出分支并常显示曲张。树突起始部较宽阔,含有核外染色质。神经原纤维分布于树突全长。树突可分长短两种;长者又称为囊外树突,短者又称囊内树突。

(1) 短树突: 在人的自主神经节中非常多,在哺乳动物则较少。短树突可由细胞的各方面分支;或由细胞一侧分支形成小球 glomeruli 结构(图 5-402)。这种小球常由两个或更多的自主神经节细胞的树突

联络而成,整个结构都包在一个神经节细胞的被囊内。依据参加形成小球的神经元数目,分为单细胞型、双细胞型、三细胞型和多细胞型等四种不同类型。

(2) 长树突: 穿出神经节细胞被囊,在细胞间经过并发分支。参与其他节细胞的树突和轴突分枝在一起形成的细胞间丛。根据形态学的特征,有人曾将自主神经节细胞分为五种类型: ①长树突型; ②单细胞或多细胞树突小球型; ③短树突型; ④有孔神经节细胞型; ⑤小神经细胞型。又有人简单地按树突形态,将自主神经节细胞分为三种类型: ①短树突细胞; ②长树突细胞; ③长及短树突兼有细胞。

(三) 节前纤维与节后神经元间的联系

自主神经节内具有节前纤维及节后神经元的突触。每一节前神经元的轴突分支与一个以上的节后神经元相联系(图 5-403)。这种联系的节后神经元数目,在交感神经节较副交感神经节为多。猫的颈上神经节内,节前纤维与节后神经元的比例为 1:11 至 1:17 之间,而在睫状神经节内的比例则为 1:2。

一个或多个节前神经元轴突的终末支,一般是平行于节后神经元的树突或以螺旋式行程包围树突,行于细胞间丛内。有的轴突穿神经节细胞被囊,与囊内的树突相缠络,参加细胞周围丛或小球。轴突的终末支就在这些丛内与树突形成突触;有的轴突终末与细胞体形成突触。轴-树突触为多数,轴-体突触为少数(图 5-404)。

轴突终末成球状膨大、小环或祥状,与树突或胞体接触(图

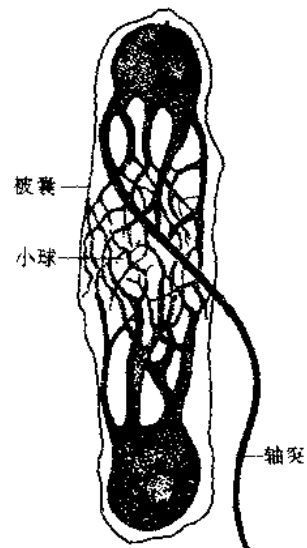


图 5-402 两个交感神经细胞的树突形成小球

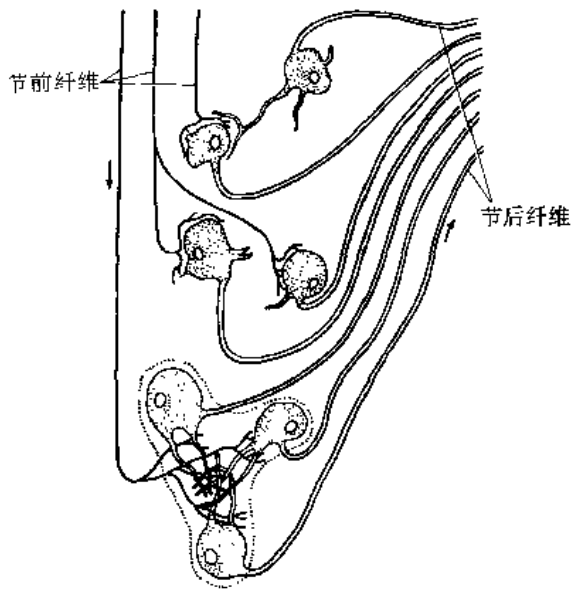


图 5-403 显示一条节前纤维可联系两个或更多的交感神经节细胞

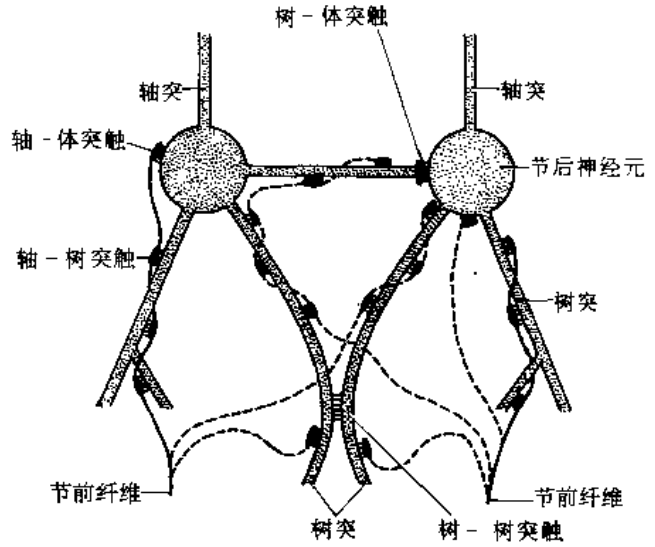


图 5-404 猫颈上神经节内节前神经纤维与节后神经元联系的示意图

节前纤维末梢的膨大，显示为突触区，以横线表示节前纤维与节后神经元间的突触。点线表示节前纤维可能的分支。图中也显示了树-树突触及树-体突触

5-405)。

有人以连续切片及电子显微镜，观察猫颈上交感神经节的突触结构。节前纤维终末的球状膨大内，最普通的细胞器为：明亮小泡(即无颗粒小泡)，直径为 30~50nm；致密中心体小泡，直径为 70~100nm；高度不透明的颗粒，大小约 20~40nm；及线粒体。突触有三层特殊带，为突触前膜、突触后膜及两膜之间的间隙，间隙宽 15~30nm，内含有明暗相间的染色物质。



图 5-405 交感神经细胞体上的节前纤维终末

三、节后纤维的终末结构

自主神经节细胞发出的轴突，称为节后纤维。终止于平滑肌的，一般形成细微的丛，称为基丛，包围个别肌纤维或肌纤维群。终于腺体的，一般以为在基膜邻近形成丛，自此丛发出纤维，穿过基膜并终于腺细胞。

常用镀银法观察到支配平滑肌和心机的自主神经终末，于肌纤维表面形成膨大的末梢或呈小环状。腺细胞的自主神经纤维末梢，则呈扣状膨大(图 5-406)。

用电子显微镜和荧光组织化学方法对自主神经终末装置的研究，比早期光学显微镜和电生理研究有了进一步的发展。对哺乳动物及低等动物的研究，均认为有一种化学递质，自基丛内轴突终末串珠状曲张的膨体中释放出去。

普遍地认为，支配腺体、平滑肌、心机的交感神经肾上腺素能纤维，反复分支，构成很细而且曲张的神经网络，包以雪旺鞘(神经膜)，并有吻合束，构成丛状。自此丛发出单轴突或

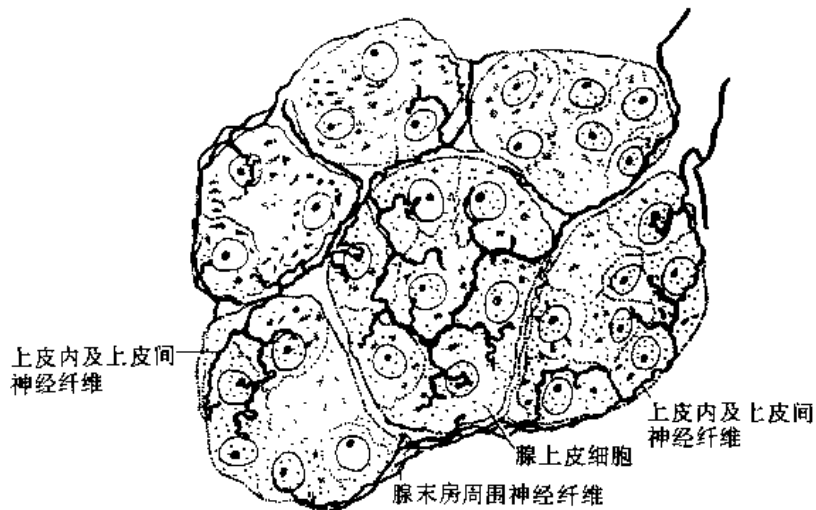


图 5-406 成年鼠胰腺末房周围和内部的神经末梢

2~3 个轴突形成一束，离开神经网并行一定距离后，与许多效应细胞紧密相接。此形象可在镀银切片上见到，这种丛及丛内纤维显示成串珠状膨大。在荧光标本上显示相似的一系列发亮的小泡。在电子显微镜连续切片中，显示了自主神经基丛内的无髓鞘纤维是膨大和狭窄的交替。有人把这种轴突上的局部膨大，称为轴膨体。

曾经有许多人在输精管、虹膜、小肠、心及血管等组织中，用电子显微镜观察过轴突终端结构。现将鼠输精管的神经-肌接触的细微结构，简述如下。

单支轴突由一束轴突中分离出来，其被神经膜全部或部分包裹，并有基膜被盖。在轴突内见到神经原纤维(直径为 6~10nm)、稀疏分布的内质网囊泡、线粒体、较粗的管状小丝(约 20nm)及有膜包围的小泡。每个小泡内显示有电子致密的颗粒或一充满均质性物质的中心。某些轴突具有无颗粒的小泡及某些混合小泡。小泡是神经末梢特征性的形式。

最后轴突失去神经膜，裸轴突上可能有基膜被盖，单支穿入狭窄的肌细胞间隙内。轴突紧密贴于肌纤维表面的沟槽内。轴突膜与肌膜并列，两者间隔 18~25nm。基膜不进入间隔内。轴突膜与肌膜接触的地方没有特化，这与运动终板不同。间隔内也没有足够量的物质，象运动终板那样形成中等电子密度的一层。常见吞饮小泡进入接触区(图 5-407)。

神经终末内有小泡、线粒体、稀疏分布的粗及细的神经原纤维。小泡有颗粒小泡及无颗粒小泡。前者直径约为 70~100nm，后者直径约为 30~50nm。

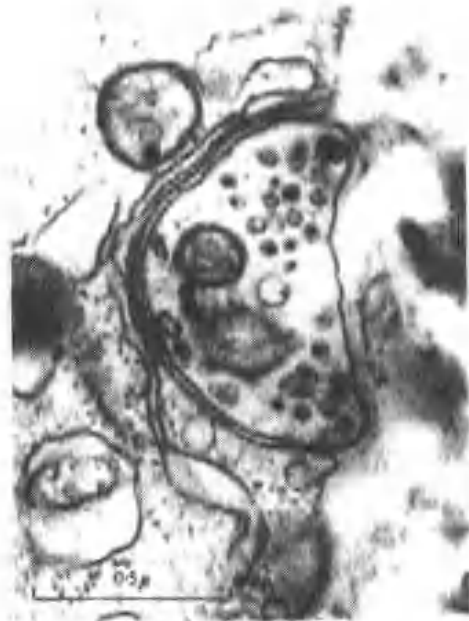
用冷冻蚀刻标本的电子显微镜研究，肯定了未经固定组织的轴膨体内包含着小泡与线粒体。这与一般电子显微镜的观察相一致。

许多研究证明，肾上腺素能纤维终末的膨体内的颗粒小泡含有大量去甲肾上腺素；而胆碱能纤维终末膨体内的无颗粒小泡，含有乙酰胆碱。当肾上腺素能纤维受电刺激后，特别在应用利血平以后，在它接近效应细胞处的轴突终末的膨体内，所含大量的去甲肾上腺素，便从膨体中释放出去；用荧光显微镜检查，可见其荧光被均匀地排空。

有些研究者提出轴突终末的珠状节段及终末的膨体，为释放传导递质的聚集部位。这种传导递质的小泡，只是表现为生成递质的一种形象；小泡可能来自神经细胞体的核周区，或来自轴突内的特殊区域。当其下降时，在轴突内成为不连续的质块。轴突终末的串珠膨大，反映了波浪式运输的蠕动现象。在整个终末长度上均可能具有释放传导递质的能力。



1. 鼠输精管肌间隙内无髓纤维纵切面电子显微镜观察。在此神经纤维中部膨大，包含许多无颗粒小泡；粗神经原纤维平行排列在胞浆内



2. 一神经终末含有少量小泡及两个线粒体，其中一个线粒体外膜被横切。肌膜与神经终末的间隙，约 25nm。肌膜与肌线粒体间有扩大延续的内质网。一排吞饮小泡联系着肌膜，位于突触的区域内



3. 一神经终末，含有三个线粒体(有一个外膜被横切)以及有许多颗粒及无颗粒小泡。这轴突终末位于肌纤维表面的沟内



4. 一纵切的神经轴突，含有粗神经原纤维及无颗粒和颗粒小泡。在轴突两侧的肌纤维被横切

图 5-407 鼠输精管平滑肌内神经末梢细微结构的电子显微镜观察

交感神经元内突触小泡的生命周期：有人根据研究资料，对交感神经元内突触小泡的来源及转变，并将其生命的周期活动，曾提出如下的意见：在神经细胞体内的水溶性嗜铬颗粒蛋白 chromogranin 由内质网的核肌粒综合而成。它们被转移到高尔基体，包裹在以膜围成的小泡内。这便形成大颗粒状的小泡前身，很快的向轴突转送，进入轴突终末部的膨体内。它们在途中，可能合成去甲肾上腺素，但是这对递质的周围储存，只是稍有帮助；因递质主要是在轴突终末的局部部位内合成的。当大的小泡前身到达轴膨体部位时，某些膨体就演变成连续的轴膨体。于此小泡前身也转变成细小的突触小泡。这种转变，可发生

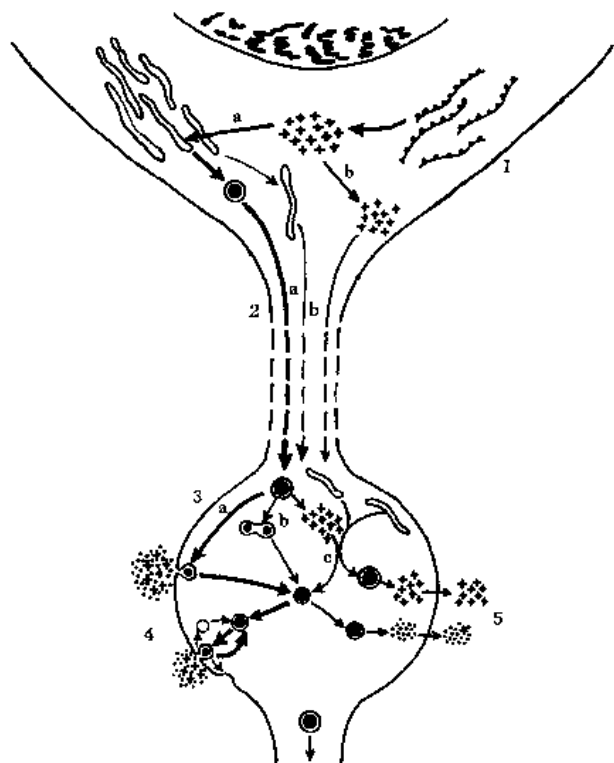


图 5-408 交感神经元内突触小泡生命周期示意图
a 为主要径路，以粗箭头表示；b、c 为可替换的径路，以细箭头表示；点线表示神经元体与轴突终末小膨大间的压缩图形；+ 代表小泡的水溶性嗜铬颗粒蛋白；- 代表传递介质(去甲肾上腺素)。

周期的连续步骤为：1. 神经元体内合成小泡的成分；2. 小泡或其合成成分经轴浆转输；3. 在轴突终末，大颗粒状的小泡前身，由于部分细胞外排出作用，转变成不同形的小泡；4. 小泡转变时重复循环，直至它变成完全耗尽；5. 大及小的小泡在局部地区形成，并各自以扩散作用释放水溶性嗜铬颗粒蛋白及去甲肾上腺素(1~4 步的不同解释)

经轴突膜弥散入突触间隙。

此外，某些突触小泡的成分，可能在神经细胞体内合成，然后分别转送至轴突内；也可能是在轴突的某局部被合成。而这些成分集聚形成突触小泡，却是发生在轴突终末的轴膨体内(图 5-408)。

四、自主神经末梢释放的递质

(一) 自主神经末梢释放递质传递兴奋

自主神经末梢兴奋的传递，是靠神经末梢释放某种化学递质来实现的。节前神经元接受神经中枢的冲动，通过节前纤维，传导至自主神经节。节前纤维的末梢释放递质使节后神经

蛋白 chromogranin 由内质网的核肌粒综合而成。它们被转移到高尔基体，包裹在以膜围成的小泡内。这便形成大颗粒状的小泡前身，很快的向轴突转送，进入轴突终末部的膨体内。它们在途中，可能合成去甲肾上腺素，但是这对递质的周围储存，只是稍有帮助；因递质主要是在轴突终末的局部部位内合成的。当大的小泡前身到达轴膨体部位时，某些膨体就演变成连续的轴膨体。于此小泡前身也转变成细小的突触小泡。这种转变，可发生

在小泡反复地参与递质释放的消耗过程中，由于其逐渐丧失水溶性嗜铬颗粒蛋白的补充，以及逐渐失去合成与储存去甲肾上腺素的能力而形成的。这里有一种可能的功能作用，就是突触小泡释放递质及水溶性嗜铬颗粒蛋白，是神经细胞的一种胞吐或出胞作用 exocytosis。这种排出作用借小泡膜暂时地与轴突膜接合，而将某些弥散较快的内容物释出细胞外；继后，这种部分排空的小泡，离开轴突膜；其又重新合成及重新吸取去甲肾上腺素，用以补充其失去的部分。上述过程后来尚可发生重复周转多次，直至小泡失去合成去甲肾上腺素的能力。

小泡除以胞吐的方式外排外，尚有两种可能变化情况：一为小泡可能因释放整个内容物后，并入轴突膜而被消灭(逆转的细胞吞饮作用 reverse pinocytosis)。另一种情况为，小泡释放去甲肾上腺素，先入轴浆内，然后

元兴奋，然后将冲动沿节后纤维传向效应器，节后纤维末梢也释放递质，使效应器兴奋或抑制(图 5-409)。

自主神经末梢释放化学递质的事实，首先在蛙心灌注实验中得到证明。即刺激迷走神经后，蛙心的活动受到抑制，如将这受抑制蛙心的灌注液，注入另一活动的蛙心中去，则见另一蛙心也出现抑制现象。这显然是前一蛙心的迷走神经受刺激后，蛙心中有一种化学物质释放到灌注液中去，这种物质随灌注液作用于后一蛙心，使之也发生抑制，这种化学物质称为迷走物质。后来研究证明，迷走物质具有乙酰胆碱的化学性质，能被胆碱酯酶所破坏。在许多其他的器官中(如胃肠道、膀胱、下颌腺等)，刺激其副交感神经，也可在其灌注液

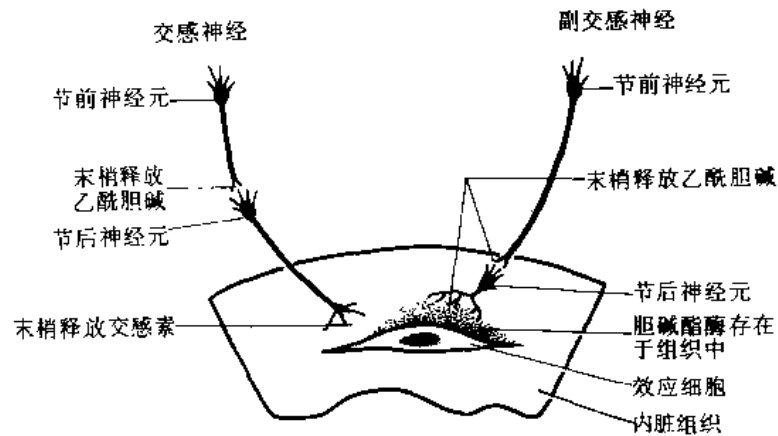


图 5-409 自主神经系统神经末梢的化学传递

中找到乙酰胆碱。有人以乙酰胆碱注射入血液中，乙酰胆碱作用于自主神经的效应器，包括心脏，其作用与效应器接受副交感神经的作用相似。在药物的应用上也证明迷走物质就是乙酰胆碱。凡是抑制胆碱酯酶的药物(如毒扁豆碱等)都具有保护迷走物质(乙酰胆碱)的效用。阿托品能阻断乙酰胆碱对平滑肌的作用，也可阻断副交感神经释放的递质对效应器的作用。

(二) 不同性质的神经末梢释放不同的递质

现已知道，全部自主神经的节前纤维末梢、躯体神经的末梢和副交感神经的节后纤维末梢所释放的递质都是乙酰胆碱；此外，支配汗腺的交感神经节后纤维以及支配骨骼肌的交感舒血管的节后纤维，也是分泌乙酰胆碱。凡是释放乙酰胆碱作为神经末梢兴奋递质的神经纤维，均称为胆碱能纤维。胆碱能纤维所释放的乙酰胆碱，在几毫秒内即被存在于组织中的胆碱酯酶水解破坏而失去作用。所以副交感性效应作用时间较短。

大多数交感神经节后纤维释放的化学递质主要为去甲肾上腺素和少量肾上腺素。

刺激猫的支配尾巴的交感神经，可以引起尾巴上毛的竖立和血管收缩，同时该动物的去神经支配的心脏活动也加速；如果将自尾巴回流的静脉结扎，再刺激这一交感神经，就只能引起尾巴上毛的竖立和血管收缩，却不能导致心搏加速。显然支配尾巴的交感神经末梢确能释放一种递质，由静脉回流作用于心脏，这种递质称为交感素。在刺激星状神经节、腹部交感神经链和支配肝的交感神经等实验中，均证明静脉血中出现交感素。后来的研究指出，交感素至少是两种儿茶酚胺——主要为去甲肾上腺素及少量的肾上腺素混合成的。去甲肾上腺素与肾上腺素的作用基本上是相似的，但对不同效应器的作用强度有区别。凡释放肾上腺素一类递质的神经纤维，均称为肾上腺素能纤维。

肾上腺素能纤维释放的递质(交感素)，主要由神经末梢重新摄取回收，少部分被单胺氧化酶和儿茶酚氧位甲基转移酶所氧化破坏。但其重新摄取回收和破坏的速度较慢，所以交感

神经的效应持续较久。

最近的研究资料表明，在自主神经系中存在多种生物活性物质：如嘌呤核苷酸、促胃液素、舒血管肠肽 vasoactive intestinal peptide 和生长抑制素 somatostatin 等。认为这些物质具有神经递质的功能，并把自主神经系中存在的这种既非肾上腺素能纤维又非胆碱能纤维的第 3 种神经成分，称为嘌呤能纤维(或称嘌呤能神经, purinergic nerves)和肽能纤维(或称肽能神经, peptidergic nerves)。目前对于自主神经系中的第 3 种成分，尚未取得一致的看法，尽管如此，这方面工作所取得的迅猛发展，是值得我们注意的。

在一般情况下，自主神经末梢不断地释放微量的递质，但当其受刺激而发生兴奋时，释放的递质立刻增多。

(三) 神经递质与受体的关系

自主神经末梢释放的递质不同，当然产生不同的效应。但是同一种递质对不同的效应器，也引起不同的效应，如去甲肾上腺素对血管平滑肌起收缩作用，而对胃肠道平滑肌起松弛作用。目前认为神经末梢释放的递质，不是直接作用于效应器细胞，而是先与效应器细胞膜上的一种称为受体的特殊结构先结合，继而引起效应器细胞一系列的变化，如细胞膜对离子通透性的改变，细胞膜电位的改变等，并使细胞及组织兴奋或抑制。因为受体不同，所以同一种递质对不同效应器就产生不同的效应。

1. 胆碱能受体 与乙酰胆碱相结合的受体，称为胆碱能受体。这类受体又区分为两种：一种为菸碱样受体，分布在自主神经节，与自主神经节前纤维分泌的递质相结合，此外也分布于中枢神经系及骨骼肌。另一种为毒蕈碱样受体，分布在胆碱能神经的节后纤维所支配的效应器，如心、肝、汗腺等，与胆碱能神经的节后纤维所分泌的递质相结合。

2. 肾上腺素能受体 与肾上腺素及去甲肾上腺素相结合的受体，称为肾上腺素能受体。这类受体在不同研究者有不同的分类方法。有人提出：肾上腺素使平滑肌收缩的作用，是通过兴奋受体实现的；引起平滑肌松弛的作用，则是由抑制受体完成的。有人观察肾上腺素、去甲肾上腺素和异丙去甲肾上腺素等六种拟交感胺在各种效应器的作用，归纳为 α 和 β 二类受体。 α 受体主要表现为兴奋功能，如使皮肤血管、肾血管、子宫和瞬膜等平滑肌收缩，但也包括肠平滑肌的松弛； β 受体主要表现为抑制功能，如使横纹肌血管和支气管平滑肌松弛，但也包括心脏的兴奋。有的人提出另一分类法，即分为肾上腺素能兴奋受体(使平滑肌收缩)、肾上腺素能抑制受体(使平滑肌松弛)及未分化受体(引起心脏兴奋)。后来又有人把肾上腺素能受体分为四类： α 受体使平滑肌收缩， β 受体使心脏兴奋和肠道以外的平滑肌松弛， γ 受体使糖原分解， δ 受体使肠平滑肌松弛。还有人根据儿茶酚胺的结构和作用关系，把 β 受体分为 β_1 和 β_2 ，在心脏的 β 受体称 β_1 ，引起心率加快，心肌收缩力加强；在支气管和血管平滑肌的受体称 β_2 ，引起血管和支气管平滑肌松弛。

一般说，有的效应器只有一种受体，如心脏和支气管只有 β 受体，大部分血管只有 α 受体；也有某些效应器同时具有 α 及 β 两种受体，如横纹肌血管和肝脏血管的平滑肌及肠管平滑肌，以 β 受体占优势，但也有 α 受体。去甲肾上腺素主要与 α 受体结合，所以它对心血管系的影响主要表现为血管收缩作用。肾上腺素则与 α 和 β 两种受体都易于结合，由于 α 受体兴奋时使血管收缩， β 受体兴奋时使血管扩张，以致对总外周阻力的影响不大，故肾上腺素的作用主要表现为 β 受体兴奋时对心脏的兴奋作用。

效应器官的受体类型及对肾上腺素能刺激的反应

效应器官	受体类型	反 应
1. 心脏：窦房结 房室结与传导系统 心房 心室	β_1 β_1 β_1 β_1	增加心率 增加传导缩短功能性不应期 增强收缩力与增快传导速度 增强收缩力与增快传导速度 增加自动起搏的自动性与心率
2. 动脉：冠状动脉 皮肤与血管 骨骼肌 脑 肺 腹腔脏器	α 与 β α α 与 β α α 与 β α 与 β	收缩，扩张 收缩 收缩，扩张 轻度收缩 收缩，扩张 收缩，扩张
3. 静脉： 全身静脉	α 与 β	收缩
4. 肺、支气管平滑肌	β_2	扩张
5. 胃肠道蠕动： 胃 肠 括约肌：胃	β α 与 β α	增加 减少 收缩
6. 膀胱：逼尿肌 膀胱三角和括约肌	β α	松弛 收缩
7. 眼：瞳孔开大肌 睫状肌	α β	收缩(瞳孔散大) 松弛
8. 皮肤：竖毛肌 汗腺	α α	收缩 手掌和足底出汗
9. 中间代谢： 脂肪代谢 糖代谢	β β	脂肪分解 糖原分解
10. 输卵管 子宫肌	α 、 β ? α 、 β ?	收缩，松弛 收缩，松弛
11. 输精管及阴茎平滑肌	α	收缩
12. 脾包膜平滑肌	α	收缩

“?”表示受体未定

3. 对受体本质的认识 一般认为，受体是细胞膜上的结构，可能是蛋白质、脂蛋白、核酸等，也可能是一个酶系。根据“第二信使学说 secondary messenger theory”认为，受体是细

胞膜上腺苷环酶系的一部分。腺苷环酶分为两个亚单位，在细胞膜外层的为调节亚单位 regulator subunit，内层的为催化亚单位 catalytic subunit。当神经递质或激素(第一信使)作用于调节亚单位，调节亚单位分子构型的稍微改变，就影响催化亚单位的活性，催化亚单位促使细胞内的三磷酸腺苷(ATP)转变成环一磷酸腺苷(cAMP)(第二信使)。后者在效应细胞内发挥作用，调节其生理机能和影响其物质代谢活动。腺苷环酶的调节部就是受体，神经递质或激素与其相结合，存在着特异性。

细胞膜上的腺苷环酶调节亚单位，属于肾上腺素能 β 受体。这种受体可使细胞内的环一磷酸腺苷增加。而肾上腺素能 α 受体则为细胞膜上的另一种酶系，它和腺苷环酶竞争三磷酸腺苷，可对抗 β 受体引起环一磷酸腺苷浓度增加的效应，而使环一磷酸腺苷浓度降低。

有人用化学方法分离受体，认为已初步成功地分离出菸碱样胆碱能受体。这种受体是一种蛋白质，它与胆碱能药物的亲和力很高，例如氨甲酰胆碱、筒箭毒碱等。作用于菸碱样胆碱能受体的药物，可保护这种受体免于和蛇毒结合。而作用于毒蕈碱样胆碱能受体的药物，如阿托品，则无保护作用。最近也有人将分离出来的这种受体蛋白，作为抗原注射入家兔进行主动免疫，使丧失肌力的家兔，得以恢复其肌力。认为这是胆碱能受体蛋白提纯的一个证据。

(四) 神经递质的转化与药物中毒

1605 和 1059 都是有机磷化合物，是常用的农药，杀虫力强，但对人类亦有剧烈毒性。这种药物主要抑制了胆碱酯酶的活性，使乙酰胆碱不能水解。由于乙酰胆碱积蓄过多，导致中毒，相当于胆碱能纤维持久地兴奋。中度中毒症状为：头晕、头痛、恶心、呕吐、腹泻、肌肉颤动，大量出汗、瞳孔缩小。血液中胆碱酯酶活性减弱至 50%。治疗农药中毒的常用药物有阿托品，其对抗乙酰胆碱的作用，在于阻断效应器细胞膜上的毒蕈碱样受体，使它不能与乙酰胆碱相结合。此外应用解磷毒等药物，可复活胆碱酯酶，促进乙酰胆碱的破坏。抢救时也可以两种药物同时采用，达到相互补充的目的。

第二节 副交感部

自主神经周围传出纤维的副交感部 parasympathetic part，即副交感神经。包括节前神经元、节前纤维和节后神经元、节后纤维。由神经纤维组成神经，由节后神经元组成副交感神经节，以及与交感神经共同组成一些神经丛。副交感神经的节前神经元，都位于神经系的中枢部，一部分位于脑干内的副交感神经核；另一部分位于脊髓骶部节段内。自脑干内副交感神经核发出的节前纤维，随脑神经而行。如自中脑缩瞳核发出的纤维行于动眼神经内；起于脑桥泌涎核的纤维在面神经内；延髓泌涎核发出的纤维在舌咽神经内；自迷走神经背核起始的纤维位于迷走神经内。自脊髓骶部第 2、3、4 节段内，即相当于脊髓灰质外侧柱的细胞，自此发出的节前纤维，构成盆神经(或称盆内脏神经)。

副交感部的神经节，主要为副交感神经的节前纤维在此交换神经元，并由此发出节后纤维。这种神经节位于脏器的附近或壁内，亦称终末神经节。除较大的附属于脑神经的四个神经节，即睫状神经节、翼腭神经节、下颌下神经节、耳神经节外，其余的神经节则极细小，分散在内脏壁内。此种分散在内脏壁内的神经节，可在显微镜下观察到，无神经节的被膜，只是由一些神经细胞集聚形成，特称为壁内神经节。节前纤维在壁内神经节交换神经元，发出很短的节后纤维至效应器。现将各部副交感神经分述于下：

一、动眼神经内的副交感纤维

动眼神经内的副交感纤维起于中脑水管腹侧的动眼神经副核或称 Edinger-Westphal 核。自此核发出节前纤维，沿动眼神经出脑入眶，随动眼神经短根至睫状神经节；在此交换神经元，发出节后纤维经睫状短神经入眼球，分布于瞳孔括约肌及睫状肌。也有纤维在睫状神经节内没有发生突触和换元，穿经此节，纤维抵达巩膜上神经节的细胞，于此换元后，以很短的节后纤维，分布于睫状肌和瞳孔括约肌(图 5-410)。

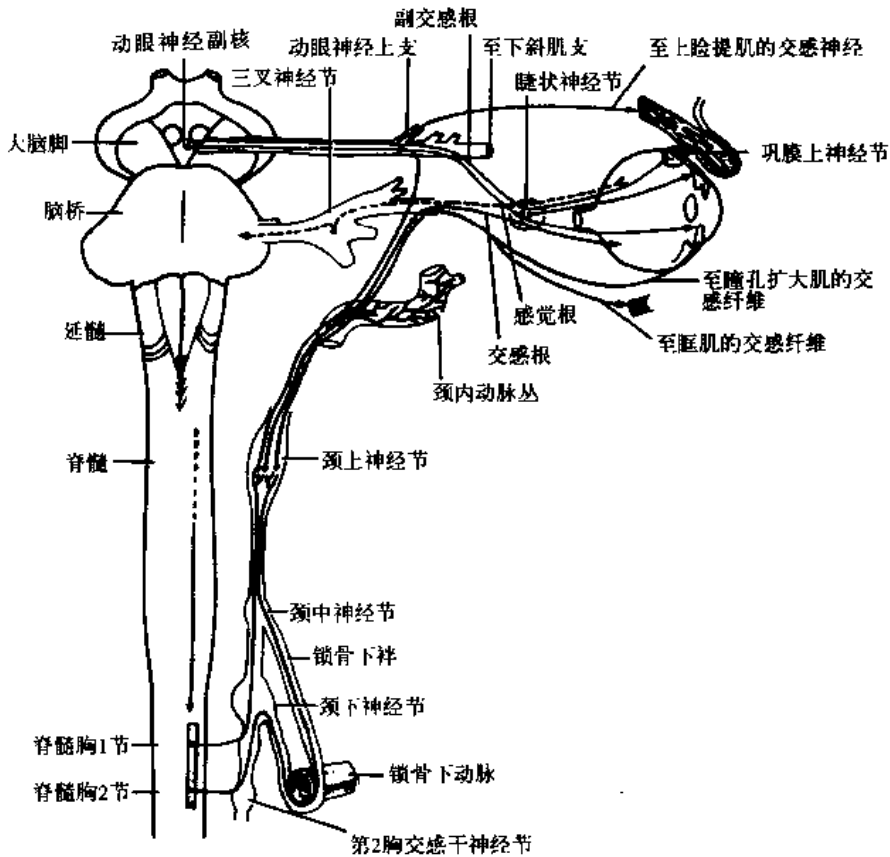


图 5-410 睫状神经节及眼的自主神经的联系

二、面神经的中间神经内含有两种副交感纤维

面神经中的副交感纤维，一种起于脑桥的上涎核，自此核发出的节前纤维经中间神经、鼓索及舌神经，至下颌下神经节交换神经元，发出节后纤维，随神经节的分支分布于舌下腺及下颌下腺。另一种节前纤维来自延髓网状结构内的泪腺核 lacrimal nucleus，此核在脑桥涎核附近，约在脑桥与延髓交界处，其纤维经中间神经、岩大神经，翼管神经，至翼腭神经节交换神经元，其节后纤维经翼腭神经达上颌神经，继经颞神经与泪腺神经的交通支至泪腺神经，分布于泪腺。另外自翼腭神经节发出的节后纤维，经鼻后神经及腭神经分布于鼻腔、腭、扁桃体及上颌的牙龈等部，有使腺体分泌及血管扩张的作用(图 5-411)。

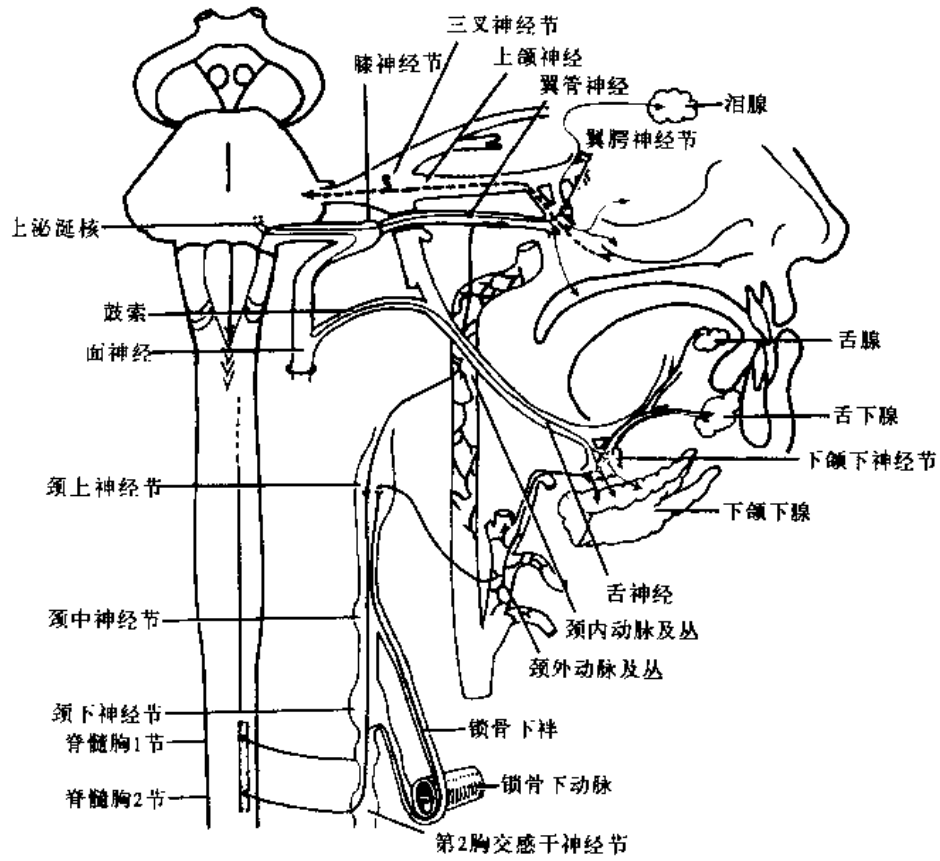


图 5-411 面神经副交感纤维的分布及与翼腭神经节和下颌下神经节的联系

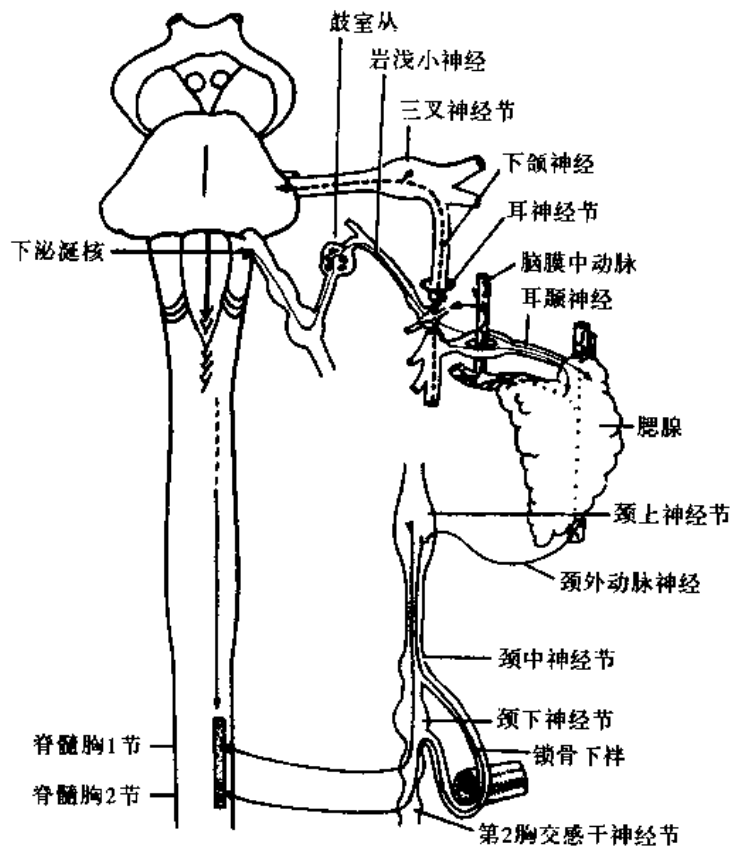


图 5-412 舌咽神经副交感纤维的分布及与耳神经节的联系

三、舌咽神经内的副交感纤维

舌咽神经内的副交感纤维起于延髓泌涎核，发出节前纤维，经舌咽神经及鼓室神经入鼓室，参加鼓室丛的形成，自此再形成岩浅小神经穿出鼓室，至耳神经节交换神经元，其节后纤维经耳颞神经至腮腺(图 5-412)。

四、迷走神经内的副交感纤维

迷走神经内有大量的副交感纤维，来自延髓内的迷走神经背核，经迷走神经及其分支，分布于胸腹腔内的多数器官，如心、肺、食管、胃、肠(几至结肠左曲)、肝、胰及肾等。它的节前纤维至壁内神经节交换神经元，发出节后纤维。至肠管的节前纤维，参加肠肌丛 myenteric nervous plexus 及粘膜下丛 submucous plexus，并止于丛内的神经节细胞，换元后发出节后纤维，分布于该器官。副神经内的副交感纤维，经其延髓根，合并入迷走神经。

五、脊髓骶部发出的副交感纤维

自第 2、3、4 骶节的骶副交感核 sacral parasympathetic nucleus 发出的副交感纤维，由相应的骶神经前根穿出脊髓(主要是第 2、3 骶神经或第 3、4 骶神经)入盆腔，形成盆内脏神经 pelvic splanchnic nerves，又称为盆神经 pelvic nerves 或勃起神经 erectile nerves。盆内脏神经多以分散的纤维束加入盆神经丛；再自此丛发出纤维，至盆丛内的终末神经节或脏器的壁内神经节，交换神经元，发出节后纤维分布于脏器。盆内脏神经分布于直肠、乙状结肠及降结肠、膀胱、男生殖器或女生殖器，其中有至海绵体的血管舒张纤维。

第三节 交 感 部

自主神经周围传出纤维的交感部 sympathetic part，即交感神经。它的组成也包括节前神经元、节前纤维和节后神经元、节后纤维。由纤维组成交感神经、神经丛，由节后神经元组成交感神经节 sympathetic ganglia，它包括椎旁神经节 paravertebral ganglia 和椎前神经节 pre-vertebral ganglia。椎旁神经节又称交感干神经节 ganglia of sympathetic trunk，它以节间支串连构成交感神经干 sympathetic trunks。

交感神经的节前神经元，位于神经系的中枢部，即脊髓第 1 胸节至第 3 腰节灰质侧柱内的中间带外侧核。自此核发出节前纤维经前根而出。

椎旁神经节的配布：交感神经干左右各一，由椎旁神经节及节间支 interganglionic branches 相互串连而成。上端起于颅底，沿脊柱两旁排列，下端直达尾骨。此干在颈部位于颈椎横突之前，颈血管鞘的后方；胸部在肋小头前侧；腹部居椎骨体的前外侧；至盆腔内，行于骶骨的前面，骶前孔的内侧。左右交感干向下达尾骨前面，合于最下端的一个尾骨神经节 coccygeal ganglion 或称奇神经节 ganglion impar。

在颈及下腰部的灰交通支内，常有一种中间神经节 intermediate ganglia。这种神经节大者可以用肉眼观察到，若用显微镜检查，则可发现更多。它们也可存在于前根或脊神经邻近交通支附着处。这种中间神经节也是节前纤维换元并发出节后纤维之处(图 5-413)。当交感干部分切除时，这种中间神经节往往因疏忽而被遗留，未能切除。

中间神经节可能是在发生过程中，自神经管来的迁移细胞群，停留在神经管及交感干的

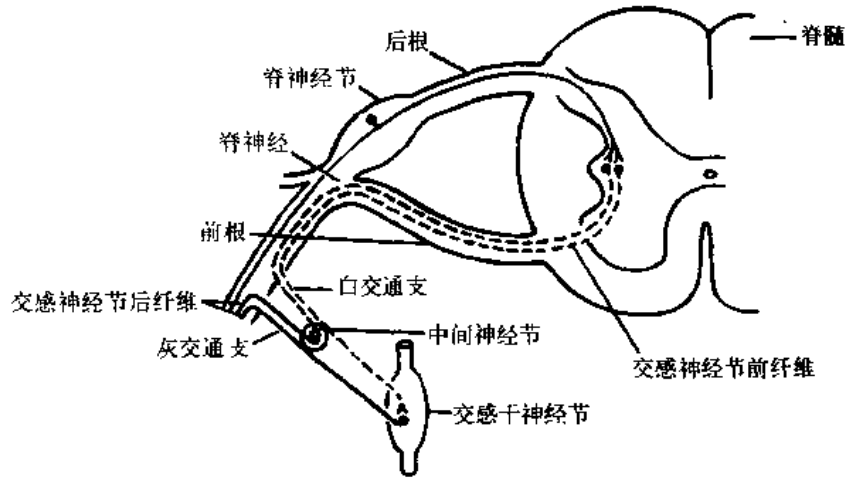


图 5-413 某些交感神经节前纤维在中间神经节内换元

图示某些交感神经节前纤维没有在交感干神经节内换元，而在中间神经节内换元。在交感干部分切除手术中，可能有某些中间神经节未被切除，以致影响手术效果

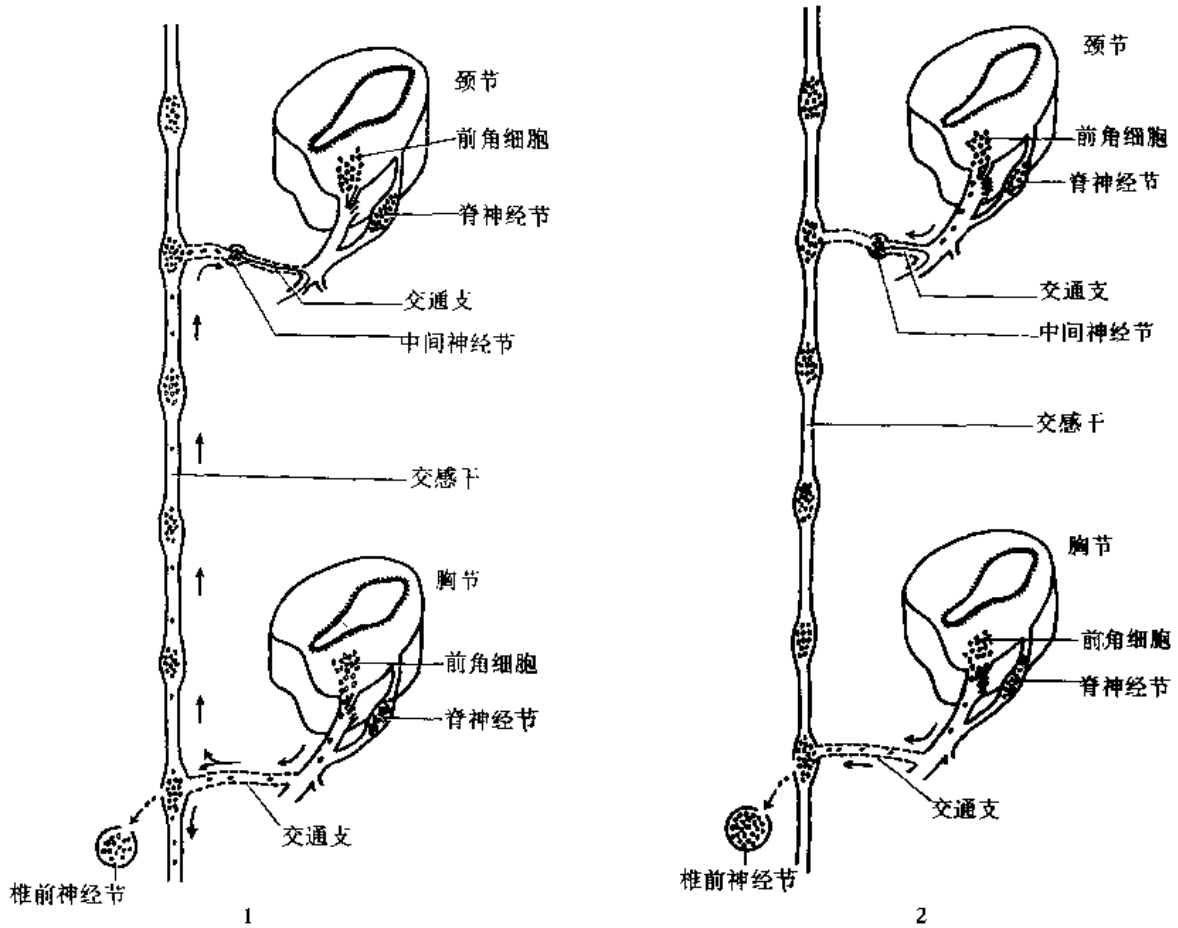


图 5-414 形成中间神经节可能的途径

1. 为中间神经节形成的一种可能途径。神经母细胞沿胸及腰上部的脊神经，自神经管迁移形成原始的交通支(迁移至颈及腰骶部的细胞，便形成该处的交通支神经节)。在神经管及交通支之间，胸及腰上部神经根内，因迁移细胞的停滞而形成中间神经节。此学说只承认中间神经节全是由胸腰部神经根迁移的细胞形成。至于颈部及腰下部的中间神经节认为是因细胞迁移经逆行方向形成的，如图箭头所示 2. 为另一种形成中间神经节的可能途径。此学说虽然认为神经管内神经母细胞的迁移主要来自胸及腰上部的脊神经，形成原始的交通支。但亦有少数细胞可来自其他的脊神经根。所以因细胞迁移的停滞，在各地都可形成中间神经节

椎旁神经节始基之间的中间位置上而形成的(图 5-414)。

颈部的椎旁神经节,由于相邻节的互相合并,形成三个颈神经节,即颈上、颈中、颈下神经节。颈上神经节的上端延续于颈内动脉神经,绕颈内动脉形成神经丛,随动脉穿颈动脉管,进入颅腔。胸部的椎旁神经节一般为 11 个;腰部为 4 个;骶部为 4 个及尾部 1 个;共计 22~24 个(颈、胸、腰、骶部都可能有所增减)。

椎旁神经节与附近脊神经间的联系:椎旁神经节以交通支与附近的脊神经联系,这种交通支可分为两种,即白交通支和灰交通支,均与脊神经的前支相连。

(1) 白交通支 white communicant ramus: 主要为交感神经的节前纤维,起自脊髓第 1 胸节至第 3 腰节灰质中间带外侧核的细胞,经同一节段脊神经的前根及前支,继经白交通支,至附近的椎旁神经节。这种节前纤维为有髓纤维,呈白色,故有白交通支之名,但也有无髓纤维存在。此外,尚有内脏传入纤维通行于白交通支内,经交感干至脊神经。白交通支内的纤维,直径在 $1\sim 15\mu\text{m}$ 之间,粗纤维的比例在胸下部较胸上部为大。一般认为 $1\sim 3.5\mu\text{m}$ 者,属交感神经节前纤维;而较粗大的及无髓的纤维可能是传入性质的纤维。大多数白交通支连接着椎旁神经节,但有少数与节间支相连。

节前纤维至相应的椎旁神经节,于此交换神经元;或不交换神经元,而只穿过此节,在交感干内上升或下降,到高位或低位的神经节再换神经元,如至颈交感神经节及骶交感神经节的节前纤维即属此种。亦有些节前纤维,穿经椎旁神经节,于此节内不交换神经元,而直达椎前神经节(如腹腔神经节),然后交换神经元;继由椎前神经节细胞发出节后纤维,分布于内脏。

交感干内节前纤维的配布:因为只有在第 1 胸神经至第 2(有时第 3 或第 4)腰神经才具有白交通支,所以,进入胸上部交感干的节前纤维,除一部分终于相应的椎旁神经节外,还有一部分沿交感干上升,分别终于颈部三个椎旁神经节。进入交感干胸中部的节前纤维,除终于相应的椎旁神经节外,尚有一部分上升或下降,至相距较远的椎旁神经节内再交换神经元。进入第 10 胸椎旁神经节以下的纤维,除终于先到达的神经节外,部分可沿交感干下降。所以,位于骶部椎旁神经节内的节前纤维,是来自交感干下部的几个白交通支。

(2) 灰交通支 grey communicant ramus: 主要由椎旁神经节细胞发出的节后纤维组成,属于无髓纤维,呈灰色。自椎旁神经节至相应的脊神经,每一脊神经均有灰交通支。其所以称为灰交通支,是与白交通支对比而言的,两者都含有髓及无髓纤维,但比率不同:白交通支含有髓纤维多,灰交通支含无髓纤维多。灰交通支内的无髓纤维及有髓细纤维直径都在 $3.5\mu\text{m}$ 以下。在颈部灰交通支内有时具有粗大的有髓纤维(直径 $5\sim 10\mu\text{m}$),这些被认为是躯体神经纤维,来自邻接的脊神经,经灰交通支取短距离到达椎前的肌肉。

由灰交通支至脊神经的节后纤维,随脊神经分布到周围的器官,如至血管、皮肤的腺体、竖毛肌等。其中分布于脊髓被膜血管的纤维,则随脊神经的脊支返回椎管内,分布于其上。

灰交通支内的有髓细纤维,有人认为是到达位于灰交通支或脊神经内细小的中间神经节的节前纤维。这些中间神经节通常存在于颈及腰区,所以该二区灰交通支内含有较高比例的有髓细纤维。

有的研究者将人类的交通支用钼酸染色,作了形态学的分型:第 I 型为白交通支,其中具有大量的有髓纤维。第 II 型为灰交通支,此型又可分为 A 及 B 两类:A 类,在无髓纤维中,分布着成束状或个别的有髓纤维。B 类,则在此种交通支的横断面上,有髓纤维如掷散的粉末一样夹杂在无髓纤维中。第 III 型为混合交通支,其中有髓与无髓纤维合成束状分隔,可分开

成两部分，实际是白交通支与灰交通支的混合；限于胸部及腰上部存在此种典型例子。

椎旁神经节至脊神经的交通支，自胸1至腰3各脊神经一般为两支。但有少数脊神经，可多发一、二支交通支连于上或下一个椎旁神经节，可称为斜支。一般具有两交通支者，则一支为白交通支，另一支为灰交通支；对这两种支空间位置的确定，目前认识尚不一致。

体调资料：在胸腰部，两条交通支中，浅支或下支较粗。与脊神经的连接点，距椎间孔较远，主要由有髓纤维组成，应属于白交通支。深支或上支较细，与脊神经的连接点，距椎间孔较近，主要包含无髓纤维，应属于灰交通支。斜支主要为有髓纤维，应归属于白交通支。

交感干可分为颈、胸、腰、骶、尾五部，但骶尾部又可合并称为盆部。现将各部分叙述如下。

一、颈 部

颈部的椎旁神经节有三个，即颈上神经节、颈中神经节及颈下神经节。这三个神经节以节间支相互连接；节间支一般为一支，但有时颈上与颈中神经节之间的节间支为二支，颈中与颈下之间的节间支为多支。颈椎旁神经节位于椎前筋膜的深侧。节前纤维来自交感干上胸部，所以缺乏白交通支，节后纤维组成灰交通支，分别与所有颈神经连接。此外，尚有吻合支与有关脑神经相连接(图5 415)。

(一) 颈上神经节

颈上神经节 superior cervical ganglion 为三个颈神经节中最大的一个，长25~45mm。多呈梭形或长扁平形，卵圆形者却很少。当节间支为双支时，则颈上神经节下端为双角形。该神经节位于第二、第三或第四颈椎横突的高度。在这神经节的后侧为颈长肌及其筋膜，神经节上端的后侧还有静脉丛及舌下神经。在神经节的前侧被覆以椎前筋膜，筋膜之前有颈内动脉、颈内静脉、迷走神经及副神经。一般认为颈上神经节由3或4个神经节合并而成，有时显有狭窄之处。该神经节有时可分成两个。它的节前纤维，自脊髓胸节发出后，大多数经最上的胸神经及其白交通支或混合交通支，于交感干内上升抵此节。绝大部分节前纤维在节内换元，而很小部分节前纤维，到颈内动脉丛内的细小神经节换元。自颈上神经节发出的神经及丛有下列几种：

1. 颈内动脉神经 internal carotid nerve 起于颈上神经节的上端，为此神经节的最大分支，为交感干向上的直接延续，并含有颈上神经节的节后纤维。这神经沿颈内动脉后侧上升，起始常为单支，入颞骨的颈动脉管后，分为内外两支，沿颈内动脉的内外两侧上行(颈内动脉神经常在入颈动脉管前分叉，有时也在管内分叉)，外侧支为两支中较大的一支，发细支至颈内动脉，并形成颈内动脉丛的外侧部；内侧支也发细支至颈内动脉，形成颈内动脉丛的内侧部。再继续上升，形成海绵丛。颈内动脉神经有时也可以不分叉，成单支向上延续，向两侧发多数细支，直至进入海绵窦，分裂成4~6条小支，包绕动脉形成丛。有很少例子，颈内动脉神经一开始就分为两支，沿颈内动脉的两侧上升。

颈内动脉丛 internal carotid plexus: 颈内动脉神经的分支，在颈动脉管内包围颈内动脉成丛。丛内常有神经细胞，在颈内动脉的下侧成小神经节样的膨大，称为颈动脉神经节 carotid ganglia。颈内动脉丛的外侧部可与三叉神经的半月神经节、翼腭神经节、展神经及舌咽神经的鼓室神经之间有交通。丛的分支分布于颈内动脉壁。

到展神经的交通支，当展神经行经颈内动脉外侧时，由颈内动脉丛发出1~2细支至该神

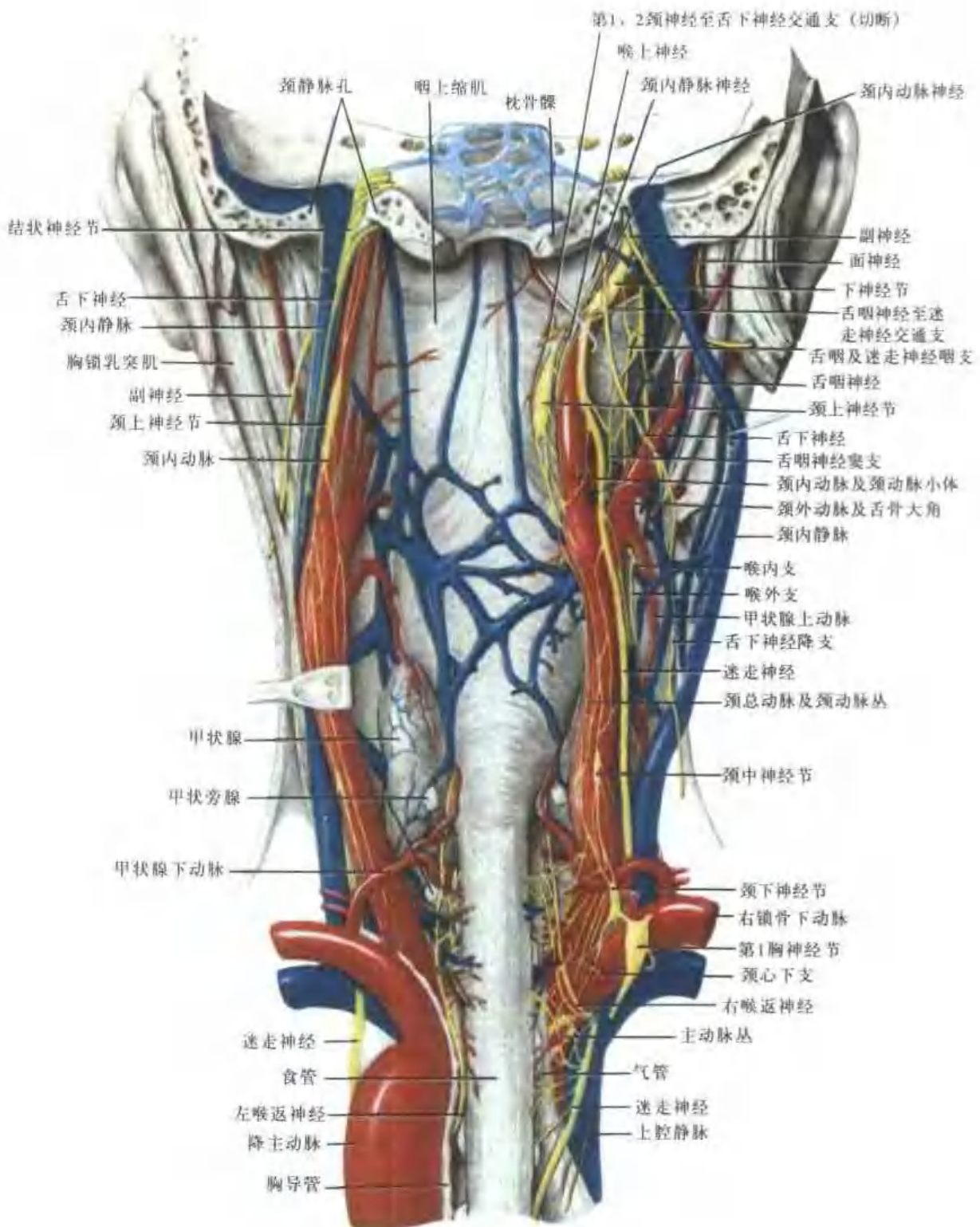


图 5-415 咽后侧及邻接的神经和血管

经。至翼腭神经节的交通支叫岩深神经 deep petrosal nerve，于颈动脉管内口附近，自丛的外侧部或颈内动脉神经的外侧支发出；穿破裂孔内的软骨，至颅底与岩大神经相结合，形成翼管神经，向前穿过翼管，至翼腭神经节。至鼓室神经的交通支为颈鼓神经，常起于颈内动脉

神经的外侧支或颈内动脉丛的外侧部,为二或三小支,有时称颈鼓上神经 superior caroticotympanic nerves 及颈鼓下神经 inferior caroticotympanic nerves 穿颈动脉管后壁至鼓室与鼓室神经结合。

海绵丛 cavernous plexus: 位于颈内动脉的内下侧,蝶鞍外侧的海绵窦内,主要由颈内动脉丛的内侧部形成。可与动眼神经、滑车神经、三叉神经的眼神经、展神经及睫状神经节发生交通。丛的分支分布于颈内动脉壁。也发小支沿颈内动脉的分支至垂体。

至动眼神经的交通支,在动眼神经分歧处与之相连。至滑车神经的分支,当滑车神经穿过海绵窦的外侧壁时与之相连。另外有小支自此丛发出,连于神经的内侧,还有一小支连于展神经。至睫状神经节的交通支,起于此丛的前部,经眶上裂入眶,这交通支可直接至睫状神经节,或与神经的鼻睫神经相结合,再经长根至神经节。至睫状神经节的交感神经纤维在节内并不中断,只是穿经神经节随睫状短神经入眼球,分布于眼球的血管。而分布于眼球内瞳孔开大肌的交感神经纤维,一般是经神经、鼻睫神经及睫状长神经而来。

海绵丛的终末支随大脑前动脉、大脑中动脉、脉络丛动脉及眼动脉成为这些动脉的神经丛,并随这些血管的分支分布。如大脑前及中动脉丛,可分布至软脑膜;眼动脉丛则随眼动脉入眶内,亦随眼动脉的分支而分布。

分布至眼球内的交感神经节前纤维来自同侧脊髓的第1胸节,也可能有第2胸节来的纤维,经白交通支(或混合交通支)至交感干,直接上升至颈上神经节,于此节内交换神经元。节后纤维经颈内动脉丛、海绵丛,再经上述交通支,至动眼神经、神经及睫状神经节等径路入眼球及其它结构。

有人提出,入眶的交感纤维,自颈内动脉丛至海绵丛有一明显的迂曲径路,这些纤维经颈内动脉丛的分支颈鼓神经到达鼓室丛,穿经此丛以连续的小支,通过岩大神经管达颞骨岩部前壁,进入海绵窦后端,到达海绵丛。

眼睑内平滑肌的交感神经支配,来自海绵丛至动眼神经的交通支,经动眼神经而分布。眶底平滑肌(米勒眶肌)的交感神经支配,有人提出,由颈内动脉周围丛发出,经岩深神经、翼管神经、翼腭神经节、蝶腭神经而进入上颌神经,经眶下裂入眶,支配眶底平滑肌。也有人认为,架于眶下裂的眶肌直接接受来自海绵丛的小支支配。

2. 颈内静脉神经 internal jugular nerve 是一个小支或几个小支,起于颈上神经节的上端,或起于颈内动脉神经。有的纤维分布于颈静脉上球及后颅窝的脑膜,但大部分纤维连接于舌咽神经的下神经节及迷走神经的上、下神经节。

3. 颈外动脉神经 external carotid nerve 自颈上神经节的前面发出,至颈外动脉。颈外动脉神经的分支相互吻合,形成细小的神经丛,包绕颈外动脉。此丛与颈总动脉丛相互连续,并发出伴随颈外动脉各分支的丛,如甲状腺上丛 superior thyroid plexus、舌丛 lingual plexus 等。这些丛可以与其它神经发生交通,如自面动脉丛发出至下颌下神经节的交感神经根纤维;上颌动脉丛延续至脑膜中动脉,为脑膜中动脉丛,自此丛发纤维至耳神经节;有时自脑膜中动脉丛发出纤维至面神经的膝神经节,该支亦称岩外神经。

4. 交通支 颈上神经节与舌下神经、迷走神经的上、下神经节以及舌咽神经下神经节都有交通。与椎动脉丛,有时与膈神经及降颈神经也有交通。与第1、2、3,有时与第4颈神经间有灰交通支。

5. 咽喉支 laryngopharyngeal branches 有4~5支,自颈上神经节发出后向前内侧行至咽

壁，在咽中缩肌表面，与迷走神经及舌咽神经的咽支形成咽丛 pharyngeal plexus。此丛向下连于食管丛。自咽丛发分支随喉上神经及其外支(喉外神经)至喉；此外，尚发分支分布于咽壁。

自喉咽支发细支至颈动脉小球。

6. 颈上心神经 superior cervical cardiac nerve 以两条根丝或更多的根丝起于颈上神经节下部，并常接受一条来自颈上、中神经节之间节间支的细支。但有时颈上心神经可完全起始于节间支上。此神经发出后，于颈长肌的前面，沿颈血管鞘后方下降，经过甲状腺下动脉的前侧或后侧(多数在动脉前侧)，继与返神经交叉，在后者的前侧经行。在颈部，颈上心神经与迷走神经的心上支、喉下神经、喉上神经外支和颈中心神经相交通。再向下，左右颈上心神经的行程各异：右颈上心神经于锁骨下动脉前侧或后侧入胸腔，沿头臂干(无名动脉)向下至主动脉弓的后侧，在此加入心深丛。左颈上心神经进入胸腔，沿左颈总动脉的前侧下降，经主动脉弓及迷走神经前侧，加入心浅丛。

一般认为，颈上心神经只含有传出纤维，它的节前传出纤维来自脊髓上胸节。此神经内没有来自心脏的任何痛觉纤维。

7. 节间支 向下连于颈中神经节。

8. 发细支至脊柱上部的韧带及骨骼。

(二) 颈中神经节

颈中神经节 middle cervical ganglion 位于第六颈椎高处，细小，形状不定(三角形、梭形或星形)；约有18%不存在此神经节，也可能是被该区域的几个小神经节所代替。此神经节可视为由第5、6颈神经节合并而成。它的位置常在甲状腺下动脉的前侧或其稍上方，有时可能接近颈下神经节。它与颈下神经节之间的节间支，单支者很少，常为双支或多支；均自颈中神经节下部发出。它的前内侧支形成一袢包绕锁骨下动脉第一段，为锁骨下袢 ansa subclavia，此袢紧贴着胸膜顶上的胸膜上筋膜。它的后外侧支，在到达颈下神经节之前，常分裂成小支包绕椎动脉。在这种分散的节间支内常存有小的神经节，称为椎动脉神经节 vertebral ganglion，其出现率约为 $78.9 \pm 2.4\%$ 。

锁骨下袢：此袢单个者较少，一般由两个或更多个大小不同的小支组成。袢的上端附着于颈中神经节，或椎动脉神经节，或分别附着于二者，或附着于节间支；向下降，经锁骨下动脉第一段，弯曲向后，连接星状神经节；下端可附着于星状神经节上、下两极间的任一点。在袢上可发出分支，其中有一较恒定的细长支，连接着同侧的膈神经。

椎动脉神经节：为一或二个细小神经节，经常地存在于颈中与颈下神经节相联系的一个或二个分散的节间支内。通常位于椎动脉前侧接近它进入第六颈椎横突之处。如有两个这种神经节时，一般一个在椎动脉前侧直接与动脉接触，另一个则位于前者的前内侧或前外侧。这种神经节与颈中神经节之间的连接支可为单支，但它常以数条连接支与颈下神经节相连。也可发一、二小支参加形成锁骨下袢。此节常以交通支联系着第六或第七颈神经。也有支包绕椎动脉。并可与膈神经及迷走神经相交通。也有小支至甲状腺、食管及气管。有时颈中心神经自此神经节起始，或由此节发一或二小支至颈中心神经。

椎动脉神经节，被认为是颈中神经节的下端分离部分，或为颈下神经节的上端分离部分。但因其经常存在，所以有人认为在颈交感干上，正常应包括四个神经节。

自颈中神经节发出的分支如下：

1. 自颈中神经节发出多数细支，包围颈总动脉，构成颈总动脉丛 common carotid plexus。

2. 至第4、5、6颈神经的灰交通支。

3. 至甲状腺下动脉的细支，与颈上心神经、颈中心神经及颈下神经节来的分支结合，形成甲状腺下丛。自此丛发支至甲状腺；并与颈上心神经，喉上神经外支及返神经相交通。

4. 节间支，向上连接颈上神经节者为单支，向下连接颈下神经节者有两支或两支以上。

5. 颈中心神经 middle cervical cardiac nerve 为交感神经心支中最大的一支，可以发自颈中神经节或颈中及颈下神经节之间的节间支上。也有小支来自椎神经节。右颈中心神经在右颈总动脉后侧下降，在颈根部可能在锁骨下动脉的前侧或后侧经过，继而沿气管下降，接受来自返神经的小支，连于心深丛的右侧。

在颈部除与返神经有交通支外，尚与颈上心及颈下心神经间有交通支。左颈中心神经，在左颈总动脉与左锁骨下动脉之间入胸腔，连于心深丛的左侧。

6. 自颈中神经节也有小支至气管及食管。

(三) 颈下神经节

颈下神经节 inferior cervical ganglia 位于第七颈椎横突与第一肋骨颈之间，在椎动脉起点及其伴行静脉之后，第8颈神经的前面。此神经节的形态不规则，较颈中神经节为大，可视为由第7、8颈神经节合并而成。有75%~80%的人，颈下神经节与第1胸神经节(或有第2胸神经节)合并而成星状神经节 stellate ganglia，即颈胸神经节 cervicothoracic ganglion。

星状神经节：形态不规则，可出现中间缩窄。它有许多放射状的分支，并因此得名。长约1.5~2.5cm，宽约0.5~0.75cm。

星状神经节位于第七颈椎横突及第一肋骨颈的高处，在第8颈神经前支的前侧，颈长肌的外侧缘上。最上肋间动静脉在星状神经节的外侧经过。在最上肋间动脉的外侧为第1胸神经向外上方伸展，连于臂丛。锁骨下动脉的第一段及椎动脉的起始部在星状神经节的前侧；但锁骨下动脉不与星状神经节直接接触，椎动脉与椎静脉紧靠着神经节的上端。可能有一小的副椎静脉，从围绕椎动脉的静脉丛中下降，经神经节的前侧，继而进入头臂静脉。肺尖在神经节的前侧，被颈胸膜(胸膜顶)及胸膜上膜分隔。有一片薄弱的腱膜自斜角肌附着于椎骨处向下伸展，附着于胸膜上膜，几乎完全被盖了星状神经节。小斜角肌也是在胸膜上膜表面的恒常结构。此外，肋颈干、胸廓内动脉、甲状腺下动脉、颈总动脉、颈内静脉、头臂静脉、迷走神经、膈神经、右淋巴导管(右侧)或胸导管(左侧)等结构，也都在星状神经节的前侧附近。

星状神经节接受一支或更多的白交通支，来自第1，有时还有第2胸神经。发出的灰交通支至第8颈及第1胸神经，有时可至第7颈及第2胸神经，至第6颈神经者较为少见。至每条脊神经的灰交通支数目有不同，可在1~6支之间。这些灰交通支内含有至臂丛的传出及传入交感纤维，它们随臂丛而分布于血管、汗腺、竖毛肌、骨、关节等。曾有人提出，在第1及第2，有时在第2及第3胸神经前支之间，有一不恒定的垂直支相互联系。这垂直支，位于相应肋骨颈的前侧，支内含有自星状神经节经灰交通支至这些神经的纤维；因此星状神经节的节后纤维，可经此径路到达第1胸神经及臂丛；而且自第2或第3胸神经来的节前纤维，也可以经此径路到达星状神经节。

星状神经节或锁骨下神经经常地与膈神经有交通。与迷走神经或返神经也常有支相连，有人报导这些参加迷走神经及返神经的纤维最后分布至心脏、食管及喉。

自颈下神经节发出以下的分支(图5-416)：

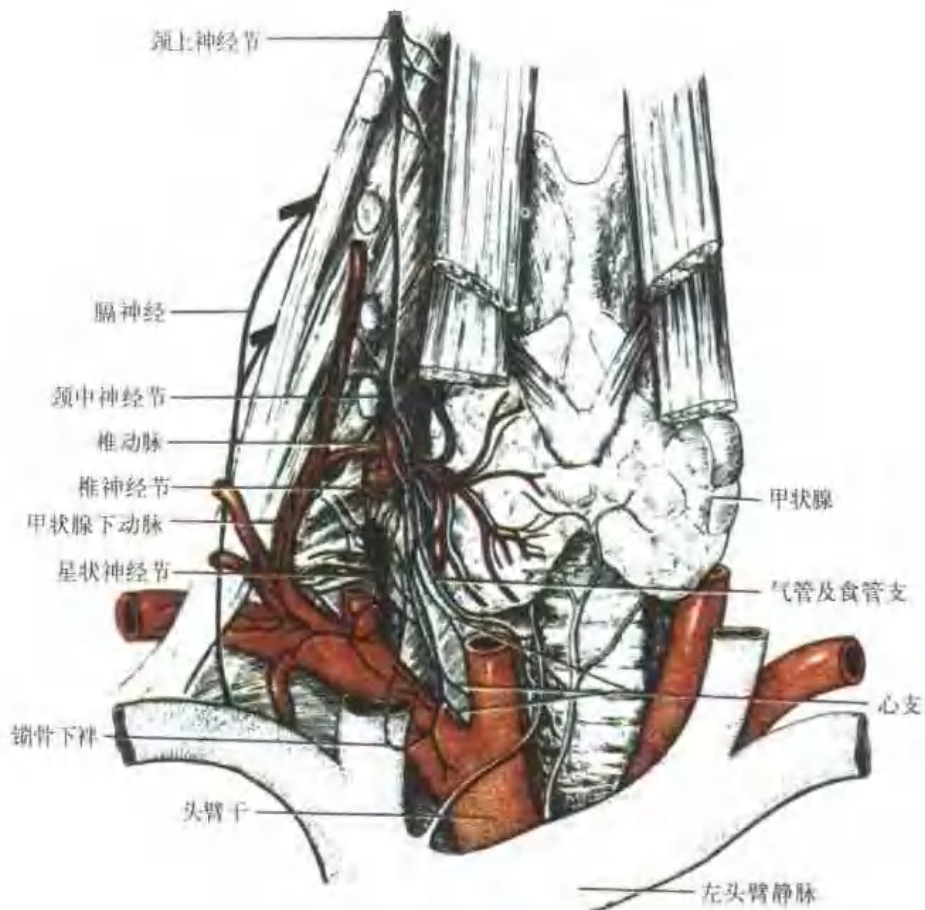


图5-416 颈根部颈中神经节、椎神经节和星状神经节

1. 至第6、7、8颈神经的灰交通支 至第7颈神经的灰交通支可有1~5支，普通为2支。至第8颈神经的可有3~6支。

2. 至椎动脉的神经较大，在椎动脉的后侧上升，至第6颈椎横突孔，参与形成椎动脉丛 vertebral plexus。另外，自椎神经节来的一支，行于椎动脉前侧，也参与形成椎动脉丛。自此丛分支(深交通支)至上5~6个颈神经的前支。椎动脉丛沿椎动脉上升达颅内，并沿基底动脉和它的分支径行，远及大脑后动脉，与来自颈内动脉的交感丛相结合。在颈部的椎动脉丛中，常见含有神经细胞的小团块。

3. 多数细支至锁骨下动脉，构成锁骨下动脉丛 subclavian plexus，也可能有小支来自锁骨下神经。包绕锁骨下动脉的丛，其延伸不超过腋动脉的第一段。在此段以下的上肢血管，接受该血管邻近神经分支来的交感纤维。腋动脉接受由臂丛三束来的小支及正中神经的分支，肱动脉接受正中神经，尺动脉接受尺神经，桡动脉接受桡神经，手掌动脉弓接受正中神经及尺神经的分支。

支配上肢的交感神经节前纤维，来自脊髓的上胸段，可能是胸2~6(或7)段。这些纤维经交感干，主要至颈下神经节交换神经元。自此发出的节后纤维至臂丛，主要穿行于臂丛下干。大多数支配上肢动脉的血管收缩纤维，均来自脊髓第2~3胸神经的前根。所以可用外科手术切断至上肢的节前纤维，即自第3胸椎旁神经节以下切断交感干及至第2~3胸椎旁神经节的交通支，便可达到阻断上肢缩血管神经对上肢血管支配的目的。但也可用切断节后纤维的方法，即

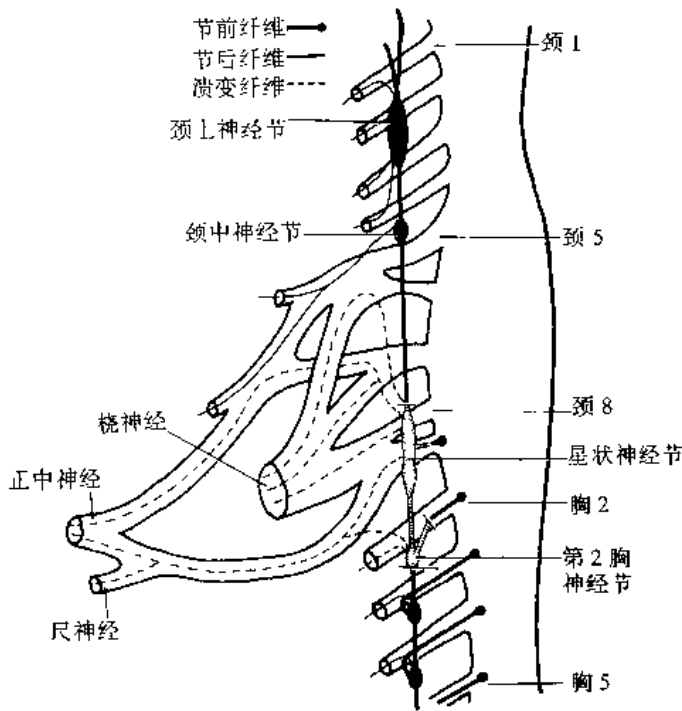


图5-417 至手的交感神经缩血管节前及节后纤维
在颈下神经节及第1、2胸神经节切除后，至手的
所有节后纤维完全溃变

摘除颈下神经节及胸1~2椎旁神经节(必要时可摘除颈中、颈下神经节及胸1~3椎旁神经节),使至上肢缩血管的节后纤维完全发生溃变,以达到阻断缩血管神经对上肢血管的作用(图5-417)。

在切断支配上肢的缩血管节前纤维时,注意不要切断第1胸椎旁神经节的白交通支,因为至上肢的许多血管运动和汗腺分泌的纤维并不从它通过,而它主要含有经交感干至颈上神经节的节前纤维,自颈上神经节换元后发出节后纤维,使头面部的血管收缩,汗腺分泌,涎腺分泌,瞳孔扩大,上睑平滑肌收缩。所以损伤了第1胸神经节的白交通支后,将引起瞳孔缩小,上睑下垂,面及颈部缺乏汗腺分泌(霍纳综合征)。

所以上述切断上肢缩血管神经节后纤维的方法,将出现霍纳综合征。并且由于至血管收缩神经的节后纤维变性,血

管壁的平滑肌对血液中的肾上腺素和交感素的感受性显著增高,从而使血管在术后处于痉挛状态,血循环仍不得改善,故此法已少用。上述切除节前纤维的方法,手术后神经再生现象非常活跃,可能在术后常有上肢交感神经的功能恢复。

4. 节间支 连于第1胸神经节。

5. 颈下心神经 inferior cervical cardiac nerve 可能自颈下神经节发出,或自第1胸神经节发出,或自此二节(或星状神经节)各发细支共同合成。也有来自锁骨下祥的小支。颈下心神经为数小支,单支很少。各小支可单独下行,或进入心丛之前,相互合并。在锁骨下动脉之后,沿气管前侧下降,加入心深丛。此神经在锁骨下动脉后侧时,与返神经及颈中心神经之间有交通支。左侧的颈下心神经常与左颈中心神经共干,至心深丛。

体调资料(交感干颈部):

1. 颈神经节的数目为2~7个,其中以4个最多见,占53.9%;其次为3个,占29.3%;5个的占12.5%;2个或6个的分别为2.1%和1.8%,7个的极少见。颈上、下神经节都较固定,颈中神经节变化最大。颈中神经节的数目1~4个,1个最多,占76.4%,2个占21.5%。颈下神经节单独存在者约占32.4%,其余均与第1胸节组成星状神经节,有的甚至与第2胸节愈合。此外,可有不固定的小的副节,存在干灰交通支或交感神经心支内,其出现率为 $9.0 \pm 2.0\%$,多数是颈中神经节的副节。

颈交感神经的心神经,以多数交通支相互吻合,此外尚与迷走神经的心支相吻合,因而形成浅部和深部心脏主动脉丛。

颈椎旁神经节的测量:平均长度,颈上神经节为26.30mm,颈中神经节为6.92mm,椎动脉神经节为5.61mm,颈下神经节为11.27mm,星状神经节为16.77mm。颈中神经节多在第七

颈椎横突高度。椎神经节的出现率为 $78.9 \pm 2.4\%$ 。

2. 颈部交感干与膈神经和副膈神经的联系：联系的出现率为43.57%。主要与膈神经相联系，与副膈神经则较少。它们与颈下神经节联系最多占60%，其次与颈中神经节占17.5%，此外，也有与椎神经节、锁骨下丛、颈中、下神经节间之节间支相联系的。于此可见，膈神经在颈部与交感干有广泛的联系。

二、胸 部

胸部的交感干，是由椎旁神经节，即胸神经节 thoracic ganglia 以节间支上下连接而成。神经节的数目，可能与胸神经的数目相当，或较少，一般为10~12个，少于10个者不多见。其所以与胸神经数目不一致者，乃因第1胸神经节，常与颈下神经节合并，形成星状神经节。此外，最末胸神经节，有时与第1腰神经节融合所致。胸神经节的形态，为不规则的扁三角形。神经节的位置一般在肋骨头处，而最后二个或三个神经节，位于胸椎体的侧面；所以交感干胸部，是由外上侧向前内侧略显倾斜。上端与颈部的颈下神经节相连，下端穿膈的内侧腰肋弓至腰部。交感干胸部在胸膜的后侧，胸内筋膜中，或被胸内筋膜遮蔽；在肋间动脉、肋间静脉及肋间神经的前侧，但有时可能有一支肋间动脉或静脉，横过其前侧。节间支一般为单支、二或三支者亦偶有发现。

胸神经节均有白交通支；但第1胸神经偶可缺白交通支。每一胸神经节都有灰交通支至相应的胸神经。每个胸神经节可能附着1~4个交通支。并且交通支不一定是至相应的胸神经，而常可越过相应的胸神经，到上位或下位的胸神经。

胸神经的白交通支：胸神经的白交通支至胸神经节，有时有两支，因为交感干内的纤维，一部分上升，一部分下降。自上位五个胸神经来的节前纤维，则大部在干内上升达颈部，成为颈部上、中、下三个椎旁神经节的节前纤维；小部终于相应的胸神经节内。

胸神经的灰交通支：自胸神经节至相应的神经。其节后纤维至胸神经后，随胸神经的分支而分布。至脊支的纤维，返回椎管内，分布于脊髓被膜的血管等。至胸神经后支及胸神经前支的纤维，主要随胸神经，分布于体壁的血管、皮肤腺体及其它组织中。自神经节发至内脏的分支，分述如下(图5-418)。

(一) 上五个胸神经节的分支

这些分支都细小，呈白色，向前分布至肺、气管、支气管、胸膜、心、心包、主动脉、食管及椎骨等处，并与迷走神经的分支连结成丛。

1. 肺支 pulmonary branches 来自第2至第4胸神经节，常合并于胸心神经、主动脉支及食管支内行，近终止处分开。肺支主要至肺根后的肺后丛，与迷走神经的肺支一起，分布至肺内的支气管、血管及腺体。

2. 心支 又称胸心神经 thoracic cardiac nerves，来自第2至第4或第5胸神经节，如第1胸神经节未合并成星状神经节，有时也发出一心支(第4心神经)。这些心支加入心深丛。

3. 主动脉支 可直接来自神经节，或来自肺支，也有来自心支及内脏大神经者。这些支缠绕胸主动脉，形成胸主动脉丛。此丛向上移行于主动脉弓丛，向下穿过膈的主动脉裂孔至腹腔，连于腹腔丛。

4. 至食管及气管的细支 常与心支、主动脉支或肺支合而为一，经食管及气管近旁时分开而至食管和气管。此外，自心丛也有分支至气管。至食管的分支与迷走神经的食管支共同形

成食管丛。

5. 至椎骨的分支 与至该骨的营养动脉伴行，并与对侧的分支结合。

(二) 下七个胸神经节的分支

这些分支较大，向前及内侧行，在脊柱侧方合成三条内脏神经。

1. 内脏大神经 greater splanchnic nerve 起自第5至第9或第10胸神经节(第4胸神经节的分

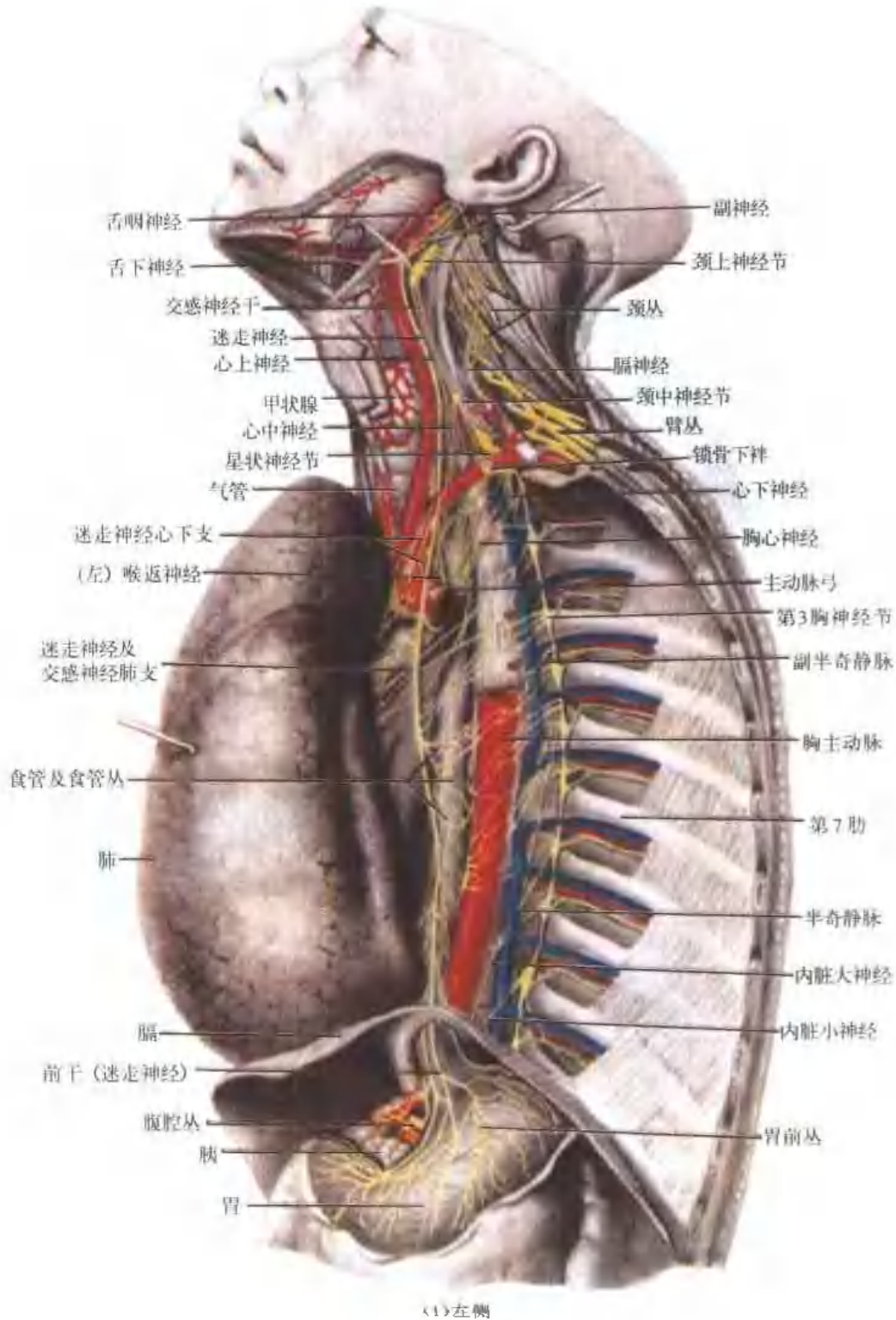
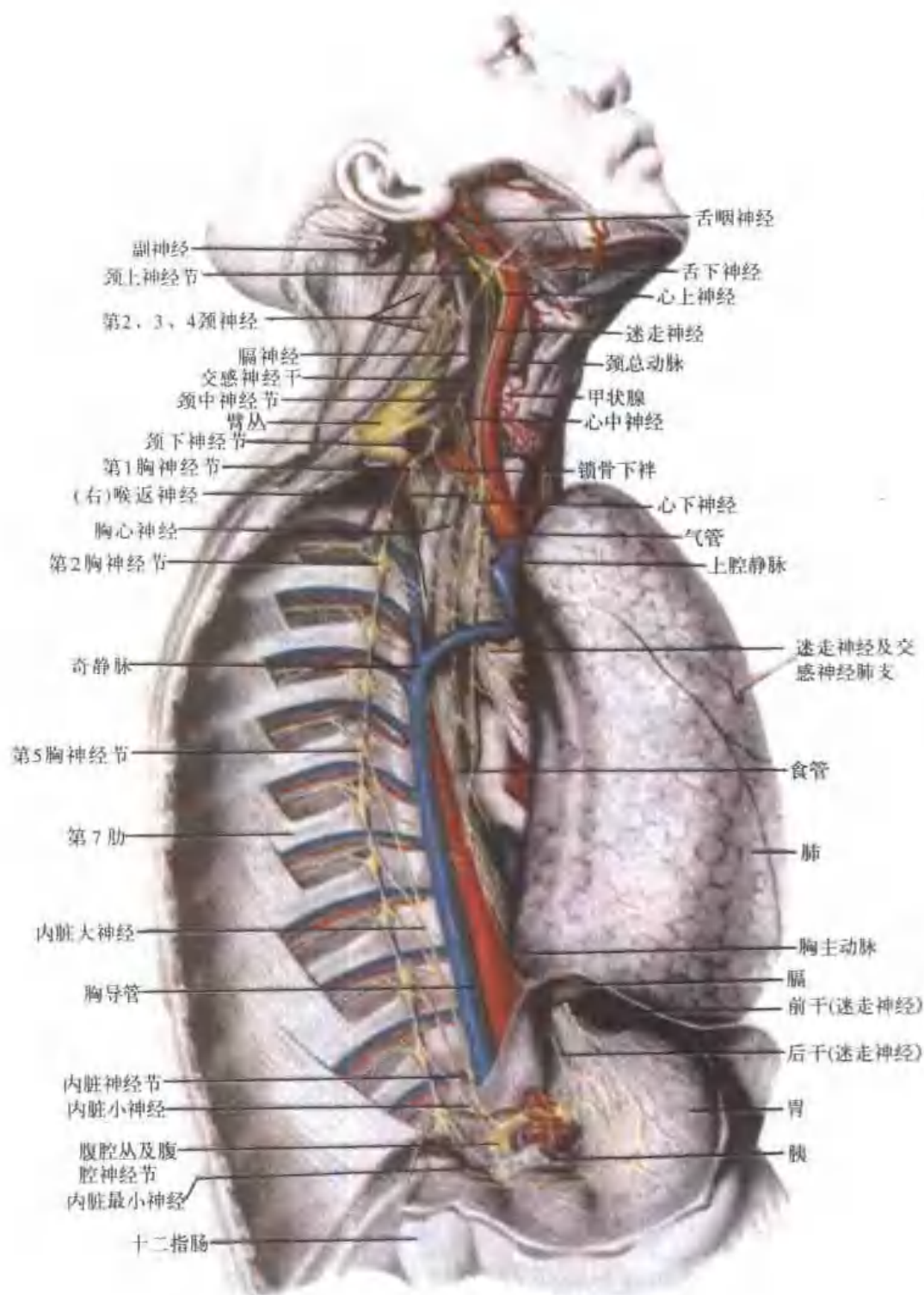


图5 418(1) 胸部交感神经干及迷走神经



(2)右侧

图5-418(2) 胸部交感神经干及迷走神经

支加入者占15%)，大部分为有髓鞘的节前纤维。有3~4个大根及数目不定的小根组成；有的小根起始于节间支。这些神经根向前下侧经胸椎体侧面，胸膜的后侧，合成一条粗大的干，即内脏大神经。穿过膈内侧脚与中间脚之间，至腹腔内的腹腔神经节(图5-419)。

在第10及12胸椎高处，内脏大神经干上，有一神经节叫胸内脏神经节 thoracic splanchnic

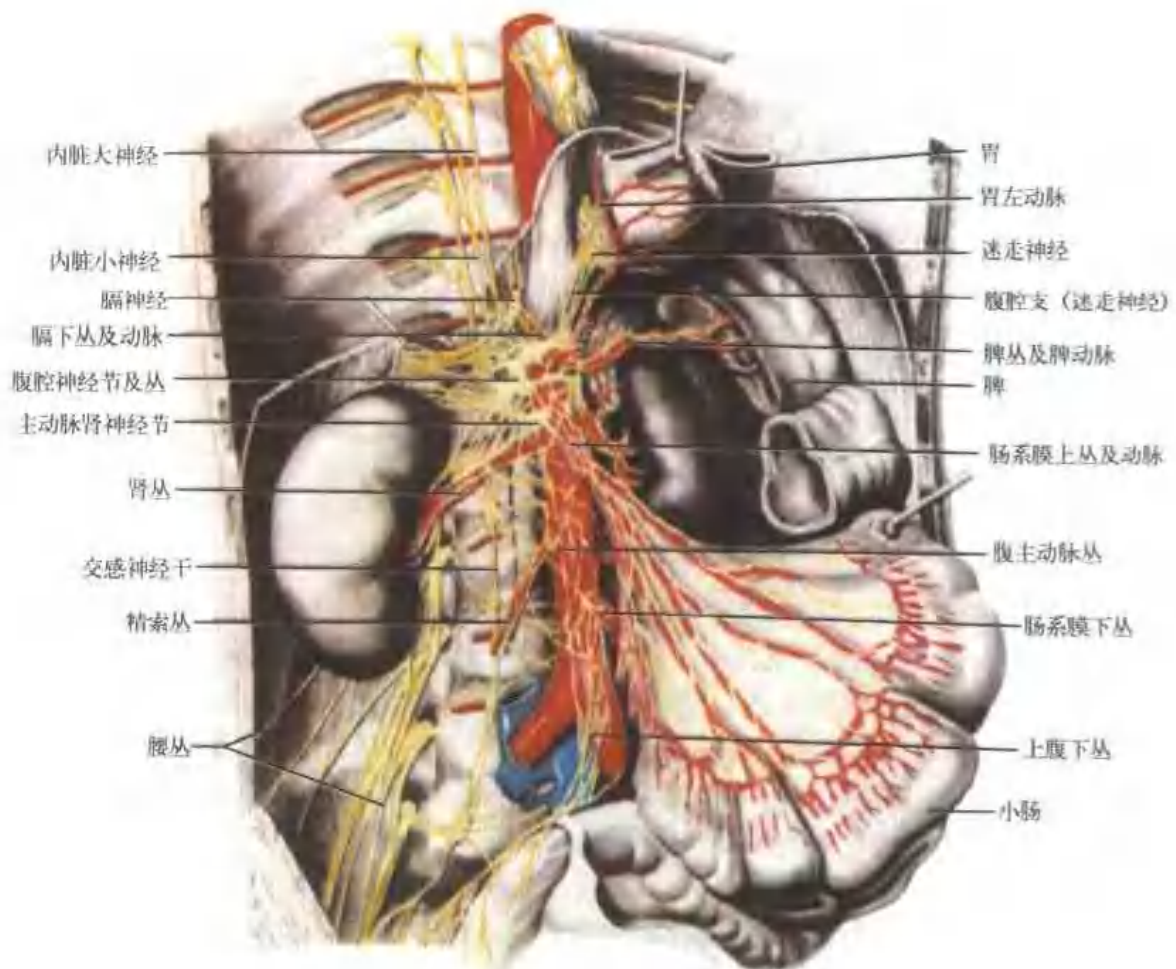


图5-419 腹腔内的自主神经及神经丛

ganglion, 自此神经节及神经干上发出纤维, 分布于主动脉、肋间动脉、食管及胸导管等, 并有支与内脏小神经交通。

体调资料:

(1) 内脏大神经的起源: 内脏大神经上界起于第4或5胸部椎旁神经节者, 为高位内脏大神经, 约占26.9%; 起于第6或7胸部椎旁神经节者为中位内脏大神经, 约占64.1%; 起于第8或9胸部椎旁神经节者为低位内脏大神经, 约占9.0%。

(2) 内脏小神经起于胸部椎旁神经节者约为34.28%, 上界最高为第8胸椎旁神经节(12.5%), 上界最低为第11胸椎旁神经节(4.2%); 起于交感于节间支者约为7.15%, 上界在第8和9至10和11胸椎旁神经节的节间支上。内脏小神经呈单干式从椎旁神经节或节间支发出, 占58.57%。

2. 内脏小神经 lesser splanchnic nerve 较小, 起于第9、10胸神经节, 或第10、11胸神经节及节间支。其经过类似内脏大神经, 在内脏大神经的外侧, 多数穿膈的中间脚与内侧脚之间至腹腔, 终于主动脉肾神经节 aorticorenal ganglia。此神经节位于腹腔神经节的下侧。

3. 内脏最小神经 least splanchnic nerve 不经常存在, 自最末胸神经节发出, 与交感干共同穿膈入腹腔, 加入肾神经丛。

体调资料(交感干胸部):

胸神经节的数日以11个最多见, 占39.4%。双侧对称者为53.0%。

星状神经节的出现率为64.8%；其中90.4%为颈下神经节与第1胸神经节合成，9.6%为颈下神经节与第1、2胸神经节合成。双侧同时出现者较多，约为65.6%，单侧出现者占34.4%。

胸交感干节间支的数目多数为1支，亦有2~3支的，后者以上胸段为常见。

胸交感干多数穿膈的中间脚与外侧脚之间下行(82.5%)，其他尚可穿中间脚与内侧脚之间，也有穿膈肌实质者。

胸交感干的分支，以内脏大神经出现率最高，没有缺失的，内脏小神经出现98.5%，内脏最小神经出现66.5%。三条内脏神经均以穿过膈的中间脚与内侧脚之间下行者为最多，其他尚有穿中间脚与外侧脚之间、或主动脉裂孔、或膈肌实质者。

内脏大神经中出现有内脏大神经节者占47.0%，多数是单侧出现，少数是双侧同时存在。这神经节的位置以位于第11胸椎高处者为最多。

发现内脏小神经内可存在内脏小神经节(3.5%)。

三、腰 部

腰部交感神经干(图5-420)，位于腹膜后的腹膜外组织内，在脊柱的前外侧，沿腰大肌的内侧缘下降，较少例子，交感干被此肌内侧缘覆盖。腰部交感干的位置较胸部的交感干更接近正中线，其上端经膈的内侧腰肋弓，与胸交感干相连；下端经髂总血管后侧入盆腔，与交感干的盆部相连接。腰动脉及静脉一般在它的后面，有时可有一支腰动脉或静脉在它的前面横过。右侧腰交感干沿下腔静脉外侧下降，或部分被静脉覆盖；左侧则在腹主动脉外侧。两侧交感干都与这些血管旁的淋巴管及淋巴结相接触。

腰神经节 lumbar ganglia 一般为4个，也有少至2个，多至8个者。左、右两侧神经节的大小、数目以及交通支的大小完全对称者较少，而不对称是经常的。腰神经节较胸部的小，形态也不规则，呈卵圆形或不规则的扁平状。节间支较胸部及骶部者粗，两支或三支者也常见，特别是在最末两个腰神经节，或最末腰神经节与第1骶神经节之间。此外，左右侧神经节之间还有横支相连接；这种横支经过主动脉及下腔静脉的后侧。

腰神经节的分支：有灰交通支、内脏支及血管支等。

(一) 交通支

节前纤维所形成的白交通支，只见于第1、2腰神经，有时第3、4腰神经也可存在。

所有的腰神经节均具灰交通支，并且一支腰神经，可具有二个灰交通支；或一灰交通支分叉连接邻近的两支腰神经。有时，可能一支腰神经，接受多数灰交通支，最多者可达五条。在腰部交通支内或在腰神经前根内常可发现中间神经节。

(二) 内脏支

自腰神经节或节间支发出内脏支，数目可能有变动，一般有4支。

1. 第1腰内脏神经 为起自第1腰神经节的细支。部分连接于腹腔丛或肠系膜间丛(即腹主动脉丛)的上部；部分连接于肾丛。

2. 第2腰内脏神经 起自第2腰神经节或第2、3腰神经节；神经干较其它腰内脏神经稍粗。连接于肠系膜间丛的下部。

3. 第3腰内脏神经 以2~3小根起自第2、3腰神经节(有时有第4腰神经节)或节间支。经髂总血管的前面，连接上腹下丛的上部。

4. 第4腰内脏神经 起自第4腰神经节，为腰内脏神经中最小的支。经髂总血管之后侧，连

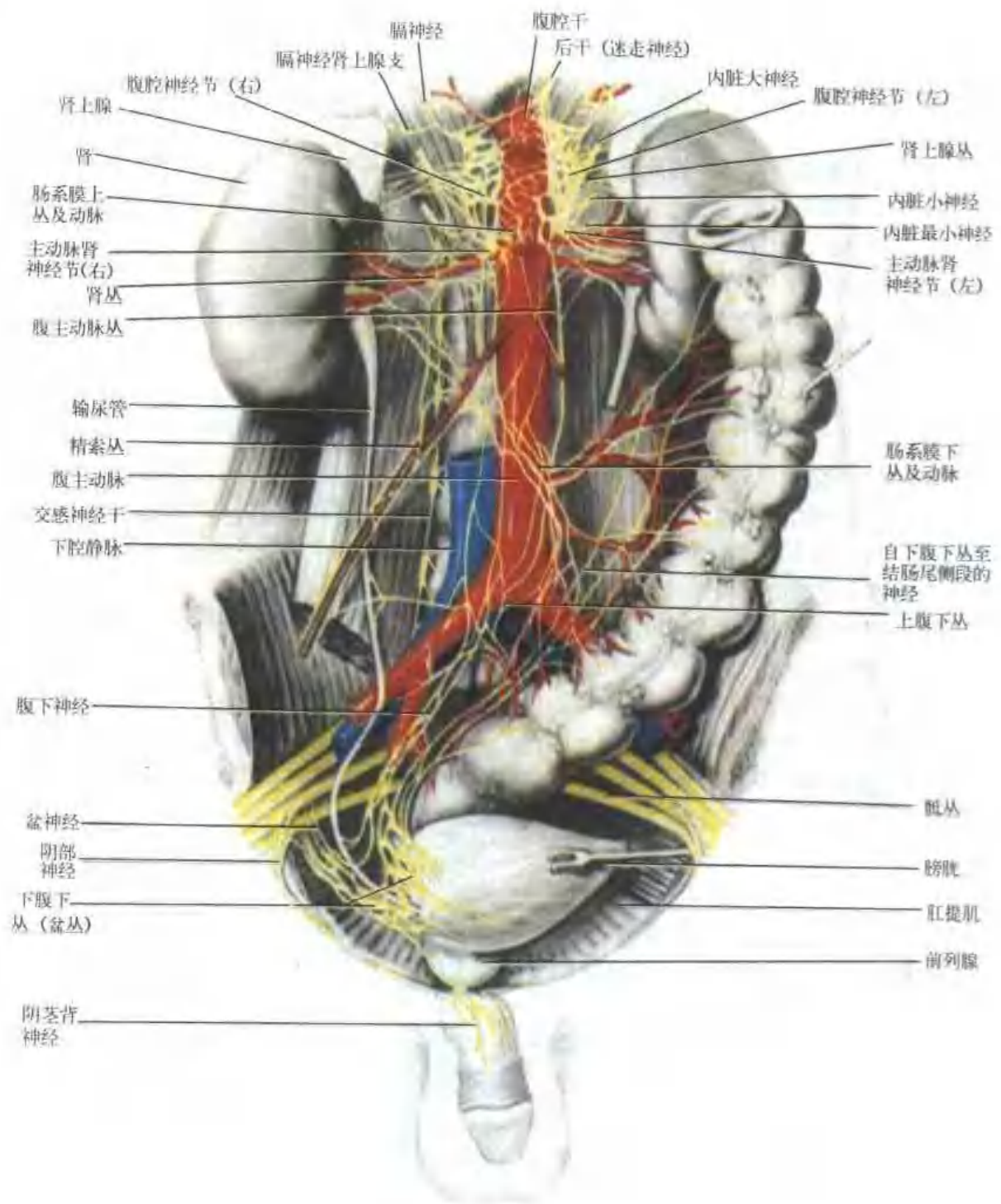


图5-420 腹部、盆部的自主神经及神经丛

接上腹下丛的下部或腹下神经。

(三) 血管支

1. 所有腰神经节均发支至腹主动脉丛。自此向下连于髂总动脉丛。
2. 自第3、4腰内脏神经发细支至髂总动脉，并包围动脉形成丛。延续于髂外及髂内动脉丛。髂外动脉丛还接受生殖股神经来的小支。
3. 许多节后纤维，自腰神经节经灰交通支至腰神经。穿经股神经，随股神经分支分布，股

动脉除近侧接受髂外丛的小支外，该动脉其余部分及其分支，尚接受股神经肌支、皮支及隐神经来的缩血管纤维。穿经闭孔神经的节后纤维分布至闭孔动脉。腘动脉的近侧部，接受闭孔神经后支、闭孔神经膝关节支及隐神经来的小支；腘动脉的其余部分，接受胫神经及其关节支来的小支。

(四) 分布于椎骨及其韧带的分支

体调资料(交感干腰部)：

腰神经节每侧的数目为1~6个，以3、4、5个最多见，分别占30.7%，36.8%和21.7%。在交通支上可能出现副节。在有六个腰椎的标本上，腰节的数目为2~6个不等。

腰神经节常相合并，常见二个节相合并，以第2、3腰节合并者最多，其次为最末胸节与第1腰节。也有3个、4个及5个节相合并者。发生合并的腰节，占腰节总数的22.2%。合并的神经节常呈链珠状。一干上也可出现两次合并节。腰神经节分裂者较少，约占2.7%。

腰神经节的位置，当其独立存在时，多位于相应椎骨水平，或在同位椎骨与上下位椎骨之间。第2腰神经节的位置较固定，常位于第2腰椎水平。腰节合并时常在相邻椎骨的椎间盘处相互融合。如合并的第2、3腰节，常位于第2腰椎及第2、3腰椎间盘一段范围内。

腰交感干节间支的分裂，可裂成2支，3支或多支。此现象在下腰部多见。偶尔见到一干有两次分裂。交感干分裂的出现率约占36.4%。

腰神经节上的交通支，在独立的腰节可发出1~6支，其中第1、2、3腰神经节大多各发2~3支，第4、5腰神经节大多各发1~2支。极少数的腰神经节可不存在交通支。

每一腰神经上联系的交通支，除来自同位腰神经节者外，尚可来自上或下相邻的腰神经节，尤其当同位节缺少时，更是如此。每一腰神经可有1~5或多达7支交通支与其联系。上位腰神经上的交通支较多，下位者则较少。第1、2腰神经大多有2~3条交通支，第3腰神经大多有1~2条，第4、5腰神经大多为1条与其相连。

四、盆 部

交感干的盆部是由骶部和尾部相合而成。此部的交感干位于骶骨前侧，骶前孔的内侧。上与腰部连接；下端在尾骨前侧，左右交感干会合，终于单一的尾神经节 coccygeal ganglion，或称奇神经节 ganglion impar。

交感干骶部，一般有4个神经节，可能少至3个或多至6个，不过体积较小。尾部只有一个尾神经节。神经节之间以节间支串联成干。两侧骶交感神经节之间也有横支相连。

骶部的交感神经节，即骶神经节 sacral ganglia 无白交通支，其节前纤维可经下三个胸神经和上2个腰神经的白交通支至交感干；在干内下降至骶神经节，交换神经元。各神经节均有灰交通支至骶神经或尾神经。

骶神经节的分支：

(一) 内脏支

1. 自第1、2骶神经节发细支参加盆神经丛(即下腹下丛)或腹下神经。
2. 自连接两侧交感干的祥上发细支分布于尾骨球 glomus coccygeum。
3. 在某些例子有直接的小支，至骨盆入口处的输尿管及直肠的后面。

(二) 血管支

1. 至骶中动脉，形成骶中动脉丛。

2. 第1、2骶神经节发出节后纤维，以不恒定的小支直接至其邻近的髂内动脉。但大部分是间接地经下腹下丛及腹下神经的分支，或经骶丛的分支至髂内动脉。

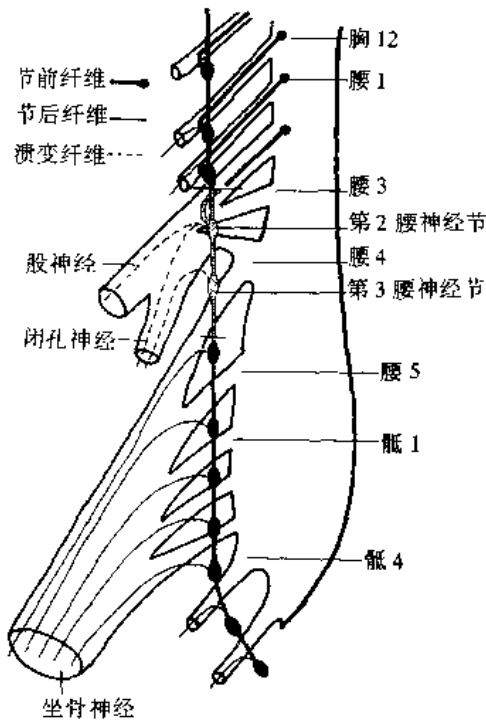


图5-421 至足的交感神经
缩血管节前及节后纤维

切除第2及第3腰神经节，仅中断了下降至腰下部及骶部的椎旁神经节的节前纤维，至坐骨神经及足部的节后纤维并不溃变

3. 经阴部神经、臀上神经、臀下神经的交感纤维至其相伴行的动脉。

4. 经坐骨神经的交感纤维分布至髂动脉及其以下的下肢动脉。

支配下肢动脉的交感神经节前纤维，来自脊髓胸下部的3个节段及腰上部2或3个节段，经白交通支达胸下部及腰上部的椎旁神经节换元；而某些纤维沿交感干下降至骶部上2或3个神经节内换元。自胸下部及腰上部神经节换元的节后纤维，经股神经分布至股动脉及其分支。自骶上部2或3个神经节换元的节后纤维，大部经灰交通支集中于第1骶神经，然后经坐骨神经及其分支胫神经，分布于腘动脉及其以下的下肢动脉。胫后动脉近侧部，接受腓肌支分出的小支，而该动脉主要是接受胫神经及其肌支来的小支。腓动脉接受胫神经及腓长屈肌支来的小支。足底动脉接受胫神经的小支。胫前动脉近侧部，接受来自腓肌支或胫骨后肌支的小支；而该动脉的主要神经支配，是来自腓深神经或其至胫骨前肌支的小支。足背动脉接受腓深神经的小支。

为达到下肢血管的去交感神经支配，可手术切除第2及第3腰神经节及节间支(保留第1腰神经节，以免损伤射精活动)，则所有至下肢的节前纤维均被切断(图5-421)。

第四节 自主神经丛

胸、腹、盆腔内较大的神经丛是由交感神经纤维及神经节组成的。这些神经节属于椎前神经节或侧副神经节。此外，还有副交感神经的纤维加入丛内。由这些神经丛发出分支，分布于胸、腹及盆腔的内脏器官。

一、心 丛

心丛 cardiac plexus 位于心底部，主动脉弓后下侧，气管分叉的前面及两侧。参与形成心丛的神经计有：两侧交感干颈部的颈上、中、下心神经，胸心神经及迷走神经所有的心支(心上支、心下支、心胸支)。所有这些神经，除交感性颈上心神经内无传入纤维外，其余都含有传出和传入两种纤维。心丛一般分为浅深两部，但二者有着密切的联系。

(一) 心浅丛

心浅丛在主动脉弓下侧，右肺动脉前方，较心深丛为小。由左颈上神经节的颈上心神经及左迷走神经的心下支混合而成。丛内常有1~2个心神经节 cardiac ganglion(可能为副交感神经

节),位于主动脉弓的下侧,动脉韧带右侧及肺动脉分叉之间。自心浅丛发出的分支至心深丛、右侧冠状丛及左肺前丛。

(二) 心深丛

心深丛位于气管分叉的前面,主动脉弓的后侧,肺动脉干分叉处的上方。此丛很大,常可区分为左半部及右半部(在人体及某些哺乳动物,有人把心深丛再分为6个丛,即前、后心房丛,右前、左前心室丛,右后、左后心室丛)。左右两部分的合成及分布都不同,但相互间有许多交通纤维连接在一起。右半部接受交感性右颈心上、中、下神经,胸心神经及所有右迷走神经的心支。左半部接受交感性左颈心中、下神经及胸心神经,左迷走神经的心上支及胸心支。此外,心深丛也接受来自心浅丛的分支。

自心深丛右半部发出的分支,大部经右肺动脉前面,小部经其后面,经右肺动脉前面者连于右肺前丛,并有部分小支至右冠状丛。经右肺动脉后面者,以少数小支分布于右心房,继续前行,参加左冠状丛。自心深丛左半部发出的分支至左心房、左肺前丛、左冠状丛,并与心浅丛有分支相连。

1. 左冠状丛 left coronary plexus 较右冠状丛为大。伴左冠状动脉而行,由心深丛左半部来的纤维为主和心深丛右半部的少数纤维而成。此丛的分支随冠状动脉的分支分布于左心房和左心室。

2. 右冠状丛 right coronary plexus 由心浅丛和心深丛右半部来的纤维组成。此丛随右冠状动脉及其分支分布于右心房及右心室。

二、肺 丛

肺丛 pulmonary plexus 由较大的迷走神经支气管及较小的交感神经分支(第2、3、4胸神经节的支)所组成。此丛与心丛间互相连续,不易分开。肺丛位于肺根内支气管及血管的前侧及后侧。前侧者为肺前丛,后侧者为肺后丛,两丛间互有联系。

肺前丛由迷走神经及心深丛来的分支组成;左肺前丛还接受心浅丛来的小支。肺后丛由迷走神经、心深丛及第2至5胸神经节来的分支组成,左肺后丛还接受左返神经来的分支。此两丛随肺动脉及支气管的分支入肺内,其纤维可直达肺表面的胸膜脏层。丛内近肺根处,有神经细胞,为迷走神经节前纤维交换神经元之处。

三、腹 腔 丛

腹腔丛 coeliac plexus 或太阳丛 solar plexus,为不成对的神经丛,位于第12胸椎及第1腰椎上部高处,上与胸主动脉神经丛连续,下与肠系膜上丛及腹主动脉丛相连。腹腔丛在小网膜及胰的后侧,膈内侧脚及主动脉的前侧,左右肾上腺之间,包绕于腹腔动脉及肠系膜上动脉根部的周围。此丛由两侧的内脏大、小神经,腰上部交感神经节的分支及右迷走神经腹腔支所组成。有时,左侧迷走神经的腹腔支也加入其中。丛内有左右两个神经节,叫腹腔神经节 coeliac ganglia。

左右腹腔神经节呈灰红色,形状不规则,表面有小球状的突起和小裂孔,位于膈内侧脚的前面,肾上腺的内侧。右侧者,位于下腔静脉的后侧。两神经节的上部接受内脏大神经,下部与主动脉肾神经节 aorticorenal ganglia 相连。

主动脉肾神经节接受内脏小神经。肾丛的大部分由此神经节发出的分支所形成。

自腹腔丛及腹腔神经节发出分支，形成多数次级神经丛，随腹主动脉的分支，分布于各脏器。成对的丛有膈丛、肾上腺丛、肾丛、睾丸丛(女性为卵巢丛)；不成对的有腹主动脉丛、肝丛、脾丛、胃上丛、胃下丛、肠系膜上丛及肠系膜下丛等。

(一) 膈丛

膈丛 phrenic plexus 左右各一，右膈丛较左侧者稍大。此丛由腹腔神经节上部发出的纤维，及由膈神经来的一或二小支而成。沿膈下动脉至膈，一部分纤维至肾上腺。在右膈丛与右膈神经相连之处，有一小神经节叫膈神经节 phrenic ganglia，右侧者经常存在，左侧者有时缺乏。自膈丛发出分支，至下腔静脉、肾上腺及肝丛。

(二) 肝丛

肝丛 hepatic plexus 沿肝动脉、门静脉及其分支入肝。主要分布于血管，但在肝细胞之间也发现有神经纤维，还分布于胆总管及胆囊。肝丛主要接受腹腔丛和右迷走神经的纤维，而左迷走神经及右膈神经的纤维也可加入其中。由肝丛分支可伴随所有肝动脉的分支而行：其纤维向下达胃十二指肠动脉及胃网膜右动脉，形成胃下丛 inferior gastric plexus 或胃网膜右丛，沿胃大弯与脾丛相连。肝丛内具有交感和副交感的传入和传出神经。有人认为胆囊平滑肌及胆总管括约肌受迷走神经支配。

(三) 脾丛

脾丛 splenic plexus 由腹腔丛的左腹腔神经节及右迷走神经的分支而成。沿脾动脉，并随其分支布于胃大弯、胃底及胰。

(四) 胃上丛

胃上丛 superior gastric plexus 与胃左动脉伴行，分布于胃小弯，并与迷走神经的胃支及肝丛相连。

(五) 肾上腺丛

肾上腺丛 suprarenal plexus 由腹腔丛、同侧腹腔神经节发出的纤维及内脏大神经的纤维组成；膈丛也有纤维加入其中。丛内可能存在神经节。此丛的纤维主要分布于肾上腺髓质。

肾上腺按其体积的大小与神经分布的比例而言，该器官较其他器官有更多的神经分布，主要是节前纤维性质的有髓纤维。

分布肾上腺髓质，终于嗜铬细胞；这种细胞相当于交感神经节后神经元。另有少数无髓鞘纤维，属于节后纤维性质，分布于肾上腺的皮质。

(六) 肾丛

肾丛 renal plexus 起始于肾动脉上侧，随肾动脉而行。肾丛的纤维一部分来自腹腔丛及腹腔神经节的下部；另一部分来自腹主动脉丛。此外，内脏小神经、内脏最小神经(如存在时)、第一腰椎旁神经节的分支以及迷走神经的分支也加入其中。此丛大部是节后纤维，但也有节前纤维存在。丛内有神经细胞集聚而成的小神经节，最大的一个常位于肾动脉起始处的后侧，为节前纤维交换神经元之处。自肾丛发出的纤维包围肾动脉，并随其分支入肾内。分布于血管，也有人认为分布于肾小球及肾小管，特别在肾皮质内的肾小管。肾丛的神经主要是血管运动功能。自肾丛发出的一部分纤维沿输尿管下降，加入输尿管丛及睾丸(或卵巢)丛。

输尿管的上部接受肾丛及腹主动脉丛，中部接受上腹下丛及腹下神经，下部接受腹下神经及下腹下丛来的纤维。

(七) 精索丛

精索丛 spermatic plexus 即男性的睾丸丛 testicular plexus, 女性称卵巢丛 ovarian plexus。睾丸丛接受自肾丛及腹主动脉丛来的纤维而成。沿精索内动脉下降。此丛下部有来自上及下腹下丛的纤维加强。此丛主要为节后纤维。自此丛发出的纤维至输精管, 睾丸及附睾。

卵巢丛伴卵巢动脉而行, 上部接受自肾丛及腹主动脉丛来的纤维; 下部接受上腹下丛及在阔韧带内接受子宫阴道丛来的纤维加强。自卵巢丛发出的纤维至卵巢, 输卵管、阔韧带及子宫底。

(八) 肠系膜上丛

肠系膜上丛 superior mesenteric plexus 是较大的神经丛, 为腹腔丛向下的连续, 随肠系膜上动脉入肠系膜。此丛的纤维来自腹腔丛的下部及腹腔神经节、右迷走神经及内脏小神经。在此丛的上部, 肠系膜上动脉起始处的上侧, 有一神经节, 为肠系膜上神经节。有些节前纤维至此交换神经元, 节后纤维形成次级的神经丛, 伴随肠系膜上动脉的分支而行, 分布至各脏器。如伴胰十二指肠下动脉至胰, 并有纤维至胆总管; 随肠动脉至小肠; 随回结肠动脉、右结肠动脉及中结肠动脉至结肠的相应部分; 所以此神经丛的分支, 分布于结肠左曲附近而终止。神经丛的纤维随动脉进入肠管壁内, 在环肌层与纵肌层之间形成肠肌丛 myenteric plexus, 在肠粘膜下形成粘膜下丛 submucous plexus。

(九) 腹主动脉丛

腹主动脉丛 abdominal aortic plexus 或称肠系膜间丛 intermesenteric plexus, 位于腹主动脉的两侧及前面, 在肠系膜上及下动脉起始处之间。此丛的纤维来自腹腔丛及腹腔神经节, 并接受两侧第1、2腰交感神经节来的内脏支。由4~12支肠系膜间神经, 相互间以斜支联系组成。此神经丛内常有一些神经节, 位于腰椎旁神经节的纤维与此丛相连之处。此丛发出的纤维, 沿主动脉发出的分支经行。例如随髂总动脉者形成髂总丛 iliac plexus, 某些纤维可延伸达股丛 femoral plexus; 此外, 发支至精索丛、肠系膜下丛、上腹下丛, 并发支分布于下腔静脉。

(十) 肠系膜下丛

肠系膜下丛 inferior mesenteric plexus 起始于肠系膜下动脉发出之处, 并随该动脉经行。主要接受腹主动脉丛左侧的纤维及附近第2、3腰神经节来的纤维而成。在肠系膜上动脉根部的上侧或下侧, 有一神经节, 称肠系膜下神经节 inferior mesenteric ganglion。此节常呈分散形式, 配布于丛的起始部。由肠系膜下丛发出次级神经丛, 随肠系膜下动脉的分支, 如左结肠动脉、乙状结肠动脉、直肠上动脉行进, 形成相应的神经丛。左结肠神经丛与中结肠神经丛结合。直肠上丛 superior rectal plexus 与来自盆丛的直肠下丛连接。

四、上腹下丛

上腹下丛 superior hypogastric plexus 位于第五腰椎及第一骶椎上部的前面, 腹主动脉的末端及其分叉处。此丛常称为骶前神经 presacral nerve, 但此丛很少聚集成单独的神经, 位置也是常位于腰椎前面, 而较少位于骶椎前面。此丛的纤维来自腹主动脉丛, 肠系膜下丛及腰神经节的第三、四内脏神经。此丛向下分成左右腹下神经(或丛), 连接下腹下丛。上腹下丛发支至输尿管丛、精索丛及髂丛。此外, 盆神经的副交感纤维也经下腹下丛上升加入此丛。一般这种副交感纤维至上腹下丛的左侧, 并随乙状结肠血管、左结肠血管及其分支而分布; 也可单独成腹膜后神经, 支配结肠左曲(也可能至横结肠左侧部)、降结肠和乙状结肠。

上腹下丛内有散在的神经细胞存在。

五、下腹下丛

下腹下丛 inferior hypogastric plexus 即盆丛 pelvic plexus。自上腹下丛发出左右腹下神经，在腹膜外结缔组织内向下，在髂内动脉的内侧，其分支连接下腹下丛。腹下神经可能是单支，也可能是2~3支纵行神经，以横支吻合成丛。自此神经发支至精索丛、输尿管丛、髂丛内，并发支至乙状结肠。左右腹下神经起始处附近，有最下的腰内脏神经与之连接。

下腹下丛在男性位于直肠、精囊、前列腺及膀胱后部的两侧；在女性位于直肠、子宫颈、阴道穹及膀胱后部的两侧。此丛除自腹下神经来的纤维外，还接受骶椎旁神经节的节后纤维及盆神经的节前纤维。在此丛内，有细小的神经节存在。自此丛发出的纤维与髂内动脉的分支伴行，形成次级神经丛，随动脉分布于脏器。

(一) 直肠下丛

直肠下丛 inferior rectal plexus 的纤维起于下腹下丛的上部，沿直肠下动脉至直肠，并有神经纤维与直肠上丛相连接。纤维向下分布达肛门内括约肌。

直肠与肛管的神经支配，来自直肠上丛、直肠下丛及肛门神经。肛门神经是阴部神经的分支。直肠丛内的交感神经传出纤维使直肠舒张，肛门内括约肌收缩；副交感神经传出纤维使直肠收缩及肛门内括约肌舒张。肛门神经的运动纤维支配肛门外括约肌，该肌可随意舒缩；它的感觉纤维分布至肛管下部。直肠的刺激和疼痛冲动经副交感或交感神经的传入纤维进入脊髓。

(二) 膀胱丛

膀胱丛 vesical plexus 位于膀胱两侧，其纤维主要来自下腹下丛，并有第3、4骶节的副交感纤维，经盆神经至此丛内。自此丛发出纤维，沿膀胱动脉经行，分为膀胱上神经及膀胱下神经，分别至膀胱上部及下部。在男子并发支至输精管，形成输精管丛 deferential plexus；此丛可与精索丛(睾丸丛)连接。另外，还发支至精囊及输尿管。

膀胱丛内有交感神经与副交感神经的纤维。膀胱壁和内括约肌接受交感和副交感的双重支配。外括约肌接受阴部神经的支配。每种神经都含有传入与传出纤维。副交感神经的传出冲动引起膀胱逼尿肌收缩和内括约肌松弛，导致排尿。交感神经的传出冲动对膀胱的作用不够明确，但能使内括约肌的紧张性加强，有阻止排尿的作用；此外还可使膀胱的血管收缩。阴部神经的躯体传出冲动能引起外括约肌的收缩。

引起膀胱尿胀的感觉由副交感传入纤维传导；膀胱过度膨大时的痛觉由交感传入纤维传导。尿道的感觉则由盆神经及阴部神经传入纤维传导。

(三) 前列腺丛

前列腺丛 prostatic plexus 位于前列腺的两侧，前列腺与肛提肌之间。为下腹下丛下部的连续，组成此丛的神经较为粗大。丛内有细小的神经节。自此丛发出分支至膀胱颈、前列腺、精囊、尿道前列腺部、射精管、阴茎海绵体、尿道海绵体、尿道球腺、尿道膜部及海绵体部。自此丛延续形成的阴茎海绵体丛 cavernous plexus of penis，随尿道膜部以多数分支穿会阴深横肌至阴茎根的背面，与阴茎背神经相连接。自此连接之处，发出两列神经，即海绵体小神经 lesser cavernous nerves 及海绵体大神经 greater cavernous nerves。前者为多数细小的纤维，穿过包围着海绵体的纤维膜，分布于勃起组织；后者左右各一，在阴茎的背侧向前行，并与阴茎背神经相结合，发出细小的终支，分布于阴茎海绵体的勃起组织，还有一些终末纤维分布于尿道海绵体。

前列腺丛内有交感及副交感纤维，交感纤维支配男性生殖器引起血管收缩，而副交感纤维引起血管扩张。

精囊的神经支配来自膀胱丛、前列腺丛及下腹下丛的下部。从这些神经发小支至射精管及输精管。一般认为，交感神经的作用使精囊及射精管收缩，并在射精时同时抑制膀胱肌及使膀胱内括约肌收缩，阻止精液返流入膀胱内。

(四) 子宫阴道丛

子宫阴道丛 uterovaginal plexus 相当于男子的输精管丛及前列腺丛。位于阔韧带的基底部两层之间；子宫颈及阴道上部的两侧。纤维来自下腹下丛，丛内有不少神经细胞。自此丛发出某些神经纤维，伴阴道动脉下行，分布于阴道；而另一些纤维直接至于宫颈；也有一些向上伴子宫动脉上行，分布于子宫体及输卵管，与下腹下丛来的输卵管支及卵巢丛来的小支相连接。在丛内子宫颈旁的神经细胞形成小神经节，称为子宫颈神经节 uterine cervical ganglion。

至阴道的神经可来自下腹下丛的下部及子宫阴道丛，沿阴道动脉及其分支分布，至阴道壁、前庭球的勃起组织及阴蒂，尿道及前庭大腺。阴蒂海绵体丛 cavernous plexus of clitoris 相当于男性阴茎海绵体丛，主要来自子宫阴道丛。

子宫阴道丛内有交感及副交感神经两种纤维。至子宫的交感神经节前纤维来自脊髓第十二胸节及第一腰节；其节前纤维换元成节后纤维之处尚未确定。副交感神经节前纤维来自脊髓第二、三、四骶节；在子宫颈旁的神经节内换元。交感神经的作用可能引起子宫收缩及血管的收缩。副交感神经的作用可能引起子宫抑制及血管舒张。这两种神经的作用在激素的影响下加强。子宫颈痛觉传入纤维经副交感性盆内脏神经传入，细胞体位于上部骶神经的脊神经节内。子宫体的痛觉纤维在交感神经内，经上腹下丛及腰内脏神经，至上部腰神经及最末的胸神经后根。

第五节 自主神经周围传入纤维

自主神经系，按过去旧有概念，仅指自主神经的周围传出纤维即内脏运动纤维而言，而不包括内脏感觉纤维。后者在有的书中附属于脊神经内简略叙述。现在，这种旧有概念已被许多人提出纠正，并把内脏感觉神经归属为自主神经周围传入纤维。

内脏有感觉及感觉的传入纤维，在解剖、生理以及临床方面都已得到证实。某些人曾先后提出过所有的内脏神经中，均具有传入纤维。这种传入纤维的细胞体，存在于脊神经节或脑神经节中。在形态学上，为了证明自主神经周围传入纤维的存在，可切断前根及后根，使前根或后根内的传出纤维溃变；然后检查白交通支，可见支内保留着许多没有溃变的纤维，则为来自内脏的自主神经传入纤维。现代应用电生理学技术，更作了内脏传入神经的分布和周围作用的详细研究。内脏感觉纤维在实际应用中有重要的意义，如在内脏手术中，有时要作腹腔神经节的麻醉；对于剧烈的内脏疼痛，可作交感神经切断术等，以达到止痛的目的。

自主神经的传入纤维，分布于鼻腔传导嗅觉的及分布于味蕾传导味觉的，因它们是传导特殊感觉，故称为特殊内脏传入纤维；而传导来自舌后部、咽、喉、食管、气管、胸、腹、盆部内脏来的感觉纤维，则称为一般内脏传入纤维。因为交感神经和副交感神经中，都有自主神经传入纤维，所以也有人按其经过的局部位置而分别称为交感内脏传入纤维及副交感内脏传入纤维。在此应提起注意，内脏不仅有自主神经传入纤维分布，躯体传入纤维也可分布到浆膜壁层。

内脏传入纤维可分为有髓及无髓纤维两种。有髓内脏传入纤维的直径及数目，曾有人分析过，大概共有11000条有髓内脏传入纤维穿行于自主神经内；在猫的内脏神经中有1379条，迷走神经颈段中有1674条，四支盆神经中有6658条(图5-422)。这三种神经中占最多数的直径为3~4 μm (A_{δ} 纤维)；在内脏神经中，占第二位多数的直径为8~11 μm (A_{β} 纤维)。此外，在自主神经中有大量的无髓内脏传入纤维。这种纤维的数目，在白交通支内者，至少等于或超过有髓内脏传入纤维。

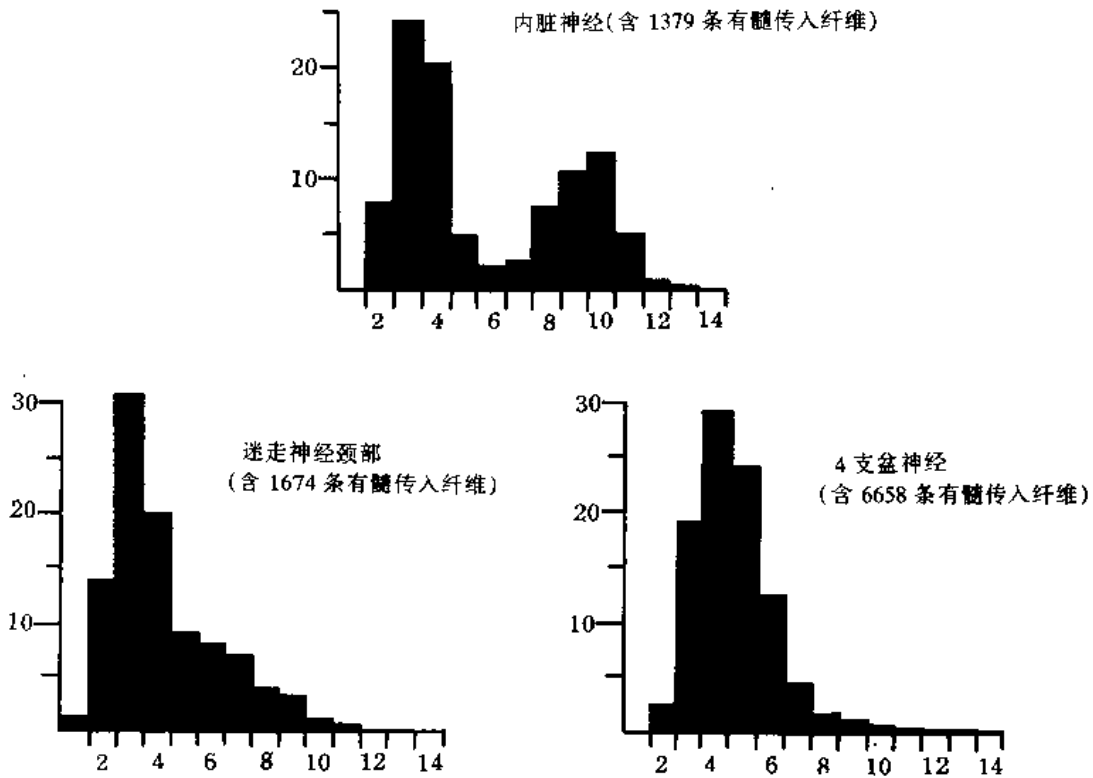


图5-422 支配内脏的不同自主神经十内，在其“去运动纤维”后，所保留的有髓鞘传入纤维比较图
横坐标表示纤维直径的大小，用微米为测量单位；纵坐标表示不同直径神经干内保留的有髓传入纤维的百分数

迷走神经内的有髓内脏传入纤维，差不多全部来自胸部及颈部的结构，如恰在膈以上处刺激迷走神经，则仅有C纤维显示混合动作电位。切片检查“去运动纤维”的迷走神经，其膈上部分缺乏有髓纤维。所以，有人认为迷走神经中来自腹腔的内脏传入纤维，几乎全部为无髓纤维。

分布于血管的内脏传入纤维，也可沿躯体神经到达血管壁周围。

一、一般内脏传入纤维

内脏传入纤维，它的重要性主要表现在参与许多内脏-内脏反射、内脏-躯体反射以及内脏器官感觉及内脏痛觉的传导。内脏传入纤维所传递的冲动以及所引起的反射，有许多没有达到意识的程度。但这些反射通过脊髓及脑干内的调节，对机体的生理功能起着非常重要的作用。可是，有许多内脏传入冲动，则可达到意识的水平，如内脏痛觉及内脏器官的感觉。内脏感觉的特点，一般是不能精确定位，并且通常为弥散性。

(一) 内感受器

内脏具有许多内感受器。最粗大的有髓内脏传入纤维，其终末达于环层小体；最细小的有

髓内脏传入纤维或无髓内脏传入纤维的终末,为许多弥散的内感受器。内感受器有三种主要的类型:

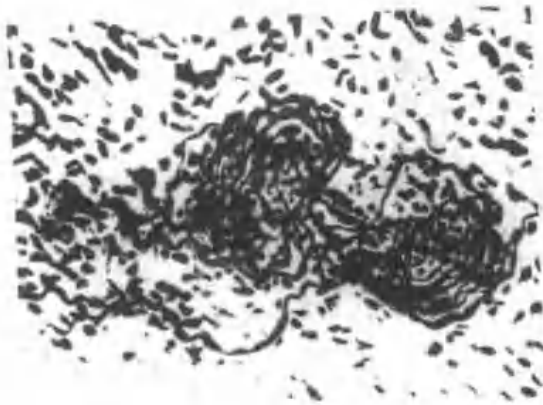
1. 有许多分支的游离末梢,没有任何覆盖。
2. 神经纤维终末构成复杂的缠络,有的具有细弱的被囊;但有的没有。
3. 神经纤维终末具有极厚的被囊,如环层小体等。

游离神经末梢常在粘膜的表面与衬里的上皮细胞相联系。神经终末缠络存在于浆膜的表面及在内脏的肌层内。环层小体分布于肠系膜、内脏的支持组织及腹膜壁层内。

不同脏器所见到的内感受器:在心壁的二层膜内,主要有无被囊的、分散的及树状的神经过末梢、神经袢及神经球。仅在心外膜具有被囊感受器,称为克劳斯 Krause 小体或卵圆小体(图5-423)。

在动脉及静脉壁内,发现主要为无被囊感受器、树状及丛簇状神经终末分支,各具有它们不同形式的终末小结、板及球(图5-424)。

呼吸器官,仅在喉、部分气管及两个支气管,具有被囊及无被囊的感受器。而肺及胸膜脏层只有无被囊的感受器,即简单的树状及丛簇状分支(图5-425)。



1. 人右心房内膜内的神经球状终末



2. 人房中隔内膜内的神经树状终末

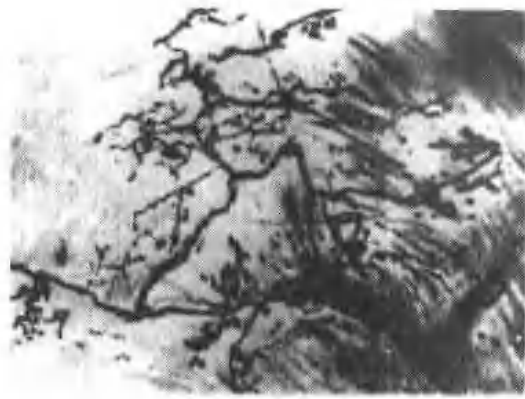


3. 人右心房肌膜内的肌梭型感受器



4. 猫心房外膜内的树枝状神经末梢

图5-423 心壁的神经过末

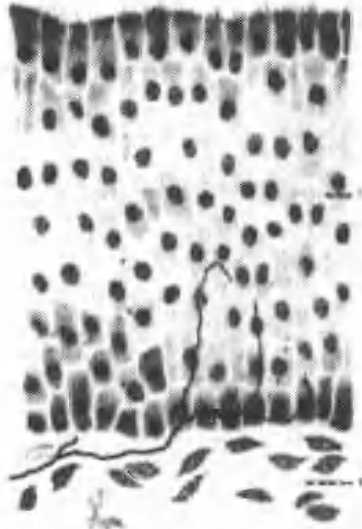


1. 人颈内动脉外膜内树枝状神经终末

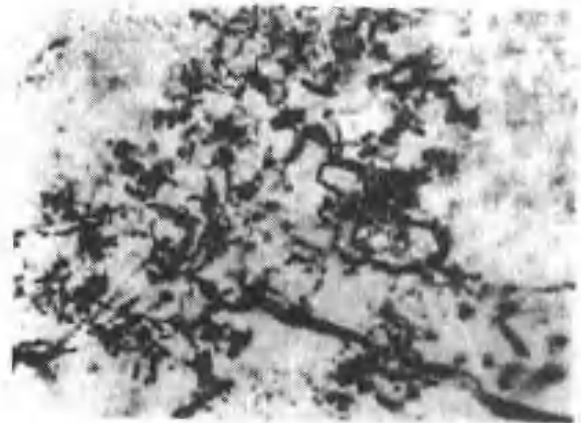


2. 人软脑膜静脉壁内的分散树枝状神经终末

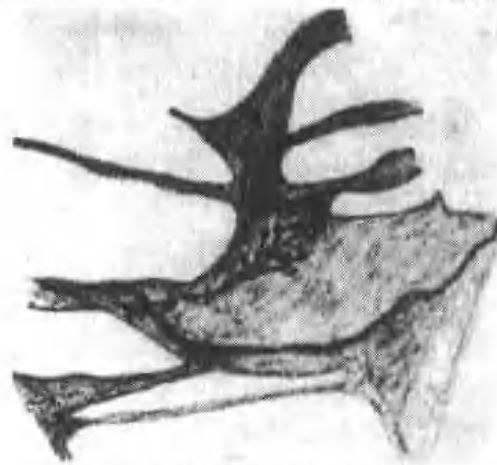
图5-424 血管壁的神经过末



1. 人鼻腔呼吸区粘膜内的上皮内神经纤维及终末



2. 狗胸膜脏层内扩展和膨大的神经树枝状及丛状末梢



3. 人肺泡管间的树枝状神经终末

图5-425 呼吸器的神经终末

消化器官的口腔、舌、咽的粘膜具有无被囊及有被囊的感受器。在食管壁内主要为无被囊感受器，而被囊感受器较少。无被囊的感受器大量存在于胃壁、小肠壁、大肠的直肠肛门部、肝、胰及腹膜内。这些感受器一般是分散成树状及丛簇状的分支，具有不同的终末小球及祥（图5-426）。



1. 食管肌丛附近肌层间的神经丝球



2. 人胃粘膜下层内弥散扩展的树枝状及缠络状神经终末



3. 人婴儿肝小叶内分散状的神经分支

图5 426 消化器的神经终末

总之，这些感受器的形态各有不同，数量也较繁多。

（二）传人神经元

脑神经节及脊神经节内存在着内脏传入神经的初级神经元，也是一种假单极神经细胞。它们的周围突为不同粗细的有髓纤维及无髓纤维，穿行于自主神经中（交感及副交感神经），与其传出性的节前及节后纤维伴行。经过自主神经节时，没有发生突触换元关系。在面神经、舌咽神经、迷走神经、胸及腰上部脊神经和第2、3、4骶神经内，均有内脏传入纤维。

在胸及腰上部脊神经内的内脏传入纤维，经白交通支至交感干；穿过椎旁神经节时没有突触换元。继经内脏神经（或经至心、肺及其他的交感神经）、腹腔神经丛或肠系膜神经丛，达其终末感受器。第2、3、4骶神经内的内脏传入纤维，经盆内脏神经，分布于盆腔脏器（如膀胱、直肠等）。内脏传入神经元的中枢突，经脊神经后根进入脊髓的胸部、腰上部及骶中部区域。在脊髓内，这些纤维也分成长的上升支及短的下支，其终支及侧副支终止于脊髓的后角。这些内脏传入纤维中，传导内脏疼痛者，伴随着躯体疼痛传导纤维，在后根的外侧部进入后外束，终止于脊髓的后角；那些专门传导压觉的纤维，经后根的内侧部，入脊髓后角，终止于后角细胞。自后根进入的某些内脏传入神经元的中枢突，可能在脊髓后索内（特别在薄束内）上

升，终止于延髓的薄束核或楔束核(图5-427)。

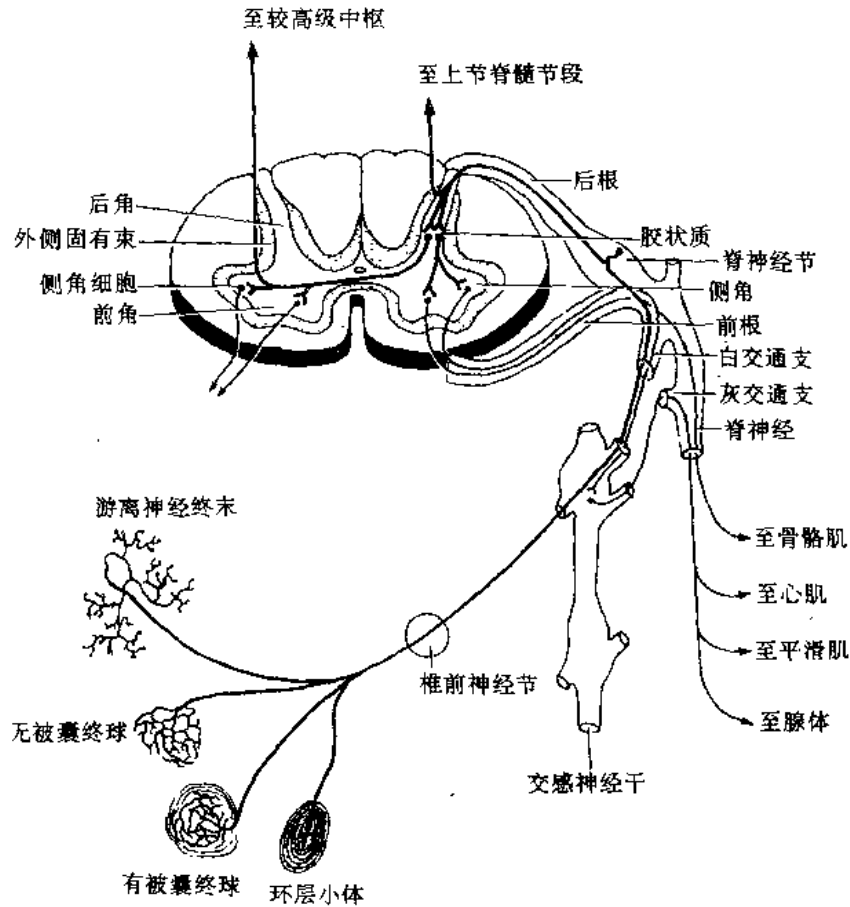


图5-427 一般内脏传入冲动进入脊髓后的反射径路示意图

这些内脏传入冲动进入脊髓后，可经联络神经元与反射弧的传出神经元联系，而产生未能知觉的反射活动；或可上升、换神经元，达到高级中枢，产生意识。

1. 反射联系 在脊髓内的联络神经元，位于脊髓后角内。它们有着不同的联络，某些可直接进入同侧的前角或中间带侧角，或可交叉至对侧的相应区。有些联络纤维经同侧及对侧的固有束扩散，至脊髓其他节段的前角或中间带侧角。有些联络纤维可继续上升，经固有束及网状结构，以影响脑干内的头部运动功能。

2. 意识径路 脊神经节内的初级内脏传入神经元，其中枢突经脊神经后根入脊髓，至后角细胞(第2级神经元)换元后，发纤维经白质前连合，交叉至对侧的前外侧索，于脊髓丘脑侧束内上升，至丘脑腹后外侧核(第3级神经元)换元，少量纤维上升，经内囊后脚达中央后回，按照躯体传入纤维的排布而终止(图5-428)。

某些起于脊髓后角细胞的纤维，不直接上升，而在同侧的固有束内，上升一定距离，至上方的脊髓节段内换元。

头部的内脏传入纤维，包含在第Ⅶ、Ⅸ及Ⅹ三对脑神经中：

而神经内的一般内脏传入纤维，与面深部、中耳、咽壁的内感受器相联系。这些区域内的内脏传入纤维，集中于面神经的中间神经内。这些传入纤维的细胞体位于面神经的膝神经节内。其中枢突入脑，在脑内向背内侧行，达第四脑室底的外侧区；在那里转向尾侧，加入孤束。

在束内向尾侧行一距离后，终止于孤束核。

舌咽神经的一般内脏传入纤维的细胞体，存在于下神经节中。周围突经咽支、舌支及鼓室支，与舌后部、扁桃体及咽鼓管的内感受器相联系；经颈动脉窦支的一般内脏传入纤维，分布于颈动脉窦的压力感受器及颈动脉体的化学感受器。中枢突进入脑内，向后内侧行，加入孤束并弯曲向尾侧，终止于孤束核。

迷走神经内的一般内脏传入纤维的细胞体，位于迷走神经的上、下神经节内。其周围突随迷走神经各分支，分布于消化器，自舌根至横结肠中部；呼吸器，自喉至肺泡；主动脉弓及右心房壁的内感受器。中枢突进入脑后，向后内侧入孤束，在束内下降，终止于孤束核。

一般内脏传入纤维入脑后，通过联络神经元而联系于反射弧的传出神经元。第一个联络神经元存在于孤束核内。自此发出的轴突，经周围网状结构，直接终止于脑干的运动核，如迷走神经背核或泌涎核。此外，可下降入脊髓，经网状脊髓束，终止于中间带外侧核或前角细胞。也可能与延髓网状结构内存在的各不同散在的细胞群发生突触，有些联系到某种中枢，例如延髓的呼吸中枢、血管运动中枢或吞咽中枢。在这些中枢内的细胞作为第二联络神经元，可以联系至迷走神经背核、疑核及舌下神经核。或可能经网状脊髓束下降至脊髓，并终止于颈、胸节段的前角细胞及胸部的中间带侧角。头部一般内脏传入纤维的意识径路尚不清楚，可能有少数上升纤维随躯体传入纤维达意识水平。

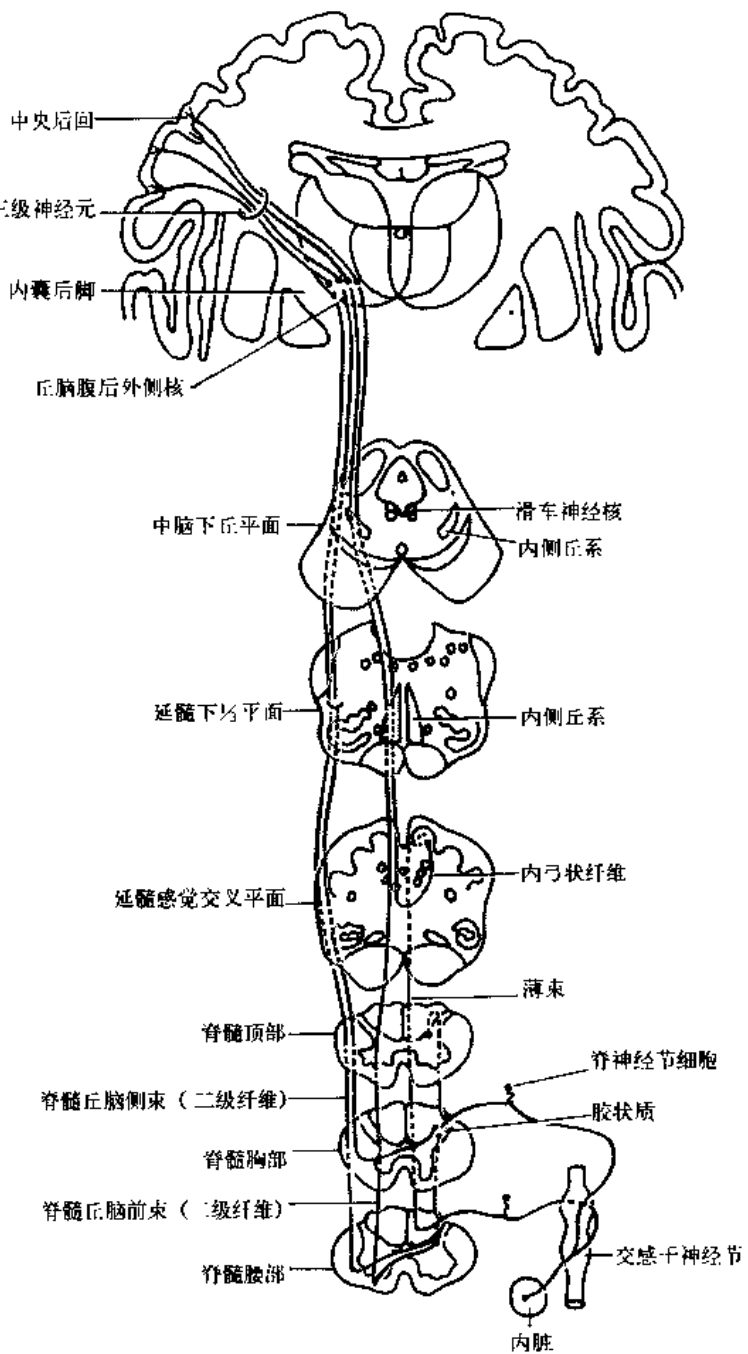


图5-428 一般内脏传入纤维意识径路示意图

二、特殊内脏传入纤维

嗅觉和味觉的传入纤维，为特殊内脏传入纤维。嗅觉与自主神经活动及内分泌活动有密切关系，如对食物的摄取，动物对异性的识别等。味觉与营养的摄取和使机体维持恒定的内在环

境有关，如鼠当食物中缺乏某种物质或体内缺乏某种内分泌时，可对含有缺乏物质的饲料和液体产生特殊的选择和食欲；肾上腺切除的鼠，明显地表现出对生理盐水的食欲（选择饮食内有足够的氯化钠的饲料，不仅可维持动物的生命，而且可增加体重），如不供给生理盐水，则可在几天内死亡。同样，切除动物的甲状旁腺后，动物对含有钙的溶液便增加食欲，而这种食欲可因甲状旁腺的移植而消除。维生素缺乏的动物也是选择地摄取含有这种维生素的食物。所以这种非常重要的自身调节行为，有赖于完善的敏感的味觉。当切断动物的周围味觉神经后，动物即失去选择食物以校正缺陷的能力，而趋于无选择地纳食和饮水。

（一）嗅觉传入

嗅感受器位于鼻中隔上1/3及上鼻甲以上的鼻粘膜内，为双极型嗅细胞树突的终末，达于粘膜表面。这终末成杯状膨大，周缘有数根短毛。嗅感受器是一种化学感受器。嗅细胞的轴突（中枢突）为细小的无髓有膜纤维（约 $1\mu\text{m}$ ），集成约20条左右的细束，穿筛孔入颅内，终止于嗅球。

反射联系：嗅细胞的中枢突与嗅球内的帽状细胞发生突触。自帽状细胞发出轴突，部分终止于前嗅核；自此核发出纤维，伴随帽状细胞直接向后行至嗅束尾端，分裂成内侧嗅纹和外侧嗅纹。

外侧嗅纹内的纤维，终止于外侧嗅核，自外侧嗅核发短纤维可进入杏仁核，自杏仁核经斜束可与隔核联系；内侧嗅纹的纤维入嗅结节，至隔区的核，或经前连合终止于对侧杏仁核，在此可与终纹相联系。

自隔核发纤维经前脑内侧束下降，某些纤维终止于视前核、下丘脑外侧核及乳头体核。另一些纤维向尾侧延续，进入中脑被盖，并穿过脑干网状结构下达脊髓，与脑干及脊髓内的自主神经运动中枢形成突触。

自杏仁核复合体发出的纤维，经终纹止于隔核、视前区及室旁核。自视前核发纤维加入前脑内侧束，下降至脑干和脊髓的自主神经中枢。

自隔核、杏仁核复合体及下丘脑的核发纤维，经髓纹，大多数纤维终止于同侧缰核，其余的纤维经缰连合终止于对侧缰核。自缰核发纤维向腹尾侧方向，经缰核脚间束，终止于脚间核。自此核发纤维，联系网状核，特别是被盖背核。自这核来的纤维，经背侧纵束，终止于脑干及脊髓的躯体及自主神经运动核。

嗅觉意识径路：嗅冲动经嗅细胞及其轴突（嗅神经），传导至嗅球的僧帽状细胞。再自此种细胞发出纤维，可直接或间接地经前嗅核或外侧嗅束核换元，到达梨前区或杏仁核周区皮质（半月回或环周回的前部）。

（二）味觉传入

味觉起于味觉感受器味蕾。味蕾为圆形或卵圆形结构，长约 $72\mu\text{m}$ 。分布于舌乳头，软腭、会厌等处的粘膜上皮内。味蕾由三种细胞组成：一种为支持细胞，第二种为基底细胞，第三种为味细胞。味细胞与上皮表面呈垂直排列，细胞顶部有味毛，基部有司味觉的神经末梢分布（细胞结构见感觉器篇）。

味蕾顶部有一味孔，通于口腔。味觉物质，溶于液体内，容易进入味孔，刺激味细胞。

味蕾的神经分布，联系到面神经、舌咽神经及迷走神经。味觉神经纤维进入味蕾，失去髓鞘以细小的纤维分布于味细胞之间。

其他神经纤维分布在味蕾周围的上皮之间，为一般感觉纤维，无味觉作用。

反射联系：

面神经：此神经的味觉传入神经元位于膝神经节内，其周围突经面神经及其分支鼓索，至舌神经，然后分布于舌前2/3的味觉感受器。另一径路为膝神经节内的味觉传入神经元发出周围突，经岩大神经至耳神经节(在此节内不交换神经元)，借吻合支跨至鼓索(在鼓索的中部加

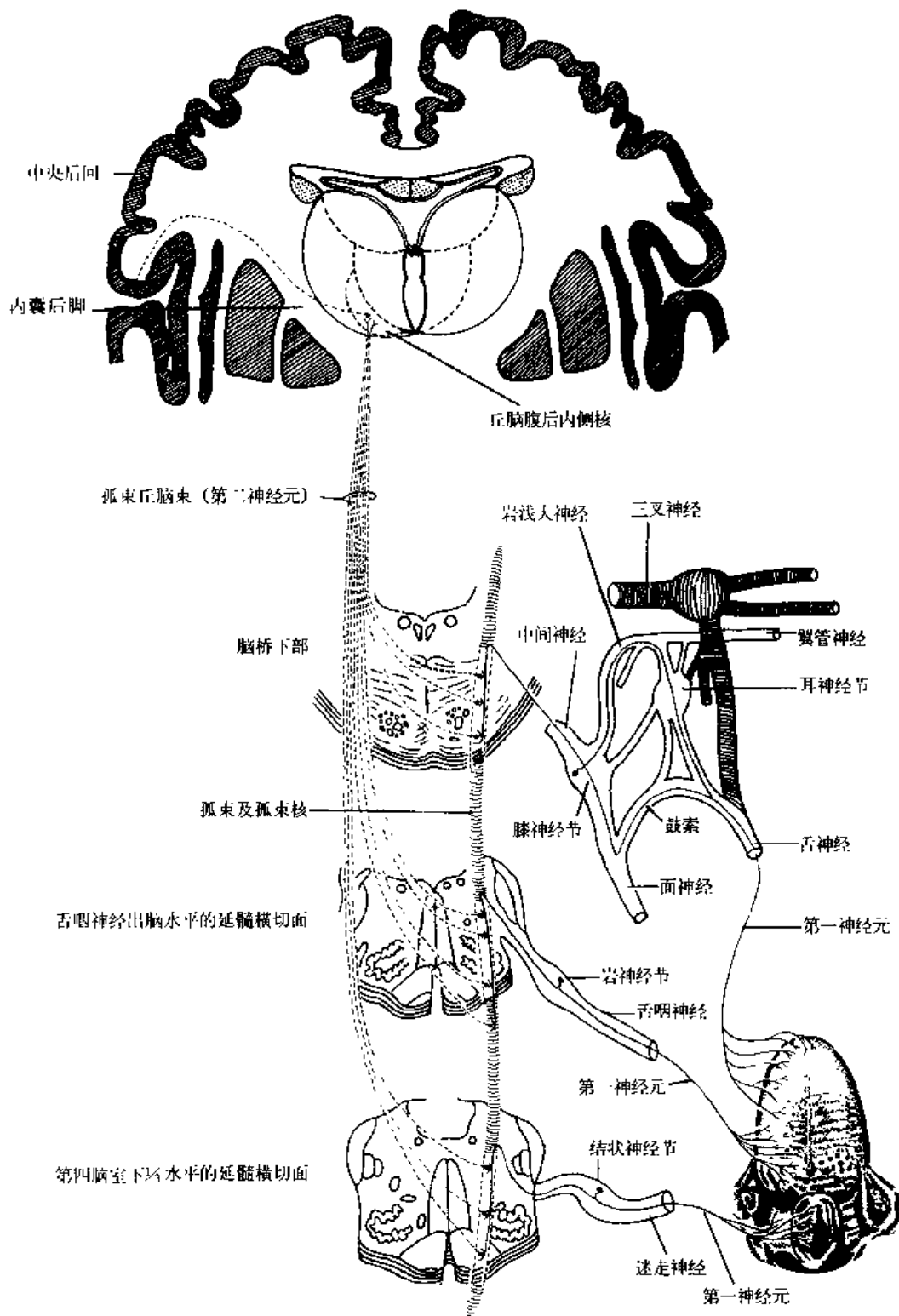


图5 429 味觉意识传导径路示意图

入), 然后再经舌神经, 分布于舌前2/3的味觉感受器。并有纤维经岩大神经、翼管神经至翼腭神经节(在此节内没有交换神经元), 然后经腭神经分布于腭部的味蕾。

膝神经节内味觉传入神经元的中枢突, 经中间神经进入脑干。在延髓内向背内侧行, 达第四脑室底外侧部, 转向尾侧加入孤束, 终止于孤束核。

舌咽神经: 此神经的味觉神经元位于岩神经节内, 其周围突经舌咽神经的舌支及咽支分布于舌后1/3及咽前壁的味蕾。中枢突随舌咽神经入脑干, 穿行于延髓内部加入孤束, 终止于孤束核。

迷走神经: 此神经的味觉神经元存在于结状神经节内, 其周围突经迷走神经的喉上神经分布至会厌及喉的味蕾, 经迷走神经的咽支分布于咽部的味蕾。中枢突随迷走神经入脑干, 也加入孤束, 终止于孤束核。

第Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ三对脑神经的味觉纤维, 各终止于孤束核的不同高度; 第Ⅶ、Ⅸ两对脑神经者止于核的上部, 第Ⅹ对脑神经者止于核的下部。所以孤束核内大部分味觉二级神经元集中在核上部, 也有人提出此处的味觉神经元, 形成一特殊的细胞群, 称味觉核, 位于孤束核的内侧。

自孤束核发出的味觉传导纤维直接进入网状结构。经此它们分布于脑桥及延髓泌涎核、迷走神经背核、三叉神经及面神经运动核、疑核; 并经网状脊髓束下降至脊髓前角细胞。再经第Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ三对脑神经及脊神经的传出细胞分布到大的唾液腺、消化腺、消化管的平滑肌, 形成内脏-内脏反射, 如当食物入口后, 产生唾液分泌及消化管的蠕动等。三叉神经运动核及面神经运动核发出的纤维, 分布到面部的表情肌和咀嚼肌, 形成内脏-特殊内脏反射, 如当食物入口腔后, 引起表情肌的活动及下颌的运动。与舌下神经核、脊髓颈段及胸段前角细胞的联系, 可形成内脏-躯体反射。这些纤维分布于消化管的平滑肌, 咽、舌、膈及腹部肌肉者, 当发生不愉快的味觉时, 可激发起恶心、呕吐反射。

意识径路(图5-429): 孤束核上端(或味觉核)的细胞发出轴突, 越过中线上升为孤束丘脑束(也有称为内脏丘脑束或内脏丘系者)。这些味觉传导的二级径路尚未确定。有人损伤豚鼠的孤束核上部, 然后追踪溃变纤维, 发现味觉二级纤维在内侧丘系内上升。面后又有入损伤兔的孤束核上部, 追踪溃变纤维, 提出此种纤维径路经内侧丘系的内侧, 贴近三叉丘脑腹侧束上升。孤束丘脑束终止于丘脑的腹后内侧核的内侧部。自此发出味觉传导的三级纤维, 经内囊的后脚, 投射于皮质中央后回的最腹侧部, 即此回伸入外侧裂的岛盖部。有人报告中央后回下部弹伤患者其对侧舌的触觉及味觉减退。

(傅志良 王保芝)

第三十九章 几种主要器官的自主神经支配

第一节 心脏的神经支配

自心丛发支沿冠状动脉及其分支而行，形成左、右冠状丛。自此丛发出的分支分布于心房与心室的心外膜下，形成心外膜下神经丛，其中有许多纤维与心壁内神经节细胞发生联系。有许多神经纤维穿至心肌膜；有的穿达心内膜下，形成心内膜下神经丛。

交感神经与副交感的迷走神经心支内，有传入及传出的纤维(颈上心神经内缺乏传入纤维)。各支经心丛后相互混合，然后分布至心脏。

一、心脏传入神经的分布

心脏的传入纤维，其胞体位于迷走神经的下神经节及胸上部的脊神经节内。与传入纤维相联系的感受器，存在于心壁、心包、主动脉弓、主动脉体、冠状动脉及其他大血管壁内。这些感受器具有不同的性质，可能与疼痛、压力及化学等感受作用有关。感觉神经末梢的形态，在心脏发现的，有终网、复杂的无被囊终末以及被囊终末等。

心壁内有一种神经丛，可能主要由传入纤维形成，存在于整个心房、心室，扩展到房室瓣及半月瓣。此丛主要是无髓、薄髓纤维，夹有较多的有髓纤维。其传入性质，可由迷走神经下神经节远侧切断迷走神经后引起广泛的溃变而显示出来。此丛在肺动脉起始部，半月瓣的心室面上很丰富。其功能可能是接受压力刺激。

心内膜有丰富的神经支配。它的感觉神经终末呈点状膨大、终网、弥散的和实质性的不同复杂程度的无被囊感觉终末。这三种不同的神经终末可以出现在同一部位，个别部位以其中一种类型为主。这些终末在心内膜下广泛分布，有些区域更为丰富，如下腔静脉进入心房的入口处、左心房的肺静脉入口处、及房间隔的基部等。终网的结构为几个树突样神经纤维(2~6个或更多)的吻合，常为粗细不同的有髓纤维。至于有被囊的感觉神经终末，在肌纤维的表面可观察到不同复杂程度的肌梭及简单形式的终末支。在房室束内曾观察到与触觉小体相似的结构。所有这些感受器是与较粗的有髓纤维联系着。

心房的心外膜，与心内膜比较，感觉神经的分布较少。在结缔组织中可见到分散性的及结构较紧密的两种无被囊神经末梢。但也有人认为心外膜有丰富的感觉神经末梢。

心室的心外膜有分散型及紧密型复杂无被囊神经末梢，也有较少的终网存在。

起自心脏、升主动脉及大静脉的传入纤维，常与迷走神经的分支减压神经相联系。某些动物的减压神经单独集成一束，与迷走神经分开走行；入的减压纤维存在于迷走神经心上支中。心脏及主动脉的痛觉传入纤维完全集中在颈中心、颈下心及胸心神经内经过，在交感干内下降(没有中断)，至胸上区，经白交通支进入上4个或5个胸神经，由后根入脊髓。有人曾切断胸上4个或5个胸节相应的后根，虽可制止来源于心脏的疼痛，但有少数例子在这样处理后，仍可有心及下颌的牵涉痛，当阻滞下颌神经后消失，而切除颈上神经节则疼痛仍存在，因此假定心脏痛觉传入纤维，尚有穿行于迷走神经内者。

二、心脏传出神经的分布

自心丛至心脏的传出纤维有交感及副交感两种神经纤维，对心脏活动起调节作用。交感神经的节前纤维起自胸上部4至5个脊髓节的中间外侧柱细胞，经相应的前根及白交通支入交感神经干。这些纤维有的在胸神经节内换元，有的则上升至颈神经节内换元，节后纤维经心丛，然后分布于心脏。副交感神经的节前纤维来自迷走神经及副神经，起始于迷走神经背核(属迷走神经)及疑核邻近的一群细胞(属副神经)。这些纤维至心丛内的心神经节或心壁内神经节换元，发出节后纤维分布于心壁。

(一) 心壁内神经节

在人类、哺乳类及低等脊椎动物的心壁内都有壁内神经节存在。对这些神经节的分布情况尚存在不同的意见。有人发现这种神经节主要分布在心房的后面及大血管的根部，分为两群：一群接近主动脉及肺动脉，并伸展到邻近心室壁；另一群在心房的后面，也伸展至邻近的心室壁内。又有人提出有丰富的神经节存在于心房的后面及前面，伸延到两侧心耳；有一神经节链沿房间隔延伸；有几个大的神经节在冠状沟区域内。在胎儿的心脏，可见到8~15个心壁内神经节，大多数在心外膜下结缔组织内。它们的分布(图5-430)：①在右心房分布于腔静脉区域内，如界沟、窦区后壁、窦房结的附近；②房间隔及心耳之间的沟内；③在左心房分布于心房前部与心房后部的分界处，以及左心房的膈面上，直到冠状沟；有较少的神经节在左心房上壁，有的散布在肺静脉开口处；④围绕肺动脉口及肺动脉右侧壁；⑤围绕主动脉口；⑥后面冠状沟区域，直接连续心房基底面的心室区；⑦房室纤维膈内及房室束四周。根据对多种哺乳动物及人心房壁内神经节分布的研究，认为心外膜下的神经节常分布在一定的位置，即围绕上腔静脉口处，在房间沟后部、左心房的上部，以连续链的形式伴随左房斜静脉及冠状窦的全程配布。此外，尚有少数神经节发现在肺静脉及下腔静脉口的附近，左心房前面，有时在右心房前面和后面还可发现有小神经节存在。房间隔内尚有许多神经节细胞。

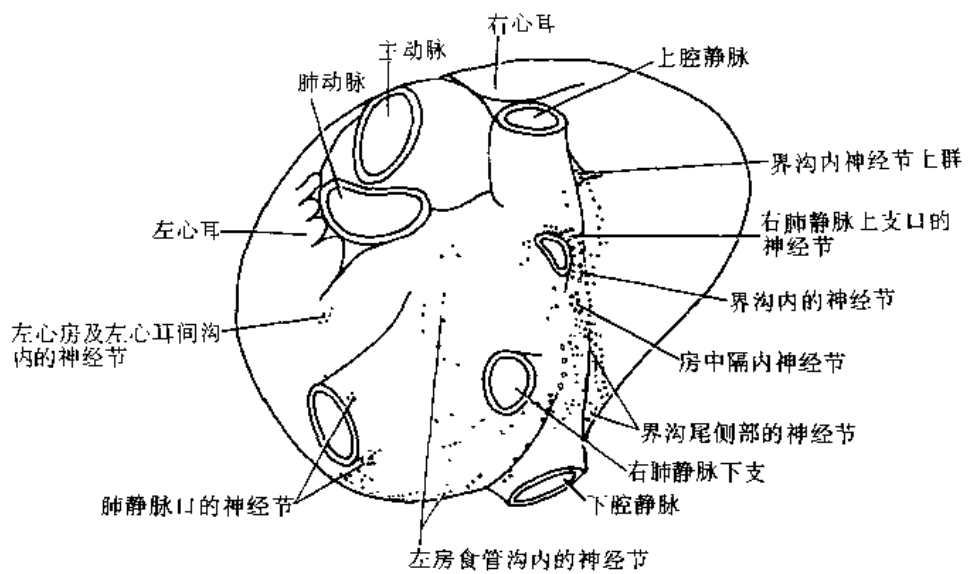
心壁内神经节与心传导系关系密切，在窦房结附近及房室结背侧观察到有神经节存在，但在窦房结与房室结的组织内很少见到神经节细胞。个别的神经细胞可在房室束的结缔组织中见到。

心壁内神经节的大小变化很大，较大的可在透明标本上以放大镜观察，较小的需用显微镜才能观察到。神经细胞的形态，以苏木精伊红染色，可以分为两种：一种为浅色细胞；另一种为深色细胞，两种细胞又各有大小形态的区别。在镀银片上一般显示为多极细胞；有长、短两种突起，穿经神经节细胞被囊。有人发现有双极与假单极细胞。

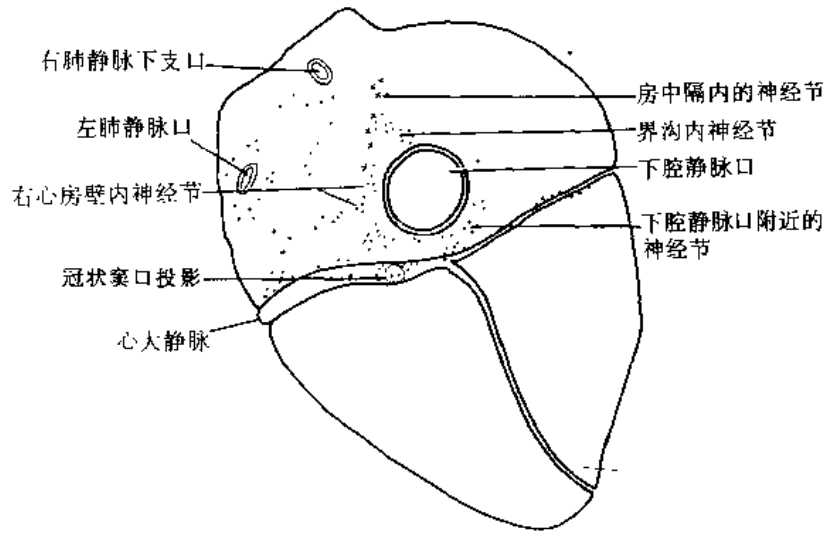
一般认为，心壁内神经节主要分布于心房的心外膜下；但近来对猴、兔等多种动物和人胎儿的研究发现，有相当多的神经细胞位于心室的心外膜下神经丛内。还有人发现心房肌层内存在独立的小神经节。

(二) 心脏传导系统的神经分布

心脏传导系统富含神经纤维，即交感、副交感神经和感觉神经纤维。窦房结、房室结和房室束神经供给丰富，束支和浦肯野氏纤维的神经供给较少。一般认为右侧的迷走神经和交感神经主要分布至窦房结，而左侧则主要分布至房室结。交感神经兴奋可提高起搏点的自律性和房室传导的传导性，副交感神经的作用则相反。用组织化学研究猪心，发现含胆碱酯酶



1. 心脏基底神经节分布



2. 心脏膈面的神经节分布

图 5-430 人胎儿心脏的神经节分布

的神经在心底处进入右心房，在上腔静脉壁内沿冠状窦和右冠状动脉形成神经丛，这些神经丛内含有神经节。还有一些神经纤维经上腔静脉的左侧到窦房神经节，由其发支至窦房结。神经纤维在窦房结内形成密网，终支止于窦房结细胞。房间隔内的神经节称房室节，位于房室结的后方，它接受由冠状窦丛、心底部和冠状沟内神经丛而来的纤维，由房室神经节发支至房室结和房室束。据研究猪房室束的右束支及隔缘肉柱，证实在浦肯野氏纤维内伴随有大量含胆碱酯酶的神纤维束，一直到乳头肌基部，浦肯野氏纤维和神经分支形成心内膜下丛。在隔缘肉柱内也含有儿茶酚胺纤维。神经在隔缘肉柱内分支成丛，在浦肯野氏纤维表面分布有神经末梢装置，即感觉性的神经纤维网和运动性的膨体纤维和终末小结。以上所述的研究支持心脏传导系统是一个神经肌肉系统的观点。

(三) 心肌的神经支配

心肌束间具有丰富的传出神经,但是关于心内神经终末分布及交感和副交感神经分布的相对重要性尚缺乏一致的意见。

主要由无髓纤维组成的神经丛配布于心脏各部的心外膜下。心壁内神经节与这些神经丛发生联系,自神经丛发出的纤维束穿肌膜在整个心肌层内分支,形成一疏网状结构在肌束之间并缠绕血管。一种观点认为心房及房室束是由交感和副交感纤维双重支配,而心室肌主要由交感神经支配。另一种观点则是副交感神经主要支配心房及传导系统而不至心室,交感神经可分布于心脏各部分;窦房结主要受右侧迷走神经支配,房室结受左侧迷走神经支配。也有人认为人类心脏的运动支配局限于传导系统,没有神经纤维终止在一般的心肌纤维,许多神经纤维行于肌束间的结缔组织内者,被认为是供给冠状血管的。

心肌内的神经终末结构,有人曾描述过终末小支呈小球状膨大或呈祥状。用电镜观察心壁内神经的支配,证实心房和心室的心肌层,包括乳头肌在内的心肌细胞间隙中,富有神经成分,这些神经成分具有小泡及电子致密颗粒的C纤维终末如小球状,在切除心脏外来的神经后,某些C纤维保留在心房及心室壁内,这些必定是起于心壁内神经节细胞,限制在心内的节后纤维。进一步研究证实含有小泡的神经突起,失去施万鞘的包围,与心肌细胞表面形成紧密的接触,大多数夹于毛细血管壁与心肌细胞之间。这些神经突起一般是成对地存在着:在一个突起中仅含无颗粒小泡,另一突起中是颗粒型小泡占优势,前者被认为是属于胆碱能性纤维,后者是肾上腺素能纤维,因此也证实心肌有两种神经纤维共同支配。

(四) 冠状动脉壁的神支配

冠状动脉有丰富的神经支配。起自迷走神经的粗纤维,终止在血管的外膜,没有穿入中膜,这些无疑为感觉传入纤维,有些人证实了冠状动脉上有感觉神经末梢。在冠状动脉的中膜内有丰富的细小无髓纤维,其中大部分为交感神经,但起自心神经节的节后纤维也可能分布到冠状动脉。在冠状动脉外膜中有道格尔(Dogiel)第一型的神经节细胞。支配冠状动脉及其分支的这些神经,可延伸至小动脉。

摘除星状神经节后,在冠状动脉及其较大分支的管壁中膜内,有大量神经纤维发生溃变;而在动脉较小的分支及小动脉壁内的神经则受到较少的影响。所以得出结论:冠状动脉是由交感及副交感神经支配;但冠状动脉小支及小动脉则主要由副交感神经支配。这种结果在后来研究者的实验资料中也得到证实,即双侧摘除星状神经节引起冠状动脉神经丛内一半至 $\frac{3}{4}$ 的纤维发生溃变,而另一种细小的神经纤维支配冠状动脉小支、小动脉和毛细血管者不受影响。

第二节 血管的神经支配

血管舒缩运动的功能调节,主要是通过神经系,也依赖血液内的激素及其他物质。血管的神经支配包括传入和传出神经。分布到血管的传入纤维是脑脊神经节发出的纤维,混合于脑脊神经或自主神经的分支到达血管壁。传出神经有血管收缩及血管舒张纤维,前者主要是交感神经;后者包括交感及副交感神经。

一、躯体各部血管的神经分布

躯干部的大血管,即主动脉(主动脉弓以下部分)及下腔静脉,它们直接由邻近的自主神

经的分支来支配。如在胸部，直接接受来自交感干及心丛的纤维；在腹部由腹主动脉丛的分支支配。供给腹腔脏器的动、静脉，主要也以同样方式接受神经支配。

颈部和头部的血管，它们的传出纤维主要来自颈交感干神经节。颈下神经节及胸上部的交感干神经节发支到颈总动脉，形成颈总动脉丛，此丛向上与颈内动脉丛及颈外动脉丛连续。颈上神经节的分支，形成神经纤维稠密的颈内动脉丛及神经纤维稀疏的颈外动脉丛。颈下神经节及胸上部交感干神经节发分支，形成椎动脉神经丛，随椎动脉向颅侧伸展，此丛还接受所有颈神经来的分支加强。继而自这些丛发支分布于相应的血管壁内。此外，支配周围血管的交感神经，也可通过与该部分血管最近的脊神经至血管的分支获得。血管的传入纤维是伴随着传出纤维同样到达血管壁。

椎管内的血管及脊髓内的血管，是由交感干来的小支，呈节段性经各椎间孔穿入椎管内到达血管；这些小支内也包含着相应脊神经来的传入纤维。颅内的血管，包括硬脑膜窦，它们的交感神经支配，主要来自颈内动脉丛。而某些交感干来的节前纤维，终止在颈上神经节以上有关的神经节细胞（例如在颈内动脉丛内出现的交感神经节细胞），换元后发出节后纤维支配血管。根据有些人的意见，颅内血管也有副交感神经支配，其节前纤维主要来自岩大神经，在岩大神经与颈内动脉神经结合处邻近的神经节内换元，节后纤维分布至血管。脑神经的分支曾被追踪到血管，特别是来自三叉、舌咽、迷走及舌下神经的小支。来自脑神经的小支也分布于软脑膜及脑内的血管，这些小支主要为分布于脑膜及血管的传入纤维。

椎动脉丛与颅内的基底动脉丛连续，基底动脉丛又连续于沿这动脉分支的细小神经丛，这些丛也可能接受来自脑神经的小支。某些人在猫的研究报告中指出，椎动脉丛可能没有明显的传出纤维延伸到颅内的血管。当椎动脉丛内交感神经纤维溃变以后，仍保持着延伸的椎动脉丛，并显示主要为来自后根的传入纤维所组成。脑干的动脉缺乏运动神经的支配，但这些血管的神经丛，证实有感觉性质的纤维。

上肢的血管，如锁骨下动脉及腋动脉第一段，它们的传出神经直接来自交感干。但自此更远侧的动脉，其交感神经的支配，是穿经脊神经，随其血管分支到达血管的不同部分。在肢体近侧，脊神经发出至邻近血管的血管支，其相邻支的间隔距离较宽；肢体远侧，特别是手的血管，其邻近的脊神经，发出较多的血管支分布于其上，所以相邻血管支的间隔距离较近。

腹主动脉丛分出髂总动脉丛，此丛的某些纤维可能伸展至股动脉的近侧部。但髂外动脉丛主要接受生殖股神经来的小支；股动脉主要接受股神经、闭孔神经及隐神经来的分支。下肢其他各部分血管，也是接受其邻近脊神经发出的血管支而获得交感纤维及传入纤维。一般认为，肢体血管无副交感神经支配。

某些血管区，它们的管壁对血压的变化特别敏感；此外，还存在着一种特殊的化学感受结构，例如主动脉弓、主动脉小球、肺血管的近侧部及邻近大血管处的心壁，此区称心—主动脉带 Cardio-aortic zone。另一区为颈动脉窦及颈动脉小球。分布于心-主动脉带的神经，为迷走神经的分支降压神经(图 5-431)。分布于颈动脉窦和颈动脉小球的神经，为舌咽神经的颈内动脉窦支及迷走神经的颈动脉支。这些神经主要为自主神经传入纤维。主动脉弓与颈动脉窦含有压力感受器。颈动脉小球和主动脉小球为化学感受器。

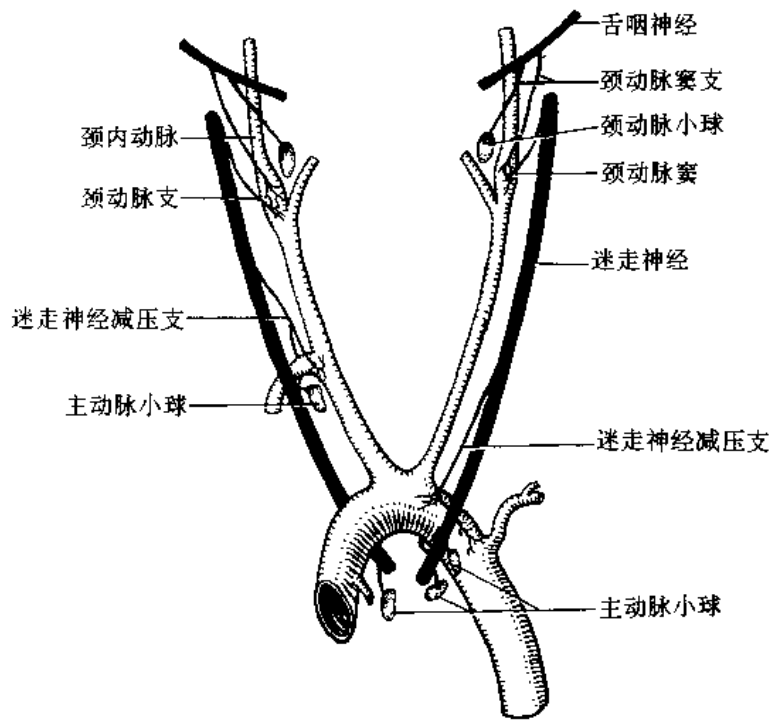


图 5-431 颈内动脉窦、主动脉弓、颈动脉小球和主动脉小球的位置及神经支配

二、血管壁的神分布

血管壁的神，不论是动脉或静脉，一般认为有两个神经丛。一个大的丛在外膜内，称外膜丛；另一个小的丛在中膜内，称肌丛。但又有人在外膜与中膜交界部分，多加一个丛，称为边界丛，但这丛还没有被普遍承认。血管的外膜和中膜内有丰富的神经纤维分布，血管的内膜虽有少数人观察有神经纤维自肌层入其内，但也有人否认，所以内膜内是否有神经纤维分布尚难肯定。还有人报道在胸主动脉和腹主动脉的内皮下有丰富的、由有髓纤维组成的神经丛，这些有髓纤维分成几支末梢而终。这种神经丛是由脊神经节细胞的神经纤维构成，切除这些神经节后，它们就发生变性。

在大及中等动脉的外膜内用放大镜就可看到较粗的神经束构成的神经丛。主要的神经束是沿动脉的长轴纵行，但以许多横行和斜行的支联系着成不规则的网状丛。外膜内纵行的神经束来自脊神经的小支，包括有髓及无髓鞘的纤维，它们沿血管伸展一短距离，便可能消失在外膜组织中。在外膜内的神经纤维没有完全相同的行程，它们多数伸向远侧，但某些纤维伸向相反的方向。这些纤维束常与外膜内的血管营养动脉伴行，有的行经一短距离，可能又越到另外的营养血管与之伴行。这种神经束与伴行的营养血管被认为没有明显的功能联系。

外膜中的无髓纤维，进入中膜，在它的表面形成丛。神经纤维支配中膜的平滑肌。在切除相应交感干的节段，使肢体去交感神经支配后，在血管中膜表面的神经几乎全部发生溃变；但在外膜内位置较浅的神经没有明显的溃变。而在相应脊神经节远侧切断后根，并保持交感神经传出纤维，则外膜内的神经纤维发生溃变的极多，但中膜表面者则较少溃变。因此显示中膜内的神经主要是交感传出纤维占多数；而外膜丛是传入神经纤维为主。

三、血管壁传入神经的末梢装置

在较大的动、静脉壁外膜内可显示出不同形态的传入神经末梢装置，这是不同形态的感受器。粗略地可分为两种形式：①形成树枝状或祥状的裸露末梢；②神经末梢包有被囊的结构。裸露末梢可包括有简单的末梢支，其终端呈小球状膨大；有的呈树枝状、丛簇状及非常精细的祥状结构，也有简单形式和很复杂的形式。树枝状及丛簇状的神经末梢普遍地在肢体血管及冠状动脉外膜内见到(图5-432)。有被囊的末梢装置分布较为广泛，其形态及大小有较大的差异，但也有些共同的结构。一般具有由梭形细胞及无细胞结构的间层形成的被囊，被囊内有一实质性卵圆细胞中心，神经末梢穿入其中呈祥状。这种末



图5-432 右心房冠状动脉外膜和中膜中的感受装置

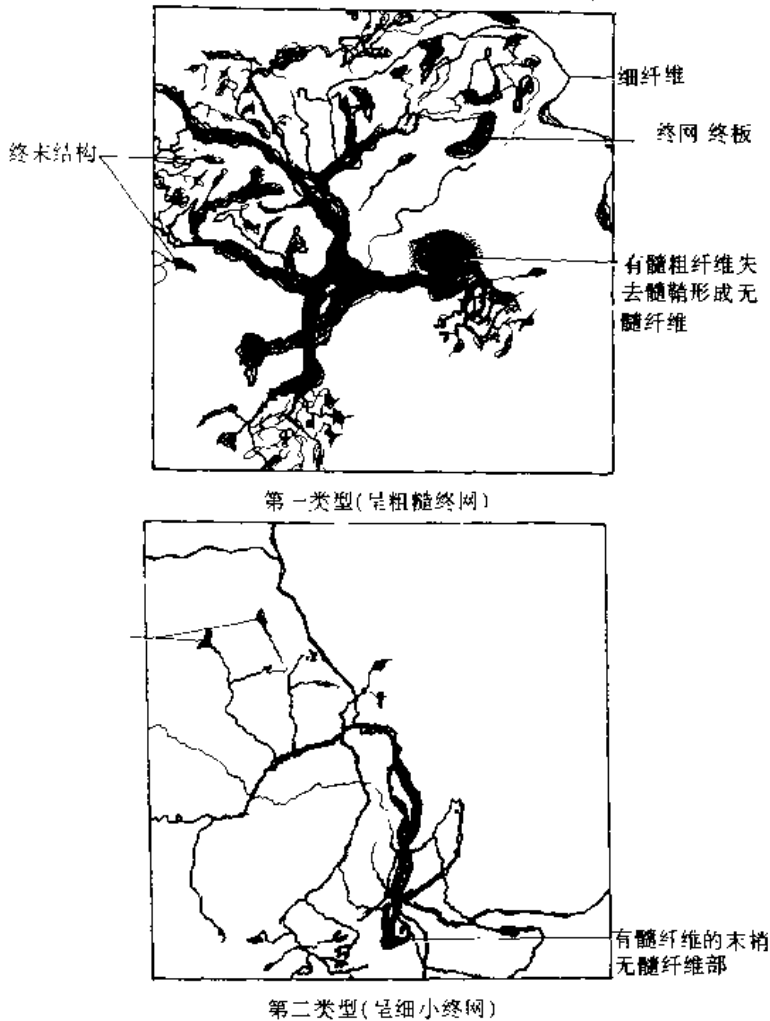


图5-433 颈内动脉窦壁内颈动脉窦支神经纤维末梢

梢装置与环层小体相似。其他的也有类似克劳斯终球的结构，或前两者之间的中间形态结构。

血管的压力感受及化学感受敏锐的区域有着精致的神经末梢装置。在颈动脉窦的外膜内有两种类型的传入神经末梢装置：一种为相当粗糙的树丛状结构，末梢支的终端呈一粗糙的终网(图 5-433)；另一种为较分散的树丛状结构，分支较细，终端呈一细小的终网(图 5-433)。类似颈动脉窦内的神经末梢装置也见于主动脉弓等处(图 5-434)。颈动脉窦和主动脉弓的这种神经末梢装置是压力感受器，实际上是一种牵张感受器(本体感觉的感受器)。当血压升高，血管壁扩张，位于管壁中的传入神经末梢装置受管壁牵张的刺激，发生兴奋，传到中枢，引起减压反射。颈动脉小球与主动脉小球是化学感受器，主要含上皮样细胞及少数散在的嗜铬细胞，组成许多小叶，包含着网状血窦样的血管，有丰富的传入纤维末梢分布。有髓纤维形

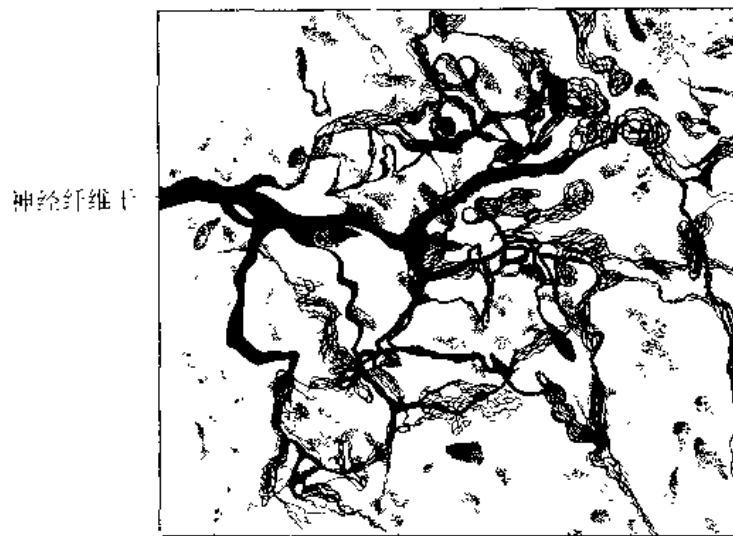


图 5-434 主动脉弓中膜内的传入纤维末梢(人)

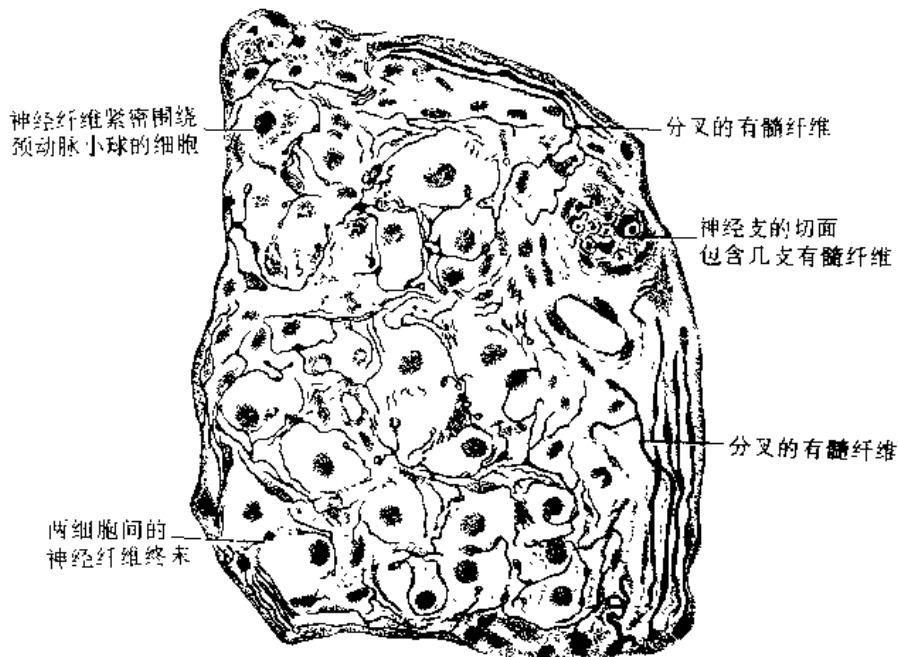


图 5-435 颈动脉小球组织切片显示分布至细胞的神经纤维

成神经束，在各小叶的周围形成神经丛，神经纤维进入各小叶内并分成末梢分支围绕着细胞，以网状小板终止于其表面(图 5-435)。当血液缺氧或二氧化碳过多时，此等化学感受器兴奋，传入延髓。一方面刺激呼吸中枢而引起呼吸加深、加快；另一方面也刺激缩血管中枢，引起动脉压升高，故是一种升压反射。在循环功能不足或血液缺氧时，它们在维持血压方面起着重要作用。

第三节 气管壁及肺的神经支配

一、气管的神经支配

气管由迷走神经的喉返神经及交感干的分支支配。交感神经的节前纤维自脊髓的胸上部节段发出，经交感干的颈部神经节换元，节后纤维组成的小支分布到气管。副交感神经的节前纤维来自迷走神经背核，经迷走神经及其分支到气管。在气管上交感和副交感神经相互交织成疏网状的神经丛，分两层，分别位于外膜及粘膜下层中。丛内有少数细小而散在的气管神经节，这种神经节细胞为副交感节后神经元，所以迷走神经内的节前纤维与其形成突触和换元，并发出短的节后纤维分布于气管的平滑肌。至气管的迷走神经纤维，主要来自左侧喉返神经，但也有一些纤维来自右侧喉返神经。内脏传入神经离开气管后，经迷走神经可追踪至迷走神经下神经节；另一些经交感干到颈及胸上部的脊神经节。这些神经节内存在着内脏传入神经元的胞体。

二、肺的神经支配

支气管的神经丛主要由肺前丛及肺后丛来的纤维形成，向上与气管的神经丛相连续。自肺丛入肺的纤维，可分布于支气管、肺血管及胸膜脏层。沿着大及中等支气管的神经丛也可分为两层，在支气管外膜内有一外膜丛；另有一次级丛为粘膜下丛，位于软骨与平滑肌层之间的粘膜下结缔组织内，两丛间有细密的纤维联系。在支气管丛内存在着神经节，这种神经节大多位于外膜丛内，粘膜下丛则较少。神经节细胞为多角形，有卫星细胞形成的被囊。神经节一般位于支气管分叉处，在丛内较大神经纤维束的汇合点处。在较小的支气管壁内，两丛合成一个，并可延伸至呼吸细支气管，但有的单支或呈一小束的神经纤维可伸展至肺泡的壁内。

支气管丛内包含有髓纤维及无髓纤维。许多大的有髓纤维可追踪到上皮或上皮组织内的感觉神经末梢装置，这种神经分布沿支气管可远达细支气管及肺泡。这许多有髓纤维属于内脏传入神经，主要来自迷走神经。另一种有髓纤维终止在丛内神经节细胞者，可能是迷走神经副交感节前纤维。丛内细小的有髓纤维及无髓纤维，可能是交感神经的节后纤维及壁内神经节的节后纤维。这种纤维分布到平滑肌、血管及腺体。支配腺体的纤维主要来自粘膜下丛。

在兔肺，应用美蓝技术，于各级支气管的起始部及肺泡壁内，发现有感觉神经的末梢感受器。在初级支气管，这种感觉神经末梢的形态是较复杂的，在小支气管的感觉神经末梢，形态虽相类似，但较简单和细小。自支气管来的有髓纤维，以单支或二、三支成一束进入支气管的上皮层。在上皮细胞间神经末梢分成许多细小的分支，显示曲张和膨大，终端可呈小球状。某些分支达上皮表层，但大多数位置较深。在人类的支气管内也发现这种同样的神经

末梢。

位于细支气管分叉处及肺泡管的感觉神经末梢，与在大支气管所见到的有某些不同。不仅细小，而且终末支显示弯曲和盘缩在一起，与大支气管所见的伸展和放射现象相反。在人类呼吸性细支气管和肺泡管所见的神经末梢形像与其相似，但更小些。这种神经末梢，有人认为是化学感受器，当肺内 CO_2 的张力超过一定程度后，便能感受刺激。此外，在人类支气管各部分的平滑肌内也发现过肌梭。

气管和支气管的平滑肌有丰富的自主神经传出纤维支配，这些是无髓或薄髓神经纤维。其中许多是壁内神经节细胞发出的副交感节后纤维；也可能有交感神经节后纤维存在。在较大的支气管内神经纤维束一般与平滑肌束平行，常常见到神经纤维一单支或成一束，并分出许多小支，穿入肌束内，在肌纤维间走行，尚不时发出短小分支，其末梢支与肌细胞紧贴。这种自主神经传出纤维束沿支气管向远侧延伸，纤维数逐渐减少，可远达细支气管的平滑肌及肺泡管在肺泡开口处的括约肌状的肌束。支气管的腺体也由自主神经传出纤维支配。分布于气管和支气管的神经至少具有改变平滑肌活动以调节呼吸道的管径和管理粘液腺分泌两种功能。

迷走神经的副交感纤维可使支气管平滑肌收缩，支气管的管腔缩小，刺激腺体分泌。生理实验的结果证明，切断迷走神经可引起支气管平滑肌松弛，支气管管腔扩大。如刺激切断的迷走神经周围端则肌肉收缩，管腔缩小。任意一侧迷走神经被刺激，同侧的支气管管腔明显缩小，而对侧可出现较弱的收缩。这表明迷走神经的纤维不仅分布于同侧，而且在正常情况下，一侧的纤维可至对侧肺丛及支气管丛内。

刺激交感神经可使支气管平滑肌松弛，支气管管腔扩张，抑制腺体分泌。这种交感神经的节前纤维主要经上三个胸神经，继在颈下神经节及胸上神经节内换元，发出节后纤维。切断颈交感干，刺激其胸端，一般可引起一侧或双侧支气管扩张。这种支气管扩张的交感神经纤维也是双侧分布，有一定量的交感神经纤维横越到对侧，进入肺丛及支气管丛。

哮喘患者，因其细支气管的平滑肌收缩、呼吸道的粘膜肿胀，使通气道狭窄而呼吸困难。故用肾上腺素或其它拟交感性药物，可松弛细小支气管的平滑肌，借以扩大呼吸道的管腔；或用阻断迷走神经的药物(阿托品)，也可以缓解哮喘。哮喘患者常感到吸气较易而呼气困难。这是因吸气运动时，支气管平滑肌比较松弛，呼吸道稍有扩张；而在呼气运动时，支气管平滑肌比较紧缩，呼吸道保持狭窄，支气管口径是呼吸阻力的主要因素。所以空气如不能自由经支气管树被压出时，则有憋气和呼吸困难。

肺血管的神经支配：支气管动脉及肺动脉都有较丰富的神经分布。在兔的肺门处，可见有相当大的神经干缠绕着较大的肺动脉分支。它们随血管延伸，常不规则地发出分支，这种分支与动脉平行一短距离，再分成数支，有的支常伸向远侧，另有支则向相反方向行，各支又分出较小的曲张小支，还可进一步分支，最后到达血管中层的平滑肌细胞。在兔肺动脉外膜内也观察到感觉神经末梢装置，与有髓纤维联系。较小的肺动脉分支有较小的神经束伴行。毛细血管上也有小的神经纤维与之并行，并发小支终止于毛细血管壁，这些情况可在肺泡管及肺泡囊上的血管见到。肺静脉的神经分布较贫乏，神经纤维也分布到管壁中层内的平滑肌。肺血管是由交感神经与副交感神经双重支配，而主要是交感神经，交感纤维使肺血管收缩。但也有少数血管扩张纤维来自交感神经。此外，副交感内含有血管扩张纤维。一般说肺血管的

收缩作用较扩张作用明显。

胸膜脏层的神经支配，直接来自肺门的神经及伴随支气管动脉的神经。有人描述过胸膜脏层的上皮神经丛。亦有人发现在胸膜脏层内有游离型、复杂无被囊型及细小有髓纤维末梢吻合而成的终网三种形式的神经末梢。

第四节 消化管的神经支配

一、消化管各部分的神经支配

咽的神经支配主要来自咽丛。此丛是由舌咽、迷走及交感神经的分支组成的。咽的主要运动纤维来自副神经的延髓根，这部分纤维先并入迷走神经及其分支，再分布到咽肌(由舌咽神经支配的茎突咽肌除外)及软腭诸肌(由下颌神经支配的腭帆张肌除外)。感觉纤维主要来自舌咽神经；但鼻咽部最上区域，由上颌神经来的纤维，经蝶腭神经节的分支分布；喉咽部为迷走神经的分支分布。咽的交感纤维主要来自颈上神经节；有的交感纤维先并入迷走神经的咽支，再加入咽丛；也有单独的交感神经小支加入咽丛。然后由咽丛发支进入壁内，分布于咽肌和粘膜等结构。

食管由迷走和交感神经支配。食管颈部由喉返神经发支分布，这些支进入食管壁内一般不越过中线。食管胸部由左、右迷走神经发支分布，左迷走神经主要分布在食管腹侧，右迷走神经主要分布在食管背侧；一侧的迷走神经分支不仅分布于同侧，也有分支到对侧。食管的交感神经起于颈下神经节或星状神经节。某些交感纤维先加入交感神经心支或喉返神经，然后再分布到食管；也有分支直接到食管的。主动脉丛的交感神经纤维也有支分布至食管。食管腹部有来自胃丛及膈丛的纤维；也有来自内脏大或小神经的纤维分布于该处。迷走及交感神经组成的食管丛，自丛发支进入食管壁。

胃由迷走神经及交感神经支配。迷走神经自食管丛延续至腹腔内形成迷走神经前、后干达胃的前后壁，并形成胃前丛及胃后丛。胃前丛的分支分布于贲门、胃体前上面、幽门部及肝等。胃后丛的分支分布胃体后下面及幽门窦。胃的交感神经来自腹腔丛，大部分纤维伴随胃的各支动脉而分布。在胃的贲门部有时接受来自膈丛、左胃丛、肝丛来的交感纤维；自肝丛至胃的纤维穿经肝胃韧带，有人称为肝胃神经。腰上部节段发出的纤维也有分布于胃的。

小肠由迷走及交感神经支配。迷走神经纤维来自迷走神经后干的分支，经腹腔丛，分布至小肠；交感神经纤维主要通过腹腔丛及肠系膜上丛而来，这两种纤维都与小肠动脉伴行，进入小肠系膜。迷走神经纤维在小肠系膜内可能独自经行，也可能伴随血管而行，但经常以后种方式进入小肠壁。在小肠系膜内两种纤维可从其直径加以区别，迷走神经是节前纤维较粗(B纤维)，交感神经为节后纤维较细(C纤维)。前者穿管壁的纵行肌层进入肠肌丛，有些纤维进一步延伸入粘膜下层，而后者一般与肠系膜血管紧密伴行，在浆膜下层相互吻合，形成浆膜下丛，这可能有一般内脏传入纤维。

盲肠、阑尾、升结肠和横结肠的神经支配来自肠系膜上丛，也包括交感及迷走神经两种纤维。人降结肠、乙状结肠及直肠近侧部的交感神经来自肠系膜下丛；而副交感神经是由骶部脊髓2~4骶节发出的纤维，经两侧盆内脏神经、左下腹下丛，再上升至这些部分。直肠远侧部的交感神经由下腹下丛发出的纤维，伴直肠上、下动脉而来。骶节的副交感纤维，也经

盆内脏神经、盆丛分布至这部分。阴部神经的肛神经，其感觉纤维分布至肛管远侧部；它的运动神经纤维支配肛门外括约肌。

二、消化管壁内的神经支配

消化管壁内的神经构成丛状结构，有肠肌丛 myenteric plexus，位于纵行肌和环行肌之间；及粘膜下丛 submucous plexus，位于粘膜下层。此外，也有人描述过浆膜下丛 subserous plexus，特别在胃常见。肠肌丛及粘膜下丛中包含许多神经节；这些神经节与外来进入管壁的神经纤维及其它壁内神经节发出的纤维相互联系着(图 5-436)。迷走神经或骶副交感神经的传出性节前纤维，进入管壁，与这种神经节细胞发生突触联系。而交感神经进入管壁的纤维，已是节后纤维，直接终止于效应组织。

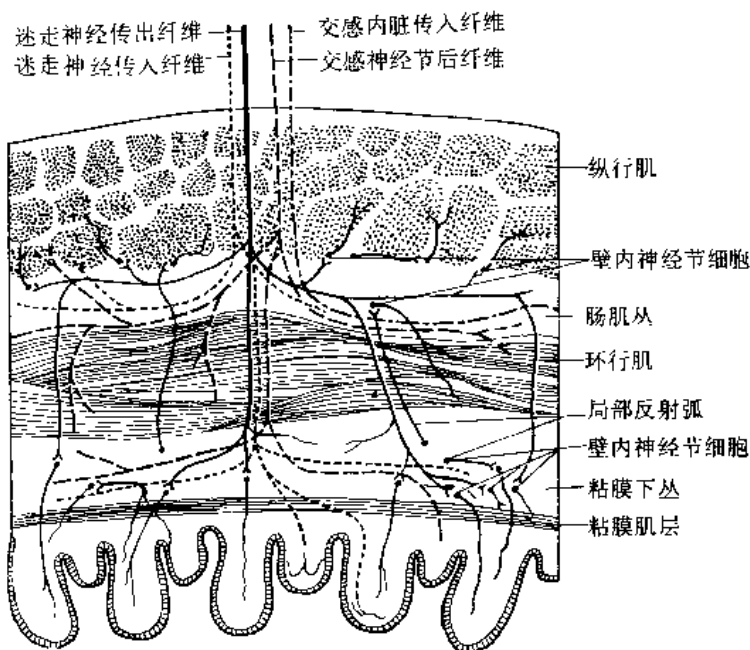


图 5-436 小肠壁内神经丛的纤维及神经细胞的配布示意图

(一) 消化管壁内的神经丛

壁内的神经丛，在消化管的不同部分存在某些差异。在咽壁，除咽丛外，一般没有壁内神经丛。在人类，肠肌丛的上界限，有人认为在咽下界的下方 3~4cm。在这界限以上，在肌层间的神经纤维束没有形成丛；壁内也没有观察到神经节。

肠肌丛是由丰富的神经纤维组成的丛状结构。按照某些人的意见，肠肌丛可包括三种丛网：初级、次级及三级丛。初级丛是比较粗大的结构，它的网眼大小与形式有较大的变化，成纵行排布。次级丛与初级丛紧密相连，它是由较细的神经纤维束形成。三级丛是非常精细的纤维束网，与次级丛相联系，位置与环形肌密切邻接。肠肌丛发纤维终止于肌层内的细胞。丛内的神经节位于节点 nodal point 内。在肠系膜附着区域制作的切片上，外来神经的支，可追踪到肠肌丛神经节；某些纤维终止于进入的第一个神经节；而其它的纤维，可能穿经此节与丛内另外的神经节接触，或进入至粘膜下丛的纤维束，到达粘膜下丛。自肠肌丛伸展入粘膜下丛的支是由节点发出，或直接自肠肌丛内的神经节发出，包括外来的神经纤维及壁内神经节的纤维。神经纤维行于环行肌纤维之间，到达粘膜下丛。

粘膜下丛是由相当细小的纤维束组成的网状结构，从内有细小的神经节，也位于节点。丛的神经纤维在粘膜下层内，有的接近环行肌，有的接近粘膜肌层。自肠肌丛来的小支入粘膜下丛可以追踪到终止在此丛内的神经节，或穿经此节在粘膜下丛内延续到更远处。也有单支或呈小束的纤维自粘膜下丛到粘膜肌层，这种纤维穿过粘膜肌层，并在粘液腺之间分支，或延续进入小肠绒毛，终止于小肠绒毛内的肌纤维。有的纤维进入小肠上皮层，终末支分布在上皮细胞之间或入上皮下神经丛。

食管的粘膜下丛为非常细小的神经束网，神经节较缺少。胃、小肠及大肠的肠肌丛及粘膜下丛有相似的结构。但胃贲门区的神经纤维束及神经节都显得小而且少，自胃体向幽门部转移，神经纤维及神经节在数量上增多。胃的粘膜下层有较丰富的神经纤维，但神经节的数量较少。小肠内这两个丛发展最好，可作为标准形像。大肠的肠肌丛内神经节，是集合在纵行肌(结肠带)的深侧，而在结肠带之间的区域内神经节较少。直肠的肠肌丛具有特别丰富的神经纤维及神经节；发出运动纤维支配肛门括约肌后此丛即终止。直肠柱内有丰富的神经丛，其中躯体神经的纤维占多数。支配肛门内、外括约肌的神经构成一个共同的丛，包含着大量的躯体神经。

(二) 消化管壁内的神经节及其神经节细胞

在肠肌丛及粘膜下丛内有许多神经节，大多数神经节位于节点处。节的形状呈扁平或晶体状，显有棱角，这与它们相联系的纤维排列有关；粘膜下丛内的神经节在切片上呈圆形或卵圆形。在整个消化管不同部位所包含的壁内神经节及神经节内含有神经细胞的数量是不同的。有人计数豚鼠消化管肠肌丛神经节内的细胞数目，指出在消化管连续的不同部位所含神经细胞数，有梯度的变化：自食管中 $\frac{1}{3}$ 至幽门，细胞数目急剧上升；从小肠近侧 $\frac{1}{3}$ 以下突然下降；而自结肠近侧 $\frac{1}{3}$ 至肛门内括约肌，细胞数目又逐渐上升到原来高度。在猫的小肠切片上进行神经节细胞的计数，发现肠肌丛内神经节细胞数超过 500 万个。肠肌丛内的细胞数要比粘膜下丛内的多 2~3 倍，并且两丛未见到其梯度变化，认为在整个小肠各部的两丛内细胞分布是较为均匀的。

1. 壁内神经节细胞 肠管壁内神经节细胞是多极细胞，但也有报道双极及假单极的神经细胞。一般将此种细胞分成两类：一种是短树突的多角形细胞，相当于道格尔第一型细胞。它的短树突终端呈刷状、分支到同节内第二型细胞体上，其轴突为细小的无髓纤维，可能穿经邻近的节和纤维束，与其它节内的第二型细胞接触，这种神经元可能具有联络功能。另一种是长树突的多极细胞，相当于道格尔第二型细胞，较第一型细胞在形态上有更多地变动。它的树突长并且分叉，向纤维束内伸入一定距离即不易追踪，它的轴突垂直进入环行肌及纵行肌，与平滑肌细胞接触，这种细胞可能是运动性神经元。

除上述两种细胞外，还有一种细胞称为间质细胞 *interstitial cell of Cajal* 它们存在于肠肌层、粘膜下层及绒毛内。细胞具有短的突起，并形成不整齐的网架，胞浆内有细小的颗粒，没有神经原纤维。这种细胞曾有多种解释，有人认为是神经元，有人认为是结缔组织细胞，也有人认为是小胶质细胞。

壁内神经节细胞轴突的长度及它们的纵行排布，通过广泛的生理研究而获得证实。有人应用鸟类的游离小肠，以尼古丁 *nicotine* 麻醉 8cm 或超过这长度的一段肠管，肠肌丛便失去沿肠管向下纵行传导的能力。根据这个实验以及其实验的结果得出结论，即鸟类肠管壁内神经元长度接近 8cm。肠肌丛的纵行传导是由壁内神经节细胞形成，并保持着相互间的突触联系。

关于先天性巨结肠症，根据病理组织学的研究，认为此病的发生是由于肠管某部分肠肌从内壁内神经节缺如或发育不全，因此该部肠管丧失蠕动能力，使肠管内的粪便不能继续向下推送，而在其近侧的肠管，因粪便及气体的郁积而引起继发性扩大。这种先天性壁内神经节缺乏，常发生在直肠上端、乙状结肠下端或全部。由于直肠的病变，致使排便困难，产生顽固性的便秘。由于这种病因，所以外科治疗先天性巨结肠症，应完全切除直肠与乙状结肠相接处缺乏壁内神经节的肠段，作结肠直肠吻合术。

2. 细胞间神经丛 在肠肌丛及粘膜下丛的神经节内，存在着神经节内纤维的缠络，一部分是该神经节细胞的突起，另一部分是外来纤维参与形成的。这种细胞间神经丛的纤维，在肠肌丛神经节内比粘膜下丛神经节内更为丰富。在肠肌丛神经节内细胞周围丛中大多数细小的纤维，为迷走神经节前纤维的末梢支，这种节前纤维在细胞间丛内与神经节细胞发生突触联系。而交感神经的节后纤维经肠肌丛不参加构成细胞间丛，直接终止于平滑肌和血管。有人认为由于肠肌丛内显示有局部反射弧的存在，所以神经节内的细胞间神经丛不仅有外来神经的终末支，而且还有邻近的壁内神经节细胞轴突的终末支参加，并与其他壁内神经节细胞形成突触。

(三) 肠反射弧

有人认为，肠肌丛内存在肠局部反射机能的反射弧。在粘膜下丛或肠肌丛的神经节内，有一种感觉性质的细胞，它的树突终止于粘膜内，与绒毛上皮或肠腺接触，其轴突传导兴奋到其他壁内神经节细胞，后者的轴突终止于平滑肌。但另一种意见认为，肠肌丛内的神经节细胞，都是属于传出性质的(运动神经元)，肠壁内不存在局部区域性质的感觉神经元及感觉纤维；许多肠壁内的感受器都是与自肠管外进入肠壁内的感觉神经纤维相联系，所以肠内局部反射则被认为是轴突反射，即感觉神经纤维的一个分支感受刺激，传递兴奋未达细胞体，即将兴奋转向传递到该神经纤维的另一分支，致使与其相联系的壁内神经节细胞和这细胞所支配的平滑肌发生效应。

三、消化管的传入神经

消化管的传入纤维(图 5-437)，混合在交感(内脏大、小神经，最小神经，腰内脏神经等)及副交感神经(迷走神经，盆内脏神经)中到达脏器。其神经元胞体存在于脊神经节和脑神经节内，内脏初级传入神经元胞体与躯体初级传入神经元胞体共同存在于脊神经节中，大部分是小型和中型细胞，形状多为圆形或椭圆形。在脊神经节内排列模式无一定规律。其数量不超过脊神经节细胞总数的 15%。现认为，经交感神经传入的纤维传递痛刺激信号，特别是内脏的不适感和痛觉，而经副交感神经传入的纤维则传递非感觉信号(与胃肠反射有关的传入信号)，但也有例外，如盆腔脏器的痛刺激可通过盆内脏神经向中枢传递。食管上部的痛觉也是由迷走神经传导的，但食管下部的痛觉则主要是由脊髓胸 5 节或有胸 6、7、8 节相联系的纤维传导。食管丛内除迷走神经的纤维外，也有来自交感干的小支，经纵隔加入此丛内。有人指出在膈以上切断迷走神经，发现迷走神经远侧干内尚有许多未溃变的纤维，认为它们是来自腹腔神经丛并入迷走神经，分布于食管的下部。胃的痛觉纤维明显地经行于内脏神经内(与脊髓胸 7、8、9 节相联系的纤维)。有人提出，对胃施加疼痛刺激，一般不易获得痛觉，除非刺激接近胃的小网膜附着处。并观察到当右侧胸腰交感干切除后，可因牵拉胃的贲门端产生疼痛，首先在左上腹部；如加强牵拉，还可发生恶心和心前的疼痛；但牵拉和刺激幽门部则不

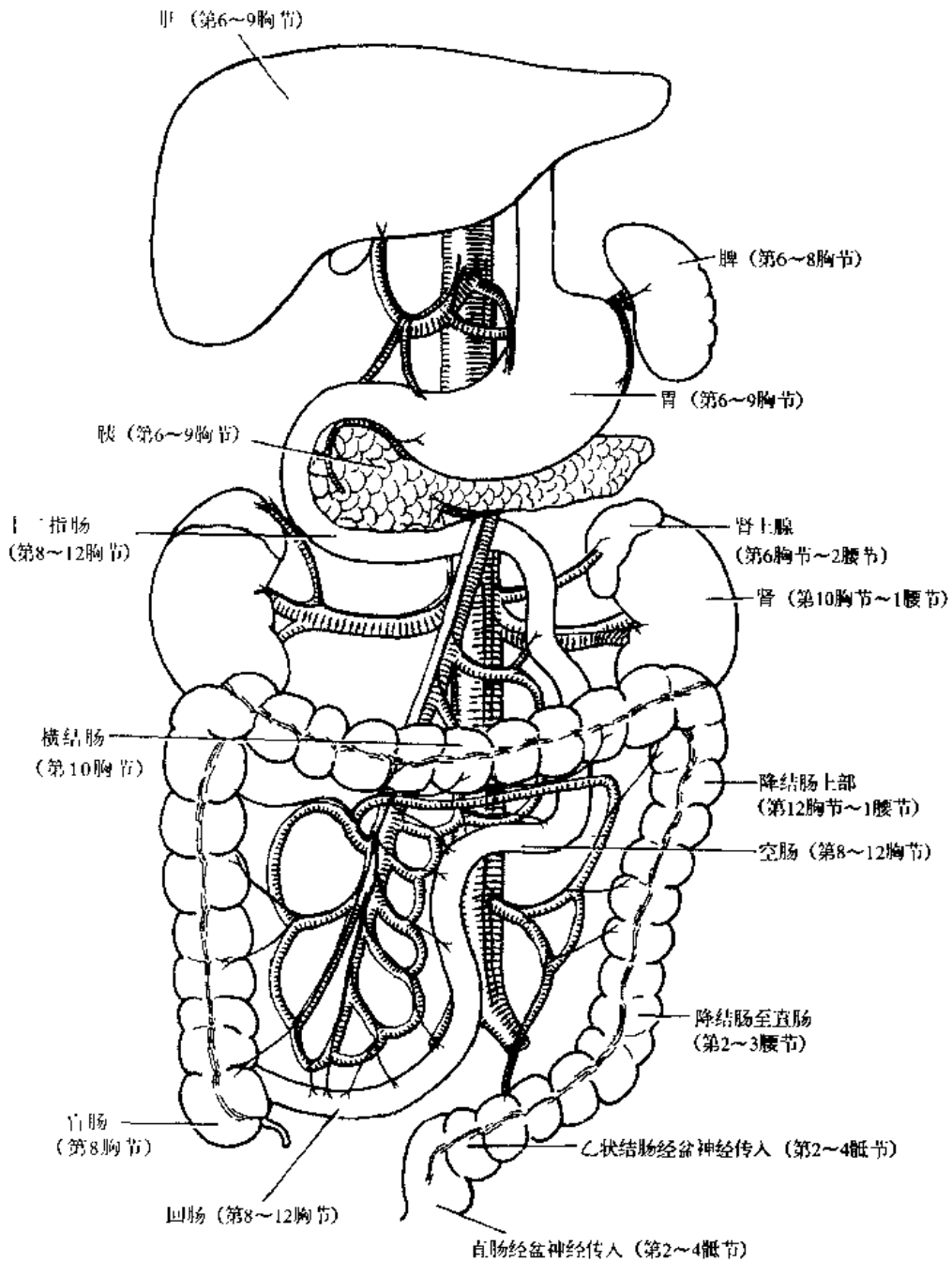


图 5-437 腹腔脏器交感神经传出(及传入)纤维的一般分布

发生疼痛(图 5-438)。在切除左侧胸腰交感干后则反应相反,刺激小网膜近贲门的附着部时无痛觉,而刺激其近幽门部有痛觉,而且在中线稍右侧有强烈的牵涉痛。可见,胃痛觉的传导神经,左右侧不是按胃原始的左右侧,而是按胃后来的解剖位置排布的。这证明胃的传入纤维直至胃在胚胎发生中转成横位以后才形成联系;所以交感神经的传入纤维左侧者分布于贲门端,右侧者分布于幽门端。胃的温度觉传入纤维也明显地在内脏神经内经行。切除双侧交感神经后,不仅消除胃的疼痛反应,也丧失温度的知觉。小肠的传入纤维与脊髓第 9~12 胸节相联系,经内脏神经、肠系膜上丛,到达小肠。有入研究指出,小肠的疼痛是双侧传导,因为不因一侧胸腰交感神经切除和交感干神经节的切除而消除。结肠的传入纤维经行于腰及胸

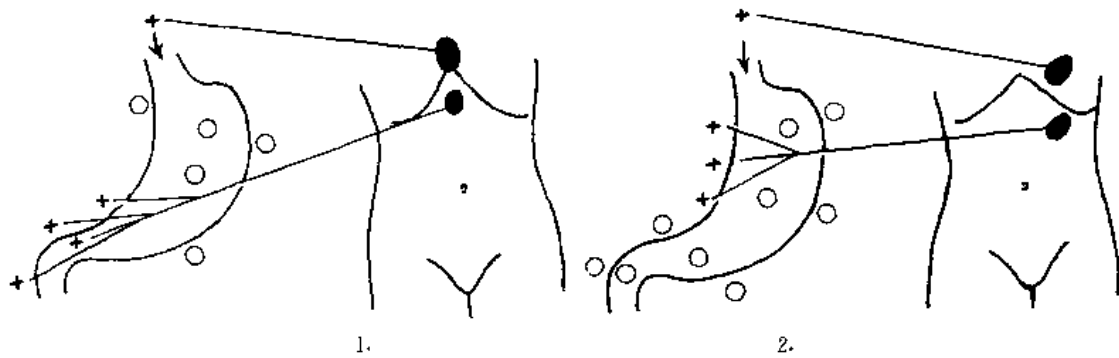


图 5-438 胃的神经支配具有侧性，由左或右胸腰交感干切除后的牵涉痛显示出来
(+)表示痛觉存在，(O)表示痛觉丧失

1. 左侧胸腰交感干切除后，刺激胃的各部，除食管胃连接处外，胃自贲门端向下不发生疼痛；而刺激幽门端及十二指肠可发生疼痛，疼痛牵涉到腹上区中线稍偏右，在剑突附近。
2. 右侧胸腰交感干切除后，刺激胃，除疼痛发生在食管胃连接处，牵涉痛出现在左季肋区外，疼痛尚可发生在刺激胃的近贲门端，疼痛牵涉到腹壁中线左侧肋弓下的区域；而刺激幽门端则不发生疼痛

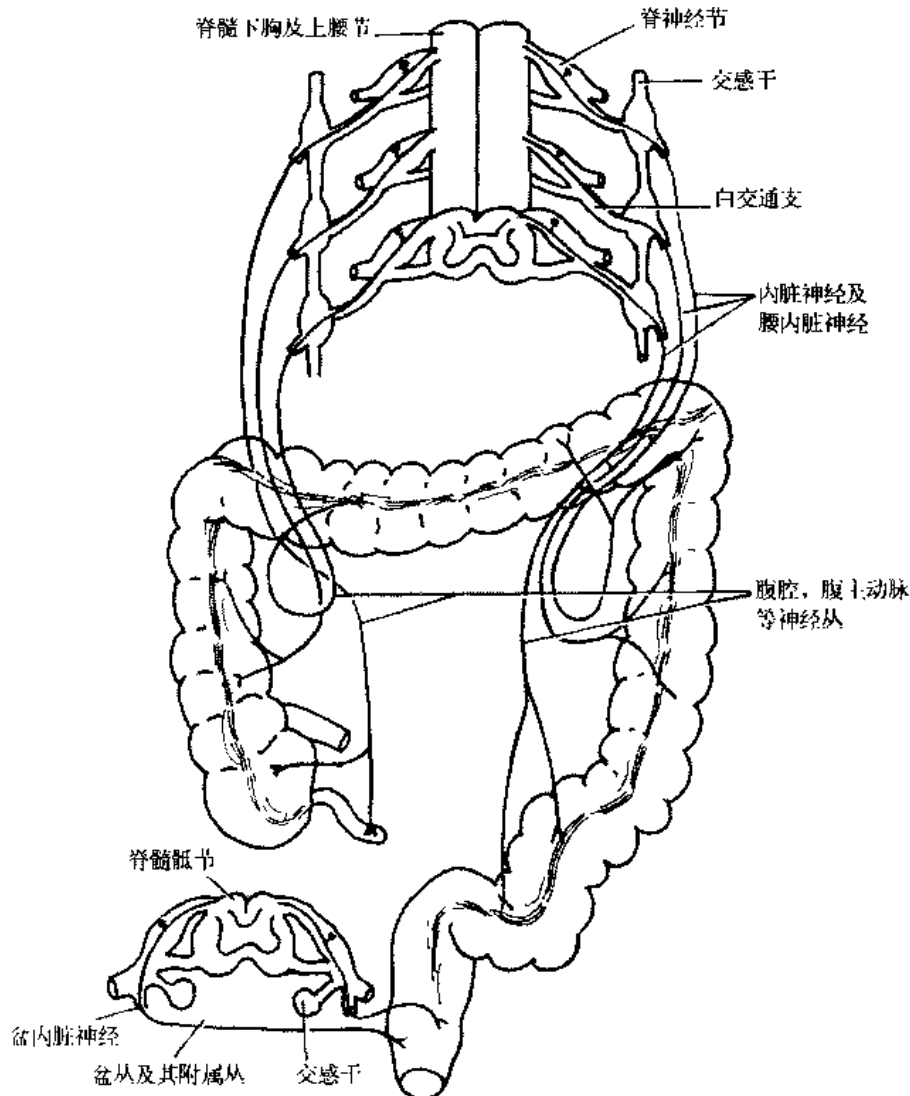


图 5-439 大肠的传入神经支配

升结肠与降结肠的传入神经纤维支配，均为单侧性的。直肠的传入神经纤维经盆内脏神经、骶神经、入脊髓第 2~4 节。肛管的经阴部神经传入(图未显示)

内脏神经(图 5-439)、有人发现,切除右侧交感神经以后,横结肠系膜或横结肠系膜的邻近部,其痛觉丧失,向尾侧可达横结肠中部;阑尾及阑尾系膜也失去痛觉,但在横结肠左半、结肠左曲及降结肠上部,其疼痛觉仍可存在。切除左侧交感神经则反应相反,髂嵴以上腹腔左侧结肠及其系膜的疼痛消失;而牵拉或电刺激盲肠、阑尾、结肠右曲和横结肠右半仍可引起疼痛,并在右下腹引起牵涉痛(图 5-440)。这种传导疼痛纤维的配布,也是和胃的痛觉传入纤维相似,不是按原始肠管的左右,而是按肠管转位以后的解剖定位分的左右侧。在左侧交感神经切除后,由降结肠向下的一段肠管丧失痛觉,至肛门以上 16cm 处(相当于直肠与乙状结肠连接处的水平高度);在这高度以下痛觉仍存在。直肠的痛觉传入纤维及反射性质的感觉纤维都经行于盆内脏神经,而不是交感神经。

肠壁各层内具有传入神经的末梢装置,曾在各种动物食管的肌层、粘膜和粘膜下层描述过相当复杂的感受器。在胃及小肠有曲张小纤维形成的终丝及终网感受器。在直肠粘膜内观

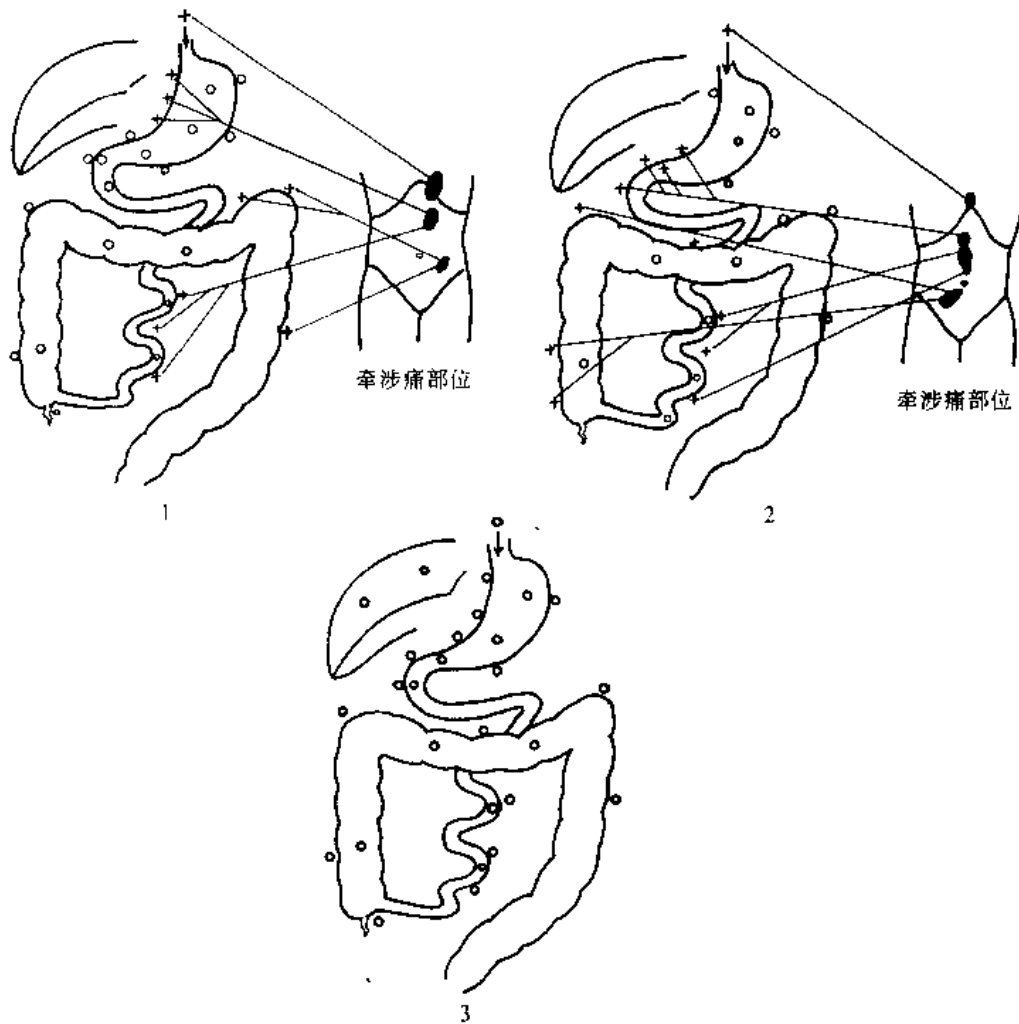


图 5-440 消化管传入神经支配的侧性,在前腹壁相应牵涉性痛部位也显示相似的情况

(+)表示痛觉存在,(o)表示痛觉丧失

1. 右侧交感干切除后,胃小弯的尾侧部,右侧结肠丧失痛觉。而胃小弯的颅侧部,左侧结肠,以及小肠系膜缘有痛觉。
 2. 左侧交感干切除后,胃小弯的颅侧部,左侧结肠丧失痛觉。而胃小弯尾侧部,右侧结肠,以及小肠系膜缘有痛觉。
- 虽然切除任一侧交感干,小肠系膜缘都有疼痛,但其牵涉痛的部位是有所移动。
3. 双侧交感干切除,消化管的痛觉全部丧失

察到复杂的终丝状感受器。在食管壁内曾见到平滑肌梭。

第五节 泌尿器的神经支配

一、肾的神经支配

肾的神经支配主要来自肾丛。肾丛的纤维缠绕肾动脉及其分支，随动脉而分布。传入纤维主要经行于第10、11及12胸神经；在肾实质内、肾盂的肌层内、肾血管的外膜以及肾的被囊内均有传入神经终末。

肾实质内的神经纤维大多数是无髓细纤维。有髓细纤维也曾在肾实质内见到，而在肾盂及肾盏的区域较为丰富。肾盂的平滑肌分布着丰富的无髓纤维。

进入肾实质的神经，随叶间动脉及其分支延伸，沿入球小动脉伸展到肾小体旁器。有的纤维沿入球小动脉，经肾小球至出球小动脉。也有人描述，沿入球小动脉的神经纤维进入肾小球的毛细血管祥之间，但在电镜下观察未得到证实。

有人描述肾小管上分布着神经丛，而且此丛与血管的神经丛是通连的。在肾髓质内的集合管也是如此，分布其壁的神丛与直小动脉的神经丛通连。有些入支持肾小管直接受神经支配的假说；相反的意见，认为进入肾实质内的神经仅是分布到血管。虽然光镜描述过有神经分布到肾小管，但在电镜下观察，没有见到神经穿入肾小管的基膜，仅在肾血管壁、肾小体旁器及肾间质内见到神经终末。

肾的传出纤维主要是交感神经，进入肾门的副交感纤维可能终止在肾盂及输尿管的平滑肌；而在肾实质内是缺乏的。

肾的传入神经经过肾丛，所以当切除肾丛的纤维以后，可消除起源于肾的疼痛。

肾移植时，至肾的神经都被切断，而移植肾的功能仍可维持正常。可见肾的功能基本上可不依赖于神经的作用。但用电流刺激内脏神经时，即见肾血管收缩，肾体积缩小，尿生成暂时停止；如把内脏神经切断，则血管舒张，尿量增加，可是这种多尿是暂时性的。在正常的机体，交感神经对肾的作用虽不明显；但在动脉压显著降低(低于9.33kPa)的情况下，如心力衰竭或大出血时，有交感神经支配的动物比之去神经的，其肾血管的收缩和肾血流量的减少，就更加显著。刺激或切断膈下迷走神经，对肾的机能都不发生明显的影响，因此目前关于迷走神经对于肾的作用还不明确了解。

二、输尿管的神经支配

输尿管的神经支配：来自肾丛及腹主动脉丛的纤维，至输尿管的上部；上腹下丛(骶前神经)及腹下神经，至输尿管的中部；腹下神经及下腹下丛，至输尿管的下部；膀胱丛的次级分丛也围绕输尿管的近膀胱处。输尿管壁内的神经纤维束呈纵行，并相互间有纤维交错相连。在人类及某些哺乳动物，特别是狗和猫，在输尿管的近侧 $\frac{2}{3}$ 壁内缺少神经节细胞，而在输尿管远侧 $\frac{1}{3}$ 的壁内，有成群的神经节细胞，并与此部分的神经丛相联系，这些神经节细胞可能是属于副交感神经的节后神经元。输尿管的传入神经主要是属于第11、12胸神经及第1腰神经的纤维；至输尿管的迷走神经纤维中，也可能包含着传入纤维。

如将至输尿管的神经完全切断，输尿管的蠕动仍可继续进行。刺激腹下神经可使输尿管进入膀胱的开口关闭。

三、膀胱的神经支配

膀胱是由交感及副交感神经支配。交感神经供给膀胱壁平滑肌(逼尿肌)以抑制纤维,使逼尿肌松弛;并供给膀胱三角、膀胱括约肌(尿道内括约肌)和尿道近膀胱部分平滑肌以运动性纤维,使其收缩(贮存尿液);以及血管运动纤维。交感神经纤维来自脊髓胸下部(第11、12胸节)及腰上部(第1、2腰节)的节段,经腰部椎旁神经节、肠系膜间丛、上腹下丛和下腹下丛,到达下腹下神经节,换元后发出节后纤维(有人认为某些纤维在膀胱丛内或壁内神经节换元,又有人认为在肠系膜下神经节内换元,经膀胱丛,分布于支配的平滑肌)。副交感神经可引起逼尿肌收缩并维持其张力;并有抑制性纤维至膀胱括约肌,使其松弛(排尿)。副交感神经纤维自脊髓第2~4骶节发出,经行于盆内脏神经至膀胱丛,与从内紧靠膀胱壁的神元节细胞发生突触换元(或在壁内神经节换元),节后纤维分布于所支配的平滑肌(图5-441)。交感纤维与副交感纤维对膀胱的作用是相辅相成的。但另一种意见认为,上述膀胱排尿的神经作用,在实验性研究中尚未获得充分证实。即当切除上腹下丛(骶前神经)后,对排尿不发生影响;而在双侧切断盆内脏神经后,则逼尿肌完全瘫痪,发生尿潴留和尿失禁。所以认为至膀胱的交感神经只是血管运动性纤维,而膀胱的充盈与排空作用主要是副交感神经的作用。

由横纹肌组成的尿道膜部括约肌(尿道外括约肌),是受第2~4骶神经前根躯体运动纤维组成的阴部神经,经其分支会阴神经的支配。这种纤维的传出冲动,引起尿道膜部括约肌收缩并维持其紧张性。

膀胱的传入纤维经行于盆内脏神经和腹下神经中;膀胱反射运动的主要传入纤维包含于

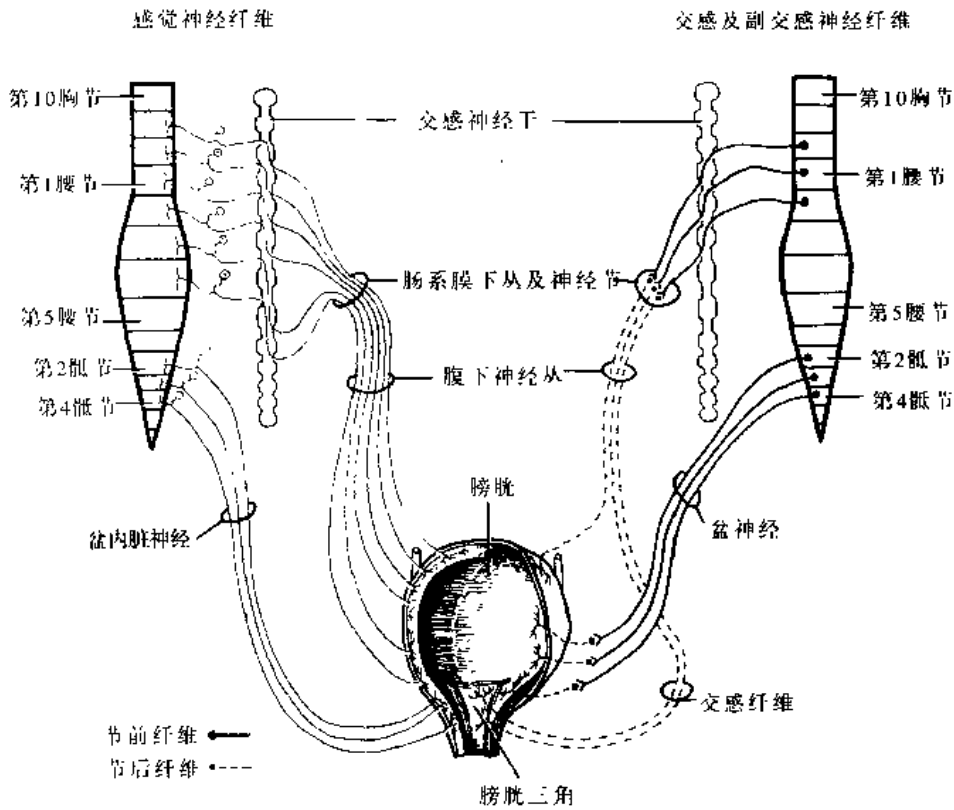


图 5-441 膀胱的自主神经及躯体感觉神经的分布

盆内脏神经中，腹下神经不含任何重要反射作用的传入纤维。膀胱扩张所发出的感觉，由盆内脏神经和腹下神经二者传入。痛觉可由腹下神经传入，但来自膀胱三角的痛觉沿盆内脏神经传入。触觉、温度觉及压觉(或膀胱的充盈感觉)，均主要由盆内脏神经传入。

膀胱壁内大多数神经纤维是无髓细纤维；有髓纤维也可见到。后者穿入壁深层者，一般认为是传入纤维。这些纤维在壁内形成神经丛，分布于粘膜层、肌层及外膜。粘膜层的上皮丛内没有神经节；在肌丛内有小的神经节散布在肌束之间；外膜丛内分布着较大的神经节。壁内神经节有人认为也象膀胱丛内的神经节那样，是接受来自腹下神经的交感节前纤维，也有接受来自盆内脏神经的副交感节前纤维。膀胱壁内感觉终末装置，有多种变异的环层小体，存在于肌层和外膜内。也有入报导，传入纤维有较复杂的树状终末存在于肌内。

排尿反射：是通过自主神经及躯体神经共同完成的。排尿反射弧由盆内脏神经及脊髓骶2~4节段组成。在大脑皮层、脑干、尤其是腰骶髓等不同水平存在着对排尿反射的易化及抑制中枢，这些中枢控制及调节着排尿反射，完成正常的贮尿、反射性排尿及随意排尿功能。具体而言，当膀胱贮存一定尿量，膀胱内压升高到约1.47kPa以上时，膀胱壁内的压力感受器便感受刺激；经盆内脏神经内的膀胱感觉纤维将冲动传入脊髓的排尿中枢(第2~4脊髓骶节内)，并经薄束传达脑干的排尿中枢及大脑皮质排尿意识控制中枢。脊髓排尿中枢，如不在大脑皮质及脑干排尿中枢的抑制状态下，则引起盆内脏神经传出纤维的兴奋，及腹下神经的抑制，从而反射性地引起逼尿肌收缩和膀胱括约肌松弛即排尿开始。尿液经过尿道时，又刺激尿道的感受器，冲动经盆内脏神经(也可能经阴部神经)传入脊髓排尿中枢，引起阴部神经传出纤维发放使尿道膜部括约肌收缩冲动的频率减少，因而尿道膜部括约肌松弛而排尿。

脊髓内排尿反射初级中枢是经常地受较高级的排尿中枢(脑干排尿中枢)及大脑皮质膀胱机能代表区(位于旁中央小叶)的调节。膀胱的痛、温觉是经脊髓丘脑侧束上行，而压力感觉(膀胱的胀满感觉)是经薄束上行达脑干及大脑皮质的膀胱功能代表区。自这些中枢下行的纤维，经交叉及不交叉的锥体束及锥体外系传导径路内下降，达脊髓以调节排尿初级中枢。

脑干内的排尿中枢对脊髓的排尿反射起促进或抑制作用。当排尿开始，由于膀胱的部分排空，感受压力的刺激则已在维持排尿反射所需的阈值以下，这时脑干排尿中枢的作用，为维持和促进逼尿肌的继续收缩及尿道膜部括约肌松弛，使膀胱完全排空。此外，脑干排尿中枢也许在无意识中可抑制脊髓的排尿反射，致使膀胱有相当的充满。

大脑皮质的膀胱功能代表区可对膀胱充盈的程度、排尿时轻度的烧灼感及膀胱过分膨胀和痉挛引起的疼痛达到意识，产生对初级排尿中枢的意识控制。大脑皮质控制初级的排尿中枢，可使其在适当时间及地点进行意识性排尿；排除皮质的抑制作用，便发生自动排尿现象，具体如脊髓受损，初级排尿中枢与大脑皮层失去功能联系，排尿失去意识控制，即出现尿失禁。此外，大脑皮质也可在没有排尿欲望时，逼使意识性排尿；或在排尿开始后，可随时任意中断。所以由于大脑皮质的调节和阴部神经又直接受意识所支配，排尿可随意控制。

小儿大脑皮质的发育未臻完善，对排尿初级中枢的控制能力较弱，所以排尿次数多，且易发生夜间遗尿现象。大约至2岁半大脑皮质对排尿的控制开始增强。

四、尿道的神经支配

男性尿道的神经支配来自前列腺丛及阴茎海绵体丛,它们包含着交感和副交感神经纤维。前列腺丛与膀胱丛相连续,与前列腺紧密接触;此丛的神经纤维供给膀胱颈、前列腺及尿道前列腺部。阴茎海绵体丛是前列腺丛沿尿道的延伸部分,它的神经纤维分布于阴茎海绵体及尿道的海绵体部。

在尿道粘膜下层、肌层及外膜可见到不同结构的神经丛。感觉终末装置,如树丛状终末、线球状终末及环层小体等都曾见到过。

女性尿道是由子宫阴道丛的神经支配,子宫阴道丛主要由下腹下丛(盆丛)内的副交感神经组成,也包含某些来自盆丛的及一部分直接来自交感干骶部的交感纤维。

阴部神经的纤维(躯体性神经)支配尿道膜部括约肌。并有感觉纤维分布于尿道。

第六节 生殖器的神经支配

一、男性生殖器的神经支配

(一) 睾丸的神经支配

分布于睾丸的神经来自精索丛(睾丸丛),此丛上部为来自肾丛及腹主动脉丛的许多细小纤维,沿着睾丸动脉下降,在动脉的表面,没有真正形成丛状,这些神经称为精索上神经 superior spermatic nerves,神经纤维直接进入睾丸(图 5-442)。此丛下部为来自上腹下丛及下腹下丛的纤维,这种纤维分布至附睾及输精管。

在人类,进入睾丸内的大多数神经纤维,沿附睾头穿入,斜行穿经白膜,在白膜与血管膜之间向睾丸下端行,这些纤维相互联系成丛。在睾丸内的大多数神经纤维,一般认为是紧密联系着血管,与这些血管的功能有关,有少数纤维终止于白膜;但没有发现神经终末联系曲细精管或间质细胞。可是也有人观察到有神经纤维进入曲细精管的壁内,并支持精原上皮是直接受神经纤维支配的假说,这种观察尚须进一步研究证实。又有人描述在人类睾丸的间质内,有丰富的神经纤维分布,并假定这些纤维与其中的分泌细胞有直接的接触;这些发现尚须进一步商榷。

在伴随睾丸动脉的神经丛内,有睾丸的传入神经纤维通过,一般认为是联系睾丸痛觉的纤维(图 5-443)。起自睾丸的传入纤维,经此交感神经丛及交感干的腰上及胸下部,进入脊髓第 10~12 胸节。又有人指出麻醉达第 10 胸节的病人,睾丸感觉还明显地保持正常;达第 8 胸节,有感觉迟钝但尚未消失;至第 5 胸节,才近乎完全消失。

睾丸及其鞘膜可能有阴部神经及髂腹股沟神经或生殖股神经来的传入纤维分布。睾丸疼痛的局部定位,有人认为是需要阴部神经的阴囊后神经的完整无损;否则产生皮肤相应感觉区的牵涉痛。当阴囊后神经被阻滞,来自睾丸的疼痛,被牵涉到第 1 腰神经皮节。认为这是经生殖股神经的传导形成的牵涉痛(此神经一般联系脊髓第 1、2 腰节);如再将生殖股神经阻滞,则牵涉痛发生在第 10 胸节的皮区,这是睾丸传入神经进入脊髓的水平。根据实验发现,由于刺激的强度不同,睾丸产生的牵涉痛部位有所不同:最小的刺激,产生睾丸本身的疼痛;较大的刺激,产生第 1 腰节水平的牵涉痛;当刺激更强时,则产生第 10 胸节水平的牵涉痛。

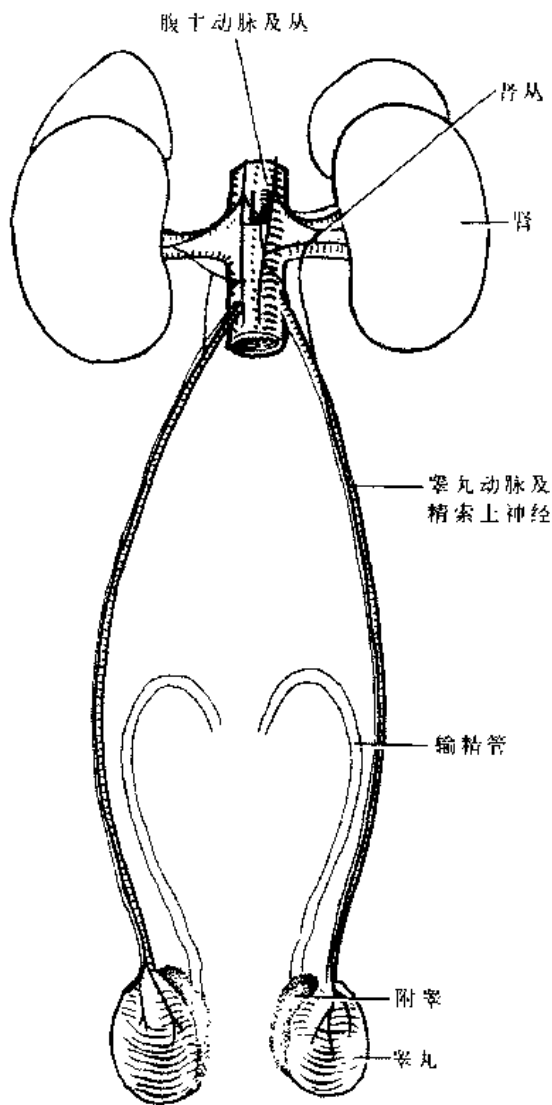


图 5-442 分布至睾丸的神经

来自腹主动脉丛及肾丛，沿睾丸动脉下降，终止于睾丸。而附睾则接受沿输精管来的神经支配

(二) 附睾的神经支配

分布于附睾的神经来自两组纤维，为精索中神经 middle spermatic nerves 及精索下神经 inferior spermatic nerves。精索中神经为来自上腹下丛的纤维，这种纤维向尾侧延伸，至腹股沟管腹环到达精索，分布于输精管，并沿该管下降到附睾。精索下神经为下腹下丛(盆丛)下部及膀胱丛来的纤维，至输精管后，继续向下达附睾。有人认为精索中神经主要分布于输精管，少数延续达附睾。而精索下神经只发少数纤维至输精管，大部分纤维终于附睾内。

进入附睾内的神经纤维，围绕附睾管成丛。有人显示有一细小的神经丛，散布在结缔组

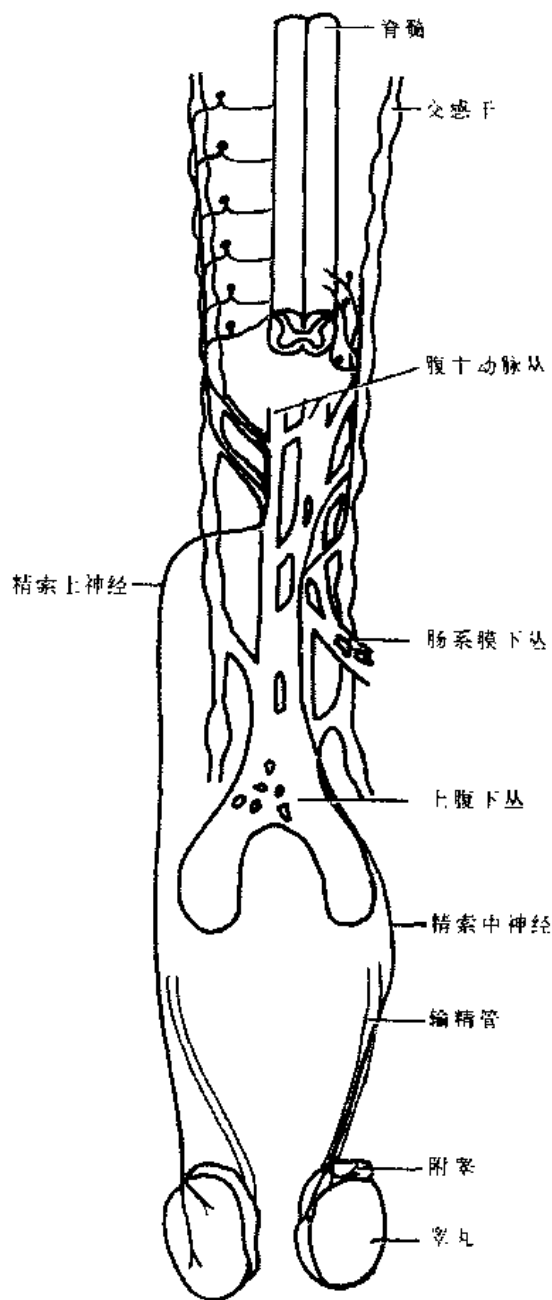


图 5-443 睾丸(左侧)和附睾(右侧)的传入神经支配

组织内，支配附睾管的平滑肌，并在附睾管上皮下形成丛状结构(图 5-444)。也有细小的纤维束

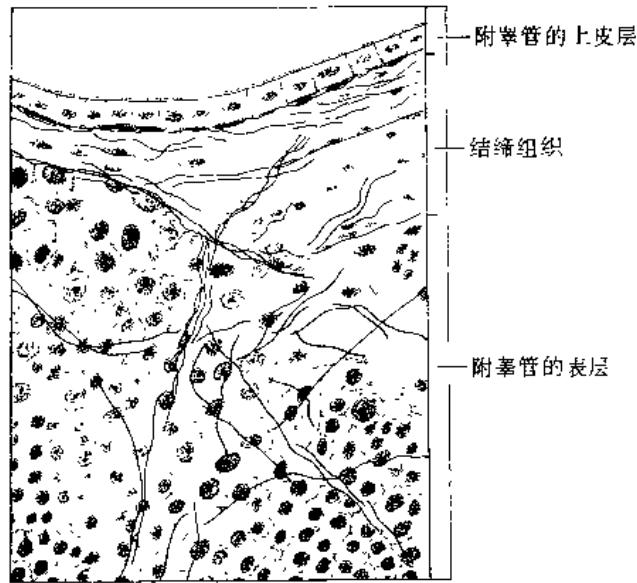


图 5-444 附睾内的神经丛(鼠)

联系到结缔组织内的血管,这种联系血管的纤维,与睾丸内血管一样,认为来自精索上神经的纤维。支配附睾的大多数纤维来自精索下神经,其中有一些纤维直接来自膀胱丛,沿输精管至附睾。精索下神经内的传出纤维主要是交感神经,但也有来自膀胱丛的副交感神经纤维;当动物摘除肠系膜下神经节后,并不是所有的无髓神经纤维都发生溃变。那种来自膀胱丛,沿输精管至附睾的纤维,主要为副交感纤维,但其中也夹杂有来自肠系膜下神经节及某些来自盆丛内交感神经节细胞的交感神经纤维。所以附睾的神经支配包括着交感和副交感两种纤维。起自附睾的传入纤维,大部分经上腹

下丛、腹主动脉丛及交感干腰部上升,继经第 11、12 胸神经及第 1 腰神经后根进入脊髓。

(三) 输精管、精囊、射精管及前列腺的神经支配

分布于输精管的神经与分布于附睾的神经有相同的来源,即由精索中神经及精索下神经来的纤维支配,但以精索中神经为主要。有人报告猫及鼠的输精管基本上受副交感神经支配。但在人类,根据临床观察和研究,当刺激上腹下丛时,可发生射精;如切除此丛,以后便不能射精,所以输精管的主要神经支配来自上腹下丛。人类的输精管以交感神经的支配占优势。

在输精管壶腹的周围近前列腺处,发现聚集的神经节细胞,在其更远处则稀少地出现于外膜周围组织内。输精管除在外膜有神经丛外,在肌层及固有层内也形成自主神经网络。

输精管的传入神经分布,据认为近睾丸段是由伴随交感神经经行的传入纤维分布;但在盆内段是由伴随副交感神经经行的传入纤维分布。在输精管固有层内有上皮下丛 subepithelial plexus,一般认为属于传入纤维,是由经行于交感神经及副交感神经内的两种传入纤维组成的。

膀胱丛及其延续部前列腺丛的纤维,分布至前列腺、尿道前列腺部、精囊腺及射精管。这种纤维对男性生殖器管理射精活动的平滑肌起重要作用(复杂的射精活动是与交感神经作用相关的,包括释放精子及附属腺分泌物射入尿道,以及自尿道逐出精液。尿道射精的作用,除球海绵体肌等节律地收缩外,膀胱内括约肌紧缩也是重要的,不使精液反流入膀胱)。支配这些平滑肌的节前神经元,可能存在于胸下及腰上的脊髓内。有人提出支配射精活动的纤维,可能主要集中于第 1 腰神经或第 12 胸神经的白交通支内进入交感干;其它少数纤维,可达第 3 腰交感干神经节。在双侧切除腰交感干神经节的病例中,一侧切除上 3 个腰交感干神经节,另一侧又切除上 2 或 3 个腰交感干神经节者,其后发现有 54% 的患者永久性失去射精能力。所以认为在此种手术中,为了避免失去生育能力,应保存第 1 腰交感干神经节。这些与射精活动有关的交感神经纤维,经交感干、腹主动脉丛,到达上腹下丛;分布至输精管的纤维,于此丛内神经节换元,节后纤维组成精索中神经,离开上腹下丛到达输精管;而至前列腺、精

囊腺及射精管的节前纤维继续下降至盆丛、膀胱丛及前列腺丛，与这些丛内的神经节细胞突触换元后，发节后纤维至上述各器官(图 5-445)。交感纤维在这些丛内与副交感纤维及传入纤维缠绕在一起。

前列腺及精囊腺的传入纤维，一般认为是伴随副交感性盆内脏神经经行，至 2、3、4 骶神经后根，进入脊髓。

(四) 阴茎的神经支配

躯体神经和自主神经都分布到阴茎。躯体神经中重要的为阴部神经的分支阴茎背神经，经阴部管向前，穿尿生殖膈，达阴茎背部；经行于阴茎深筋膜与白膜之间；在阴茎背动脉的外侧向前进，末梢支分布于阴茎头；在阴茎背部该神经发侧支，由背侧呈弓状绕向下至尿道。阴茎背神经分布于阴茎的皮肤为感觉作用。在阴茎头的上皮、包皮及尿道粘膜内有着多种形式的神经末梢，如在皮肤及尿道上皮下结缔组织内有游离神经末梢；在阴茎头皮肤及包皮的真皮乳头内有触觉小体；在阴茎头皮肤的真皮乳头深层及尿道粘膜内有生殖小体 genital corpuscles；在较深的阴茎头结缔组织内及海绵体白膜下有环层小体。此外，还有髂腹股沟神经及生殖股神经，以小支分布于阴茎根部及阴囊前部的皮肤。坐骨海绵体肌与球海绵体肌是受阴部神经的分支会阴神经支配，坐骨海绵体肌使阴茎海绵体勃起，球海绵体肌使尿道海绵体勃起，并对射精、排尿起作用。

阴茎的勃起组织是由自主神经支配，这种神经来自盆丛，经前列腺丛，有些纤维向下延伸形成阴茎海绵体丛；此丛随尿道膜部穿经尿生殖膈，至阴茎背侧，于此与阴茎背神经连接，并发出小支与大支。小支(阴茎海绵体小神经)进入尿道海绵体后部，并分布于其勃起组织及尿道的海绵体部；大支(阴茎海绵体大神经)向前行，分布于阴茎海绵体及尿道海绵体的勃起组织。此外，会阴神经发小支，在尿道球的两侧进入海绵体，并分布于尿道远及阴茎头。

至勃起组织的神经，由副交感纤维引起血管扩张即充血，使阴茎勃起。传统看法勃起是通过盆内脏神经途径，所以盆内脏神经也称勃起神经。现认为，除盆内脏神经外，不能排除阴茎背神经的途径，其内确有副交感纤维。会阴神经使阴茎根部的球海绵体肌及坐骨海绵肌

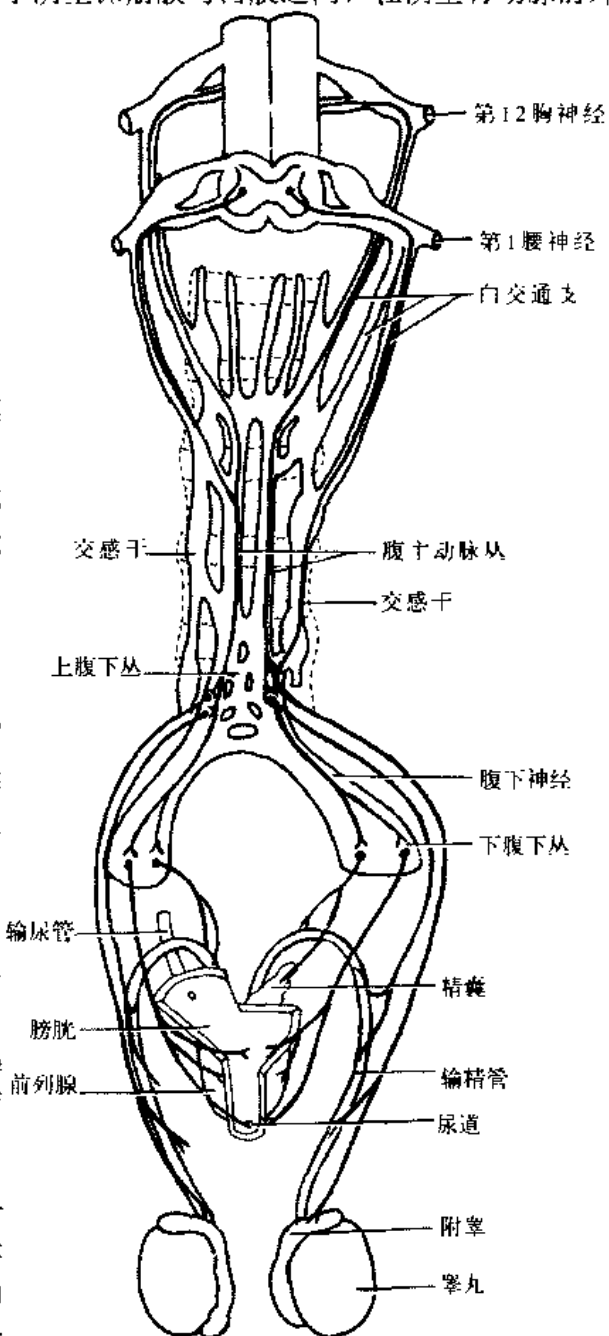


图 5-445 射精活动的交感神经支配
两侧的纤维行程不同，表示支配射精活动的纤维，进入和离开交感干可能的变动

收缩，可简单地压迫阴茎静脉，阻止血液回流，对勃起起辅助作用。阴茎勃起组织的血管也明显地受交感神经的支配，它的作用为使血管收缩，促使阴茎疲软。

二、女性生殖器的神经支配

(一) 卵巢的神经支配

分布于卵巢的神经来自卵巢丛，此丛的大部分纤维来自腹主动脉丛及少数纤维来自肾丛。卵巢丛内的许多纤维可能来自位于卵巢动脉起始处的卵巢神经节及附加在腹腔丛和肾丛内的神经节。卵巢丛包围卵巢动脉与静脉，沿这些血管下降，纤维分布于卵巢、输卵管及子宫阔韧带，在阔韧带内与子宫丛相连接。因此，卵巢丛的纤维可经子宫丛而分布于子宫；也有子宫阴道丛来的很少纤维延伸进入卵巢。卵巢丛内也有传入纤维通行，来自卵巢的传入纤维，经第10及11胸神经进入脊髓。

来自卵巢丛进入卵巢内的神经，主要是无髓细纤维，它们伴随卵巢血管入卵巢基质。在卵巢的基质内及血管周围都有丰富的神经分布。也有人证实卵巢间质的分泌细胞间存在神经纤维；在卵泡的颗粒层、卵细胞胞浆以及黄体内也有神经纤维发现。因此，有人提出卵泡，分泌细胞及黄体都可直接受神经影响的假说。但又有人认为，神经纤维只是接近卵泡或间质内分泌细胞，而没有终止在这些组织。进入卵巢的传出纤维可能都是交感纤维，分布于血管及其它组织(如平滑肌纤维)。有人用猫进行实验性研究，并以荧光组织化学方法，显示卵巢内有大量的肾上腺素能神经的分布，在卵巢基质内扩散并形成终网。这些纤维小部分显示与血管联系，而大部分为非血管性的分布于卵巢基质内。有的纤维延伸到生殖上皮下侧及初级卵泡层内；成熟卵泡的内膜中也见到有散在的纤维。有的与血管联系的肾上腺素能纤维，到达间质腺内；也有随血管行的纤维进入黄体内。卵巢内有髓纤维出现较少，可能为传入纤维。神经节细胞可偶尔见到。

(二) 输卵管的神经支配

支配输卵管的神经纤维，大部分来自子宫丛，但也接受卵巢丛、腹下丛及经肠系膜神经来的纤维。大多数来自子宫丛的传出纤维为副交感神经，而其它来源的纤维为交感神经。有人证实猫的输卵管壶腹部的肾上腺素能纤维几乎都是分布于血管，有少数终止于平滑肌。而输卵管峡部肌层增厚，在壶腹与峡部交界处，支配环行肌的肾上腺素能神经纤维突然增多。输卵管粘膜层内也具有肾上腺素能纤维，这是联系血管的纤维。来自输卵管的传入纤维伴随交感神经经行，至第12胸及腰上部的脊神经后根进入脊髓。

来自卵巢丛及子宫丛等处进入输卵管的纤维，包括无髓及有髓两种纤维。这些纤维分布于管壁的各层。但有人认为缺乏分布至输卵管粘膜上皮层内的神经纤维，只见有纤维接近而没有终止于上皮细胞。输卵管粘膜内，有人报导存在一种类似触觉小体的神经终末装置。

(三) 子宫的神经支配

分布于子宫的神经来自子宫阴道丛的子宫部(子宫丛)。子宫阴道丛接受来自腹下丛的交感神经节前纤维及来自盆丛的副交感神经节前纤维；也有直接来自交感干腰部和骶部的纤维；子宫及阴道等处的传入纤维也通过此丛，所以，此丛是混合性质的神经丛。丛内包含着数量不等的神经节。其中位于子宫颈高度的为子宫颈神经节，这神经节一般较此丛内其他的神经节为大，在某些例子中，丛内大部分神经节细胞均集中于此节内，其位置常在子宫颈背外侧区密切接近阴道上端(图5-446)。

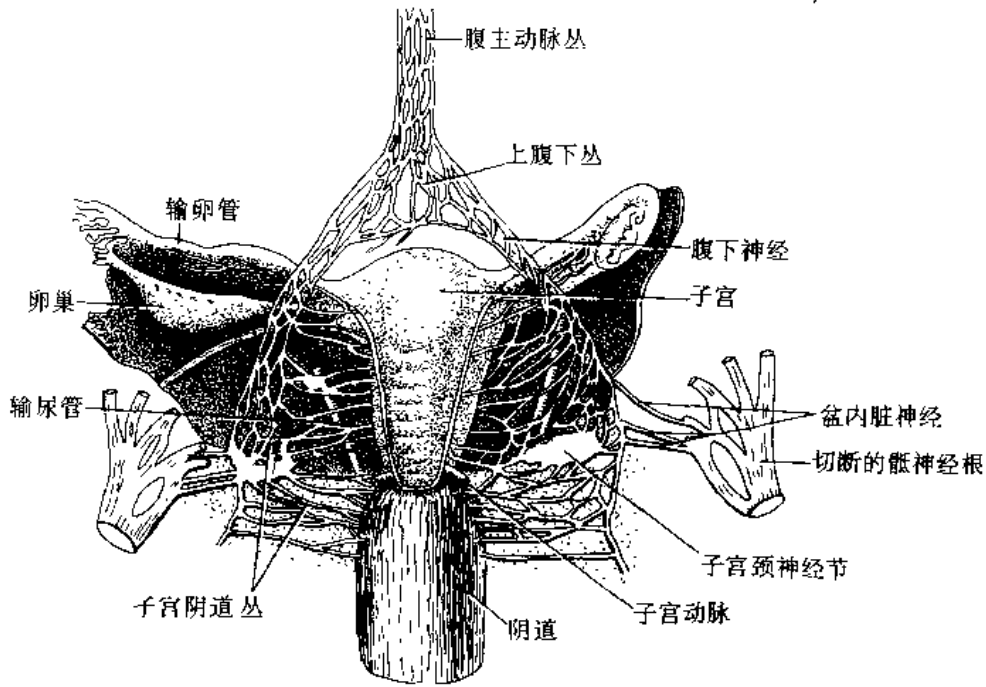


图 5-446 子宫阴道丛及丛内的神经节

子宫颈神经节的大小和细胞集聚的密度有很大的变化。如神经节大而且细胞聚集紧密，则散布在子宫阴道丛内的其他神经节就少；如神经节小而且细胞聚集松散，则丛内还有较多的小神经节散布。有人根据人类及不同动物的子宫颈神经节的形态学研究，将该神经节分为三种类型：①致密型：有一大的神经节，几乎被所有进入子宫的纤维穿过，这种类型的神经节见于鼠、鬣狗及有时见于人类。②分散型：未形成单个较大神经节外形，而由许多细小神经节组成复合体，但在每一支到达子宫的神经，在子宫近旁，都连接有一种小神经节，这种类型在猫、猴及有时在人类见到。③致密分散混合型：成群的神细胞，集成几个较大的神经节，这些神经节松散地联系在一起，这类型见于猫、猴及人类。

子宫阴道丛内的神经节是由不同性质的细胞混合而成。有人以荧光组织化学方法研究，显示此种神经节由有儿茶酚胺荧光的细胞和没有此种荧光的细胞组成。因而认为至于宫或阴道的节前纤维在此形成突触；其中某些神经节细胞，可能是交感神经节后神经元，经腹下神经丛、盆丛而来的交感神经节前纤维，于此换元并发出节后纤维；而其他的神经细胞假定为副交感性的节后神经元，如盆丛内的副交感神经节后神经元一样。

来自子宫的传入纤维，经子宫阴道丛，接着与交感神经伴行，经腹下丛及交感干，由第 11 及 12 胸神经后根进入脊髓，而在狗则经第 1 及 2 腰神经入脊髓。有人认为，由于子宫底及体来的传入神经，穿经腹下神经，约在第 11 及 12 胸神经进入脊髓(图 5-447)，其中含有传导子宫收缩时阵痛的纤维，所以由椎旁麻醉最末两对胸神经可以消除子宫收缩的阵痛以及相应皮区的感觉过敏。又有人报告，子宫的疼痛传入纤维行于交感干腰部内，所以阻滞上三个腰交感干神经节可解除子宫瘤的疼痛。子宫颈疼痛的传入纤维与副交感神经伴行，经盆丛和盆内脏神经，达上部骶神经后根入脊髓。所以有人在切除腹下神经后，欲作子宫无痛的子宫底活组织检查，但当扩张子宫颈时仍可产生疼痛。

进入子宫壁内的神经纤维，大多数来自子宫阴道丛，沿血管一起穿入。在子宫壁内最大的神经束几乎与子宫的长轴平行。人类子宫内的神经分支，伸展到子宫内膜的固有层内，形

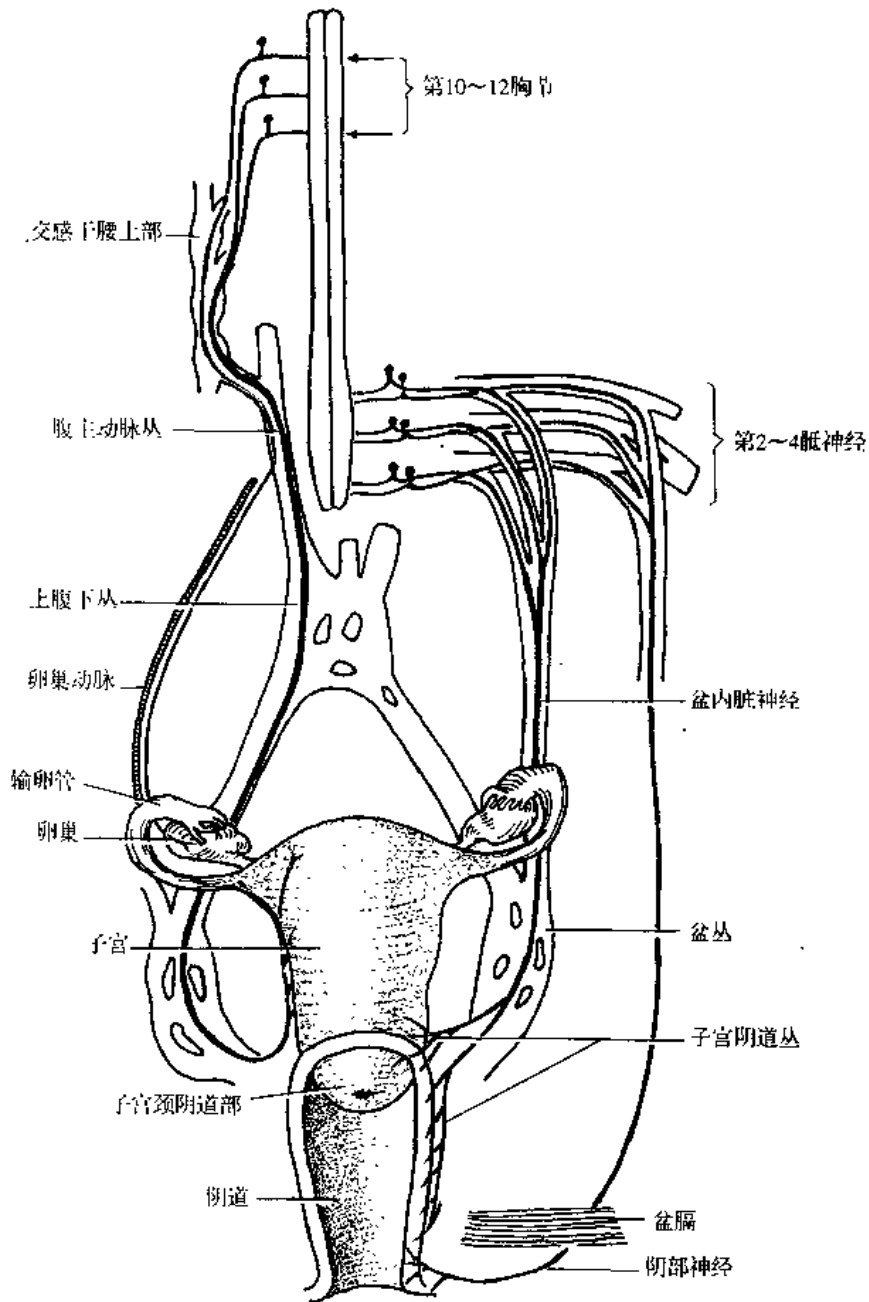


图 5 447 女性生殖器的传入神经支配

图右侧显示经骶神经进入脊髓的传入纤维；左侧显示交感神经内的传入纤维，经胸神经进入脊髓成壁内神经丛；这丛在子宫颈处较子宫底为丰富。子宫肌层与血管上都有丰富的神经分布，子宫肌层内细小的神经纤维束，一般是平行于附近的肌纤维束，并有纤维终止于肌细胞。肌层内的神经分布，在整个子宫壁内显示较为一致，而只有输卵管附着区域的邻近显得更为丰富。

有些人观察到神经纤维进入内膜，并在内膜内形成神经末梢，如兔子宫内膜内发现有囊包状与丛状感觉神经末梢。但也有人认为纤维没有到达内膜的上皮。在兔的子宫及人的子宫颈肌层内，有人看到丛状及囊包状感觉神经末梢。在子宫壁内有人提出有神经节细胞存在。在兔子宫壁内有人只在浆膜里见到神经节，主要分布在子宫颈部，沿子宫角亦可找到；而在人

主要内脏器官自主神经分布表

器官名称	神经性质	主要内脏传入纤维的径路	节前神经元所在	过程	节后神经元所在	过程	功能
眼球	交感		脊髓第8颈节、第1、2胸节侧角	经白交通支到交感干	星状神经节或颈上神经节或颈内动脉丛内神经节	经颈内动脉丛、海绵丛、半月神经节、睫状长神经，到瞳孔扩大肌	瞳孔扩大；血管收缩
	副交感	睫状神经，鼻睫神经，眼神经，三叉神经	动眼神经副核	经动眼神经及其短根	睫状神经节，巩膜上神经节	经睫状短神经，或直接到睫状肌及瞳孔括约肌	瞳孔缩小；睫状肌收缩
泪腺	交感		脊髓第1、2胸节侧角	经白交通支到交感干	颈上神经节	经颈内动脉丛、岩深神经、翼管神经、上颌神经、颞神经、泪腺神经到泪腺	血管收缩
	副交感	泪腺神经，眼神经，三叉神经	面神经泪核	经中间神经、岩大神经、翼管神经	翼腭神经节	经翼腭神经、上颌神经、颞神经与泪腺神经、交通支、泪腺神经，到泪腺	促进泪腺分泌；血管扩张(?)
腮腺	交感		脊髓第1~3(4)胸节侧角	经白交通支到交感干	颈上神经节	经颈外动脉丛、颞浅动脉丛、到腮腺	分泌粘稠唾液；血管收缩
	副交感	经耳颞神经，三叉神经，岩小神经，舌咽神经	下涎核	经舌咽神经、鼓室神经丛、岩小神经	耳神经节	经与耳颞神经交通支到腮腺	增加分泌稀薄唾液；血管扩张(?)
下颌下腺及舌下腺	交感		脊髓第1~3(4)胸节侧角	经白交通支到交感干内上升	颈上神经节	经颈外动脉丛、面动脉丛到下颌下腺及舌下腺	分泌粘稠唾液；血管收缩

器官名称	神经性质	主要内脏传入纤维的径路	节前神经元所在	过程	节后神经元所在	过程	功能
下颌腺及舌下腺	副交感	舌神经、鼓索、面神经感觉根	上涎核	经面神经、鼓索、舌神经	下颌下神经节	直接到下颌下腺, 经舌神经到舌下腺	增加分泌稀薄唾液; 血管扩张(?)
心脏	交感	交感神经颈心中, 心下及胸心神经(痛觉) → 胸 1~4(5) 脊髓后角	脊髓第 1~5 胸节侧角	经白交通支到交感干	颈上、中、下神经节, 胸 1~5 神经节	经心上、中、下及胸心神经到心丛, 随冠状丛到心肌	心跳加快, 心室收缩力加强; 冠状动脉扩张
支气管及肺	副交感	迷走神经(除痛觉外的感觉) → 延髓孤束核	迷走神经背核	随迷走神经心支到心丛	心脏壁内神经节; 心丛内的神经节	直接到心肌	心跳减慢, 心室收缩力减弱; 冠状动脉收缩
	交感	来自胸膜脏层的传入纤维入交感神经肺支 → 胸 2~5 脊髓后角	脊髓第 2~5 胸节侧角	由白交通支到交感干	胸 2~5 交感干神经节, 颈下(或星状)神经节	经肺支及肺丛到肺	支气管扩张; 抑制腺体分泌; 血管收缩
	副交感	迷走神经(来自支气管的传入纤维) → 延髓孤束核	迷走神经背核	经迷走神经	肺丛内的神经节及支气管壁内神经节	直接到支气管平滑肌及腺体	支气管缩小, 促进腺体分泌
食管	交感	在颈及胸部交感干食管支内传入 → 胸 5~8 脊髓后角	脊髓第 1~6 胸节侧角	经白交通支到交感干	胸(1~3) 4~6 神经节, 星状神经节	经交感神经经心支及返神经到食管食管支到食管	抑制食管运动及分泌
	副交感	迷走神经 → 延髓孤束核	迷走神经背核	经迷走神经	食管壁内神经节	直接到食管平滑肌及腺体	促进食管运动及分泌
胃、小肠升结肠及横结肠	交感	胃丛, 腹腔丛内脏大、内脏小, 内脏最小神经 → 胸 6~腰 1 脊髓后角	脊髓第 5~12 胸节及第 1 腰节	经内脏神经, 腹腔神经丛, 肠系膜上神经丛	腹腔神经节, 肠系膜上神经节	随至各部分血管周围的次级丛分布	减少蠕动, 降低紧张力; 分泌减少

续表

器官名称	神经性质	主要内脏传入纤维的径路	节前神经元所在	过程	节后神经元所在	过程	功能
胃、小肠、升结肠及横结肠	副交感	迷走神经→延髓孤束核	迷走神经背核	经迷走神经，胃前、后丛，腹腔丛，伴肠系膜血管行或独自行	肠肌丛及粘膜下丛内的神经节	直接至胃、肠平滑肌及腺体	促进收缩，紧张力加强；胃腺、肠腺分泌
降结肠到直肠	交感	腰内脏神经及来自交感干骶部的分支→腰1~3脊髓后角	脊髓第1~2腰节	经腹主动脉，肠系膜下丛。腰白交通支到交感干	肠系膜下神经节，下腹下神经节	肠系膜下动脉及其分支周围的次级丛	抑制肠蠕动；肛门外括约肌收缩
肝及胆囊	副交感	至降结肠及直肠的神经，腹下丛，盆神经→骶2~5脊髓后角	脊髓第2~4骶节	盆神经，腹下神经丛，并有纤维上升至结肠	肠肌丛及粘膜下丛内的神经节	直接至肠管平滑肌	加强肠蠕动；肛门外括约肌松弛
胰	交感	肝丛，腹腔丛，内脏大神经→胸4~9脊髓后角	脊髓第7~9胸节	经内脏大神经腹腔丛	腹腔神经节	经肝、胃、十二指肠丛	肝糖原分解；抑制胆囊收缩；血管收缩
	副交感	迷走神经→延髓孤束核	迷走神经背核	迷走神经及其肝支	肝门，胆囊及胆总管附近及壁内神经节	直接至平滑肌	促进胆囊收缩
	交感	腹腔丛，内脏大神经	脊髓第6~10胸节	经内脏神经腹腔丛	腹腔神经节	伴随至胰的血管而行；直接来自腹腔丛的分支	血管收缩
	副交感	迷走神经→延髓孤束核	迷走神经背核	迷走神经，腹腔丛	胰结缔组织隔内的神经节	分布于胰腺房及胰岛	增加分泌(?)；血管扩张(?)
肾	交感	肾丛，腹腔丛，内脏小，内脏最小及第1腰内脏神经	脊髓第10胸节~第1腰节侧角	经内脏神经，腹腔丛或肾丛	腹腔神经节或交感下神经节	沿肾血管入肾	血管收缩
	副交感	迷走神经→延髓孤束核	迷走神经背核	迷走神经，腹腔丛，肾丛	肾神经节及壁内神经节	直接至肾盂，肾盏内的平滑肌	肾盂收缩；血管扩张(?)

续表

器官名称	神经性质	主要内脏传入纤维的径路	节前神经元所在	过程	节后神经元所在	过程	功能
膀胱	交感	腹下神经, 上腹下丛及内脏最小神经(来自膀胱底)到达胸11~腰1脊髓后角	脊髓第11胸节~第2腰节侧角	肠系膜间丛, 腹下丛	肠系膜下神经节(或腹下神经节, 或膀胱丛内神经节)	膀胱丛	膀胱壁松弛; 内括约肌收缩; 紧张力加强
	副交感	盆内脏神经(来自膀胱底的传入纤维)→骶2~4脊髓后角	脊髓第2, 3, 4骶节	经盆神经膀胱丛	膀胱丛内神经节及壁内神经节	直接到逼尿肌及内括约肌	膀胱壁收缩; 内括约肌松弛
男性生殖器	交感	盆丛→交感干, 到达胸11~腰3脊髓后角	胸10~腰2脊髓侧角	经白交通支到交感干, 腹腔丛腹下丛, 盆丛, 或在交感干下行至交感干骶部	腰、骶交感节和肠系膜下神经节	经盆丛、前列腺丛到盆部生殖器或从腰节发支沿精索内动脉到睾丸	盆部生殖器平滑肌收缩配合射精; 膀胱三角肌同时收缩, 关闭尿道内口, 防止精液返流; 血管收缩
	副交感	?	骶2~4脊髓骶副交感核	经骶神经, 盆内脏神经至盆丛前列腺丛	盆丛和前列腺丛的神经节	到前列腺和海绵体的血管	促进海绵体血管舒张, 与会阴神经配合使阴茎勃起
子宫	交感	腹下神经, 上腹下丛, 腹主动脉丛, 腰内脏及内脏最小神经(来自子宫底及体)→胸11~腰3脊髓后角	脊髓第(11)12胸节至第1、(2)腰节	腰内脏神经及来自交感干骶部分支至下腹下丛、子宫阴道丛	子宫阴道丛内的子宫颈神经节(也有认为在腹下丛内的细胞或交感干神经节)	直接至子宫壁内	血管收缩, 子宫肌收缩
	副交感	盆内脏神经(子宫颈的传入纤维)→骶2~4脊髓后角	脊髓第2~4骶节前柱背外侧细胞	盆内脏神经, 下腹下丛, 子宫阴道丛	子宫阴道丛内的子宫颈神经节及沿子宫血管的神经节	直接至子宫壁内	血管扩张, 子宫肌松弛
汗腺及立毛肌	交感		脊髓第1胸节至第3腰节侧角	经白交通支到交感干	交感干神经节	经灰交通支随脊神经到皮肤汗腺及立毛肌	汗腺分泌; 立毛肌兴奋

子宫壁内没有见到。还有人认为，神经节细胞通常不存在于子宫壁内。

交感神经的作用可能是引起子宫壁内血管收缩、妊娠子宫收缩及非妊娠子宫舒张；副交感神经的作用则可能引起壁内血管扩张，对子宫肌的作用未明确。

(四) 阴道的神经支配

子宫阴道丛的阴道部(阴道丛与子宫丛之间没有明确界限)以副交感神经的纤维较多，为骶副交感传出纤维(盆内脏神经)；但也有交感神经的纤维，一部分来自腹下丛，另部分来自交感干的骶部。阴道丛分出的纤维分布至阴道壁内、尿道，并有纤维延伸组成阴蒂海绵体丛至阴蒂海绵体。

(五) 女性外生殖器的神经支配

分布于阴蒂的神经，有躯体性的阴蒂背神经及自主性的阴蒂海绵体丛来的神经。

阴唇也有躯体神经及自主神经分布。阴唇腹侧部为髂腹股沟神经分支及生殖股神经的生殖支分布，阴唇背侧部为阴部神经的分支及股后皮神经经会阴支来的小支分布。自主神经纤维来自膀胱丛及阴道丛。

女性外生殖器的感受器有许多不同的形态。其中有一种称为生殖感受器，分布于阴蒂最多，其次是小阴唇。这种感受器联系着有髓纤维，经阴部神经，进入脊髓。来自阴蒂海绵体的无髓纤维，分布阴蒂及阴唇的血管壁。

(傅志良 刘 锋)

第四十章 自主神经活动的基本形式

自主神经活动的基本形式为内脏反射，包括内脏-内脏反射、内脏-躯体反射及躯体-内脏反射。机体对内外环境的自主神经性调节就是通过这些反射完成的。例如，当摄取食物时，内脏的活动增强，同时使内脏血液供给也增加，以达到更好地消化。当肌肉活动时，引起对氧的需要增加，以致呼吸的速率及深度也相对地增加。当机体处于寒冷的环境中，周围血管收缩，以减少身体表面热的散失。

神经系在进化过程中，出现过神经网络与神经节，即可引起刺激反应的神经活动形式。在高等动物机体内，神经反应的活动中，也仍有这种古老形式的反映。例如，在内脏反射活动中的肠肌反射 myenteric reflexes 即是如此；即使全部切除分布于胃肠道的神经以后，当胃肠道受到刺激时，仍可引起蠕动。一般认为这是由胃肠壁内的神经节及神经丛完成的局部反射，即感受器的兴奋冲动可以直接通过神经节内神经元的接替，经传出神经，影响效应器的活动。但是解剖学上尚未确实证明粘膜下丛内存在仅发生局部作用的传入神经元及纤维。所以又有入提出，这种反射在某些情况，也许属于轴突反射性质。此外，内脏反射活动也有通过轴突反射引起的，即来自感受器的兴奋，也可通过传入神经元轴突的分支，到达另一部位的神经末梢，由神经末梢释放一定的化学物质转而影响效应器官的活动。如刺激皮肤引起皮下血管的扩张，可能就是轴突反射的结果(图 5-448)。

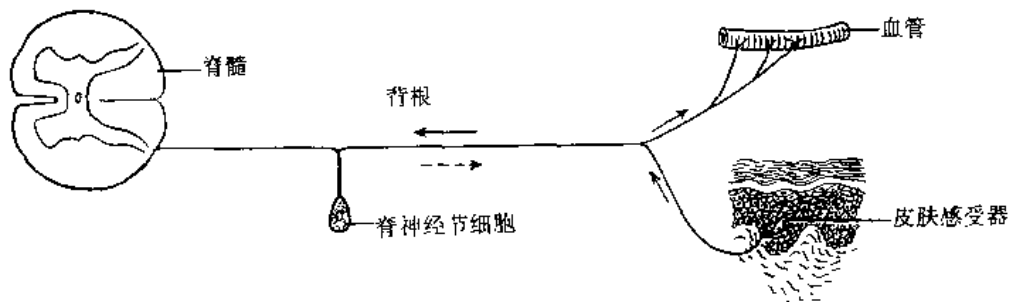


图 5-448 轴突反射模式图

箭头表示产生轴突反射时神经冲动的传导路径，虚线箭头表示逆向传导

许多内脏反射弧，是经过脊髓或延髓内的自主神经调节中枢。有许多内脏反射弧上达丘脑，或自丘脑又将冲动送至下丘脑或大脑皮质，这些内脏反射就被提高到间脑或皮质水平。当用电刺激皮质某些区域时，即可显示内脏反应。现就几种内脏反射及其反射弧叙述如下：

一、颈动脉窦与主动脉弓反射

颈动脉窦与主动脉弓反射是一种重要的内脏-内脏反射，起着调节血压的作用。在主动脉弓、头臂干的根部及颈总动脉末端和颈内动脉起始部的血管外膜及中膜内有压力感受器分布。这种压力感受器可因血压对管壁的扩张作用而感受刺激。

主动脉弓压力感受器的传入纤维来自迷走神经的主动脉神经(减压神经)。它由迷走神经下神经节中神经细胞发出的周围突组成，细胞的中枢突入延髓终止于孤束核。此神经在人及

犬，混杂在迷走神经干中；在兔则独立呈一束（与迷走神经伴行）。电刺激此神经的中枢端，可反射地引起心率减慢与血管扩张，以致动脉血压降低（刺激主动脉神经的周围端则不起作用）。这种反应是由于心迷走中枢被兴奋，而缩血管中枢的活动被抑制造成的。

颈动脉窦主要由舌咽神经的颈动脉窦支（颈动脉窦减压神经）分布，神经细胞体位于舌咽神经下神经节内，周围突至颈动脉窦内压力感受器，中枢突可能至孤束核或附近（图 5-449）。

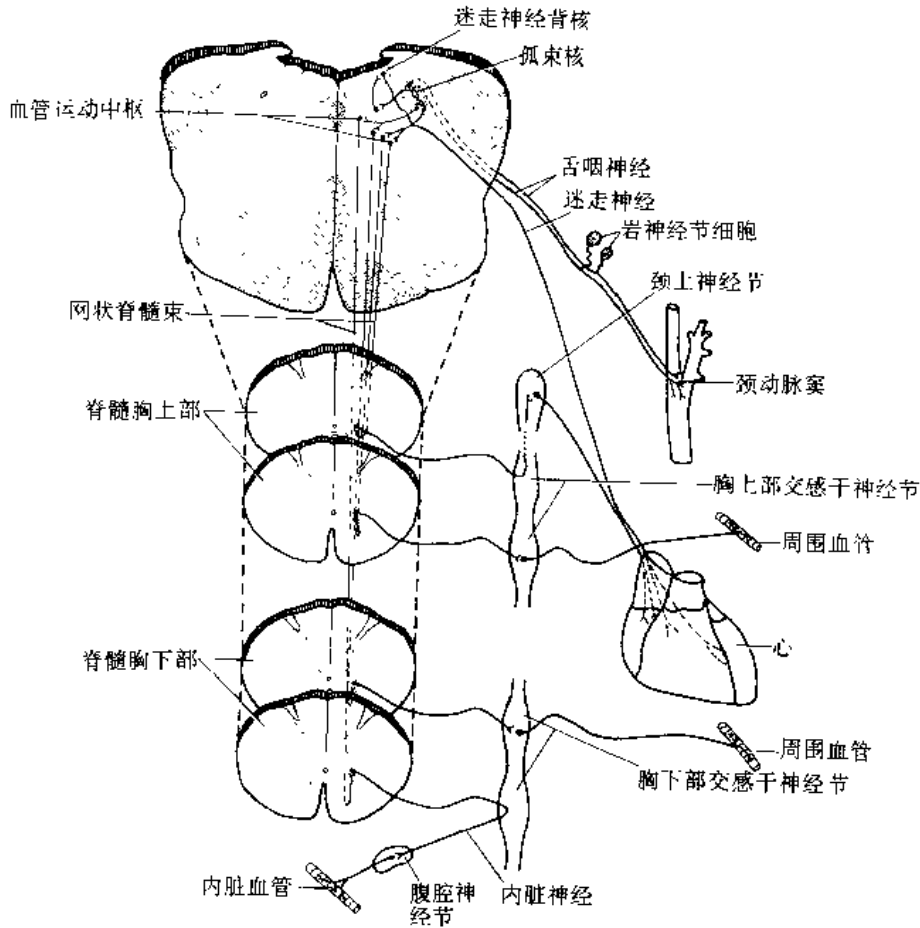


图 5-449 颈内动脉窦对血压调节可能有的反射联系

当血压增高时，颈动脉窦内的压力也随之增高，血管壁内的压力感受器因而感受由于管壁扩张所产生的牵张刺激，引起神经冲动的释放，经颈动脉窦支传递至延髓内的孤束核。自此核又经直接或间接的联系迷走神经背核，经迷走神经及其心支至心脏，形成反射弧，使心率减慢。其它的反射联系，自孤束核至延髓网状结构内的血管运动中枢，抑制缩血管中枢的活动，并引起血管的扩张。总之，颈动脉窦与主动脉弓反射的作用是使心率减慢，血管扩张，以致血压下降，因此，这种压力感受性反射又被称为降压反射或减压反射 depressor reflex。

当血压降低时，来自颈动脉窦和主动脉弓的压力感受器到达血管运动中枢的神经冲动相应地减少；这样对中枢的抑制作用也降低，于是发生血管收缩，引起血压升高。

二、颈动脉小球与主动脉小球的升压反射

颈动脉小球与主动脉小球内的化学感受器，可因血液内 CO_2 张力增加及 O_2 张力的降低而感受刺激。它们具有特殊的结构，接受动脉小分支的血液供给，血流量丰富，其传入神经

纤维混合在主动脉神经及颈动脉窦减压神经干中。当血液中缺 O_2 或 CO_2 过多时，此等化学感受器发生兴奋，传入延髓，一方面刺激呼吸中枢而引起呼吸加深、加快；另一方面也刺激缩血管中枢，引起动脉压升高，所以是一种升压反射，但这种化学感受性升压反射在平时不起明显地调节作用，只有在低氧、窒息、动脉血压过低和酸中毒等情况下才发生作用。

三、呼吸反射

呼吸反射活动是通过内脏-躯体反射弧而实现的。迷走神经下神经节内的自主性感觉细胞的周围突，随迷走神经分布至肺丛。入肺内的神经纤维，分布于特殊的感受器(牵张感受器)。这种感受器在支气管树壁内均存在，直至肺泡管。起始于这些感受器的冲动，经迷走神经自主性感觉纤维传导至孤束核，再从此核将冲动传递至延髓网状结构的呼吸中枢；其中的吸气神经元由于肺的扩张而抑制，由于肺的回缩而兴奋。许多网状脊髓束的纤维，起于呼吸中枢，终止于第3~5颈脊髓节前柱细胞，经膈神经，引起膈运动。其它网状脊髓束的纤维终止于脊髓胸节前柱细胞，经肋间神经，支配肋间肌运动。用电生理学方法研究猫迷走神经中单根传入纤维的动作电位，发现当扩张肺时，即出现神经冲动，其频率与肺扩张程度成比例。可以

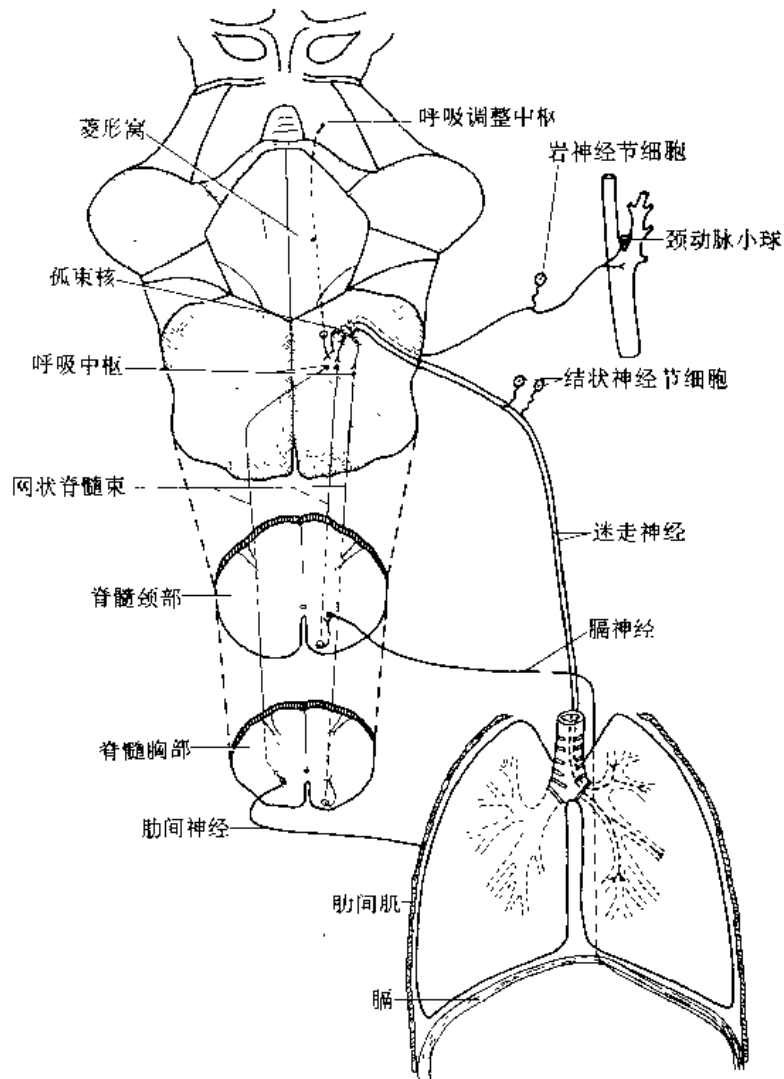


图 5-450 呼吸反射弧

设想，吸气中枢发出冲动引起肺扩张，达一定程度时肺的牵张感受器即受到刺激，发生兴奋，由迷走神经的传入纤维传至中枢。传入神经冲动的频率，随肺的扩张而愈高，吸气中枢的抑制作用就愈大；最后，吸气中枢的兴奋终于被完全抑制，吸气肌停止收缩，遂发生被动的呼气，肺又回缩。肺回缩时则上述感受器不受刺激，停止发放冲动，对吸气中枢的抑制作用消除，于是吸气中枢再一次发放兴奋，从而完成呼吸运动这种自动的节律性活动(图 5-450)。

肺牵张反射的存在，能防止每次吸气时全部吸气肌都作最大的收缩，这就可能使吸气肌的收缩在需要时可进一步加强。此外，由于有这一反射，能使呼吸维持适当的频率和深度，既可节约呼吸肌的能量消耗，又可保证肺获得足够的通气量。

四、瞳孔对光反射

瞳孔对光反射是一种躯体-内脏反射。感受器为视网膜的视杆及视锥细胞。自这些细胞发出的传入冲动，经双极细胞、神经节细胞、视神经、视束、上丘臂到达顶盖前区，经换元后，至同侧及对侧动眼神经副核。换元后，经动眼神经副核发出的纤维，随动眼神经至睫状神经节，换元后经节后纤维组成的睫状短神经入眼球，部分纤维达瞳孔括约肌，使瞳孔缩小(图 5-451)。

瞳孔对光反射的特点之一是效应的双侧性；即当强光突然照射一眼，立刻引起该眼瞳孔的缩小，这种现象称为直接对光反射。同时，对侧眼也发生瞳孔缩小，这称为间接对光反射。这种一侧瞳孔受光刺激后，他侧瞳孔也同时收缩的现象，是由于视束内光反射纤维经上丘臂至顶盖前区，换元后发出的纤维，有的至同侧，也有的交叉至对侧的动眼神经副核所致。其交叉的部位，一部分在后连合内，一部分在中脑水管的腹侧，所以光刺激(可)一侧视网膜的

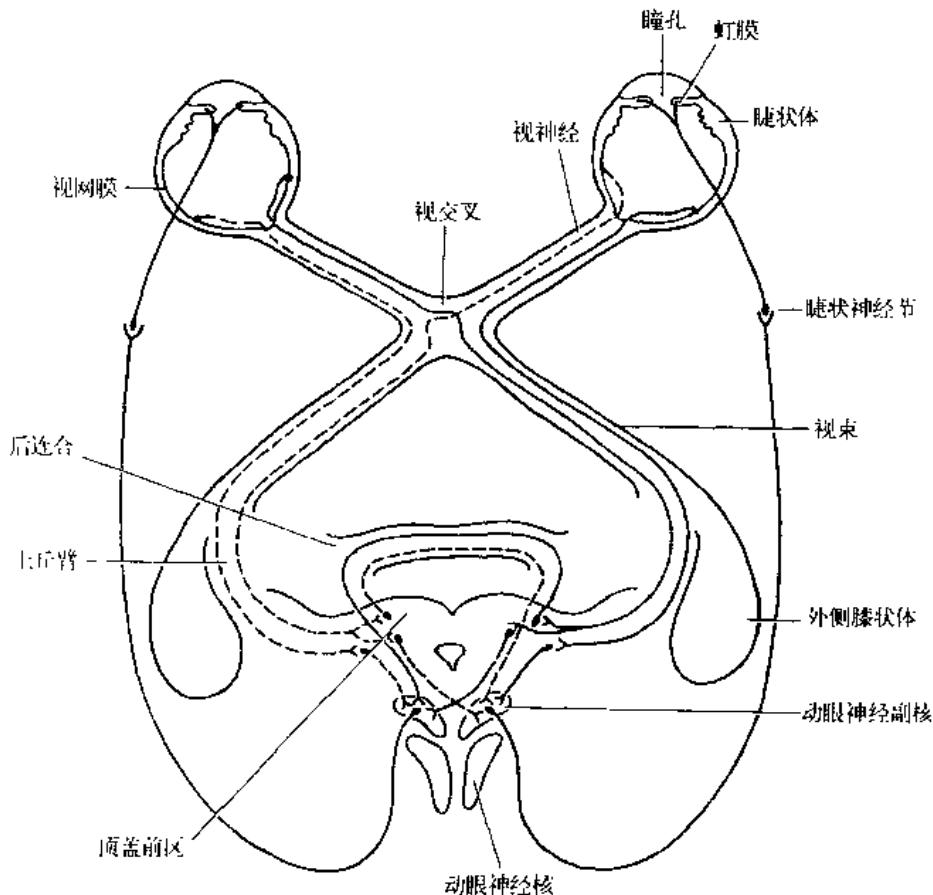


图 5-451 光反射径路示意图

任一半，都可引起两侧瞳孔收缩。

五、调节反射

从凝视远物转为凝视近物时，由于调节反射的作用，使物像仍落在视网膜上而获得清晰的影象。这种反射是较为复杂的反射活动，其中包括睫状肌收缩，使晶状体增厚；瞳孔括约肌收缩，使瞳孔缩小；双侧内直肌收缩，使两眼辐辏。

调节反射的径路，起始于视网膜的视杆及视锥细胞，从这些细胞发出视觉冲动，经视网膜的细胞层，视神经及视束传递(图 5-452)。由于这种反射依赖于对所视物体的意识性理解，所以有人认为冲动的传递，是在外侧膝状体换元，经视辐射到达大脑皮质视区(17、18 区)，继视区经上纵束联系至额叶眼区。此外视区与 19 区之间也有短纤维联系。这些区域都参与调节反射弧。自这些脑皮质不同的锥体外系区域发出的下降纤维，穿过内囊至皮质下中枢(中脑的动眼神经副核及动眼神经核)。有人曾追踪自额叶皮质发出的纤维到达动眼神经核。

自动眼神经副核发出纤维向腹侧行，经动眼神经入眶。继与动眼神经分离，穿经睫状神经节(在此不发生突触与换元)及睫状短神经入眼球，继而抵达巩膜上神经节的细胞，于此换元后，发出短小的节后纤维，终止于睫状肌内。这个反射径路引起睫状肌收缩，使晶状体前后径增大(晶状体增厚)。

自动眼神经副核发出的纤维，经动眼神经、睫状神经节，在此节内形成突触换元，节后纤维到达虹膜的瞳孔括约肌，使瞳孔收缩。

自动眼神经核发出的纤维，经动眼神经至内直肌，此反射径路使眼球发生集合(辐辏)作用。

阿-罗瞳孔 Argyll-Robertson Pupil：是一种对光刺激不发生瞳孔缩小，而在调节反射中瞳

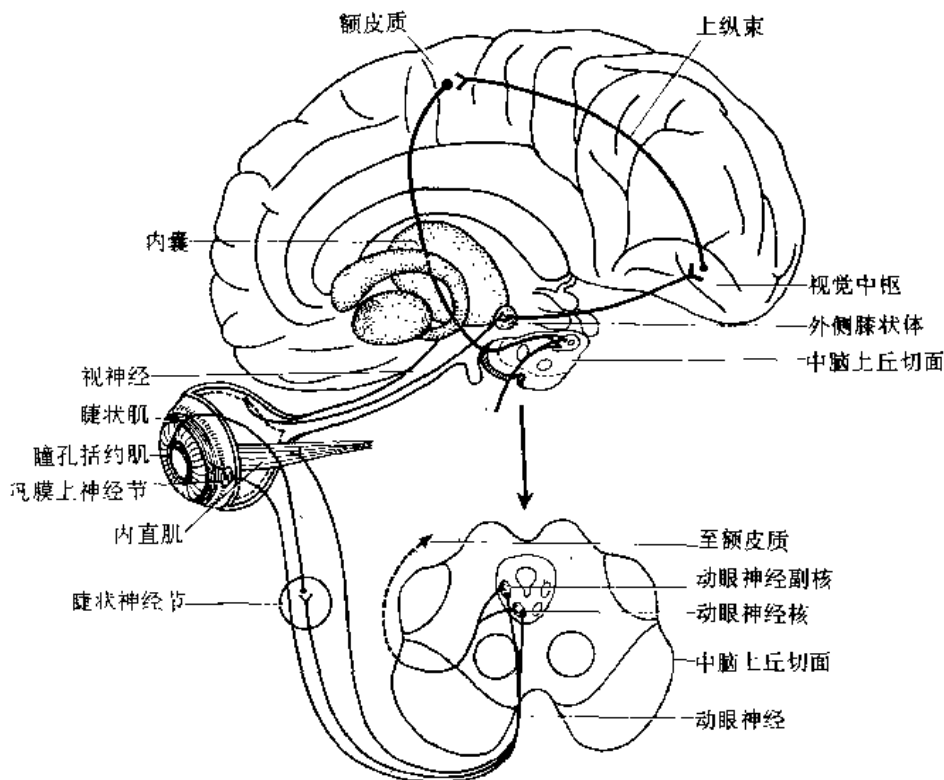


图 5-452 调节反射径路

孔却能正常地收缩的病理现象。瞳孔对光反射与调节反射作用于瞳孔括约肌反射弧的传入与传出径路是相同的，主要是在脑内有着不同的联系。阿-罗瞳孔显示瞳孔可以正常收缩，可见使瞳孔收缩反射弧的传入与传出径路没有受损。调节反射正常而对光反射不能实现，显然在对光反射的中间联系上有损害。调节反射中间联系是由外侧膝状体至皮质，白皮质发纤维经中脑脚底至动眼神经副核。而瞳孔对光反射的传入纤维经上丘臂至顶盖前区，换元后，发纤维至动眼神经副核。因此阿-罗瞳孔的病理变化，是由于中脑近侧损伤，中断了顶盖前区至动眼神经副核间的联系而产生的。

六、瞳孔皮肤反射(睫脊反射)

任何感觉区的疼痛刺激，均可促使瞳孔扩大。临床上用抓或夹捏下颌、颊(或颈部)的皮肤，可引起瞳孔的扩大反应，这就是瞳孔皮肤反射。这表明瞳孔扩大可以用强烈刺激感觉神经而引起的一个例子，也是躯体-内脏反射的一种类型。刺激下颌或颊的皮肤感受器，经三叉神经的感觉纤维入脑，至三叉神经脊束核，自这核发纤维与网状结构内细胞形成突触，再自网状结构的细胞发出纤维，经网状脊髓束入脊髓，与上二胸节中间带外侧柱的细胞形成突触。换元后发出节前纤维，经第一、二胸神经白交通支，入交感干内，上升终止于颈上神经节的神经节细胞，自此发出节后纤维经颈内动脉丛及睫状长神经，达瞳孔开大肌(图 5-453)。

关于瞳孔皮肤反射的作用原理，有些人认为瞳孔的开大是由于动眼神经副核的作用被抑制引起的。当猫的脑干在不同程度被损伤后，刺激其坐骨神经、内脏神经及三叉神经，观察到损伤在动眼神经核以上时，瞳孔皮肤反射能完成；如损伤在较下的水平时(如脊髓、延髓、脑桥)，则这种反射缺失。所以认为这种反射是在中脑水平完成的；并且这种抑制纤维穿经脊髓

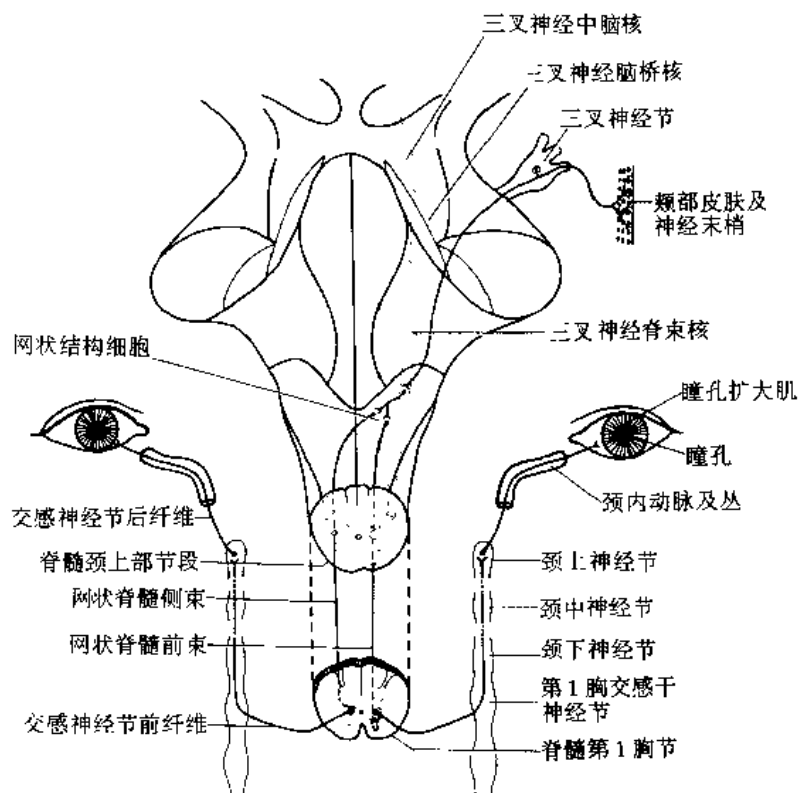


图 5-453 瞳孔皮肤反射(睫脊反射)

侧索和延髓网状结构，但与脊髓丘脑侧束内的痛觉纤维分开经行。又有人提出，在人类脊髓颈部损伤后，从脑向下传递的冲动不能通达脊髓。如在损伤处以上的颜面受刺激，因刺激冲动不能传达到损伤部以下的脊髓交感传出神经元，所以不出现瞳孔扩大；但在胸部给以同样的刺激，却可发生瞳孔扩大。可见这个反射途径，只通过脊髓，引起交感神经的兴奋。

七、咳嗽反射

咳嗽反射主要起自呼吸道粘膜(如喉、气管及支气管的粘膜上皮)的感受器，感受刺激，经迷走神经及其分支喉上神经传入。这种感觉神经元位于迷走神经的下神经节中。刺激喉粘膜的冲动借此种神经元传入脑干至孤束核。继而换元通过内侧网状细胞及网状脊髓纤维至脊髓前柱细胞，再通过躯体传出纤维，引起膈、肋间肌及腹肌产生运动。

八、呕吐反射

呕吐反射起始于舌根、咽部、胃粘膜、胆囊、十二指肠及其它脏器的感受器(图 5-454)。

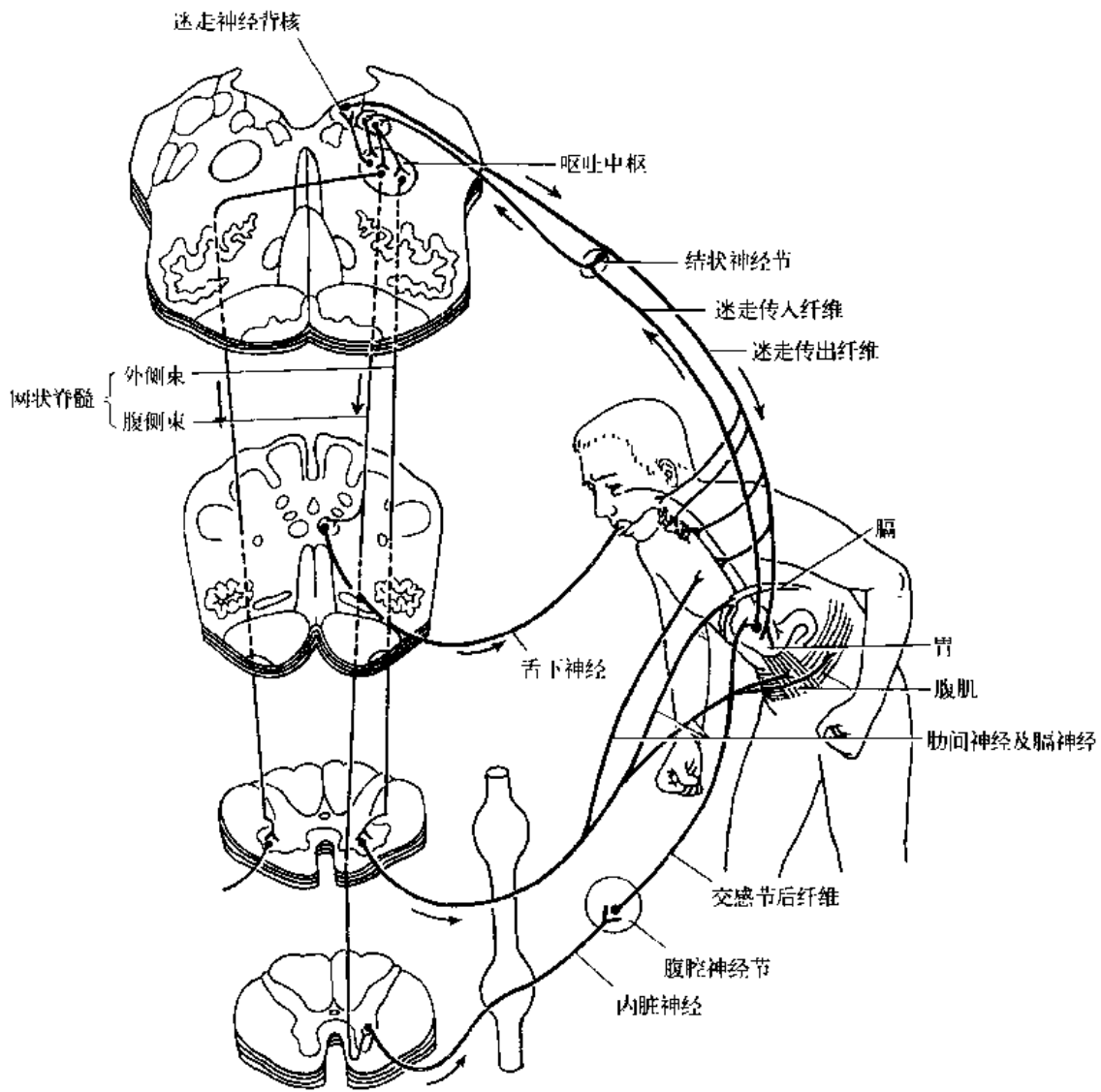


图 5-454 呕吐反射

刺激引起的神经冲动，沿着内脏神经传入纤维(神经细胞在脊神经节内)，经后根入脊髓；并经迷走神经的传入纤维，传导至孤束核，自此核联系于网状结构，自网状结构的细胞发出纤维，向下达脊髓颈及胸节前柱细胞，再自这些细胞发纤维支配膈和腹壁的肉。另外自孤束核发纤维联系于延髓内的呕吐中枢。自呕吐中枢发出纤维，下降经网状脊髓束，终止于脊髓下胸节的中间带外侧柱；冲动通过这里发出的交感神经节前纤维(内脏神经)，至腹腔丛内的腹腔神经节，换元后，节后纤维分布至胃，引起幽门括约肌的关闭；自呕吐中枢联系迷走神经背核，自此核发纤维经迷走神经至胃，中继换元发出节后纤维，使贲门周围的肌肉松弛，从而完成这一具有机体保护意义的防御反射。

(傅志良 刘 锋)

神经系统的节段性分布 及牵涉性疼痛

第四十一章 神经系统的节段性分布

动物体的节段性结构，在低等无脊椎动物已出现，先为同形体节，然后进化发展成异形体节。直到高等动物(脊椎动物的哺乳类)及人类，其胚胎期的分节结构仍较明显。神经系的节段性，在具有链状神经系的低等动物，即显示分节结构；人类的脊神经或脑神经，还都保存着不同程度的节段性。

脊椎动物胚胎早期，躯干的节段性结构很清楚，只有头部不易识别。分节主要来自中胚层。由中胚层演化来的器官，如中轴骨、肌肉、泌尿生殖系、血管系，均具有节段性。中胚

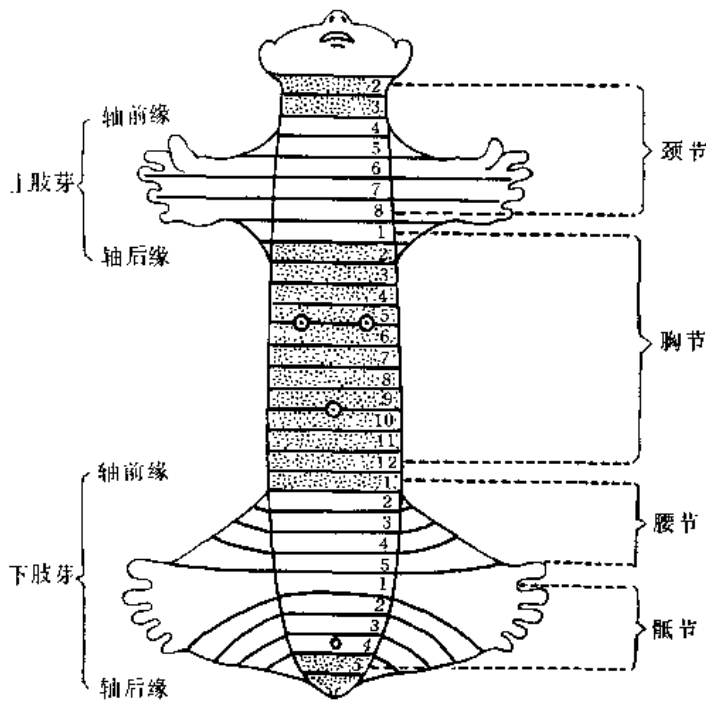


图 5-455 原始的神神经节段性

层的分节,可认为是原始分节,并引起外胚层也呈现相应的节段性(如神经系及皮肤),这可认为是次级分节。内胚层也有次级分节,但不十分明显。所以胚胎的每一个节段性结构单位,即所谓体节,应包括骨节、肌节、皮肤节及相应的神经节:这种人体结构的基本型式,是按照身体纵轴从头到尾排列的;各节段的伸展呈横列位(图 5-455)。于是胚胎的每一脊髓节所发出的传出纤维,经过相应的前根,而至相应的肌节。同样,其接受的传入纤维是由相应的皮节,经相应的后根,传入脊髓同序的节段。中胚层及其衍化物,在胚胎生长发育的

过程中,其细胞后来经过复杂的转移,肌节和皮节的节段性变得不易辨认。但有些器官虽已转移至他处,却仍保持其原始的神神经节段分布关系。如从颈部肌节发生的膈,虽已转移至胸腔腹腔之间,而膈神经仍起于第 4 颈神经。通晓神经的节段性分布,对于临床诊断有很大的意义,常可借以追踪和鉴定神经或脊髓的病理损伤部位及内脏病变的牵涉性疼痛。

第一节 肌的神经节段性分布

原始的肌节，在发育过程中，经历转移、分层、合并、分裂、消失等变化。所以原来一个肌节受相应一个脊髓节段支配的情况，也有了改变。许多肌是由几个肌节各以一部分合并构成的。这种由多数肌节合成的肌，可接受几个脊髓节段来的神经共同支配。如股二头肌和臀大肌，由腰4、5和骶1、2四个肌节构成，所以该两肌也由腰4、5和骶1、2四个脊髓节段来的纤维支配。身体中只有少数肌是由单肌节发展来的，所以这种肌仍由一个脊髓节段来的神经纤维所支配，如椎骨间的棘突间肌。此外，头后小直肌(相当于最上的棘突间肌)、头斜肌(相当于最上的横突间肌)、颏舌肌及甲状舌骨肌，均来自颈1肌节，拇短展肌来自胸1肌节，肛提肌来自骶5肌节，胫骨前肌来自腰4肌节，它们都是单肌节发展来的肌，也均由相应脊髓节段的神经纤维所支配。但有些，某些原为单肌节的肌，也可由两个肌节合并而成；于是这些肌，也就成为由两个脊髓节段来的神经纤维所支配，如拇短展肌可来自颈8、胸1节，胫骨前肌可来自腰4、5节。肌的这种节段性支配情况，可由直接刺激脊神经前根，或切断运动纤维，使前角细胞发生病理改变来证明。身体内大部分的肌，均由多肌节合并而成，尤其是四肢肌可由两个、三个以至四个肌节合成；所以当单独一条神经根损伤时，对多肌节合成的肌，常不引起运动障碍，而只有功能减低。

现将躯干及上下肢诸肌的节段性支配列表如下：

躯干肌的节段性支配

部 位	肌 名 称	节 段 性 支 配
项、背	背部的深长肌	颈1~8、胸1~12、腰1~5、骶1~5尾节
	项部的深短肌	颈1~2
	头夹肌	颈3~8
	斜方肌	颈2~4
	背阔肌	颈6~8
	肩胛提肌	颈3~5
	菱形肌	颈4~5
	上后锯肌 下后锯肌	胸1~4 胸9~12
颈	头长肌	颈1~4
	颈长肌	颈5~8
	斜角肌	颈3~8
胸	胸大肌	颈5~8、胸1
	胸小肌	颈6~8、胸1
	锁骨下肌	颈5~6
	前锯肌	颈5~7
	膈	颈3~5
	肋间诸肌	胸1~12
腹及会阴	腹直肌	胸5~12
	腹外斜肌	胸5~12
	腹横肌	胸7~12、腰1
	腹内斜肌	胸8~12、腰1
	腰方肌	胸11~12、腰1~4
	肛提肌、肛门括约肌、会阴诸肌、尾骨肌	骶3~5、尾节

上肢诸肌的节段性支配

部 位	肌 名 称	节 段 性 支 配
肩	冈上肌 小圆肌 三角肌 冈下肌 肩胛下肌 大圆肌	颈 4~5 颈 4~5 颈 5(6) 颈 4~6 颈 5~6 颈(5)、6、(7)
臂	肱二头肌 肱肌 喙肱肌 肱三头肌 肘后肌	颈 5~6 颈 5~6 颈 5~7 颈 6~8 颈 7~8
前臂	肱桡肌 旋后肌 桡侧腕伸肌 旋前圆肌 桡侧腕屈肌 拇长屈肌 拇长展肌 拇短伸肌 拇长伸肌 指总伸肌 食指固有伸肌 尺侧腕伸肌 小指固有伸肌 指浅屈肌 指深屈肌 旋前方肌 尺侧腕屈肌 掌长肌	颈 5~6 颈 5~6(7) 颈(5)6~7 颈 6~7 颈 6~7 颈 6~8 颈 6~8 颈(7)8、胸 1 颈(6)7~8 颈(6)7~8 颈(6)7~8 颈(6)7~8 颈(6)7~8 颈 7~8、胸 1 颈 7~8、胸 1 颈 7~8、胸 1 颈 7~8、胸 1 颈(7)8、(胸 1)
手	拇短展肌 拇短屈肌 拇指对掌肌 小指屈肌 小指对掌肌 拇收肌 掌短肌 小指展肌 蚓状肌 骨间肌	(颈 8)、胸 1 颈 7~8、胸 1 颈 6~7 颈(7)、8、(胸 1) 颈(7)、8、(胸 1) 颈 8、胸 1 颈 8、胸 1 颈 8、胸 1 颈 8、胸 1 颈 8、胸 1

注：括号内的节段序数，是该肌有时可能存在的节段性支配。

下肢诸肌的节段性支配

部 位	肌 名 称	节 段 性 支 配
臀	髂腰肌 阔筋膜张肌 臀中肌 臀小肌 股方肌 下孖肌 上孖肌 臀大肌 闭孔内肌 梨状肌	胸 12、腰 1~3 腰 4~5 腰 4~5、骶 1 腰 4~5、骶 1 腰 4~5、骶 1 腰 4~5、骶 1 腰(4)、5、骶 1 腰(4)、5、骶 1、(2) 腰 5、骶 1 腰 5、骶 1
大腿	缝匠肌 耻骨肌 长收肌 股四头肌 股薄肌 短收肌 闭孔外肌 大收肌 小收肌 膝关节肌 半腱肌 半膜肌 股二头肌	腰 2~3 腰 2~3 腰 2~3 腰(2)3~4 腰 2~4 腰 2~4 腰 3~4 腰 3~4 腰 3~4 腰 3~4 腰 3~4 腰 4~5、骶 1 腰 4~5、骶 1 腰(4)5、骶 1~2
小腿	胫骨前肌 踇长伸肌 腓肌 跖肌 趾长伸肌 比目鱼肌 腓肠肌 腓骨长肌 腓骨短肌 胫骨后肌 趾长屈肌 踇长屈肌	腰 4(5) 腰 4~5、(骶 1) 腰 4~5、骶 1 腰 4~5、骶 1 腰 4~5、骶 1 腰(4)、5、骶 1、(2) 腰(4)、5、骶 1~2 腰 5、骶 1 腰 5、骶 1 腰 5、骶 1、(2) 腰 5、骶 1~3 腰 5、骶 1~3
足	踇短伸肌 趾短伸肌 趾短屈肌 踇展肌 踇短屈肌 蚓状肌 踇收肌 小趾展肌 小趾短屈肌 小趾对跖肌 跖方肌 骨间肌	腰 4~5、(骶 1) 腰 4~5、骶 1 腰 5、骶 1 腰 5、骶 1 腰 5、骶 1~3 腰 5、骶 1~2 骶 1~2 骶 1~2 骶 1~2 骶 1~2 骶 1~2 骶 1~2

第二节 皮肤的神经节段性分布

一个后根及其神经节供应的皮区，称为一个皮节 dermatome。皮肤的神经节段性分布，曾有许多人，用不同的方法观察过。有人在猴体上，用“剩余感觉”的方法进行了实验性研究，即切断上三个及下三个神经根，保留中间未触动的一根，于是造成在皮肤麻痹区域内有一感觉岛，依此画出皮肤的神经节段性分布区。有人以士的宁刺激猴的单一后根或脊神经节，获得与“剩余感觉”法研究相似的皮肤节段性图谱。有人以大体解剖方法作了研究，解剖一神经根，追踪其根纤维，经过神经丛至周围神经，达于皮肤。在临床上通过带状疱疹所波及的皮区进行研究(图 5-456)。有人在因某些病损而切除后根的人体上进行观察，与“剩余感觉”法相似，获得了皮肤节段性分布图(图 5-457)。又有人在椎间盘突出压迫脊神经根病例的外科

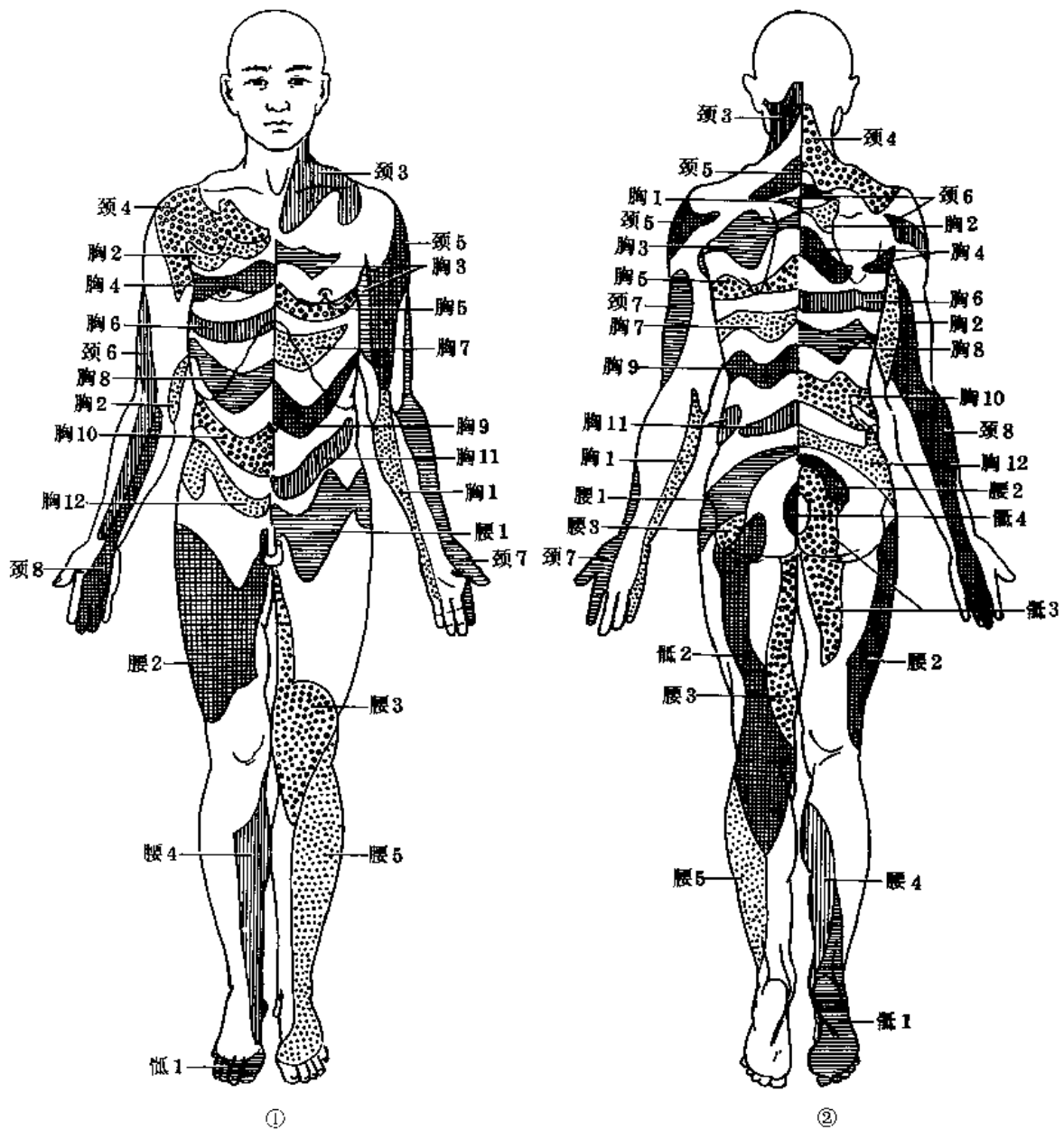


图 5-456 通过带状疱疹研究所得的皮肤神经节段性图谱

手术治疗中，观察了四肢的皮肤节段性分布(图 5-458)。上述资料，在某些方面尚存在着不同意见的争论。

有些人认为皮肤的神经支配，虽是按节段分布，但每一皮节的带状区可有相邻的上位皮节的神经纤维及下位皮节的神经纤维参加，形成互相重叠掩盖的现象。因此，除单独破坏第2颈神经根。在它的皮节区内可有感觉丧失外(自颅顶向后下至上项线，侧方至顶耳下颌线。因这皮节既没有第3颈节，又没有三叉神经的纤维伸延入内)，单独破坏其它后根时，只有感觉减低，而不出现感觉丧失；至少要有三个后根或更多的后根同时损坏时，才有一个皮节区的感觉完全丧失(图 5-459)。

但是，由带状疱疹研究所得的图谱没有显示皮节的重叠情况。在应用椎间盘突出压迫神经根的研究中，也特别指出没有发现明显的皮节重叠分布现象。

在一个皮节内，同一后根内各种不同性质的感觉神经纤维(触觉、痛觉及温度觉)显示着不同的扩展范围。触觉一般具有较大的伸展范围，亦即是各后根内的这种纤维，在相邻皮节内有最宽阔的重叠分布。痛觉的分布范围一般较小些。然而触觉的皮节界限不是全部超越痛觉的皮节界限，只是某些部分超越痛觉的皮节界限；但在另一些部分，痛觉的皮节界限也可能超越触觉的界限。温度觉的皮节范围最小，即显示传导温度觉的神经纤维比传导痛觉的神经纤维的分布要缩窄。但上述情形，在个别情况可能有大的变动。

身体各部皮肤的感觉神经分布，可分根性的节段分布及神经周围性分布两种。这两种分布的情形不一样，所以在神经损伤诊断时，各有重要的意义。

一、头部(颜面及额部)的皮肤

在顶耳线(耳廓根部垂直向上至颅顶)以前，头部(颜面及额部)的皮肤感觉受三叉神经支配。三叉神经的根性支配，成环状葱皮样的感觉带，与三叉神经脊束核的各部相适应。其最内的第1环状带相当于核的上部，第2、3环状带相当于核中部，第4、5环状带相当于核下部。此核的节段性支配，在人类已被清楚地显示出来(图 5-460)。

三叉神经周围支的分布：可自口裂、眼裂向后上方引线，至耳廓根部上侧为界。则眼裂以上为三叉神经第一支(眼神经)分布；在眼裂与口裂之间为三叉神经第二支(上颌神经)分布；口裂以下为三叉神经第三支(下颌神经)分布(图 5-461)。

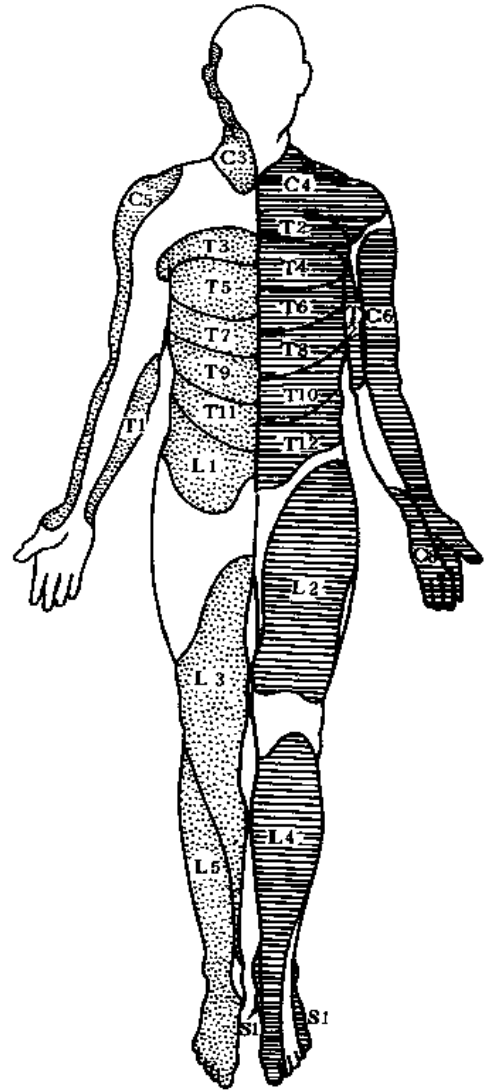


图 5-457 在临床治疗切断后根手术中观察所得的皮肤神经节段性分布图谱
C 颈节 T 胸节 L 腰节 S 骶节

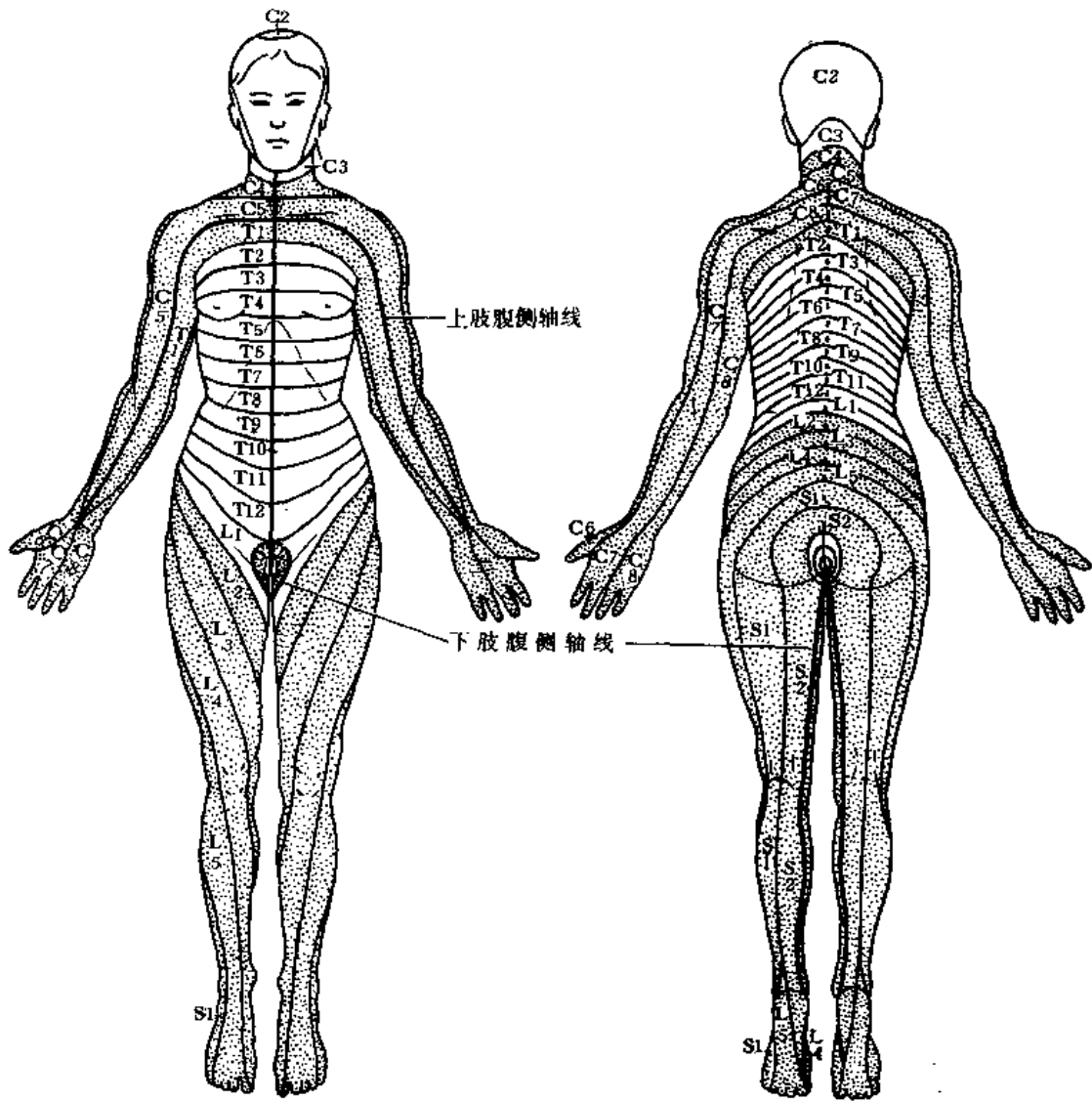


图 5-458 临床椎间盘突出手术治疗中观察所得的皮肤神经节段性分布图

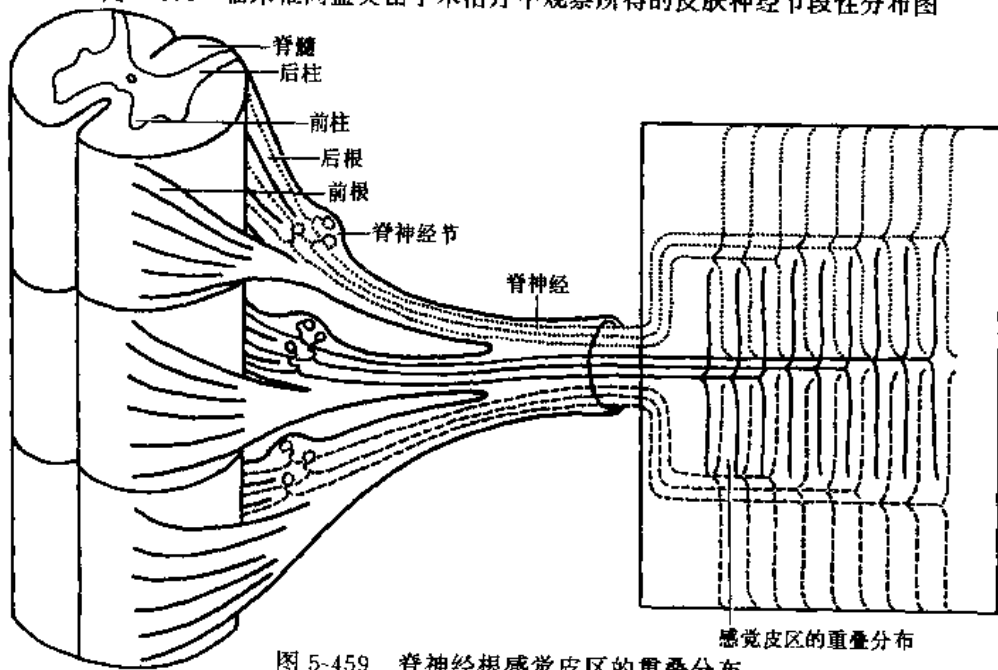


图 5-459 脊神经根感觉皮区的重叠分布

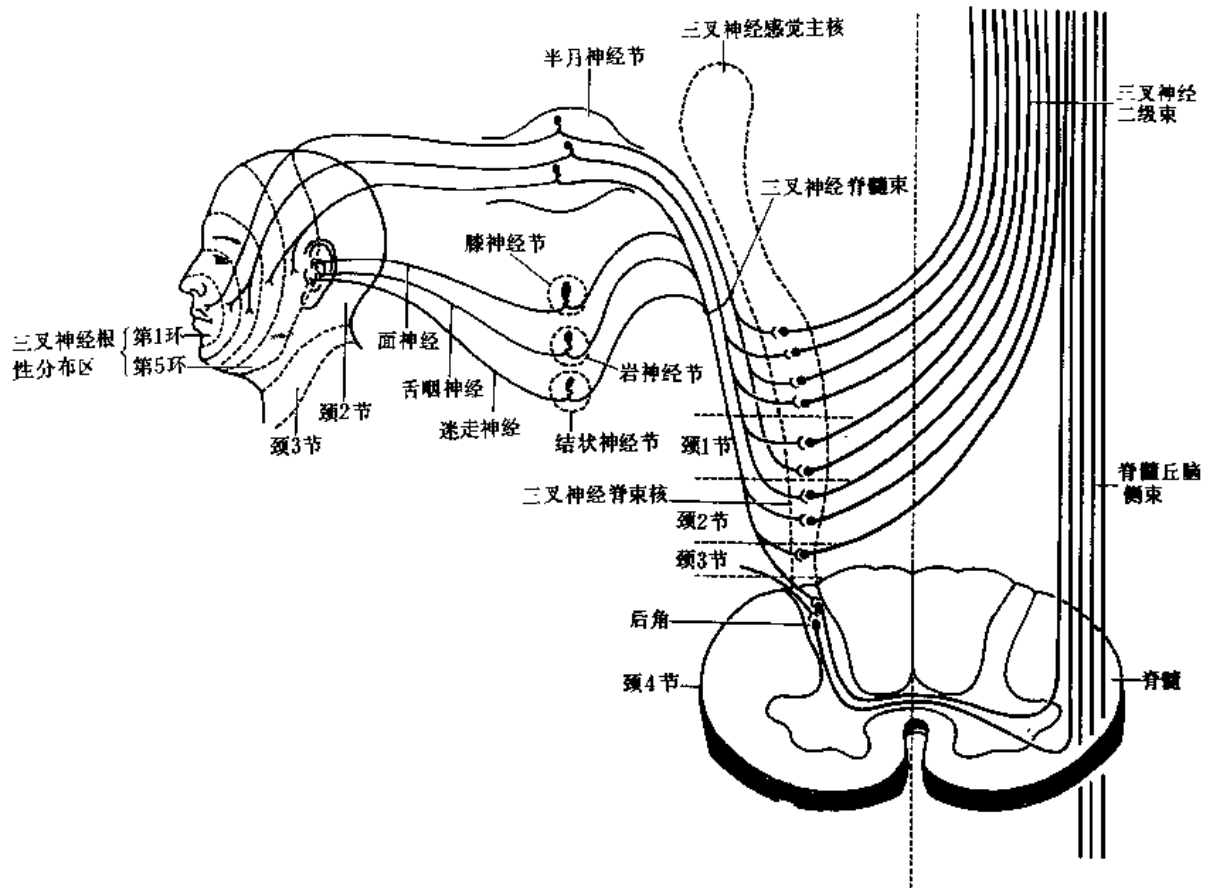


图 5-460 三叉神经的根性分布

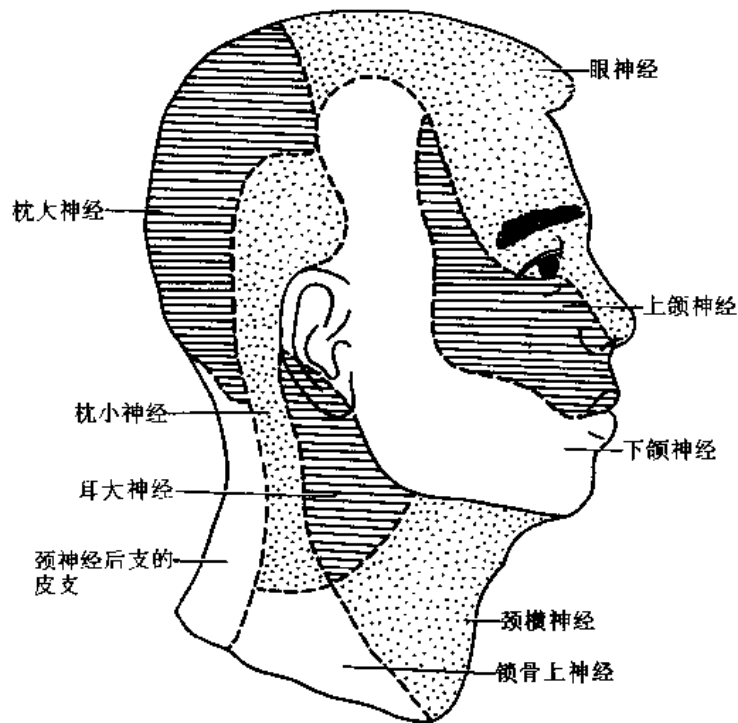


图 5-461 三叉神经皮支的周围分布

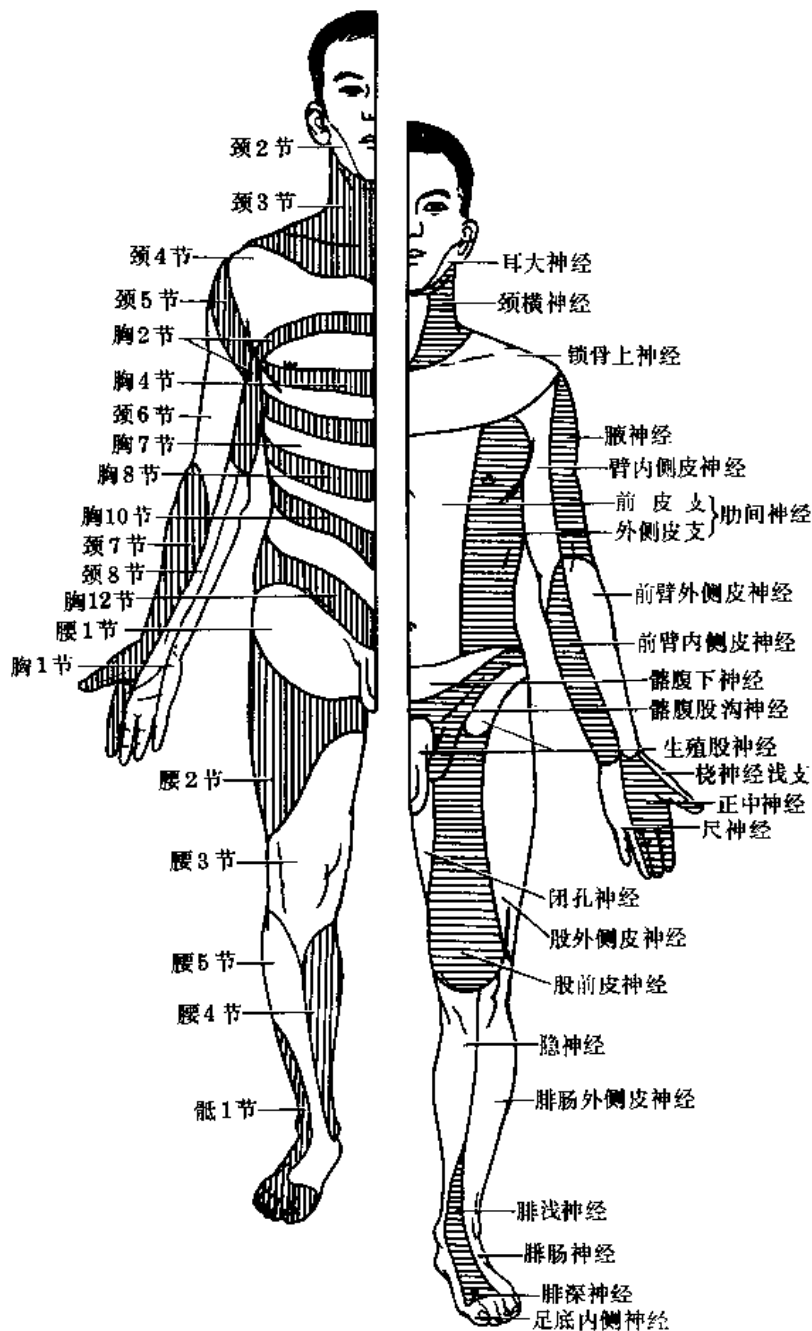
二、枕部、项部、背部、臀上部至尾骨尖端诸部的皮肤

由颈、胸、腰、骶、尾诸脊神经后支的皮支分布，节段性很明显。但应注意最尾侧的节段在肛门周围。

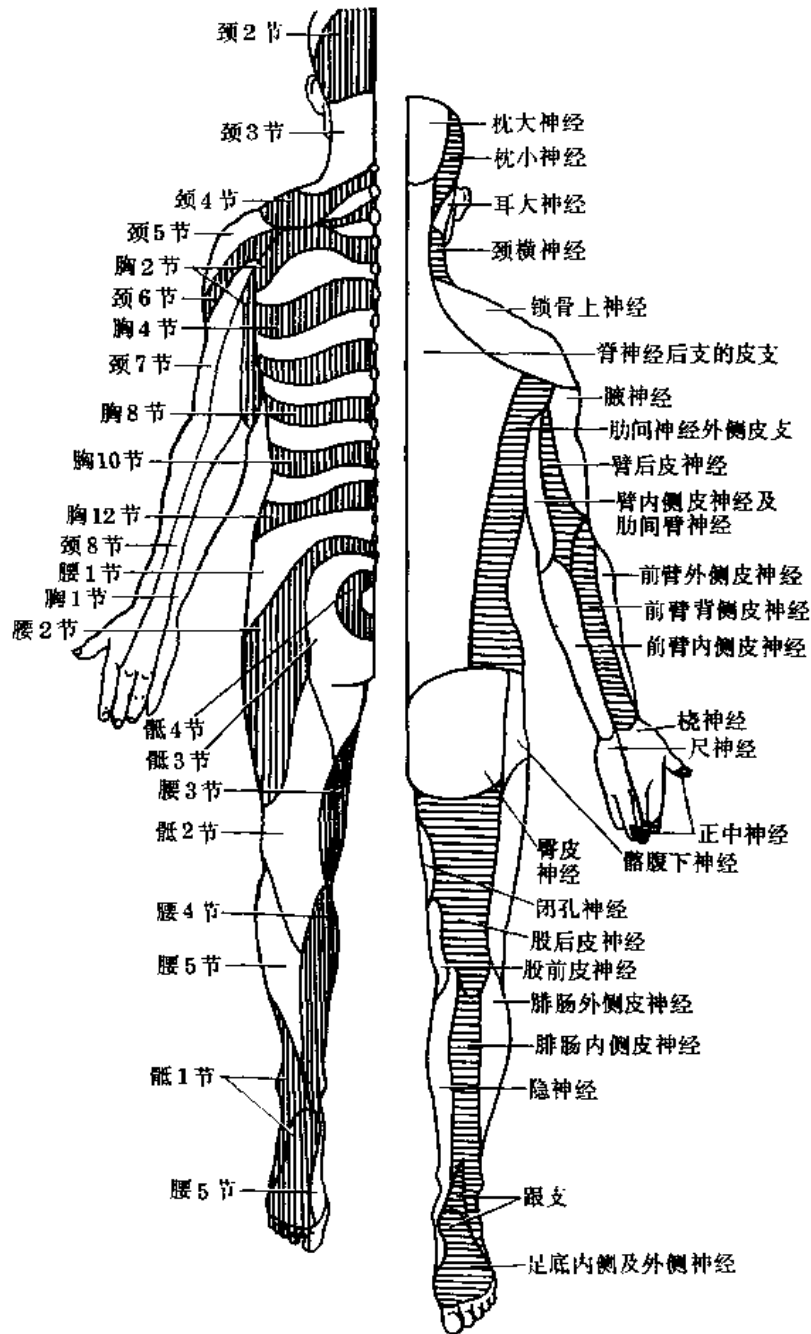
三、颈部、胸部、腹部、上肢、下肢、臀部及会阴诸部的皮肤

由颈、胸、腰、骶、尾诸脊神经前支的皮支分布(图 5-462)。

颈部：自耳后起始，经颈部达肩部。此区域脊神经的根性分布，属于第 2、3、4 颈节来的皮支。周围性皮神经的分布，于颈前区，为颈横神经，在其下侧为内侧锁骨上神经；颈外



1. 腹侧



2. 背侧

图 5-462 神经节段性分布及周围支分布

侧区，有枕小神经、耳大神经、中及外侧锁骨上神经。

胸壁与腹壁：由第 2~12 胸节及第 1 腰节来的皮支分布，节段性明显。第 7 胸节皮神经分布区的前端对着剑突。第 10 胸节皮神经分布区对着脐。胸壁与腹壁前区周围性皮神经的分布有胸神经及髂腹下神经的前皮支；外侧区为胸神经的外侧皮支。

上肢：主要由第 5~8 颈节及第 1 胸节来的皮神经分布。此外尚有来自第 3、4 颈节的皮神经分布于肩部，第 2、3 胸节来的皮神经分布于腋窝。

上肢皮肤感觉神经根性的节段分布，不象躯干那样规则，以胚胎发生的情况观察，可获得说明。在胚胎第四周时，上肢芽以小的扁平隆起，自躯干的腹外侧，相当于下四个颈节

(C_{5,6,7,8})及第1胸节(T₁)区域内突出;继后逐渐生长(图5-463)。包着上肢芽的皮肤也相应延伸,分布于上肢芽的脊神经及皮节也随着延展。上肢芽可分为背侧面、腹侧面、轴前缘(头侧)及轴后缘(尾侧)。后来在发生过程中,延长的上肢,屈曲、内收,向外旋转90°。所以胚胎后期,轴前缘沿着上肢的外侧区而至拇指,轴后缘沿内侧区而至小指。臂丛上部及下部节段的脊神经皮支纤维,则分布于肢体的近侧,如第五颈节的皮神经纤维分布于近侧轴前缘的腹背两面;第1胸节的皮神经纤维分布于近侧轴后缘腹背两面。臂丛中间节段(C_{6,7,8})的皮神

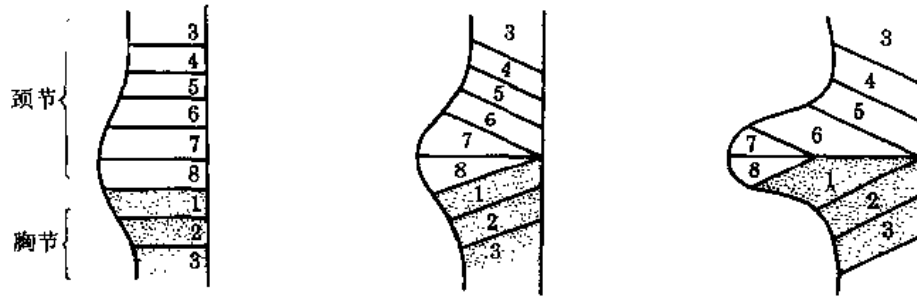


图5-463 上肢芽发育中皮节的演变

经纤维分布至肢体的远侧,而近侧成隐而不显的情形(图5-464)。有些人研究所得的上肢皮节图谱,认为外侧区为来自颈4、5、6节及内侧区为来自颈8节胸1、2节的皮神经纤维分布,第7颈节的神经在近侧则隐而未显,仅分布于远侧(手掌、手背及前臂背侧)的皮肤(图5-464)。但又有人研究结果,认为第6颈节分布区较短,而第7颈节分布在前臂及手的外侧。第1胸节的皮肤区在前臂内侧达小指(图5-462)。

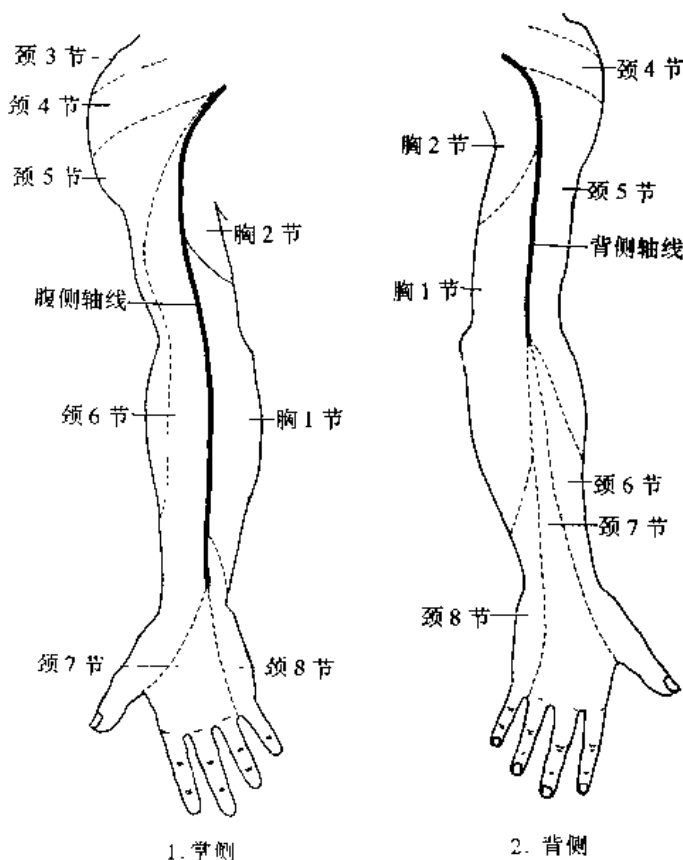


图5-464 上肢掌侧及背侧皮节的分布

在肢芽发生中,体节随之延伸,沿肢芽的长轴排列。在上肢,因臂丛上部及下部节段的神经纤维分布于近侧,而其中间节段的神经纤维分布于远侧。故在上肢掌侧面至使颈4、5、6皮节与序数不连续的颈8、胸1、2皮节相邻接(因颈7皮节仅显示于手掌内)。它们之间的分界线称为腹侧轴线ventral axial line。此线自躯干的正中线,胸骨柄与胸骨体交界处起始,经胸壁到上肢。由于上肢在发生中向外扭转,所以该线在出生后是沿上臂及前臂的掌侧面止于手腕。在上肢背侧情况相似,唯因颈7皮节自肘部即显示,向下经前臂背侧达手背;所以颈4、5与胸2、1皮节相邻接,此分界线称背侧轴线dorsal axial line,其自背部至上臂背侧远及肘关节(图5-464)。

上肢的周围性皮神经分布,在外侧区有臂外侧皮神经(上、下),前臂

外侧皮神经。在内侧区有助间臂神经、臂内侧皮神经，前臂内侧皮神经。在后区有臂后皮神经、前臂背侧皮神经。手掌侧与背侧有正中神经、尺神经、桡神经的皮支分布(图 5-462)。

下肢：由来自第 12 胸节至第 3 骶节的皮神经分布。其皮肤感觉神经根性的节段分布，开始时的排列与上肢相似。但因下肢发生过程中，有向内侧扭转，在轴前缘的脚趾，自头侧转变成内侧位，在轴后缘的小趾，由尾侧转变成外侧位。所以神经分布的皮节带状区也有转位，即自上而下呈向前的扭转。

上位皮节带状区与不连续循序的下位皮节带状区相遇的腹侧轴线，起自腹股沟韧带内侧阴茎根部，经大腿内侧、膝及小腿的后内侧，至足跟内侧的一线，为腰 1~4 皮节与骶 2、3 皮节的分界线。背侧轴线起自臀部的外侧，下降至大腿后外侧至膝关节，继后稍向内倾斜至足跟之后侧上方，为腰 2~5 皮节与骶 2、3 皮节的分界线(图 5-465)。

下肢的周围性皮神经分布，外侧区有助下神经及髂腹下神经的外侧皮支、股外侧皮神经、腓肠外侧皮神经。内侧区有髂腹股沟神经的皮支、隐神经。前区有生殖股神经股支、股前皮神经、腓浅神经。后区有股后皮神经、腓肠神经。足背为足背内侧皮神经、足背中间皮神经、腓深神经皮支，足背外侧皮神经。足底有足底内侧神经、足底外侧神经(图 5-462)。

曾有人专门研究了四肢皮肤的神经节段性分布，他们得到较有规律的结果。认为四肢皮肤的神经节段管制区，呈带状与背部的原始皮节 primary dermatomes 通连不断。并认为只有腹

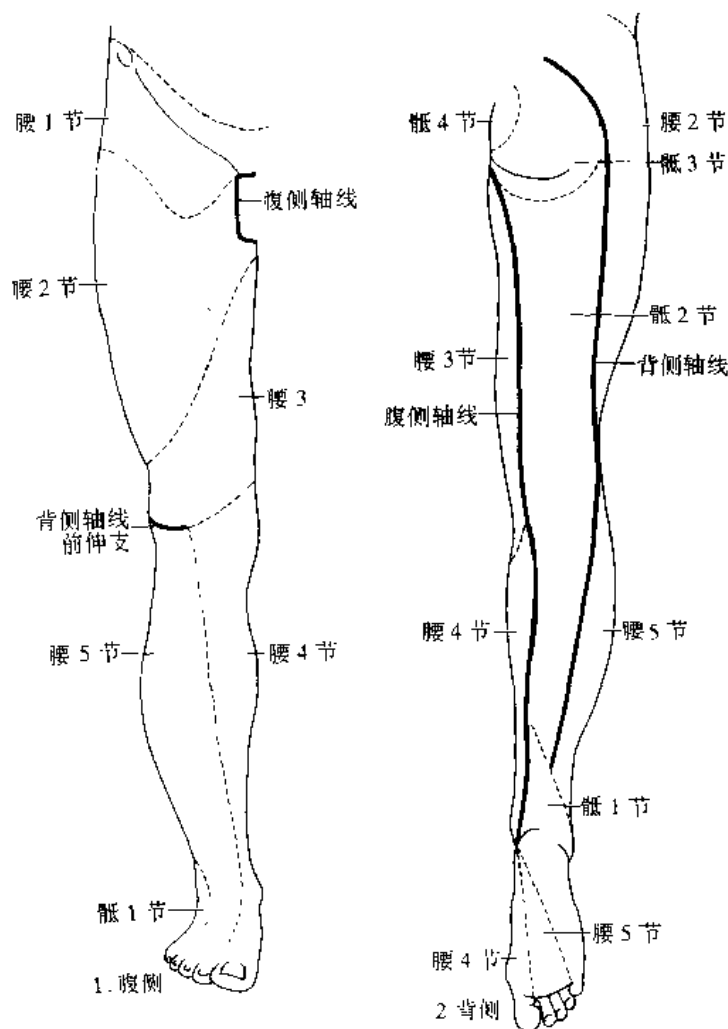


图 5-465 下肢腹侧及背侧皮节的分布

侧轴线，而否定背侧轴线的存在(图 5-466, 467)。

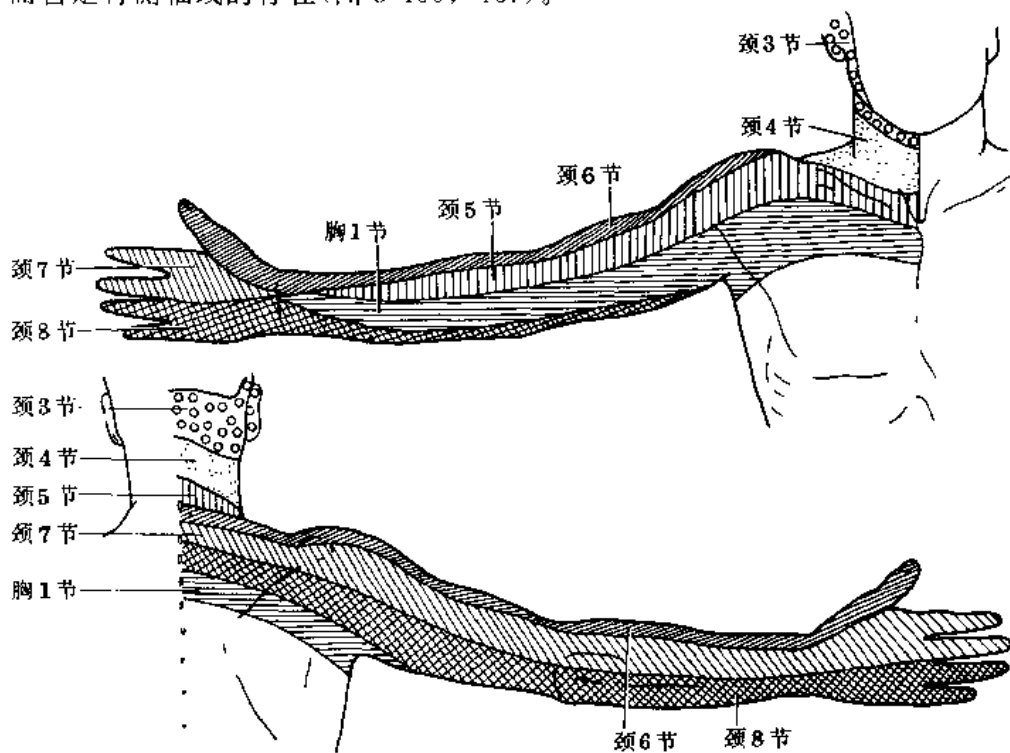


图 5-466 由单支神经根功能损伤后感觉减退勾画出的上肢皮节排布图

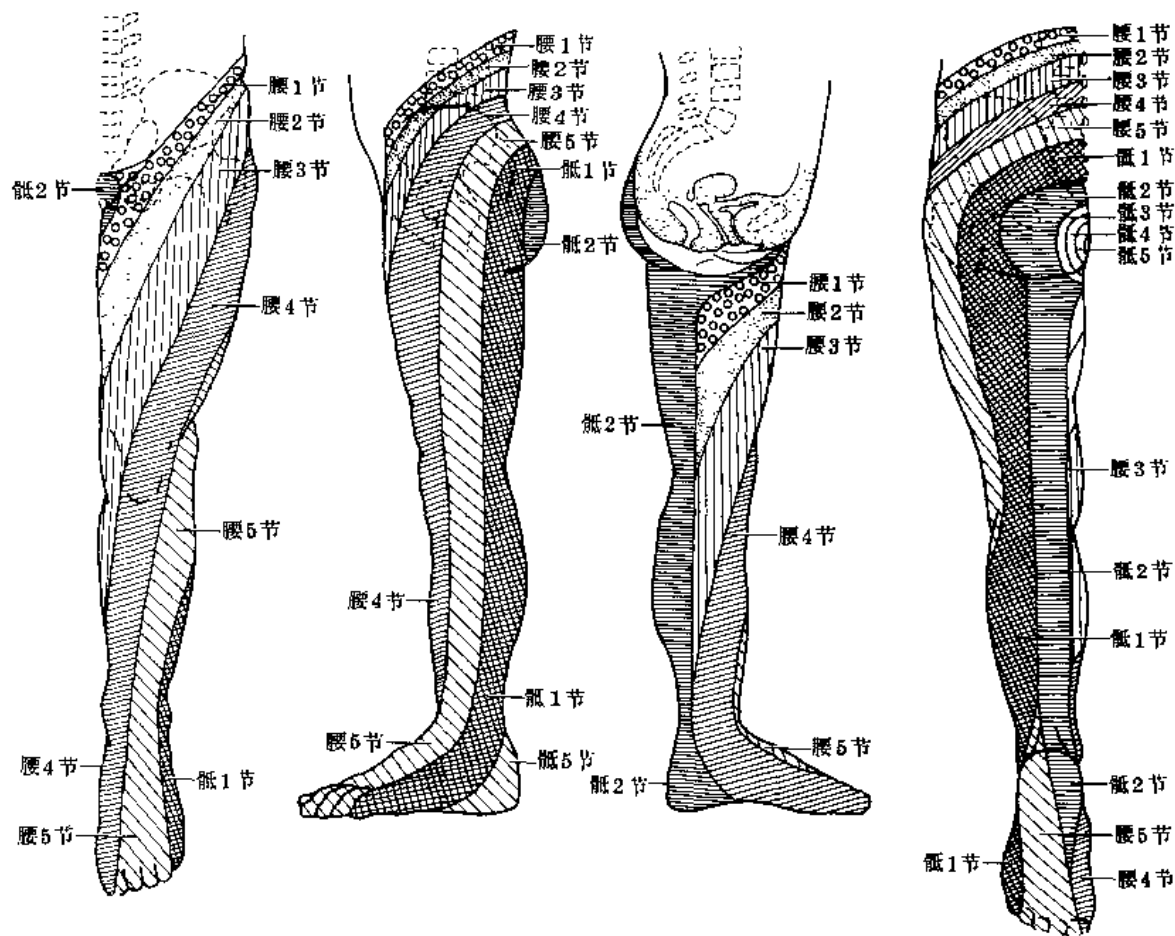


图 5-467 由单支神经根功能损伤后感觉减退勾画出的下肢皮节排布图

在肢体上皮节的轴线，有人认为不是连续循序皮节的邻接线，所以在轴线两侧的相邻皮节间很少神经纤维的重叠分布。

第三节 内脏器官的神经节段性分布

内脏器官是由自主神经支配的，也有节段性的神经分布。但因发生过程中脏器变化很大，位置有变动，器官长大，体积增加；更有特化的器官发生，如消化系的肝和胰，所以使节段性分布变得不够清楚。

交感神经干上的神经节相当于原始的脊髓节段。可是因交感干神经节的相互融合，所以有的部位(如颈部)的节段也就不明显。但无论是至皮肤、血管内的平滑肌和皮肤内腺体的神经支配，或是内脏器官的神经供给，在交感神经节之前都来自固定的脊髓节段，而经交感神经节后，又随着有固定关系的脊神经而行。

一、内脏器官自主神经传出纤维的节段性分布

交感神经节前神经元位于脊髓的侧角，在胸1至腰3节的一定区域内，发出的节前纤维，经前根及白交通支至交感干神经节，换元后发出节后纤维经灰交通支至脊神经，随脊神经分布至皮肤。交感神经的皮肤根性分布，与皮肤的感觉性节段并不一致。现将交感神经的血管收缩纤维、竖毛运动纤维及汗腺分泌纤维的根性分布概述如下：

至颜面、颈及胸最上部的血管收缩纤维，即至三叉神经分布区及颈2~4节的分布区者，主要是通过胸1、2脊神经前根离开脊髓穿出；也可能有纤维经第8颈神经前根穿出。至臂的纤维是通过第3~5胸神经前根穿出；也许有纤维通过第1、2胸神经前根及向尾侧经6、7胸神经前根穿出。至腿的纤维经第10~12胸神经前根穿出；此外，在第9胸神经或第1~2腰神经前根内也可能有穿出者。

至头、颈及胸上部的竖毛运动纤维，经第8颈神经及第1、2胸神经前根离开脊髓；在第3胸神经前根内可能也有穿出者。至臂的此种纤维自第3~6胸神经前根穿出；或也有自第7胸神经前根穿出的。至腿的经第10胸神经至第2腰神经的前根穿出；偶尔也可能有此种纤维自第9胸神经或第3腰神经穿出。

至头、颈及胸上部的汗腺分泌纤维，经1~3胸神经前根出脊髓；在第1胸神经内者为至颜面(三叉神经分布区)的纤维占多数；而第2胸神经内者为至颈上部节段(颈2至4节)的纤维占多数；在第3胸神经内者主要为至腋窝及相当于第3胸节的皮肤狭长带。至臂的汗腺分泌纤维经第3~7胸神经的前根穿出，也可能有自第8及9胸神经前根穿出者。至腿的此种纤维，经第10胸神经至第2腰神经的前根穿出，也可能有经第9胸神经或第3腰神经穿出者。

瞳孔扩大的交感纤维，经第8颈神经及第1、2胸神经前根穿出；而这种纤维主要经第1胸神经前根；第8颈神经与第2胸神经则是相互补充，即当第8颈神经前根内此种纤维的含量较少时，则第2胸神经内含此种纤维的量可较多，反之亦然。

瞳孔扩大肌的脊髓中枢(睫脊中枢)存在于第1胸节内，也可能延伸至第8颈节或第2胸节。由此中枢发出的节前纤维，部分地在星状神经节，部分地在颈上神经节换元。节后纤维的一部分进入颈内动脉神经丛，经海绵丛，穿过三叉神经半月神经节，沿第一支(眼神经)及其分支鼻睫神经，继经睫状长神经入眼球，穿过脉络膜周围间隙达虹膜，终止于瞳孔扩大肌

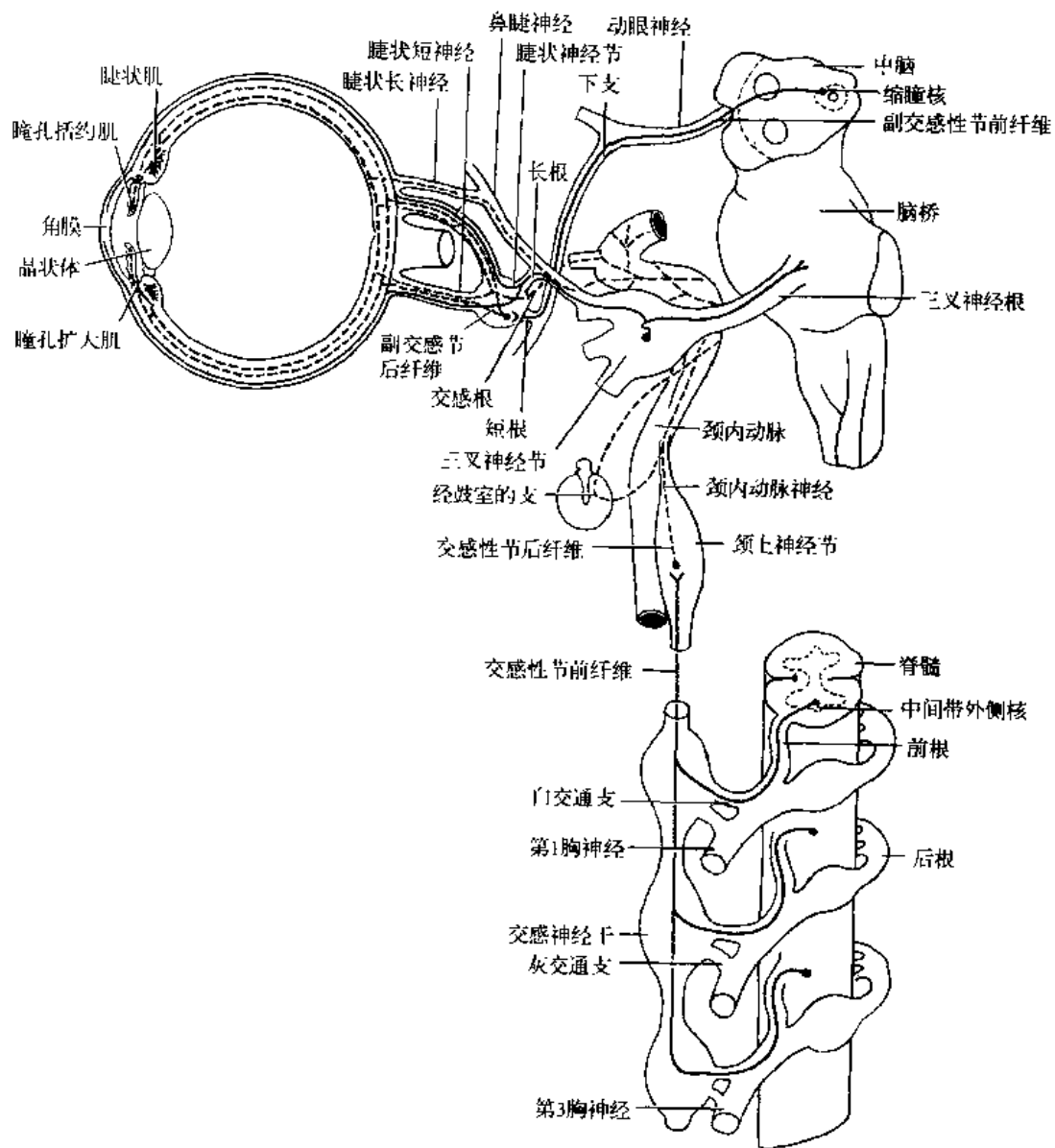


图 5-468 眼球内的自主神经分布

(图 5-468)、节后纤维的另一部分，经颈鼓神经至鼓室丛，穿颞骨(岩大神经管)并经硬脑膜下，达海绵丛。

副交感传出神经的节段性分布：经前根出来的副交感性血管扩张及汗腺抑制传出纤维，全部包含在脊神经的周围感觉神经内。这种副交感性质的纤维也有其节段性的排布，在位置和形态上与感觉性皮肤节段一致，但通常面积较小。

包含在一个后根内的汗腺抑制纤维，仅支配相应的节段；而在一个前根内穿出的汗腺分泌纤维却管理着多个节段。

胸、腹、盆内脏器官自主神经的节段性分布：这些器官传出纤维的脊髓节段性分布，交感性的来自胸部及腰上部节段，副交感的来自骶 2、3、4 节。现列表如下：

器 官	交感性节段	副交感性节段	器 官	交感性节段	副交感性节段
心脏	胸 1~5		肾	胸 10~腰 1	
支气管及肺	胸 2~5		输尿管	胸 11~腰 1	骶 2~4
食管(下段)	胸 5~6		肾上腺	胸 10~腰 1	
胃	胸 6~10		睾丸或卵巢	胸 10~11	
小肠	胸 9~10		附睾、输精管及精囊	胸 11~12	骶 2~4
大肠远及结肠左曲	胸 11~腰 1		膀胱	胸 11~腰 2	骶 2~4
降结肠、乙状结肠及直肠	腰 1~2	骶 2~4	前列腺及尿道前列腺部	胸 11~腰 1	骶 2~4
肝及胆囊	胸 7~9		子宫：体	胸 12~腰 1	
脾	胸 6~10		子宫：颈		骶 2~4
胰	胸 6~10		输卵管	胸 10~腰 1	

二、内脏器官自主神经传入纤维的节段性分布

内脏器官的感觉支配有交感神经、副交感神经及膈神经参加。关于内脏器官感觉的节段性的知识，许多是由于内脏病变引起躯体一定皮区的牵涉性疼痛而获得的。椎旁浸润麻醉一定交感干的交通支和切断一定的脊神经后根，以解除不可忍受的内脏疼痛，也给内脏器官的节段性分布以精确的考证。

内脏病变引起过敏的皮肤区(海德带 Head's zone)可涉及到下列节段：

1. 颈 8 及腰 3 皮节，为交感神经传入纤维进入脊髓而牵涉性引起的相应皮肤过敏区。
2. 骶 2 至骶 5 皮节，为盆神经内传入纤维进入脊髓而牵涉性引起的相应皮肤过敏区。
3. 颈 3 至颈 4(颈 5)皮节，为膈神经内传入纤维进入脊髓而牵涉性引起的相应皮肤过敏区。
4. 刺激迷走神经纤维引起的皮肤过敏区，在三叉神经的面部分布区及最上的颈皮节(第 2 颈皮节)内。这是由于迷走神经的传入纤维有终止于三叉神经脊束核，并下达第 2 颈节的后柱所致。

内脏器官植物性传入纤维的节段性分布一览表

器 官	脊 髓 的 节 段			
	交感神经	迷走神经	盆神经	膈神经
心脏及升主动脉	胸 1~4(5)	颈 2, 面部		颈(2)、3、4、(5)
肺及支气管	胸(1)、2~5(6~9)	颈 2, 面部		颈(2)、3、4、(5)
食管	胸 4、5、(6)	颈 2, 面部		
胃 } } 贲门 } 体 } 幽门	胸(5)、6、7			颈(2)、3、4、(5)
	胸 7、8	颈 2, 面部		
	胸 8、9			

续表

器 官	脊 髓 的 节 段			
	交感神经	迷走神经	盆神经	膈神经
小肠及升结肠	胸(9)、10、腰1	颈3, 面部		
阑尾	胸(8、9)10~腰1(右)			
降结肠及盲肠	腰1~3		骶2~5	
肝及胆囊	胸(7)、8~11	颈2, 面部		颈(2)、3、4、(5)
胰	胸8(左)			
肾	胸10~腰1			
输尿管	胸(8)、9~腰2			
膀胱	胸11~腰1(2、3)		骶2~5	
睾丸及副睾	胸(11)、12~腰3			
卵巢及附件	胸(12)、腰1~3			
子宫	胸(12)、腰1~3		骶2~5(?)	
乳房	胸4~6			
尿道			骶2~5	

第四节 神经节段性分布的临床意义

了解脊髓的节段性分布, 在临床上具有重要的意义。

1. 区别神经周围支还是神经根的损伤。
2. 脊髓损伤高度的定位。
3. 为了解除难以忍受的疼痛, 决定要切除的神经根的高度, 或作脊髓前侧柱切断术 cordotomy 的高度。
4. 处理带状疱疹, 因它常按节段性分布在皮肤上。
5. 了解内脏器官传入纤维的节段性, 可以通过麻醉相应的神经束, 提高它所传导的痛觉阈, 例如内脏神经的麻醉, 可使胃肠手术中疼痛的消失。通过相应交通支的麻醉(于椎旁相应交通支的位置注射麻醉药), 也可提高所属内脏器官的痛觉阈。
6. 认识内脏疼痛的起源, 这种疼痛常牵涉到皮节, 形成皮肤的过敏区, 所以了解内脏传入的节段性分布, 在诊断上有重要意义。例如胃及十二指肠溃疡病的疼痛可显示在上腹部及背部的脊柱两旁; 胆石病疼痛可在右肩部; 心绞痛可在左臂部等; 下叶肺炎可能显示腹痛; 疼痛如果在腹右侧者, 若不考虑到可由于肋下神经的分布关系而引起的牵涉痛, 可误诊为阑尾炎。
7. 在解剖生理研究工作中, 作脊髓传导束的分层及体表至皮质的投射等, 都有了解节段性分布的必要。
8. 临床重要反射的节段性定位。反射运动的障碍, 除了因损伤运动神经或感觉神经外, 反射中枢的崩解起重要作用。所以了解重要反射中枢的节段性定位, 对临床诊断一些疾病很有帮助。

重要的深反射

反射名称	检查方法	反应	肌肉	传入和传出神经	节段定位
下颌反射	轻叩微张的下颌中部	下颌上举	咀嚼肌	三叉神经第三支 (下颌神经)	脑桥
肱二头肌反射	叩击置于肱二头肌腱上的检查者的手指	屈前臂	肱二头肌	肌皮神经	颈 5、6
肱三头肌反射	叩击鹰嘴上方的肱三头肌	伸前臂	肱三头肌	桡神经	颈 6、7
膝反射	叩击膝盖下股四头肌腱	伸小腿	股四头肌	股神经	腰 2、3、4
跟腱反射(踝反射)	叩击跟腱	足向跖面屈曲	腓肠肌	胫神经	骶 1、2

注：皮质运动中枢或锥体束损伤时(即上运动神经元损伤)，深反射亢进。

重要的浅反射

反射名称	检查方法	反应	肌肉	传入和传出神经	节段定位
上腹壁浅反射	划过上腹部皮肤	上腹壁收缩	腹横肌、腹斜肌及腹直肌	第 7、8 胸神经	胸 7、8
中腹壁浅反射	划过腹中部皮肤	中腹壁收缩		第 9、10 胸神经	胸 9、10
下腹壁浅反射	划过腹下部皮肤	下腹壁收缩		第 11、12 胸神经	胸 11、12
提睾反射	刺激大腿上部内侧皮肤	睾丸上提	提睾肌	传入：闭孔神经 传出：生殖股神经生殖支	腰 1、2
跖反射(正常)	轻划足底外侧皮肤	足趾及足向跖面屈曲	屈趾肌	胫神经	骶 1、2

注：浅反射的减低或消失，可能有上运动神经元或下运动神经元的损伤或有感觉障碍。但上运动神经元损伤时，浅反射消失同时须伴有深反射亢进，或有阳性病理反射。

(傅志良 刘 锋)

第四十二章 牵涉性疼痛

在某种病理情况下，身体的某局部区域可发生疼痛，但是疼痛的部位，往往并非病变所在处，这是由于神经的分布和联系而引起的，所以称为牵涉性痛。牵涉性疼痛部位与病变器官常为同一节段来的神经纤维所分布。

牵涉性痛可分为躯体性牵涉痛和内脏性牵涉痛。

第一节 躯体性牵涉痛

躯体性牵涉痛可由躯体损伤引起，如髌部的损伤，可引起膝盖的疼痛；而膝盖损伤时也可发生髌部的疼痛。这是由于这两个部位属于同一节段的传入神经分布的关系。

因骨骼肌内刺激点引起的牵涉痛，也有人报告过。牵涉性痛区域的局部定位可能在浅表或在深部。一般是与有关脊神经的节段性分布一致；但它又不是经常符合于皮节，有时可涉及几个节段或节段的部分区域。有人根据 1,000 个具有肌筋膜触发区 trigger areas 疼痛症状的病人，曾划定了大量的所谓触发点，并描绘了由于刺激触发点而引起的浅层牵涉痛区域。据他们发现，牵涉性疼痛可因压迫、针刺、极热或极冷等刺激触发区，或夹捏此区内的结构而引起。触发区的沉重刺激也可激起反射性血管收缩及牵涉区的其它自主神经性反射。在特定触发区激起的牵涉痛，在不同的人常是牵涉到同一的局限区域；所以掌握病损与牵涉痛分布区域的关系，可以辅助诊断来自肌筋膜内原发损伤及疼痛的定位。

肌筋膜疼痛的触发功能作用，可以由肌或关节的损伤、慢性肌劳损、急性肌炎、关节炎及器官贫血引起。有人提出，在各种引起躯体疼痛原因中，由于躯体反射性刺激，也可引起肌张力过大。

据研究，在背部中线附近的躯体深层组织受刺激，可在远离受刺激部位的区域内产生牵涉性痛、皮肤过敏及深部触压痛。这些牵涉痛区域一般也是与受刺激处属于同一个脊髓节段的神经分布；但也有例外。有人研究棘突间韧带受刺激引起酷似内脏疾病所发生的牵涉性痛。第 1 腰椎棘突间韧带受刺激，引起的疼痛很象肾绞痛，疼痛部位在腰部、腹股沟部及阴囊区域，痛时伴有睾丸退缩。第 9 胸椎棘突间韧带受刺激，疼痛出现在背部第 1 腰椎区，及在受刺激侧由第 9 肋骨前方扩展到脐部，并伴有腹肌强直与深部压痛。第 7 颈椎与第 1 胸椎棘突间韧带受刺激，所产生的疼痛出现在肩胛间区，从胸大肌向下到肘部与前臂内侧，及在刺激侧发生上胸部紧迫感。第 7 颈与第 1 胸椎棘突间韧带受刺激，引起与心绞痛发作时的疼痛症状相似，唯分布上略有不同。

根据上述研究，进一步提出了这样的假说，即某些脊神经的传入纤维既与躯体深部结构的感受器相连，又与内脏结构的感受器相连。还有人提出，某些脊神经传入纤维既与骨骼肌的感受器相连，又与皮肤的感受器相接。此外，某些骨骼肌内的传入纤维可联系着彼此距离较远的几个肌内的感受器。且由于传入神经常分出多数周围支，这可能使牵涉痛的局部定位，有时不能严格遵照海德节段性原则的重要因素。

人类项上部及枕骨颅底区的深部组织，特别是骨膜及关节周围组织受刺激时，常引起头

痛。寰枕关节及第1、2颈椎之间背侧的深部组织受刺激时，常引起头部枕区头痛，并可牵涉到颞区。当第2至第5颈椎棘突间韧带受刺激时，也引起枕区及项上部疼痛，偶而牵涉到颞区。这些疼痛并可伴发自主神经性功能紊乱的症状，如苍白、出汗、脉搏变化、恶心等。

项部深层组织损伤时引起疼痛并放射至枕区，可以从骶棘肌(竖脊肌)的功能、形态及其神经支配得以解释：因该肌任何节段区的刺激，可引起该肌附着处的牵拉，而在那里发生疼痛。胸或至腰骶后部的损伤，牵涉到头部的疼痛，可同样地以肌肉附着的根据加以解释：脊柱上使头颅平衡的肌肉，包括斜方肌、胸锁乳突肌及枕下肌群等，由颈、枕、颞弓肌节衍生而来。它们的神经支配来自脊髓颈节及脑干。这些肌内及其覆盖皮肤的感觉冲动，可通过三叉神经脊髓束，而联系于上二个脊髓颈节。

第二节 内脏性牵涉痛

内脏病变有四种有关体征：①疼痛；②痛觉过敏及触觉过敏；③自主神经性反射，如出汗、竖毛或血管运动变化；④躯体反射，如肌强直。

内脏病变的疼痛体征可以分为两种类型：类似内脏痛及真性内脏痛。这两种类型均可以发生牵涉性痛，也可以发生非牵涉性痛。

一、类似内脏痛

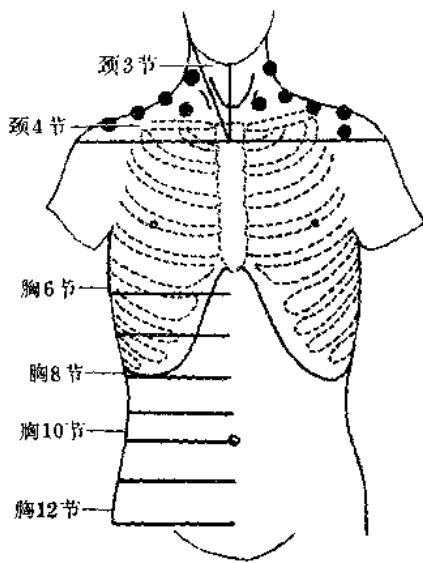
这种疼痛是由于刺激体腔壁(如胸、腹腔)，即体壁内面而引起的，为内脏疾患中引起疼痛的一个重要因素。当体腔壁因炎症扩散，渗出、压迫、摩擦或受其它病理刺激时，便发生痛冲动，经分布于体腔壁的躯体神经到达脊髓。例如膈神经内的躯体传入纤维分布于膈的中央部、心包的一部分及胆道系；胸及腰上部脊神经内的躯体传入纤维分布于胸膜壁层、腹膜壁层、膈的边缘、肠系膜根。

曾有人研究过非牵涉性体壁痛，得知腹膜对刺激是极为敏感的。体壁内面的刺激，可引起尖锐的局部疼痛，这种疼痛感觉似乎来自体壁的外表，受刺激处感觉更为强烈。这样的疼痛现象可推想为一个后根的感觉纤维，重叠分布在体壁的内面和外面。阑尾炎后期在腹壁右下侧的疼痛，可能是这种类型。

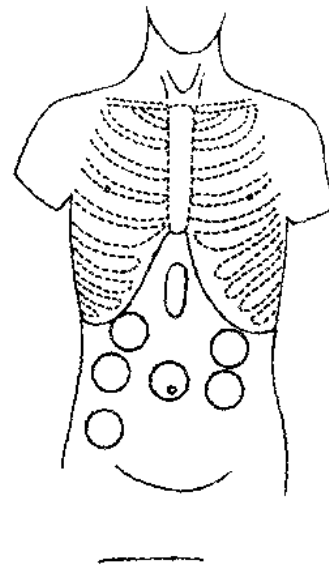
牵涉性体壁疼痛是刺激体壁内面引起远隔部位疼痛的现象。下六对胸神经分布于前腹壁，也分布于膈的边缘。膈的边缘受刺激就引起前腹壁发生牵涉性痛。膈的中央部受刺激，疼痛常常牵涉到肩及颈部的某些定点(图5-469)。这是因为膈中央部发出的刺激冲动经膈神经传递至第3、4颈节，而这些节段根性分布的皮节在颈及肩部，所以引起在同一节段内的牵涉性体壁痛。这种牵涉痛是由躯体神经引起的。

二、真性内脏痛

真性内脏痛曾经被人否定过，认为内脏是由自主神经支配，所以本身没有痛觉，除非刺激涉及到肠系膜根部的躯体神经传入纤维时方有痛觉。但是后来的研究证明，内脏确有痛觉，自主神经中也有痛觉的传入纤维。大多数内脏反射及器官的感觉是由副交感神经内的传入纤维传导冲动。但是内脏的痛觉冲动却主要是由交感神经内的传入纤维传导；而盆部器官的某些部分的痛觉传入纤维，则由副交感性盆内脏神经传导；食管上部和气管的痛觉传入纤维穿行于副交感迷走神经内。



黑点代表刺激脑中央部引起肩及颈部牵涉性痛的部位



圆圈代表刺激脑边缘部引起前腹壁牵涉性痛的部位，并可与右侧图所标示的皮肤节段相对比，示脑边缘部是由下六对肋间神经支配，与前腹壁有同样的神经节段性分布

图 5-469 刺激脑神经引起的浅表牵涉性痛

内脏痛觉纤维传导的典型径路，起自内脏壁内的游离神经末梢，沿动脉分支行至腹主动脉，经椎前神经节（不构成突触），进入内脏神经，穿行交感干及其神经节（不构成突触），经白交通支、脊神经，至脊神经节；内脏神经的感觉神经元位于脊神经节内，其中枢突经后根入脊髓。在脊髓与躯体运动神经元及自主神经节前神经无联系形成反射弧；与脊髓丘脑束的神经元联系，形成上升径路。所以对顽固剧烈的内脏器官疼痛，有时可以用中断痛觉径路的方法消除痛觉：①将供应脏器动脉的神经切断；②切除或注射酒精于一定部位的交感干神经节；③切断几个脊神经后根；④切断脊髓丘脑束，如脊髓前侧柱切断术。

内脏的疼痛传导不仅是局限于交感神经，许多痛觉冲动是通过盆神经及迷走神经传导的。有人提出两条想象线：“胸疼痛线”及“盆疼痛线”，以划分这三种神经不同的痛觉分布范围（图 5-470）。

来自膀胱颈、前列腺、输尿管、子宫颈及结肠下端的痛觉是由盆部副交感神经传入脊髓的。然而在“盆疼痛线”以上的部分，如膀胱底、肾、子宫体和底、卵巢、输卵管及睾丸（睾丸下降转移到盆疼痛线以下，但仍保持着第 10 胸节的神经支配）是由交感神经传导痛觉。但也可能例外地有迷走神经的痛觉纤维分布。“胸疼痛线”以上的食管、气管由迷走神经传导痛觉。

内脏器官的神经分布是较少的，能否引起内脏的痛觉，取决于内脏所受刺激的性质，以及脏器是否处于病理状态因而降低了疼痛的刺激阈，这两条是引起内脏疼痛的重要原则。例如，一般用于皮肤感受器的刺激，如刀割、钳夹或烧灸，不引起内脏的痛觉；但下列的刺激可以引起内脏的疼痛：

- (1) 脏器突然的扩张（或膨大）。
- (2) 平滑肌痉挛及强烈收缩。正常生理条件下脏器的收缩和松弛是不会发生疼痛的，但在受到特殊刺激，引起强烈收缩或痉挛时，特别是伴有贫血时，则发生疼痛。
- (3) 强烈的化学刺激。

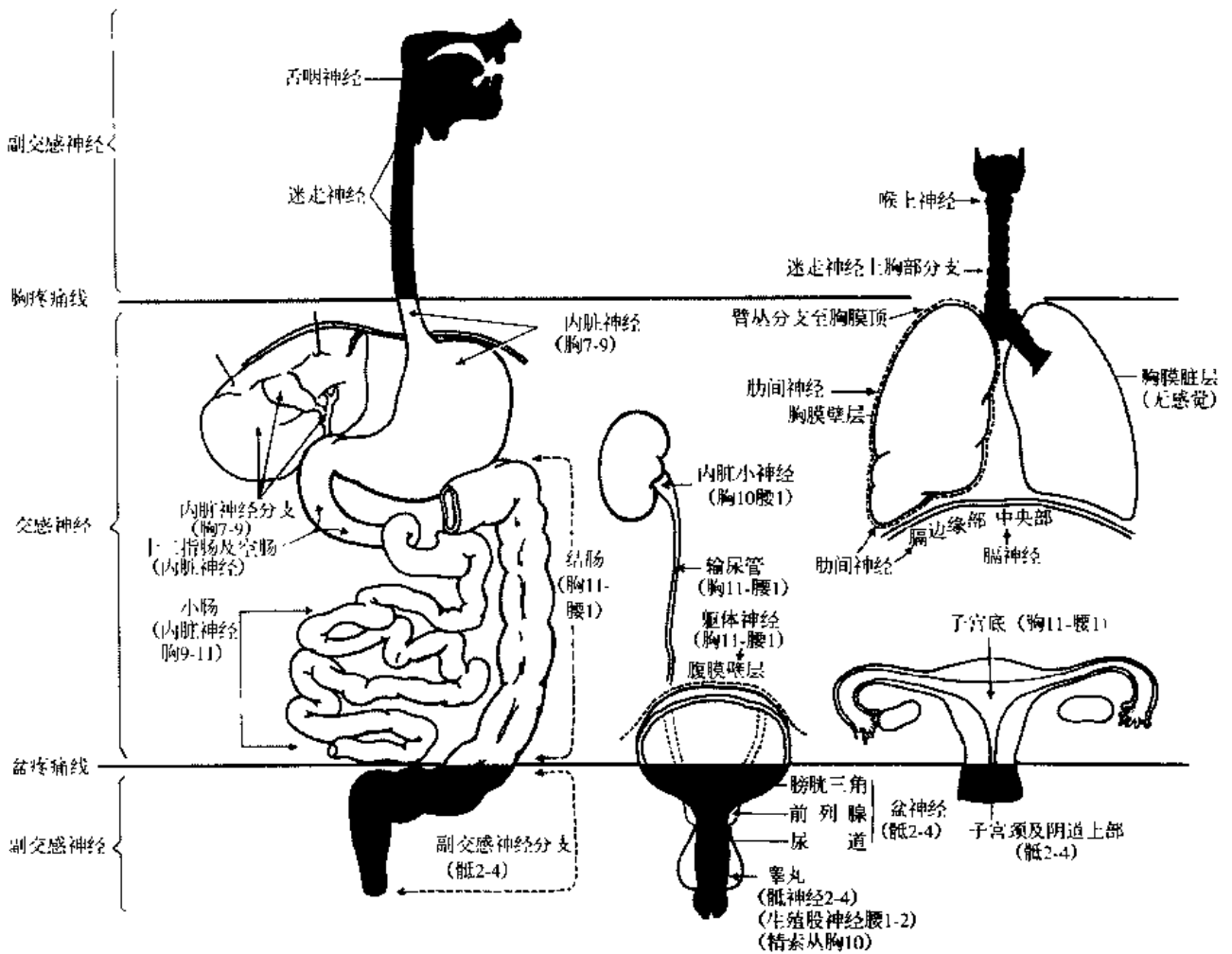


图 5-470 不同脏器疼痛的神经支配综合图

在胸疼痛线与盆疼痛线之间的结构，疼痛传入纤维经交感神经；

在此两线上或下的结构，疼痛传入纤维经副交感神经

(4) 当器官发生病理充血时，再受到机械刺激(如胃)。

真性内脏痛也表现出非牵涉性内脏痛和牵涉性内脏痛两种性质。非牵涉性内脏痛是一种弥散性的、定位模糊而感到是在脏器本身的疼痛，例如月经痛、分娩痛、肠绞痛、膀胱过度膨胀引起的疼痛、冠状动脉病时的胸骨后疼痛等。虽然这些疼痛也会牵涉到躯体他处的肌肉及皮肤上，但总感到疼痛在深部，来自脏器本身。

牵涉性内脏痛与躯体性牵涉痛不同的地方，在于这种疼痛来自内脏的冲动，并由自主神经传导(一般是交感神经)。牵涉性内脏痛的部位常表现在与疾病器官有一定距离的体表。牵涉性内脏痛的局部定位，也是符合皮肤节段的规律。例如，阑尾炎的疼痛，发炎初期是由分布于阑尾的内脏痛觉纤维传导的，经行于交感神经，经交感神经干，进入脊髓胸 10~12 节段。这时发生的牵涉性痛在脐周围区域。但在阑尾炎后期，炎症扩展到与阑尾接触的腹膜壁层时，刺激冲动直接经躯体神经传入脊髓约在腰 1 或腰 2 的节段。这时的疼痛就局限在被刺激腹膜所在的右下腹部，是为非牵涉性体壁痛。因为疼痛经双重传导径路，因此引起内脏的疼痛，出现在体表的两个区域。

牵涉性内脏痛，还可出现在心绞痛时，表现在胸部或沿左臂内侧向下一狭长带。胃有疾患时，疼痛在肩胛之间。肾结石疼痛，牵涉到腹股沟部或睾丸。

牵涉性内脏痛，许多人曾用不同的方法研究过。有人在内脏患病时，曾找到痛觉过敏区，并发现这些痛觉过敏区的皮神经所属脊髓节段，与患病脏器的自主神经所属脊髓节段，是一致的。下表是各内脏患病时疼痛所牵涉的脊髓节段：

器 官	脊 髓 节 段
肺	1~7 胸节，多见于 2~5 胸节
心	3~5 颈节，1~8 胸节，左侧明显，有时在两侧
食管	主要在 5 胸节，或在 6~8 胸节
胃	7~9 胸节，经常在两侧
肠	9~12 胸节，两侧或只在左侧
肝	8~10 胸节，在右侧
胆囊	在 8~9 胸节，或在 5~7 胸节
肾	多在 10 胸节，也可在 11~12 胸节和 1 腰节
输尿管	11~12 胸节和 1 腰节
睾丸	10 胸节
附睾	11~12 胸节
膀胱	11~12 胸节和 1 腰节，也可在 3~4 腰节
前列腺	10~11 胸节，或在 1~3 和 5 骶节
卵巢	10 胸节
输卵管	11~12 胸节
子宫颈	11~12 胸节和 1~4 骶节
子宫体	10 胸节至 1 腰节

有人研究证实，胃肠道可因膨胀而引起疼痛，并得以了解牵涉痛的部位。又有人研究表明，因脏器壁内受化学物质刺激，不仅在胃肠道，而且在实质性器官，如卵巢等，均可引出疼痛，并借以了解牵涉部位。这些研究一致认为，胃肠道上端引出的牵涉痛部位一般在腹侧，但有时在背侧，放射到正中线上；但消化管各邻近部位引出的疼痛有广泛的重叠区。阑尾疼痛缓和时近脐部，严重时发展到上腹部。食管下段、胃及十二指肠球部放射自剑突伸展到脐。空肠的上、中、下段及回肠的放射到脐周围。结肠疼痛常牵涉脐下侧，位于中线一侧；肝曲、脾曲及乙状结肠的疼痛部位与其投影位是相一致的。卵巢疼痛在脐两旁的下侧，或放射于背侧相应的腰部。输卵管的疼痛放射在卵巢同一区域内。精索自附睾至腹股沟管一段疼痛牵涉到腹股沟上侧区域；输精管自腹股沟管至前列腺一段疼痛牵涉到会阴或阴茎(图 5-471)。

当内脏疾患时，可在头部发生感觉过敏区和牵涉性疼痛，这是因为内脏的疼痛觉，不但通过交感纤维，而且还通过迷走神经及膈神经。迷走神经内的内脏感觉纤维，其中一部分可下降于孤束，达脊髓颈部。膈神经内的传入纤维终止于第 3、4、5 颈节。这些神经的刺激可扩散到三叉神经脊束核，及颈节的胶状质和后角；这些部分的兴奋可投射到枕部及面部各点。

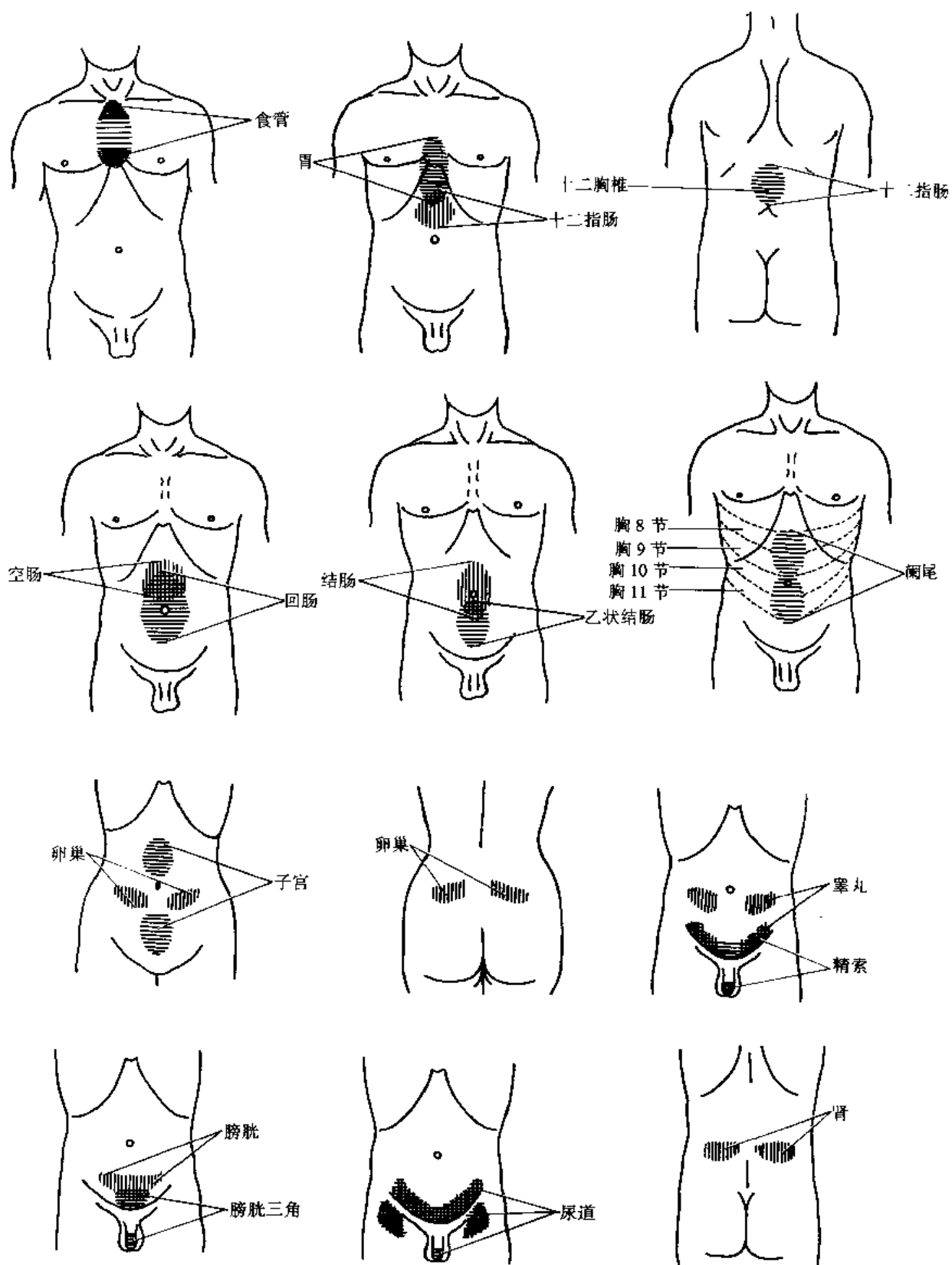


图 5-471 内脏牵涉性疼痛部位

第三节 牵涉性疼痛的原理

一种理论认为，当内脏发生疾患时，由此传入强烈的冲动，引起脊髓内产生兴奋灶，因此降低了刺激阈，以至由同一皮节传入的正常冲动引起了疼痛感觉。也就是说，自内脏来的冲动，在脊髓内易化了来自皮肤正常痛觉阈下的冲动，使这种不足以兴奋脊髓丘脑束的躯体性皮肤痛觉的冲动，引起疼痛感觉。这种学说称为“集中-易化学说”convergence-facilitation theory。

关于牵涉性疼痛的发生原理，曾提出许多种假说，涉及脑、脊髓、周围神经终末及轴突分支等不同部位。

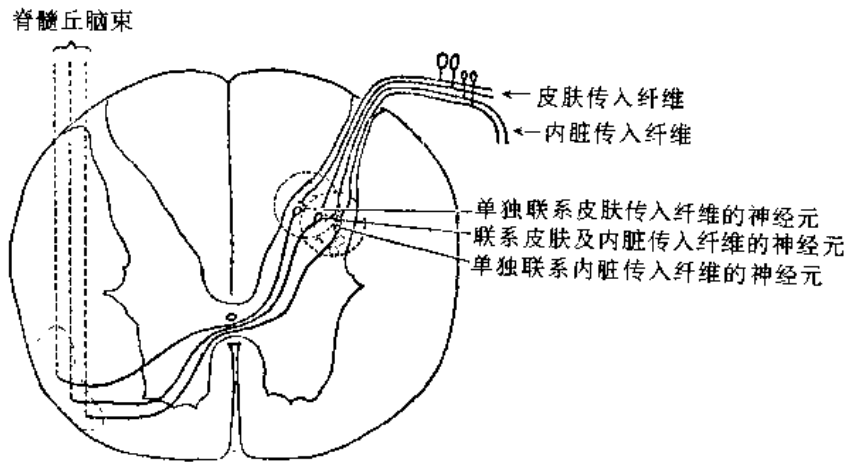


图 5-472 内脏及躯体传入纤维集中投射于脊髓内同一灰质区域

另一种“集中-投射学说”convergence-projection theory，认为：脊髓内的易化，虽然可能为皮肤节段性感觉过敏的主要作用，但不是牵涉痛的主要作用。对牵涉痛较适合的解释，应该是某种内脏的传入冲动与皮肤的传入冲动集合在一起，传递至感觉传导径路某处的同一神经元，这种情况可发生在脊髓、丘脑或皮质内的神经元；这种集中投射于同一神经元的纤维系统，便足以引起皮肤的牵涉痛。

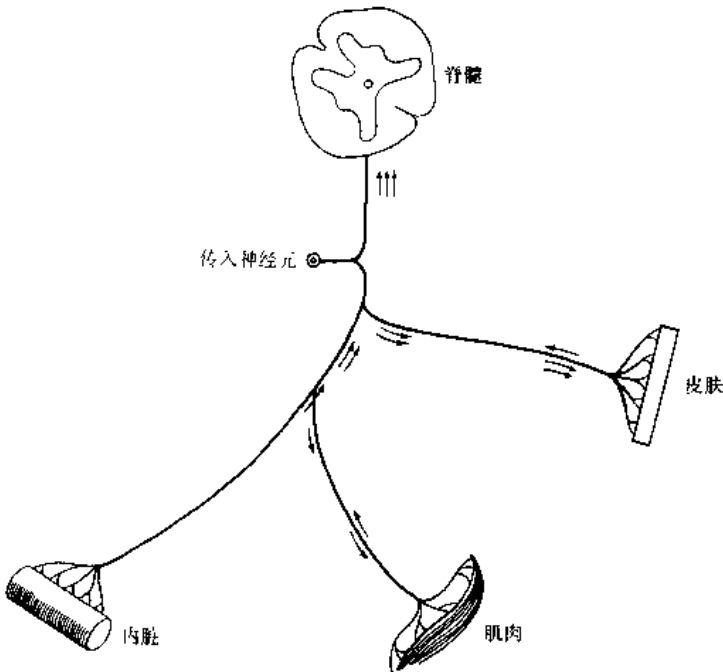


图 5-473 在牵涉性痛中的轴突分支示意图

一支传入神经纤维供给三个疏远的结构，一处受疼痛刺激可以牵涉到其他两区域

有人通过临床及实验研究，对内脏受刺激的反应，提出存在内脏-皮肤反射和内脏-肌反射的现象，并联系到牵涉性过敏痛。认为由于内脏病变，可引起交感神经的反射，发生皮肤局部血管的收缩和贫血而产生过敏的牵涉性疼痛区。又有人提出类似的观点，认为内脏病变的刺激，通过交感神经引起反射性血管运动变化，并自血管释放出化学物质(代谢产物)，刺激躯体神经末梢感受器而发

生牵涉痛。这种牵涉痛产生在周围作用的理论，对完全被麻醉的区域内，尚可发生牵涉痛的现象，则无法解释。

还有人曾假定一条牵涉性痛的重要传递径路，涉及传入神经纤维分支的分布和联系。假定传入神经有一分支分布于内脏；另一支可分布于躯体其它部分。这样便形成了内脏与躯体的牵涉关系(图 5-473)。这种理论可以解释躯体性牵涉痛，但解释内脏性牵涉痛，缺乏解剖的支持。

(傅志良 刘 锋)

参 考 文 献

- 张培林. 神经解剖学. 北京: 人民卫生出版社, 1987
- 唐竹吾. 中枢神经系统解剖学. 上海: 上海科学技术出版社, 1986
- 许绍芬等. 神经生物学. 上海: 上海医科大学出版社, 1990
- A. 布劳德著, 韩风岳等译. 临床神经解剖学. 北京: 科学出版社, 1989
- 王平宇、朱治远. 大白鼠中枢神经系统解剖学基础. 北京: 人民卫生出版社, 1986
- 朱长庚. 化学神经解剖学. 上海: 上海科学技术出版社, 1992
- 李继硕. 神经解剖学. 西安: 第四军医大学, 1992
- 成令忠主编. 组织学. 第二版. 北京: 人民卫生出版社, 1993
- 中国解剖学会体质调查组主编. 中国人体质调查. 上海: 上海科学技术出版社, 1986
- 宗铁生主编. 人体胚胎学. 北京: 科学出版社, 1987
- 靳仕信主编. 解剖学进展续集. 北京: 人民卫生出版社, 1984
- 周衍椒主编. 生理学. 北京: 人民卫生出版社, 1983
- 毕华德主编. 眼科全书. 北京: 人民卫生出版社, 1965
- 臧玉淦译补. 脑脊髓切片图谱. 北京, 人民卫生出版社, 1954
- 曾司鲁等. 脑血管解剖学. 北京: 科学出版社, 1983
- 张致身等. 人脑血管解剖与临床. 人民卫生出版社, 1984
- 王忠诚. 脑血管造影术. 北京: 人民卫生出版社, 1965
- 张培林. 国人脑中锥体交叉的类型. 解剖学报, 1955, 1: 331
- 边长泰等. 短聘畸胎脊髓前角细胞群及其与上肢发育的关系. 解剖学报, 1963, 6: 200
- 李继硕等. 家兔膀胱传入神经的节段性分布—HRP 法研究. 解剖学报, 1980, 11: 378
- 杨天祝等. 家兔直肠平滑肌的节前神经元分布. 河北医学院学报, 1985, 6: 141
- 边长泰等. 用辣根过氧化物酶追踪膀胱副交感节前神经元在脊髓分布的光镜和电镜观察. 解剖学通报, 1984, 第 7 卷增刊: 235
- 候立琴等. 辣根过氧化物酶显示脊髓膀胱副交感节前神经元的光镜和电镜追踪技术. 河北中医学院学报, 1986, 1: 37
- 周双俊, 杨天祝. 中枢乙酰胆碱神经元系统. 神经解剖学杂志 1987, 3: 9
- 李进花, 杨天祝. 内源性阿片肽系统的解剖学. 河北医学院学报 1986, 7: 252
- 杨天祝, 万选才. 心理与脑研究的若干进展. 生理科学进展, 1994, 25: 111
- Peele TL 中国人民解放军第四军医大学主译. 临床神经解剖学基础. 第三版. 北京: 人民卫生出版社, 1980
- 崔志潭, 等. 国人大脑半球沟的形态. 解剖学报, 1980, 11: 182
- 包新民, 等. 大白鼠黑质—纹状体的局部定位投射, 荧光组织化学和 HRP 联合研究. 解剖学报, 1981, 12: 253
- 丁玉强. 猫阴部神经传入传出成分在脊髓内的定位分布—HRP 逆行及跨越神经节追踪研究. 神经解剖学杂

志, 1988, 1: 23

张宝庆, 等. 国人腰椎管外骨纤维管与脊神经的关系. 解剖学报, 1982, 13: 271

李继硕, 等. 家兔膀胱传入神经的节段性分布 HRP 法研究. 解剖学报, 1980, 11: 338

李继硕, 等. 脊髓初级传入神经系统的形态学研究进展及其展望. 解剖学报, 1989, 20: 440

任嘉谦, 等. 肾脏的交感神经支配. 神经解剖学杂志, 1986, 2: 257

朱鹤年, 等. 大脑边缘系统的功能. 生理科学进展, 1963, 5: 36

卢于道, 等. 论海马的动力结构. 解剖学通报, 1966, 2: 25

刘正津, 等. 中国人坐骨神经与梨状肌的位置关系. 解剖学报, 1962, 5: 351

宁夏医学院解剖组. 腰神经后支的解剖观察. 中华外科杂志, 1977, 2: 103

司心成, 等. 闭孔神经的显微外科解剖学观察. 解剖学通报, 1981, 4: 249

孟广元. 关于三叉神经脊束切断术的某些基本问题. 中华外科杂志, 1963, 11: 355

林鸿仪, 等. 有关内脏神经的一些资料. 解剖学报, 1964, 7: 95

林耀晨, 等. 腓肠交通神经的研究. 解剖学报, 1962, 5: 357

钟世镇, 等. 中国人的腰神经丛. 解剖学报, 1964, 7: 220

侯广棋, 等. 心脏窦房结的神经支配. 解剖学报, 1980, 11: 401

俞寿民, 等. 桡神经受压综合症的解剖学研究. 解剖学杂志, 1985, 8: 115

唐竹吾, 等. 上肢神经的肌支测量及其分布. 解剖学报, 1963, 6: 95

唐竹吾, 等. 下肢神经的肌支测量及其分布. 解剖学报, 1963, 6: 310

傅志良. 甲状腺下动脉与喉返神经的关系. 中华外科杂志, 1963, 11: 875

雷琦. 国人臂神经丛及其相关血管的观察. 解剖学报, 1963, 6: 372

张为龙. Willis 氏环前部的显微解剖学. 解剖学报, 1984, 15(3): 225~232

廖瑞等. 猴大脑皮质微血管的三维构筑. 河北医学院学报, 1988, 9(5): 225

柴戡臣等. 猴小脑皮质微血管的三维构筑. 河北医学院学报, 1989, 10(3): 129

雷琦等. 脑底动脉环各动脉的长度和直径的测量. 河北医学院学报, 5: 1: 45, 1984

金保纯等. 脊髓动脉及其配布形式. 解剖学报, 1985, 16(1): 21

金保纯等. 中国人脊髓动脉. 白求恩医科大学学报, 1981, 7(2): 6

Toole JF and Patel AN cerebrovascular disorders 1974

Carpenter MB. Human Neuroanatomy, Baltimore, the Williams & Wilkins company, 1976

Larsell OL. Anatomy of the nervous system, New York, Appleton century, 1951

Rexed B. A Cytoarchitectonic Atlas of the spinal cord in the cat. J. comp neurol 1954, 100: 297

Rexed B. The Cytoarchitectonic of the spinal cord in the cat. 1952, 96: 495

Arey L. B. Developmental Anatomy; A Textbook and laboratory Manual of Embryology, 7th ed. Revised. W. B. Saunders Co. Philadelphia, 1974

Hamilton W. J. and Mossman H. W. : Human Embryology. 4th ed, Heffer and Sons Ltd, Cambridge, 1972

Langman J. and Haden C. : Formation and migration of neuroblast in the spinal cord of the chick embryo. J. Comp. Neurol. 1970, 138: 419

Langman J. Medical Embryology. 3 ed, Williams and Wilkins Co., Baltimore, 1975

Moore K. L. The Developing Human. 2 ed, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1977

Lemire R. L. et al. Normal and Abnormal Development of the Human Nervous System. Harper and Row Publishers, Hagerstown, 1975

Schumacher GH Embryonale Entwicklung des Menschen. VEB verlag Volk und Gesundheit Berlin, 1987

Cervero F. et al. Distribution of somatic and visceral primary afferent fibers within the thoracic spinal cord of the cat. J. Comp. Neurol, 1984, 230: 88

- Davies DV. Gray's Anatomy. 37th. London, Longman, 1989
- Geffen LB, et al. Synaptic vesicles in sympathetic neurons. *Physiological Reviews*, 1971, 51 : 98
- Harnes DK, et al. The double anatomical innervation of thenar muscles. *J. Anat*, 1971, 109 : 461
- Jolo F, et al. A fine structural and electron histochemical study of axon terminals in the cat superior cervical ganglion after acute and chronic preganglionic denervation. *J. Anat*, 1971, 110 : 181
- Nadelhaft I, et al. The location and morphology of preganglionic neurons and the distribution of visceral afferents from the rat pelvic nerves; A HRP study. *J. Comp. Neurol*, 1984, 226 : 238
- Richardson GA, et al. Electron microscopic identification of autonomic nerve endings. *Nature*, 1966, 210 : 756
- Richardson KC. The fine structure of autonomic nerve endings in smooth muscle of the rat vas deferens. *J. Anat*, 1962, 96 : 427
- Robinson GA, et al. *Cyclic AMP*. New York, Academic press, 1971
- Romanes GJ. *Cunningham's Textbook of Anatomy*. 12th. Oxford, Oxford University Press, 1981
- Stein RM. Central projections of portions of the vestibular ganglion innervating specific parts of the labyrinth in the Rhesus monkey. *Am. J. Anat*, 1967, 120 : 281
- Afifi AK and RA Bergman. *BASIC NEUROSCIENCE*. Urban & Schwarzenberg; Baltimore-Munich, 1980
- Beckstead RM. Thalamostriatal projections. *J Comp Neurol* 1984, 223 : 313
- Beitz AJ. The midbrain periaqueductal gray in the rat. I. Nuclear volume, cell number, density, orientation, and regional subdivisions. *J Comp Neurol* 1985, 237 : 445
- Beitz AJ and RD Shepard. The midbrain periaqueductal gray in the rat. II. A Golgi analysis. *J Comp Neurol* 1985, 237 : 460
- Benevento LA and GP Standage. The organization of projections of the retinorecipient and nonretinorecipient nuclei of the pretectal complex and layers of the superior colliculus to the lateral pulvinar and medial pulvinar in the macaque monkey. *J Comp Neurol*, 1983, 217 : 307
- Berkley KJ. Cerebellar and somatic input to thalamus. *J Comp Neurol* 1983, 220 : 229-251
- Berman AL. *THE BRAINSTEM OF THE CAT. A cytoarchitectonic atlas with stereotaxic coordinates*. Univ Wisconsin Press; Madison, 1968
- Birkmayer W and G Pilleri. *THE BRAIN STEM RETICULAR FORMATION AND ITS SIGNIFICANCE FOR AUTONOMIC AND AFFECTIVE BEHAVIOR*. F. Hoffmann-La Roche & Co Ltd. ; Basle-Switzerland. 1996
- Björklund A et al. *HANDBOOK OF CHEMICAL NEUROANATOMY*. Vol 3, Classical transmitters and transmitter receptors in the CNS. Part I. Elsevier; Amsterdam, 1984
- Björklund A and T Hökfelt. *HANDBOOK OF CHEMICAL NEUROANATOMY*. Vol 4, GABA and neuropeptides in the CNS, Part I. Elsevier; Amsterdam. 1985
- Blum PS et al. Vestibular, auditory, and somatic input to the posterior thalamus of the cat. *Exp Brain Res*, 1979, 34 : 1
- Boivie J. The termination in the thalamus and the zona incerta of fibers from the dorsal column nuclei (DCN) in the cat. *Brain Res* 1971, 28 : 459
- Boivie J, The termination of the spinothalamic tract in the cat. *Exp Brain Res* 1971, 12 : 331
- Borg E. A neuroanatomical study of the brainstem auditory system of the rabbit, Part I. Descending connections. *Acta Morph Neerl Scand*. 1973, 11 : 49
- Brodal A. Anatomy of the vestibular nuclei and their connections. In *Handbook of Sensory physiology*. Vol VI/1 (H H Kornhuber, ed) Springer-Verlag; Berlin. 1974 pp. 240
- Brodal A. The vestibular nuclei in the macaque monkey. *J Comp Neurol* 1984, 227 : 252

- Burton H and EG Jones. The posterior thalamic region and its cortical projection in New world and Old world monkeys. *J Comp Neurol* 1976, 168 : 249
- Carpenter MB and GR Hanna. Fiber projections from the spinal trigeminal nucleus in the cat. *J Comp Neurol* 1961, 117 : 117
- Carpenter MB and RJ Pierson. Pretectal region and the pupillary light reflex. An anatomical analysis in the monkey. *J Comp Neurol* 1973, 149 : 271
- Chusid JG. CORRELATIVE NEUROANATOMY & FUNCTIONAL NEUROLOGY, Lange Medical Publications; Los Altos. 1982
- Cooper S. Muscle spindles in the intrinsic muscles of the human tongue. *J Physiol (Lond.)* 1953, 122 : 193
- Cuello AC et al. The anatomy of the CNS cholinergic neurons. *TINS* March, 1984, 74-78
- Deecke L et al. Nucleus ventroposterior inferior (VPI) as the vestibular thalamic relay in the rhesus monkey, I. Field potential investigation. *Exp Brain Res* 1974, 20 : 88
- Dewulf A. ANATOMY OF THE NORMAL HUMAN THALAMUS. Elsevier; Amsterdam. 1971
- Edley SM and AM Graybiel. The afferent and efferent connections of the feline nucleus tegmentopunculo-pontinus pars compacta. *J Comp Neurol*, 1983, 217 : 187
- Edwards SB et al. Sources of subcortical projections to the superior colliculus in the cat. *J Comp Neurol* 1979, 184 : 309
- Eisenman J et al. Functional organization in the main sensory trigeminal nucleus and in the rostral subdivision of nucleus of the spinal trigeminal tract in the cat. *Acta Physiol Scand* 1963, 59, (suppl)214 : 1
- Elliott HC. TEXTBOOK OF NEUROANATOMY. Pitman Medical Publishing Co., Ltd.; London, 1963
- Fallon JH et al. Catecholamine innervation of the basal forebrain, I. Amygdala, suprarhinal cortex and entorhinal cortex. *J Comp Neurol* 1978, 180 : 509
- Fallon JH and RY Moore. Catecholamine innervation of the basal forebrain, II. Olfactory bulb, anterior olfactory nuclei, olfactory tubercle and piriform cortex. *J Comp Neurol* 1978, 180 : 533
- Fallon JH and RY Moore. Catecholamine innervation of the basal forebrain, N. Topography of the dopamine projection to the basal forebrain and neostriatum. *J Comp Neurol* 1978, 180 : 545
- Feldman RS and LF Quenzer. FUNDAMENTALS OF NEUROPSYCHOPHARMACOLOGY. Sinauer Associates Inc Publisher, Massachusetts, 1984
- Fillenz M. Responses in the brainstem of the cat to stretch of extrinsic ocular muscles. *J Physiol (Lond.)* 1955, 128 : 182
- Geis GS and RD Wurster. Horseradish peroxidase localization of cardiac vagal preganglionic somata. *Brain Res* 1980, 182 : 19
- Gilman S and SS Winans. Manter & Gatz's ESSENTIALS OF CLINICAL NEUROANATOMY AND NEUROPHYSIOLOGY. edition 6, F A Davis Company, Philadelphia, 1982
- Goldman-Rakic PS. Working memory and the mind. *Scientific American* 1992, 267 : 73
- Gottlieb DI. GABAergic neurons. *Scientific American* 1986, 258 : 38
- Gottlieb S et al. The distribution of afferent neurons in the mesencephalic nucleus of the fifth nerve in the cat. *J Comp Neurol* 1984, 228 : 273
- Graybiel AM. A satellite system of the superior colliculus, the parabigeminal nucleus and its projections to the superficial collicular layers. *Brain Res.* 1978, 145 : 365
- Guyton AC. BASIC NEUROSCIENCE, Anatomy and Physiology. WB Saunders Company; Philadelphia, 1987
- Gwyn DG et al. Observations on the afferent and efferent organization of the vagus nerve and the innervation of the stomach in the squirrel monkey. *J Comp Neurol* 1985, 239 : 163

- Hamill GS and NJ Lenn. The subnuclear organization of the rat interpeduncular nucleus. *J Comp Neurol* 1984, 222 : 396
- Hayakawa T and K Zyo. Comparative cytoarchitectonic study of Gudden's tegmental nuclei in some mammals. *J Comp Neurol* 1983, 216 : 233
- Herkenham M and WJH Nauta. Afferent connections of the habenular nucleus in the rat. *J Comp Neurol* 1977, 173 : 123
- Holstage G. Some anatomical observations on the projections from the hypothalamus to brainstem and spinal cord; an HRP and ARG tracing study in the cat. *J Comp Neurol* 1987, 260 : 98
- Huert MF and JK Harting. Connectional organization of the superior colliculus. *TINS* 1984, 7 : 286
- Hukuhara T, Jr. Functional organization of brainstem respiratory neurons and rhythmogenesis. In *CENTRAL RHYTHMIC AND REGULATION* (W Umbach and HP Koepchen, eds), Hippokrates-Verlag, Stuttgart, 1974, 35-49
- Hutchins B and JT Weber. The pretectal complex of the monkey; A reinvestigation of the morphology and retinal terminations. *J Comp Neurol* 1985, 232 : 425
- Jacobowitz DM and M Palkovits. Topographic atlas of catecholamine and acetylcholinesterase-containing neurons in the rat brain. *J Comp Neurol* 1974, 157 : 13
- Jacobowitz DM and M Palkovits. Topographic atlas of catecholamine and acetylcholinesterase-containing neurons in the rat brain, I. Hindbrain 1974, 157 : 29
- Jacquin MF et al. Organization of HRP-labeled trigeminal primary afferent neurons in the rat. *J Comp Neurol* 1983, 215 : 397
- Jones BE and TZ Yang. The efferent projections from the reticular formation and the locus coeruleus studied by anterograde and retrograde axonal transport in the rat. *J Comp Neurol* 1985, 242 : 56
- Kalia M and K Fuxe. Rat medulla oblongata, I. Cytoarchitectonic considerations. *J Comp Neurol* 1985, 233 : 285
- Kalia M. Rat medulla oblongata, I. Dopaminergic, noradrenergic, and adrenergic neurons, nerve fibers, and presumptive terminal processes, *J Comp Neurol* 1985, 233 : 308
- Kalia M et al. Distribution of neuropeptide immunoreactive nerve terminals within the subnuclei of the nucleus of the tractus solitarius of the rat. *J Comp Neurol* 1984, 222 : 409
- Kandel ER et al. *PRINCIPLES OF NEURAL SCIENCE*. 3rd edition, Elsevier; New York, 1991
- Kappers JA and JP Schade(editors). *Prog Brain Res* 1965, 10
- Kerr FWL. Preserved vagal visceromotor function following destruction of the dorsal motor nucleus. *J Physiol (Lond.)* 1969, 202 : 755
- khachaturian H et al. Enkephalin systems in diencephalon and brainstem of the rat. *J Comp Neurol* 1983, 220 : 310
- Kuypers HGJM and JD Tuerk. The distribution of the cortical fibers within the nuclei cuneatus and gracilis in the cat. *J Anat(Lond.)* 1964, 98 : 143
- Loe PR et al. Body representation in ventrobasal thalamus of macaque; a single-unit analysis. *J Neurophysiol* 1977, 40 : 1339
- McCrea RA and R Baker. Cytology and intrinsic organization of the perihypoglossal nuclei in the cat. *J Comp neurol* 1985, 237 : 360
- McCrea RA and R Baker. Anatomical connections of the nucleus prepositus of the cat. *J Comp Neurol* 1985, 237 : 377
- Mehler WR. Further notes on the centre median, nucleus of Luys. In *THE THALAMUS*(DP Purpura and MD

- Yahr eds.)Columbia Univ Press; New York, 1966, 109
- Melender T et al. Distribution of galaninlike immunoreactivity in the rat central nervous system. *J Comp Neurol* 1986, 248 : 475
- Menestrey D et al. Spinal projections to the lateral reticular nucleus. *J Comp Neurol* 1983, 220 : 439
- Miller RA and NL Strominger. Efferent connections of the red nucleus in the brainstem and spinal cord of the rhesus monkey. *J Comp Neurol* 1973, 152 : 327
- Moore RY. Catecholamine innervation of the basal forebrain. I. The septal area. *J Comp Neurol* 1978, 177 : 665
- Morest DK and Oliver DL. The neuronal architecture of the inferior colliculus in the cat; defining the functional anatomy of the auditory midbrain. *J Comp Neurol* 1984, 222 : 209
- Moruzzi G and HW Magoun. Brainstem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1949, 1 : 455
- Nauta WJH and W Haymaker. Hypothalamic nuclei and fiber connections. In *THE HYPOTHALAMUS* (W Haymaker et al. eds) CC Thomas; Springfield ■. 136
- Netter FH. *THE CIBA COLLECTION OF MEDICAL ILLUSTRATIONS. Vol Nervous System.* CIBA; New York, 1972
- Nieuwenhuys R et al. *THE HUMAN CENTRAL NERVOUS SYSTEM.* Springer-Verlag; Berlin. 1978
- Nieuwenhuys R et al. *CHEMOARCHITECTURE OF THE BRAIN.* Springer-Verlag, Berlin. 1985, 7
- Oliver DL et al. Central nucleus of inferior colliculus. *J Comp Neurol* 1984, 222 : 237
- Olszewski J and D Baxter. *CYTOARCHITECTURE OF THE HUMAN BRAIN STEM.* S Karger; New York, 1954
- Oscarsson O. Functional organization of spinocerebellar paths. In *HANDBOOK OF SENSORY PHYSIOLOGY, Vol I, Somatosensory system* (A Iggo, ed) Springer-Verlag, Berlin, 1973
- Osen KK. Cytoarchitecture of the cochlear nuclei in the cat. *J Comp Neurol* 1969, 136 : 453
- Ottersen OP and J storm-Mathisen. Localization of amino acid neurotransmitters by immunocytochemistry. *TINS* 1987, 10; 250
- Peschanski M et al. Raphe connections to the diencephalon. *J Comp Neurol* 1984, 224 : 509
- Petras JM. Cortical, tectal and tegmental fiber connections in the spinal cord of the cat. *Brain Res* 1976, 6 : 275
- Price DD et al. Trigeminothalamic neurons in nucleus caudalis responsive to tactile, thermal, and nociceptive stimulation of monkey's face. *J Neurophysiol* 1976, 39 : 936
- Pugh WW and IH Wagman. Responses to somatic stimulation in n. parafascicularis (Pf) and in the posterior group of nuclei (PO) in the unanesthetized cat. *Proc Soc Neurosci* 1977, 7 : 490
- Purton H and EK Kopp. Thalamic connections with somatic sensory cortex. *J Comp Neurol* 1984, 224 : 173
- Quirion R. Atrial natriuretic factors and the brain. an update. *TINS*, 1988, 11 : 58
- Ross CA et al. rostral ventrolateral medulla; selective projections to the thoracic autonomic cell column from the region containing Cl adrenaline neurons. *J Comp Neurol* 1984, 228 : 168
- Royce GJ and RJ Mourey. Efferent connections of the centromedian and parafascicular thalamic nuclei; an autoradiographic investigation in the cat. *J Comp Neurol* 1985, 235 : 277
- Rye DB et al. Pedunculopontine tegmental nucleus of the rat; Cytoarchitecture, cytochemistry and some extrapyramidal connections of the mesopontine tegmentum. *J Comp Neurol* 1987, 259 : 483
- Saper CB et al. Direct hypothalamo-autonomic connections. *Brain Res* 1976, 117 : 305
- Saper CB. Function of the locus coeruleus. *TINS*, 1987, 10 : 343-344
- Satoh K and HC Fibiger. Distribution of central cholinergic neurons in the baboon (*papio papio*), I. General mor-

- phology. *J Comp Neurol* 1985, 236 : 197
- Sato K and HC Fibiger. Distribution of central cholinergic neurons in the baboon (*papio papio*), I. Topographic atlas correlated with catecholamine neurons. *J Comp Neurol* 1985, 236 : 215
- Schweitzer L et al. Development of the cochlear innervation of the dorsal cochlear nucleus of the hamster. *J Comp Neurol* 1984, 225 : 228
- Shapiro RE and RR Miselis. The central neural connections of the area postrema of the rat. *J Comp Neurol* 1985, 234 : 344
- Sotelo C et al. Development of olivocerebellar topography. *J Comp Neurol* 1984, 222 : 177
- Sparks DL and JS Nelson. Sensory and motor maps in the mammalian superior colliculus. *TINS* 1987, 10 : 312
- Swanson LW and BK Hartman. The central adrenergic system. An immunofluorescence study of the location of cell bodies and their efferent connections in the rat utilizing dopamine- β -hydroxylase as a marker. *J Comp Neurol* 1975, 163 : 467
- Swenson RS et al. Topography of spinal, dorsal column nuclear and spinal trigeminal projections to the pontine gray in the rat. *J Comp Neurol* 1984, 222 : 301
- Taber E. The architecture of the brainstem of the cat. I. Brain stem nuclei of the cat. *J Comp Neurol* 1961, 116 : 27
- Thalamus-its basic and clinical studies. *Advances in Neurological sciences* 1988, 32(3): special issue
- Todo K et al. Origins of vagal preganglionic fibers to the sinoatrial and atrioventricular node regions in the cat heart as studied by HRP method. *Brain Res* 1977, 130 : 545
- Takahashi T. The organization of the lateral thalamus of the hooded rat. *J Comp Neurol* 1985, 231 : 281
- Tomasch J. The numerical capacity of the human cortico-pontocerebellar system. *Brain Res* 1969, 13 : 476
- Travers JB and R Norgren. Afferent projections to the oral motor nuclei in the rat. *J Comp Neurol* 1983, 220 : 280
- Updyke BV. Cat lateral posterior complex. *J Comp Neurol* 1983, 219 : 143
- van der Kooy D et al. The organization of projections from the cortex, amygdala, and hypothalamus to the nucleus of the solitary tract in the rat. *J Comp Neurol* 1984, 224 : 1
- van der Kooy D and LY Koda. Organization of the projections of a circumventricular organ; the area postrema in the rat. *J Comp Neurol* 1983, 219 : 328
- van der Kooy D et al. Forebrain projections to the solitary nucleus. *J Comp Neurol* 1984, 224 : 1
- Vincent SR et al. Central somatostatin systems revealed with monoclonal antibodies. *J Comp Neurol* 1985, 238 : 169
- Walberg F. Descending connections from the mesencephalon to the inferior olive: an experimental study in the cat. *Exp Brain Res* 1974, 20 : 145
- Walberg F. Descending connections to the inferior olive. An experimental study in the cat. *J Comp Neurol* 1956, 104 : 77
- Walker AE and JF Fulton. The thalamus of the chimpanzee. III. Metathalamus. Normal structure and cortical connections. *Brain* 1938, 61 : 250
- Watanabe T et al. Distribution of the histaminergic neuron system in the central nervous system of rats. *Brain Res* 1984, 295 : 13
- Williams PL et al. GRAY'S ANATOMY. 37th edition, Churchill Livingstone; Edinburgh, 1989
- Whitehead MC and ME Frank. Anatomy of the gustatory system in the hamster; central projections of the chorda tympani and lingual nerve. *J Comp Neurol* 1983, 220 : 378
- Whitsel BL et al. Thalamic projections to S-1 in macaque monkey. *J Comp Neurol* 1978, 178 : 385

Woolsey TA and H van der Loos. The structural organization of layer IV in the somatosensory region (SI) of mouse cerebral cortex. The description of a cortical field composed of discrete cytoarchitectonic units, *Brain Res* 1970, 17 : 205

Yasui Y et al. The posteromedial ventral nucleus of the thalamus (VPM) of the cat. Direct ascending projections to the cytoarchitectonic subdivisions. *J Comp Neurol* 1983, 220 : 219

Zucker E and WI Welker. Coding of somatic sensory input by vibrissae neurons in the rat's trigeminal ganglion. *Brain Res* 1969, 12 : 138

Kelley A E, et al. The amygdalostriatal projection in the rat an anatomical study by anterograde and retrograde tracing methods. *Neuroscience*, 1982, 7 : 615

Szabo J. The efferent projections of the putamen in the monkey. *Exp Neurol.* , 1976, 19 : 463

Fox C A, Rafols J A. The radial fibers in the globus pallidus. *J. Comp. Neurol.* 1975, 159 : 177

Grofova I. The identification of striatal and pallidal neurons projecting to substantia nigra, A experimental study by means of retrograde axonal transport of horseradish peroxidase. *Brain Res.* , 1975, 91 : 286

Carman J B, et al. The cortical projection upon the claustrum. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* , 1964. 27 : 46

Macchi G, et al. The claustrum-cortical projections, a HRP study in the cat. *Neurosci Letters Suppl*, 1978, 1 : 166

Swanson L W. An autoradiographic study of the efferent connections of the preoptic region in the rat. *J. Comp. Neurol.* , 1976, 167 : 227

Chow KL, Leiman AL. The structural and functional organization of the neocortex. *Neurosci. Res Progr Bull.* 1970, 8 : 153

Cragg BC. The density of synapses and neurones in the motor and visual areas of the cerebral cortex. *J Anat (Lond.)* 1967, 101 : 639

Gray EG. Axo-somatic and axo-dendritic synapses of the cerebral cortex; an electron microscopic study. *J. Anat (Lond).* 1959, 93 : 420

Gatter KC, Powell TPS. The projection of the locus coeruleus upon the neocortex in the macaque monkey. *Neuroscience*, 1977, 2 : 441

Pakkenberg H: The number of nerve cells in the cerebral cortex of man. *J Comp Neurol.* , 1966, 128 : 17

von Economo CF. *The Cytoarchitectonics of the Human Cerebral Cortex.* Oxford Medical Publications, London, 1929

Mountcastle VB. Modality and topographic properties of single neurons of cat's somatic sensory cortex. *J Neurophysiol.* , 1975, 20 : 408

Martinez M *Neuroanatomy Development and structure of the central Nervous system* WB saunders company 1982

Suh T H and Alexander I *Arch Neurol psychiat* 1939, 41 : 659

Malcolm B Carpenser AB *Human Neuroanatomy* 7th edition 1976, p. 600

Roger Warwick and Peter L. Williams *Gray, s Anatomy* 35th 1973, 839

Woolam DHM and Millen JW; *proc R soc Med* 1958, 51 : 540

Nbbaek C R : *Blood circulation The Nervous System* 2th. ed 1977, 28~32

Bittar EE. *Membrane Structure and Function.* Vol1, new York; John Wiley & Sons, 1980

Haagenen CD. *The Lymphatics in Cancer.* Philadelphia; WB Saunders Company, 1972

Yoffey JM & Courtice FC. *Lymph & Lymphoid Tissue.* 2nd Ed. , London; Edward Arnold Ltd, 1956

Rusznayk I et al. *Lymphatics and Lymph Circulation.* Oxford. London, New York, Paris; Pergaman Press Ltd. .

1960

- Rouviere H et al. *Anatomy of The Human Lymphatic System*. Michigan; Edwards Brothers Inc. , 1938
- Bloor CM. Functional significance of the coronary collateral circulation. *AM J Pathol*, 1974, 76:562
- Wearn JT et al. The nature of the vascular communications between The coronary arteries and the chambers of the heart. *Am Heart J*, 1933, 9:143
- Wearn JT. The role of the thebesian vessels in the circulation of the heart. *J Exp Med*, 1928, 47:293
- Moir Tw et al. Thebesian drainage of the septal artery. *Circ Res*, 1963, 12:212
- Eckstein Rw et al. Observation of the thebesian veins and the luminal vessels in the right ventricle. *Am J Physiol*, 1941, 132:648
- Moir TW. Study of luminal coronar collateral circulation in the beating canine heart. *Circ Res*, 1969, 24:735
- Myers WW et al. Amount and distribution of Rb86 transported into myocardium from ventricular lumen. *Am J Physiol*, 1966, 211:739
- Nakashima S et al. Scanning electron microscopic studies of coronary microvascular architecture by corrosion cast : The neighbouring architecture of the sinus node. *J Clin Electron Microscopy*, 1983, 16:5
- Haipen MH et al. Phylogenetic study of the extracardiac arteries to the heart. *Am J Anat*, 1958, 102:469
- Schlesinger MJ. A inzection plus dissection study of coronary artery occlusions and anastomoses. *Am Heart J*, 1938, 15:528
- Prinzmetal M et al. Studies on the coronary circulation. ■. collateral circulation of beating human and dog hearts with coronary occlusion. *Am Heart J*, 1948, 35:689
- Baroldi G et al. The collaterals of the coronary arteries in normal and pathologic hearts. *Circ Res*, 1956, 4:223
- Baroldi G. The coronary arterial collateral circulation in man. *Acta Cardiol suppl*. 1969, 13:17
- Pepler WJ et al. Interarterial coronary anastomoses and coronary pattern. a comparative study of South African Bantu and European Hearts. *Circulation*, 1960, 22:14
- Bing RJ et al. Experimental myocardial infarction; circulatory, biochemical and pathologic changes. *Am J Med Sc*, 1956, 232:536
- Ring PA. Myocardial regeneration in experimental ischaemic lesions of the heart. *J Path Bact*, 1950, 62:21
- James C et al. Myocardial ischemia and early infarction: An electron microscopic study. *Am J Path*, 1959, 35:489
- Jenning RB et al. Structural changes in myocardium during acute ischemia. *Circ Res*, 1974 35, (supl ■):156
- Stenger RJ et al. Structure of the cardiac muscle cell. *Am J Med*, 1961, 30:653
- Herdson PB et al. A comparative study of the fine structure of normal and ischemic dog myocardium with special reference to early changes following temporary occlusion of a coronary artery. *Am J Path*, 1965, 46:367
- Kloner RA et al. Effect of a transient period of ischemia on myocardial cells. ■. Fine structure during the first few minutes of reflow. *Am J Path*, 1974, 74:399
- DiDio LJA. The atrioventricular branches of the human coronary arteries. *J Morph*, 1967, 123:397
- ToseD, DiDio LJA, et, al. Atrioventricular and ventriculoatrial branches of the coronary arteries in human hearts *Acta Anat*, 1991, 140:294
- Peachey L. Electron microscopic observations on the accumulation of divalent cations in intramitochondrial granules. *J Cell Biol*, 1964, 20:95
- Whalen DA et al. Effect of a transient period of ischemia on myocardial cells. I. effect on cell volum regulation. *Am J Path*, 1974, 74:381
- Zhong Cisheng et al. Ultrastructure studies of myocardial repair and regeneration in canine experimental myocardial infarction. *Chinese Med J*, 1980, 93:54

Taylor IM et al. Ultrastructural changes of ischemic injury due to coronary artery occlusion in porcine heart. *J Mol Cell Cardiol*, 1984, 16:79

Hassler O. A microangiographic study of myocardial infarction. *Am Heart J*, 1971, 81:521

Fine G et al. Experimental myocardial infarction. *Arch Path*, 1966, 82:4

Schaper W et al. The development of a collateral circulation in the pig and dog heart, *Cardiologia*, 1967 51:321

Schaper W et al. DNA synthesis and mitoses in coronary collateral vessels of the dog. *Circ Res*, 1971, 28:671

Zoll PM et al. Interarterial coronary anastomoses in the human heart with particular reference to anemia and relative cardiac anoxia. *circulation*, 1951, 4: 797

Bishop SP et al; Regional myocardial blood flow following coronary occlusion in unanesthetized normal and hypoxemia dog. *Am J Cardiol*, 1974, 33: 127

Zoll PM et al; Effect of vasomotor drugs and anemia upon interarterial coronary anastomoses. *Circulation*, 1952, 6:832

Kattus AA et al; Some determinants of coronary collateral blood flow in the open-chest dog. *Circ Res*, 1959, 7:628

Gregg DE et al; Magnitude adequacy and source of the collateral blood flow and pressure in chronically occluded coronary arteries. *Am J Physiol*, 1939, 127:161

Elliot EC et al. Day to-day change in coronary hemodynamics secondary to constriction of circumflex branch of left coronary artery in conscious dogs. *Circ Res*. 1968, 22:237

Pasky S et al; Systemic and coronary effects of coronary artery occlusion in unanesthetized dog. *Am J Physiol*, 1971, 220:646

Menick FJ et al; Coronary collateral circulation; determination of an anatomical anastomotic index of functional collateral flow capacity. *Am Heart J*, 1971, 82:503

Levin DC. Pathways and functional significance of the coronary collateral circulation. *Circulation*, 1974, 50:831

Helfant RH et al. Functional importance of human coronary collateral circulation. *N Engl J Med*, 1977, 284: 1277

Franklin. Myocardial revascularization. Radiographic considerations. NY, L., State J Med, 1970, 70:1978

Kriss JP et al. Radioisotopic angiocardiology, wide scope of applicability in diagnosis and evaluation of therapy in disease of the heart and great vessels. *Circulation*, 1971, 43:792

Havey R et al. Dual radionuclide myocardial imaging in diagnosis of myocardial infarction. *J Nucl Med*, 1977, 18:594

Parker JA et al. A new technique for the calculation of left ventricular ejection fraction. *J Nucl Med*, 1972, 13: 649

Tobinick E et al. Right ventricular ejection fraction in patient with acute anterior and inferior myocardial infarction assessed by radionuclide angiography. *Circulation*, 1978, 57:1078

Forman R et al prognostic significance of preoperative left ventricular ejection fraction and valve lesion in patients with aortic valve replacement. *Amer J Cardiol*, 1980, 45:1120

Muir AR. Observations on the fine structure of the Purkinje fiber in the ventricles of the sheep's heart. *J Anat*. 1957, 91:251

Kawamura K. Electron microscope studies on the cardiac conduction system of the dog I. The Purkinje fibers.

第六篇

感 觉 器

概 述

感觉器官 sensory organs 随着生物的进化,由简单到复杂,它的发生、发展与神经系有着极密切的关系。感觉器官的感受装置,为感觉神经元的末梢结构,称为感受器,感受器接受内、外环境的刺激,然后将刺激所引起的兴奋转化为神经冲动,冲动沿传入神经,传入中枢神经系的高级部分大脑皮层而产生感觉。

人类在劳动的影响下,脑和感觉器官得到更高度的发展和分化,脑通过视、听感觉器官的发展而成为思维意识的器官。恩格斯在《自然辩证法》中论述到:“在脑髓进一步发展的同时,它的最密切的工具,即感觉器官,也进一步发展起来了。正如语言的逐渐发展必然是和听觉器官的相应完善化同时进行的一样,脑髓的发展也完全是和所有感觉器官的完善化同时进行的。鹰比人看得远得多,但是人的眼睛识别东西却远胜于鹰。狗比人具有更锐敏得多的嗅觉,但是它不能辨别在人看来是各种东西的特定标志的气味的一部分。”

人类感觉器官,就是在生后,也随着不断实践而日趋完善,从而获得其特殊性。如失明者,可借助触觉,辨认盲人文字;经过训练的战士闭上眼睛可以拆装枪枝。视觉和听觉的例子也不少,如绘画工作者能够辨别一般人不容易注意的色泽;熟练的售货员可以区别出多种不同黑色的布;再如熟练的机修工人,能从叩击的音响中,检查出机器损伤的部分。以上这些例子都说明感觉器的发展和完善,与生产劳动和实践训练有着密切的关系。

在发生上,感觉器与神经系关系密切,在功能上更是神经系不可分割的一部分。神经系的反射活动,是通过反射弧来实现的。反射弧包括感受器、传入神经元、反射中枢(中间神经元)、传出神经元及效应器等五部分。因而只有将感觉器和神经系作为一个系统对待,才能获得完整正确的概念。巴甫洛夫将感受器接受刺激转为神经冲动经传入神经至反射中枢,称之为分析器,认为感受器是分析器的周围部,分析器的第二部分就是中间传导部分,第二部分即大脑的皮质部分。感受器只能对环境的刺激作粗略的分析;即对适宜的刺激有特别灵敏的反应性(如视器对光、听器对声),传导部则将起自感受器的神经冲动传入分析器的中枢部大

脑皮质，在此进行精细的分析和综合而产生感觉。因此，可以说感觉器无论从发生上、功能上和结构上，都是神经系的一部分。

高度分化的感觉器结构，由于适应和执行其高度发展的功能，而出现了各种辅助结构，对感受器起着保护的作用。如感受温度、压力、疼痛、触摸等比较简单的皮肤感受器，皆掩蔽于表皮之下，或以非感觉的细胞群围绕。其余的感受器由身体表面转移到某些腔中，如嗅器位于鼻腔的深部；味器位于口腔内；视器则位于具有很多辅助装置的骨质眼眶中；听器则位于坚固的颞骨岩部中。

感受器可区分为内感受器和外感受器两种。内、外感受器同样都是分析器的周围部。

内感受器存在于内脏、血管壁内、横纹肌及其肌腱中，它感受血管、内脏以及运动器的刺激，如感受血液的压力和化学变化刺激的感受器，称为压力感受器和化学感受器；感受肌肉收缩力改变的感受器，称为本体感受器。

外感受器，感受外界环境的刺激，如感受光、声、触、嗅、味等刺激的感受器，以及触压、痛、温等皮肤感受器，都属外感受器。嗅味等刺激，虽然来自外界，但这两种感受器与内脏活动有关，故亦可列入内感受器。

第四十三章 视 器

视器 visual organ, 即眼 eye, 由眼球、视神经及眼的附属器共同组成。

眼球由眼球壁及眼球内容物所构成。眼的附属器官包括有眶、睑、结膜、泪器、眼球外肌以及眶内的平滑肌、眼球筋膜、眶脂体等。此外, 眶腔内还分布有营养视器的血管、神经等结构。

眼球位于眶的前半部, 其前 1/3 露于眼裂处被睑覆盖。视神经位于眶的深部, 经视神经管与脑相连。眼球外肌则位于眼球及视神经的周围。其他脂肪组织、结缔组织、筋膜及血管、神经等结构填充其间。

视器的功能是, 视网膜接受光的刺激, 产生神经冲动, 通过视神经传入大脑皮质视觉区而产生视觉, 借以辨认外界事物。

第一节 眼球的形态、构造

眼球 eyeball 外形近似球体, 前后径最长约 24mm, 水平径居长约 23.5mm, 垂直径最短约 23mm。眼球前面角膜中心点叫前极 anterior pole, 眼球后面巩膜中心点称后极 posterior pole。通过前、后两极之直线称眼轴 axis of eyeball。在眼球表面将距离前、后极相等的各点连成一线, 称眼球解剖学中纬线, 也称为赤道 equator。经眼球表面前、后极所联接的线, 称经线 meridians。眼球经线圆周的长度约 74.91mm。

眼轴应与眶轴和视轴 optic axis 相区别。眶轴是自蝶骨小翼根的骨片前缘至眶高线中点的连线, 即眶的深度。两眶轴在后方的交角称分歧角。初生儿时该角为 45° , 随眶的发育而有所增加, 故小儿斜视可暂时不进行手术治疗。成人眶轴的长度, 约 46.9~47.9mm, 因而手术器械进入眶内或球后麻醉时, 深度不宜超过 40mm, 以免误入颅内。两眶外壁所成之角叫眶外壁交角近于 90° 。自鼻根至两眶外缘平面所成之角称眶角, 约 145° (图 6-1)。

被视物经过眼球屈光系统的光学中心节点 nodal point 与视觉最敏锐处的黄斑中央凹的连线, 称视轴 optic axis。视轴在胚胎时期, 随视器的发育、眶轴的改变而移动, 在生

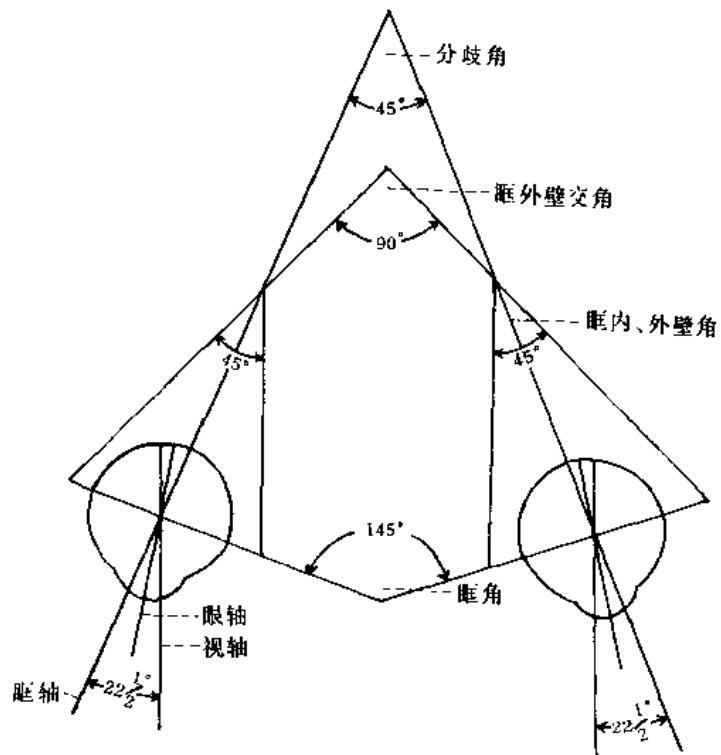


图 6-1 眼轴、眶轴和视轴

后亦随眼眶的发育、眶轴的改变而移动。当眶轴分歧角为 45° 时。两视轴几近平行。

眼球可分为眼球壁和眼球内容物两部分；眼球壁由眼球外膜、中膜和内膜构成。眼球内容物包括透明呈液态的房水、透明呈固态的晶状体以及透明呈胶状半流动体的玻璃体(图 6-2)。

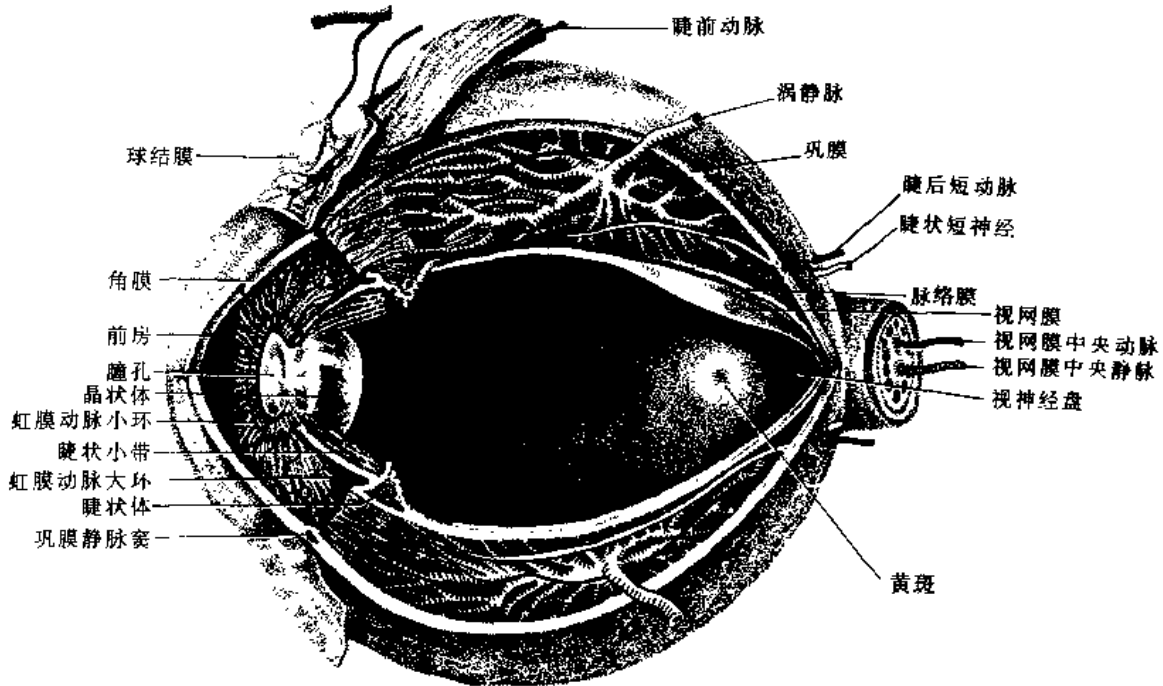


图 6-2 眼球的构造

一、眼 球 壁

(一) 眼球外膜

眼球外膜 external tunic of eyeball 组织坚韧、致密，又称眼球纤维膜 fibrous tunic of eye ball。对眼球内部组织起保护和支撑作用。它的前 $1/6$ 无色透明，叫角膜；后 $5/6$ 是白色不透明的膜，叫巩膜。角膜和巩膜相重叠连接的部分，叫巩膜角膜部 corneoscleral part，又称之为角膜缘 limbus corneae。巩膜在接近角膜缘处，有一环形的小管，称巩膜静脉窦 sinus venosus sclerae，也称 schlemm 管。

1. 角膜 cornea 的形态结构(图 6-3) 角膜为无色、无血管、透明且质地致密具有一定弹性的光滑结构。重约 180mg。形似外凸内凹的镶玻璃样，周缘呈楔形与巩膜相嵌合，嵌合的部分即角膜缘，呈淡蓝色。角膜缘的宽度系指在低倍镜下自前界层止端至巩膜静脉窦前缘之间的垂直距离，该宽度在上、下、鼻、颞各侧并不相等，以 12 点处最宽。国人上角膜缘宽度均值为 $1.53 \pm 0.18\text{mm}$ 。因此，手术切口部位从角膜缘前界向后不超过 1.5mm，则不致损伤滤帘。滤帘系指介于巩膜和角膜之间的小梁结构，也是房角网状组织(即小梁网 trabecular reticulum)的一部分。

由于角膜缘上、下部比两侧部宽，因而角膜前面呈椭圆形，后面仍呈圆形，因而角膜前面的横径大于垂直径。根据孙世珉等用 wissely 管形角膜计测量，角膜前面横径的平均值：男性为 11.04mm，女性为 10.95mm。垂直径的平均值：男性为 10.13mm，女性为 10.08mm。超过 13mm 者，都应视为病态的大角膜。角膜横径可作为诊断先天性青光眼的重要依据。

(1) 角膜的大小变化：角膜来源于体表外胚层和中胚层，胚胎第 6 周末开始发生，至胚

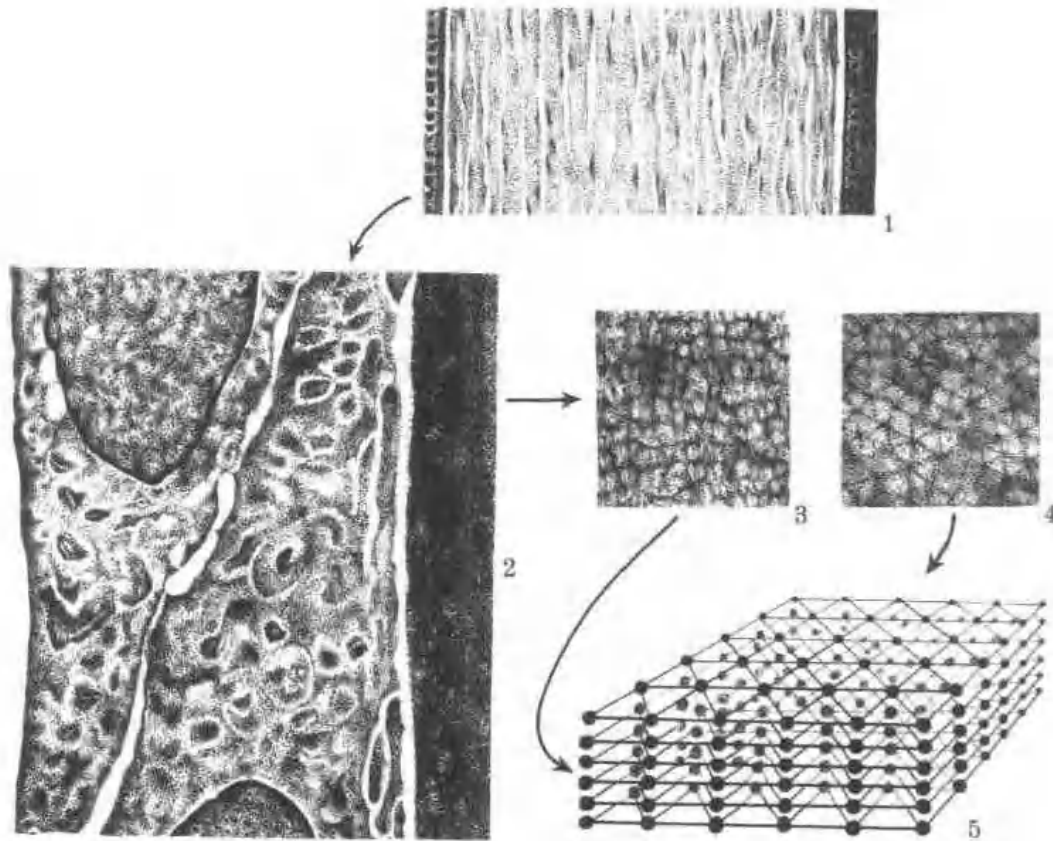


图 6-3 角膜切片及其后界层电子显微镜图

1. 角膜切片, 由右至左依次为角膜上皮层、角膜前界层、角膜固有质、角膜后界层、角膜后上皮层 2. 为后界层与后上皮层电子显微镜图 3. 为后界层的垂直切面 4. 为后界层平行切面 5. 为后界层两个切面关系示意图

胎第 3 个月已具有角膜各层组织。根据赵亮等对胎儿资料的统计: 3 个月角膜横径为 3.93mm, 约为成人的 1/3; 5 个月为 5.80mm, 约为成人的 1/2; 7 个月为 8.41mm, 约为成人的 2/3。所以角膜在胎儿阶段发育最快, 出生后 1~6 个月发育仍较快。1~6 岁生长速度明显减慢, 6 岁以后角膜发育停止。又据孙世珉的观察, 无论男女 6~25 岁之间的角膜较大, 46 岁以后角膜较小, 50 岁以上是最小的。有随年龄增长而变小的趋势, 由此论断角膜有由小增大, 由大变小的趋向, 这对研究先天性眼球畸形、变异以及用早产儿为供体作角膜移植等都有参考价值。

(2) 角膜的弯曲度: 角膜是眼球屈光装置中的重要部分, 屈光度为 43D。角膜弯曲度是不均匀的。角膜中央部分, 即直径为 4mm 的区域, 极似球形, 屈光度最为规则, 称为光学区。自此区域向周边渐趋扁平, 鼻侧较颞侧明显, 上侧比下侧明显。所以, 光学区以外的角膜各部的曲率半径是不相等的。因此, 正常人的角膜, 也是不同程度的存在散光现象的。角膜光学区的曲率半径, 前面为 7.84mm, 后面为 6.8mm, 屈光指数为 1.37。当这些数值发生改变时, 则出现屈光不正。曲率半径的倒数, 称为曲率。曲率愈大, 表示弯曲程度愈大。角膜的弯曲度大于晶状体的弯曲度, 所以, 眼球对光的折射作用, 主要发生在角膜表面, 而不是在晶状体。角膜弯曲度因不同个体而不同, 同一个体的不同时期也不尽一致。新生儿的角膜较成年人的扁, 但青年人的角膜弯曲度却比老年人, 所以, 角膜弯曲度也与角膜大小的发育情况相似, 有由小增大, 由大变小的发育情况。

(3) 角膜的厚度: 角膜的中央部较薄而周边部较厚, 角膜中央厚度均值为 0.583~

0.641mm，周边部厚度约为 1.1mm。儿童角膜比成年人的厚，但新生儿角膜周边部厚度，却与成人极为相近。角膜缘的厚度，据韩亚男、赵亮等测量均比角膜周边部薄，此点在临床应用方面，有一定参考价值。

(4) 角膜透明度有赖以下因素维持：①占角膜全厚 9/10 的固有层是由平行排列且具有同等屈光指数的纤维薄板组成，而且没有血管分布。②固有层内含有大量透明质酸。③角膜内含有适量的水分。人体死亡后，角膜内皮遭到破坏，房水浸入角膜实质，因而死后不久，角膜出现混浊。角膜实质炎或角膜溃疡时，可致角膜混浊，愈后结痂，失去透明性，影响视力。

角膜的上皮表层，并非与空气直接接触，两者之间隔以泪膜 tear film，通常将此液体膜也看做角膜的一个组成部分，它参与角膜的对光折射作用。泪膜可分为三层：外层为油脂层，是由睑板腺、睫毛周围的特殊汗腺即 Moll 腺和睑缘处的皮脂腺即 Zeis 腺等分泌物所形成。中层为水样层，由泪腺的分泌物形成，因含有碳酸氢盐和蛋白质，故有一定的缓冲能力。内层为粘液层，为富有粘蛋白的水合物，是由结膜杯状细胞分泌而来。角膜上皮的微绒毛伸入此层中。泪膜对角膜具有保护作用。角膜接触镜，直接贴于眼球表面与泪膜紧密相接，与眼球形成一个完整的光学体系，具有视物不会变大、变小，视野不受影响等优点，对高度近视患者尤为适宜，然需要医护人员操作，注意清洗镜片，以防泪液中的蛋白、脂肪等阻塞镜片微孔而影响其含水和透氧功能。

(5) 角膜上皮层 anterior corneal epithelium：由 5~6 层细胞组成，全厚约 50~100 μ m，排列极为整齐，与结膜上皮相连续，与前界层易于分离。最深层为单层矮柱状的基底细胞，在人类为胚细胞，约有 4 周寿命，以有丝分裂方式经 3.5~7 天，将子细胞渐推至浅层。深层为 2~3 层多边形的翼状细胞。表层也是 2~3 层多边形细胞。正常情况下，表层细胞的最浅层为不角化的扁平细胞。整个上皮层内不含壶状细胞，这是与结膜上皮的明显区别。在角膜前上皮的各层内，尤其是基底细胞层中，都存在纤维细胞间桥和张力原纤维，它们具有支持作用。

角膜上皮层再生能力很强，抗感染力也很强，结膜囊内虽有多种细菌存在，但只有在角膜上皮损伤的情况下，才可致角膜炎。全身病变特别维生素 A 缺乏时，可影响角膜前上皮的抵抗力和再生作用。由于角膜前上皮再生能力很强，故对许多角膜前上皮的病变，可利用刮去角膜上皮的方法，给予治疗。

角膜上皮层的神经分布很丰富，为来自三叉神经的感觉末梢，穿过前界层，直接止于上皮细胞间，故感觉很锐敏。据观察角膜中央部比周边部敏感，沿水平向的比垂直向的敏感，下部要比上部敏感，角膜反射试验，常为许多眼病以及神经病变的一个重要指征。

位于前上皮底层深面的基底膜，系由上皮细胞分泌而成，破坏后可以再生，角结膜缘处有新生物形成时，其是否穿破基底膜，为诊断癌的一个重要客观依据。

(6) 角膜前界层 anterior limiting lamina：又称 Bowman 膜。位于角膜上皮层和固有质之间。为均质透明的薄膜，厚约 10~13 μ m，系由排列不规则的胶原纤维组成，无细胞构造，与固有质连结牢固，与上皮细胞层分界清楚。病理情况时，上皮细胞层易从此层上剥脱。前界层上有许多小孔，为角膜神经所穿过。此层受损后不能再生，愈合时为疤痕组织代替，形成角膜云翳或白斑。因此，角膜上皮损伤后，必须严防感染，以免发生角膜溃疡而导致此层受损。前界层虽不能再生，但对外伤和感染具有较高的抵抗力。在角膜缘部，此层缺如，故常以它的止端，作为角膜缘前界的标志。

(7) 角膜固有质 proper substance of cornea：又称角膜实质和基质，此层占角膜全厚的

90%，由胶原纤维、角膜细胞、细胞外的粘液基质以及少量弹性纤维所组成。纤细的胶原纤维平行排列组成200~250个板层，这些薄板层，互相重叠而与角膜表面平行。每个板层的纤维几乎都是平行的，但和邻近板层的纤维则成钝角相交。在板层之间，充以胚胎性的粘液基质，其中有纤维细胞，叫角膜细胞，它们借突起彼此连接成网，但在电镜下，它们并未真正融合。在角膜外伤和炎症时，能演变为成纤维细胞，产生纤维结缔组织，起到修补作用。此外还含有属于白细胞的游走细胞，它们来自角膜缘血管网，正常时为数不多，当角膜发炎时则数量激增。靠后界层处，弹性纤维含量较多。

角膜板层排列整齐以及板层之间的胚胎性粘液基质，都是保持角膜透明度的重要因素。故当角膜板层受损形成疤痕组织，疤痕组织系由成熟的胶原纤维构成，排列紊乱，因而透明度减退。临床上进行角膜层间移植手术时，沿板层平面，则易于进行层间剥离，这也与板层的平行排列有关。

在角膜缘部，角膜固有质失去规则的排列形式，逐渐移行于巩膜组织，其内有大量的血管，构成角膜缘环状丛，对角膜营养有重要作用。

(8) 角膜后界层 posterior limiting lamina：又称 Descemet 膜，位于角膜内皮和固有质之间，它易于二者分开，在角膜缘处该层甚薄，续于滤帘。它是均质性透明薄膜，很坚实、富有弹性，损伤后可以再生，常随年龄增长而变厚。对化学或病理刺激有很大的抵抗力，故在严重的角膜溃疡中，在溃疡区角膜固有质可尽被破坏，但后界层因不能承受眼内压而向溃疡区内膨出，却不马上穿孔。严重的角膜实质炎后，此膜可增厚，在裂隙灯下呈现一条很厚的不规则的反光带。

在家族性、遗传性肝豆状核变性病中，铜的新陈代谢紊乱，铜的硫化物以色素颗粒形式在后界层末端附近沉着，出现位于角膜缘处约2mm宽度的淡绿色环，成为眼科诊断此病的重要依据之一。

在电镜下，于后界层的垂直切面上，可见呈颗粒带状的横纹，在后界层平行切面上，颗粒之间以细丝相连成六角形(图6-3)。此层现今认为它是内皮细胞的基底膜，经组织化学方法证明它含有胶原纤维成分。

(9) 角膜后上皮 posterior corneal epithelium：又称角膜内皮 corneal endothelium，是角膜最内层，由一层六角形扁平细胞构成，排列整齐，越过虹膜角膜角与虹膜前面的细胞相连续。在裂隙灯显微镜活体检查时，细胞呈棕黄色六角形，高约5 μ m、宽约18~20 μ m。胞浆为粒状，核居中央，常能见到细胞内空泡，现今认为空泡的存在与内皮细胞功能和生理状态有关。电镜下，可看到内皮细胞之间存有潜在小管(图6-3)。在角膜内皮细胞有病理性改变的基础上，可出现角膜后沉着物，这是诊断虹膜睫状体炎的最重要的体征之一。

角膜移植术时，如损伤内皮细胞，可影响角膜和前房之间的离子交换和液体的渗透作用，造成相应部位的角膜基质混浊，或在角膜背面形成纤维膜，导致手术失败。

角膜前上皮、前界层与结膜毗连，角膜固有质与巩膜毗连，角膜后上皮与虹膜毗连。因此，结膜、巩膜以及虹膜上的病变，常有向角膜蔓延的趋向，例如结膜炎常影响角膜前上皮和固有质的前部。巩膜炎影响固有质的中部，而虹膜炎则影响后上皮、后界层及其附近的固有质后部。反之，角膜组织的病变也可向其毗连的组织蔓延。

(10) 角膜的神经：角膜上皮具有丰富的神经末梢，位于前上皮细胞之间，直达最表层。连于神经末梢的神经纤维，在前上皮细胞层的深面，组成基底神经丛。传入纤维又由此穿过

前界层和角膜固有质前部，进入位于巩膜静脉窦外侧的环状丛。环状丛是由睫状神经特别睫状长神经参与组成的。来自角膜的感觉纤维经环状丛和位于睫状体部的睫状神经丛，进入脉络膜周隙的睫状短神经，继而再经睫状神经节长根、鼻睫状神经、眼神经和三叉神经而传入中枢。

人的角膜神经纤维超微结构研究(Matsuda 1968)表明：当神经纤维进入角膜分布时，神经内膜和髓鞘是逐渐失去的，没有特殊的终末器官，神经纤维在上皮的行程中，没有雪旺细胞。

角膜感觉锐敏，对外伤、异物、强光及干燥等都能引起明显的疼痛和流泪、怕光等不适。全身麻醉时，角膜知觉最后消失。因此，角膜反射是否存在，是判断麻醉深度的标志之一。

2. 巩膜 sclera 的形态结构 巩膜由致密纤维组织构成，质地坚牢，呈磁白色，不透明，为眼球外膜的后 5/6 部，它的曲率半径为 12.7mm。巩膜前部与角膜嵌合的部分称为前巩膜孔 anterior scleral foramen。孔的周缘呈贝壳沟状。巩膜与角膜交界处的外面稍内陷，称为外巩膜沟 external sulcus of sclera；交界处的内面也稍凹陷，形成内巩膜沟 internal sulcus of sclera。内巩膜沟的后缘稍凸起，称为巩膜突 scleral spur，为睫状肌附着处，沟的底部，为巩膜静脉窦的壁，沟上有呈桥状跨过的纤维，即滤帘(图 6-4)。巩膜后部被视神经穿过的部分称后巩膜孔 posterior scleral foramen，又称巩膜管，呈漏斗形。管的外口直径为 3.0~3.5mm。内口直径为 1.5~2.0mm。此处巩膜外 2/3 的组织与视神经的硬膜鞘相连续，内 1/3 的组织横过后巩膜孔形成薄板，被视神经纤维穿过，称为巩膜筛板 cribriform plate of sclera。后巩膜孔为眼球壁最薄弱的部分，在青光眼病中，眼压长期升高，压迫筛板向后移位，形成视神经盘凹陷。但正常筛板的硬度和韧性，个体间可有较大的差异，有的虽高眼压，视神经盘亦可不显凹陷。筛板中央有一较大的孔，为视网膜中央动、静脉通过。密集的视神经纤维通过筛板上的小孔，当炎症或水肿时，筛板小孔扩张力小，因而视神经纤维容易受孔壁绞勒、挤压而萎缩。

巩膜还有许多被神经、血管穿过的小孔，在视神经周围有睫后长、睫后短血管和神经穿过，有的直向通过，有的斜向迂曲而行。血管、神经虽同经一孔，但其间有纤维组织相隔。在赤道后面，有涡静脉斜穿巩膜的管道。穿出的涡静脉一般有四支。两个上涡静脉，在上直肌腱的两侧穿出巩膜。两个下涡静脉，在下直肌腱的两侧穿出巩膜。涡静脉斜穿巩膜的管道约

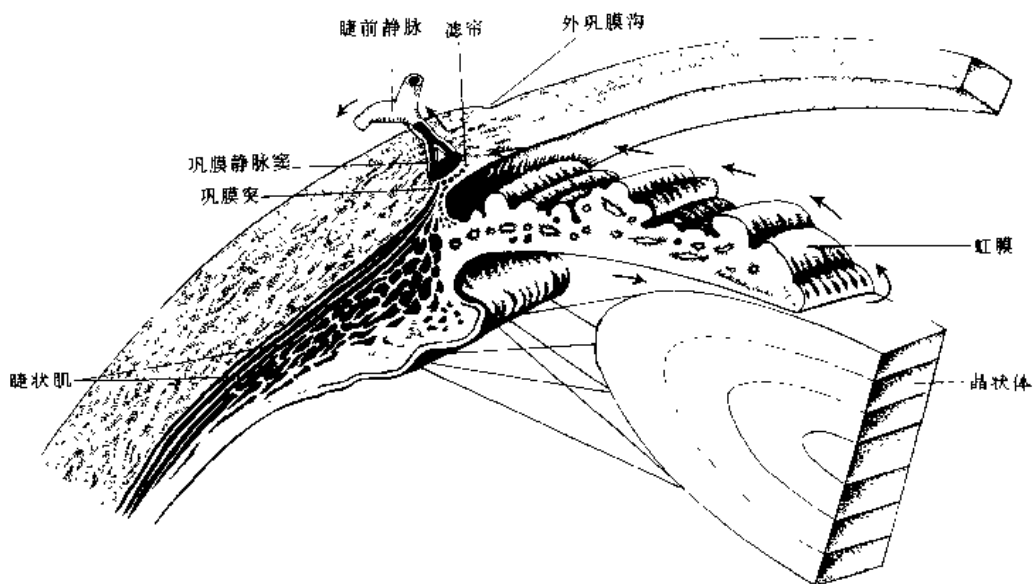


图 6 4 角、巩膜联接处的结构

4mm，管腔较粗大，在巩膜进行手术时，一旦误伤此血管，将引起严重的眼内出血。在巩膜前部，有睫前血管直向通过，其穿巩膜表面处，可发现色素痣，色素显然来自葡萄膜。同理，球内恶性黑色素瘤，常沿此路径侵及球外。睫前静脉在睫状体处穿巩膜管道时，常与神经伴行，该神经称为 Axenfeld 神经。该神经系由睫长神经发出的巩膜神经在巩膜内或表面所形成。

巩膜表面有一些解剖学标志和测量数据，在临床上具有重要意义。正常人视网膜锯齿缘与角膜缘的距离约为 8.5mm，远视眼者较近，高度近视眼者较远。赤道部距角膜缘约 14.5mm，视神经盘距角膜缘约 33.5mm，外下涡静脉距角膜缘约 20.5mm，内上涡静脉距角膜缘约 20.5mm。黄斑的位置，一般认为在颞侧睫后长血管穿入巩膜处的鼻侧附近。四个直肌腱在眼球前部巩膜表面的止点也各不相同。内直肌止点距角膜缘为 5.5mm；下直肌为 6.5mm；外直肌为 6.5mm；上直肌为 7.7mm。四直肌止点呈螺旋形排列。

巩膜内面有脉络膜贴附，二者之间的空隙，称脉络膜周隙 perichoroid space。巩膜内表面，因含有与脉络膜相似的色素而呈淡棕色。幼儿的巩膜较薄，由于色素透露，致使巩膜呈蓝白色。老年人的巩膜因脂肪沉积而呈淡黄色。病理性的黄色巩膜，是黄疸的重要体征。睫前血管穿出或穿入巩膜的开口处，色素细胞常聚集成堆，呈青灰色斑点状，当其量增多时，称为先天性色素沉着症。

(1) 巩膜厚度(图 6-5)：各处不同，后极部最厚，约 1mm 左右，向前逐渐变薄，至眼球赤道附近，仅为 0.4~0.5mm，是葡萄肿的易发部位。在眼直肌附着区最薄为 0.3mm，连同附着腱其总厚度约为 0.6mm，接近角膜缘处，又稍增厚为 0.8mm。巩膜沟处，也是一个薄弱区，眼压长期增高时，常发生巩膜葡萄肿。眼球钝伤时，也经常于此处穿孔，眼球内容物，特别晶状体和虹膜，可经此脱出到结膜下。巩膜手术切口，要考虑巩膜厚度的差别。女性巩膜比男性稍薄，婴幼儿的巩膜至 3 岁时即达成人的厚度，老年人的巩膜又稍变薄。

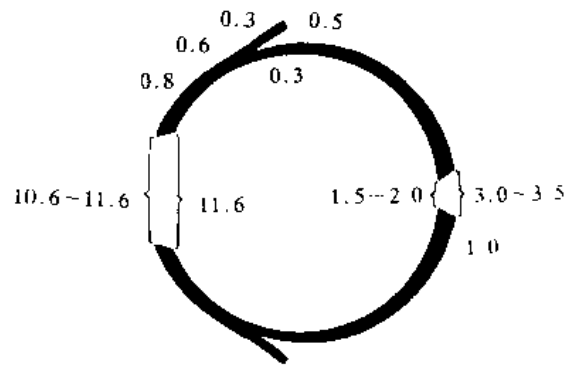


图 6 5 巩膜的厚度(单位:mm)

(2) 巩膜外层 episcleral layer：是由一层疏松而有纤细的纤维组织组成，其中富有弹力纤维和血管，为一薄的纤维血管层。它大部分与巩膜外隙 episcleral space 内的疏松纤维组织相连续，其深部纤维则并入巩膜固有质中。巩膜外层在眼球赤道部为一薄层，而在眼球后部则较厚。在此二部之间，由睫后血管形成一个丰富的血管网。在直肌腱附着点和巩膜前端之间的部分，有来自睫前血管的小支，互相吻合成血管网。巩膜外层，除富于血管外，还有丰富的感觉神经纤维。故巩膜表层炎，常有疼痛和压痛。

(3) 巩膜固有质 proper substance of sclera：由致密的纤维组织构成。除角膜缘、视神经盘周围、直肌腱附着点附近外，其他部分几乎没有血管。纤维束皆由平行的胶原纤维所组成，纤维束边缘部分有弹性纤维参加，新生儿的弹性纤维较少，成年期增多，老年期则又减少。纤维束皆与眼球表面平行，而纤维束之间则交错排列，但在角膜缘和视神经穿出处，呈同心性排列。交错排列的纤维束与腱纤维束相融合致使结构坚韧。起到支持和保护眼内组织的作用。但眼内压过高时，纤维束仍可发生断裂，巩膜变薄形成巩膜膨出或巩膜葡萄肿。在纤维束之间的基质中，有巩膜细胞。在老年人基质减少，而有钙质沉着，胶原纤维增加。

(4) 巩膜棕黑层 lamina fusca sclerae: 为三层巩膜组织中的最内层, 其纤维特别细小, 弹性纤维丰富, 含有大量多角形色素细胞, 因而使巩膜内面呈棕色。这层组织的最内面, 有一层内皮细胞复盖。内皮细胞以内, 即潜在的脉络膜周隙。

3. 角膜缘 limbus corneae 角膜缘为角膜、巩膜嵌合的边缘部分, 所以也称角巩膜缘, 它不是一个环状的线, 而是宽窄不等的环状带。是临床和解剖学上极为重要的部位。其解剖结构特点是: ①无角膜的前界层 ②角膜后界层极薄移行于滤帘 ③有丰富的血管网和淋巴管 ④上皮细胞多达 10 层以上, 基底细胞窄小而且含有色素, 上皮结缔组织形成乳头。

角膜缘为半透明的部分, 前与透明的角膜为界, 后与不透明的磁白色的巩膜为界。肉眼或裂隙灯下, 此部分呈淡蓝色。其前界相当于球结膜附着缘, 后界相当于前房角镜下的许氏线(schwalbe 线)。也有人认为眼球鞘附着缘为其后界。于是 Le Magomosis 将两个附着缘之间的区域, 定为角膜缘(图 6-6)。又将其分为两部: 前部指的是角膜前、后界层止点之间的部分, 后部指的是后界层止点与巩膜突之间的部分。我们认为他指的前部, 正是角巩膜嵌合的部分, 实为角膜缘的部分, 其所指的后部, 实际为巩膜结构, 因为, 巩膜静脉窦位于巩膜实质内, 巩膜突更是巩膜组织形成的, 将其称为角膜缘后部, 实属不宜。因此角膜缘后界, 临床上定为许氏线较为合理。Schwalbe 线是角膜后界层止点当裂隙灯强光照射角膜时, 其呈现为一条白色的反光带而命名。后界层止点也正是巩膜静脉窦前缘。所以我们认为吉民生将角膜缘后界定为巩膜静脉窦前缘, 是合适的。吉民生根据此标志在裂隙灯下进行活体测量角膜缘的宽度: 在角膜 12 点处, 男性均值为 1.75mm, 女性均值为 1.43mm; 角膜 6 点处, 男性均值为 1.01mm, 女性均值为 0.84mm。

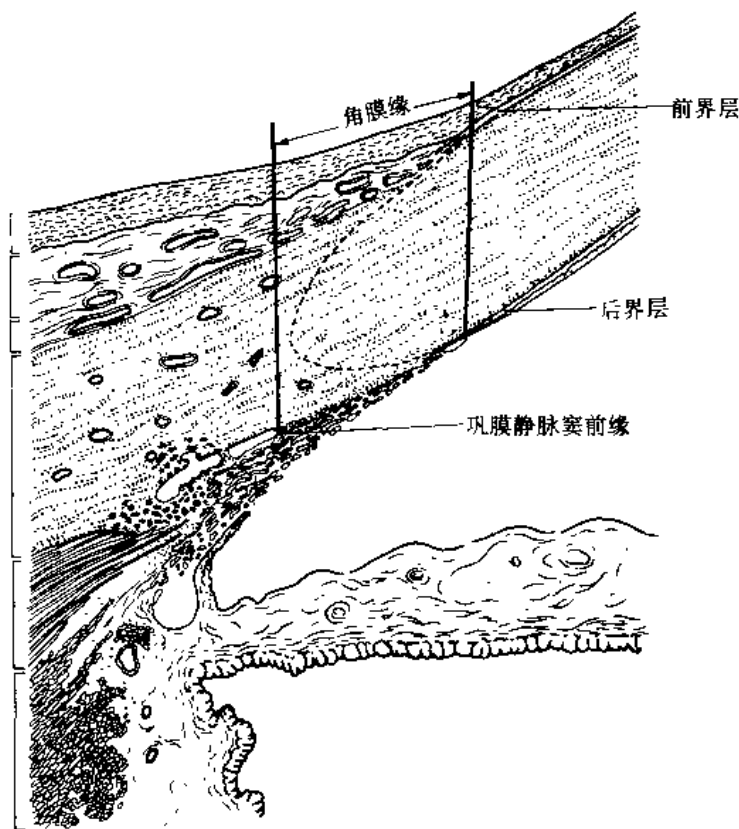


图 6-6 角膜缘的界限

4. 巩膜突、巩膜静脉窦及小梁网

(1) 巩膜突 scleral spur: 在巩膜前部, 是向前内侧的一个楔形突出的环形嵴。与角膜缘平行, 它由环形排列的胶原纤维束和弹性纤维束构成。其基底为巩膜静脉窦的后界, 其前方有滤帘附着, 其后方有睫状肌纤维附着。睫状肌的舒缩, 导致巩膜静脉窦的舒缩, 有助于房水的引流。

(2) 巩膜静脉窦 sinus venosus sclerae: 有人称为输淋环管, 但其内所含为房水, 与淋巴的理化特性并不相同, 故有人建议改称为房水环管。此管为绕角膜缘的环形管, 位于巩膜内沟的后部, 它不是单一的环形管, 在某些部位形成环形的管状丛, 形成丛的地方都是接近睫状肌血管之处, 在沿径线所做的眼球切面上观察, 管腔近似三角形, 尖向前, 基底向后。Friedrich schlemm 于 1831 年在自缢者的尸体上发现此管, 见其内充满血液, 故命名为巩膜静脉窦, 后人又称为 schlemm 管。在前房角镜下活体检查时, 窦内无血液, 但有时混有血液而呈粉红色。当眼压下降或静脉压升高时, 可看到窦内充有血液, 因此在生理变化情况下, 应含有不同比例的房水和血液。

巩膜静脉窦的外侧壁为巩膜组织, 内侧壁为滤帘。窦的后方以巩膜突为界, 前方至角膜后界层的终止处。巩膜静脉窦管壁由单层扁平内皮细胞构成。内皮细胞核突向腔内, 外有少量结缔组织围绕。其内侧壁的内皮细胞内, 还含有大量的胞浆泡, 一般认为有运送房水的功能。静脉窦外壁借集合管注入巩膜内静脉丛和巩膜深静脉丛, 也有注入巩膜上静脉者。集合管称之为房水静脉。

(3) 小梁网 trabecular reticulum: 为巩膜静脉窦与前房角之间的小梁结构, 也叫房角网状组织。自许氏线向后至巩膜突的小梁结构, 即前述的滤帘。小梁结构由四种成分组成, 核心为胶原纤维, 核心外依次有弹性纤维及玻璃膜样物质, 最外面一层为内皮细胞。小梁之间有大、小不等的网眼。滤帘外面还有一层厚薄不等的疏松结缔组织, 称为近小管组织。该组织的内、外两面, 各有一层连续的内皮细胞复盖。外面者即巩膜静脉窦内侧壁的内皮。内面者则为滤帘最外面的内皮。近小管组织, 随年龄增长而增多和致密。这是房水由前房至巩膜静脉窦必经之路。滤帘的网眼不会对房水的流出有很大阻力, 看来房水的流出阻力主要发生在近小管结缔组织的变化上。它和原发性青光眼的关系, 是值得今后探讨的。

巩膜的神经: 是由三叉神经的眼支发出的睫状神经分布, 睫状神经又分睫状短神经和睫状长神经。它们由视神经周围进入眼球。巩膜后部由睫状短神经分布。巩膜前部来自睫状长神经的分支分布。睫状长神经先在睫状体区形成神经丛, 由丛发出很多小支, 经角膜缘后方进入巩膜, 特别在肌肉止端附近的巩膜, 分支尤为丰富。较粗的神经纤维常带有髓鞘。感觉性的神经纤维与末梢感受器相连。血管运动性的神经纤维, 分布于血管平滑肌上。

(二) 眼球中膜

眼球中膜 medial tunic of eyeball 又称为眼球血管膜 vascular tunic of eyeball, 也叫葡萄膜 uvea, 或称色素层。是富有血管、神经和色素的一层膜, 呈黑紫色, 对眼球内部组织有营养作用。此膜自后向前可分为脉络膜、睫状体和虹膜三部分。

1. 脉络膜 choroid(图 6-2):

(1) 形态构造: 脉络膜占眼球中膜的后 2/3, 位于巩膜和视网膜之间, 为视神经盘和锯齿缘之间的部分。向前续于睫状体。由于血管充盈程度不同, 很难确测厚度, 一般前部较薄, 后部较厚。黄斑部厚可达 0.26mm。这是一层柔软光滑含有血管、色素而具有一定弹性的棕色薄

膜，静脉尤多，因而在眼压的调节上起重要作用。其外面以脉络膜周层与巩膜疏松相连，因而易与巩膜分离。脉络膜与巩膜之间的间隙，称为脉络膜周隙 *suprachoroid space*。该隙直接经视神经鞘间隙通蛛网膜下腔。隙中有睫状神经和血管通过。脉络膜内面与视网膜色素上皮层紧贴，当视网膜剥离时，其色素上皮层存留于脉络膜上。剥离的视网膜则呈灰白色。这是因为在胚胎时期，视网膜与色素上皮层属于神经外胚层的内、外两层之故。由于在视神经周围，有血管、神经穿入眼球壁，所以脉络膜在视神经盘附近，紧密固着于巩膜内面，并与三层脑膜相当的视神经鞘的软膜、蛛网膜相连续。脉络膜丰富的血管组织，为营养视网膜神经上皮层的主要来源。

(2) 微细结构：由外向内，可分为以下四层

1) 脉络膜周层 *suprachoroid lamina*：又称为脉络膜上板，此板厚约 $10\sim 35\mu\text{m}$ ，它是由无血管的弹性纤维网和色素细胞形成平行排列的薄板所组成，填充于脉络膜周隙中，而使该隙成为一潜在性的空隙。薄板之间的间隙并衬有间皮。在赤道的前方，尚有平滑肌纤维配布，与睫状肌有联络，称之为肌星。

脉络膜周隙内有睫状神经和血管穿行于薄板之间，睫状神经分出许多细支到脉络膜，并形成神经丛。在神经分支处，常见有多极神经节细胞。于赤道部后方，由睫状体和脉络膜的静脉汇集而成涡静脉，穿出巩膜而注入眼静脉。脉络膜周层，与眼内淋巴间隙的探究，已引起学者们的重视。

2) 血管层 *vascular lamina*：此层含有丰富的血管。自外向内血管逐渐变细，位于外面的血管管径较粗称为大血管层，也叫 Haller 层。是由睫后短动脉的大分支在静脉之间向前行，弯向内续于小血管层，也叫 Sattler 层，系由斜行的小动、静脉组成。此层深部有动静脉吻合。血管层的间质中，含有色素细胞及大量的胶原纤维和弹性纤维。当视网膜色素分布较少时，由于此层的血管和色素，而使眼底呈豹纹状，称为豹纹眼底。大血管层向前延续进入睫状体，小血管层向内续于毛细血管层。中央凹处无大、小血管层，在视神经周围处，色素细胞很丰富。

3) 脉络膜毛细血管层 *choroidocapillary lamina*：此层在脉络膜的后部较前部浓密，在黄斑部更厚密，向前终止于锯齿缘。此层特点是不含色素。毛细血管管径比其他处稍粗，并且常扩张呈囊状，毛细血管层并非是均匀的网状结构，而呈小叶状。每个脉络膜毛细血管小叶，是由毛细血管前微动脉、毛细血管和毛细血管后微静脉组成。小叶直径为 $620\sim 830\mu\text{m}$ 。

脉络膜的毛细血管层的血流速度，在全身中是最快的，相当于视网膜血管的血流速度 4 倍。眼球血液的 65% 流经脉络膜血管，只有 2% 进入视网膜血管。这表明脉络膜毛细血管层对视网膜的营养是很重要的。毛细血管之间的间质，由胶原纤维和弹性纤维组成。

4) 基底层 *basal lamina*：又称玻璃样板，即 Bruch 膜。此板可分为两层：外层是弹性层，由极细的弹性纤维组成，与毛细血管层的弹性纤维相接续。外层来源于中胚层。内层来源于外胚层，呈均质性，由视网膜色素上皮分泌所形成，故也称为色素细胞基底膜层。当视网膜脱离或被移去时，视网膜色素上皮层仍然与脉络膜的玻璃样板相粘着。正常时，玻璃样板的两层很难分清，但在病理和特殊染色时，可以区分。在锯齿缘处，正常时两层也是分开的，在与睫状体相接处，两层之间有很清楚的结缔组织层。向后，内层与色素上皮，终止于视神经周围，外层与视神经内的神经胶质相连续。30 岁以后，内层往往有限局性的增厚形成玻璃疣。在眼球后极部的玻璃样板上，可出现大小不等的圆形裂孔，有人认为这是老年性盘状视网膜变性病以及中心性视网膜脉络膜炎的原因之一。

脉络膜上的色素细胞，形态不一，数量不等，但其共同点，是它们的突起均与血管壁密切接触。

脉络膜间质内的弹性纤维，起自睫状体，连续不断，斜行相连直至眼的后极部。故当睫状肌的经线纤维收缩时，可使脉络膜的血管充盈，血容量增多。通过这种联系，使脉络膜和睫状体形成一个整体，对眼内血循环和眼内压的调节起着控制作用。

由于病因不同，发生在脉络膜上的病变部位，有明显的选择性。如交感性眼炎，多从脉络膜的大血管层开始，沿着巩膜壁上的神经、血管孔道，早期易向球外蔓延。而梅毒则首先影响脉络膜毛细血管层，使色素上皮受累。结核性病变，可使脉络膜各层同时遭到破坏。因此它们在眼底的表现是不同的。

(3) 脉络膜的神经：来自颈内动脉丛的交感神经纤维，随眼动脉入眶至睫状神经节，再经睫短神经入眼球，于脉络膜周隙中，发支至脉络膜。这些分支在脉络膜周层中，组成细密的神经丛，自发出小支至血管壁。在丛间，还有不少神经节细胞，称眼内神经节。脉络膜上，可能也有感觉神经纤维分布，因为在脉络膜转移癌的患者，可引起较严重的疼痛，但在解剖学上，尚未得到证实。

2. 睫状体 ciliary body

(1) 形态构造(图 6-7)：为眼球中膜的肥厚部，宽 5~6mm。将眼球切成前、后两半，自后面看前半部，睫状体呈黑色的环形带状，居于锯齿缘的前方，鼻侧上方的部分较窄为 4.5~5.2mm；颞侧下方的部分较宽，为 5.6~6.3mm。睫状体分为睫状冠和睫状环两部，睫状冠约占 2mm。所以颞侧下方的睫状环部分比鼻侧者为宽。针拨内障术的切口选在颞侧稍下方，可减少对睫状冠和锯齿缘的误伤。睫状体在矢状切面上呈三角形(图 6-2)，三角的尖端与脉络膜相连续，基底朝前，基底的外端附着于巩膜突，内端为游离缘，邻近晶状体的赤道部。睫状体前面中部接虹膜根部。在虹膜根部之外者，构成前房后壁的一部分



图 6-7 虹膜、睫状体的后面观(切去部分晶状体)

(图 6-4)，覆盖有网状组织；在虹膜根部之内者，与虹膜后面呈锐角相接，朝向后房。睫状体外面贴近巩膜，二者间有脉络膜周隙的延续部；内面与玻璃体相接触，此面可分成前、后两部；后部较平坦叫睫状环 ciliary ring；前部由细长的、隆起的皱襞组成，叫睫状冠。睫状体的实质主要由睫状肌构成。

1) 睫状环 ciliary ring：又称睫状体平坦部，为较平滑的黑色区，此环宽约 4mm，低倍镜下，可见呈放射状排列的多数细嵴，称睫状襞 ciliary folds。睫状环的后缘距角膜缘外侧约 7mm。

2) 睫状冠 ciliary corona：又称睫状体冠部，宽约 2mm，距角膜缘外侧约 2mm。因其含有丰富的血管，手术时不能经此部进入眼球。自后面观，有细长、隆起呈放射状排列的皱襞，约 70~80 个，称为睫状突 ciliary processes。睫状突之间，有不明显的细嵴，系睫状襞的延续。睫状突主要由血管构成，向后外与睫状环相连。向前内为游离端，呈白色，环绕晶状体赤道的

稍前方，与之相距仅 0.5mm，二者借睫状小带相连。新生儿的睫状突较窄，突间距离较宽，与晶状体赤道相距也较远。60 岁以后，睫状突增厚、增长，可掩盖晶状体赤道，使后房变窄，推虹膜根向前，致使前房角受阻，影响房水外流，严重时，可导致青光眼。

(2) 微细结构：睫状体不仅是脉络膜向前的延伸，也包括了视网膜成分，当然仅为一层无色素的睫状上皮复盖于睫状体的表面。睫状体由外向内可分为棕黑层、睫状肌层、血管层、透明层和上皮层共 5 层。2、3 层为睫状体的主要成分。

1) 棕黑层：与脉络膜周层相似，只是薄板和肌层向前渐消失于睫状肌中，此层前部已为浆液性间隙，其中有睫状神经和血管通过。

2) 睫状肌 ciliary muscle(图 6-4)：属平滑肌，其前方附着点为巩膜突。肌纤维束，由外向内呈不同的排列方向。靠近巩膜部分，并与巩膜相平行的称经线纤维 meridional fibers，向后止于眼球中纬线附近的脉络膜周层，其间质为前后排列的小板，其中常发现有色素细胞。经线纤维也叫纵纤维，它的内侧为辐状纤维 radiate fibers，其纤维自巩膜突向内倾斜，呈扇形放射状，其间质为网状结缔组织，其中有血管、神经和色素细胞。靠近睫状突的肌纤维为环纤维 circular fibers，似括约肌，环绕睫状体游离缘，其间质疏松，与虹膜根部间质相似，相互延续。

老年人睫状肌肌纤维退化，肌间结缔组织增多，但肌纤维的功能仍存。这三种肌纤维的收缩结果，使睫状体向前、向中移位，因而位于睫状体和晶状体之间的睫状小带松弛，晶状体囊张力减低，晶状体前表面变凸而致晶状体增厚，屈光力加强，有利于看近距离的物体。此外，肌纤维收缩，还可使脉络膜前部向前移，巩膜被拉向后，使前房角和巩膜静脉窦开放，有利于房水外流，而调节能内压。

3) 血管层：是脉络膜前部血管层的延续，但不象脉络膜血管有大、中血管层之分，主要由一些大小不等的静脉所构成。睫状突处含有丰富的血管，且多为静脉，为全眼血管较多的区域。每个睫状突内有一条微动脉，它分为无数小支互相吻合形成密集而界限清楚地粗毛细血管丛，经由微静脉引流入脉络膜涡静脉系统，亦有一部分注入巩膜内静脉丛和角膜缘处的巩膜上静脉。睫状环处没有真正的毛细血管层。眼球壁的手术切口，多选在睫状环的部位为宜，因其缺乏毛细血管层，并且静脉均沿眼球经线走行，可以减少出血，创口愈合快，又因其位于锯齿缘的前方，还可避免视网膜剥离。

4) 透明层：是由脉络膜玻璃样板延续而来，但在内、外两层之间，出现了一层没有血管的结缔组织。

5) 上皮层：即视网膜睫状体部，属于视网膜盲部。上皮层又分内、外两层：外层为色素上皮；内层为无色素上皮。两层共同组成睫状上皮。内、外两层皆由单层柱状细胞构成，它们联结十分牢固，不易分离。这与视网膜视部不同。故病理性的视网膜剥离，于锯齿缘处则告终止，但伴有睫状上皮增生较为多见。当然睫状上皮增生也可能是生理性的或老年性的，这种增生早在 40 岁就已开始，增生的上皮，可为扁平隆起或呈乳头状。

睫状上皮的内面衬有一层由纤细纤维构成的薄膜，其向后与视网膜内界膜相续，向前与睫状小带直接相连。

(3) 睫状体的神经：睫状长、睫状短神经于睫状体处，形成密集的睫状神经丛。自丛发支分布至睫状肌、睫状体的血管以及它们的邻近组织。睫状体的神经纤维有四种不同性质。有司平滑肌运动、血管运动的传出纤维，还有肌的本体感觉和一般感觉的传入纤维。

使睫状肌收缩的神经纤维，是睫状神经节的节后纤维，即动眼神经中的副交感纤维。但睫状肌的神经纤维中，可能还包括交感神经纤维。因为，在动物实验中，刺激颈交感干，可导致晶状体变扁。但有人认为交感神经兴奋，血管收缩，睫状体的体积变小，因而睫状小带紧张，致使晶状体变扁。

3. 虹膜 iris

(1) 形态构造(图 6-7)：为眼球中膜的最前部，位于角膜和晶状体之间。呈圆盘状，直径约 12mm，厚约 0.5mm。中央有一圆孔称瞳孔 pupil。瞳孔在强光照射时缩小，弱光下开大。它可调节射入眼内的光线。国人瞳孔直径均值为 3.35mm(毛雨荣 1958)，近视眼的瞳孔较远视眼者为大。瞳孔直径大于 6mm 时，称为瞳孔散大，如酒醉、可卡因点眼、动眼神经受损以及颅内疾患等均可引起。瞳孔小于 2mm 时称瞳孔缩小，如睫状体炎、脑桥出血、吗啡等药物中毒以及交感神经受损等，均可导致瞳孔缩小。

左、右瞳孔之间的距离称瞳孔间距，据国人统计均值为 58.44mm，男大于女，且随年龄增长而加大(王俊麟等，1981)

瞳孔的周缘叫瞳孔缘 pupillary margin，由于晶状体前面凸向前方，故该缘略被推向前，当晶状体脱位时，虹膜将因失去背后的支持，而在眼球转动时发生震颤，这是诊断晶状体脱位的一个重要体征。

虹膜与睫状体相接的边缘，称为睫状缘 ciliary margin。称此虹膜周边部为虹膜根部，此处为虹膜最薄弱的部分，当眼球钝伤时，多于此部发生断离。虹膜根部、睫状体前面的外侧部、巩膜突、滤帘和角膜缘等共同组成虹膜角膜角 iridocorneal angle，又称前房角。

虹膜前面分两区：周边部较宽为睫状区，围绕瞳孔的狭窄部分是瞳孔区。二者分界处为一齿轮状的环状隆起。此隆起称为虹膜小环 lesser ring of iris，也叫虹膜皱褶或卷缩轮。小环附近有许多大小不等的凹陷称为虹膜隐窝，或叫虹膜小坑。这些隐窝所在处的虹膜组织，缺少内皮层和前界膜层。当瞳孔舒缩时，有利于虹膜和房水之间的液体交换。虹膜小环深面，为虹膜动脉小环 lesser arterial circle of iris 的位置。

瞳孔区可分为内、中、外三个带。内带为色素缘，由视网膜色素上皮的最前部形成，当瞳孔缩小时，此缘加宽并呈念珠状。瞳孔开大时，此缘变窄。青光眼患者，长期使用缩瞳药，可致色素缘明显变宽。靠近色素缘的环形区为中带，是括约肌部，只有在色素分布较少的虹膜上，才可见到，呈黄色或微红色。外带称为周围区，可见呈网状的虹膜襞 folds of iris。

瞳孔区的虹膜，当患肉芽肿性虹膜睫状体炎时，其表面常有黄白色圆形的小结节。此结节过去认为只在结核性炎症中出现，现在在梅毒、麻风、交感性眼炎甚至痛风病中，均可见到。

睫状区前面，可见明显的辐射状的虹膜襞，系由其实质中血管排列而形成。当瞳孔缩小时，襞变扁平，开大时，襞则呈波浪形。此区虹膜表面，也有许多虹膜隐窝，因被角膜炎遮盖，不易观察到。

虹膜的后面，较平滑，有色素，也有微细的辐射襞和环形襞。

虹膜的颜色，因人种而异，我国人多为棕黑色，白种人含色素少，呈兰色或灰色。这是由于虹膜基质内的色素细胞和视网膜虹膜部的色素上皮所导致的。虹膜颜色随年龄发生改变，老年人，多出现女性变深，男性变浅的情况。

(2) 微细结构：虹膜的前内皮层和基质，来源于中胚层，在基质中有色素细胞、血管、平

滑肌和神经等。后上皮层来源于外胚层，即视网膜的虹膜部。

1) 前内皮层：是一层很薄的扁圆形细胞，经过虹膜角膜角与角膜内皮细胞层相连续。

2) 基质：为虹膜的主要成分，主要由血管构成。在虹膜根部的背面相对处的睫状体前部，有一粗大的动脉环，称为虹膜动脉大环 greater arterial circle of iris。前述位于虹膜小环深面的虹膜动脉小环，实际为动静脉吻合形成的。这两个环的分支，都是呈放射走行的。

基质的前层稍厚的部分，叫前界膜，内含色素细胞。蓝色虹膜的前界膜较薄，仅有少许色素细胞。棕色虹膜的前界膜较厚，色素也较浓密。基质后层为虹膜肌层，肌纤维由视网膜虹膜部的色素上皮分化而来。靠近瞳孔缘的为瞳孔括约肌 sphincter pupillae。该肌宽约 1mm，厚约 0.1mm。瞳孔由缩小到扩大，其周长变动在 5~26mm 之间，表明括约肌的舒缩幅度是很大的。括约肌的每一部分均借血管和辐射状的结缔组织束与虹膜基质紧密连结，位置比较固定。因此，虹膜部分切除后，瞳孔仍有光反射。瞳孔括约肌收缩时，除使瞳孔缩小外，尚可牵拉色素缘向前，使色素缘加宽。

瞳孔开大肌 dilator pupillae，与括约肌一样都是来自神经外胚层，由视杯外层的色素上皮层分化而来，位于虹膜深部的一薄层平滑肌，肌纤维呈辐射状，由虹膜根部直达瞳孔缘。当收缩时，使瞳孔开大。新生儿，瞳孔开大肌发育不佳，瞳孔较小，用散瞳剂也难使瞳孔充分开大。

3) 后上皮层：它是由视杯最前部发生的，由两层细胞组成：后层细胞较大，呈矮柱状，含有大量色素颗粒；前层细胞较小，形扁平，核周围含有少量色素颗粒。当虹膜炎导致虹膜后粘连时，使用散瞳剂，可将前、后层分开，后层与晶状体囊粘连，正如视网膜剥离时，视网膜色素上皮层与脉络膜玻璃样板相粘连一样。

(3) 虹膜的神经：虹膜的神经很丰富，来自睫状神经丛，纤维有无髓和有髓两种。感觉神经纤维末梢，分布于虹膜前界膜，除有游离终末之外，还有感觉终球。血管运动神经纤维末梢止于血管壁上。其中来自动眼神经的副交感纤维，经睫状神经节换元，节后纤维经睫状短神经、睫状神经丛至虹膜瞳孔括约肌。来自颈交感干颈上节的节后纤维经睫状长神经、睫状神经丛至虹膜瞳孔开大肌。

(三) 眼球内膜

眼球内膜 internal tunic of eyeball 即视网膜 retina(图 6-2)，是眼球壁最内面的一层，介于眼球中膜与玻璃体膜之间。是由神经外胚层形成的视杯发育而来，视网膜分内、外两层：外层称色素层；内层称神经层。色素层与脉络膜紧密相接的部分称视网膜色素上皮。在虹膜后面的色素层，一部分却发育成虹膜肌层。在睫状体部位的色素层，称睫状体色素上皮。衬于脉络膜内面的神经层与视网膜色素上皮一起称为视网膜视部 pars optica retinae。此部能接受光刺激，并向视觉中枢传入光感冲动。衬于睫状体内面的神经层，则成为无色素上皮，而衬于虹膜后面的神经层，则成为色素上皮。此二部分及其由色素层发育的色素上皮部分一起共同组成视网膜睫状体部 pars caeca retinae 和视网膜虹膜部 pars iridica retinae。该二者无感光性，总称为视网膜盲部 pars blind retinae。视部与盲部以锯齿缘 ora serrata 为界。

视网膜视部的色素层，又叫色素部 pars pigmentosa，视网膜视部的神经层，又叫神经部 pars nervosa。色素部和神经部之间，存在潜在性空隙，由于色素部与脉络膜紧密相接，故在病理情况下，神经部易与色素部分开，称为视网膜脱离。

1. 形态构造(图 6-8)

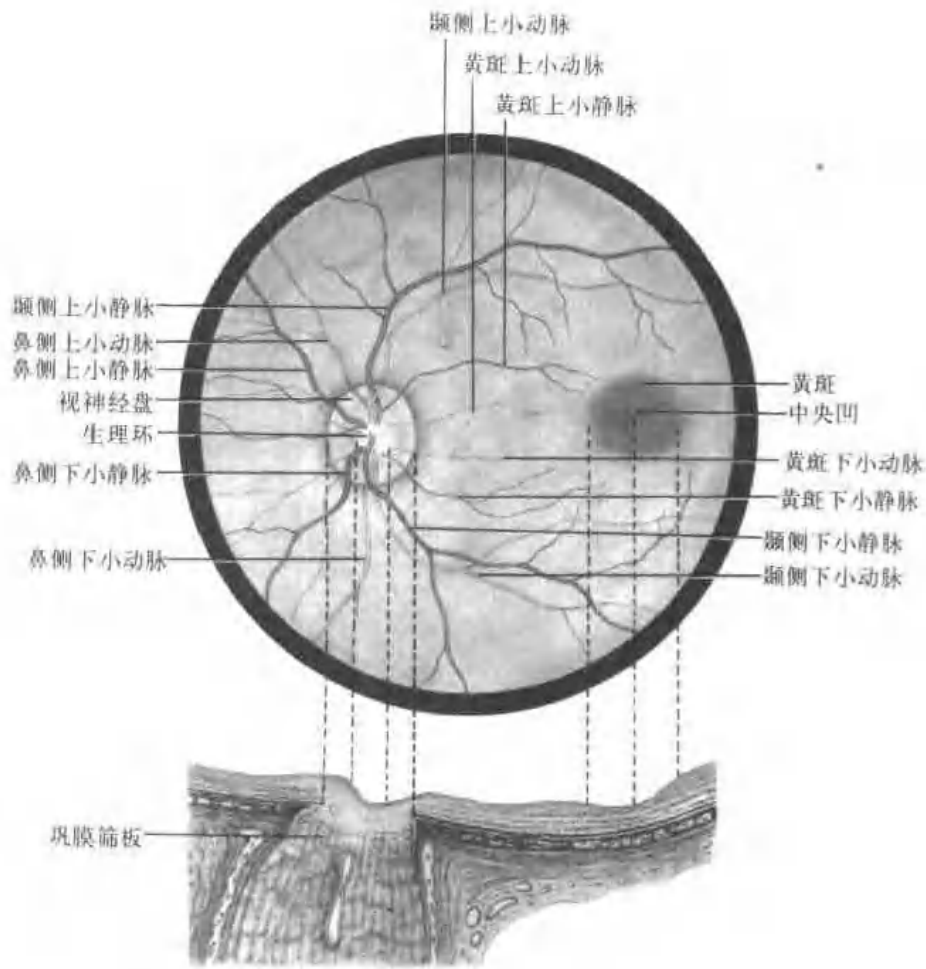


图 6-8 视神经盘和中央凹的结构

上: 视网膜后部(眼底镜观察)

下: 过视神经盘的水平断面(低倍显微镜下观察)

(1) 视网膜视部: 此部光滑、柔软, 正常状态是透明的, 在活体上呈紫红色。称此种有色物质为视紫红质, 含于视杆细胞中。死后, 由于光的作用, 视紫红质被分解, 视网膜则呈白色。

位于眼球后极内侧约 3mm 处的视网膜上, 有一圆白色区域, 呈盘状, 称为视神经盘 optic disc, 盘的直径约 1.5mm, 这是视神经穿出的部位。过去称为视神经乳头, 命名不很准确。因尸体标本上, 该处多因水肿而隆起, 可能系此之误。视神经盘的大小在正常人中有一定差别, 一般男性较大、女性较小, 老人较大、儿童较小, 近视眼较大、远视眼较小。病理情况下, 其大小变化显著, 如颅内高压、中央静脉血栓形成、视神经盘炎等引起的水肿, 水肿的视神经盘可将附近的视网膜推开, 因之面积扩大。视神经盘的边缘整齐, 这是由于色素上皮在附近终止而造成的。色素上皮和脉络膜二者的终点离视神经边缘尚有一段距离, 因此, 在这个范围内露出巩膜组织, 于视神经盘外周形成巩膜的弧形斑。色素上皮与脉络膜也非同时终止, 往往色素上皮终点离视神经盘更远些, 所以一部分脉络膜也显示出来, 形成脉络膜弧形斑。此斑色淡, 隐约可见脉络膜血管。弧形斑多数在颞侧。

视神经盘的中央微凹, 称为视盘陷凹 excavation of optic disc, 又叫生理杯。正常人有生理杯者占 86%, 远视眼中占 34%, 而高度近视眼者仅占 5%。视盘陷凹呈漏斗状。其面积和深度, 因人因病而异, 儿童较浅, 老年人加深。发现异常扩大时, 首先应考虑青光眼眼病。

临床上，应用杯与盘直径的比值说明杯的相对大小，也用这种比值来筛选青光眼。我国人杯与盘直径的比值，大于或等于0.3者，占66.86%；大于或等于0.6者占5.83%。杯与盘垂直径的比值，大于或等于0.3者占64.01%；大于或等于0.6者占1.13%。双眼杯与盘直径的比值差小于或等于0.2者占98.33%，大于0.2者仅占1.67%。双眼杯与盘垂直径的比值差小于或等于0.1者占96.87%，大于0.1者仅占3.13%。生理杯为圆形者占69%；为横椭圆形者占29.87%；为竖椭圆形者仅占1.13%。我国人生理杯明显倾向于小陷凹。

青光眼陷凹与生理陷凹有以下不同点：①陷凹偏大。②双侧陷凹不对称。③陷凹进行性变大变深。④陷凹垂直扩大呈竖椭圆形。但魏厚仁等观察提示，近视眼的大凹陷较正常眼多，在统计生理数值及临床工作中，应注意到这种差别。

根据上述统计观察：杯与盘比值大于或等于0.6；双眼杯与盘直径的比值差大于0.2；双眼杯与盘垂直径的比值差大于0.1；以及生理杯呈竖椭圆形者。为筛选青光眼的指征。

若生理杯消失，视神经盘边界模糊，甚至视神经盘向玻璃体方向膨出，则因考虑其他病因，如颅内占位性病变。

视神经盘正常时为不均匀的淡红色，鼻侧较颞侧略深。视神经盘过红，常是视神经炎或视神经盘水肿的早期征象；过白常是青光眼晚期的视神经萎缩，这是由于高眼压导致的视神经盘缺血所致。视神经盘颞侧边缘呈白色或灰白色，多见于球后视神经炎的病理萎缩。

视神经盘为视网膜全部传入神经纤维的集合处，该处无视网膜其他各层结构，无视觉功能，在视野相应的区内呈一盲点，称为生理盲点。

距视神经盘外侧约4mm处，在死后或离体眼球的视网膜上，可见一淡黄色小区，大小与视神经盘相当称为黄斑 *macula lutea*。黄斑直径约2mm，于生体呈褐色或赤褐色。其中心部微凹称中央凹 *fovea centralis*，是视力最敏锐之处，也是视网膜最薄之处，约厚0.13mm。中央凹的中心称小凹 *foveola*。小凹在视神经盘中心外侧4mm，下方0.8mm处。小凹，临床上又称之为黄斑中心凹，它可将外界光线反射集中成一亮点，称为中心光反射，偶或可见2、3亮点亦属正常。自中央凹向外的黄斑凹壁，逐渐向四周倾斜，称为斜坡，眼底检查时所见到的反光轮，即斜坡的外界。

据刘金铎用检眼镜检查2374只正常眼，国人黄斑色泽以砖红色为主，约占总眼数的1/2；鲜红色的次之；与眼底色相同的居少数。黄斑中心凹，其光反射存在率高达99.20%，大部分为亮点状。亮度以强光和中等度光者最多，占63.6%。强光出现率以青少年最高，但随年龄增加而下降。弱光出现率则随年龄增长而增多。说明光反射亮度的强弱与年龄关系密切。

视网膜视部可分为中央视网膜和周围视网膜。前者即眼底后部(也称后极部)，后者即眼底周边部。眼底后部是指在视神经盘颞侧，大致相当于颞侧上、下血管所包围的弧形范围，直径约6mm，视野约15°的区域内。除眼底后部范围外，向前直至锯齿缘，称为眼底周边部。眼底周边部，于生体检查常呈豹纹状，魏冰清等观察到正常眼底周边部，常见有大小不等的囊样变性，占63.9%，是该部视网膜退行性变的产物。此种囊样变性多见于老年人，此外也可见到其他类型的变异，如视网膜裂孔等。因此，进行眼底周边部的检查，对眼部疾病的早期诊断和治疗有重要意义。

锯齿缘 *ora serrata* 为视网膜视部与盲部的锯齿形的分界线，其宽度为4.73mm，距赤道约6mm，距视神经盘约25mm。视网膜神经层的重要组织，均于此缘处消失。锯齿缘紧密粘连在脉络膜内面，玻璃体也紧密与其内面粘连。正常锯齿缘可分成三种类型：I型，锯齿缘平坦，

无明显齿与弯之分，稍呈波状。Ⅱ型：锯齿为中等度长，呈波状。Ⅲ型：为长锯齿，齿与齿间为深弯，此种类型大部分位于水平子午线上或附近。

锯齿缘一般鼻侧齿突长，颞侧齿突短，靠锯齿缘后方的视网膜，有一环带状灰白区，宽 $1/5\sim 1/2$ PD(PD指视神经盘的直径)，上述的囊样变性，均发生在此区内。视网膜血管绝大部分在锯齿缘后 $1/2$ PD或更远处消失。

(2) 视网膜盲部

1) 睫状体部：外层仍为色素上皮，内层则是无色素的柱状细胞，虽无色素但有分泌房水的作用。内、外两层共同构成睫状体上皮。

2) 虹膜部：前、后两层细胞内皆含有色素。前层细胞，部分分化为瞳孔肌，虹膜色素上皮围绕瞳孔边缘的部分，肉眼可见，称为色素缘。

视网膜视部及其血管，用眼底镜在活体可以观察到。在临床上称之为眼底。正常人的眼底颜色为桔红色，其颜色是来自脉络膜和视网膜的色素部，因为视网膜神经部是透明的。如视网膜色素部，色素较少，显露出脉络膜的同时，又见到视网膜和脉络膜的血管，在脉络膜血管间，出现岛状的色素斑，状如豹纹，称为豹纹状眼底。白化病的眼底，由于缺乏色素而显露巩膜，血管之间无色素斑，眼底呈白色外观。恶性贫血和白白血病的眼底颜色较正常人显著变浅。眼底颜色不仅随疾病而改变，亦有种族差别(图 6-9)。



图 6-9 人种眼底的差别

(韩亚男)

2. 微细结构 依照胚胎发生和细胞功能，又把视网膜的结构成分，分为内、外两层，外层为色素上皮层，外邻脉络膜，是胚胎期视杯的外层分化而来；内层是视网膜的固有结构，由视杯的内层细胞分裂衍化所形成，属于神经层，其神经细胞有多种类型，分层居于神经胶质细胞所形成的网眼中，网间充以水样液。此外，视网膜深层还可见毛细血管分支。

(1) 视网膜的细胞构筑

1) 视网膜视部(图 6-10)：即通常所谓的视网膜。主要由四层细胞组成，由外向内依次为色

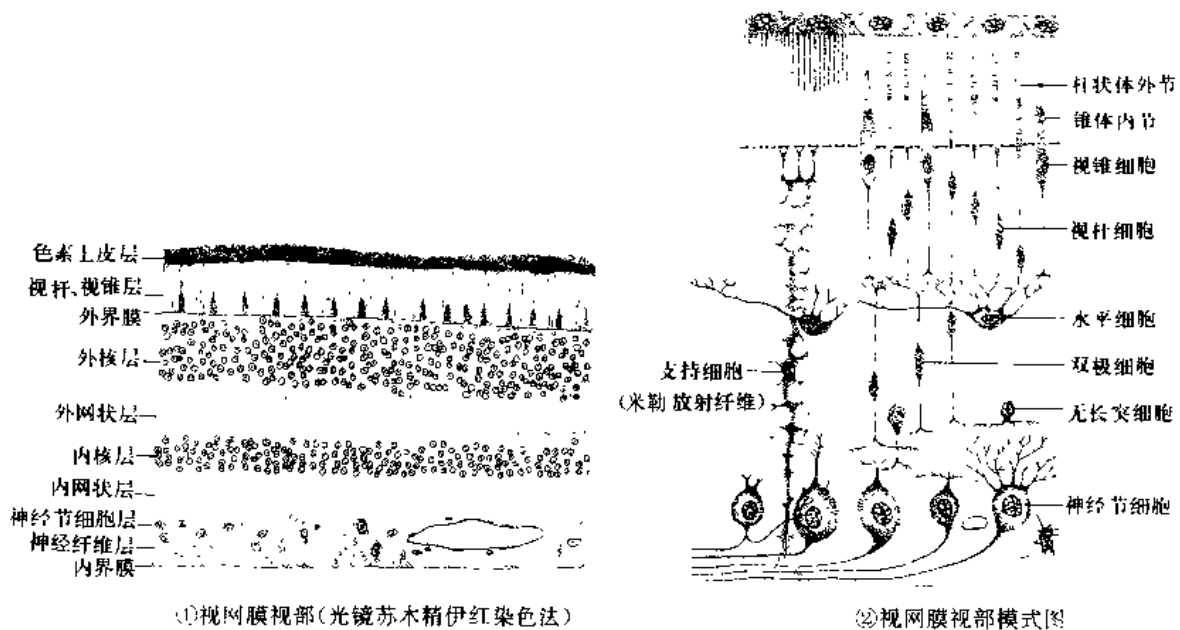


图 6-10 视网膜的微细结构

素上皮细胞 pigment epithelial cell、视细胞 visual cell、双极细胞 bipolar cell 及节细胞 ganglionic cell。其中色素上皮细胞与视部的营养、保护及暗室效应有关；视细胞是视部的第一级神经元，具有将光量子刺激，换能为膜电位变化的功能；双极细胞主要进行神经冲动的纵向传递，在双极细胞间另有水平细胞 horizontal cell 和无长突细胞 amacrine cell，它们是上述纵行神经传导路径间，起横向传递扩散的联络神经元；节细胞则是视网膜视部向中枢的传入神经元。各神经元间皆有特殊的神经胶质细胞，如 Müller 细胞等形成网络，以完成支持营养和绝缘保护功能。

以常规染色和光镜观察，虽然不易分辨各细胞的微细结构，但可依据细胞核及纤维的组织排列部位，由外向内依次将视网膜视部结构分成下述十层。即：

色素上皮层 pigment epithelium：由单层色素上皮细胞构成。

视锥视杆层 layer of rod and cone：由第一级神经元的感光突构成。

外界膜 outer limiting membrane：是 Müller 神经胶质细胞的外突末端相互融合而成，光镜观察呈一层薄膜状。

外核层 outer nuclear layer：为感光细胞的胞体存在部位，核呈多层，其中视锥细胞的核较大，数量少，居浅层；视杆细胞的核较小，数量多，位居深层。

外网层 outer plexiform layer：又称突触层 synaptic layer 由视细胞的轴突与双极细胞的树突以及与水平细胞的轴突树突共同组成，所以主要是第一级和第二级神经元的突触区；此外，还有 Müller 细胞的突起。此层纤维相互交织如网，在黄斑区最厚，其它部位较薄，但中央凹处则几乎不见，当接受某些较轻微的刺激时，此层易积液发生肿胀。

内核层 inner nuclear layer：由双极细胞、水平细胞、无长突细胞，以及 Müller 细胞的胞体共同组成，光镜下可见与外核层相似，但一般较薄，在接近黄斑部虽稍变厚，但至中央凹处则突然变薄，直至近乎消失。此层的四种细胞核中，以双极细胞核为最主要的一种，核圆或椭圆形，其长轴与视网膜垂直；水平细胞核数量少，椭圆形，一般呈断续的单层，横列在最外方；无长突细胞的数量亦少，核圆形，稍大，位于最内方；Müller 细胞核亦位于此层，数量亦少，夹杂于双极细胞核群之间，椭圆形，染色深，核长径与视网膜垂直。

内网层 inner plexiform layer: 由双极细胞轴突分支和无长突细胞突起以及与节细胞的树突, 相互接触交叉形成; 也含有 Müller 细胞突起及视网膜小血管分支。

节细胞层 ganglionic cell layer: 由节细胞的胞体组成。细胞核大, 细胞数量少, 在视网膜周边部此层较薄, 向黄斑处渐增厚; 此层内尚可见神经胶质细胞及视网膜小血管分支。

神经纤维层 layer of optic nerve fiber: 主要由节细胞的轴突组成, 另有 Müller 细胞突起、其它神经胶质细胞及小血管分支。神经纤维成束状, 沿视网膜内面平行行走, 向视神经盘处集中。Müller 细胞的内侧突起在该层呈伞状展开称柱状足突 foot process, 其走向与神经纤维层垂直。通常由内侧来的神经纤维可直向视神经盘处, 由外侧来的纤维则绕黄斑后才到达视神经盘, 在水平经线上方的纤维要经黄斑上方, 在水平经线下方的纤维则经过黄斑下方, 这样, 在黄斑外侧则呈现一水平位的缝, 由缝上下起始的纤维则排列作羽毛状; 正在黄斑外侧的纤维, 向内进行靠拢黄斑作包围状, 由黄斑本身来的纤维, 直接到达视神经的外侧, 形成重要的黄斑乳头束。神经纤维层在围绕视神经边缘处最厚, 约达 20~30 μm , 但在各象限有所不同, 如黄斑乳头束处最薄, 视神经盘边缘的最内侧则最厚; 由于神经盘周围易积液水肿, 所以当视神经盘水肿时, 在纤维的最厚部分首先出现, 依次才波及其它部分。神经纤维层也含有传入纤维, 其分支终止于内网层或内核层。

内界膜 inner limiting membrane: 一般认为是 Müller 细胞内突末端连接而成, 系均质性薄膜; 或谓系与玻璃体膜的基膜彼此融合而成。在视神经盘处逐渐变薄, 最后与该处的神经胶质成分相连续。

视网膜视部有两个特殊部位, 即视神经盘 optic disc 和黄斑中央凹 macula and foveal, 前者仅有神经纤维成分, 无神经细胞, 不具备感光能力, 所以是视部的一个盲点; 与此相反, 黄斑、尤其中央凹则为白昼视觉的最敏锐区, 此处视网膜各层组织逐渐变薄, 至中央凹底部, 除保留一单层视锥细胞紧贴在色素上皮细胞内部外, 其它各种细胞均依次减少并终而消失, 因之遂构成有利于光线直接达到视锥细胞外节的特异性内环境。

2) 视网膜盲部: 又包括两部分, 即视网膜盲部的睫状体部和盲部的虹膜部。二者皆由胚胎期视杯的外口部分衍化而来, 但内层并未分化为神经成分。

视网膜睫状体部: 外层仍为单层色素上皮细胞, 内层仅成于单层无色素颗粒的柱状细胞, 两层细胞内外相贴, 共同组建为睫状体的内表面, 统称睫状上皮层。柱状细胞有合成和分泌房水及酸性粘多糖的能力, 也与睫状小带的形成有关。

视网膜虹膜部: 亦成于两层细胞, 但均含有色素颗粒, 共同构成虹膜内表面的色素上皮层, 与睫状体部的两层细胞相连续。此两层色素上皮细胞中的前(外)层细胞不仅含色素量较少, 而且该等细胞的前(外)半伸展如横突状, 内含肌丝, 有伸缩功能, 属肌上皮细胞, 沿瞳孔向周缘呈放射状排列, 已特化为瞳孔开大肌。近瞳孔边缘的瞳孔括约肌, 也是由胚胎时期的此层细胞分化而来, 不过沿瞳孔呈环状走行。虹膜部后(内)层细胞属于一般的色素上皮细胞, 尽管虹膜所表现的颜色主要取决于基质内黑色素细胞的多少及其色素含量, 但与虹膜色素上皮也有一定关系。

(2) 视网膜视部的主要细胞

1) 色素上皮细胞 pigmented epithelial cell(图 6-11): 为矮六角棱柱状细胞, 由视神经盘周围一直延伸到锯齿状缘处, 向前则与睫状体色素上皮连续。数目约 400 万~600 万个, 随年龄而增加。细胞的大小, 各处不尽相同, 在黄斑处约高 8~10 μm , 宽 12~18 μm , 近锯齿状缘处则变

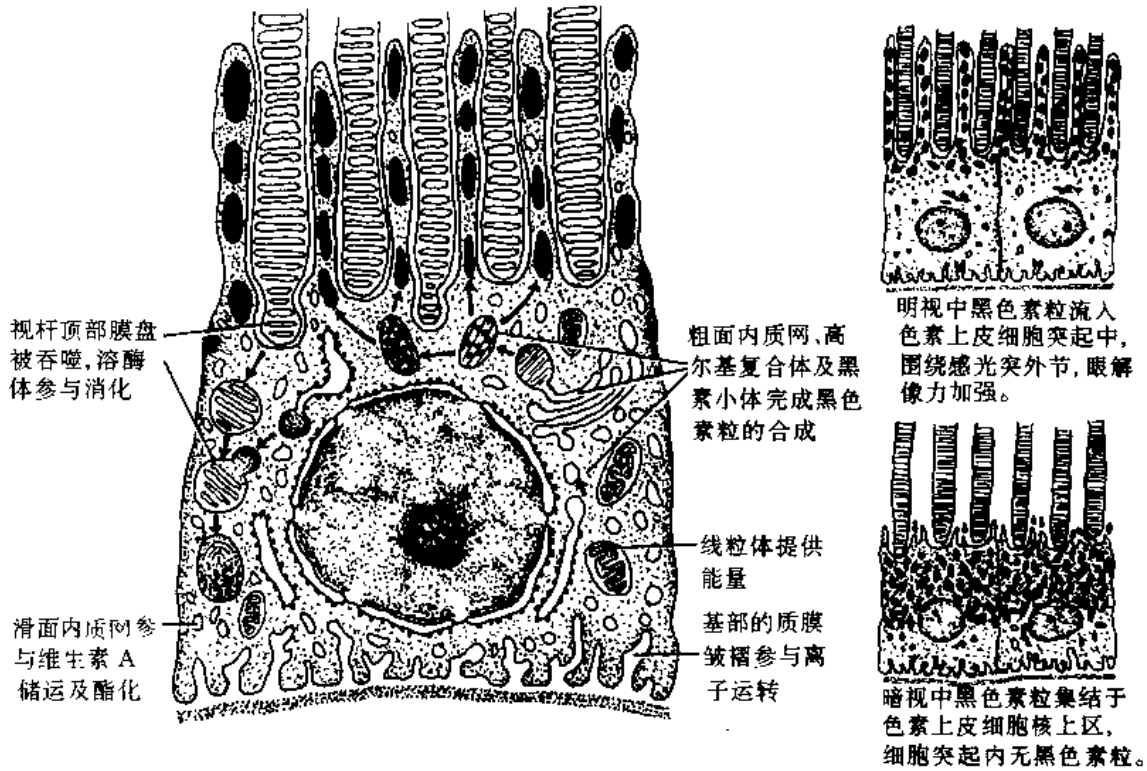


图 6-11 色素上皮细胞超微结构及其组织生理模式图

粗变矮。细胞核圆或椭圆形，位置多偏于外侧；外(顶)部胞质含有许多椭圆或圆形的黑色素颗粒和含板层碎片的吞噬体以及残余体；滑面内质网发达，分布于色素颗粒和残余体之间；另可见高尔基复合体、溶酶体、粗面内质网、脂滴等。细胞的深面伸出许多长 $5\sim 7\mu\text{m}$ 的突起及细小的微绒毛，前者伸展于视锥视杆之间，将视锥视杆成群隔离，后者则与一般的微绒毛无异，上述空隙间充满富含糖蛋白的液体。由于此部与视细胞连接不紧，所以病理情况下易发生视网膜剥离。相邻色素上皮细胞的侧面可见连接装置，如紧密连接、中间连接和缝管连接；细胞的基底部即向脉络膜面有质膜内褶，估计与离子运输及屏障作用有关。

色素上皮细胞的超微结构，反映了它具有多种功能：①色素颗粒由粗面内质网产生，经高尔基复合体加工后，可转运至胞质顶部及突起内。色素颗粒含脂褐素，与黑色素近似，但与脉络膜黑色素不同，前者对热和化学物质的抵抗力较大，但对光的作用较敏感，当光量子刺激后可被漂白。色素颗粒呈杆状，长 $1\sim 5\mu\text{m}$ ，色棕褐，电镜观察内部呈板层状，不同板层代表不同的发育阶段。当眼受强光刺激时，色素颗粒便迅速向胞质顶部的突起内移动；相反，如处于黑暗时，色素颗粒又回到胞质中；这说明色素上皮显然有吸收光线和保护视细胞免受强光刺激、阻止光线的回反反射、以及起到机械性支持隔离作用。②脂滴有集聚和贮存维生素A的作用，通过滑面内质网的酯化与转运，参与视细胞合成视紫红质。③能吞噬视杆细胞外节顶端老化的膜盘，借溶酶体的水解酶进行消化。④分泌蛋白多糖，以胶样液的形式充填于色素上皮与外界膜之间，可维持和粘合视杆、视锥与色素上皮相互间的位置关系，以利于视紫红质和视紫蓝质的更新，以及新陈代谢物质的穿梭传递。⑤色素上皮细胞间的连接复合体，对视网膜内环境的维持，起到选择性屏障保护作用。⑥质膜内褶可扩大色素上皮细胞与脉络膜毛细血管间的生物膜传递面积。

2) 视细胞(图 6-12)：又名感光细胞 photoreceptor cell。依据其形态及功能，又分视杆细

胞 rod cell 和视锥细胞 cone cell 两种, 两类细胞均成于外突、内突和细胞体, 外突为感光突, 相当于神经元的树突, 细胞体构成光镜下所见的外核层, 内突即轴突。人类的视网膜中视杆细胞大约有 11000 万~12000 万个左右, 对弱光刺激敏感, 是夜视或昏暗视觉细胞; 其分布不均衡, 在中央凹处无此细胞, 向外逐渐增多, 黄斑周围开始有少数, 但在距中央凹约 5~6mm 的环形带区, 数量可达到最多。与视杆细胞不同, 视锥细胞的数量少, 在人类仅 650 万~700 万个, 对强光及颜色刺激敏感, 是昼视性细胞, 间断散在于视杆细胞间, 至黄斑附近逐渐集中, 且外形也逐渐变粗变短, 在中央凹处则视杆细胞完全消失, 仅由密集的视锥细胞组成。

视杆细胞: 为细长形细胞, 胞体部稍圆。其外突呈圆柱状, 较细较长, 折光力强, 称视杆(rod), 长度及直径也因细胞所在的部位而异, 中央凹附近细而长, 直径约 1.0~1.5 μm , 长约 60 μm , 至锯齿缘变粗短, 直径达 2.5~3.0 μm , 长度则减至 40 μm 。视杆结构又可进一步区分为内外两节段, 外节 outer segment 为细圆柱, 内节 inner segment 稍粗, 二者间由细短偏心位的颈相连, 称连接柄 connecting stalk, 又因系胚胎早期的纤毛结构分化变态而成, 故亦称连接纤毛 connecting cilium。

外节的表面为细胞膜, 内部主要成于 700~1000 个平行叠列的扁圆形膜盘。每个膜盘的直径平均约 2.0 μm , 厚约 14nm, 单位膜的厚度约 3.5nm, 两个膜盘之间的间距大约与膜盘的厚度近似, 在膜盘的边缘可见深切迹。膜盘在开始时系由外节基部一侧的细胞膜向内褶皱形成, 当由基部向顶端迁移时, 逐渐与细胞膜分离, 因之遂逐渐转变为游离于外节内, 并成为与细胞膜不再有连续关系的圆形膜盘。在成年人视网膜内, 外节顶部的膜盘不断老化、退变, 以致成群的由外节尖部脱落, 据报道鼠的膜盘约 9~10 天可更新一次。至于控制脱落的机制、脱落的昼夜节律, 以及脱落与光照期开始的关系如何等, 皆待进一步研究解决; 也有报道膜盘脱落多发生在黄昏。膜盘脱落下来的残片, 很快即被色素上皮细胞吞噬, 在细胞内形成异

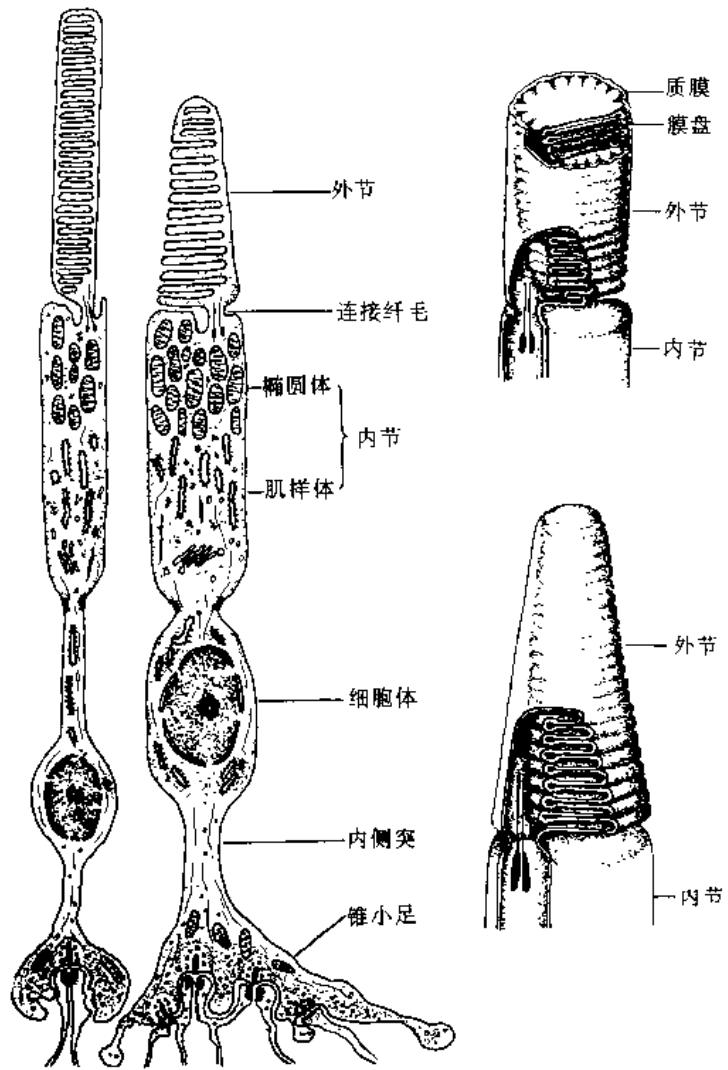


图 6-12 视细胞超微结构

左图示视杆细胞(左)及视锥细胞(右), 超薄切片电镜法
右图示视杆(上、顶端局部截离)及视锥(下)超微结构立体模式图

噬小体 heterophagosome, 约存留几小时后即被消化吸收。与此同时, 外节基部的细胞膜, 则不断内陷形成膜盘, 以随时补充和更新丢失的膜盘。膜盘的膜性结构, 和其它生物膜一样, 也是双层脂蛋白分子装配而成, 所以只有同时保持脂类和蛋白质的正常输入和合成, 才有助于膜盘的正常更新。膜盘的膜内微粒含有视紫红质 visual purple or rhodopsin, 不过在锯齿状缘处宽约 3~1mm 的环形带内, 视杆细胞无视紫红质存在。细胞膜上有 Ca 泵和 Na 通道。视紫红质由 11-顺视黄醛和视蛋白结合而成, 在暗环境下呈紫红色, 光照后可发生异构化, 最后分解为视蛋白和全反视黄醛; 处于暗条件时, 全反视黄醛借异构酶的作用, 又变成 11-顺视黄醛, 与视蛋白结合后又成为视紫红质, 所以视紫红质在明暗不同环境下, 不断地进行着分解和更新。视黄醛又叫维生素 A 醛, 经过酶的作用, 分解为维生素 A, 贮存在色素上皮内, 随时供视杆用于生成视紫红质。若维生素 A 缺乏, 视紫红质的合成减少, 遂发生夜盲症。受到光量子刺激后, 视紫红质的光化学反应变化, 可转变为电位信号, 沿视杆细胞的内侧突, 逐级传至中枢。有关信息转换的机制, 目前多以膜上 Ca 泵和 Na 通道启闭所引起的膜电位变化来解释。应用冷冻蚀刻复型技术观察, 可以看到视紫红质为一种膜内微粒, 直径 4.0~4.5nm, 位于膜的 PF 面。

连接纤毛实际是变态纤毛的遗迹, 其长度因物种而异, 人类的连接纤毛位内、外节之间, 呈偏心的细颈状(图 6 12), 长约 0.5 μ m, 粗约 0.3 μ m, 表面被以细胞膜, 内部的微管则呈“9 \times 2+0”模式, 即外周为旋翼样排列的 9 组二联微管, 与纤毛鞭毛者相似, 而中轴部则缺少一般的两个单微管。微管向内延伸, 根部达内节的顶部形成基体, 基体一侧有时可见中心粒, 基体尖部变细成微丝束, 且有明暗相间横纹, 称纤毛小根 ciliary rootlet, 其终端常在内节中延伸到外界膜水平。微管向外延伸至外节基部的一侧, 并逐渐失去其固有排列规律, 且末端逐渐分散变细, 终至消失。连接纤毛虽已失去运动功能, 但却是视杆内、外节间唯一的连接性结构, 既做为外节电位变化传向内节的必经之路, 也是内节合成的蛋白质向外节传送, 与外节细胞膜内陷及膜盘的更新直接有关。

视杆内节稍粗于外节, 由于其结构功能特点, 又可区别为外侧部的椭圆体 ellipsoid 及内侧部的肌样体 myoid 两部分。光镜常规染色, 椭圆体呈嗜酸性, 内部除可见连接纤毛的基粒、中心粒及纤毛小根外, 主要含有大量纵行排列的线粒体、游离核蛋白体及少量小泡; 肌样体与椭圆体在内节表面不易看出明显分界, 但肌样体内可见丰富的粗面内质网、微管、糖原颗粒, 还可见滑面内质网、游离核蛋白体和高尔基复合体。内节能合成蛋白质, 通过连接纤毛输送到外节, 做为膜盘更新所需。视杆内节在与细胞体衔接处稍细, 其细胞膜与 Müller 细胞顶部形成复杂的细胞连接。当内节的微丝微管收缩时, 也可使外节的位置发生相应改变。

视杆细胞的细胞体呈圆形, 向外以外纤维 outer fiber 连视杆内节, 向内伸展变细, 称内突或轴突。细胞体为细胞核的存在部位, 核一般较小, 椭圆形或杆状, 异染色质较同层的视锥细胞稍丰富, 故着色稍深或电子密度稍高, 核周细胞质一般较少。

视杆细胞的内侧突起即轴突, 又称内纤维 inner fiber, 走行于视网膜外网层的浅层, 其末端膨大如小球, 称杆小球 rod spherule, 小球内侧面有凹陷, 凹陷周围的胞质内含有特异性结构——突触带 synaptic ribbon 和突触小泡 synaptic vesicle 等。突触带又称突触板 synaptic lamellae, 是一条与表面相垂直的致密蛋白质板。杆小球的凹陷内, 具有一种复杂的突触成分, 称三联突触复合体 triad synaptic complex, 是由双极细胞的树突终末, 及其两侧各一个并列的水平细胞突起, 共同伸入杆小球的凹陷内所形成。

视杆外节的电位变化, 通过连接纤毛向内传递, 引起杆小球内神经递质的释放, 再通过

三联突触复合体，将信息传递给双极细胞，或沿水平细胞进行信息扩散。(图 6-10, 6-13)

视锥细胞：基本结构与视杆细胞相似，功能上最大的区别在于能感受强光和分辨颜色。视锥细胞的外侧突起呈圆锥状，较视杆粗短，称视锥 cone，中央凹区者较细长，高约 $75\mu\text{m}$ 、直径约 $1.0\sim 1.5\mu\text{m}$ ，向外周部渐粗短，仅高约 $40\mu\text{m}$ 。视锥也有内外节之分，外节为真正的锥形部分，内节则为圆柱形体，内外节间亦由连接纤毛相连；内节与外节的长度比，在中央凹处为 3:4，黄斑区及其它区几乎等长。

外节外包细胞膜，内部亦含有许多平行排列的膜盘，但盘的直径则由锥底至锥顶依次变小，而且膜盘的膜结构，也始终与外面的细胞膜大范围相连续，这一点与视杆膜盘显然不同。视锥膜盘的单位膜约厚 5.0nm ，膜间距 4.0nm ，两相邻膜盘间隔约 18nm ，比视杆的稍宽。

视锥内节的细胞器成分与视杆内节大致相同，不过线粒体数量要较视杆多 10~15 倍；内节同样有合成蛋白质的功能，只是蛋白质由连接纤毛转入外节后，并不用来直接形成新的膜盘，而是弥散性地配布于各个膜盘，以补充和更新膜盘中的膜蛋白组分，所以和视杆不同，视锥顶部的膜盘，一般不出现损坏脱落和被吞噬现象。

视锥细胞的核较大，核周细胞质较多，电子密度较低，除中央凹外，多以单列位于近外

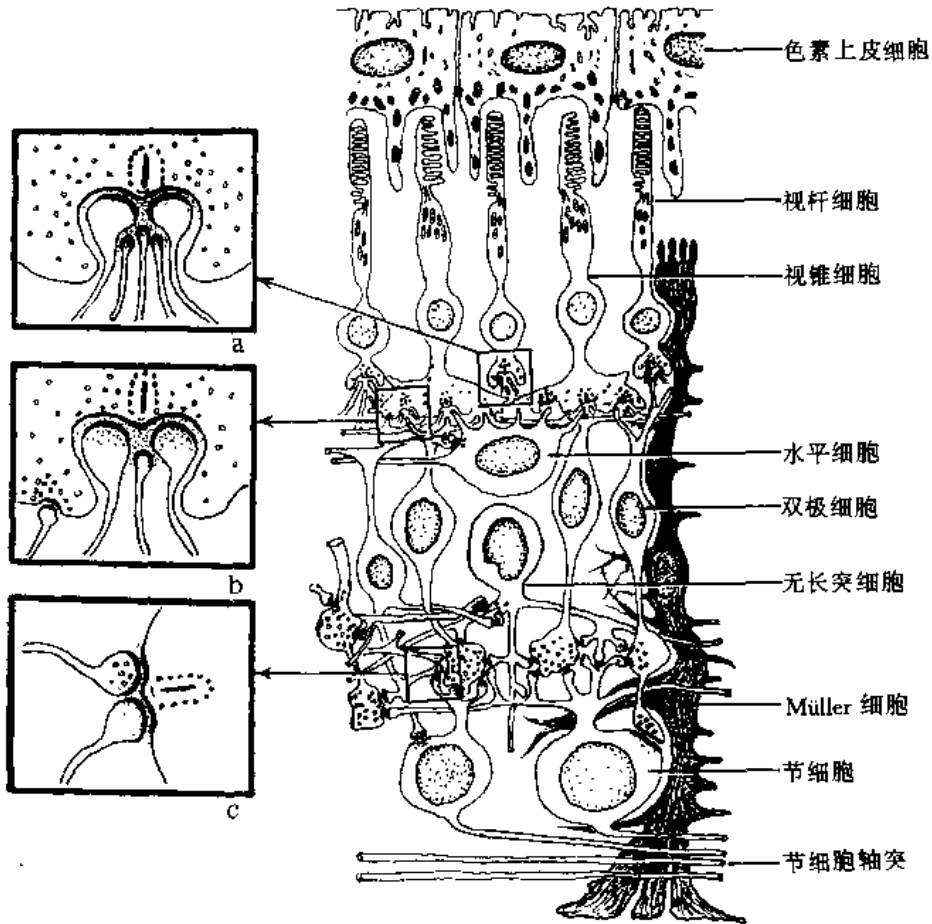


图 6-13 视网膜视部细胞间联系电镜模式图

右图示视网膜视部的分层和细胞

左图a. 示视杆细胞同双极细胞和水平细胞间的突触

b. 示视锥细胞同双极细胞间的突触

c. 示双极细胞同节细胞间的突触

界膜附近，与深染的及多层次的视杆细胞极易区别。其外纤维粗而短，极不明显。

视锥细胞的内侧突起，比视杆细胞的稍粗稍长，伸达外网层的浅层，终末膨大如足状，称锥小足 cone pedicle，其内侧面的凹陷相当多，有时可多至二十多个；凹陷与双极细胞及水平细胞可形成多个突触，其中有的是一般突触，有的也可形成三联突触复合体(图 6-13)。

视锥膜盘的膜内微粒不含视紫红质，但含有另一种视色素蛋白——视紫蓝质(iodopsin)。这类视色素的光化学变化过程，虽与视紫红质基本类似，但其分解与合成的详细步骤还知之不多。人视网膜的视锥细胞有三种，膜盘的膜上分别含有对红、蓝、绿色敏感的视色素，分别接受三种不同波长的光刺激；当受到该波长的光量子刺激后，视锥细胞产生不同的色觉冲动信息，通过有关神经纤维传入大脑视皮质。现在一般用色觉三原色学说，来解释这一色觉感受机制。三种视锥细胞是否有所谓粗、中、细三种纤维，分别构成红、绿、蓝三色单独的投射通路，尚待进一步探讨。

3) 双极细胞：其细胞体位于内核层中部。细胞大小因所在部位而异，在中央凹外区，直径约 $5\mu\text{m}$ ，在中央凹旁区，则大至 $8\sim 9\mu\text{m}$ 。胞体向内、外各伸出一个突起，分别代表轴突和树突，承担着视网膜视部的神经联络功能，将视锥细胞及视杆细胞的光感信息，迅速传给节细胞。根据形态和功能，现在常把双极细胞分成不同类型并给以不同命名，有的只联络一个视锥细胞和一个节细胞，构成一对一的视觉传导通路，以形成敏锐而精确的视觉，如在中央凹处；也有的可与多个细胞形成突触，达到兴奋扩散的作用，如在视网膜视部的周围部。尽管双极细胞有大小及功能等的不同，但其微细结构则基本相似，都有高尔基复合体、内质网、线粒体以及微丝微管等(图 6-10, 6-13)。

4) 水平细胞：胞体位于内核层的浅部(图 6-10, 6-13)。核多椭圆横向，细胞质含有小形线粒体、粗面内质网等细胞器。由胞体伸出若干短树突和一条长而不分支的轴突，二者皆呈水平方向走行，形成外网层厚度的大部分。可能也有些水平细胞没有轴突。水平细胞的类型可能因物种而异，不过其突起则一律与杆小球或锥小足分别形成突触。据说水平细胞与视觉冲动横向扩散、以及与视锥细胞颜色信息的传入分辨有关。

5) 无长突细胞：胞体位于内核层的深层(图 6-10, 6-13)。胞核大而圆，胞质内含有粗面内质网、高尔基复合体、线粒体、游离核蛋白体、微管等。由胞体发出多个树突，但无轴突。有的树突分支简单，有的则分支复杂，均在不同距离与双极细胞轴突和各种节细胞的树突形成相应的突触。这些突触和纤维网，共同构成视网膜内网层的主要部分。

6) 节细胞：是视网膜视部的第三级神经元，一般成单行排列，黄斑附近可多达 10 列，至中央凹则又变小变少。节细胞为典型的多极神经元，细胞直径达 $10\sim 30\mu\text{m}$ ，核大，偏心，有 1~2 个核仁，常染色质丰富，粗面内质网和游离核糖体明显；树突向外与双极细胞和无长突细胞联系形成内网层；轴突粗细不一，集合成神经纤维层，一般无髓鞘，伸向眼球后极，穿出巩膜筛板始出现髓鞘，构成视神经。节细胞总数约 50 万~100 万个，与视细胞数量之比约为 1:130。节细胞亦有单突触型和弥散型之分，前者胞体小，常构成一对一通路，后者胞体较大且大小不一，形成的突触结构较多(图 6-10, 6-13)。

7) Müller 细胞：视网膜视部含有多种神经胶质细胞，共同完成对神经细胞的支持、营养、定位以及绝缘作用；除一般的星形胶质细胞、少突胶质细胞和小胶质细胞外，主要含有一种特殊的仅见于视网膜的细胞，即 Müller 细胞(图 6-10, 6-13)，因其胞体细长故又称 Müller 纤维，还因其具有自内界膜向外界膜的走向特征，所以也称放射状胶质细胞 radial neuroglia cell。

Müller 细胞的胞体既狭长而又不规整,其细胞核位于内核层,呈卵圆形,着色稍深,与周围神经细胞核较易区分;胞质内含有粗面内质网、滑面内质网、杆形线粒体、糖原颗粒、一些小泡及许多纵行排列的神经胶质细丝,高尔基复合体不发达。由胞体向内、外发出细长突起,其末端膨大扁平并与相邻者密切嵌合,因之分别构成了内界膜和外界膜。再者,由胞体及其内外突起呈水平方向发出许多翼状突起和网状细丝,彼此交叉吻合,形成大小各异的网孔或间隙,其内则容存有神经细胞体、神经细胞突起及各种突触结构。在神经纤维层,Müller 细胞的内突渐扩展成锥状膨大,内含胶质细丝及线粒体,膨大后的界面缘紧贴基膜,二者共同组成视网膜视部的内界膜。外界膜的微细结构与此有别,是 Müller 细胞外侧突起的顶部,与视细胞感光突基部即内节肌样体的细胞膜,彼此借连接复合体密切连接,构成了光镜下所谓的界膜层——外界膜。该处 Müller 细胞的游离缘具有微绒毛,向外伸展在感光突内节之间,有时与色素上皮细胞的指状突起相接触。外界膜之外,在感光突与色素上皮细胞之间,充满液性物质,其内富含糖蛋白,实际上这是相邻细胞的间隙区,组织连接薄弱,易出现病理性剥离。

Müller 细胞具有多方面的生理功能,首先,由于它的存在,为视网膜各级神经元提供了众所周知的机械性空间定位作用;其次,它含较高浓度的糖原和酶,可对神经元提供营养来源和新陈代谢微环境;它还像神经系其它胶质细胞一样,具有隔离和绝缘作用,尽管它并不形成有关髓鞘;此外,由它形成的内、外界膜,像围堤一样,起着稳定和支持视网膜组织完整的作用;还有报道,Müller 细胞也像色素上皮细胞一样,具有清除视网膜变性产物的功能。(图 6-10, 6-13)

(雷建章)

二、眼球内容物

(一) 眼球房和房水

1. 眼球房(图 6-4) 为位于角膜、巩膜、晶状体、睫状小带、睫状体之间的裂隙。被虹膜分成前房和后房。前、后房经瞳孔相交通。

(1) 前房 anterior chamber: 前界为角膜内皮和一小部分巩膜内皮,后界为睫状体、虹膜的上皮层、瞳孔及瞳孔后方的晶状体部分。

前房的周边部称虹膜角膜角 iridocorneal angle,临床上亦称前房角,由角膜、巩膜、虹膜和睫状体所组成。在此角内,自巩膜突内侧连于虹膜的小梁组织,呈网状,称小梁网,即房角网状组织。小梁之间的裂隙,称虹膜角膜角隙 spaces of iridocorneal angle,也称 Fontana 间隙。虹膜角膜角的宽窄或淤畅与否,常影响房水的回流,从而引起眼压的变化。青光眼的患者,应用缩瞳剂,可缓解房角淤闭,疏通房水循环,降低眼压。

前房的中央最深,约为 3mm,随年龄而有变化,据国人资料统计,前房的深度以 2.5~3.0mm 之间的百分率分布最高,平均值为 2.74mm。两眼前房深度基本相等,屈光情况近似。16~25 岁的前房最深,平均值为 2.99mm,6~15 岁平均值为 2.95mm,26~50 岁平均值为 2.72mm,51 岁以上平均值为 2.56mm。表明自 25 岁以后随年龄增长而变浅(张淑芳等 1980)。许吉生等的研究,发现近视者的前房深,远视者浅,近视程度高的更深,远视程度高的更浅。

虹膜根部与角膜周边部之间的部分,称周边前房深度。我国正常人周边前房深度最浅为 0.2CT(CT 代表其角膜厚度),最宽为 3.0CT,但它可随年龄增长而变浅,而且女浅于男。周边前房深度 ≤ 0.33 者,占 5.89%, ≤ 0.25 者占 1.06%。对此两类者,应进行闭角青光眼的

排除检查(申尊茂, 1981)

(2) 后房 posterior chamber: 是界于虹膜、晶状体赤道部、睫状体内面和玻璃体前面之间的环形裂隙, 睫状小带位于裂隙内。

2. 房水 aqueous humor(图 6-4): 是眼球前、后房充满透明的水样液。房水总量为 1.23~1.32ml, 其主要成分是水, 占 98.1%。房水内胶体物质, 包括蛋白质、免疫物质、酶和脂类物质, 这些都远低于血浆, 如人的房水蛋白质仅占血浆的 1/200。房水内的糖含量仅为血浆的 80%, 尿素约为血浆的 75%~85%。房水中碳酸氢钠、乳酸盐、维生素 C 等含量较高。房水内尚含有 CO₂、O₂。人房水的 O₂ 含量为 0.094~0.17mmol/L。大气中的 O₂ 也能透过角膜到达房水。房水呈弱碱性, pH 值为 7.2~7.7, 屈光指数为 1.33, 比重 1.005, 比水略高。房水生成的速率是每分钟 2~3μl, 相当于前房容积的 1%, 前房水约 1½ 小时全部更新。

房水具有特殊的光学和营养功能, 房水产生的流体静压力, 能维持角膜正常强度, 保证角膜实质层均匀一致的屈光指数。房水屈光指数略低于角膜, 光线不致折射, 故对保持角膜的正常光学特性很重要。房水营养角膜和晶状体, 并将它们的代谢产物运走。

(1) 房水的形成和血-房水屏障: 房水来自血液, 但需通过血-房水屏障。血-房水屏障包括睫状体非色素上皮和毛细血管内皮、虹膜毛细血管内皮和虹膜上皮。血液内物质进入房水, 有以下几种方式: ①为扩散作用, 如虹膜毛细血管与房水之间的物质交换, 睫状突毛细血管与房水之间的物质交换、房水与玻璃体之间的物质交换。②为透析作用, 如睫状突毛细血管内物质就是通过透析作用, 进入睫状突实质的, 再进一步通过睫状上皮进入房水。③为分泌作用, 如睫状突分泌到房水中的维生素 C。组织学的研究指出, 睫状体分泌方式是房水的主要来源。因为看到上皮细胞内有液泡存在, 并观察到上皮细胞的数目增加, 以后又发现睫状体上皮细胞存在的颗粒, 与具有分泌活动的细胞内颗粒相似。

(2) 房水的排出途径

1) 由睫状体产生的房水, 首先进入后房, 然后经瞳孔流入前房, 在虹膜角膜角处, 经小梁网及滤帘的网眼和近小管结缔组织及覆盖该组织内、外两面的内皮细胞层而进入巩膜静脉窦。房水进入巩膜静脉窦后, 又经过与之相连的外流管道系统进入巩膜内静脉丛, 继而注入睫前静脉, 再经涡静脉导出(图 6-14①)。

巩膜静脉窦内含有无色的透明液体, 由于其压力较眼内压低, 因而使房水沿一定方向导流。上述外流管道系统, 又称外集合管, 其形态多不一致, 可呈漏斗形、圆柱形或椭圆形。外集合管, 是由内皮细胞构成的管道, 一端起自巩膜静脉窦的壁, 另一端连于巩膜内静脉丛。有少数外集合管, 在穿过巩膜中, 未注入巩膜内静脉丛, 因而当穿出行于结膜下时, 为仅含房水的透明血管, 此即活体显微镜检查下的房水静脉, 当其汇入其它的结膜静脉时, 其中房水和血液, 分别流动而不相混, 因此又叫分层静脉(图 6-14②)。

关于我国人的房水静脉, 有人检查了 127 人的 238 只正常眼, 年龄在 10~75 岁之间, 结果于每个被检者的眼上, 均找到了房水静脉, 发现率为 100%。有人统计我国人房水静脉的数目, 平均有 20~30 条之多, 但穿出巩膜后与巩膜内静脉丛形成吻合者则为数甚少。房水静脉管径变动在 0.01~0.10mm 之间。关于我国人房水静脉的分布, 以鼻下侧最多。房水静脉的临床意义, 如流速、房水静脉压、最高代偿功能、房水注入及血液注入现象等, 均为青光眼的重要研究项目。有人曾观察过青光眼的房水静脉 89 例, 所见情况如下: ①充血性青光眼不论发作轻重, 均不见房水静脉。失明期青光眼不论其原为单纯性或充血性者, 也都不见房水

静脉。②单纯性青光眼，若长期保持代偿状态，则可见房水静脉，但此种静脉随眼压之高低而呈周期性变化。单纯性青光眼可随时由代偿期转入非代偿期，此时房水静脉可立即全部消失。当青光眼眼压被控制而恢复至正常，充血现象消退而转入代偿状态时，房水静脉又可复现。故房水静脉可以判断青光眼的代偿期和非代偿期。

2) 由睫状体产生的房水，在后面则经睫状小带纤维之间的间隙，进入围绕晶状体赤道的 Petit 管。又经晶状体后面与玻璃体之间的小裂隙，循两个途径出眼球。一是经脉络膜周隙和涡静脉出眼球。另一是经玻璃体管，进入视神经鞘内间隙出眼球。

眼球内的生理性张力，大概借调节房水的分泌和吸收来维持。关于调节机理问题，有三种学说：一为机械性的，一为内分泌性的，另一为神经性的。一般倾向于神经性的。因有人证明，眼压的波动，可以引起三叉神经眼支的冲动释放；并有人叙述过眼前房小梁内的压力感受器的神经结构。也有人发现房水分泌的传出通路是交感神经。关于调节中枢，一般趋向于认为在大脑皮层及间脑。

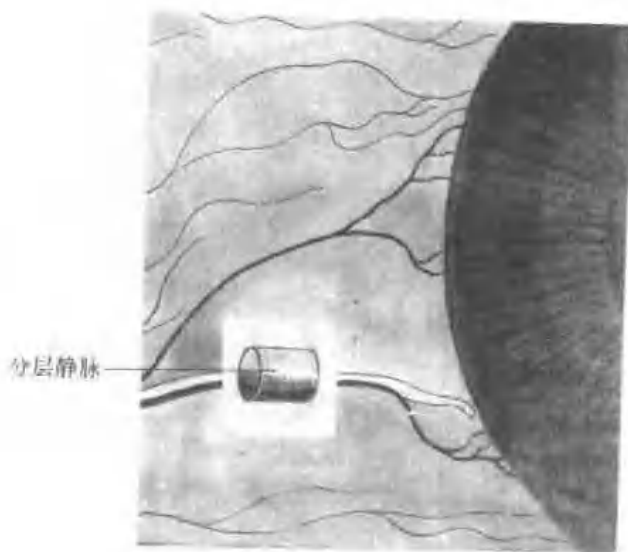
眼压的变化在诊断青光眼中，是有很大大参考价值的。我国人眼压的正常范围为 1.33~3.20kPa。

(二) 晶状体

1. 晶状体 lens 的形态(图 6-7) 状如双凸镜，无色、透明而有弹性，直径约 10mm，中心厚约 4mm。晶状体后面 posterior surface of lens 的凸度比晶状体前面 anterior surface of lens 大，曲率半径为 5.5~6.0mm。前、后两面相接的边缘，称晶状体赤道 equator of lens。晶状体位于虹膜之后，玻璃体之前，前面与虹膜瞳孔缘轻微接触，将瞳孔缘稍推向前。后面则位于玻璃体窝 hyaloid fossa 内，两者间隔以充满房水的间隙，叫 Berger 间隙。晶状体营养依赖于



①房水排出途径



②在活体显微镜检查下的房水静脉

图 6-14 房水循环

房水。晶状体和房水间的物质交换，根据扩散规律，从浓度高处流向低处，但也可自浓度低处移向高处，这为主动运输，需消耗能量完成。晶状体赤道前后，有睫状小带 ciliary zonule 附着。附着的区域，宽约 0.5mm，叫赤道带。随小带的牵拉和放松而有齿状形态的出现和消失。晶状体前面的中心，称晶状体前极 anterior pole of lens，它距角膜后面约 3mm。晶状体后面中心称晶状体后极 posterior pole of lens。前、后极的连线，称晶状体轴 axis of lens，也称晶状体矢状径，即晶状体厚度。据报道，我国人晶状体矢状径、赤道径：成人分别为 $3.507 \pm 0.479\text{mm}$ 、 $8.744 \pm 0.387\text{mm}$ ；儿童分别为 $2.932 \pm 0.062\text{mm}$ 、 $8.640 \pm 0.072\text{mm}$ ；新生儿分别为 $2.390 \pm 1.380\text{mm}$ 、 $6.530 \pm 0.478\text{mm}$ 。在胎儿时期，晶状体随胎龄增加，赤道径有明显的增大，而矢状径相对地增长变化较小。近视眼者，一般较扁，折光力较小，远视眼者，一般较厚，折光力较强。

2. 晶状体的构造(图 6-15) 晶状体外面透明的薄膜，称晶状体囊 lens capsule，为一有高度弹性的包膜，囊的前部较厚，后部较薄。在赤道部可分深、浅两层。浅层为极细微而菲薄的小带层，为睫状小带所附着，病态时，小带层可与深层分开。晶状体囊对化学性和病理性伤害有较大的抵抗力。

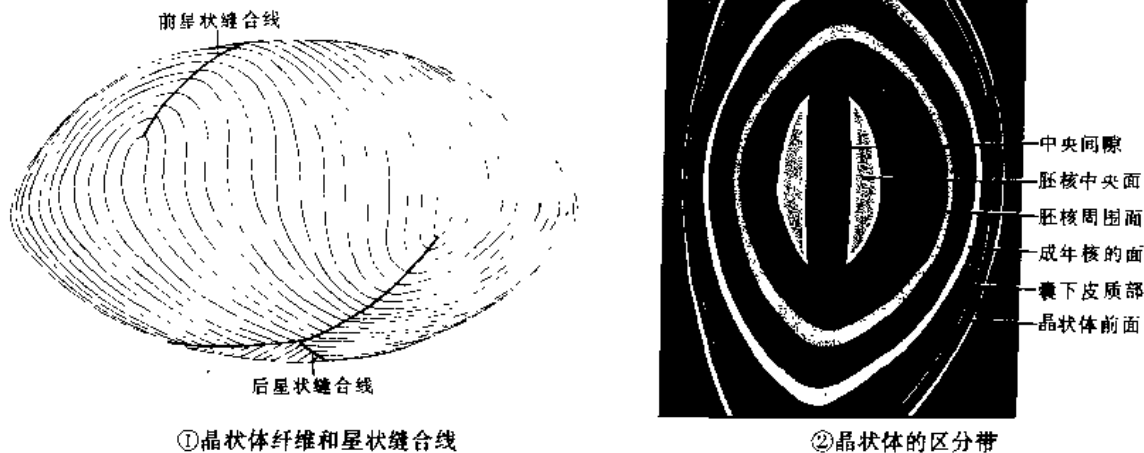


图 6-15 晶状体

前囊膜下有一层立方上皮细胞，称晶状体上皮 lens epithelium，上皮细胞内含有细胞器，机能十分活跃，晶状体就是依靠上皮细胞的增殖而不断生长。后囊膜下，没有上皮细胞，囊膜又薄，故晶状体后部抵抗力较低，并发性的白内障，多自后部发生。

构成晶状体实质的部分，叫晶状体纤维 lens fibers(图 6 16)。纤维呈六角形，长 7~10mm，宽 8~12mm，厚仅 $2\mu\text{m}$ 。来自赤道部上皮细胞的年青的晶状体纤维，表面光滑，核清楚可见，在赤道前后形成一条核性带。较老的纤维，核消失，被挤向晶状体的中心部。晶状体纤维在一生中不断生长，新生的纤维位于旧有的外面而形成晶状体皮质 cortex of lens。旧有的纤维则留在晶状体中心形成晶状体核 lens nucleus。成人核微扁、稍硬而增大，老年人的核尤扁而硬。

从晶状体前极至后极，沿晶状体中轴的纤维线，叫中央纤维线。自中央纤维线伸向晶状体赤道的结合质结构，形成“Y”形支架。“Y”形两臂张开成 120° 角，它将晶状体分成三个扇形区。前面的“Y”形支架为直立，后面的为倒立，支架又称之为晶状体辐射 radii of lens，或称晶状体前、后缝。自前缝各臂末端发出的纤维向后止于后缝两臂夹角顶点处(即后极处)。起点距中轴愈近的纤维，止点则距中轴愈远。缝的形成就是纤维互相汇合所致。成年人这些缝就更复杂，先天性白内障患者这些缝先变浑浊。晶状体所以能保持它的透明性，完全依赖

特殊的复杂的新陈代谢作用。不论是外伤性、毒性或新陈代谢性，局部的或全身的因素，都可能造成晶状体的变性，使之浑浊，称为白内障。过去摘除白内障，配镜以恢复视力，近年则进行人工晶状体移植而取得满意的疗效。

晶状体蛋白，是晶状体主要成分，是研究白内障时最受关注的问题。如糖尿病性的白内障，血糖高则房水葡萄糖含量相应增高，致使房水渗透压发生改变，导致晶状体纤维吸水肿胀，因而其内的蛋白质凝固变性，浑浊而形成白内障。如及时治疗，使水和房水中的葡萄糖降低，晶状体浑浊可以消失，但若持续日久则成不可逆，最终致晶状体完全浑浊。

3. 睫状小带与晶状体的调节 睫状小带的小带纤维 zonular fibers, 它起自睫状突和睫状环, 向晶状体赤道伸展: 起自睫状突者附于晶状体囊的后面; 起自睫状环者附于晶状体囊的前面。两部纤维相互交叉, 沿晶状体赤道周围作环形板层排列。前、后两板层与晶状体赤道边缘之间的裂隙叫小带间隙 zonular spaces。也即前述的 Petit 管。

睫状小带由透明、坚硬、无弹性的纤维组成, 纤维可为圆形或扁平形, 并有不明显的纵形小沟, 横断面可见小沟处呈不规则外貌。小带纤维一端紧密附着于睫状体上皮进入睫状体内界膜中, 另一端与晶状体囊的小带层相连续。

年龄愈小, 睫状小带愈多愈坚实, 当白内障手术时, 需用一种小带溶解酶, 而使晶状体与其分离; 老年人的睫状小带变得脆弱, 晶状体囊内摘除术易于进行。

睫状肌收缩时, 睫状冠和环的直径缩小, 睫状小带被放松, 解除了晶状体囊的压力, 遂因囊的弹性而使晶状体曲度增大, 屈光度增加, 使视近物清晰。睫状肌的收缩与松弛, 亦可影响角膜的曲率半径, 导致角膜屈光度的改变, 故仅用晶状体曲率改变解释视力调节, 也不够全而和准确。

在视远调节时, 晶状体前面的曲率半径为 10.0mm, 后面为 6.9mm。在视近物调节时, 前面曲率半径为 6.0mm, 后面为 5.5 或 5.0mm。晶状体的屈光力以屈光度来表示, 在无调节状态时为 17.35D(D 是 Diopter 缩写)。

(三) 玻璃体

玻璃体 vitreous body 是胶样、透明的半流动体, 充满于晶状体、睫状体与视网膜内面的腔隙中, 约占眼球容积的 2/3。外包以透明的玻璃体膜 vitreous membrane。此膜系由玻璃体表面比较粘稠的皮质浓缩而成。玻璃体前面有一窝, 容纳晶状体, 称玻璃体窝 hyaloid fossa, 沿此窝边缘有一细弱的环状附着带, 连结玻璃体与晶状体囊, 称为玻璃体囊韧带, 继向外与睫状小带的后内侧部纤维密联附着于睫状环及周边部视网膜, 成为后房的后界。青年人此处连结坚固, 老年人则退化, 这也是老年人晶状体摘除术较易的原因之一。

在微细结构上, 玻璃体由两部分组成: 一是由蛋白质形成的玻璃体蛋白微丝做支架, 二是由粘液样成分形成的玻璃体基质 vitreous stroma。该基质系由玻璃体酸吸收大量水分而成。

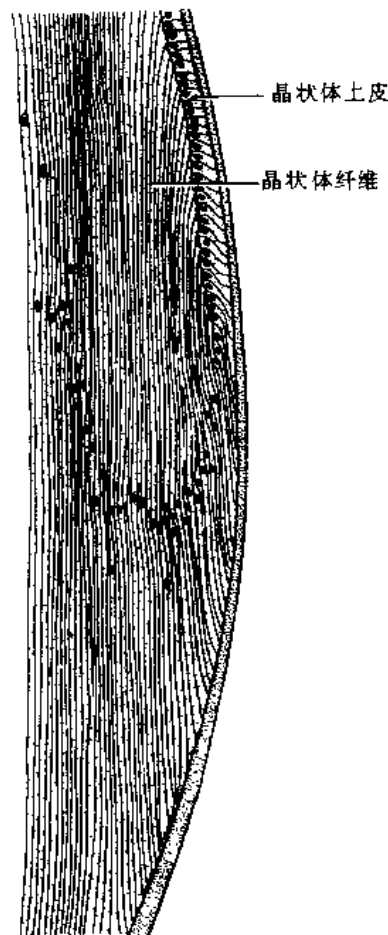


图 6-16 晶状体上皮和晶状体纤维

由于具有一定的粘性和弹性,因而保持一定的形体和伸缩性,对周围组织能承受一定的压力。玻璃体主要成分为水,约占 98.5%,其他成分只占 1.1%。与房水成分近似。

玻璃体周围部较中央部稠密。玻璃体中央有一前后贯穿的微细透明的玻璃体管 vitreous canal,此管为胚胎期的玻璃体动脉行于其内。当视网膜血管形成后,此血管即萎缩退化。当胚胎残余细胞或血细胞行径血管时,眼前可出现漂浮的黑点,但裂隙灯显微镜检查不能见,称此为飞蝇幻视症,属生理现象。如裂隙灯显微镜检查可见斑点。属病理现象,称为玻璃体混浊。

玻璃体在视神经盘周围处、锯齿缘稍前方以及睫状环处粘合紧密。当玻璃体因某种原因发生变性(如老年性的),导致浓缩或液化,对周围组织支持作用减弱而引起视网膜脱离。如视神经盘前方的玻璃体浓缩,临床上裂隙灯显微镜下常见一悬吊的圆环,叫玻璃体窥孔。这是视神经盘周围的神经胶质随同撕下的结果。玻璃体虽与视网膜密切接触,但并非真正粘连,一遇病变,二者易于分离。

第二节 眼副器的形态及构造

眼副器 accessory organs of eye 包括眶、睑、结膜、泪器、眼球外肌、眶内平滑肌、眶脂体、眼球筋膜等。它们对眼球起保护、运动和支持作用。

一、眶

(一) 眶的形态特征

眶 orbit 为四面锥体形的空腔,尖端向后,有视神经孔通颅腔。底向前称为眶口。国人眶口有长方形、方形、近卵圆形、近圆形等 4 型以长方形居多数,男约占 51.10%,女约占 48.45%。眶口平均高度:男为 $3.63 \pm 0.02\text{cm}$,女为 $3.46 \pm 0.02\text{cm}$ 。眶口平均宽度:男为 $4.16 \pm 0.01\text{cm}$,女为 $3.91 \pm 0.01\text{cm}$ 。眶指数:男为 87.80 ± 0.36 ,女为 88.58 ± 0.34 ,女 > 男。国人眼眶属中眼型。眶缘较厚,各眶缘并非处于同一平面上,成人眶口斜度均值为 $14.19 \pm 0.05^\circ$ 。外侧缘居于其他各缘之后,眶下缘也较眶上缘稍居于后。当球后间隙手术时,从眶外侧壁进行最为方便,因该壁是唯一与鼻旁窦无关的壁。双外侧壁呈 90° 交角。

眶上壁较薄,以额骨眶部与前颅窝相隔,该壁向后下方倾斜,在内侧部,额窦或筛窦可延伸到额骨眶部,因而眶上壁往往有较大的窦腔,颅脑损伤可波及此壁。

眶内侧壁的前部有泪囊窝,为骨性的陷凹。该窝位于上颌骨额突的泪前嵴与泪骨的泪后嵴之间,为卵圆形,呈垂直位。窝的深部与筛骨的筛窦和鼻腔的中鼻道相邻。泪囊位于窝内。国人泪囊窝平均高:男为 17.45mm,女为 16.44mm。平均宽:男为 7.93mm,女为 7.64mm。此窝虽由上颌骨额突和泪骨组成。但也可见无泪骨者(约占 1.19%),遇此情况,当泪囊手术时,需于泪囊窝钻孔,则感困难。

眶内侧壁与眶上壁交界处,有筛前孔和筛后孔。筛前孔多为一个,而筛后孔变异较大。由眶内缘点(额泪缝、额上颌缝和泪上颌缝三者相交之点,又称 Dacryon 点)至筛前孔的距离均值为:左 $17.03 \pm 0.21\text{mm}$,右 $16.85 \pm 0.20\text{mm}$ 。此点至筛后孔的距离均值为:左 $26.99 \pm 0.30\text{mm}$,右 $27.57 \pm 0.31\text{mm}$ 。此点至视神经管前缘距离均值为:左 $35.37 \pm 0.20\text{mm}$,右 $35.55 \pm 0.21\text{mm}$ 。筛前孔距筛后孔均值为:左 $9.44 \pm 0.30\text{mm}$,右 $8.40 \pm 0.31\text{mm}$ 。双侧内侧壁呈平行位。

眶下壁基本呈水平位,较其他各壁为短,男性平均长 49.3mm,女性为 47.2mm。球后麻

醉的针刺深度以不超过 40mm 为宜，以免伤及视神经，甚或颅内组织。下壁厚 0.5~1.0mm，与上颌窦为邻，上颌窦病变很易波及眶内。

(二) 经眶的主要结构

于眶深部，在眶上壁和外侧壁的分界处，有一较大的逗点状裂隙，称眶上裂。裂长约 22mm，为眶与颅中窝最大的交通处。裂的外段窄而内段宽，二者以裂的下缘外直肌棘为界。外段被硬脑膜封闭，而内段与视神经管，被 Zinn 总腱环所环绕。经过总腱环之上的有滑车神经、额神经、泪腺神经、眼上静脉。经过环内的自上而下依次为动眼神经上支、鼻睫状神经、睫状神经节的交感根和感觉根、动眼神经下支以及展神经等。眼下静脉有时自环内穿行，偶而在总腱环之下通过。此裂受损伤出现的症状，称为眶上裂综合征。

外壁与下壁交界处为眶下裂，起自眶上裂内侧端的下方，长约 20mm，其前端距眶下缘约 20mm。此裂有二叉神经第二支的分支颧神经、蝶腭神经节的眶支及眼下静脉至翼丛的吻合支经过。

眶尖有视神经管，直径约 5mm，两侧在颅内开口相距约 25mm；两侧在眶内开口相距约 30mm。视神经管内通过视神经及其鞘和包在硬脑膜鞘中的眼动脉，眼动脉位于视神经的下方。

针刺眼周围穴，如睛明、球后、承泣等。多数刺入眶腔内，针刺方向应与眶壁平行，以细针直出直入，不宜捻转提插，以免引起出血或刺伤眼球(图 6-17)。

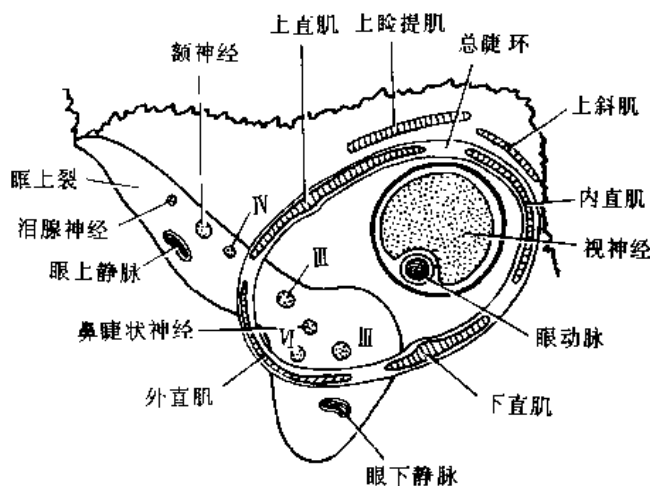


图 6-17 经眶的主要结构

(三) 眶与鼻旁窦的关系

眶的周围有鼻旁窦环绕，眶的前上方有额窦。左、右额窦多不对称，中隔常偏向一侧。当有炎症、肿瘤时，可自上方波及眶内。眶的下方有上颌窦，因与眶下壁隔以菲薄的骨壁，当上颌窦急、慢性炎症时，常可引起眶蜂窝织炎。眶内侧有筛窦，为多房性腔，与眶之间仅隔以菲薄的眶板，筛窦的炎症最易波及眶内。眶的后方为蝶窦，与视神经管相邻，蝶窦病变极易直接波及视神经。

(四) 眶骨膜

眶骨膜 periorbit：是非薄而坚韧的结缔组织，被覆于眶的各壁，与眶壁间借疏松结缔组织相连。在后方视神经管处，眶上裂处与硬脑膜相接，向下经眶下裂与颞下窝及翼腭窝的骨膜相连续。眶骨膜在泪沟处，分两层包围泪囊，被盖于沟顶的一层称泪囊筋膜。眶缘的骨膜与眶筋膜、睑板紧密结合，共同构成眶隔 orbital septum。眶隔可防止眼睑炎症进入眶内。

(五) 眶筋膜

眶筋膜 fasciae of orbit：是自眶周缘到上、下睑板前面相当坚韧的结缔组织膜，与睑板共同封闭眶口，为组成眶隔的主要成分。在眶周缘呈一环形附着线。它附着的精确位置如下：自眶下缘内侧向上，沿泪前嵴至睑内侧韧带，覆盖泪囊下部而至泪后嵴，沿泪后嵴继续向上到达眶上缘。由此可知眶筋膜在泪囊上半的后方经过，而泪囊的下半则在眶腔之内，故泪囊上

半居于眶外，位于眶隔之前。这种局部结构关系，有一定的临床意义。眶筋膜是组成眼眶前壁的重要成分，血管、神经可穿过此筋膜到睑的皮下。筋膜的外侧部较内侧部厚且强，上睑者较下睑者肥厚强大，其薄弱部分，常为老年人脂肪脱出的部位。

二、眼 睑

(一) 眼睑的形态

眼睑 eyelids 是皮肤与粘膜构成的皱襞，有保护眼球的作用，特别是上睑，通过眨眼可避免异物、强光、飞尘等对眼球的损害，并可清除眼球表面的灰尘和细菌，且有助于泪液的分泌与排除，使眼球表面经常保持湿润，维持角膜的透明性。又可协助瞳孔调整进入眼内的光线。当闭眼时，上睑可遮盖眼裂所暴露的部分而使视皮质休息。

睑可分上睑 upper eyelid 和下睑 lower eyelid。上睑以眉与额部皮肤分界，上睑表面，可见两条横沟，位于眶上缘下方的称为额睑沟。靠近上睑缘处的称为上睑沟，此沟当上睑上提时更为明显，有此沟者称为双重睑，无此沟者称为单重睑，国人对此进行观察，发现重睑皱折内端较低，位于上睑内侧皱边缘之下，上睑皱折平均高度为 3.87mm。为重睑手术设计提供依据。

上睑内侧皱又叫内眦皱襞，为遮盖内眦部垂直的半月状皮肤皱折，由上睑向下延续而成。国人资料，有此皱襞者占 53.66%。但新疆哈萨克族，有此皱者男占 41.12%，女占 51.85%，男女有明显差异。

下睑连于颊部皮肤，无明显分界，但在年长者可出现两条明显地细沟，内侧者叫鼻颧沟，外侧者叫颧沟。总称为下睑沟。

在睑的内、外侧，上、下睑相连处，分别形成睑内侧连合 medial palpebral commissure、睑外侧连合 lateral palpebral commissure。因此上、下睑间形成一裂。称睑裂 palpebral fissure。睑内、外侧连合所形成的眼角，分别称为内眦 medial angle of eye 和外眦 lateral angle of eye。外眦成锐角。内眦呈钝圆，其与眼球之间围成的间隙，称为泪湖 lacrimal lacus，湖底有一粉红色椭圆形小丘叫泪阜 lacrimal caruncle。泪阜外侧有一皱襞，色红、呈新月状，称结膜半月皱 conjunctival semilunar fold，相当于低等动物的第三眼睑，为退化组织。

国人资料：外眦间距均值为 88.34mm，内眦间距均值为 33.00mm。它们都以 18 岁时最大，18 岁以前和以后数值逐渐下降，有的认为在生后 4 个月内增长速度最快。

睑裂的高度与长度：国人对此作了不少测量和统计，列表如下：

测量统计者	睑裂高度(mm)	睑裂长度(mm)
吉民生等	7.54	27.88
冯葆华等	8.92	27.71
梁竹筠等	8.59	26.64
孙承录	7.41	28.11

睑裂位：根据吉民生的统计，国人以水平位为多见，占 82.06%；但也有人对 14~22 岁青少年进行观察，结果以外眦高于内眦的向上位为多见，又有人观察了哈萨克族人，结论是无论男女均以向上位最多。

上、下睑游离缘,表面光滑,每一睑缘均分为睑前缘 anterior palpebral edge 与睑后缘 posterior palpebral edge。睑前缘钝圆,睫毛由此缘成行生出,睑后缘较锐利,与结膜面呈直角,在正常状态下,其界限非常明显。直角的消失和变平、常为病理体征,为某些睑缘和结膜病的后果。睑后缘有睑板腺的开口,于活体可见一系列小白点。睑前、后两缘之间叫缘间部,其间有一条浅灰色的缘间线,沿此线可将睑分成前、后两部:前部为皮肤和眼轮匝肌;后部包括睑板、结膜。此线对眼科手术较为重要。国人睑缘的厚度:上睑缘厚度均值为 2.0mm;下睑缘厚度均值为 1.5mm。上、下睑游离缘的内眦部,相当于内 1/6 与外 5/6 交界处,有一隆起小结节叫泪乳头 lacrimal papilla,乳头中央有一小孔叫泪点 lacrimal punctum,为泪小管的开口部。泪点可将睑缘分为内、外两侧部:内侧部平滑、钝圆,无睑板腺与睫毛,但有细毛;外侧部肥厚扁平,直达外眦有睫毛腺 ciliary glands 和睑板腺 tarsal glands 的开口以及长有睫毛 ciliary。有人对睫毛倾斜度进行了测量:男性睁眼平视时,上睑睫毛倾斜度以 110~130°者占多数;闭眼时,以 140~160°者居多数,性别差不大;男性睁眼平视时,下睑睫毛倾斜度为 100~120°,女性较男性平均小 10°(邹本宝,1958)。

(二) 眼睑的构造

由皮肤、肌层、结缔组织和睑结膜四层组成(图 6-18)。

1. 皮肤 极薄,仅 1mm 左右,富有弹性,易于移动及伸展。鼻侧较颞侧平滑,有光泽,毛少。眼睑皮肤的表皮有数层角化细胞,其皮乳头低而少,并有毳毛及皮脂腺,毳毛短如绒毛,单细胞的皮脂腺开口于毛囊,汗腺虽多却很小。眼睑皮肤黄色瘤,多见于内眦部,通常双侧对称,有人认为它是从这种单细胞性皮脂腺的基础上发生的。皮下组织中有极少量的脂肪组织,以疏松结缔组织与肌层相连,当局部炎症、静脉回流障碍或全身疾病时,由于皮下组织疏松、渗液淤积,故常出现显著的脸水肿。当外伤时,眶壁如受破坏而与鼻旁窦相通,鼻旁窦中的空气进入脸皮下组织中,引起脸皮下气肿。

皮肤层在睑缘内面逐渐移行于粘膜,在睑缘处表皮增厚,生有睫毛,但无立毛肌。睑缘处皮脂腺,又叫 Zeis 腺,是一种变异的皮脂腺,为泡状腺,以短面宽的腺管开口于睫毛毛囊中。睫毛周围另有特殊汗腺,称 Moll 腺。其腺体末端部,多直行或仅有少许弯曲,腺腔颇大,外层为肌上皮细胞,内层为锥形顶浆分泌的腺上皮,排泄管上皮成于明显的双层细胞,并直接开口于睫毛毛囊内。麦粒肿即二者之一的腺管堵塞所致。睑缘的皮肤粘膜交界处,即睑后缘,有睑板腺 tarsal glands 的开口。麦粒肿即由该腺腺管堵塞而导致的。居眼球和睑后缘之间为睑缘泪液带,约 1mm 宽,它属于泪膜的部分,于裂隙灯下

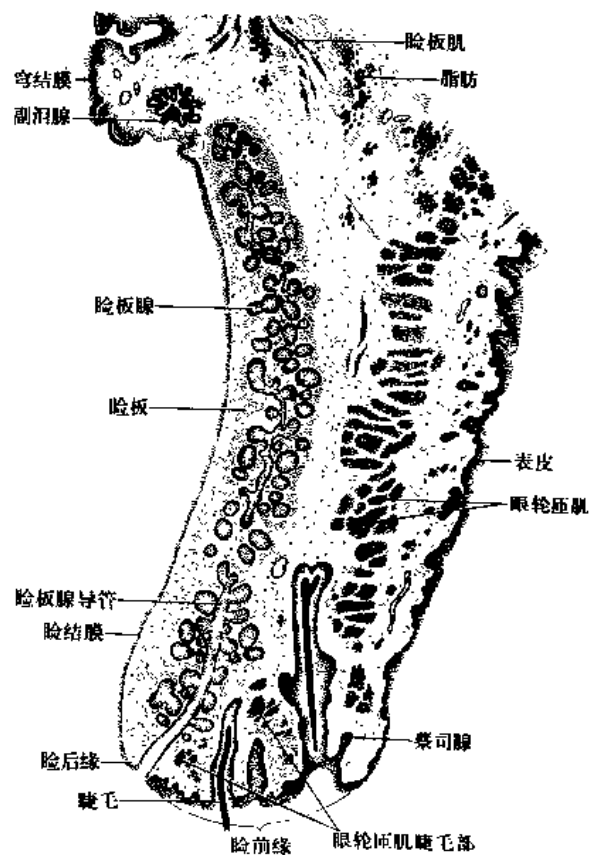


图 6-18 睑的组织结构

可查见。

2. 肌层 即眼轮匝肌的睑部纤维,受面神经支配。其位于泪囊后部的纤维,称之为泪囊部(也叫Hornor's肌)。睑部肌纤维收缩时,可使睑裂闭合。由于眼轮匝肌走行特点,在眼睑上与其游离缘垂直的创口总是要裂开的,故创口缝合,应缝两层:即结膜与睑板一层;皮肤与肌肉一层。反之,与肌纤维一致的创口,即使不经缝合,亦可能自行愈合。故当眼睑手术时,皮肤切口应与眼轮匝肌纤维方向平行,不能垂直切开。在睫毛毛囊后面或睑板腺开口处的后方,都有眼轮匝肌的纤维,称为眼轮匝肌的睫毛部(又叫Riolan肌),它可使腺体的分泌物排出至睑缘。除眼轮匝肌纤维外,还有上睑提肌止于上睑的纤维,它受动眼神经支配,此肌收缩时,可提上睑。此肌紧张度正常时,上睑缘可掩盖角膜2mm,若麻痹时,即出现睑下垂症状。

肌层内,尚有平滑肌,称Müller肌,即上睑板肌superior tarsalis。上睑者呈一薄带状,约10mm宽度,它起自上睑提肌深部肌纤维之间,位于上睑提肌与睑结膜间,向前下方止于睑板上缘。下睑的下睑板肌inferior tarsalis较小,起自下直肌鞘和下斜肌相交处,向前到结膜下穹窿处,分两部分:一部分止于球结膜,一部止于下睑的睑板。睑板肌受交感神经支配,甲亢患者,眼球突出,上睑后缩,认为与此肌的强力收缩有关。

在眼轮匝肌深面与睑板之间,称为肌下疏松结缔组织层,此层向下可延伸至睑前、后缘之间的缘间部,向上与头皮的腱膜下层相通。故头部外伤或炎症时,可自腱膜下层波及此层。支配眼睑的主要神经经行于此层中,故局部麻醉时,宜注射到眼轮匝肌的深面,方收到良好效果。

3. 结缔组织 由致密结缔组织构成的弯曲薄板,称睑板tarsus。上睑板superior tarsus,较大而阔,呈半月形。下睑板inferior tarsus,较小,略呈长方形。睑板弯曲度与眼球外面相适应。靠近睑缘的睑板边缘与睑缘平行,参与睑缘的形成。上睑板的上缘、下睑板的下缘皆呈弧形。上睑板长度均值为28.82mm,下睑板长度均值为24.49mm。上、下睑板的厚度分别为0.91mm和0.90mm。上睑板的宽度:据统计,上睑板中央部分,男性宽7~9mm者,占82.5%;女性宽6~8mm者,占88.5%,一般男较女宽1mm。距内、外眦5mm处的上睑板宽度为3~4mm者,占87.3%~87.5%,男女之间并无显著差别(邹本宝1958)。

睑板借两个坚固的、水平方向的睑内、外侧韧带附着在内,外眦处的眶缘上。睑内侧韧带medial palpebral ligament,为一宽的“Y”形结缔组织带,起自泪前嵴,在内眦处“Y”形的两支,分别附着于下、上睑板的内端,包绕泪阜,成为内眦边界。当向外侧拉紧眼睑时,在内眦处容易触及此韧带,特别其下缘更为明显,为手术时寻找泪囊的标志。一般如于内眦内侧2mm处做垂直切口,再沿切口外唇分离组织,即可找到此韧带。该韧带另分出一部,附于泪后嵴。附于泪前嵴的部分叫睑内侧韧带前部,附于泪后嵴的部分叫睑内侧韧带后部。前、后两部之间容纳泪囊,做泪囊摘除手术时可将前部剪断,保存后部,则能维持上、下睑的正常位置。睑外侧韧带lateral palpebral ligament为一条薄的纤维束,起自颧骨眶面骨膜及眶结节,在颧额缝的稍下方,眶缘之后,其位置较深在。前面与眼轮匝肌的睫毛部相融合,韧带后面有一小部分泪腺。韧带内侧端附着于上、下睑板的外端。

睑板内埋藏有许多特殊的皮脂腺,称睑板腺,其腺体呈单行,并列于睑板内。睑板腺具有大量分叶的泡状终末,借一短小侧管与中央部长形排泄管相通,排泄管为复层扁平上皮,一端为盲端,一端直接开口于睑缘的后部。睑板腺的数目,每侧上睑有30~40条,下睑有20~

睑板腺分泌物富有脂肪、脂肪酸及胆固醇，其作用是使睑缘润滑，以防止泪液流出结膜囊外浸蚀皮肤；于睡眠时，由于睑缘有睑板腺的分泌物，可使睑裂紧密闭合，防止泪液外溢和蒸发，以免角膜干燥。由于睑板腺呈直行排列，故切开麦粒肿时，一般都采取与睑缘垂直的切口。睑板腺当有急性化脓性炎症时，虽红肿不明显但疼痛剧烈。

4. 睑结膜 为眼睑最内面的一层，与睑板紧贴而不易分离，在睑缘处与皮肤相连续。正常情况，结膜平滑透明，可透见其深面(外面)的睑板腺，呈黄色线条状。睑结膜富有血管，呈红色或淡红色，贫血时，色苍白。此膜常因沙眼病变而变脆，分离时容易破碎，做睑板手术时可因此失败。

三、结 膜

(一) 结膜的形态

结膜 conjunctiva 是一薄层透明、湿润而富有血管的膜，覆盖于眼睑内面的称睑结膜 palpebral conjunctiva，睑结膜因与睑板愈着，故缺乏移动性。复盖于眼球前面，与角膜边缘相连的部分，称球结膜 bulbar conjunctiva，球结膜最薄，以疏松结缔组织连于巩膜，故活动性较大。上、下睑结膜与球结膜互相移行部分，形成杯状凹陷，分别称为结膜上穹 superior conjunctival fornix、结膜下穹 inferior conjunctival fornix、结膜外穹 lateral conjunctival fornix。此部结膜，称为穹结膜 conjunctiva of fornix。穹结膜较厚，较其他部结膜更为松弛(图 6-19)。

如果以睑裂为口，角膜为底，则结膜呈一囊状，称结膜囊 conjunctival sac。结膜囊向内侧直达内眦，由于泪阜和结膜半月襞 conjunctival semilunar fold 在此处形成，故此处结膜囊无结膜内穹。结膜囊向外侧超过外眦，故结膜外穹较深，距外眦约 5mm，距角膜颞侧缘约 14mm。结膜囊上界，相当于眶上缘水平，距上睑缘约 13mm，距角膜上缘 8~10mm。结膜囊下界与眶下缘一致，距下睑缘约 9mm，距角膜缘下缘 8~10mm，因而上穹较下穹为深。由于上穹、外穹较深，所以在各种结膜整形术时，多由结膜囊的上部和外部移动结膜。由于上穹结膜和上睑提肌肌腱以及上直肌肌腱关系密切，手术时，如误伤之，可引起上睑下垂。

球结膜的深面与眼球筋膜的前部，隔以疏松结缔组织，当进行眼肌手术暴露肌腱时，首先剪开结膜，再切开眼球筋膜，方能找到肌腱。在距角膜缘 3mm 以内处，球结膜、眼球筋膜和巩膜三者结合紧密，手术时，常于此处固定眼球。距角膜缘 3mm 以外处，结膜和眼球筋膜之间，有疏松结缔组织，内有结膜下血管分布。眼球筋膜与巩膜之间有一间隙，该隙中有形成角膜周围血管丛的睫前血管经过。

(二) 结膜的结构

结膜与其他粘膜组织相同，在内眦部与结膜半月

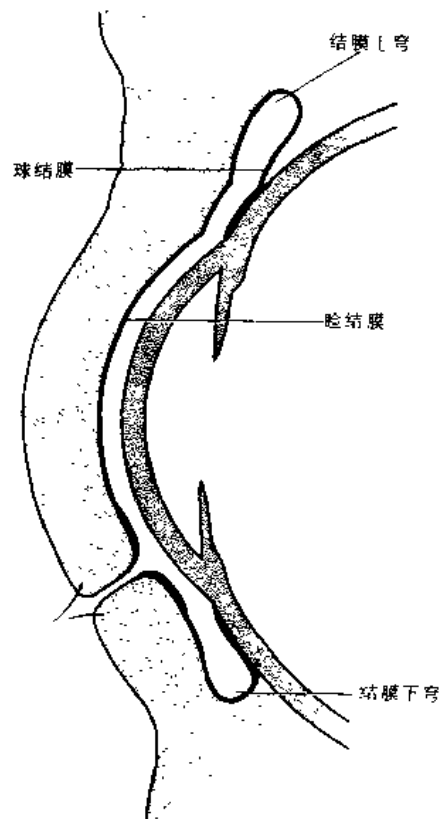


图 6-19 结膜

襞相接。它分上皮层与固有层，固有层内含有腺体、血管、神经和淋巴管，结膜上皮直接连接于角膜上皮，并与泪点、泪小管、泪囊、鼻泪管等处的粘膜相连。

结膜各部组织构造有其特点，睑结膜、穹结膜和结膜半月襞等处，其上皮内杯状细胞很多。结膜半月襞上皮除杯状细胞特多外，尚有色素细胞出现。而角膜缘部的结膜和球结膜上皮的特点是腺样成分减少，杯状细胞消失。

杯状细胞是单细胞粘液腺，分泌粘液，湿润结膜、角膜，是角膜前液体膜的第一层护膜，起保护作用。如果结膜正常，虽摘除泪腺，也无大的妨害。然而杯状细胞受到破坏，虽有泪液分泌，也可导致结膜干燥。

睑结膜、穹结膜的固有层中腺体发育最佳 Müller 肌和 Krause 腺也位于此层中。Krause 腺为一种副泪腺，分布在上、下穹结膜处，位于泪腺睑部与睑板之间。在上穹结膜处约 20 个，下穹结膜处约 6~8 个。此腺与泪腺构造相同，其排泄管结合成一大导管，开口于结膜上、下穹。结膜半月襞的固有层中含有脂肪组织、平滑肌以及偶见软骨组织。

睑结膜、穹结膜和结膜半月襞，是沙眼的好发部位。角膜缘部结膜和球结膜是疱疹的好发部位。

睑缘的大部分被皮肤覆盖，在睑板腺开口处的睑后缘，为皮肤粘膜交界处，此处粘膜与口腔粘膜相似，开始出现杯状细胞。

泪阜，属变形的皮肤，其固有层含有脂肪、结缔组织及少许平滑肌纤维。平滑肌与内直肌有联系，故泪阜能随眼球运动而进退。泪阜上长有短小而无色泽的细毛，约 15~20 根。此外，泪阜尚含有皮脂腺、汗腺及副泪腺。

泪阜的功能是：使睑闭合完全；防止异物进入泪点内；与结膜半月襞之间的沟中有吸引泪液的作用；闭睑时可压迫泪点及泪小管；开睑时则形成负压，促使泪液畅流。

四、泪 器

泪器 lacrimal apparatus 可分成两部分：分泌泪液的部分有泪腺及结膜内的副泪腺；导流泪液的部分：由泪点、泪小管、泪囊及鼻泪管所组成，总称之为泪道。此外还有介于二部之间的结膜囊、泪阜、结膜半月襞与泪湖。实际上，结膜囊也属泪液导流部分，但一般将泪点作为泪液导流的开始部(图 6-20)。

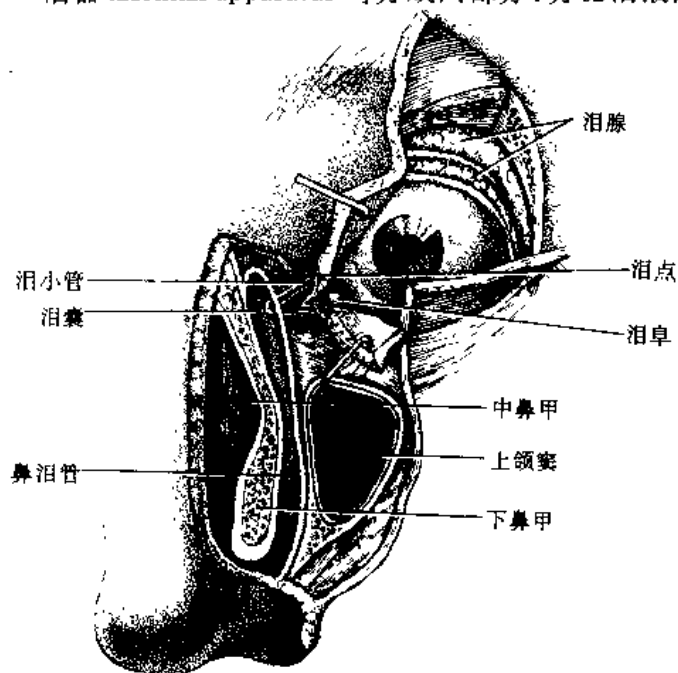


图 6-20 泪器

液的部分：由泪点、泪小管、泪囊及鼻泪管所组成，总称之为泪道。此外还有介于二部之间的结膜囊、泪阜、结膜半月襞与泪湖。实际上，结膜囊也属泪液导流部分，但一般将泪点作为泪液导流的开始部(图 6-20)。

(一) 泪腺的位置、形态和结构

正常泪腺 lacrimal gland，颜色淡黄带红，色泽较眶腔脂肪为暗。根据位置可分为泪腺眶部和睑部。泪腺眶部，大如杏核，长约 20mm，宽 10mm，居于眼眶上外方的泪腺窝内，借薄弱结缔组织连于眶骨膜上，前面贴眶隔。当泪腺有恶性肿瘤时，不仅连于眶骨膜上的结缔组织致密增厚，并且与邻

近的骨也紧密连接，因此眶缘可出现触痛。泪腺睑部约为眶部的1/3，位于上睑深部，睑板上缘，紧靠结膜上穹处。进行眼睑手术时，应注意到上睑外侧部与泪腺的关系。当翻起上睑，在结膜上穹外侧部，可见泪腺排泄管，约有10~20个，在距睑板上缘4~5mm处，开口于结膜囊内。这些排泄管既有眶部的，也有睑部的，因为泪腺眶部排泄管均穿过泪腺睑部，故手术切除泪腺下部，在功能上等于切除全部泪腺。在结膜上穹处，还有约20个副泪腺的排泄管也开口于结膜囊内。

泪腺为管泡状腺，是从结膜发生来的浆液腺，其末房由柱状细胞构成，腺腔相对较大，胞浆内含有小脂滴及粗大而色浅的分泌颗粒，颗粒的多少随腺体的功能状况有所不同，在腺细胞基底与基础膜之间，有发育良好的肌上皮细胞。泪腺小叶内排泄管，为单层矮柱状或立方上皮，并含有少量肌上皮细胞。

4岁左右泪腺迅速增大，外形已如成人；10岁以后，泪腺腺上皮变矮，腺小叶腔隙扩大，间质及内含腺样组织逐渐增多；到老年腺上皮萎缩，间质增多变厚。

泪腺分泌物为泪液，是一种透明稍呈乳白色光泽的水样液，呈弱碱性。正常清醒时，泪液每日分泌量为0.5~0.6ml。睡眠时不分泌。泪液除含有98%~99%的水份外，尚含有少量蛋白质、无机盐、并含有溶菌酶具有杀菌作用，为角膜前泪膜的第二层护膜（即泪膜的水液层）。

由于泪膜油脂层的保护作用，减少了泪液的蒸发速度，正常泪液仅有其总量的10%~25%被蒸发，每小时约为5 μ l。由于泪液呈弱碱性，故滴眼液的pH值在7.4左右，易于耐受，如增高或降低，则使眼部感到不适。角膜损伤时，使pH值增加，用酸性缓冲液能使症状缓解。

（二）泪道

由于眼睑的运动，泪液分布在眼球的表面并汇集于泪湖中，泪道则将泪湖中的泪液经鼻孔导出。临床上用2%荧光素钠液滴于结膜囊内，5分钟后荧光素钠液自鼻腔流出，说明泪道通畅。

1. 泪点 lacrima punctum 正常人的泪点位于泪乳头 lacrima papilla 尖端，紧靠睑后缘，与睑板腺开口在同一直线上，其开口形状以圆形或椭圆形最多，直径约0.2~0.3mm。上泪点朝向下后方，下泪点朝向上后方，正常时，上泪点向后浸渍于结膜半月襞及泪阜间的沟内，而下泪点则直接向后，浸渍于结膜半月襞与眼球间所形成的沟中，因此，只在翻转眼睑时，才可见到泪点。围绕泪点的致密纤维组织环，与睑板相连续，有助于维持其开放状态。纤维组织四周，为具有括约肌作用的眼轮匝肌纤维分布，便于泪液引流。当闭睑时，上、下泪点并不接触，下泪点在上泪点的外侧。临床上常见的泪溢症，多是由于泪点变位、泪点外翻、泪点狭窄或完全闭锁所致。

2. 泪小管 lacrima ductule 为一对起自上、下泪点通向泪囊的小管。上、下泪小管开始时，先分别垂直向上、下方，称此部为垂直部。长约1.5~2mm，直径约0.5mm。继垂直部之后，上泪小管弯向内下方，下泪小管弯向内上方，称此部小管为水平部，长约8mm，直径约0.5mm。二水平部合成一总管，在睑内侧韧带覆盖下，开口于泪囊后外侧壁的中部，距泪囊顶约2.5mm。（也有二小管分别开口于泪囊的）。泪小管的两部共长约10mm，下泪小管较上泪小管略长。垂直部与水平部交界的部分叫泪小管壶腹 ampulla of lacrima ductule，该处管径约1mm。

泪小管覆以复层鳞状上皮，并环绕弹性纤维和眼轮匝肌泪囊部的纤维，泪小管垂直部为

此肌的环形纤维所围绕，水平部为此肌纤维呈螺旋形分布。由于泪小管壁薄且富有弹性，所以管径可扩大到正常的三倍。将眼睑向外侧牵拉，探针自泪点垂直进入，再水平向内，垂直部与水平部所成的角易于变直，但宜轻推入。临床手术时，对泪小管周围的组织，应力戒损伤，更忌硬将泪小管与周围组织分离，而导致泪小管损伤。泪小管的位置紧靠睑缘，又由半透明的组织覆盖，故经泪小管注入染料，易于见到。

3. 泪囊 lacrimal sac 位于泪囊窝中的膜性囊，长 12mm，直径约 4~7mm，上端为盲端。盲端的内腔称为泪囊穹 fornix of lacrimal sac，下端接鼻泪管。二者交界处管腔狭窄且呈向内的钝角。泪囊囊腔容积约为 20mm³。注入量可达 120mm³。泪囊前有自泪前嵴到泪后嵴的一层泪筋膜覆盖(泪筋膜与泪囊窝的骨膜相连续)泪筋膜与泪囊之间隔有静脉丛。泪筋膜的前方为睑内侧韧带及起自韧带的眼轮匝肌纤维。睑内侧韧带下缘横过泪囊上 1/3 和下 2/3 交界处。在距内眦 8mm 处，有皮下内眦静脉越过睑内侧韧带。泪囊上部后方有参与形成眶隔的眶筋膜，附于泪后嵴，以及眼轮匝肌的泪囊部。泪囊内侧上方与前筛窦为邻，下方与中鼻道为邻。

由于泪囊的毗邻复杂，当进行泪囊手术时，应注意以下几点：

(1) 皮肤切口由浅及深应注意层次：计有皮肤、眼轮匝肌和睑内侧韧带、泪筋膜、静脉丛、泪囊。并注意肌之浅深两面都有贴附的固有筋膜结构。

(2) 皮肤切口以在内眦内侧 3~4mm 为宜，如过于偏向鼻根，则容易损伤内眦血管，过于偏内眦一侧，有可能损坏眶隔，而影响手术。

(3) 睑内侧韧带为寻找泪囊的标志，又是眼轮匝肌的起点。故当切此韧带时，注意不要损伤肌的附着处，切断后要缝合。更重要的是不能损伤在泪囊深面的眼轮匝肌的泪囊部，如该肌被损伤，可导致眼睑外翻，睑缘不能和眼球密切接触。

4. 鼻泪管 nasolacrimal duct 位于骨性鼻泪管中，上接泪囊下端，向下开口于下鼻道。可分骨内段和鼻内段。前者长约 12.4mm，直径约 4.6mm；后者长约 5.32mm。鼻泪管经过中，略向背外侧倾斜，具体表投影相当于内眦至上颌第一磨牙连线的位置。

鼻泪管下口，可呈圆形、卵圆形，垂直或水平裂隙状，常见于下鼻道上外方，一般多位于前鼻孔外侧缘的后方 30mm 处，下鼻甲前端后方 16mm 处。此管下部穿过粘膜，致使粘膜隆起而成鼻泪管襞 fold of nasolacrimal duct。下口即开于该皱襞外侧的缝隙中。下口周围，常环绕鼻粘膜静脉丛，当重感冒时，鼻粘膜高度充血与肿胀，致鼻泪管下口受阻，使泪液向鼻腔引流不畅，故多有流泪现象。

五、眼球外肌

为运动眼球的横纹肌，计有七块：即上、下、内、外四个直肌和上、下两个斜肌，还有一个为上睑提肌。眼球外肌 ocular muscles 是针对眼球内肌而言。眼球内肌是指分布于眼球内的睫状肌、瞳孔开大肌和瞳孔括约肌等。眼球外肌的四个直肌起始腱紧密相连融合形成漏斗形的总腱环，上睑提肌和上斜肌的起点，虽在总腱环之外，但也靠近总腱环。

总腱环 common tendinous ring，又称 Zinn 肌环(图 6-17)。此环横断面为卵圆形，它环绕视神经管和眶上裂的内端。环的上方附着于蝶骨体，下方附着于眶上裂和视神经管之间的蝶骨小翼下根的部分，外侧到眶上裂前缘的外直肌棘。诸眼肌主要起自总腱环，向前附于眼球的巩膜上，包围眼球呈圆锥形，故有肌圆锥之称。肌圆锥内外发生的肿瘤症状不同，肌圆锥内的肿瘤，多数是由视神经血管组织或视神经膜发生而来，症状是眼球向前突出，眼球运动

不受限制或限制很少。而肌圆锥外的肿瘤，多数是由眶骨膜发生的，眼球突出并向肿瘤的对侧移位，通常眼球运动受到限制。

在全身骨骼肌中，眼球外肌是高度分化的，肌纤维直径小于其他横纹肌纤维。围绕肌纤维的结缔组织，有大量纵行的弹性纤维，肌纤维之间疏松相连，易于分开。肌纤维之间有大量的神经纤维，每一条眼球外肌，有一神经主支分布，该支与肌之比，是神经肌支中最大的。其腱纤维方向与肌的长轴一致，附着于巩膜处的止端，有丰富的弹性纤维分布。有的学者认为弹性组织能协调对抗肌的作用，使眼球视物、转动敏捷而准确。

每条眼球外肌均包有筋膜鞘，靠近肌的起始部，菲薄透明；而接近眼肌的抵止部则增厚，各肌筋膜鞘相互连续的部分称为肌间隔，筋膜鞘和肌间隔围绕眼球，并与眼球囊相连续。

(一) 眼球外肌的形态

1. 上直肌 superior rectus 位于上睑提肌的下面，为四直肌中的最长者，总长度约为43.3mm。起自总腱环的上部，起端与内直肌紧贴视神经鞘，因此，视神经炎时，转动眼球常伴有疼痛，肌向前穿过眼球囊止于巩膜上部。止腱距角膜缘约7.82mm，该腱附着线微弯曲，凸面向前，其鼻侧较颞侧距角膜缘为近。止腱的下方，有上斜肌腱经过，并与之交叉。肌长轴与眼球矢状轴成 23° 角，故眼球处于正常位收缩时，主要使眼球上转，伴有内转和内旋，当眼球外转 23° 时，此肌仅能上转。

毗邻：上方为上睑提肌。下方后部与视神经之间隔以眶脂体、鼻睫状神经、眼动脉和眼上静脉。下方前部与眼球之间有上斜肌反折腱经过。沿上直肌内、外侧缘可寻认上涡静脉。上直肌外侧与外直肌之间有泪腺神经和血管。上直肌内侧与上斜肌之间有眼动脉、眼上静脉的前部以及滑车上、下神经(图6-21)。

神经支配：由动眼神经上支支配，神经自肌的中、后 $1/3$ 交界处的深面进入。

2. 下直肌 inferior rectus 位于眼球与眶底之间，总长度约为38.78mm，起自总腱环下部，向前穿过眼球囊止于巩膜下部，距角膜缘约6.53mm。止腱附着线，鼻侧较颞侧离角膜缘近，凸向前。肌长轴与眼球矢状轴成 25° 角，故眼球处于正常位收缩时，主要使眼球下转，伴有内



图

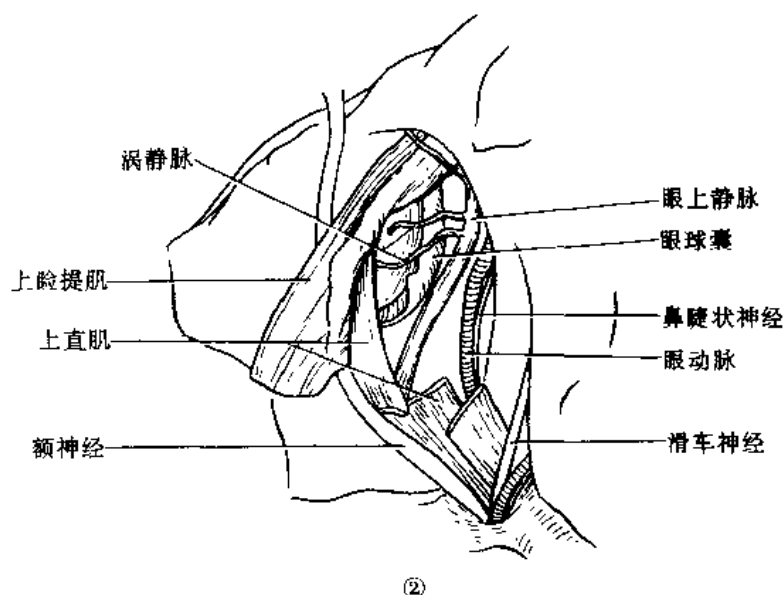


图 6-21 上直肌的毗邻

转和外旋。当眼球处于外转 25° 时，此肌仅能下转。

毗邻：上方后部有动眼神经下支和视神经；上方中部有眶脂体；上方前部为眼球。下方为眶底即上颌窦的顶壁，下斜肌从下直肌下面横过并交叉，二者的筋膜鞘联合形成 Lockwood 韧带(图 6-25)。外侧沿下直肌外缘有动眼神经的下斜肌支。

神经支配：由动眼神经下支支配，自下直肌上面后、中 $1/3$ 交界处入肌。

3. 内直肌 medial rectus 位于眶内壁与眼球之间，总长度约为 38.46mm 。起自总腱环内侧部，紧靠视神经管内侧，向前穿眼球囊，止于巩膜内侧部距角膜缘约 5.66mm 。它是距角膜缘最近者，止腱附着线为直线，其肌长轴与眼球矢状轴重合，正常位收缩时，使眼球内转。双眼内直肌同时收缩，出现眼球辐辏运动，自内直肌筋膜鞘至泪阜有一系带，作斜视纠正术切断内直肌腱时，宜将剪刀伸至泪阜之下，剪断此系带以免泪阜后陷。

毗邻：上方有上斜肌，二肌之间有筛前、后血管和神经，上方前部还有滑车下血管和神经，下方为眶底，内侧为筛骨纸板；外侧为眶脂体的中央部(图 6-22)。

神经支配：动眼神经下支支配，在肌的中、后 $1/3$ 交界处，自外侧面入肌。

4. 外直肌 lateral rectus 位于眶外壁与眼球之间，总长度约为 43.27mm 。起自总腱环的外侧部，并附于蝶骨大翼的外直肌棘，向前穿眼球囊，止于巩膜外侧部，距角膜缘约 6.74mm 。止腱附着线，稍凸向前弯曲，肌长轴与眼球矢状轴重合，正常收缩时，主要使眼球外转。

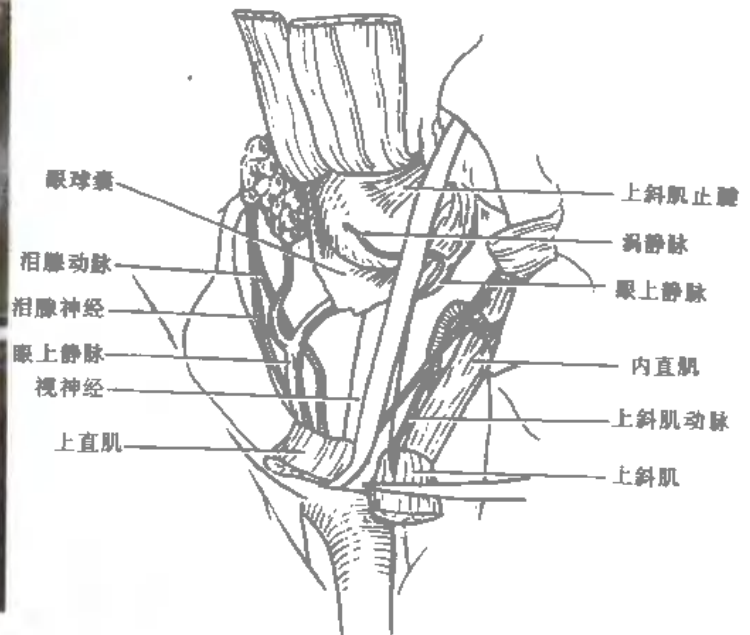
毗邻：外直肌起始部的内侧，经眶上裂的结构：自上向下有动眼神经上支、鼻睫状神经、睫状神经节的交感根、动眼神经下支、展神经。在外直肌起始部的上方，经眶上裂进眶的有滑车神经、额神经、泪腺神经、眼上静脉等。在起始部的下方，经眶上裂进眶的有眼下静脉。外直肌上方沿外直肌上缘经过的有泪腺神经和血管，前上方为泪腺、下方为眶底。内侧与视神经之间有睫状神经节和眼动脉(图 6-22, 27)。

神经支配：展神经于该肌内侧面中部进入。

共同性斜视患者的病因，经尹兴华等对这类患者进行手术矫正时，将取下的内、外直肌



①



②

图 6-22 内、外直肌的毗邻

肌块，应用组化方法，测量不同类型肌纤维的直径，并对肌纤维计数。结果显示肌拉力偏强的一方，I 型肌纤维直径大、数目多、酶活性强，与拉力弱的一方有显著性差异。

5. 上斜肌 superior obliquus 位于眶上壁与眶内壁移行处，为眼球外肌中最长、最窄、最薄之肌。自肌的起点至滑车的长度均值为 36.81mm，自滑车至上斜肌扇形附着部最远点的反折腱长度均值为 18.39mm。上斜肌的最大宽度均值为 5.49mm。上斜肌止腱内、外附着点之间距均值为 10.03mm。

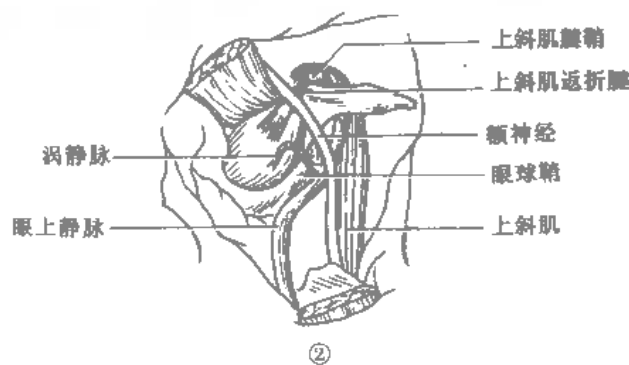
上斜肌起自总腱环之外，视神经管的内上方，向前至滑车。滑车 trochlea，为 U 形纤维软骨，借纤维组织附着于眶缘后约 4mm 处的滑车小凹或滑车棘上。反折腱及其腱鞘经此软骨环至眼球。反折腱的反折角度均值为 46.77°，上斜肌长轴基本与视轴平行，故反折腱的反折角相当与视轴的交角。

上斜肌腱鞘 tendinous sheath of superior obliquus：由纤维鞘和滑液鞘组成，纤维鞘包在滑液鞘的外面，由上斜肌筋膜、上睑提肌和上直肌筋膜以及它们之间的肌间隔和眼球囊的部分纤维所组成。鞘上方通常有眶上静脉和内眦静脉交通支呈“V”形汇入眼上静脉。该二静脉伴随同名动脉、神经包于鞘上的疏松结缔组织中。腱滑液鞘分脏层和壁层，前者紧贴腱的表面，后者衬于纤维鞘内。脏、壁两层之间有少量滑液。根据韩亚男等人测量，上斜肌腱鞘的外径均值为 2.91mm，上斜肌腱鞘内的腱径(包有脏层滑膜)均值为 1.35mm，表明腱鞘发育完好，有利于上斜肌的灵活运动。

反折腱向前穿过眼球囊，在上直肌之下，附着于眼球的后外上象限的巩膜上，止腱呈扇



①



②

图 6-23 左侧眶上斜肌反折腱及其鞘

形，附着线突向后外方，其主要作用为下转并伴有眼球的外转和内旋。当眼球内转与眼球矢状轴重合时，该肌则仅有使眼球下转的作用(图 6-23)。

毗邻：上方为眶骨膜，内侧与上睑提肌之间，在后部有滑车神经，前部有滑车上神经、额血管、眼上静脉的始端及属支。反折腱及滑车上方有滑车上神经、眶上神经和血管，其下方为眶脂体和眼球囊。止腱扇形附着部的上方为上直肌，下方为眼球。

神经支配：滑车神经入肌前分成 3~4 支，最前的一支称滑车神经前支，该支自肌的前 2/3 与后 1/3 交界处入肌，约占 75%。与上斜肌动脉入肌部位相似。但神经经肌内侧面进入的居多数，而动脉却经肌的外侧面入肌的居多数。滑车神经主干与筛后血管的关系：国内资料，动脉横跨神经上方的占 61.54%，动脉在神经下方的占 35.9%。

6. 下斜肌 inferior obliquus 为唯一起自眶前部的眼球外肌。起自泪囊窝外侧的上颌骨眶面上，有少数纤维起自泪筋膜上，向外、向上、向后、经下直肌和眶底之间，在外直肌的下方，附着于眼球后外下象限的巩膜上。附着线突向上，线的后端距视神经约 5mm，故其附着线的后内部，为黄斑局部位的一个外部标志。肌的方向几乎与上斜肌反折腱平行。下斜肌的作用是使眼球上转，并伴有外转和外旋。眼球内转与眼球矢状轴重合时，下斜肌的作用仅

为上转眼球。

毗邻：下方接触眶底骨膜，上方为下直肌及眶脂体，外侧被外直肌和眼球囊覆盖，其始端内侧靠近泪囊与鼻泪管交界处。

神经支配：为动眼神经下斜肌支，该支越过下斜肌后缘的上方，自肌上面中部入肌。

7. 上睑提肌 levator palpebrae superioris 位于上直肌与眶顶之间，在总腱环之外，起自视神经管前上方蝶骨小翼的骨面上，其始腱与上直肌的始端融合，肌腹较宽呈扁带状，止腱附着处分四部：

(1) 通过眼轮匝肌，以分散的纤维止于上睑的皮下。

(2) 形成扇状腱膜，除向前下附着于上睑板前面的部分外，两侧部，分别附着于眶内、外侧壁及睑内、外侧韧带。较强的外侧部在附着于眶外侧壁之前，于泪腺的前方，插入泪腺，将其分隔为相连续的眶部和睑部。

(3) 上睑提肌与上直肌之间的筋膜，向前附于上穹结膜。

(4) 上睑提肌上面的筋膜，在眶隔之后，附着于眶上缘。

上睑提肌的作用是上提上睑，开大眼裂，此肌麻痹，可导致上睑下垂。

神经支配：来自动眼神经上支，该支先行于上直肌下面，一般经上直肌内侧缘至上睑提肌下面的中部入肌。

(二) 眼球外肌的综合作用

六块眼球外肌的功能，是使眼球环绕其垂直轴、横轴及矢状轴转动。眼球环绕垂直轴的动作称为内转或外转；环绕横轴的动作称上转或下转；面环绕矢状轴的动作则称为内旋或外旋。这三条想像轴的交叉点，为眼球的转动中心。

每条眼球外肌对眼球的作用，是以眼球向正前方注视的方位为标准而言。当眼球离开正常方位，各肌的作用亦随之改变，例如前述的上、下直肌，当眼球处于外转位时，则仅有使眼球上、下转的作用。就眼球外肌动作的配合而言，六块肌可分为三对，每一对的主要功能都是互相牵制的。三对之中，内、外直肌动作最为单纯，内直肌使眼球内转，外直肌使眼球外转。其他两对上、下直肌和上、下斜肌则有主要动作和次要动作的区别，图 6-24 及列表如下。

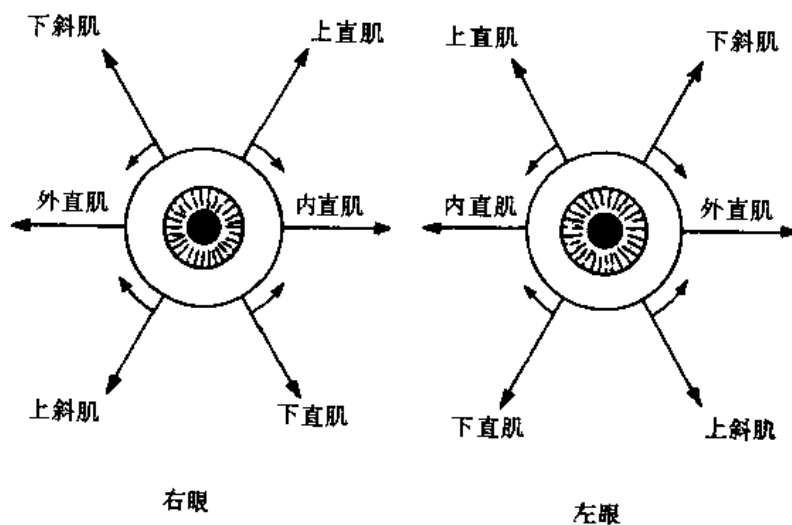


图 6-24 眼球外肌的作用

肌 名 称	主 要 动 作	次 要 动 作
外 直 肌	外 转	
内 直 肌	内 转	
上 直 肌	上 转	内转、内旋
下 直 肌	下 转	内转、外旋
上 斜 肌	下 转	外转、内旋
下 斜 肌	上 转	外转、外旋

由以上各肌本身的作用可看出，眼球向某一方向运动，不是一肌的单独作用，而是数肌联合作用所致。如眼球向上转时，实际为上直肌和下斜肌共同作用的结果，因为二肌的共同作用为上转。上直肌的内转、内旋，下斜肌的外转、外旋的次要作用，正好相互抵消。由此类推：眼球下转时，为下直肌和上斜肌的共同作用。眼球向内上方斜视时，为内直肌、上直肌及下斜肌的共同作用；眼球向内下方斜视时，为内直肌、下直肌和上斜肌的共同作用；眼球向外上方斜视时，为外直肌、上直肌和下斜肌的共同作用；眼球向外下方斜视时，为外直肌、下直肌和上斜肌的共同作用。

眼球外肌在眼球的各种运动过程中，存在着复杂的协同和拮抗作用。如眼球内转时，主要由内直肌完成，还有上、下直肌的协同作用，当然还需要外直肌的松弛。眼球外转时，主要由外直肌完成，还有上、下斜肌的协同作用，此外尚需内直肌的松弛。眼球上转时，也需要下直肌和上斜肌的松弛。反之，眼球下转时，也需要上直肌和下斜肌的松弛。以上是在同一眼球运动中，眼球外肌的协同和拮抗作用。而两侧眼球的眼球外肌之间，也有着密切配合和协调的作用。人们在实际生活中两眼是同时运动，并且协调一致。如一眼外转，他眼必随之内转，共转向同一方向，借以保持物象的清晰和立体。因此，一眼外转而他眼内转的内直肌，则称为配偶肌。依据眼球动作，将主作用肌、协同肌、拮抗肌和配偶肌，列表说明如下。

右眼球动作	主作用肌	协 同 肌	拮 抗 肌	配 偶 肌
内 转	右内直肌	右上直肌	右外直肌	左外直肌
		右下直肌	右下斜肌	
		右上斜肌	右上斜肌	
外 转	右外直肌	右下斜肌	右内直肌	左内直肌
		右下直肌	右上直肌	
上内转	右上直肌	右下斜肌	右下直肌	左下斜肌
下内转	右下直肌	右内直肌	右上斜肌	左上斜肌
		右上斜肌	右上直肌	
下外转	右上斜肌	右下直肌	右下斜肌	左下直肌
		右外直肌	右上直肌	
上外转	右下斜肌	右上直肌	右上斜肌	左上直肌
		右外直肌	右下直肌	

各眼球外肌的形态与机能如上所述，临床为了诊断的目的，需要一些特定的眼球位置，以显示出某一肌的单独作用，称为诊断眼位，共有六个，列表于下：

诊断眼位	左眼肌的作用	右眼肌的作用
右 转	内直肌	外直肌
左 转	外直肌	内直肌
左上转	下斜肌	上直肌
左下转	上斜肌	下直肌
右上转	上直肌	下斜肌
右下转	下直肌	上斜肌

双眼之所以能作联合运动，是受眼球联合运动的神经中枢调节的。一般认为大脑额中回后部，是大脑皮质管理眼球共同运动的高位中枢，它发出下行纤维，参与组成皮质核束，这些下行纤维与皮质下眼球运动中枢相联系。中脑的上丘，是两眼垂直同向运动中枢。上丘的上半管理眼球向上运动，下半管理眼球向下运动。脑桥展神经核的上方，有两眼侧方向运动中枢(又称副展神经核)。中脑的动眼神经核的正中核即 perlia 核，为皮质下两眼集合运动中枢。了解这些联系和神经传导通路(见中枢神经系)，对眼球联合运动障碍的中枢性定位诊断，具有一定意义。

六、眶内的平滑肌

眶内平滑肌，起自封闭眶下裂的眶骨膜，为一薄层呈放射状扇形排列的纤维，肌宽约 12mm，纤维向前与下斜肌相连续，向后深入总腱环中。此肌受交感神经支配。在某些哺乳类动物，特别是缺乏较长的眶外壁的低等动物，此肌发育良好，用以代替眶外壁，在人类则不发达，其生理意义还不十分明了。

七、眶脂体

眶脂体 adipose body of orbit 位于前至眶隔后至眶尖的范围内，是充填于眼球、眼球外肌与眶骨膜之间的脂肪组织。它不穿过眶隔进入眼睑。眼球前面含量较少，在眼球后面，视神经与眼球外肌之间含量较多。眶脂体与视神经疏松相连，而与眼球囊则紧密相贴，二者间没有间隙，故眶脂体宛如眼球的弹性软垫，可减少外力对眼球震动的影响。对眶内的神经、血管、泪腺、眼肌等组织皆有保护作用。与眼球之间又似关节头和关节窝的关系，可使眼球沿三个轴运动，故眶脂体属功能性脂肪一类。

八、眼球筋膜

眼球筋膜 fascia of eyeball，又称眼球鞘 sheath of eyeball，又叫 Tenon 囊，也叫眼球囊 capsule of eyeball。它是一层与眼肌筋膜鞘相连的薄层纤维膜，在球结膜下，起自角膜缘部，包绕眼球，止于

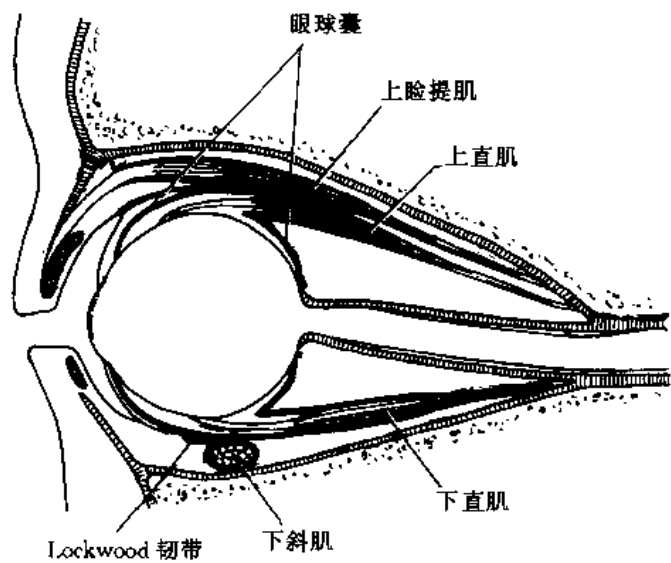


图 6-25 眼球筋膜

视神经周围。前部最薄，在角膜缘后方1~2mm处与巩膜融合。后部坚厚离开巩膜并与眼球之间形成一腔，并与眶脂体密切相贴。眼球在此腔内活动。支配眼球的神经、血管在视神经周围穿过此囊经该腔入眼球。故手术时，可将麻醉剂注入此腔。眼球筋膜中部在眼球赤道部稍后方，被涡静脉贯穿。眼球筋膜前部与结膜之间隔以疏松结缔组织。进行矫正斜视手术时，先剪开结膜，再剪开眼球筋膜，方能暴露眼肌。眼球筋膜下部增厚与下直肌、下斜肌的筋膜融合，参与Lockwood韧带的形成。该韧带被描写成眼球的吊床，有支托眼球的作用；当上颌骨被切除后，眼球不致下沉(图6-25)。

第三节 视器的血管、淋巴管和神经

视器的血管、淋巴管和神经，包括眶内、眼球、眼睑、结膜、泪器和眼肌等各部分的血管、淋巴管和神经。

一、眶内的血管、淋巴管和神经

(一) 眶内的动脉

主要来自颈内动脉发出的眼动脉，此外，还有上颌动脉发出的眶下动脉及脑膜中动脉的分支(图6-22)。

眼动脉 ophthalmic artery 是由颈内动脉穿过硬脑膜离开海绵窦后立即发出，在蝶骨小翼突内侧，视神经下方，该动脉与视神经共同包于视神经鞘中穿视神经管，在管的眶端又穿出硬膜鞘而入眶。眼动脉经过颅内的一段以发自颈内动脉内上方为多见，约占80%，平均长度为 $10.00 \pm 3.15\text{mm}$ 。

眼动脉入眶后，根据它与视神经的关系而将其分为三段：第一段位于视神经的下外方，在外直肌与视神经之间，并在动眼神经、滑车神经、展神经、三叉神经的眼支、睫状神经节等结构的内侧。第二段在视神经上方或下方，斜向内横过视神经。此段在上直肌和视神经之间或下直肌和视神经之间。第三段在视神经内上方前行，继沿上斜肌下缘与内直肌之间，向前至眶膈的后方，分为两个终末支而出眶。眼动脉在眶内第二段，多见于视神经上方，约占85.3%，位于视神经下方的约占14.7%。第一、二段之间的弯曲，称为眼动脉角。第二、三段之间的弯曲，称为眼动脉弯。眼动脉角，呈钝角的占2/3，呈直角或锐角的占1/3。眼动脉弯皆为钝角。

眼动脉在眶内的分支、特点及与其他动脉的联系常有不同。如眼动脉或其分支泪腺动脉常发一支经眶上裂与脑膜中动脉相吻合。眼动脉的异常起点常发现于它同邻近血管所建立的吻合支上。这些吻合支可存在于上述常见的脑膜中动脉和泪腺动脉之间，也可见于内眦动脉和鼻背动脉之间，以及眶下动脉和眼动脉所发出的肌支之间。粗大的吻合支，代替了眼动脉的主干。然而在异常起点的标本上，颈内动脉仍发出眼动脉，但动脉干相对的细小，而供给眼球的视网膜中央动脉，却恒定的由此发出。这表明视网膜血管与脑的血管有着固定的同一来源。

眼动脉的分支见以下视器各局部结构的血管分布。

(二) 眶内的静脉

由两个静脉主干组成(图6-21)，即眼上静脉 superior ophthalmic vein 和眼下静脉 inferior ophthalmic vein。二静脉常于眶尖部合为一总干，向后注入海绵窦。眼上静脉在眼眶的前内上方起始，在上斜肌腱鞘的上方，多数由眶上静脉和内眦静脉交通支汇合而成，少数也有以静脉网开始的。眼上静脉向后外方，行于上直肌和视神经之间的脂肪组织中(图6-21)，再向后

行于视神经外侧，紧靠上直肌外侧缘的后部，于眶尖处，常有眼下静脉汇入或与其并为一干，在总腱环的下方经眶上裂内端进入海绵窦。其沿途收集眼肌静脉、筛前静脉、筛后静脉、泪腺静脉、视网膜中央静脉及内、外上涡静脉等。

眼上静脉可在眼球表面与眼下静脉有广泛的交通，相互吻合呈静脉岛状。

眼上静脉的长度均值为4.01cm，前端外径为0.26cm，后端外径为0.28cm(韩亚男等1990)。

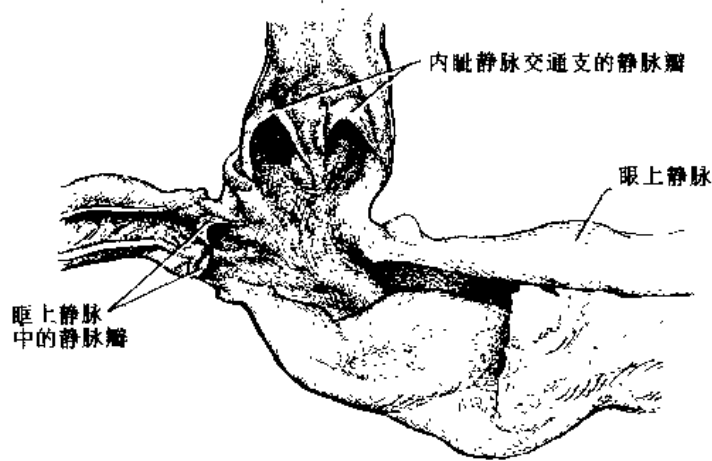
眼下静脉，起始于眶内侧壁及下壁前部的静脉丛，向后于眶尖部汇入眼上静脉，也有单独经眶上裂注入海绵窦。眼下静脉经眶下裂与翼丛吻合，在眶下缘可与面静脉吻合。眼下静脉收集下睑、泪囊区、下直肌与下斜肌的肌支和内、外下涡静脉等。

长期以来，从有关教科书和参考书上，人们普遍认为眶腔静脉无瓣膜，并与面静脉、鼻腔静脉、翼腭窝的静脉和海绵窦等有丰富的吻合，相互沟通无阻，面部感染蔓延至颅内也解释为无瓣膜阻挡之故。早在60年代Duke-Elder根据Festal、Merkel和Whitnall等人的工作指出在眶缘外，眼上静脉与面静脉接合处，有少量瓣膜。认为其功能倾向于防止血液由面部流入眼眶。对此，韩亚男、侯玉春等人先后对眶腔静脉进行观察研究，看到眶腔静脉中，不但存在瓣膜，且瓣膜完整、发育良好，瓣膜的形态、大小和分布有一定的规律，与有关静脉瓣的报道一致，瓣膜出现率为78.95%(图6-26)。瓣膜多分布在内眦静脉交通支和眶上静脉二者汇入眼上静脉的起端处，眼上静脉干中也有瓣膜，但很少占2.81%。眼上静脉注入海绵窦处未发现有瓣膜(侯玉春等,1993)。

瓣膜为半月形，双瓣，可分游离缘和附着缘，瓣膜窦的开口皆朝向海绵窦。该瓣膜具有抗地心引力，防止血液逆流的生理功能。在人们低头工作和学习时，眼上静脉前端、内眦静脉交通支和眶上静脉汇入处是承受眼上静脉血重力最大的部位，因此此处出现瓣膜符合生理要求。由于瓣膜窦开口皆朝向海绵窦，因此，面部感染可经眼上静脉蔓延至海绵窦，引起海绵窦栓塞，其原因不是无瓣膜，而是瓣膜不起阻挡作用。眶腔静脉血可以向任何方向流动的提法欠妥，因眼上静脉、内眦静脉交通支和眶上静脉汇入眼上静脉处，皆存在完好的瓣膜，可



①



②

图 6-26 眶腔静脉瓣

阻挡眼上静脉血流向额面部，所以眶腔静脉血有一定的回流方向。

间歇性眼球突出症的病因为眼静脉曲张。因何曲张，我们认为眼上静脉注入海绵窦处无瓣膜，眼上静脉干中瓣膜少见，所以长期低头工作，海绵窦血可无阻的返流于眼上静脉干中。由于内眦静脉交通支和眶上静脉腔中的瓣膜对血流的阻挡，致使眶腔静脉压持续增高而导致眶腔静脉的扩张迂曲。该两处瓣膜一旦超负荷受损，还会引起面静脉扩张。

在眶腔静脉瓣发现之后，周志淳等人又观察了胎儿的眼上静脉瓣，进一步证实有静脉瓣，并发现胎龄越大，瓣膜出现率越高，并分析认为这是由于胎儿在母体内从25周开始，渐渐转成头低位，为了防止血液逆流的机能需要而出现的。

海绵窦为颅腔静脉之一，它与出入眶的血管、神经关系密切，故在此简要描述之。海绵窦位于蝶鞍两侧，前至眶上裂内端，后至颞骨岩部尖端。上界可达中床突和后床突的连线，下界距圆孔和卵圆孔内缘连线约3~4mm。窦长均值为19.3mm，窦宽均值为11.9mm。颈内动脉经过海绵窦时形成前、后两个弯曲，将动脉分成后升段、水平段和前升段。在窦内颈内动脉外侧为第6对脑神经。窦的外侧壁上，由上向下为第3、4对及第5对的1、2支。因第6对脑神经穿行于窦内，故当海绵窦罹患时，该对脑神经最早受累而出现症状。展神经在海绵窦内位于颈内动脉水平段外下方者居多数占66.66%，且与动脉紧密相贴。展神经与海绵窦接触长度均值为17.89mm。动眼神经在窦外侧壁的上部与窦接触长度均值为9.34mm。滑车神经在动眼神经下方，与窦接触长度均值为10.97mm。三叉神经的眼支，位于窦外侧壁下份，与窦接触长度均值为15.82mm。在海绵窦前端，滑车神经横越动眼神经的上方。

海绵窦因有这些重要神经通过的关系，此窦一旦发生病变，临床上可出现海绵窦症候群，即第3、4、6对和第5对的1、2支麻痹及神经痛、眼球突出以及结膜充血、水肿等症状。颈内动脉与海绵窦关系密切，颅底骨折时，能引起动、静脉瘘或动、静脉瘤而导致搏动性眼球突出症。由于展神经与颈内动脉的密切关系，故可同时出现展神经的不全麻痹。

(三) 眶内的淋巴管

关于眼副器的淋巴管，已有较详细的描述。但眼球三层膜及内容物的淋巴，至今尚未发现。过去有人认为眼球筋膜腔具有淋巴腔性质，认为眶脂体的叶间腔也是淋巴腔。但这些腔与真正的淋巴腔不同，它们都没有内皮。于1964年张朝佑等人对淋巴管作了专题综述，其中关于视器的淋巴记载有：认为角膜、巩膜、虹膜、视网膜以及晶状体内，一般没有淋巴管，但

后来提到 A. C. Guyton 的著作中,叙述了在 Schlemm 管附近证实有淋巴管,并且与该管相通。然而近年来吕来清等人,在成年兔和胎儿与新生儿的结膜内,观察到丰富的淋巴管,这些淋巴管起于结膜内的毛细淋巴管或毛细淋巴管网。毛细淋巴管仅分布于结膜内,并不伸入到结膜下的巩膜内,未见到来自巩膜的毛细淋巴管。因此,又进一步说明了眼球无淋巴管。过去多年来也认为脑无淋巴管,但近来已有一些实验研究证实了脑的淋巴引流。因此,对眼球的淋巴管以及上述 Schlemm 管附近的淋巴管是如何证实的,还值得继续探究。

(四) 眶内的神经

眶内的神经包括管视觉传入的视神经;支配眼球外肌运动的动眼神经、滑车神经和展神经;还有管眼球及眼副器的全部组织感觉的眼神经;并有至眼球、泪腺、眶平滑肌及视器血管的交感神经;以及经睫状神经节到瞳孔括约肌、睫状肌的副交感神经。

本节仅叙述与视觉传入有关的视神经和与眼球、眼副器一般感觉传入有关的三叉神经以及副交感神经有关的睫状神经节。其他有关眶内神经放在有关部分描述。

1. 视神经 视神经是视觉传导路中,从视神经盘到视交叉的一段,是一个粗约 3.5~4mm,包着鞘膜的神经束,它约含有 100 万条神经纤维,该纤维是视网膜神经节细胞的轴突,大部分有髓鞘但无神经膜,与中枢神经中的白质相似,所以属于中枢神经系的一个纤维束,并包在与三层脑膜相连续的鞘膜内。鞘膜与脑膜相同,有感觉神经纤维分布。在急性球后视神经炎或眶部炎症时,患者感眼痛。而颅内压增加引起视神经盘水肿时,仅视神经纤维本身受压挤,眼无痛感,说明疼痛感觉系来自与脑膜相连的鞘膜及与鞘膜相连的巩膜之故。

视神经鞘膜可分为三层、与三层脑膜相延续。视神经外鞘 outer sheath of optic nerve,是硬脑膜的延续,在视神经管眶口处,分为两层;外层覆于眶面,与眶骨膜相连;内层则包绕视神经而成外鞘。外鞘向前与巩膜相连续。视神经内鞘 inner sheath of optic nerve,系由蛛网膜延续而成,其向前又分两层,外层与巩膜融合,内层与脉络膜融合,因而蛛网膜下腔在此形成盲端,前界为巩膜筛板。当颅内压增加时,盲管扩大而压迫视神经纤维。以致产生视神经盘水肿。视神经最内层的鞘叫软膜鞘,与视神经紧密相贴,并向神经纤维间发出间隔,将视神经隔成 800~1200 个束,此鞘向前与蛛网膜鞘融合,并与脉络膜延续。

视神经位于眼球后内侧,经视神经管入颅至视交叉。视神经鼻侧的纤维经视交叉到对侧,颞侧的纤维不交叉。交叉后的鼻侧纤维和不交叉的颞侧纤维共同组成视束。视神经自眼球至视交叉可分为四部:

(1) 眼内部 intraocular part: 位于眼球内的部分,长约 0.7mm,粗细不一致,巩膜筛板以前的部分较细,以后的部分较粗。

(2) 眶部 orbital part: 位于眶内的一段,长约 30mm,直径 3~4mm。它比眼球后面至眶尖的直线距离为长,所以视神经的眶部呈前部向下突,后部向外突的 S 状弯曲,使眼球得以保持一定的活动性,以免牵扯视神经。在眼球后出血或眼手术时,视神经虽略能伸展,但不可超过 7mm。否则视神经被牵拉过度,而致其中的视网膜中央动脉痉挛、缺血而导致失明。

视神经为眼球外肌所包围,上直肌及内直肌的一部分纤维附着于视神经鞘上,所以当视神经有炎症时,可因眼球转动而产生疼痛。视神经和外直肌起端之间,有动眼神经的上、下支,鼻睫神经、交感神经、展神经以及进入海绵窦的眼静脉。稍向前视神经与眼球外肌之间有眶脂体。在视神经上方,自外向内有鼻睫神经、眼动脉和眼上静脉横过。睫状神经节在视神经和外直肌之间。睫状长、短神经和睫后长、后短动脉,在视神经周围向前经眼球后部穿

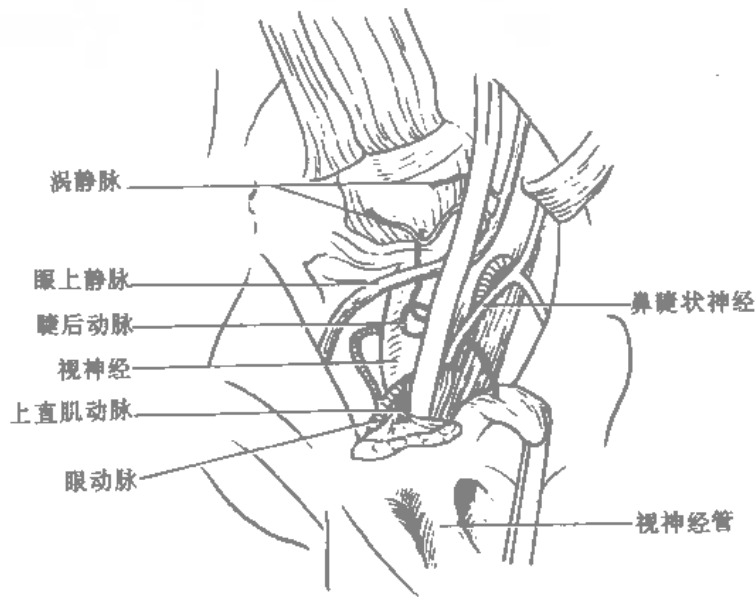
入眼球。在视神经内下方，有自眼动脉发出的视网膜中央动脉伴各静脉进入视神经(图 6-27)。

(3) 管内部 intracanalicular part: (图 6-27(1)) 位于视神经管内的一段，长约 6mm。眼动脉亦经此管入眶。动脉在此管内穿过视神经外鞘，在管的眶端穿出硬脑膜。动脉在管内位于视神经正下方者占多数为 52.5%，在外下方者次之为 32.5%，在内下方者较少为 15%。管内部的视神经在内侧与后筛窦和蝶窦，仅由一层薄骨片相隔，因鼻旁窦而引起的球后视神经炎，可能与此解剖特点有关。视神经管的上方，是大脑的额叶。

(4) 颅内部 intracranial part: 位于颅内的一段，末端接视交叉。此段长度均值：左侧为 9.66mm，右侧为 9.58mm。垂直径均值：左侧为 3.46mm，右侧为 3.48mm。横径均值：左侧为 5.63mm，右侧为 5.37mm。视神经颅内段位于邻近视交叉的部分较扁平，位于视神经孔



①

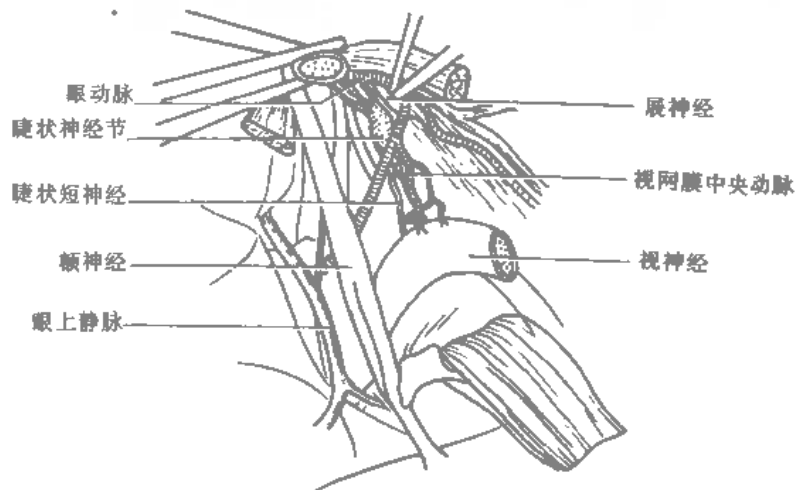


②

图 6-27 (1) 视神经的毗邻



①



②

图 6-27 (2)睫状神经节和视网膜中央动脉

处的部分，多呈圆端向内的梨形。视神经间距的均值为 11.36mm。根据上述测量数据，韩亚男等发现颅内段视神经长度与视神经管间距二者有相关性。二者之间的区域为三角形。当颅内段视神经较长，视神经间距较大，则三角区面积也大。当颅内段长度最小，视神经管间距也最小时，则三角区的面积也最小，因此自前方或下方来的肿瘤压迫可能性则大，出现眼症状亦早。如该区面积较大，受压情况可能出现较晚，也有可能延误诊治。颅内段视神经上方与大脑额叶相邻，在遮盖垂体的鞍隔之上。视神经与视交叉连接处的上方，有前穿质和嗅束根部，大脑前动脉从外向内自颅内段的视神经上方横过。颈内动脉初在视神经颅内段的下面，后到其外侧。眼动脉位于其正下方。

视神经纤维是视网膜的神经节细胞的轴突。从视网膜一定部位发出的纤维，在视神经内均有其对应的位置。即来自视网膜内侧部的纤维居视神经的内侧部；来自视网膜外侧部的纤维居视神经的外侧部；来自视网膜上部的纤维居视神经上部；来自视网膜下部的纤维居视神经下部；由黄斑部来的纤维，经视神经前部时，位于外侧部，经视神经后部时，位居中央部。

视神经中除有传入纤维外，并含有少量的传出神经纤维，一般认为后者是视网膜血管的运动纤维。

于此简述一下视觉传导路(详见中枢神经系)。依视觉传入的先、后次序，它可分为六部分。即视神经、视交叉、视束、外侧膝状体、视辐射、枕叶纹状区。其感受器为视杆、视锥细胞，第一级神经元是双极细胞，第二级神经元是神经节细胞，第三级神经元是外侧膝状体内的细胞。

视神经内的纤维分布，在视觉传导通路中的每部分结构内的位置是不相同的；因此不同部位的损害，则出现不同的视野变化。如临床上所关注的“黄斑回避”问题，该问题是指一个偏盲性的视野缺损，没有涉及到凝视点，在周围全是失明的视野中，保留了一个在 $2^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 之间的未盲区(虽然此区未被破坏，然而对于视敏度，特别是色光通常都有减退的表现)。从视束到枕叶皮质的损害，都能见到黄斑回避现象，但以外侧膝状体以上的损害较为常见，皮质损伤时，黄斑回避更为多见。对此现象最浅显的解释，就是黄斑纤维没有受到损伤。

来自视网膜黄斑区的视神经纤维，集中在视神经盘的部分，叫做黄斑纤维。黄斑区虽仅占视网膜面积的 $1/20$ ，但其纤维数量却多达视神经纤维的 $1/3$ 。在视神经盘的部位是占其颞侧半的中间 $2/3$ 区。在视神经的眼球端中，黄斑纤维占有其外侧部分的楔形区域。视神经近视交叉的一端，黄斑纤维位于视神经中央，使来自视网膜颞侧上、下象限的纤维，相迂于颞侧水平线上。在视交叉部分内，黄斑纤维在视交叉的前外侧部分。交叉和不交叉的黄斑纤维开始分开。交叉的黄斑纤维，向后、向上在视交叉的最后部与来自对侧的黄斑纤维相交叉。不交叉的黄斑纤维沿视交叉外侧部进入同侧视束的中央。在视束内，交叉和不交叉的黄斑纤维先居中央至视束后部则位于视束的背侧部。在外侧膝状体内，黄斑纤维位于其背侧部呈楔形区内。在视辐射部分内，视辐射的上部纤维，是来自外侧膝状体腹内侧部的纤维。视辐射的下部纤维，是来自外侧膝状体腹外侧部的纤维。在视辐射中的黄斑纤维，则在此上、下两部之间。在视皮质部分，黄斑纤维投射到距状沟的后端，并可延伸到枕极的外侧面，有的入说黄斑纤维可分散投射到整个视皮质。

黄斑纤维占视神经纤维的 $1/3$ ，其在视路各结构的位置较为深隐，在皮质区投射面积较大，因而不易全部受损，可解释上述出现的“黄斑回避”现象。

2. 眼神经 是三叉神经的第一支，也是视器的重要神经，眶内的组织感觉，主要经其传入。眼神经自半月状神经节的前缘发出，向前穿入海绵窦外侧壁内。在窦内，动眼神经、滑车神经位于其上方，颈内动脉和展神经在其内侧，三叉神经第二支位于其外下方。于此，眼神经与动眼神经、滑车神经、展神经等都有交通支相连。这些交通支可能是本体感觉纤维经眼神经传入而形成的。在靠近眶上裂后方时，眼神经分为三支，经眶上裂入眶，自外向内分别为泪腺神经、额神经和鼻睫状神经(见图 6-22)。它们除至眶内诸器官外，尚发出皮支，支配眼裂以上的额顶部、上睑和鼻背皮肤。

眼神经长度均值为 $17.30\pm 1.80\text{mm}$ ，宽度均值为 $3.90\pm 0.70\text{mm}$ 。

(1) 泪腺神经：为眼神经的最小分支，在总腱环的上方，经眶上裂宽部入眶，沿外直肌上缘，与泪腺动脉伴行，在进入泪腺前，与额神经以吻合支相连，继向前发小支至泪腺，又穿过泪腺和眶隔至睑部皮肤和结膜。

(2) 额神经：在总腱环的上方，在泪腺神经和滑车神经之间，经眶上裂入眶，向前行于眶骨膜和上睑提肌之间。约在眶顶前部分成滑车上神经和眶上神经(图 6-21)。滑车上神经向

内、向前，经上斜肌滑车的上方，并在滑车附近与滑车下神经有吻合支相连。滑车上神经与额动脉伴行，向前循眶上缘内侧部出眶，在眼轮匝肌深面，穿出该肌到前额下部皮肤。眶上神经在上睑提肌之上，眶上动脉的外侧，与血管一起经眶上切迹或孔出眶，分布前额和头顶部皮肤，并发支到上睑和额窦。

(3) 鼻睫状神经(图 6-21、6-27(1))：在总腱环的上方，动眼神经上、下支之间，经眶上裂入眶。于此，其内下方紧邻睫状神经节的交感根。继向前、向内，在上直肌和视神经之间与眼动脉伴行于眶脂体中，后又行于上斜肌与内直肌之间与筛前动脉伴行，经筛前孔出眶至颅前窝，在筛骨筛板前部与额骨之间的裂缝下行至鼻腔顶部，又发分支到鼻中隔和鼻腔外侧壁，后经鼻骨孔至鼻部皮肤。

鼻睫状神经在眶内尚发出以下分支：

1) 睫状长神经：有两条，与睫状短神经伴行穿巩膜入眼球(详见眼球的神经)

2) 筛后神经：与同名动脉伴行入筛后孔，分布于蝶窦和后筛窦。

3) 滑车下神经：发自鼻睫状神经离眶之前，紧贴于上斜肌下缘前进，末端经滑车下方出眶至鼻翼及鼻尖部皮下，称为鼻外神经。

4) 睫状神经节长根：是鼻睫状神经入眶时发出的一支，沿视神经外侧向前至睫状神经节的后上角。

3. 睫状神经节 (图 6-27(2)) 位于眶腔后部，在外直肌和视神经之间，并与视神经相贴近。节与外直肌之间，隔以少量疏松结缔组织，和进入肌内侧面的展神经。节的位置，在视神经外下方的多见，占 77.50%；形状以长方形居多数，占 46.67%；其长度均值为 2.61mm，宽度均值为 2.15mm，厚度均值为 0.96mm。

睫状神经节的位置，毗邻关系，是临床眼科球后麻醉所关注的问题。何朗对此进行了探究，他认为以外眦韧带结节的下缘处为标志，以眶外侧壁和眼球外侧壁之间的间隙为入路，在结节下缘沿眶外侧壁进针 35mm，倾斜 45~50°时，根据解剖及计算数据，提示针头已达眶上裂前端偏中央约 4mm，距眶内侧壁约 7~10mm，距睫状神经节有 9~18mm，于此注入药液，可取得较好的麻醉效果。

睫状神经节交感根，多数来自颈内动脉四周的交感丛，占 57.50%。副交感根多数来自动眼神经下斜肌支，占 85%。感觉根多来自鼻睫状神经，占 85%。感觉根又叫长根，长度均值为 10.4mm，自神经节的后上角进入。副交感根又叫短根，长度均值为 1.4mm，自节的后下角进入。交感根于总腱环内，经眶上裂入眶与长根靠近，然后在长、短根之间，进入神经节的后缘。

睫状神经节的分支为睫状短神经(图 6-27(2))，一般有 4~11 支，平均约 7 支，自节的前上角和前下角发出，与睫后短动脉伴行，并与睫状长神经有吻合，经过中发支到视神经鞘和眼动脉。睫状短神经在眼球后端视神经周围穿入巩膜，行于脉络膜周隙中，其中的副交感节后纤维至睫状肌和瞳孔括约肌。来自长根的感觉纤维，分布于眼球有关结构。来自交感根的纤维，则随眼球血管分支分布，亦经脉络膜周隙至瞳孔开大肌。

二、眼球的血管和神经

眼球的血管 当眼动脉还在视神经下方时，发出两支睫后动脉，每支又分支共 10~20 支，在视神经周围穿入眼球，经脉络膜周隙进入脉络膜的支，称睫后短动脉。在视神经内侧和外侧的二支，穿入巩膜，经脉络膜周隙，向前至睫状体，称为睫后长动脉。分布于眼球前部的

睫前动脉，共有7条，为四个直肌动脉主干的延续。其穿出肌腱后在角膜缘处，穿入巩膜至睫状体，除发支分布睫状体和睫状肌外，还参加虹膜动脉大环和角膜缘环状丛的形成。

眼球的静脉为涡静脉，主要收集眼球中膜的静脉血。涡静脉并不与动脉伴行，而呈辐辏状集合于眼球中纬线附近，组成四条涡静脉，两条在眼球上半部(图6-21,6-23)，两条在眼球下半部，一般在中纬线后约6mm处，斜穿出巩膜。据韩亚男等观察：上内涡状静脉在上直肌前部内侧缘处注入眼上静脉。该静脉细小，又位于眶的前部，故当进行上直肌附近眶内手术时，应给予注意。两个上涡静脉之间距和两个下涡静脉之间距皆较宽，而内、外两侧的上、下涡静脉的间距则较近，且上、下涡静脉之间有睫后长动脉通过。上涡静脉汇入眼上静脉，下涡静脉汇入眼下静脉或其属支。睫前静脉，为眼肌静脉的属支，睫状肌的静脉为其所收集。

眼球的神经 ①来自鼻睫状神经发出的睫状长神经。②来自睫状神经节的分支即睫状短神经(详见眼球各部的神经)。

(韩亚男)

(一) 外膜的血管和神经

1. 角膜的血管和神经 角膜本部没有血管，但在角膜缘周围，有睫前动脉的分支和来自睑板弓的结膜后动脉相互吻合，组成角膜缘环状丛。该丛浅层位于结膜内，深层位于巩膜表层。角膜除靠房水营养外，还有赖于环状丛血管渗出的组织间液。浅丛充血时，称结膜充血，可随结膜移动。深丛充血时，称睫状充血，不随结膜移动。

角膜如有血管长入，即属病态而影响透明度，角膜缘环状丛充血时，角膜周围可呈现一片玫瑰紫色的小环，当深丛的血管伸入角膜时，于角膜上可见似毛刷状的血管体征与浅丛血管伸入角膜表层所形成的血管翳不同(图6-28)。

角膜缘环状丛的血液，可经巩膜上静脉、睫前静脉、眼肌静脉汇入眼上静脉。此外，角膜缘区还有两个静脉丛：位于巩膜内者称巩膜内丛。靠近巩膜静脉窦位于巩膜深面的称巩膜深丛。深丛与内丛之间有吻合，二丛均汇入巩膜上静脉。巩膜静脉窦的房水输出小管，大部

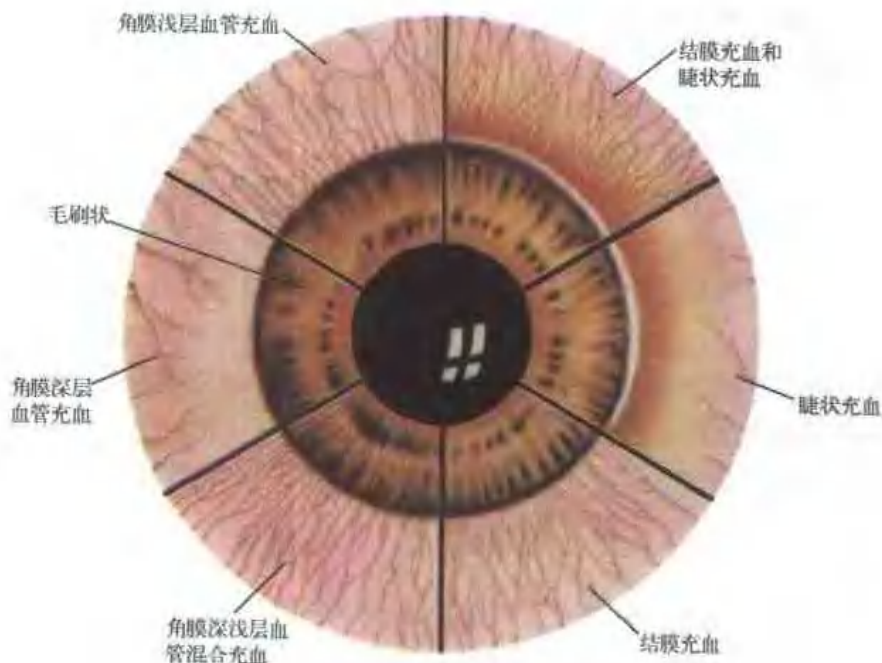


图 6-28 角膜深、浅层血管充血的区别

汇入深丛或内丛，睫状体和睫状肌的静脉也与深丛相连。角膜的神经(见眼球外膜)。

2. 巩膜的血管和神经 巩膜内，血管较少，但其后部与靠近角膜缘的前部，仍有较多的血管分布。其后部由睫后动脉在视神经周围，穿过巩膜，在巩膜内发出小支营养该部巩膜，并环绕视神经组成秦氏环。其前部由上述的角膜缘环状丛发支分布。在巩膜静脉窦处的巩膜部分，系由睫前动脉发出的巩膜上动脉营养。

秦氏环 vascular circle of Zinn：对此血管环，魏宝林等以甲基丙烯酸甲酯制成铸型，在扫描电镜下证实为睫后动脉的小分支相吻合而成，但未见到完整的环。

临床上对视网膜剥离的手术治疗，多采用巩膜切除术，巩膜中几乎没有血管，板层切除并不困难，术中也不致出血，但一旦伤及所穿过的血管，尤其是涡静脉，必将引起难以止住的出血。巩膜的神经(见眼球外膜)

(二) 中膜的血管和神经

1. 脉络膜动脉 主要来自睫后短动脉，该动脉进入脉络膜周隙内，形成丰富的血管丛，分布于脉络膜内面、向前达锯齿缘。即前述的大血管层、小血管层和毛细血管层。除营养脉络膜外，尚营养视网膜外层。睫后短动脉有时可发出细支出现在视神经盘上或分布于视神经盘附近的视网膜内。前者称为视神经睫状动脉，后者称为视网膜睫状动脉。脉络膜前部的动脉，是来自睫前动脉的返支。

2. 睫状体的动脉 主要来自睫后长动脉，该动脉在脉络膜周隙中不分支，至睫状体后发支，穿睫状体实质营养睫状肌。在睫状体与虹膜交界处，睫状肌环形纤维的前方，睫后长动脉分为上、下二支与睫前动脉的小支相吻合形成虹膜动脉大环。睫前动脉的分支和大环的分支也营养睫状体。

3. 虹膜动脉 来自虹膜动脉大环，大环分支呈辐射状走向瞳孔，在近瞳孔缘处，动静脉吻合形成虹膜血管小环，因系动静脉吻合而成故名。虹膜血管由于适应瞳孔开大、缩小的功能，因之血管呈现蜿蜒迂曲。

虹膜血管丰富，当有炎性反应时，通过炎性渗出和细胞浸润，可致虹膜肿胀，由于渗出物的毒素刺激可使瞳孔缩小。此两点为虹膜炎的体征。中膜的静脉由涡静脉收集。中膜的神经见眼球中膜。

(三) 内膜的血管

内膜的营养来源有二，一是来自视网膜中央动脉，一是来自脉络膜毛细血管层。

视网膜中央动脉 central artery of retina：据魏宝林等观察，以发自眼动脉第一段和眼动脉角处为多见，占 80%。而多数与鼻侧或颞侧的睫后动脉共干，此情况占 58.9%。此动脉外径均值为 $0.42 \pm 0.01\text{mm}$ 。视网膜中央动脉发出后，在视神经的下方与视神经成 $60 \sim 80^\circ$ 。在距球后约 $8 \sim 10\text{mm}$ ，自视神经下面偏内侧穿入者占多数为 83%。自视神经下面偏外侧穿入者占少数为 17%。穿入视神经鞘到蛛网膜下腔，转向前，经一短距离后，成直角向上穿过软膜至视神经中央，水平行进入视神经盘区，在动脉的外侧有同名静脉伴行。

视网膜中央血管，在视神经盘区，于视盘陷凹处分出上、下二支。一般在视神经盘边缘处，上、下支又各分出鼻支和颞支，鼻支常较颞支为小。颞支又分出黄斑上、下小血管，包围黄斑。如此，在视神经盘平面上，有上、下鼻支和上、下颞支四支血管。由于颞支与鼻支往往在盘内或盘外某一点发出，因而有不少变异。据国人资料，应用眼底镜观察了 2043 人的双眼视网膜中央动脉的分支。动脉分支可分成六型：I 型，一个主干在视神经盘平面后方进

入眼球。Ⅰ型，在视神经盘平面处，动脉分出上、下二支。Ⅱ型，在视神经盘平面后方，血管已分为二支，分别进入眼球。Ⅲ型，在视神经盘平面的后方，血管已发二级分支，因此在视神经盘处有四支动脉。Ⅳ型，在视神经盘平面后方，动脉已发三级分支，因此在视神经盘处有八支动脉。Ⅴ型，不符上述诸类型者，均列入此型。我国人以Ⅰ型最多见，Ⅱ型次之，Ⅳ型又次之，Ⅴ型最少见。

视网膜中央动脉离开视神经盘后，一般呈直角反复分支至整个视网膜。在视神经盘表层毛细血管最丰富，呈放射状延伸至视神经盘周围，再继续延伸至周缘部，毛细血管逐渐稀疏，在接近锯齿状缘处呈环状形成一个毛细血管弓。该弓不与其他血管系统的毛细血管相吻合，也不到达锯齿状缘。因此锯齿状缘处形成一个无血管地带。黄斑区的周围血管呈弧形包绕，并向黄斑发出细支，但在中央凹0.4~0.5mm直径的中心区是无血管的。

视网膜中央动脉在视网膜内六层中，分别形成浅深两层毛细血管网。浅层位于神经纤维层的浅部，深层可伸展到内核层和外网层之间，两层毛细血管网相互吻合，通常深层较浅层致密而复杂。在视网膜赤道部，这两层毛细血管网最易区别，由于视网膜有很清楚的层次结构，因之大部分毛细血管网呈平面分布。视网膜的外四层，主要由脉络膜毛细血管层取得营养。

关于黄斑部的毛细血管，有人认为黄斑部脉络膜有许多特点：①毛细血管特别丰富，几乎没有其他部位的那种大、中血管层。②动静脉吻合多。③毛细血管的微动脉多。④毛细血管小叶密集，血液流速大，血的压力高。⑤毛细血管排列整齐，呈放射状，管径小。

关于视神经盘的血液供给：魏宝林在文献综述中提到，经证明视神经中没有轴动脉，但在临床上看到视网膜中央动脉阻塞时，并不影响视神经盘的血液供应，同样视神经盘的循环障碍，也不影响视网膜中央动脉的分布。如缺血性视神经炎，并不影响视网膜的血液供应。为此探讨了视神经盘血液供给的来源，通过一些学者的动物实验、连续组织切片以及血管铸型扫描电镜的观察证明了视神经盘筛板及筛板前部的血液供给是来自睫后动脉，而不是由脉络膜血管来的。视神经盘最表面的毛细血管网，是来自视网膜中央动脉，此毛细血管网与深部的来自睫后动脉的毛细血管网相沟通。在视神经与脉络膜交界处，软膜毛细血管向前伸展，环绕视神经盘边缘形成了血管套，但与脉络膜的毛细血管相邻而不相通。视神经盘和视网膜的毛细血管，在组织结构上属于无“窗孔”的毛细血管，在正常情况下，萤光素不能通过，而脉络膜毛细血管是属于有“窗孔”的，可通过萤光素。以此亦证实了视神经盘的血液供应，非来自脉络膜的毛细血管。

关于视神经盘附近的视网膜血液供给，除视网膜中央动脉外，尚可来自睫后动脉和秦氏环的分支，称此分支为视网膜睫状动脉，其出现率，经张美欣的统计男为16.81%，女为14.07%。此动脉常位于视神经盘颞侧缘，呈钩状起始，向颞侧行，分布于黄斑部。当视网膜中央动脉完全阻塞时，通过视网膜睫状动脉的分布，得到一定的代偿。

由于视网膜内六层和外四层，来自不同来源的血液供应，因此，当视网膜脱离经复位后，一般仍可恢复相当的视力。这是仍存在视网膜中央动脉的营养供给之故。

视网膜中央静脉 central vein of retina，是在巩膜筛板平面处，由视网膜上、下静脉集合而成。直径为250 μ m，视网膜中央动脉直径为200 μ m。静脉较动脉略粗。在视网膜上静脉属支与动脉分支大致相同，伴行或平行，有时则相互交叉。静脉可在动脉的前面或后面。当动脉硬化明显时，在交叉处的静脉常表现受压的体征。如位于动脉前面的静脉呈拱桥状隆起。动、静脉管径的比例为2:3，可因动脉硬化或血管痉挛而导致比例失常。视网膜中央静脉在视神经中，

伴行于同名动脉的颞侧，离开视神经后在眶内汇入眼上静脉或自眶上裂入颅，汇入海绵窦。

眼底镜下，视网膜中央动、静脉分支的区别：

- (1) 动脉颜色较鲜明，呈红色。静脉呈暗红色。
- (2) 动脉管径较细，静脉较粗。动、静之比为 2:3 或 3:4。
- (3) 动脉管腔中央有鲜明的反射光带，约占管腔的 1/4~1/3，静脉管腔的光反射较暗而细。
- (4) 动脉较直，静脉较弯曲。

由于视网膜血管壁薄而透明，其管壁折光指数与邻近透明的视网膜组织相近，故眼底镜下所见的血管，系为管腔中的血柱，但视神经盘附近的大血管，因管壁外膜较厚，可见到血柱旁有白鞘相伴，乃属正常。

(魏宝林)

三、眼睑的血管、淋巴管和神经

眼睑内因有许多相互吻合的血管，故血液供应丰富，因而眼睑修复能力较强，当眼睑严重外伤时，亦应尽可能考虑缝合以保存组织。

(一) 眼睑的动脉

来源于颈外动脉的有面动脉的分支，还有颞浅动脉和眶下动脉的分支。来源于颈内动脉的有眼动脉的分支，将其有关分支分述如下(图 6-29)。

1. 睑内侧动脉 为眼动脉较小的皮支，在上斜肌的滑车下，发上、下睑内侧动脉入上、下眼睑。

2. 眶上动脉 眼动脉在视神经上方时发出，眶上动脉先在上直肌与上睑提肌内侧向前行，继在上睑提肌与眶上壁之间，在眶后前、中 1/3 交界处与眶上神经伴行，共经眶上切迹或孔后，分布于头皮和上睑。

3. 泪腺动脉 自眼动脉发出后，在穿过泪腺时，或经泪腺外侧绕过其前方时，发上、下睑外侧动脉，穿眶膈至眼睑。

眼睑的浅部组织，由上述颈内、外动脉两个来源的分支吻合成动脉网来营养。眼睑的深部组织，由睑内侧上、下动脉和泪腺动脉发出的睑外侧上、下动脉组成的睑动脉弓营养。上、下睑动脉弓又发支到睑缘，组成睑缘动脉弓。也发支到睑板上缘组成周围动脉弓。睑缘动脉弓，距睑游离缘约 3mm，在睑板与眼轮匝肌之间，这些动脉弓的位置，当进行眼睑手术时，有一定意义。

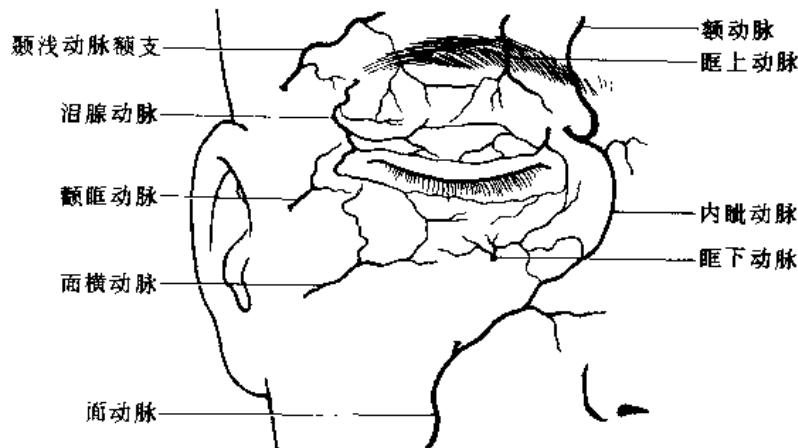


图 6-29 睑的动脉

（二）眼睑的静脉

眼睑的静脉较动脉浅在，也有相当于动脉弓的静脉弓，它们在内侧汇入内眦静脉，在外侧汇入颞浅静脉和泪腺静脉。

内眦静脉在内眦动脉的外侧，距内眦约 8mm，泪囊手术时，应予以注意。内眦静脉以交通支经眼上静脉注入海绵窦。在其交通支汇入眼上静脉处，有向海绵窦开放的瓣膜，因此，眼睑缘症(麦粒肿)须谨慎处理，未成熟前勿切开或挤压，以免导致炎症播散。

（三）眼睑的淋巴管

眼睑的淋巴管发育较好，由两个彼此连接的淋巴管网所组成，一位于睑板之前；另一较粗大的，位于睑板之后。上睑外侧大部和下睑外侧 1/3 部的淋巴管汇入耳前淋巴结。上睑内侧的小部分和下睑内侧的大部分的淋巴管，沿面静脉汇入下颌下淋巴结，特别是位于下颌角下方的下颌下淋巴结的一组。故当眼睑肿或怀疑眼睑恶性肿瘤时，应检查这些局部淋巴结(图 6-30)。

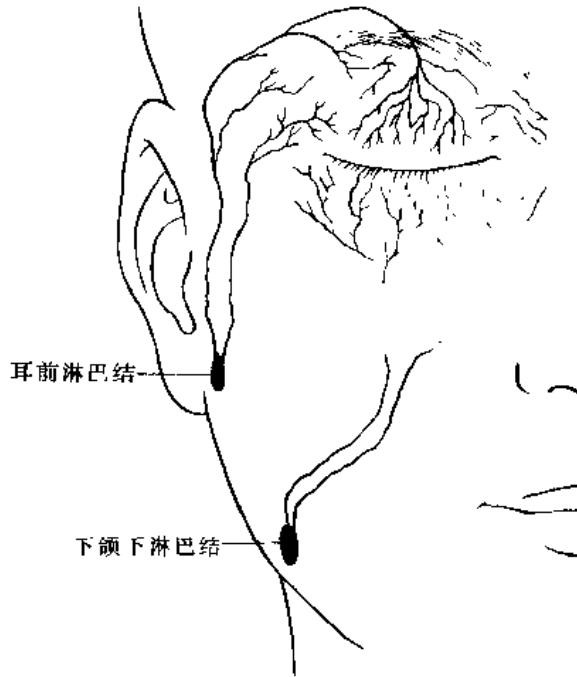


图 6-30 眼睑的淋巴引流

（四）眼睑的神经

1. 运动神经 支配上睑提肌的是动眼神经的分支。动眼神经麻痹，表现为单纯上睑下垂者罕见，多数还伴有眼球向内、向下的运动障碍以及瞳孔扩大等症状。导致上睑下垂的病因，以先天性发育障碍为最多见，其次是来自眼睑本身的疾患。它也是重症肌无力的早期症状之一。

支配眼轮匝肌的是面神经的颞支和颧支。颞支自腮腺周缘穿出，向前上方与眶上缘平行，自肌的外侧和深面进入肌的上部。颧支自腮腺周缘穿出，横过面颊也自肌的外侧和深面进入肌的下部。当面神经受损时，眼轮匝肌呈不全麻痹或完全麻痹，造成眼裂闭合不全。如下睑的眼轮匝肌，有使下睑与眼球接触的作用，当麻痹时，下睑下沉，睑缘外翻，引起泪溢。

2. 交感神经 眼睑的交感神经纤维，是来自颈上交感神经节的节后纤维，经颈内动脉丛至海绵窦交感神经丛，然后随眼动脉分支而分布到睑部血管、平滑肌和腺体。

3. 感觉神经 上睑是来自三叉神经第一支眼神经的分支。上睑中部，由额神经的眶上神经分布。上睑内侧部为额神经发出的滑车上神经和鼻睫状神经发出的滑车下神经分布。上睑外侧部由泪腺神经分布。

下睑中部是来自三叉神经第二支上颌神经的分支眶下神经分布，下睑外侧部是由上颌神经发出的颧神经的分支，即颧面神经和颧颞神经分布。下睑内侧部由滑车下神经分布。

四、结膜的血管、淋巴管和神经

通过眼底的血管检查发现全身疾患的重要性，已受到广泛的重视，但经结膜血管检查发现全身疾患的办法，尚处于发展阶段，值得重视和探讨。因为结膜的血供十分丰富，特点是

静脉多于动脉，既有动静脉的直接交通，又有动脉间、静脉间的直接吻合。球结膜血管是全身中最易直接看到的。常见到改变方向的血柱。有经验的眼科医生，可从结膜血管形态改变中，检查出眼外、眼内疾患以及全身性疾病如动脉硬化、糖尿病等。

（一）结膜的动脉

睑结膜的动脉主要来自睑动脉弓。靠近睑缘处的睑结膜，也自睑缘动脉弓发支分布，靠近结膜穹窿部的睑结膜，由周围动脉弓发支分布。

球结膜的动脉，除角膜缘周围的球结膜外，皆由睑动脉弓发出的结膜后动脉供给。该动脉分布是沿穹窿部结膜而至球结膜的。角膜缘周围的球结膜，是来源于直肌动脉发出的睫状前动脉的分支即结膜前动脉供给营养。

根据上述睑结膜的动脉分布，当进行睑板手术时，或在结膜穹处进行手术时，都要避免损伤血管，以免大出血。

结膜前、后动脉，在球结膜内相互吻合，于角膜缘周围形成一簇动脉弓。直接发自睫状前动脉的角膜缘动脉网，亦位于角膜周围，但其位置较深，且离角膜缘较近，这样在角膜周围就形成两个血管丛，围绕角膜缘部排列成两层，一层由结膜血管形成，位置浅表，血管可自由移动，称为结膜角膜周围血管网；一层由睫状血管形成，位于深层的巩膜表面组织内，血管的经过较直，在角膜缘部呈放射状排列，称为巩膜表面角膜周围血管网。

临床上区别结膜充血和角膜周围充血(睫状充血)(图 6-28)有重要意义。结膜充血多见于一些初期的炎症性疾患或结膜炎。睫状充血则是反映眼球本身的疾患，如虹膜、睫状体及角膜深部的疾病。结膜充血的特点是，由上、下穹至角膜缘，其充血程度依次减轻，充血的血管可随眼球结膜面移动。睫状充血的特点是，其充血程度是自角膜缘向上、下穹的方向逐渐减轻，充血的血管不随眼球结膜面移动，仅在手指压迫下有少许褪色。

（二）结膜的静脉

在上、下穹部的结膜内，形成明显的静脉丛，该静脉丛经眼睑的静脉注入于面静脉系统。在上睑提肌的肌腱之间，也有一明显地的静脉丛，该丛经睫状前静脉、直肌静脉、眼静脉面汇入海绵窦。

（三）结膜的淋巴管

结膜的淋巴管网发育良好。位于结膜固有层内的为浅淋巴管网；位于结膜纤维层内的为深淋巴管网。上睑结膜的淋巴管入耳前淋巴结，下睑结膜的淋巴管入下颌下淋巴结。结膜囊内正常时虽有细菌但不致病，其所以对细菌有一定的抵抗力，具有丰富的淋巴管网是其条件之一。

（四）结膜的神经

有丰富的感觉神经，是来自三叉神经的分支分布。

上睑结膜内侧部，由眼神经发出的鼻睫状神经的分支即滑车下神经的睑支分布。上睑结膜中部及上穹结膜，由眶上神经的睑支分布。上睑结膜外侧部，由泪腺神经的分支分布。

下睑结膜及下穹结膜，由上颌神经发出的眶下神经的分支分布。

球结膜则由睫状长神经、睫状短神经和睫状前神经分布。

五、泪器的血管、淋巴管和神经

（一）泪腺的血管、淋巴管和神经

1. 泪腺的动脉 泪腺动脉居眼动脉所有的分支的最外侧，为眼动脉最早发出的较大分

支，多自眼动脉角发出，约占72%。动脉沿眶外侧壁，行于上直肌和外直肌之间，在外直肌上缘伴随泪腺神经向前至泪腺，除发支至泪腺外，动脉还穿过泪腺或经泪腺外侧绕过其前方后，发出上、下睑外侧动脉，它们穿眶膈与上、下睑内侧动脉组成睑板动脉弓。泪腺动脉在经过中还发出分支，随上颌神经发出的颧神经的分支，颧颞神经、颧面神经伴行，一穿颧颞孔至颧窝与颧深动脉相吻合；一穿颧面孔至颧部与面横动脉相吻合。泪腺动脉可发肌支至外直肌，还可发出一些睫后短动脉。泪腺动脉可发脑膜支经眶上裂或蝶骨大翼上的小孔，与脑膜中动脉的额支相吻合。如吻合支较粗，明显地增强了泪腺动脉时，则此支即代替了眼动脉的主干，也就是眼动脉发自脑膜中动脉的异常起点。

泪腺除由泪腺动脉营养外，尚接受来自颈外动脉发出的上颌动脉的分支即眶下动脉的营养。

2. 泪腺的静脉 与同名动脉伴行，注入眼上静脉的后端。

3. 泪腺的淋巴管 与结膜和睑的淋巴管相连入耳前淋巴结。

4. 泪腺的神经 有三种成分，①三叉神经第一支的分支泪腺神经，为感觉纤维，其穿过腺体分布于结膜的外侧部和眼睑皮肤。②交感神经纤维，来自颈上节的节后纤维组成的颈内动脉丛。此丛在颈动脉管内口附近，发出岩深神经。岩深神经穿破裂孔至颅底会合面神经发出的岩大神经，组成了翼管神经，经翼管至位于翼腭窝内的蝶腭神经节，穿节面过的岩深神经的交感神经纤维，又经三叉神经第二支的分支颧神经和泪腺神经之间的交通支而到泪腺。③副交感纤维，即上述岩大神经的纤维成份，它来自脑干的上涎核，随翼管神经至蝶腭神经节换元后成节后纤维，亦经三叉神经第二支的分支颧神经与泪腺神经之间的交通支而至泪腺。

交感神经管理泪液的正常分泌活动，副交感神经则控制泪腺分泌活动。三叉神经的感觉纤维可传入结膜囊所感受的刺激，引起反射性的溢泪。

(二) 泪道的血管、淋巴管和神经

1. 泪道的动脉 营养泪囊的有上睑内侧动脉、内眦动脉以及眶下动脉。营养鼻泪管上部的为下睑内侧动脉、内眦动脉和眶下动脉。营养鼻泪管下部的为蝶腭动脉的鼻支。

2. 泪道的静脉 泪道静脉丛汇流于内眦静脉及眶下静脉。

3. 泪道的淋巴管 泪囊的淋巴管随同面静脉达下颌下淋巴结，向后经咽后淋巴结达颈深淋巴结。

4. 泪道的神经 泪囊及鼻泪管上部由滑车下神经支配。鼻泪管下部受上牙槽前神经支配。

六、眼球外肌的动脉

眼球外肌的动脉，自眼动脉发出，常分外上和内下二主支，还有一些小支，不仅可发自眼动脉，亦可发自泪腺动脉和眶上动脉。外上支营养外直肌、上直肌、上斜肌、上睑提肌。内下支营养内直肌、下直肌和下斜肌。四个直肌的肌动脉主干向前续为睫状前动脉。

关于眼球外肌的动脉分布，在有关的教科书和参考书上，尚没有详细的描述。但近年来外科发展较快，带血管的肌皮瓣移植，对修补损伤起了重要的作用，特别肌的血管分布，更使有关学者关注。因为肌的动脉，大多是多源性的，血管吻合相当丰富，只要保存或吻合一个主要的血管蒂，就能使全部或大部肌肉成活。

肌皮瓣的主要动脉，通常发出肌支和穿支，更有发出缘支者。肌支占比重最大，穿支是穿过肌肉出深筋膜，几近垂直方向进入皮下组织和皮肤。缘支是肌的主要动脉发出的侧支，是沿肌间隙进入皮肤的血管。它在临床应用中，对超出肌肉面积的皮肤，是能够成活的基础。

全身肌皮瓣的血供研究报道不少，但眼球外肌的血供研究报道不多。赵莉对成人和新生儿的直肌动脉来源，肌内血管分布形式及微血管的构筑进行了研究。结果是，四条直肌的血供主要来源于眼动脉的下肌支(即内下肌支)以及泪腺动脉和眼动脉的直接分支。通常每条直肌接受2~5支动脉，其中1~3支较粗的为该肌的动脉主干，此主干沿肌的长轴向前，出肌后为睫状前动脉。根据动脉主下的数目，上、下、外三直肌以单干型居多数，分别占66.6%、90%、73%，而内直肌双干型居多数占76%。四条直肌的主干，全部由肌的球面入肌，入肌点距上、下、内、外四直肌的止点分别为30.84mm、20.92mm、19.8mm、26.87mm。

韩亚男等人观察了40个成人眶腔的上斜肌动脉，其动脉支数以1~2支为多见，最粗的一支为肌的主支，主支发自眼动脉三段的居多数，占61.54%。但也有发自眶上、筛前、筛后动脉的。主支单独发出居多数，占89.74%，少数为共干发出。主支入肌点在肌的后1/3份居多数，占69.23%。主支入肌多在球面。非主支来源也以发自眼动脉三段为多见。根据观察结果分析，上斜肌的动脉也是丰富的、多源的，可供代偿的。以上国人资料为眼球肌皮瓣的设计，提供一定参考价值。

第四节 视器的个体发生

眼始基约当胚胎第三周末，第四周初时方可识别。位于早期人胚头部上颌突与侧鼻突交界的外侧部。

一、眼球的发生

(一) 视网膜的发生

早在胚胎第二周，胚胎2mm时，神经沟尚未闭合之前，神经板前端两侧已出现增厚区，并向外侧突出，从神经板内面看，该区则为一凹陷，叫视沟 optic sulci。两侧视沟由一窄小区域连合起来，这一窄小区域即为视交叉始基。在胚胎第三周，胚胎3.2mm时，前神经孔闭合，视沟变深，从神经管外面看，在前脑泡的两侧形成对称的囊状突起，叫眼泡 optic vesicle。故眼泡实际上属于脑泡的一部分。以后眼泡外伸，又形成末端的膨大部和较细的眼蒂 optic stalk。眼蒂即视神经的始基。眼泡末端膨大部不久内陷形成内、外两层的眼杯 optic cup。眼杯与眼蒂在发育过程中，上面和两侧面生长较快，结果在眼杯下方出现一个缺口，在眼蒂下方的远侧份则出现一条纵沟，缺口和纵沟相连成一裂，叫脉络膜裂 choroid fissure。裂内有视网膜中央动、静脉穿行。在胚胎6周末、7周初，此裂开始闭合，至闭合完全，眼杯遂形成一个完整的双层壁的球状杯形体，而眼蒂远侧份也成为双层壁的圆索。如裂、沟闭合不全，则将造成先天性虹膜缺损和脉络膜缺损。

眼杯分化，以后形成视网膜。眼杯远侧的杯口缩小形成一圆孔，即瞳孔。眼杯的前部发育成视网膜的盲部，后部发育成视网膜的视部。盲部、视部分界处参差不齐，称锯齿缘。盲部又分化成视网膜睫状体部和视网膜虹膜部。眼杯的外层形成含有色素颗粒的单层上皮，即

视网膜色素上皮层。而眼杯的内层，则分化形成具有传导视觉的神经层。当胚胎第六周时，眼杯的内层细胞先分化为两层，即内成神经细胞层和外成神经细胞层。内成神经细胞层较早分化成三种细胞：即米勒细胞、神经节细胞、无长突细胞。外成神经细胞层不久也分化成双极细胞、水平细胞。当胎长 170mm 时，视杆、视锥细胞核与双极细胞完全被纤维性外网状层分开，视网膜的各层便完全形成。

当病态时，视网膜的色素细胞层可与其他层分开，称为视网膜脱离，其间可有积液。虹膜后粘连时，也可使虹膜的后上皮层和后界膜分开，而导致原始眼泡腔的再形成。

视网膜的色素上皮层的色素缺乏时，可见虹膜缺乏色素、眼球呈淡蓝色、怕光，临床上称为白化病。

（二）视神经的发生

眼蒂为眼泡和前脑泡接连的部分。最初眼泡的腔隙和前脑泡的脑室是相通连的。当眼泡内陷形成眼杯，由视网膜神经节细胞引伸出来的视神经纤维，经眼蒂入脑并将眼蒂填满时，眼泡腔便不再与前脑泡相通连。视网膜中央动脉沿脉络膜裂进入眼蒂中，除分布于视网膜外，其分支还延伸到晶状体，称为玻璃体动脉。以后玻璃体动脉退化、消失，遗留下一个管道痕迹，称为玻璃体管。至于原始眼蒂的细胞，则将形成神经胶质。视神经逐渐向中枢神经系方向生长，在脑垂体前方，进入前脑泡下面，并部分交叉，而形成视交叉。当胎长 48mm 时，视束即已形成。

（三）晶状体的发生

当胚胎第四周末五月初时，由覆盖眼杯的表面外胚层形成一个局部增厚区，叫晶状体板 lens plate。当眼杯凹陷加深时，晶状体板即随着突入眼杯内，形成晶状体凹 lens pit。以后该凹逐渐加深终至闭合，而成晶状体泡 lens vesicle，并与其表面外胚层分离而位于眼杯的开口处。晶状体泡前壁细胞来自晶状体板周围的部分，终生保持其上皮的性质，形成前囊下面的上皮。晶状体泡后壁细胞来自晶状体板的中央部分，分化为晶状体原始纤维。晶状体泡前、后壁交界处的细胞称为晶状体赤道部细胞，终生不断生长，产生晶状体纤维。晶状体囊是晶状体上皮细胞的产物。

由于胚胎期内某种原因，导致晶状体发育不完全，于出生时或出生后，出现晶状体混浊，称为先天性白内障。先天性白内障多出现于双侧。根据病变所涉及的部位，可分前极性白内障（或前囊性白内障）、后极性白内障。前极性白内障是前囊下的上皮细胞增生所致。这可能是由于在胎生期前房形成过迟，使晶状体长期与角膜接触，或由于晶状体泡未能完全从表面外胚层脱离造成的。后极性白内障是胎生期玻璃体血管未完全消失所致。

（四）玻璃体的发生

玻璃体在发生上，先后有原始玻璃体和次级玻璃体之分。原始玻璃体是在晶状体泡和视网膜内层形成时期，二者间有许多纤维突起和原浆粘连与进入其间的中胚层细胞突起，互相缠绕形成一个纤维组织支架，充满于眼杯内而形成的。因此，它是表面外胚层，神经外胚层和中胚层三个胚层的共同产物。原始玻璃体除纤维较粗、较乱外，还含有玻璃体动脉的血管成分。从胚胎六周到三个月之间，自视网膜前部生成的次级玻璃体纤维，又细、又密、而且排列整齐，将其内面的原始玻璃体压缩到中央部，这期间，次级玻璃体是和眼球同步增长的。在发育完好的眼球中，它的体积约占眼内腔的 4/5。压缩的原始玻璃体，只占眼内腔的 1/5。原始玻璃体和次级玻璃体的交界处，纤维更为密集形成明显的分界线。分界线围成一个漏

斗形的管。漏斗形管的最狭处，在视网膜的视神经盘的前方。管的扩大部则朝向晶状体后面。

玻璃体动脉是视网膜中央动脉的延续支，在胚胎第五周时即穿过玻璃体而达晶状体后方，但不进入晶状体实质，因此晶状体本身无血管供给。玻璃体动脉在出生后完全消失，只遗留该动脉在玻璃体内穿行的管道。玻璃体动脉的主干，也可在进入眼球处有部分组织残留，引起飞蝇幻视的现象，但对视力影响不大。

(五) 巩膜、脉络膜、虹膜和睫状体的发生

在胚胎第七周时，眼杯周围的中胚层组织开始密集并分化成内、外两层。外层致密，富有纤维，包围于整个眼球之外而形成巩膜，它与脑的硬脑膜相当。内层疏松，富有血管及色素细胞，与眼杯外层紧密相接，称血管膜，它与脑的软脑膜、蛛网膜相当。血管膜附着于视网膜视部者为脉络膜，附着于视网膜睫状体部者特别增厚，二者共同形成睫状体。睫状突系由视网膜的睫状体部分化形成。视网膜睫状体部外面附着的血管膜组织，先后发育形成睫状肌的径线纤维、辐状纤维及环状纤维。环状纤维于生后仍继续发育一段时间。血管膜附着于视网膜虹膜部者，二者共同形成虹膜。由于眼杯缘向前生长，杯口向内缩小，所以视网膜虹膜部在晶状体前面折向内，形成虹膜的神经上皮层。原来眼杯内层、外层的前端没有色素，现在从外层开始产生色素，到出生时前层、后层(即原眼杯缘处的外层、内层)都形成色素上皮。瞳孔括约肌和瞳孔开大肌由眼杯外层分化而来，但瞳孔开大肌与色素上皮紧相连接，该肌内无血管分布，可以说是一种肌神经单元 myoneural unit，永远保持胚胎期性质。此点与瞳孔括约肌不同。

(六) 角膜和前、后房的发生

表面外胚层自晶状体泡分离后，又融合成一层而形成角膜上皮，它和晶状体前面之间的中胚层组织中渐渐出现一裂隙，此裂隙继续增大，以致将中胚层组织分成前、后两层。前层形成角膜基质，后层较薄形成虹膜基质，中间的裂隙形成前房。前房被覆有扁平的间充质细胞，这些细胞在角膜后面形成角膜内皮，间充质细胞反折在虹膜前面，成为虹膜的内皮。上述形成虹膜基质的后层，其中央部分极薄，几乎是没有细胞的隔膜，称为瞳孔膜。而上述的虹膜内皮，亦参与瞳孔膜的组成。瞳孔膜在出生前即消失，偶或不被吸收，但全部不吸收是罕见的，通常是大部吸收，只留下少量结缔组织，象细丝样挂在瞳孔前方，此即先天性瞳孔膜残留，一般不影响视力。

由视网膜睫状体部分化来的睫状突，向晶状体伸长，并长出细小纤维，附着在晶状体赤道部而形成睫状小带。睫状小带是起源于神经外胚层的。

虹膜、晶状体和睫状小带之间的空隙，称为后房。前房和后房，在胚胎第七个月以前是由瞳孔膜分隔的，瞳孔膜通常在第八个月时完全消失，前房与后房经虹膜瞳孔缘和晶状体之间的狭窄空隙互相交通。前、后房充满水样液。

巩膜静脉窦来源于眼杯缘静脉丛的一层内皮细胞，其出现不久，在其内侧的中胚层组织略增厚，与角膜内皮细胞和后弹性膜相连续，以后此处即分化成房角网状组织。于其间出现间隙，即虹膜角间隙。

巩膜静脉窦及虹膜角间隙发育不全时，房水循环受阻，眼压增高而造成先天性青光眼。

图 6-31 示人胚眼球的发生过程。

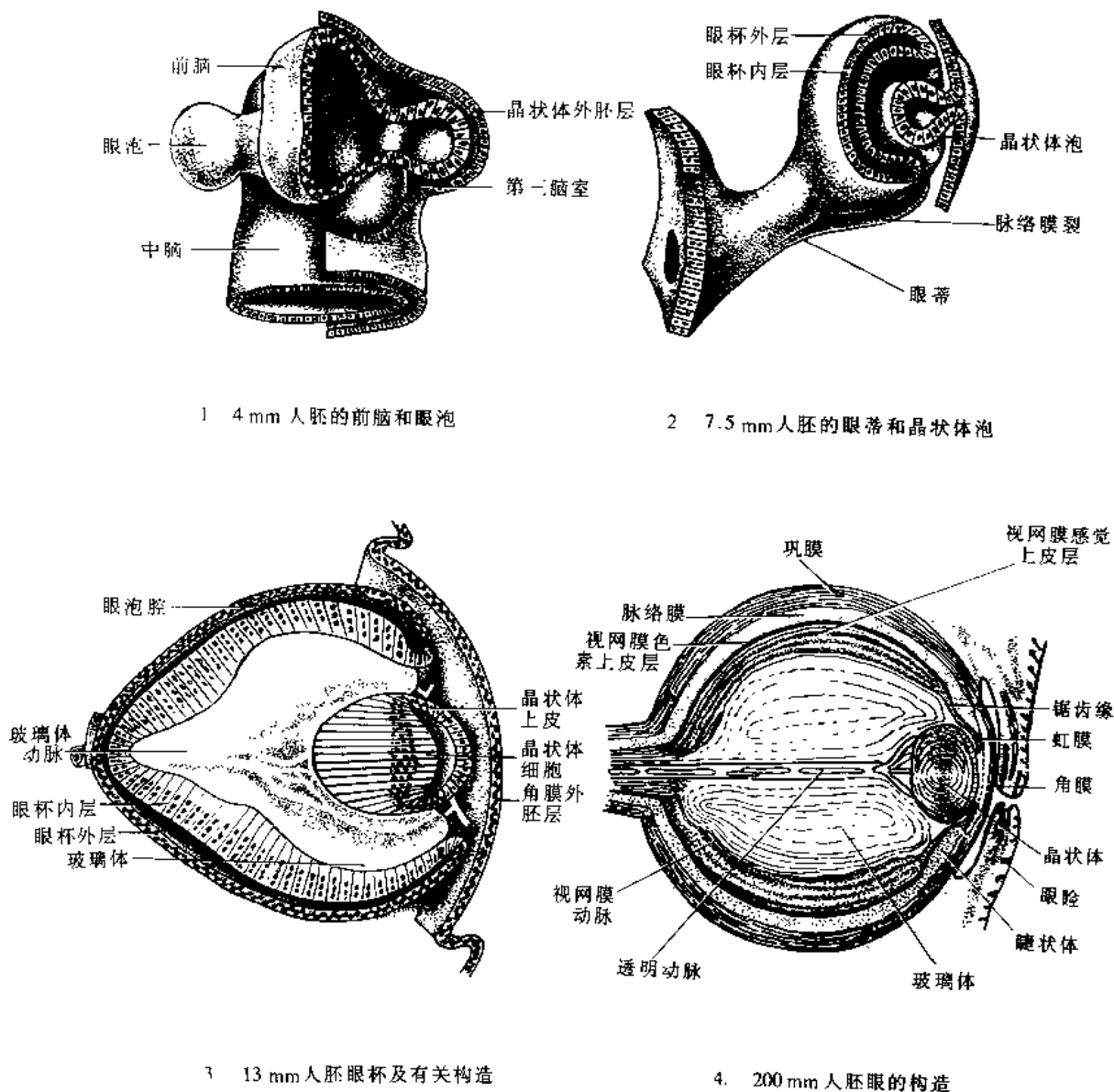


图 6-31 人胚眼球的发育

二、眼副器的发生

(一) 眶的发生

眶由围绕眼泡的中胚层所形成。

(二) 眼球外肌的发生

眼球外肌由眼泡周围的中胚层形成。上睑提肌是由上直肌内面分化来的一些肌纤维，有时发生先天性缺损，也可以和上直肌同时出现发育不全。

(三) 眼睑和结膜的发生

眼睑和结膜，均来自表面外胚层。在胚胎第五周开始时，在眼的周围形成褶，褶的外层分化成眼睑皮肤，内层分化成结膜。后者与眼球表面的球结膜及角膜上皮相连续。褶的两层之间为中胚层组织，分化为睑板、结缔组织和肌组织等，但眼轮匝肌是由第二腮弓分化而来。以后褶内、外两层的上皮层融合在一起，沿眼睑边缘分化出睫毛和腺体。腺体有不发达的皮

脂腺即睑缘腺及变形的汗腺即睫毛腺，它们开口于毛囊腔。在眼睑内侧部陆续出现半月襞和泪阜。

(四) 泪器的发生

泪腺是由上穹结膜外侧部的上皮分化而来。泪道在胚胎第六周时，上颌突向前生长，与内、外侧鼻突接触，形成胚胎颜面部。此时外胚层组织在外侧鼻突与上颌突之间下陷成沟，继而这一部分上皮与表面上皮脱离，呈柱状埋于表面组织之下，其向上生长进入眼睑，向下生长即进入鼻内。随后细胞柱的中央出现空泡，继而形成管道。胚胎第七个月时，泪点开通。第八个月时，下口开放，至初生前泪道完全畅通。如出生前鼻泪管下端薄膜仍存在，则泪液滞留于泪囊内，导致新生儿泪囊炎。

三、眼在一生中的变化

(一) 出生时眼的特点

1. 角膜周边部的弯曲度与成人者正相反，它较中央部为大。内直肌靠近角膜。
2. 前房浅、房角窄。
3. 色素膜和虹膜前层色素较少。
4. 睫状体平坦部(即睫状环)甚短。
5. 黄斑中央凹仅能看出。
6. 巩膜筛板后的视神经纤维有时尚无髓鞘。
7. 晶状体略较成人的圆，其前面较为突出，故前房较浅。
8. 瞳孔小，不能完全开大。

(二) 眼的生后发育

1. 角膜于第二年达成人大小。
2. 生后数年，巩膜的前部生长快。
3. 前房角在出生后继续张开，2~4岁时达成人大小。
4. 虹膜色素在生后数年内增多，但量的多少不一致。
5. 睫状体平坦部加长，直到7岁时，才达到成人形状。
6. 黄斑中央凹于生后四个月内发育完全。
7. 视神经髓鞘于生后三周内生长完全。
8. 晶状体在第一年内生长很快，逐渐变扁，一生不断生长。

(三) 老人眼的特征

1. 角膜变平，周边部出现老年环，先在角膜上、下部呈新月形，后在两侧融合成环状。
2. 巩膜增厚而变硬，由于脂肪沉积而呈淡黄色。
3. 睫状体由于结缔组织大量增加而变厚，晶状体周围间隙相应变窄。
4. 虹膜结缔组织增生，引起瞳孔强直，而至老年性小瞳孔。
5. 色素上皮有萎缩倾向，在视神经盘周围最为明显。

(韩亚男)

第四十四章 前庭蜗器

前庭蜗器 vestibulocochlear organ 又称为耳 ear，耳可分为外耳、中耳和内耳三大部分。听觉感受器和位觉感受器位于内耳，故也可将外耳、中耳列为前庭蜗器的附属器(图 6-32)。

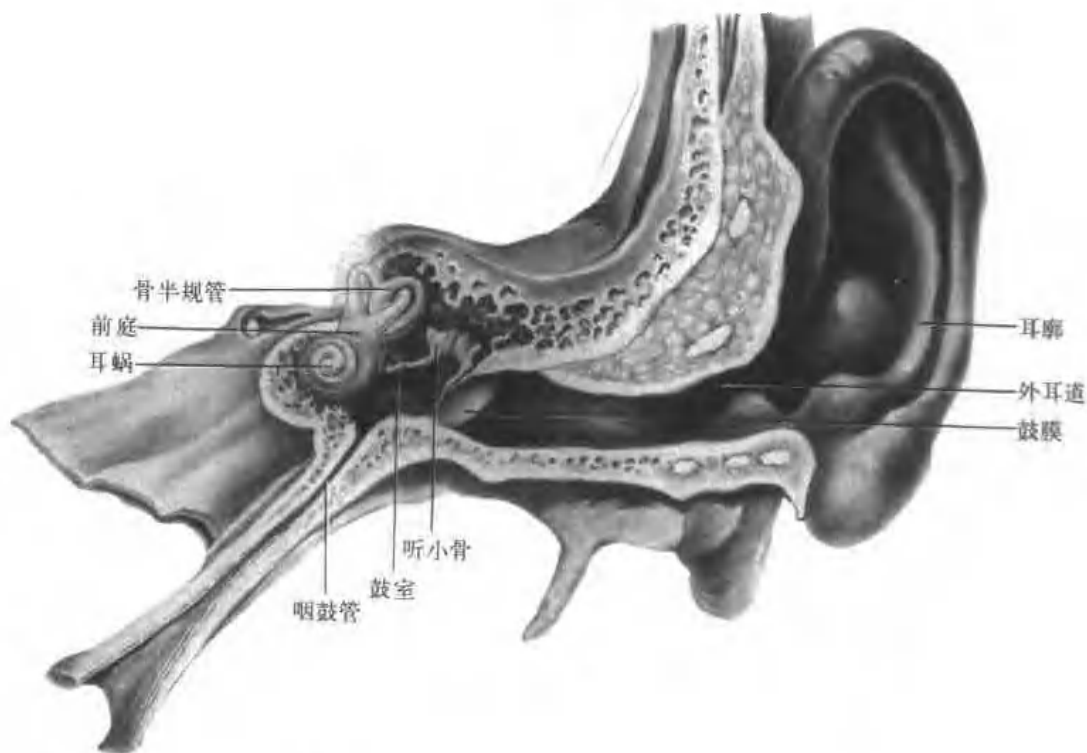


图 6-32 前庭蜗器全貌

前庭蜗器的功能：位觉感受器，接受头位、体位变动，重力变化及运动速度的刺激，通过前庭神经将神经冲动传入中枢，而产生空间感觉，从而引起眼球外肌、躯体随意肌以及有关内脏的相应反射，借以维持身体在静态或动态中的姿式平衡。听觉感受器接受声波的刺激，通过蜗神经将神经冲动传入中枢而产生听觉，借以辨认外界事物。

第一节 前庭蜗器的形态和构造

一、外 耳

外耳 external ear 包括耳廓、外耳道及鼓膜三部分

(一) 耳廓 auricle

耳廓又称耳壳，似漏斗形，由耳廓皮肤、软骨、韧带及耳廓肌等构成。耳廓可分为前外侧面和后内侧面。耳廓的下 1/3 部分为耳垂 auricular lobule，耳垂内无软骨，只有结缔组织和脂肪。

1. 耳廓的形态(图 6-33)

(1) 前外侧面：周缘卷曲，称为耳轮 helix，耳轮在外耳门上缘处的连续部，称耳轮脚 crus

of helix, 耳轮下端连于耳垂。耳轮前方有与其平行的隆起, 称对耳轮 antihelix。耳轮与对耳轮之间隔一长沟, 称耳舟 scapha。对耳轮向上向前又分成上、下二脚, 二脚之间有一浅窝, 称三角窝 triangular fossa。对耳轮向下终于一结节样的隆起, 称对耳屏 antitragus。在对耳轮和对耳屏之间的切迹, 称耳廓后沟 posterior sulcus of auricle。对耳屏的对面, 恰在外耳门前方, 也有一结节样的隆起, 称耳屏 tragus。耳屏和对耳屏之间的切迹, 称耳屏间切迹 intertragic notch。耳屏常分成上、下两小结节, 两小结节无明显分界。耳屏与耳轮脚之间有一切迹, 称耳前切迹 anterior notch of ear, 或称屏上切迹。耳屏、对耳轮下脚、对耳轮、对耳屏、耳屏间切迹等所围成的凹陷部, 称耳甲 auricular concha。耳甲被耳轮脚分成上、下两部; 上部称耳甲艇 cymba of auricular concha。于此处能触到外耳道上棘, 乳突窝即位于道上棘后上方的深部。下部称耳甲腔 cavity of auricular concha, 耳甲腔底有外耳门 external acoustic pore。在耳轮游离缘后上部, 有时可见一小结节, 称耳廓结节 auricular tubercle。



图 6-33 耳廓

(2) 后内侧面: 一部分直接与头侧部相接, 此面与前外侧面凹凸相适应。对向耳舟、耳甲、三角窝者, 分别称为耳舟隆起 eminence of scapha、耳甲隆起 eminence of auricular concha 和三角窝隆起 eminence of triangular fossa。对向对耳轮、对耳轮下脚和耳轮脚者, 则分别称为对耳轮窝 fossa of antihelix、对耳轮横沟 transverse groove of antihelix、耳轮脚沟 sulcus of crus of helix。对耳轮横沟和耳轮脚沟被埋入与头侧部相接的部分中。

国人资料记载耳廓共分 6 型, 以耳尖微显型和缺耳尖型为多见。耳廓长约 60mm, 宽约 30mm, 女性略小。

耳廓位置: 以眼外眦至同侧耳轮脚的距离确定耳廓前、后位置, 一般为 80mm 左右, 女性略小。自外眦向后通过耳廓的水平线以上的长度确定耳廓上、下位置, 一般为 5mm 左右。

耳廓的外展程度: 以耳廓的最大横轴与颞部形成的夹角来表示, 男性右侧以 68~69°为多见, 左侧以 70~79°为多见; 女性左、右侧均以 60~69°为多见。

耳垂外形: 在活体上观察, 圆形的: 男占 44.6%; 女占 42.01%。方形的: 男占 25.33%; 女占 17.41%。三角形的: 男占 30.00%; 女占 40.57%。

外耳门的形状: 共分 3 型以长椭圆形最为多见。

外耳门的纵径与横径: 纵径左侧均值为 10.59mm; 右侧均值为 10.37mm。横径左侧均值为 9.96mm; 右侧均值为 8.90mm。

耳屏的形态: 观察了 210 名汉族成年妇女的耳廓, 可区分为 3 型: 单峰型 14 侧, 占

3.33%；双峰型 405 侧，占 96.42%；三峰型 1 侧，占 0.23%。双峰型即在耳屏后缘有上、下两个突起部分，上、下峰之间叫峰间切迹。根据上、下峰的大小又分三个亚型，上峰小下峰大的或上、下两峰形态大小几乎相等的较多见，而上峰大下峰小的较少见。

2. 耳廓的构造

(1) 耳廓皮肤：耳廓皮肤较薄，紧密地附着于软骨，后内侧面的皮肤则稍疏松。皮肤上有细毛。在耳廓两面皮下，都有皮脂腺，特别在耳甲腔和三角窝处，发育较为良好。汗腺数量较少，散在分布。

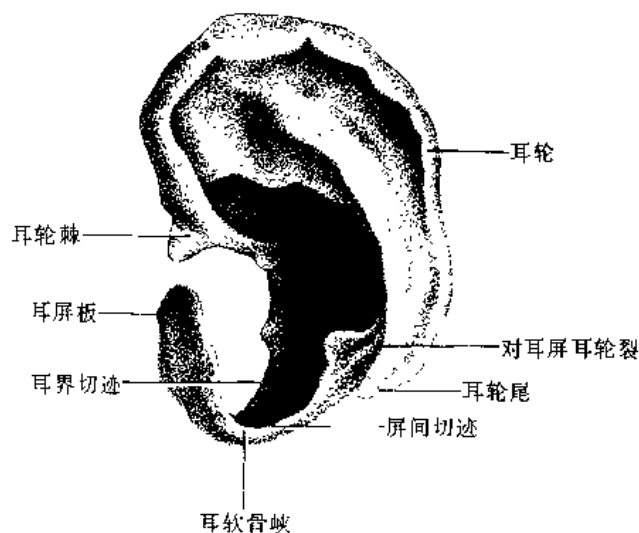


图 6-34 耳廓软骨

(2) 耳廓软骨 cartilage of auricle：耳廓软骨是一不规则的单块弹性软骨。其形状大致与耳廓外形相似，耳垂无软骨，在耳轮与耳屏之间有裂隙，由致密结缔组织封闭，在耳轮脚上端有一小的软骨突起，称耳轮棘 spine of helix。于耳轮下端发出小舌状突起，称耳轮尾 tail of helix。耳轮尾与对耳轮借对耳屏耳轮裂 antitragohelicine fissure 分开。耳甲隆起二部之间的浅凹沟，称耳轮脚沟 sulcus of crus of helix，它与耳轮脚的位置一致。耳甲隆起与三角窝隆起之间，有一横沟，称对耳轮横沟 transverse groove of antihelix。它相当于前外侧面的对耳轮下脚。耳廓软骨与外耳道软骨相接

处，称耳界切迹 terminal notch of ear。此切迹与屏间切迹之间的窄区，称为耳软骨峡 cartilaginous isthmus of ear。耳屏的软骨称耳屏板 tragal lamina，呈长方形扁板状，与耳软骨峡相连。此板原属外耳道软骨的一部(图 6-34)。

(3) 耳廓韧带 auricular ligaments：可分两类：①是与颅骨连接的外部韧带；②是连接软骨本身的内部韧带。外部韧带有三：

- 1) 耳廓前韧带 anterior auricular ligament：自耳屏、耳轮棘到颞骨颞突的根部。
- 2) 耳廓上韧带 superior auricular ligament：自耳轮棘到骨性外耳道上缘。
- 3) 耳廓后韧带 posterior auricular ligament：自耳甲隆起到乳突。

内部韧带有二：

- 1) 耳屏耳轮韧带 trago-helicine ligament：自耳屏到耳轮，为一韧性纤维束，在前方补充外耳道，且形成外耳道与耳甲的分界。
- 2) 对耳轮耳轮尾韧带：自对耳轮到耳轮尾。

(4) 耳廓肌 muscles of auricle：可分两类，一是起于颅骨或头皮止于耳廓软骨的耳廓外肌；一是起止于耳廓软骨本身的耳廓内肌。

耳廓外肌有三：

- 1) 耳前肌 auricular muscle anterior：是三肌中最小者，很薄，呈三角形，纤维呈苍白色而不清楚，起自帽状腱膜的外缘，纤维集中止于耳轮棘。
- 2) 耳上肌 auricular muscle superior：是三肌中最大者，薄而呈扇形，它的纤维发自帽状腱

膜，后集中成一薄而扁的腱，止于耳廓软骨后内侧面的一角窝隆起。

3) 耳后肌 *auricular muscle posterior*：为薄的束状肌。起自胸锁乳突肌止点上方的乳突上，止于耳甲隆起。

耳廓外肌的作用：人的耳廓外肌属退化性肌，活动甚微。耳前肌拉耳廓向上向前；耳上肌轻提耳廓；耳后肌则拉耳廓向后。

耳廓内肌有六：

1) 耳轮大肌 *helicis major*：位于耳轮前缘，起自耳轮棘，纤维弓向后上内方，止于三角窝隆起。

2) 耳轮小肌 *helicis minor*：为覆盖耳轮脚的斜行束，呈扇状，起自耳轮脚，向前上方，止于耳轮棘后面及皮肤。

3) 耳屏肌 *tragicus*：位于耳屏前面，深层纤维呈水平排列，浅层纤维为一扁的垂直束，发育较佳。

4) 对耳屏肌 *antitragicus*：介于耳轮尾与对耳屏间的小肌，起自对耳屏外部，止于耳轮尾及对耳轮。其纤维有达耳轮尾的尖端者，称耳轮尾肌 *helicis caudalis*。

5) 耳廓横肌 *transversus auricularis*：位于耳廓后内侧面，由分散的纤维组成，起自耳甲隆起的上端，其纤维斜向外上方，横过对耳轮窝到耳舟隆起。

6) 耳廓斜肌 *obliquus auricularis*：位于耳廓后内侧面，由很少而且短小的纤维组成，起自耳甲隆起的后上部，斜行止于三角窝隆起，且与耳廓横肌相连。

耳廓内肌的作用：耳屏肌、对耳屏肌具有括约作用。耳廓横肌、耳廓斜肌及耳轮大、小肌具有开张作用。但在人类，这些肌肉很不发达，因之人类耳几乎不能运动。

耳廓肌在人类虽属退化之肌，但在临床上仍可作带蒂或游离神经移植供体。根据方竹培等人工作，对耳后肌进行了观察测量，耳后肌长度均值为 15.12mm，宽的均值为 4.33mm，厚的均值为 2.65mm。肌的血管来自耳后动脉的耳廓支和枕升支，二支约有一半都自肌的深面入肌。耳廓支长度均值为 48.33mm，始径 0.9mm。枕升支长度均值 70.23mm，始径 0.95mm。耳后肌的神经来自面神经的耳后肌支，也自肌的深面入肌。耳后区的皮神经来自枕小神经和耳大神经，枕小神经沿耳后肌后缘或表面上行，多在耳廓中、下 1/3 交界处的后方分支。其主干长度均值为 41.87mm，始径 1.26mm。耳大神经分支到耳后区下部。

(5) 耳廓的血管、淋巴管和神经(图 6-35, 6-36)

1) 耳廓的动脉：耳廓的动脉是颈外动脉的分支，为耳后动脉和颞浅动脉。耳后动脉沿耳廓根部上行，发出数条耳后支，分布于耳廓后内侧面，另发出数条穿支，分别穿过耳轮、三角窝、耳甲艇等处的软骨至耳廓前外侧面。此外还发出一条耳前支，在耳垂上方，经耳廓软骨下缘，分布于耳轮、耳舟、对耳轮等处。耳后动脉滋养耳廓后内侧面和前外侧面的后部。前外侧面的前部，则由颞浅动脉发出的数条耳前支滋养。此外，分布到耳廓后内侧面的，还有枕动脉的分支。动脉的分支位于耳廓深部，沿软骨膜发出。相邻的小动脉之间，都有交通支相连接。在耳甲、三角窝等处，血管分布比较丰富。

根据丁永善等对耳后动脉的观察测量：耳后动脉单干起于颈外动脉者，占 53.66%；与枕动脉共干起始者，占 41.46%；与咽升动脉共干起始者，占 4.08%。耳后动脉干发出部位：以低于乳突尖者居多数，占 48.78%。耳后动脉干长度均值为 21.50mm，外径为 1.36mm。

耳后动脉的分支类型：一条耳廓后支者居多数，占 71.43%；一条顶枕支者，占 23.81%；

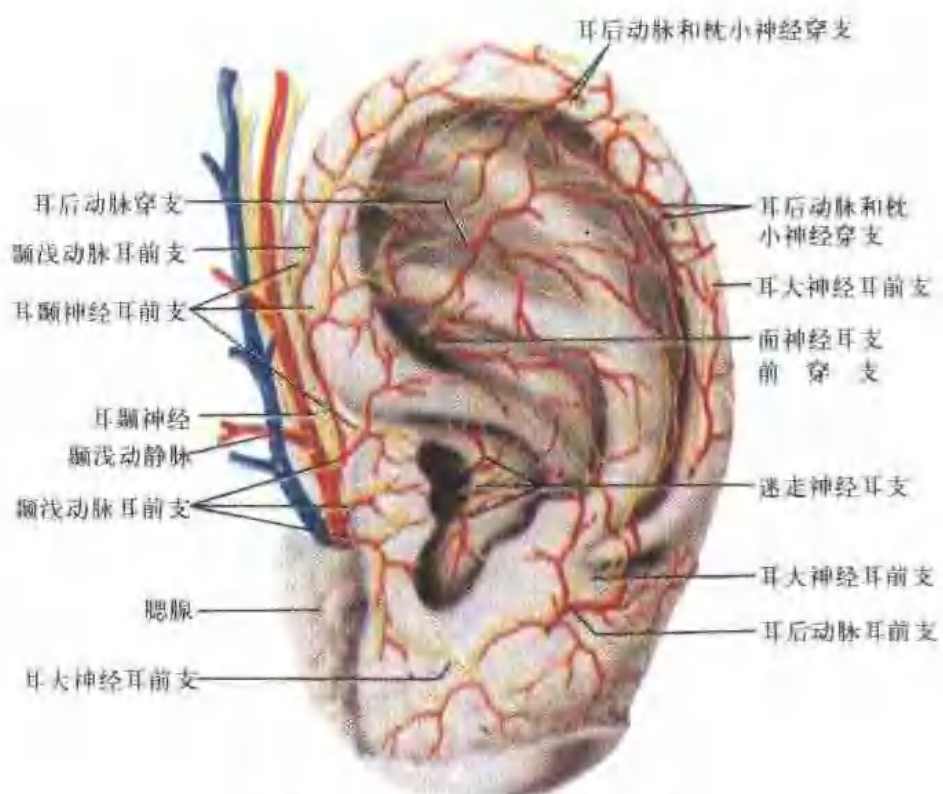


图 6-35 耳廓前外侧面的动脉、神经

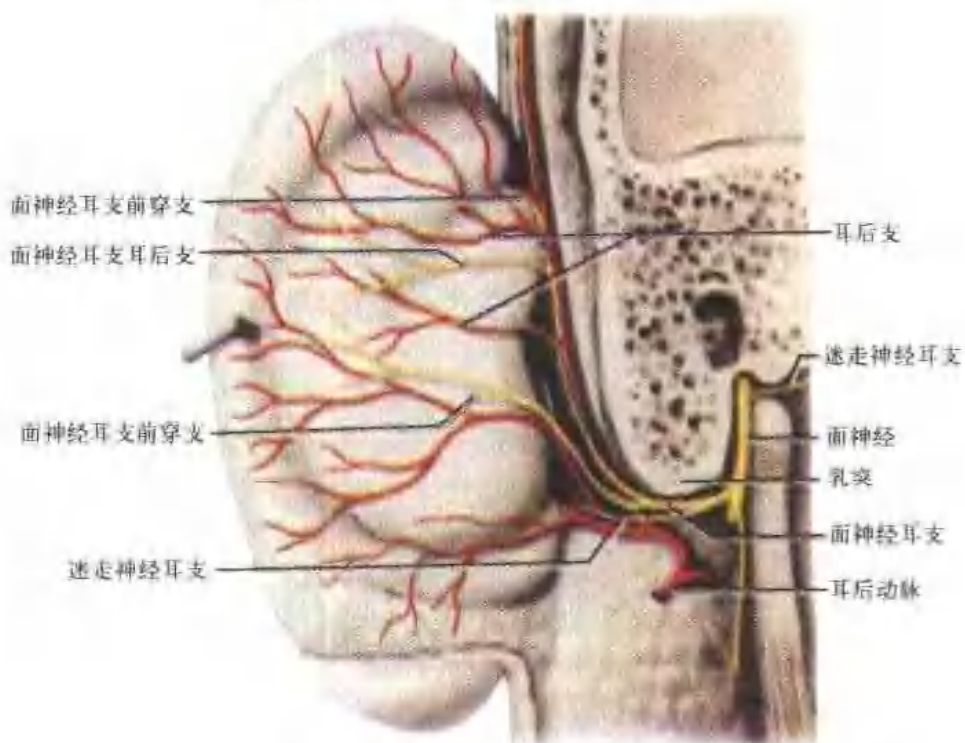


图 6-36 耳廓后内侧面的动脉、神经

耳廓后支、顶枕支皆有者，占 4.76%。耳廓后支长度均值为 48.25mm，外径为 1.11mm。耳廓后支发至耳后区的分支，占总支数的 85.38%。耳后动脉的分支多数为两侧均衡型，少数为左优势型或右优势型。耳后动脉出现率较恒定，有一定的长度和粗度，与颞浅动脉、枕动脉形成吻合，为耳后皮瓣的重要轴血管。

2) 耳廓的静脉：耳廓的动脉是由耳后动脉、颞浅动脉，从耳廓根部向耳廓周缘发支分布。而耳廓静脉则由耳廓周缘向耳廓根部汇集而成。前外侧面的静脉较细小，位于动脉浅面，在三角窝等处，形成静脉网，最后汇集成数条耳前静脉，注入颞浅静脉。耳轮、对耳轮、耳舟和耳垂的静脉支汇成耳后静脉的耳前支，于对耳轮下端，绕过耳廓软骨下缘至耳廓后内侧面，注入耳后静脉。耳廓后内侧面的静脉，汇成 3~5 条耳后支，从耳廓周缘走向耳根，注入耳后静脉。在耳廓皮肤内有许多动静脉吻合。

3) 耳廓的淋巴管：从耳中央部和从外耳道后面来的淋巴管，集合汇入乳突淋巴结。耳廓前外侧面的淋巴管注入耳前淋巴结，少数到腮腺淋巴结，最后注入颈深淋巴结。

据国人研究，新生儿耳廓上部前面的淋巴管有 1~4 条，注入耳前淋巴结的占 86%，少数注入腮腺深淋巴结。耳廓上部后面的淋巴管有 1~5 条，注入乳突淋巴结的占 95%，少数注入颈深淋巴结。耳廓下部的淋巴管有 1~9 条，全部注入耳下淋巴结。胎儿耳廓皮肤真皮网状层的毛细淋巴管网较丰富，耳廓皮下浅筋膜内存在丰富的毛细淋巴管丛，它接受来自真皮网状层的毛细淋巴管网，并汇入较粗大的淋巴管，伴随血管离开耳廓(邵旭建等 1988、魏志成等 1988)

(6) 耳廓的神经(图 6-35、36、38)

1) 耳廓的运动神经：耳前肌、耳上肌、耳轮大肌、耳轮小肌、耳屏肌以及对耳屏肌由面神经的颞支支配。耳后肌、耳廓横肌、耳廓斜肌由面神经的耳后支支配。

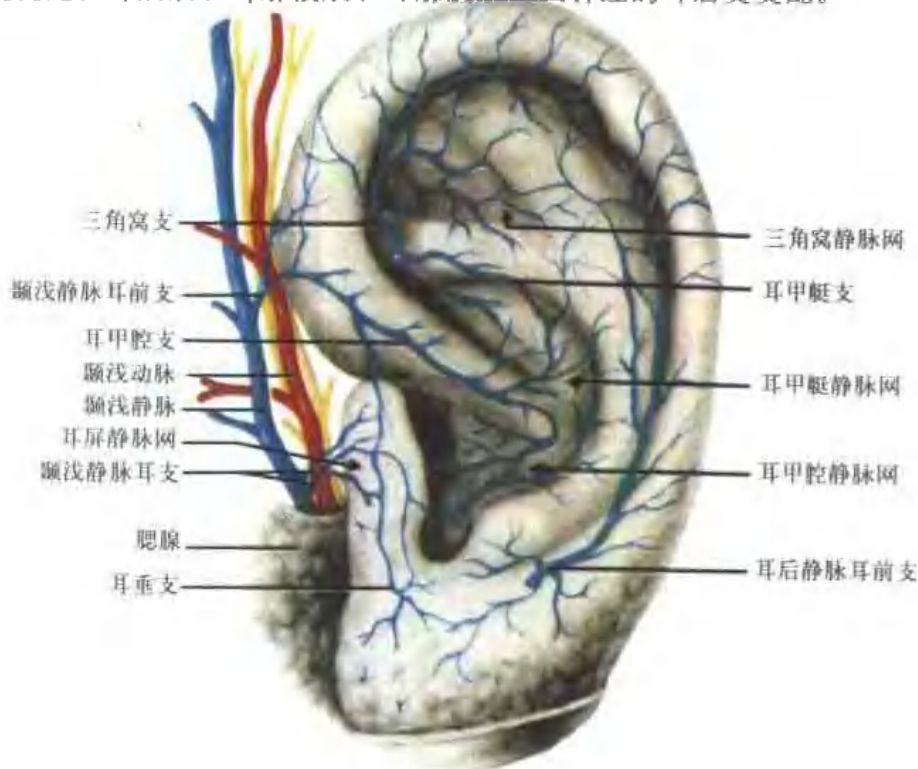


图 6-37 耳廓前外侧面的血管、神经

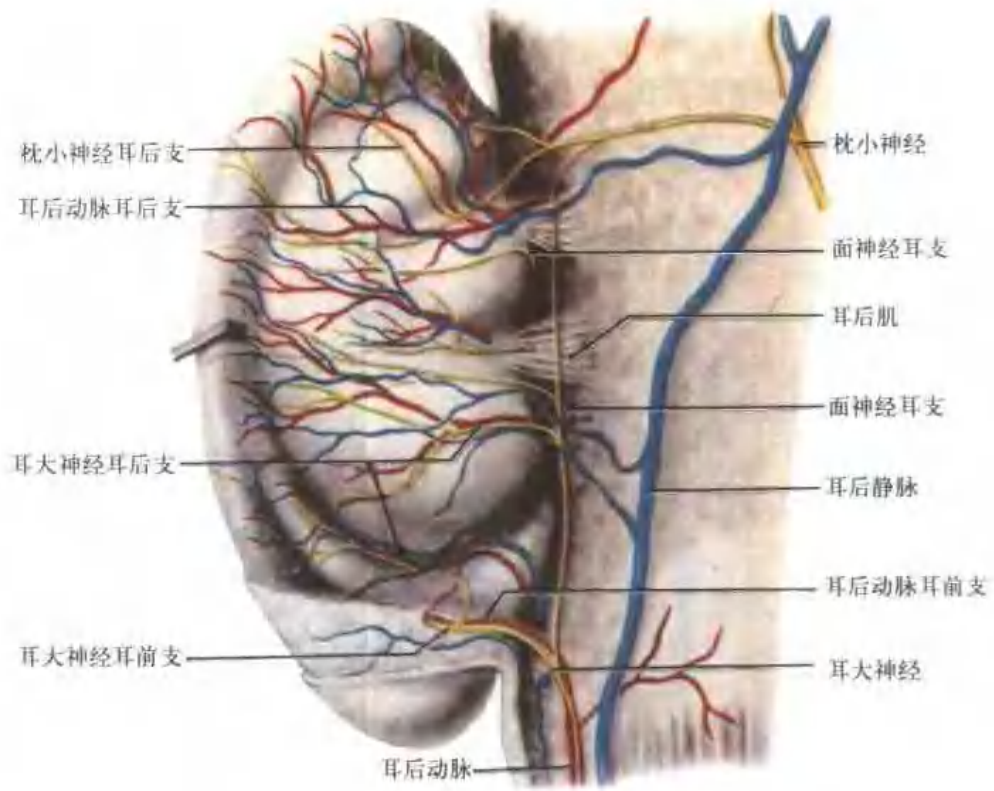


图 11-11 耳的神经和血管

皮、真皮、皮下、毛囊及软骨膜等处有多种感觉末梢，即游离神经末梢、毛囊游离神经末梢、梭形神经末梢(在软骨膜内，类似鲁非尼小体)和环层小体(在皮下)。

3. 耳廓的中、西医基础理论探讨 在我国医学科学事业中，出现了耳针新疗法和针刺麻醉的新技术。耳针新疗法认为：人体各部存在一种生理性的内在联系，在病理上就表现出一定的反应。不少人研究、观察过患者耳廓出现相应的敏感点。于敏感点上针刺从而缓解症状，获得了一定的疗效。针刺麻醉则是依据祖国医学的经络学说，和现代解剖、生理学知识发展起来的中西医结合的麻醉技术。因此耳廓形态学即成为耳廓视诊、耳穴治疗和耳针麻醉等临床应用的必要基础。

祖国医学认为“耳为宗脉之所聚”、“十二经通于耳”。广泛的耳针医疗实践经验，证明人体各部位和脏器在耳廓上都有一定的代表区，如耳甲艇部分有胃、十二指肠、小肠、肾、肝、胰等代表区。耳甲腔部分有心、肺、气管、支气管等代表区。三角窝部分有直肠、子宫等代表区。当身体某部位或某脏器患病时，在耳廓相应代表区可出现敏感点，称此为耳穴，在临床诊断中，具有一定的参考价值。

耳甲艇、耳甲腔和三角窝三处，是胸、腹、盆腔内脏各器官疾患时，出现敏感点之处。在解剖上，它们也是神经丛和血管分布最丰富的地方，因此认为耳针疗效可能与针刺耳廓敏感点通过神经系统的调整作用有关。

耳廓上不仅有颈上部脊髓节段来的耳大神经和枕小神经的支配，而且有来自5、7、9、10四对脑神经的分支分布，以及随颈外动脉分布的交感神经。特别7、9、10三对是脑神经中神经纤维成份最复杂的神经。第10对迷走神经含有分布到胸、腹腔几乎所有脏器的副交感纤维和内脏感觉纤维，此外上述介绍的耳廓皮肤中还含有多种感受器。因此，从神经解剖生理学的观点来探讨耳针诊治的机理，可以推论如下：

来自接受脊神经感觉纤维分布的耳廓周围区域的传入冲动，与来自有关躯体部分的传入冲动，可能投射于中枢同一的或邻近的神经核；来自接受脑神经感觉纤维分布的耳甲区的传入冲动，与来自有关内脏的传入冲动，可能投射于中枢另一些同一的或邻近的神经核。换言之，来自内脏(或躯体)传入的神经冲动与来自各相应耳穴传入的神经冲动，投射于中枢同一的或邻近的神经核。当内脏(或躯体)产生疾患时，病理性刺激的传入冲动，与接受这些传入冲动的相关神经核之间，发生病理性联系，大大提高了有关神经核的兴奋性。由于这些相关的神经核与相应耳穴有联系，这就影响了耳穴的感觉阈，增强了敏感性，甚至产生压痛，也就是出现了耳廓的反应点。针刺这些反应点，病人常感到剧痛。然而针刺的强烈的良性刺激的传入冲动，传至相关的神经核后，或者使该神经核发生间生态抑制，从而阻滞了原来的病理性传入冲动；或者产生强烈的兴奋性，按优势原则，使邻近的原有的病理兴奋灶被抑制。这样就打断了病理冲动的恶性循环，改变了病理性因果转化链的发展方向，而代之以正常的生理调节，从而使病患减轻或消失。这些与神经解剖形态学有密切联系的耳针诊疗机理有待进一步研究和探讨。

(二) 外耳道

1. 外耳道的形态 外耳道 external acoustic meatus 是由耳甲腔底部的外耳门 external acoustic pore 开始到鼓膜为止的管道。其外侧部为软骨性外耳道 cartilaginous external acoustic meatus，其内侧部为骨性外耳道 osseous external acoustic meatus。二部相接之处称为外耳道峡。外耳道的软骨部比骨性部略短。外耳道的管道是前后扁平的，断而呈椭圆形。由于鼓膜向外、

向前、向下倾斜，故外耳道的下壁和前壁比上壁和后壁长。按中国人体质调查一书记载：外耳道上壁的长度：软骨部，左侧均值为 12.05mm；右侧均值为 10.66mm。骨性部，左侧均值为 14.53mm；右侧均值为 16.09mm。

外耳道下壁的长度：软骨部，左侧均值为 15.16mm；右侧均值为 14.47mm。骨性部，左侧均值为 11.90mm；右侧均值为 11.98mm。

由上述数值分析出，上壁的软骨性部比下壁的软骨性部短，但骨性部上壁却长于下壁。

外耳道前壁的长度：软骨性部，左侧均值为 14.04mm；右侧均值为 13.59mm。骨性部，左侧均值为 16.43mm；右侧均值为 16.25mm。

外耳道后壁的长度：软骨性部，左侧均值为 7.71mm；右侧均值为 7.46mm。骨性部，左侧均值为 16.54mm；右侧均值为 16.44mm。

根据上述数值分析出，前壁长于后壁，比下壁长于上壁要大，因此鼓膜的倾斜度，向前的程度要比向下的程度大。

外耳道的管径：外口处最大，峡部最小。外口方向朝向后下，内口方向则近水平。外耳道全长有弯曲，在水平面上形成先向后再向前的凹面，近末端又呈凹面向下的弯曲。鼓膜疾患时，应拉耳廓向后上方。儿童的外耳道较短而平直，检查时应拉耳廓向后下方。

2. 外耳道的毗邻关系 外耳道前壁的内侧部分与下颌关节相邻，故以手指压外耳道前壁，可感知下颌关节的活动。前壁外侧部分与腮腺相邻，二者之间仅隔以疏松结缔组织。软骨性外耳道前下壁有两个裂隙，称为外耳道软骨裂隙，或称为外耳道软骨切迹 *notches in cartilage of external acoustic meatus*。急性化脓性腮腺炎，脓液可通过此裂隙进入外耳道，外耳道疔肿，也可经此裂隙而感染腮腺。外耳道后上壁以一薄骨板和乳突小房相隔。慢性化脓性中耳炎并发胆脂瘤时，此骨板可被破坏，引起外耳道后上壁塌陷，导致外耳道狭窄。乳突根治术的断桥，就是凿去外耳道的后上壁，切除胆脂瘤并使之引流通畅。由颞骨鳞部形成的外耳道上壁，与颅中窝相邻，此壁内含与鼓室相通的小房，化脓性中耳炎时，可经此壁侵入外耳道而不出现鼓膜穿孔。此壁的骨疾患，亦可导致脑膜炎，外耳道下壁直接与腮腺为邻，二者间隔以腮腺咬肌筋膜(图 6-39)。

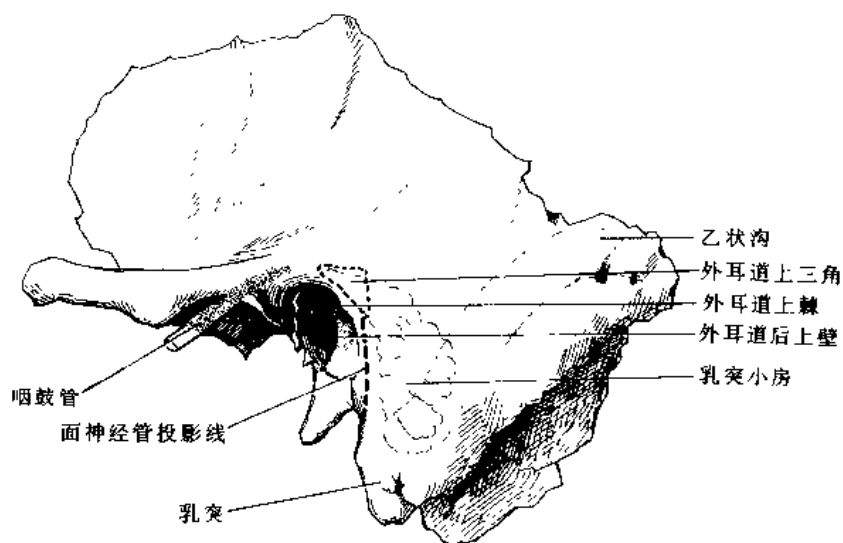


图 6-39 外耳道的毗邻关系

3. 外耳道的构造

(1) 外耳道软骨部：由外耳道软骨 cartilage of external acoustic meatus 为基础形成。外耳道软骨，为弹性软骨，是不完整的软骨环，其前壁、下壁为软骨，后壁、上壁代之以纤维性的弹性组织。前述的两个外耳道软骨裂隙，一般发生在前下壁，裂隙都被结缔组织所充填。外耳道软骨的外端，与耳廓软骨直接相连续，内端以致密纤维组织与颞骨外耳门的周缘相连接。软骨表面被以薄的软骨膜。

(2) 外耳道骨部：为断面呈椭圆形的短管，内侧端比外侧端小面呈斜面，有不完整的鼓膜环沟，鼓膜嵌入沟内。沟的前上部缺损而形成鼓切迹 tympanic notch。鼓膜呈倾斜位，鼓膜与下壁的夹角小于与上壁的夹角，前壁较后壁约长 4mm。外侧端连于软骨部。骨部的前壁、下壁和后壁的大部分，皆由颞骨鼓部所形成。在胎儿时期，称此部为鼓环。后上壁则由颞骨鳞部构成，骨壁上被有骨膜。初生儿外耳道骨部由致密的结缔组织形成，尚未骨化。婴儿外耳道弯曲很微弱，故外耳道浅而直。

(3) 外耳道的皮肤：外耳道表面被以皮肤，软骨部较骨部为厚二部的皮肤均与软骨膜和骨膜紧密连接，不易移动。皮肤内的感觉神经末梢丰富。当发生外耳道疔肿时，疼痛显著。外耳道鼓膜端的皮肤与鼓膜外层相移行。在软骨部皮下组织内，含有许多细毛和皮脂腺；至骨部，耳毛短小、细疏。此外，皮下组织中还有耵聍腺，属变态的汗腺，在软骨部分布比较丰富而且广泛，在骨部只局限在后上壁一小部分。耵聍腺小管的开口呈黑点状。

(4) 外耳道的血管、淋巴管和神经：外耳道的动脉有颞浅动脉的耳前支和上颌动脉的耳深动脉分布于外耳道、下颌关节和鼓膜。

外耳道的静脉注入颞浅静脉、上颌静脉和翼肌静脉丛。

外耳道的淋巴管的注入处与耳廓的淋巴管相同。

外耳道的神经：耳颞神经支配外耳道的上壁与前壁，迷走神经的耳支，则支配后壁与下壁。

(三) 鼓膜

鼓膜 tympanic membrane 将在中耳鼓室外壁中叙述。

二、中 耳

中耳 middle ear 包括鼓室、咽鼓管、乳突窦及乳突小房等，是一连续而不规则的腔隙。鼓室居颞骨内，介于外耳道与内耳之间。外以鼓膜与外耳道为界；内以前庭窗和蜗窗与内耳的腔隙相隔；后外上方经乳突窦与乳突小房相通；前内下方通连咽鼓管。空气自咽经咽鼓管进入鼓室，使鼓室内的气压与外界大气压经常保持平衡。

(一) 鼓室

又称中鼓室，在额状断面上近似双凹透镜状，由颞骨岩部、颞鳞、鼓部及鼓膜围成。根据王爱莲等人的测量统计：鼓室 tympanic cavity 上下垂直径均值为 15.24mm；自咽鼓管鼓室口至乳突窦口，前后两口之间距，作为鼓室腔的前后径，其均值为 12.62mm。鼓室内、外两壁间径较小，于鼓膜脐部，内、外之间距约 2mm。鼓室容积约为 1~2ml。鼓室下壁与外耳道及鼓膜下缘约在同一水平面上，而上壁则高于鼓膜上缘。上壁与鼓膜上缘之间的部分，称鼓室上隐窝 epitympanic recess。此窝为鼓室的一部分，约占整个鼓室的 1/3，位于外耳道上方。

1. 鼓室的六壁 鼓室可分上、下、前、后、内、外六壁。分述如下(图 6-40)：

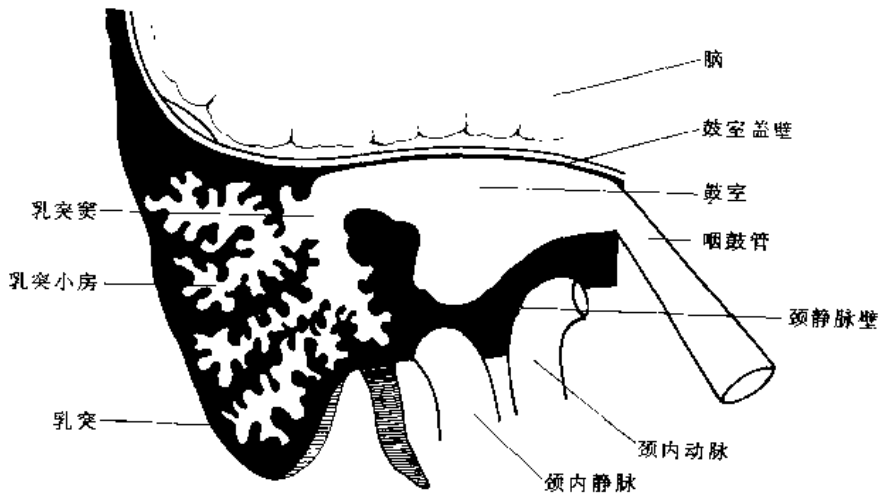


图 6-40 鼓室的交通和毗邻关系模式图

(1) 上壁：称盖壁 tegmental wall，由颞骨岩部的鼓室盖构成，为骨密质形成的薄骨板，按“中国人体质调查”书记载：鼓室盖中央部的厚度以 0.5~1.4mm 居多数，占 68.75%；1.5~2.4mm 的次之，占 23.75%；2.5~3.5mm 的又次之，占 7.50%。鼓室盖向后延续为乳突窝的顶，向前助成鼓膜张肌的骨管。鼓室借此骨板与颅中窝相隔，有时骨板不完整，代以结缔组织。此壁与颞骨鳞部之间的裂缝，称岩鳞裂。小儿颅骨尚未骨化时，裂隙较大；成人鼓室的静脉经过此缝汇入岩上窦。当中耳炎时，由于这些解剖特点，可能发生颅内并发症。

(2) 下壁：称颈静脉壁 jugular wall，此壁狭窄，与颞骨岩部下面的颈静脉窝仅隔一薄层骨板，板的凸面向鼓室，将颈内静脉上球与鼓室分开。不少情况，该壁尚未分化形成骨壁，而仅以粘膜和纤维组织分隔，因而鼓室甚或有的鼓膜均可显露颈内静脉上球的蓝色。该鼓膜称为蓝色鼓膜。此壁向鼓室内的一面呈蜂窝状，可见鼓室小管鼓室口，壁的后部偶见一隆起，称茎突凸 styloid prominence，由茎突根部所形成。

(3) 前壁：称颈动脉壁 carotid wall 是由颈动脉管的后外壁所形成，该壁上部比下部稍宽。颈内动脉的鼓室支穿过该壁的颈鼓小管入鼓室。此壁上部即颞骨岩部与鳞部交界处，此处有肌咽鼓管，此管被一个不完全的肌咽鼓管隔分成上、下两部。上部叫鼓膜张肌半管，下部叫咽鼓管半管。后者即咽鼓管的骨性部。肌咽鼓管隔的末端弯曲呈匙状，称匙突 cochleariform process。匙突是寻找面神经的重要标志之一。此壁因与咽鼓管相通，也是炎症扩散的途径。

根据浦恩施等人的测量统计，咽鼓管骨性部的长度均值为 8.65mm；鼓口纵径为 3.79mm；横径为 3.58mm。峡口纵径为 2.54mm；横径为 2.39mm。

(4) 后壁：称乳突壁 mastoid wall，是邻接颞骨乳突的骨壁，上窄下宽。与上壁交界处有乳突窝入口 entrance to mastoid antrum，此口为一大而规则的孔。临床上称乳突窝为鼓窝，因此，此口也叫鼓窝入口或鼓窝口。按“中国人体质调查”记载鼓窝口长径的均值为 5.58mm；垂直径的均值为 4.83mm。沿乳突窝入口内缘，恰在面神经管凸 prominence of facial canal 的后上方，有一圆形隆起，称为外半规管凸 prominence of lateral semi-circular canal，外半规管凸也是寻找面神经标志之一，断桥或扩大乳突窝入口时，注意不要损伤它。乳突窝入口底部有砧骨窝 incudal fossa，容纳砧骨短突，此窝适在面神经管水平段与垂直段交界处的外侧，为中耳手术的重要标志之一。后壁下内侧部，相当于前庭窗高度处，恰在乳突窝入口的下方，有一骨突，为一具有小孔的锥形隆起，称锥隆起 pyramidal eminence，内含镫骨肌，肌腱经其尖端

的小孔伸出，止于镫骨颈。锥隆起腔内更有细孔通面神经管。锥隆起的下方，后壁与外壁交界处，鼓膜环沟后上方，有鼓索隆起，该隆起尖端有小孔，为鼓索后小管的开口，鼓索经此入鼓室。鼓索前小管位于岩鼓裂内端，鼓索经此出鼓室。在鼓室后壁与下壁交界处，尚可见茎突隆起。

鼓室后壁与内壁之间，即自锥隆起至岬之间、自后壁至圆窗小窝上缘之间各有一骨性小梁，前者称岬小桥，后者称岬下脚。由于上述的隆起和小梁，致使鼓室后壁凹凸不平，形成一些隐窝。位于锥隆起后上方的是面隐窝，通常面神经管位于此隐窝内侧壁的深面，它是后鼓室探查的径路。此外，还有鼓室窦，鼓室窦又称锥隐窝或后鼓室隐窝。锥隐窝的位置根据王爱莲等人的观察，确定其上界为岬小桥，前下界为岬下脚，后界为与锥隆起相连的骨嵴并命名为锥隆起嵴。锥隐窝的下方紧邻面神经管垂直段。中耳炎性肉芽或胆脂瘤可潜藏于这些隐窝中，手术中如未能彻底清除则经久不愈，甚而波及面神经导致面瘫(图 6-41)。

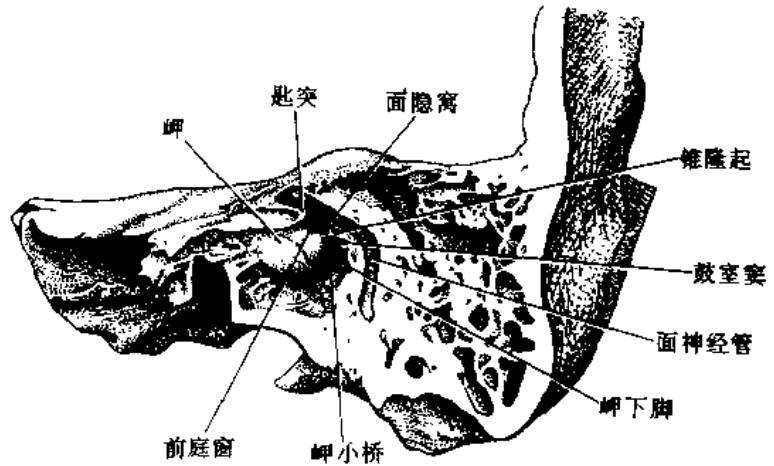


图 6-41 鼓室后壁、内壁的结构

按“中国人体质调查”记载：鼓室窦可分三型：I 型为局限型，即窦口边界清楚，向鼓室敞开，窦腔不向后延伸，此型占 31.00%。II 型为延伸型，即窦口边界清楚，向鼓室敞开，窦腔向后延伸至面神经管深面，此型占 54.00%。III 型为隐蔽型，即窦口被一骨板封闭，不向鼓室敞开，而是借一小孔向上通向前庭窗龛后隐窝。此型占 15.00%，居少数，但却不可忽视，手术时应防止损伤面神经的垂直段。

敞开型鼓室窦窦口的径线：前后最大径均值为 3.00mm；上下最大径均值为 2.07mm；内外最大径均值为 1.69mm。

(5) 内壁：称迷路壁 labyrinthine wall 由内耳迷路的外侧壁构成。此壁中央部分有一明显的丘状隆起，称为岬 promontory，或鼓岬，它是由耳蜗螺旋管的第一回转突向外面所形成。岬上有细沟，称岬沟 sulcus of promontory，鼓室神经丛位于此处。在岬的后上方，面神经管凸的下方，有一卵圆形的孔，称为前庭窗 fenestra vestibuli，也称卵圆窗。此窗嵌入前庭窗小窝(也叫前庭窗龛)fossula of fenestra vestibuli 的底部，被镫骨底所封闭，其与鼓膜后上象限相对。按“中国人体质调查”记载有关前庭窗及其与邻近结构的测量如下：前庭窗前后径均值为 3.15mm；上下径均值为 1.68mm；前庭窗上缘中点至面神经管水平段的间距均值为 2.03mm；前庭窗下缘中点至鼓岬突出部的间距均值为 2.53mm；前庭窗下缘至蜗窗上缘间距均值为 2.27mm；前庭窗前缘至匙突间距均值为 2.53mm；前庭窗后缘至锥隆起尖端孔的间距均值为 2.74mm。在前庭窗下方，岬的后下方，有一圆形的孔，称为蜗窗 fenestra cochleae，也叫圆窗，位于蜗窗小窝 fossula of fenestra cochleae(也叫圆窗龛)的底部，被第二鼓膜 secondary tympanic membrane 所封闭。此膜也称蜗窗膜。蜗窗膜也位于蜗窗小窝的底部，与外耳道不在一条视线

上,鼓室探查时,不易见到蜗窗和蜗窗膜。按“中国人体质调查”记载:蜗窗位置在中、下鼓室的居多数,占70.00%。蜗窗外口(指蜗窗龛的边缘)的形状以类圆形居多数,占42.5%;三角形的次之,占29.5%。蜗窗外口前后径均值为1.11mm;上下径均值为1.04mm。圆窗龛上缘中点至前庭窗下缘中点间距均值为2.27mm;圆窗龛下缘至颈静脉窝最高点的间距均值为2.74mm;圆窗龛后缘至后鼓室后壁间距均值为4.55mm;圆窗龛前缘至鼓岬最突点的间距均值为3.40mm;圆窗龛前缘至蜗小管内口间距均值为2.9mm;圆窗龛后缘至后半规管间距均值为2.3mm。有人对圆窗区进行了观测;圆窗龛口小于内径者占88.6%,居多数。圆窗膜平面与鼓膜平面呈垂直者占60.9%,呈锐角者,占39.1%,未见二者相平行的。

由于蜗窗作为切断后壶腹神经的手术标志,也是人工耳蜗埋植手术时插入电极的入路,所以说蜗窗小窝与中耳、内耳的解剖关系,受到重视。

面神经管水平段,在前庭窗小窝的上方,形成面神经管凸 prominence of facial canal。有些人该凸呈低位,似屋檐状遮住前庭窗小窝,致使经前庭窗手术发生困难。据李文明等人报道,从外耳道观察前庭窗时,该窗完全显露者,占95%,称为I型;水平段遮住前庭窗约一半者,占2%,称为II型;水平段遮住前庭窗,其间只留下一条细缝者占2%,称为III型;锥曲遮住前庭窗后半部者,占1%,称为IV型。

(6) 外壁:称鼓膜壁 membranous wall,下份成自鼓膜,上份由颞骨鳞部形成,即鼓室上隐窝的外壁。按“中国人体质调查”记载:上鼓室外壁上下最大径均值为4.96mm;前后最大径均值为7.14mm。

1) 鼓室上隐窝 epitympanic recess(又称上鼓室):上以鼓室盖为界,内侧以外半规管凸和面神经管凸为界,下界为砧骨窝和其后面不平坦的骨面。此隐窝容纳锤骨上半部、砧骨体和其短脚、以及听小骨韧带等结构。

2) 鼓膜 tympanic membrane:

鼓膜的形态(图6-42):鼓膜介于外耳与中耳之间,是向内凸陷,呈卵圆形,是较薄的纤维组织膜,半透明、韧性很强,虽浅灰色,具有珍珠样的光泽。鼓膜上部较下部稍宽。根据杨月如等人的测量:鼓膜纵径均值:左侧为7.69mm;右侧为7.50mm。鼓膜横径均值:左侧为8.35mm;右侧为8.15mm。根据孔庆喜等人观测,鼓膜面积均值为86mm²,鼓膜脐深度均值为2mm。鼓膜位置向前、向下、向外倾斜,与外耳道下壁构成约50°角。由于幼儿颞骨鼓部和乳突尚未发育完全,故一般初生儿该角最小,鼓膜接近水平位,几与颅底平面一致。鼓膜周缘肥厚,大部分以纤维软骨环 fibrocartilaginous ring 固定于鼓膜环沟中,称此部为紧张部 tense part。小部分较松弛,在鼓切迹处附着于颞骨鳞部,称此部为松弛部 flaccid part。从鼓膜外面观察,二部以鼓膜前、后纹为界。前、后纹是由锤骨前襞 anterior malleolar fold,锤骨后襞 posterior malleolar fold 所形成。鼓膜分内、外两面,锤骨柄附着于鼓膜内面,并向内牵拉鼓膜面使鼓膜中心向内陷人,此处即鼓膜外面最凹陷处,称为鼓膜脐 umbo of tympanic membrane。它是观察鼓膜的重要标志。在鼓膜外面前上部,有一灰白色小突起,称为锤凸 malleolar prominence。它是由锤骨短突向外顶起鼓膜而形成。在鼓膜脐与锤凸之间,有一白色条纹,称锤纹 malleolar stria,是由附着于鼓膜内面的锤骨柄所形成。鼓膜脐的前下方,可见一三角形的反光区,称为光锥,它系由外来光线被鼓膜凹面集中反射而成。光锥随鼓膜的倾斜和凹陷程度面有不同,可以消失,可以变形。正常情况下,锤纹、锤凸、光锥和鼓膜脐等可在生体查见。在特别透明的鼓膜上,偶可见与锤骨柄几乎平行的灰色线条,它是砧骨长脚的标志。沿

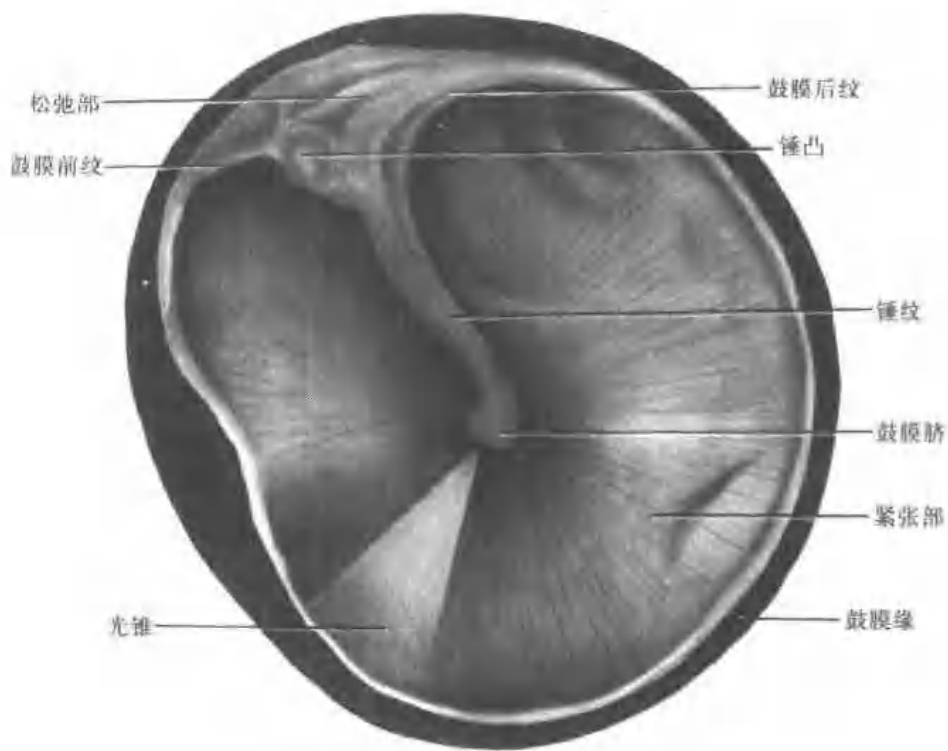


图 6-42 鼓膜的形态

锤骨柄作一延长线，另经鼓膜脐作一直线与之垂直相交，可将鼓膜划分成前上、后上、前下、后下四个象限。

鼓膜的构造(图 6-43)：鼓膜由三层组织组成。外层为表皮层，中层为纤维层，内层为粘膜层。表皮层来自被覆外耳道的皮肤，亦为复层鳞状上皮，厚约 $50\sim 60\mu\text{m}$ ，表面亦有薄层角化细胞。纤维层由致密胶质纤维而成，依其纤维排列，又可分成两层。浅层是自锤骨柄处向

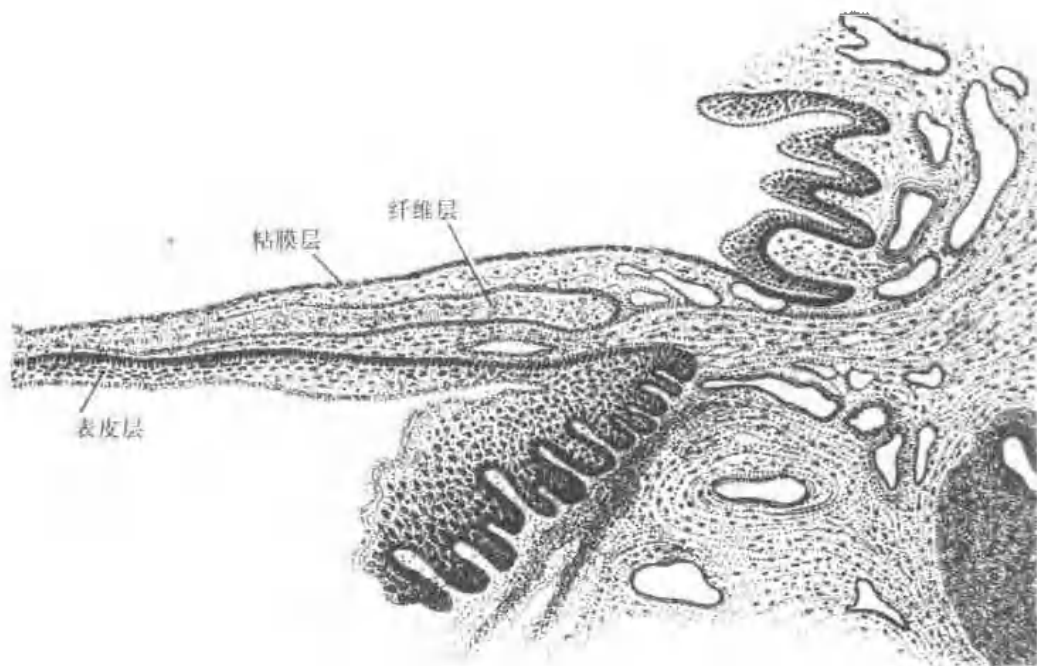


图 6-43 鼓膜的构造

周围呈放射状的纤维；深层为环形纤维，主要环绕鼓膜的周边部，中心部则稀疏而分散。由于纤维走行方向不同，故外伤性鼓膜穿孔时，孔呈多角形。鼓膜松弛部缺少纤维层，是鼓膜的薄弱部位。粘膜层为鼓室粘膜的延续部分，一般为单层扁平上皮，厚仅 20~40 μm 。鼓膜上部的粘膜较厚，且被覆一层纤毛柱状上皮，粘膜固有膜除胶质纤维外，含有丰富的血管、淋巴管和神经。

有人对新生儿的鼓膜及听小骨作了组织学及组织化学的观察，结果表明与成人构造无明显差异，仅在成熟程度上稍差，因此新生儿的鼓膜和听小骨，可以代替成人材料用作鼓膜及听小骨移植(张培俭等 1987)

鼓膜的血管、淋巴管和神经

鼓膜的血管(图 6-44)：鼓膜内、外两层都分布有动脉网。外网位于鼓膜表皮层中。是由上颌动脉的耳深动脉分支形成周围动脉环，自环上发出许多细支，从鼓膜表层下进入鼓膜表层，向鼓膜脐呈放射状分布。耳深动脉尚发出锤骨柄支，自上而下沿锤骨柄分布。内网位于鼓膜粘膜层中，由上颌动脉的鼓前支和耳后动脉的茎乳支，在鼓膜内面形成周围动脉环，自环上发出细支互相吻合成内网。

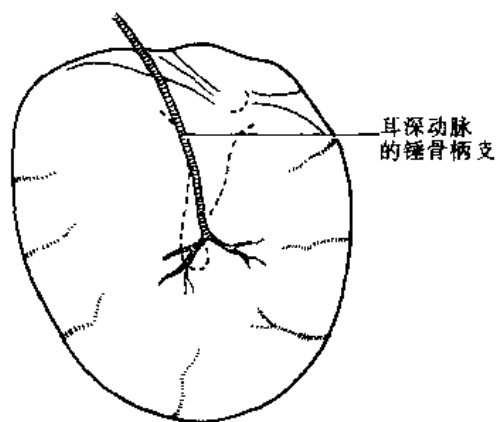


图 6-44 鼓膜的血管

魏宝林等用血管铸型法在扫描电镜下观察了足月胎儿鼓膜的毛细血管。在表皮层毛细血管呈网状，均匀分布。纤维层的毛细血管分浅深二层，浅层为管径较粗大以鼓膜脐为中心，呈放射状分布的微血管网。深层为环形排列的毛细血管网。粘膜层为纤细的毛细血管网与纤维层的深层毛细血管网有吻合。

在鼓膜脐部、锤骨柄周围和鼓膜外周与外耳道连接处，微血管更显密集，在鼓膜松弛部，微血管分布也较密。

鼓膜的静脉随动脉分布连接成静脉丛，浅静脉注入颈外静脉；深静脉一部分注入横窦和硬脑膜的静脉，一部分汇入咽鼓管的静脉丛。

鼓膜上半部的血管较下半部丰富，在急性鼓膜炎和中耳炎时，松弛部充血最明显。

鼓膜的淋巴管：鼓膜有丰富的毛细淋巴管网，与外耳道和中耳粘膜的毛细淋巴管吻合。鼓膜的淋巴管向前注入耳前淋巴结和腮腺浅、深淋巴结，向下注入耳下淋巴结和腮腺浅、深淋巴结，向后沿胸锁乳突肌起始部注入颈外侧上深淋巴结。

鼓膜的神经(图 6-45)：鼓膜外面前部，由三叉神经的耳颞神经分支分布，后部由迷走神经的耳支分布。鼓膜内面由舌咽神经的鼓室神经分支支配。鼓膜下半部的神经分布较上半部为少，前部也较后部为少。鼓膜内的神经纤维，有的是耳颞神经来的粗的感觉纤维，有的是鼓室神经丛来的细的自主神经纤维，它们都自鼓膜周围的纤维环进入膜内。耳颞神经的纤维，穿过鼓膜的放射纤维层，进入真皮部，由此走向鼓膜中心部，这些分支的末端尖细，多止于表皮下；鼓室神经丛的纤维，多在鼓膜周缘部组成神经丛，这些丛亦包括血管周围的自主神经丛。

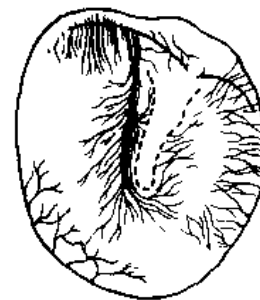


图 6-45 鼓膜的神经

由鼓室各壁的关系来看，鼓室传播炎症，可经下列途径：向上、炎

症容易穿通薄的鼓室盖，尤其婴儿的鼓室盖，在颞骨鳞部和岩部之间尚有未骨化的纤维组织，故更易经此通路到脑膜和上岩窦。向下，可借小静脉蔓延到颈内静脉，并从此到横窦。向内，可经骨松质传播到外半规管或面神经管(该管壁有的不完整)，因而引起面瘫。向后，直接播散入乳突窦和乳突小房。

2. 鼓室的内容(图 6-46) 主要包括有听小骨、听小骨的连结、听小骨肌和鼓室的粘膜。

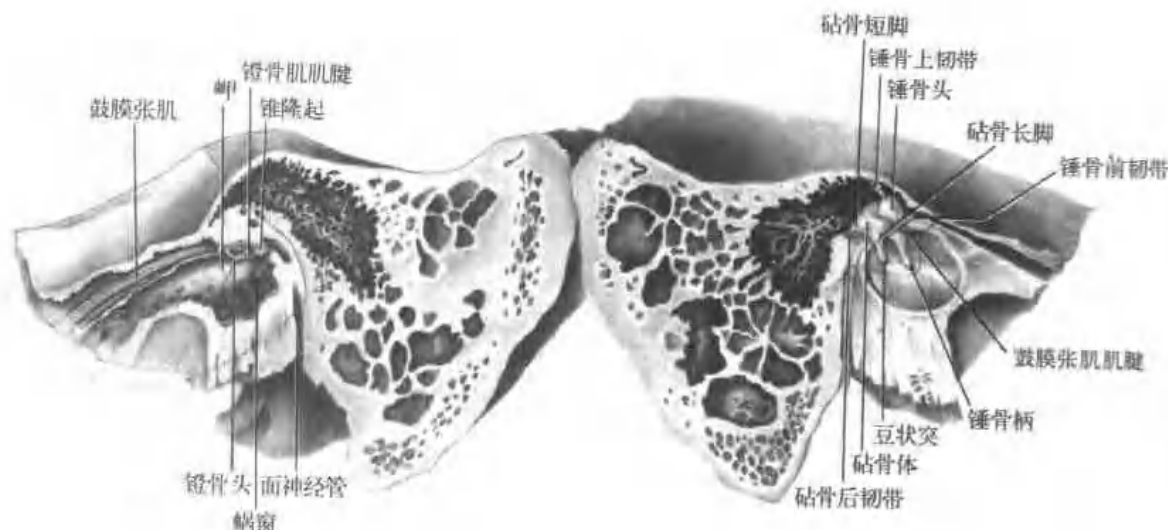


图 6-46 鼓室的内容

(1) 听小骨 auditory ossicles: 是人体中最小的一组骨块，包括锤骨、砧骨和镫骨。三个听小骨连成链，联络于鼓膜和前庭窗之间，可将声波传入内耳。

1) 锤骨 malleus: 形如鼓锤，为听小骨中最大者，它由头、颈和三个突组成。锤骨头 head of malleus 膨大呈椭圆形，位于鼓室上隐窝内。头的后内侧面为鞍状关节面，与砧骨体前面联成关节。头下方缩窄的部分，称锤骨颈 neck of malleus。自颈向后下内方延续的棒状部分，称锤骨柄 manubrium of malleus，柄的外侧缘附于鼓膜，并处于鼓膜纤维层和粘膜层之间，其游离端微向前外侧弯曲，紧附于鼓膜脐的内面。在柄的内侧面上端，鼓膜张肌肌腱附着于它的粗糙部。自锤骨柄起始部，有一向外的短小的突起，称锤骨外侧突 lateral process(或称锤骨短突)为鼓膜紧张部与松弛部的分界标志。自颈的前面向前下伸出一细长的突起，称锤骨前突 anterior process，前突为一脆弱的针状体，以纤维索连于岩鼓裂。

2) 砧骨 incus: 形如砧，故称砧骨。分一体和二脚。砧骨体 body of incus，其前面为鞍状关节面，接锤骨头的同名面。砧骨长脚 long crus，伸向后内方，与锤骨柄几相平行，它的下端稍膨大，弯向内侧，称豆状突 lenticular process，其关节面朝向内侧或内上方，与镫骨小头形成砧镫关节。短脚 short crus，稍呈圆锥形，突向后，以纤维束连于砧骨窝。

3) 镫骨 stapes: 由于近似马镫而命名。人直立时，镫骨在鼓室腔内呈横位，可分头、颈、两脚和一底。镫骨头 head of stapes，朝向外侧，有一个与砧骨豆状突形成关节的小窝。镫骨颈 neck of stapes，为头以下的狭细部分，镫骨肌肌腱附着于它的后面。脚由颈分出。前脚 anterior crus 较直稍短。后脚 posterior crus 微曲较长。前、后两脚与扁卵圆形的底相连。镫骨底 base of stapes 似马镫的踏脚板，此面以环形的纤维索连于前庭窗的周缘。

根据田钟瑞等人用新生儿 100 套听小骨的测量统计结果与曾庆云等人用成人锤骨、砧骨

各 240 块和镫骨 160 块的测量统计结果作比较如下。

锤骨的测量	新生儿均值	成人均值
重量(mg)	21.82	24.08
长度(mm)	7.96	7.98
头长(mm)	4.15	3.47
柄长(mm)	4.72	4.59

砧骨的测量	新生儿均值	成人均值
重量(mg)	24.63	26.88
长度(mm)	6.99	6.82
厚度(mm)	2.13	2.05

镫骨的测量	新生儿均值	成人均值
重量(mg)	3.07	2.98
高度(mm)	3.43	3.20
前脚长度(mm)	2.92	2.49
后脚长度(mm)	2.92	2.53

根据上述三个听小骨的测量数据，除去锤骨、砧的重量，锤骨的长度，成人略大于新生儿外，其他各项新生儿略高于成人。经分析可能下列原因造成的：

1) 材料来源不同：成人的标本是来自出土颅骨中的听骨，而新生儿的则取自死亡不久浸泡于福尔马林中的听骨。

2) 各项统计的例数，都是成人高于新生儿。

3) 在测量方法上不甚一致，如下列各表在方法上的比较：

测量项目	年龄	测量方法
锤骨头	新生儿	锤骨头上端到锤骨颈界于外侧突平面之间距
	成人	锤骨头最高点至关节面最下缘间的垂直距离
镫骨脚	新生儿	自镫骨头平面到镫骨脚与底板相接平面之间距
	成人	自镫骨颈中心至镫骨脚与底板附着处的外侧缘之间距

由测量点上可看出二者数据的误差，从总体情况看，新生儿听小骨已经发育完全，为临床重建听骨链手术，提供供体有一定参考价值。

(2) 听小骨的关节和韧带：锤骨头和砧骨体的关节，称砧锤关节 *incudomalleolar joint*；是一个鞍状关节。关节囊较薄，含有弹性组织，囊的内面形成一个楔形的环状缘突，伸入关节腔中，使关节腔成不完全的分隔。砧骨长脚的豆状突与镫骨头的凹面，组成了砧镫关节 *incudostapedial joint*，它是球窝关节。听小骨韧带共有六条。

- 1) 锤骨上韧带 superior ligament of malleus: 起自鼓室盖, 止于锤骨头。
- 2) 锤骨外侧韧带 lateral ligament of malleus: 是一个三角形的纤维束, 起自鼓切迹, 止于锤骨颈。
- 3) 锤骨前韧带 anterior ligament of malleus: 也称锤骨长突韧带, 起自蝶骨角棘, 穿岩鼓裂入鼓室, 止于锤骨长突, 此突被韧带包绕, 实际附着点为锤骨颈。
- 4) 砧骨上韧带 superior ligament of incus: 起自鼓室盖, 止于砧骨体上部。
- 5) 砧骨后韧带 posterior ligament of incus: 起自砧骨窝, 止于砧骨短脚末端。
- 6) 镫骨环状韧带 annular ligament of stapes: 是一个弹性纤维环。连接镫骨底边缘和前庭窗缘。

(3) 听小骨肌 muscles of auditory ossicles

1) 鼓膜张肌 tensor tympani: 为一长约 2cm 的羽状肌, 位于咽鼓管中的鼓膜张肌半管内, 起自咽鼓管软骨部的上壁, 颞骨岩部前缘及蝶骨大翼, 入鼓室后以细圆腱经匙突成直角转向外侧, 止于锤骨柄根部, 恰与外侧突的同高处。其作用是牵引锤骨柄向内拉紧鼓膜, 间接使镫骨底推向前庭窗。神经支配为下颌神经的一支经过耳神经节(但不换神经元)到鼓膜张肌。

2) 镫骨肌 stapedius: 为全身中最小的横纹肌, 是圆锥形的羽状肌, 起自锥隆起内腔的壁上, 以细腱穿出锥隆起尖端的小孔, 向下止于镫骨颈的后面, 作用是拉镫骨头向后, 因而使镫骨底部离开前庭窗而减低迷路内压, 并解除鼓膜的紧张状态, 是鼓膜张肌的拮抗肌。面神经在面神经管内发出镫骨肌支, 穿骨性小管至该肌。

锤骨柄运动的程度, 取决于鼓膜运动的幅度。锤砧关节沿锤骨前韧带到砧骨短脚间的假想轴而旋转。当鼓膜和锤骨柄向内移动时, 砧骨长脚也沿同一方向运动, 因而推动镫骨底朝向迷路, 而传给外淋巴。外淋巴的运动引起封闭蜗窗的第二鼓膜向外膨出。鼓膜向外移动时, 则出现相反的情况。可是鼓膜向外移动过强时, 砧骨由于韧带的固定, 不能随锤骨的运动而过分向外, 从而避免了镫骨底脱离前庭窗。总之, 三个听小骨通过关节连接, 运动起来似一弯曲的杠杆, 使镫骨底以前庭窗下缘环韧带增厚处为支点, 朝向前庭窗, 做向内或向外的运动。

(4) 鼓室的粘膜: 被复于鼓室内腔六壁的表面以及听小骨、韧带、肌腱、神经等结构的表面。粘膜与骨壁的骨膜相连。与咽鼓管、乳突窦及乳突小房的粘膜等相连续。粘膜富有血管, 因而带红色。但乳突窦及乳突小房处的粘膜, 则薄而苍白。由于粘膜被复在听小骨等结构表面, 因而显现凹凸不平, 故形成一些皱襞及隐窝。在鼓膜内侧面的上部, 锤骨柄的前、后, 由包被鼓索神经的粘膜形成锤骨前襞 anterior malleolar fold 和锤骨后襞 posterior malleolar fold。介于鼓室盖和锤骨头之间的, 包被锤骨上韧带的粘膜形成锤骨上襞 superior malleolar fold。介于锤骨颈和鼓切迹之间的, 包被锤骨外侧韧带的粘膜, 形成锤骨外襞 lateral malleolar fold。介于鼓室内、外壁之间的, 被复鼓膜张肌肌腱的粘膜形成鼓膜张肌襞。介于鼓室盖和砧骨体上部之间的, 包被砧骨上韧带的粘膜形成砧骨上襞 superior incudal fold。介于砧骨窝和砧骨短脚末端之间的, 包被砧骨后韧带的粘膜形成砧骨后襞 posterior incudal fold。介于镫骨肌腱与鼓室后襞之间的, 包被镫骨肌腱的粘膜形成镫骨襞 stapedial fold。

形成的隐窝和间隙有:

- 1) 鼓膜上隐窝 superior recess of tympanic membrane: 此窝外壁为鼓膜松弛部, 内上壁为

锤骨外襞，下壁为锤骨外侧突。在砧骨上襞的外侧，锤骨上襞的后方，为砧骨上间隙。正常情况下，鼓膜上隐窝与之相通，当此间隙受阻日久，隐窝则呈负压状态，因而导致鼓膜松弛部内陷。

2) 鼓膜前隐窝 anterior recess of tympanic membrane: 在鼓膜与锤骨前襞之间。

3) 鼓膜后隐窝: posterior recess of tympanic membrane: 在鼓膜与锤骨后襞上部之间。

4) 锤骨前、后间隙: 上鼓室被锤骨上襞分成前、后两部，前部即锤骨前间隙，它位于锤骨上襞之前，鼓膜张肌襞之上。后部即锤骨后间隙，它位于锤骨上襞之后。前、后两间隙向下与鼓峡相通。

5) 鼓峡: 在上、中鼓室之间，由包被听小骨及其周围结构的粘膜皱襞形成了鼓室隔，在隔的后内方，有一通道，称之为鼓峡。鼓峡前界为鼓膜张肌腱；后界为砧骨窝；内侧界为面神经管凸和前庭窗；外侧界为砧骨体和鼓索神经。鼓峡又被砧骨长脚和镫骨分为前鼓峡和后鼓峡。前、后鼓峡都略似长方形。根据王爱莲等报道，前鼓峡大多为呈横向的长方形，前后最大径均值为 1.45mm；内外最大径均值为 1.67mm。后鼓峡多呈纵向的长方形，前后最大径均值为 2.14mm；内外最大径均值为 1.17mm。中耳粘膜病变时，鼓峡常形成完全性或不完全性阻塞，因而影响咽鼓管及上鼓室和乳突腔之间的气体流通，在此情况下，即使咽鼓管的功能正常，亦可导致中耳空气压力下降，故处理好鼓峡区域的阻塞，是现代耳外科中日益受到重视的问题。

鼓室内壁的后部、后壁、乳突窦、乳突小房以及听小骨等处的粘膜上皮，均为无纤毛的扁平上皮；其他各部皆为纤毛柱状上皮。靠近咽鼓管咽口处，还存在很多杯状细胞。鼓室粘膜无腺体，固有膜也很薄，紧附于骨膜上。

胎儿鼓室内含有一种胶样组织，于生后即消失。胚胎时，腔内充以液体，出生后，空气经咽鼓管进入鼓室，液体即被吸收。

(二) 乳突窦及乳突小房

乳突窦及乳突小房为鼓室的副腔，类似鼻旁窦与鼻腔的关系。它们都是含有空气的腔洞，内面复有粘膜，并与鼓室粘膜相连续(图 6-46)。

1. 乳突窦 mastoid antrum 为鼓室向后上方通入的一个腔隙。出生时即存在。它的局部关系，对耳鼻喉科有很大的重要性。它的前壁上部为乳突窦入口 entrance to mastoid antrum，经此口向前通向鼓室上隐窝。乳突窦的大小、形态、位置因人而异。新生儿的乳突窦位置较高，随乳突的发育而向后下方扩大。成人的窦腔容积约 1ml，直径一般不超过 10mm。乳突窦的外侧壁，由颞骨鳞部与乳突部连接处形成。临床上定此处为道上小凹，又称道上三角(图 6-39)。道上三角的范围是上界为乳突上嵴，与颅中窝的底在一个水平面上。前界为道上棘，几乎与面神经管降部一致。后界沿外耳门后缘作与乳突上嵴的垂线，该垂线恰位于乙状窦经过的前方。道上棘位于骨性外耳道外口周缘的后上部按“中国人体质调查”记载，道上三角的骨壁厚度均值为 2.30mm；道上三角骨面至乳突窦的深度均值为 12.85mm；道上棘至乳突窦口的距离均值为 13.80mm；道上棘至水平半规管的距离均值为 14.80mm；道上棘至面神经管水平部的距离均值为 15.80mm。道上棘在体表可于耳甲艇处触到，是进行乳突和乳突窦有关手术时一个重要的骨性标志。乳突窦的内侧壁前部有外半规管凸及面神经管凸。乳突窦后壁接乙状沟的骨板。乳突窦上壁与大脑颞叶相邻。乳突窦下壁前面与面神经相接。

按“中国人体质调查”记载，乳突上嵴与颅中窝底的关系：嵴与窝底高度一致者，占 48%；

峭低于窝底者，占 45.00%；峭高于窝底者，占 7%。

2. 乳突小房 mastoid cells 为乳突内许多大小、形状不等而互相交通的蜂窝状的小腔。在乳突尖部通常有数个较大的气房。有的乳突气房狭小而充以骨髓，称为板障性乳突；有的乳突缺乏小房，称硬化性乳突。乳突小房范围、大小因人而异。发育佳良者，向上达颞鳞，向外经外耳道上部至颞突内，向内绕内耳周围至岩尖，向后至乙状窦之后，向下可伸入茎突内。

关于乳突气化情况，按“中国人体质调查”记载：气化型占 76.5%；板障型占 18.5%；硬化型占 5.0%。

石义生等报道：根据乳突小房的位置分为以下七群：面神经管周围群占 69.00%；角群占 74.00%；盖群占 64.00%；乙状窦周围群占 63.00%；颞弓根群占 43.00%；乳突尖群占 78.00%；颞鳞群占 36.00%。

乳突与乙状窦沟的毗邻关系常为耳科有关手术所关注，张世勋、张国徽等人报导了这方面的研究工作，有关测量如下：

乙状窦沟的体表投影，是在颞弓上缘水平线之下，唯有上转角处高出线上 4mm 左右；乙状窦沟前缘，从后上向前下与乳突垂线相交呈 30°角，后缘则投影于垂线之后。此种类型约占总数的 70%。

乙状窦沟底与乳突表面的距离，结果是乙状窦沟上部距表面最近，中部次之，下部及下转角处距表面较远。左右两侧无明显差异。在施行乳突及中耳等手术时应注意：靠近乳突根部的骨壁较薄，一般为 6mm 左右即可达到颅内乙状窦沟，个别者可薄至 1mm，乳突中部较厚，为 10mm 左右，靠近乳突尖部与乙状窦沟距离较远。因此，越靠近乳突上部的手术，越要慎重。

乙状窦沟的宽度测量：在乙状窦沟上转角处左侧均值为 10.38mm，右侧均值为 11.39mm；在降部中央处，左侧均值为 10.25mm，右侧均值为 11.50mm；在下转角处，左侧均值为 8.32mm，右侧均值为 9.62mm。右侧乙状窦沟各部位都宽于左侧相应部位，有显著性差异，可能是右侧乙状窦血流量较多的缘故。

范力军等人报导了国人乙状窦的 X 线解剖测量：用完整的颅骨标本，按标准的许氏位拍片法，在 X 光片上测量双侧乙状窦的前壁至外耳门后壁的最短距离，结果左侧均值为 1.43cm，右侧均值为 1.42cm。双侧都是 1.0~1.5cm 者居多数。该值正常范围在 1.02~2.0cm 之间，左右侧无显著差异。在大体解剖标本上，乙状窦沟的前壁与乳突小房之间，仅隔一层极薄的骨质，故该窦前壁的解剖位置及形状对临床行乳突部手术关系密切，如不慎易损伤乙状窦，而造成颅内出血。乙状窦在许氏位 X 线照片上显示比较理想，中耳和乳突部的疾患，常规拍摄许氏位照片，对了解乙状窦的正常位置、解剖变异以及手术部位，均有实际意义。

(三) 咽鼓管

又名耳咽管。

1. 形态构造(图 6-47) 咽鼓管 auditory tube(pharyngotympanic tube)是连接鼻咽部和鼓室的一个扁管。其后外 1/3 为咽鼓管骨部 bony part of auditory tube，前内 2/3 为咽鼓管软骨部 cartilaginous part of auditory tube。二部交界处最狭窄，称咽鼓管峡 isthmus of auditory tube。咽鼓管有两口，通鼓室者称咽鼓管鼓室口 tympanic opening of auditory tube，位于鼓室前壁的上部，鼓膜张肌半管的下方，因距鼓室底部还有相当距离，故鼓室引流时，以俯卧位最合适。另一口通咽部，称咽鼓管咽口 pharyngeal opening of auditory tube，位于鼻咽部的外侧壁，围

绕此口的上方和后方，有一隆起，称为咽鼓管圆枕 tubal torus。空气由咽口经咽鼓管入鼓室，使鼓室内气压与外界相同，以保持鼓膜的正常功能。成人的鼓室口约高于咽口 2~2.5cm，管

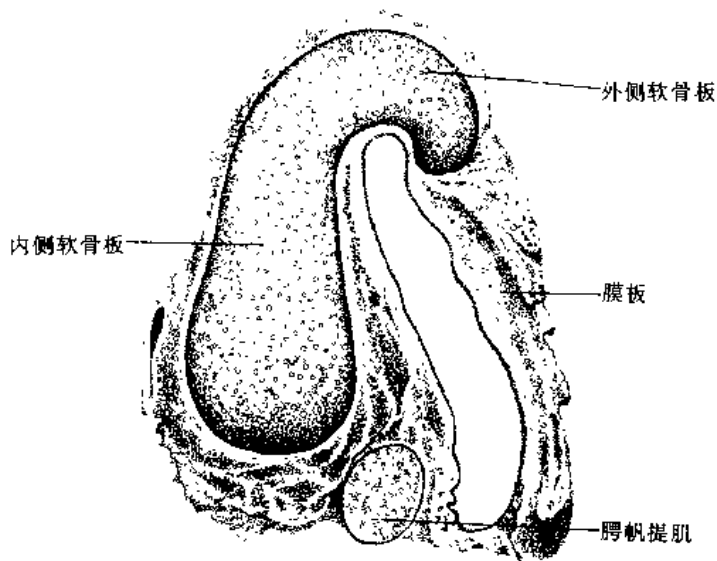


图 6 47 咽鼓管的构造

腔方向是自鼓室向前、向下、向内到咽，与矢状面成 45°角，与水平面呈 30~40°。小儿的管腔短，相对较宽，其方向更接近水平位，故咽部炎症易沿此管侵入鼓室。

咽鼓管骨部的长度，鼓室口及峡口的口径都有国内资料已前述，峡口即咽鼓管峡处的管口。根据浦恩施等入的测量统计：

咽鼓管骨部的下壁厚度：前部均值为 4.30mm；中部均值为 4.45mm；后部均值为 3.72mm。咽鼓管骨部的内侧壁与颈动脉管水平部间的骨板厚度：在峡口处均值为 0.72mm。

峡口至棘孔的距离：左侧均值为 4.75mm；右侧均值为 4.20mm。

峡口至卵圆孔的距离：左侧均值为 6.08mm；右侧均值为 6.24mm。

峡口至蝶骨棘的距离：左侧均值为 7.98mm；右侧均值为 7.43mm。

峡口至颈动脉管外口的距离：左侧均值为 5.90mm；右侧均值为 6.10mm。

鼓室口下缘中点与鼓环下缘中点的距离均值为 3.07mm。

根据杨书善对咽鼓管咽口与其他邻近结构的测量如下：咽口与鼻翼前缘间距，左侧均值为 7.30mm；右侧均值为 7.36mm。咽口与下鼻甲后端间距，左侧均值为 11.00mm；右侧均值为 11.90mm。咽口与咽后壁间距，左侧均值为 14.50mm；右侧均值为 14.80mm。

(1) 咽鼓管骨部：即咽鼓管半管，此部管腔横切面呈三角形，位于颞骨鳞部和岩部之间，向上与鼓膜张肌仅隔以薄骨板，其内壁即颈动脉管外壁，下壁的骨板有时气化，并与岩尖部的气房相通。若此部气房感染破溃，可沿咽鼓管至咽部，引起扁桃体周围或咽侧的脓肿。

按“中国人体质调查”记载，咽鼓管骨部与鼓膜张肌半管完全分隔者，占 67%；1/2 分隔者，占 23%；1/3 分隔者，占 8%；2/3 分隔者，占 2%。

(2) 咽鼓管软骨部：此部位于颅底蝶骨大翼后缘和颞骨岩部之间的沟内，其管腔经常处于闭合状态，内、外壁互相接触，横断面呈裂隙状。软骨是由凹槽状的弹性纤维软骨组成。外侧软骨板 lateral cartilaginous lamina 较短，内侧软骨板 medial cartilaginous lamina 较长。此二软骨板向上互相接合，下外壁则不完整，由结缔组织形成的膜板 membranous lamina 封闭。由于腭帆张肌、腭帆提肌、咽鼓管咽肌的纤维起于软骨壁或结缔组织膜板，在吞咽或呵欠时，借腭肌的收缩，可使咽鼓管开放，以调节鼓室压力，从而保持鼓室内、外面的压力平衡。

2. 微细结构 咽鼓管的粘膜，经鼓室口与中耳粘膜相连续，经咽口与鼻咽部粘膜相连续。粘膜上皮为假复层纤毛柱状上皮。骨部粘膜的上皮细胞，仅二排、低柱形，基底膜与骨膜密接，故附着于骨部较牢固。软骨部粘膜上皮细胞为高柱状，并有许多杯状细胞，基底膜下，有疏松的结缔组织形成的固有膜和粘膜下层，故较厚，并形成一些皱襞，含有粘液腺，特别近

咽口处，存在有大量粘液腺和淋巴组织，称此淋巴组织为咽鼓管扁桃体。后者在儿童时期更为明显，故患急性鼻咽炎时，常引起管口阻塞，而致听力减退。

(四) 中耳的血管、淋巴管和神经

1. 中耳的血管

(1) 动脉

1) 鼓室前动脉：为较大的分支。发自上颌动脉，经岩鼓裂入鼓室，主要分布于鼓室前部、锤骨、砧骨和鼓膜。与至中耳的其他分支相互吻合。

2) 茎乳动脉：亦为较大的分支。发自耳后动脉，经茎乳孔入面神经管，在面神经管下部发出鼓室后动脉，穿鼓索小管入鼓室，分布于鼓室后部、鼓膜后半部、镫骨肌、乳突窦和乳突小房。

3) 鼓室上动脉：为较小的动脉支。发自脑膜中动脉，经岩小神经沟入鼓室至岬。此外还有一些发自脑膜中动脉的小支，到上鼓室和乳突小房等处。

4) 鼓室下动脉：发自咽升动脉，伴舌咽神经发出的鼓室神经，经岩小窝沿鼓室小管入鼓室至岬，分布于鼓室下部、岬及镫骨前部。

5) 岩浅动脉：发自脑膜中动脉，经岩大神经沟，由面神经管裂孔入面神经管，与自下方来的茎乳动脉相吻合，其分支亦营养镫骨下部。

6) 弓下动脉：多发自迷路动脉或小脑下前动脉，穿颞骨岩部后面弓下窝内的小管，经上半规管的下方达乳突窦。

7) 颈鼓支：为颈内动脉行于颈动脉管时发出的二小支，经颈鼓小管穿过薄的鼓室前壁，进入鼓室。

来自各个方面，分布于鼓室的动脉支，在鼓室粘膜中，形成致密的血管网，再自血管网发出细支，营养听小骨和听小骨肌。咽鼓管的动脉供应，除来自翼管动脉的分支外，还有来自鼓室动脉的小支及咽升动脉的咽支。

(2) 静脉：中耳的静脉与动脉伴行，有以下的回流途径：

1) 沿岩小神经沟或穿岩鳞裂入硬脑膜静脉，再汇入岩上窦。

2) 来自乳突窦粘膜的一组小静脉，经上半规管下方的小管，向内到岩部后面的弓下窝，然后注入岩上窦。这些小静脉，是儿童时期较大的弓下静脉的遗留，它们可构成从乳突窦到硬脑膜炎蔓延的通路。

3) 经颈鼓小管至颈内动脉静脉丛。

4) 经岩鼓裂至下颌关节静脉，再汇流至翼丛。

5) 经鼓膜边缘与外耳道静脉相通。

2. 中耳的淋巴管 乳突窦和鼓室粘膜的淋巴管入腮腺淋巴结或颈外侧上深淋巴结。咽鼓管咽端的淋巴管直接注入颈外侧上深淋巴结，或通过咽后淋巴结间接注入颈外侧上深淋巴结。咽鼓管室口端的淋巴管，可能入颈外侧上深淋巴结。咽鼓管粘膜固有层存有毛细淋巴管，与鼓室及鼻咽部的粘膜毛细淋巴管网相吻合。粘膜层毛细淋巴管注入粘膜下层的淋巴管，后者斜向咽鼓管咽口走行，与鼻咽部的粘膜下淋巴管汇合，然后经过腭帆提肌的外侧注入咽后外侧淋巴结。

3. 中耳的神经

(1) 鼓室神经丛：位于鼓岬粘膜层深侧的岬沟中，有时部分或全部由鼓岬的薄层骨质覆盖。丛内含有感觉纤维和自主神经纤维，自丛发出分支，分布于鼓室、乳突窦和乳突小房、咽

鼓管等处的粘膜和血管。参加鼓室神经丛的神经有：

1) 鼓室神经：其感觉纤维发自舌咽神经的下神经节，副交感节前纤维来自脑干的下涎核。鼓室神经经颞骨下面的岩小窝入鼓室小管，穿鼓室下壁入鼓室，加入鼓室神经丛。自丛发出岩小神经，经鼓室小管上口入颅中窝，又经岩小神经沟，穿卵圆孔至耳神经节，换元后，节后纤维经耳颞神经至腮腺。

2) 颈鼓神经：为交感神经纤维。由颈内动脉神经丛发出，其上支和下支伴随同名动脉，穿颈动脉管壁的颈鼓小管，在蜗窗小窝下缘前方入鼓室，参加鼓室神经丛。

3) 面神经的鼓室神经交通支：起于面神经管内的膝神经节，加入鼓室神经丛。

(2) 鼓索神经：在茎乳孔上方 6mm 处的面神经管内，自面神经发出，经鼓索后小管，在锥隆起下方入鼓室，行于鼓膜的粘膜层和纤维层之间，横过锤骨柄上部到鼓室前壁，经鼓环深面穿鼓索前小管，经岩鼓裂而出鼓室。手术时，在鼓环浅面去除骨质，多数情况不致伤及鼓索。鼓索出鼓室后，行于舌神经内，感觉纤维分布于舌前 2/3 粘膜，司味觉。来自脑干上涎核的副交感节前纤维，至下颌下神经节换元后，节后纤维分布到下颌下腺、舌下腺。鼓索虽经过鼓室，但不发支至鼓室结构。

三、内 耳

内耳 internal ear 又称迷路 labyrinth，形状不规则，埋藏于颞骨岩部内，介于鼓室内壁和内耳道底之间，由构造复杂的管道组成。其长轴约有 2cm，几与岩部长轴一致，大小似大花生米。为听觉、位置觉的重要感受装置所在处。

迷路又分为骨迷路 bony labyrinth 和膜迷路 membranous labyrinth。骨迷路是颞骨岩部内，骨松质包围的骨性隧道，其壁由骨密质构成。膜迷路套在骨迷路中，是密闭的膜性管腔。膜迷路与骨迷路之间隙，充满外淋巴 perilymph，膜迷路内腔充满内淋巴 endolymph。内、外淋巴互不交通(图 6-48、49)。

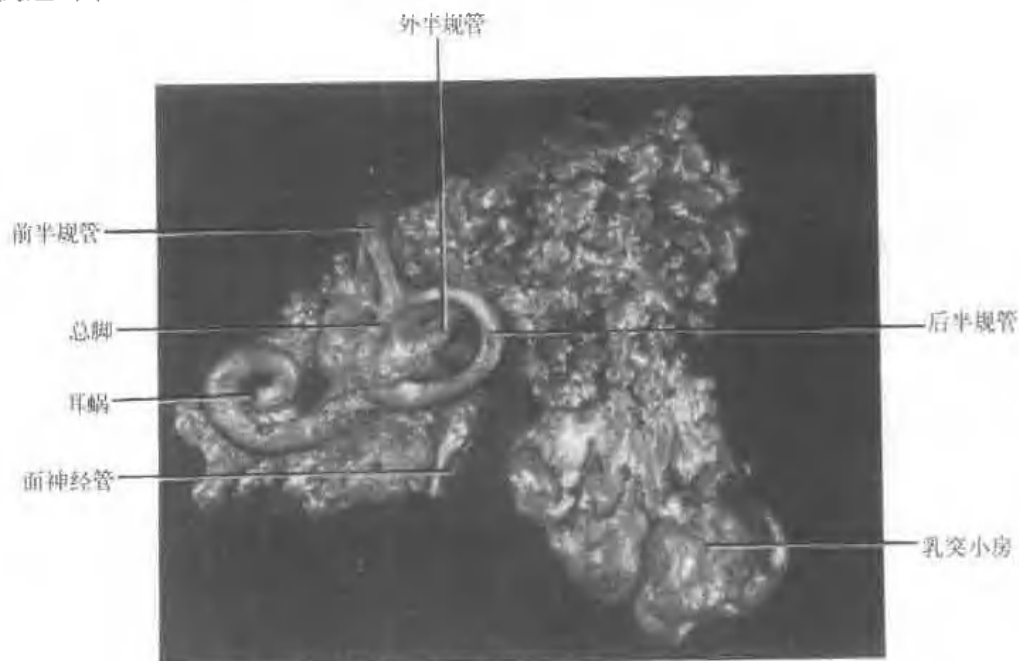


图 6-48 右内耳铸型(内侧面观)

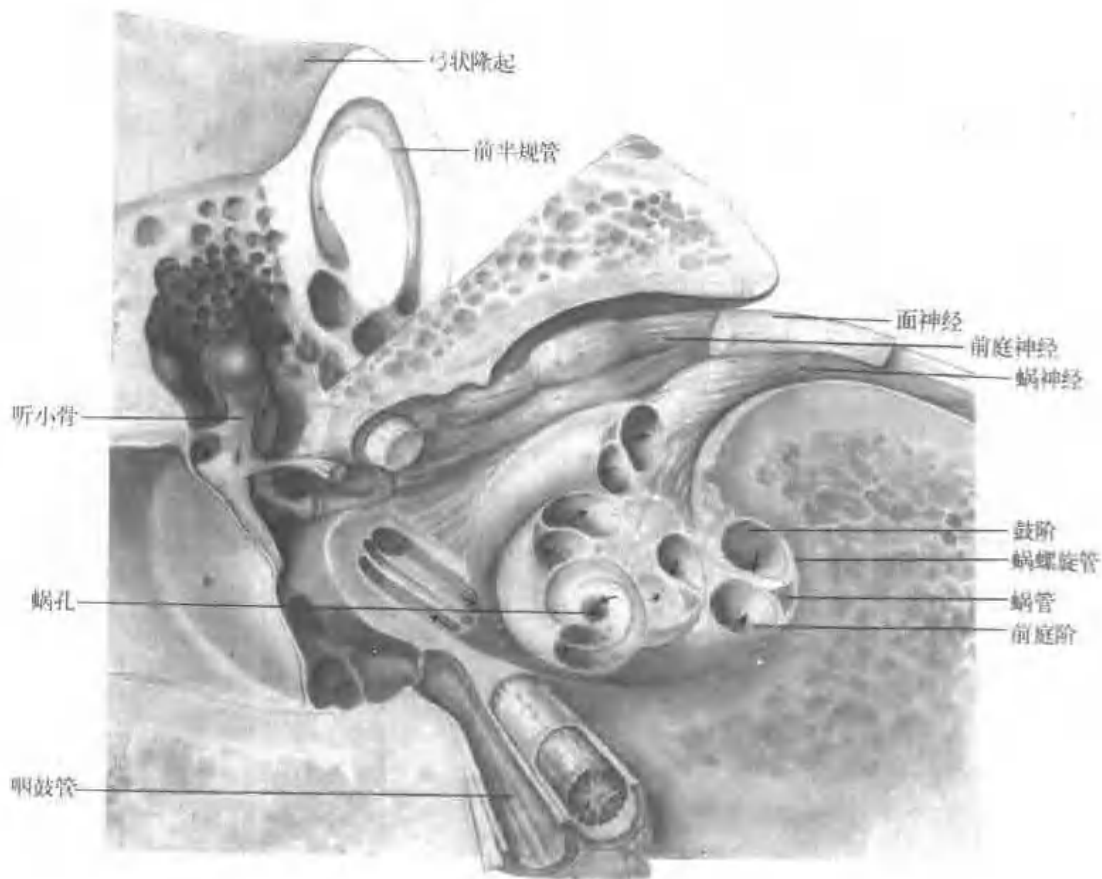


图 6-49 骨、膜迷路

(一) 骨迷路

骨迷路 bony labyrinth 其长度均值为 18.59mm。可分为前内侧的耳蜗，后外侧的骨半规管，以及耳蜗和骨半规管之间的前庭。

1. 前庭 vestibule 为近似椭圆形的空腔，膜迷路的椭圆囊和球囊居其内。腔的前下部较狭窄，通蜗螺旋管；后上部略宽，有骨半规管的五个开口。前庭大体上可分成内、外、前、后四壁。

(1) 外壁：为鼓室的内壁，壁上可见前庭窗和蜗窗。前者被镫骨底封闭，后者被第二鼓膜封闭。

(2) 内壁(图 6-50)：为构成内耳道底的部分。此壁自腔内面看，有一条细的，自前上向后下的弓形隆起线，称前庭嵴 vestibular crest，它起自前庭窗上方，终于蜗螺旋管开始处，于此处，该嵴分叉，其间有小凹面，称蜗管隐窝 cochlear recess。该窝为膜迷路蜗管的前庭盲端占据之处，窝的后缘以细嵴与后半规管壶腹口为界，此处的孔区，称下筛斑 inferior macula cribrosa。窝前缘直接移行于骨螺旋板。前庭嵴上端，前庭窗内侧的孔区，称上筛斑 superior macula cribrosa。嵴的两侧各有一窝，后上方者呈长椭圆形，称椭圆囊隐窝 elliptical recess。此窝接近总脚开口处的前方，有一细沟通入一小裂孔，称此孔为前庭水管内口 internal aperture of vestibular aqueduct，经此口穿前庭水管 vestibular aqueduct 可达颞骨岩部后上面的前庭水管外口 external aperture of vestibular aqueduct。前庭水管在颞骨内为一自前、外、上向后、内、下的弯形小管，长约 8.5mm，直径约 0.3mm，容纳内淋巴管，内淋巴管经前庭水管外口与内淋巴囊相通。前庭水管外口又称内淋巴囊裂，位于内耳门后外侧，口的外下方有一浅窝，称为内淋巴囊小窝，容纳内

淋巴囊硬脑膜部(图 6-54)。覆盖外口的骨片的游离缘形态不一,以弧形为多见,但也有“一”字形、“人”字形、M形、S形等。前庭水管外口与邻近结构的间距,可作为术中前庭水管外口定位的依据,循此可寻认内淋巴囊。曾庆云等报道前庭水管外口至乙状窦沟的间距均值,左侧为 10.56mm;右侧为 9.66mm。前庭水管外口一般在外半规管之下,后半规管后缘

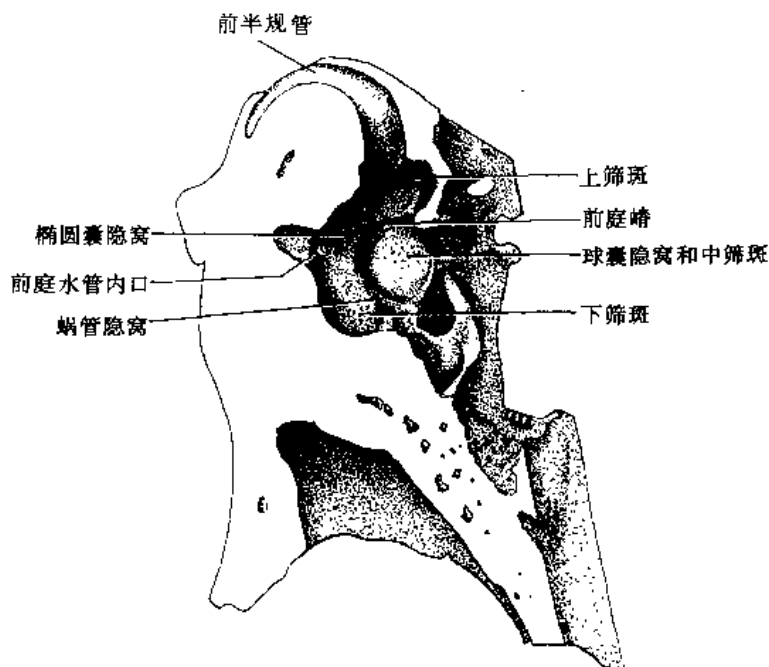


图 6-50 内耳前庭内壁

之前。与外半规管间距均值为 2.84mm。前庭水管外口可作为寻认内淋巴囊的标志。后半规管至乙状窦中点间距均值为 8.52mm;至乙状窦下曲间距均值为 13.89mm;至岩上窦间距均值为 9.38mm。以此三个间距之和作为指数而定 Trautmann's 三角的大小,以提供淋巴囊手术的部位(Trautmann's 三角,是指界于乙状窦,岩上窦和而神经之间的部分)注意勿损伤后半规管。

前庭嵴前下方的窝,呈圆形,称球囊隐窝 spherical recess,此窝中部有数小孔,称之为中筛斑 middle mucula cribrosa。

(3) 前壁:较狭窄,有一椭圆形的蜗螺旋管入口,自此通入蜗螺旋管的前庭阶。自此口向下经骨螺旋板的游离缘而至鼓室阶,在鼓室阶的外侧壁上,可见蜗窗,被第二鼓膜封闭。自此稍向前,于鼓室阶下壁,见漏斗状小孔,此即蜗水管内口 internal aperture of cochlear aqueduct。自此口经蜗水管 cochlear aqueduct,至颞骨岩部下而的蜗水管外口 external aperture of cochlear aqueduct。按“中国入体质调查”记载:蜗窗龛前缘至蜗水管内口的间距均值为 2.9mm。

(4) 后壁(图 6 51):较宽阔,有骨半规管的五个开口。沿着与颞骨岩部长轴垂直的面,在前骨半规处作切面,可见五个开口的关系。外骨半规管的壶腹口居前外方,口朝前内,此口上方有前骨半规管的壶腹口,口朝下。总脚口居前骨半规管壶腹口的后内方,口朝前。此口与外骨半规管的壶腹口之间的下方,有外骨半规管的单脚口,口朝前内。单脚口的下方则见后骨半规管的壶腹口,口朝前内。总之,五个开口于前庭后壁,并不在一个平面上。

2. 骨半规管 bony semicircular canals 为三个半环状管,约为圆周的 2/3。按“中国人体质调查”记载:新生儿后骨半规管长度均值为 18.35mm;前骨半规管长度均值为 17.10mm;外骨外规管长度均值为 12.20mm。柴戩臣等人报道,前、后、外三个骨半规管顶端处的管径均值分别为 1.19mm;1.44mm;1.49mm。前、后骨半规管平而所成的角度为直角,后、外骨半规管平面所成的角度亦为直角,但前、外骨半规管所成的角度均值为 79.3°,小于直角。两侧外骨半规管平而约在同一水平而上;两侧前骨半规管平面向后延长,互相垂直。两侧前骨半规管平面与他侧后骨半规管平面,相互平行。

(1) 前骨半规管 anterior semicircular canal: 内腔狭窄,弓向上方,其与颞骨岩部长轴相垂直,埋于颞骨岩部的弓状隆起内。

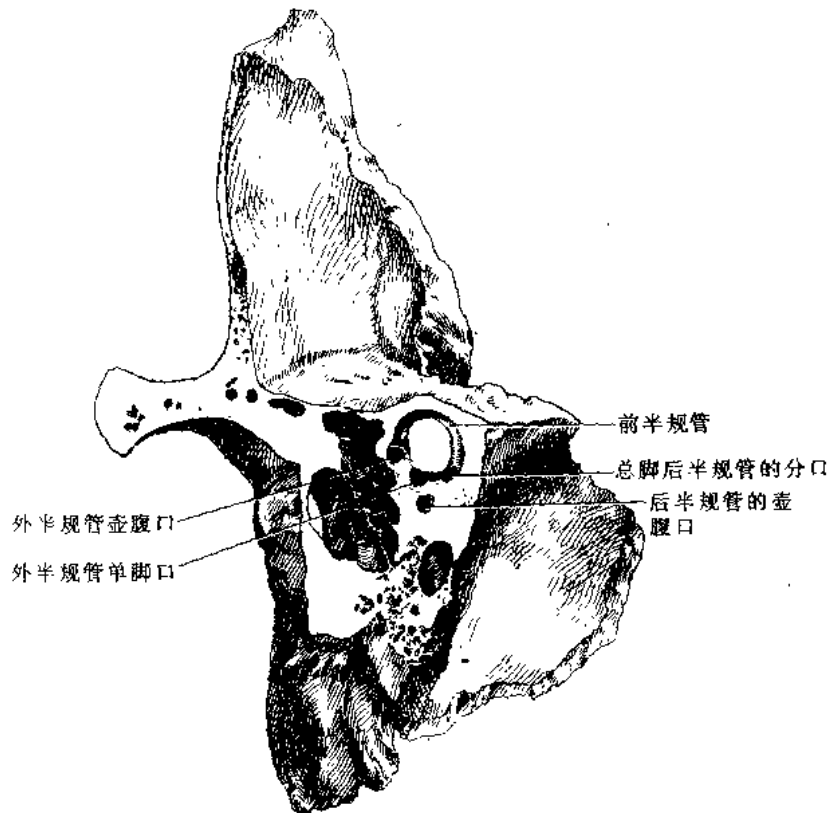


图 6-51 内耳前庭后壁

(2) 后骨半规管 posterior semicircular canal: 是三个骨半规管中最长者, 内腔较阔, 弓向后外方, 它与颞骨岩部后上面(即锥体小脑面)的关系, 大部分是与该面成向下开放的角度。后骨半规管的位置, 与水平面相垂直, 与矢状面成向后开放的 45° 。按“中国人体质调查”记载: 蜗窗龛后缘至后骨半规管的间距均值为 2.3mm。

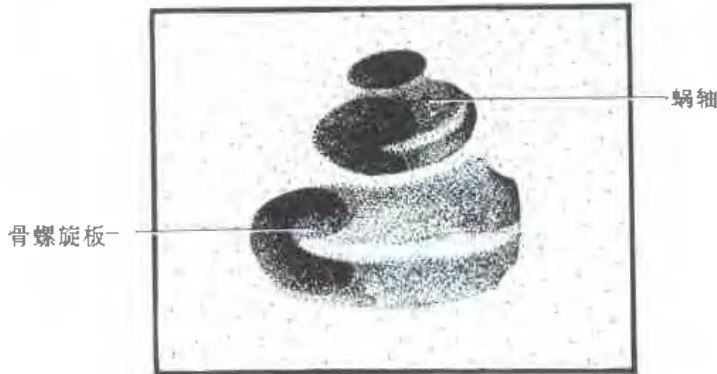
(3) 外骨半规管 lateral semicircular canal: 最短, 水平弓向外后方, 形成乳突窝入口内侧的隆起, 即外半规管凸。

三个骨半规管各有二脚, 一脚膨大, 称壶腹骨脚 ampullar bony crura。另一脚称单骨脚 simple bony crus。但前、后骨半规管二者的单骨脚, 合并为一脚, 称总骨脚 common bony crus。所以三个骨半规管, 以五个口开放于前庭。壶腹骨脚的管径要比骨半规管其他部分的管径大一倍。

3. 耳蜗 cochlea 是骨迷路的前部, 形似蜗牛壳。由一锥形的蜗轴和环绕蜗轴外周的蜗螺旋管 cochlear spiral canal 构成(图 6-52)。耳蜗可区分为朝向内耳道的蜗底 base of cochlea。朝向肌咽鼓管的是蜗顶 cupula of cochlea。贯穿顶和底的是由骨松质组成的锥形轴, 称蜗轴 modiolus。按“中国人体质调查”记载, 新生儿耳蜗高度均值为 5.10mm; 耳蜗底回直径为 7.76mm。轴底即内耳道底结构的一部分, 该处凹陷, 有许多呈螺旋状排列的小孔, 称螺旋孔列 foraminous spiral tract。这些小孔穿入蜗轴的细管, 称蜗轴纵管 longitudinal canals of modiolus, 是蜗神经和迷路动、静脉经行之处。耳蜗前方借骨松质与颈动脉管的薄骨壁相隔, 耳蜗后方接前庭。蜗螺旋管 cochlear spiral canal, 是绕蜗轴作两周半的螺旋状中空骨管。王爱莲等报道, 耳蜗底周最高点(此点定位方法, 详见该文)在颞骨岩部前面的埋藏深度均值为 2.5mm, 蜗顶在鼓室内壁的埋藏深度均值为 1.9mm。从面神经管岩段外口至耳蜗底周最高点的间距均值:



①



②

图 6-52 骨迷路标本的蜗螺旋管内腔放大图

均值为 1.7mm；在垂直切面上，为 0.9mm。骨螺旋板的根部，有细管亦绕蜗轴，呈螺旋状经过，称蜗轴螺旋管 spiral canal of modiolus。此管与上述的蜗轴纵管相通。蜗轴螺旋管内有蜗神经节 spiral ganglion of cochlea。骨螺旋板的游离缘至蜗螺旋管的外壁（靠近蜗轴者为内，反之为外），有基底膜附着，因而将蜗螺旋管完全分隔成上、下两半；向蜗顶的为上半，称前庭阶 scala vestibuli，向蜗底的为下半，称鼓阶 scala tympani。基底膜至蜗顶，附着于螺旋板钩的外侧缘和蜗轴，因而围成一孔，称蜗孔 helicotrema。前庭阶和鼓阶经此孔相通。蜗螺旋管内表面覆盖着内骨膜，骨膜的厚薄各处不等，外壁的内骨膜特别增厚，形成螺旋韧带 spiral ligament。据彭华山等人报道，基底膜近蜗窗处宽 0.154mm，近蜗顶处宽 0.469mm，从蜗底至蜗顶基底膜呈线性增加，鼓阶的面积、高和宽的变化都是自蜗底到蜗顶逐渐减小；前庭阶的面积、高和宽的变化，从蜗底至蜗顶趋于减小，但在距蜗窗 13~14mm 处。出现最大值。

（二）膜迷路

膜迷路 membranous labyrinth 位于骨迷路内，由椭圆囊、球囊、膜半规管及蜗管四部分组成。四部分连成一连续的、含有空腔的密闭的膜质结构。椭圆囊、球囊位于骨迷路的前庭内，膜半规管位于骨半规管内，蜗管位于耳蜗的蜗螺旋管内。

成人为 2.9mm；胎儿为 3.3mm。耳蜗底周末段与面神经岩段的关系极为密切，二者之间仅隔以约 1mm 的骨壁，尤其当底周向后突到面神经岩段之下时，其关系更为密切，作面神经岩段减压术时，应特别注意不要误伤耳蜗。

自蜗窗最前点至蜗顶的间距均值：成人为 7.1mm；胎儿为 6.8mm。从匙突末端到蜗顶的间距均值，成人为 6.1mm；胎儿为 5.4mm。

蜗螺旋管起自前庭的前壁，在蜗顶处终于盲端。在蜗螺旋管内，自蜗轴伸出一薄板，突向管内，称骨螺旋板 osseous spiral lamina。它并不完全分隔蜗螺旋管。此板沿蜗轴经蜗螺旋管达蜗顶时，离开蜗轴。离开蜗轴的骨螺旋板呈镰刀样的薄骨片，称为螺旋板钩 hamulus of spiral lamina。按“中国人体质调查”记载，在水平切面上，蜗窗膜中点至骨螺旋板的间距

1. 形态构造(图 6-53、54)

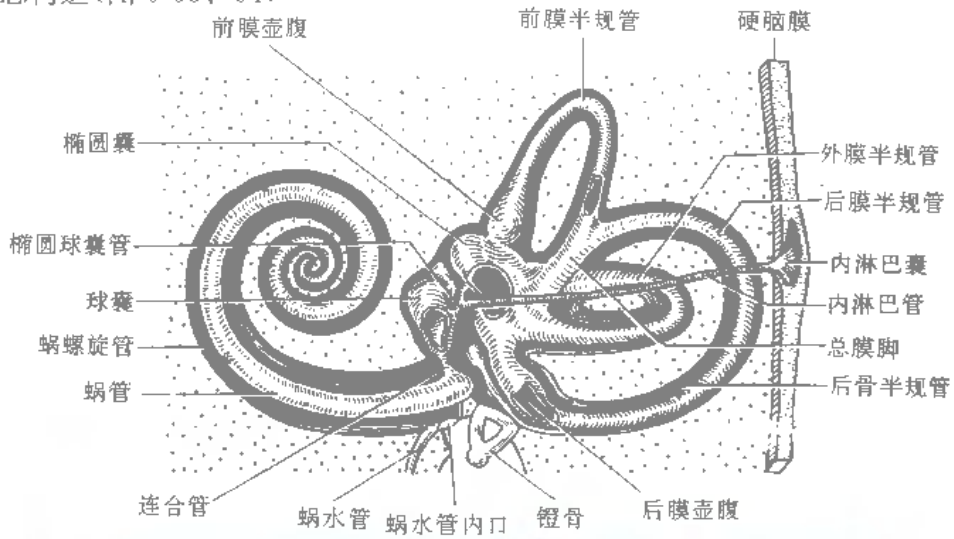


图 6-53 膜迷路



①



②

图 6-54 内淋巴囊

(1) 椭圆囊 *utricle*: 为一微扁而略长的椭圆形囊, 居椭圆囊隐窝内。其向后与三个膜半规管相连, 向前以椭圆球囊管 *utriculosaccular duct* 连接球囊和内淋巴管。内淋巴管在椭圆囊隐窝的后外侧, 自前庭水管内口, 经前庭水管, 向后外, 在颞骨岩部的后面, 内耳门的后外侧, 于前庭水管远侧段, 续于内淋巴囊。内淋巴囊在出前庭水管外口前, 称为骨内部, 囊壁富于皱襞, 又称内淋巴囊粗糙部。在前庭水管外口处连续于内淋巴囊的硬脑膜部, 此部囊壁光滑, 囊腔扁平, 硬脑膜呈扇形增厚, 扇形的窄端于前庭水管外口处固定。扇形的他端, 位于乙状沟内侧部的前缘。内淋巴囊硬脑膜部, 以扁梨形最为多见, 占 68%, 其他亦有椭圆形、圆形等。

据杨家齐等报道: 内淋巴囊硬脑膜部位于颞骨岩部后面的硬脑膜两层之间, 其大小为 $11.59 \times 9.01\text{mm}$, 82% 的内淋巴囊硬脑膜部覆盖乙状窦内缘或与其紧密接触。扩大的盲端右侧多位于乙状窦下曲凹陷处。左侧略偏高, 多在乙状窦内缘中、下 1/3 交界处。因此乙状窦内缘可作为内淋巴囊的定位标志。

椭圆囊上端底部与其前壁上有感觉上皮, 为长圆形的增厚区, 呈白斑状, 称椭圆囊斑 *macula ntriculi*, 感受静止的位置觉和直线变速运动的刺激, 其神经冲动沿前庭神经的椭圆囊支传入。

(2) 球囊 *sacculle*: 为扁平梨状, 较椭圆囊小, 在椭圆囊的前下方, 位于球囊隐窝内。其前下端以连合管 *ductus reuniens* 与蜗管相连, 后部以椭圆球囊管及内淋巴管接椭圆囊和内淋巴囊。其前上壁有感觉上皮, 为一卵圆形增厚区, 称球囊斑 *macula sacculi*。此斑与椭圆囊斑位于相互成直角的平面上, 亦感受静止的位置觉和直线变速运动的刺激, 其神经冲动沿前庭神经的球囊支传入。

随着耳显微外科的发展, 镫骨手术的普及和美尼尔病的外科治疗的开展, 需要一些有关内耳解剖的数据。据袁青桂等人报道, 镫骨底板后缘至椭圆囊的间距均值成人为 2mm; 镫骨底板中央至球囊的间距均值成人为 1.7mm; 镫骨底板前缘至球囊隐窝的间距均值成人为 2.3mm; 蜗窗膜中央至球囊的间距均值成人为 2.9mm; 镫骨底板中央与球囊的角度均值成人为 30° 左右。

(3) 膜半规管 *semicircular ducts*: 形状与骨半规管一致, 很细小, 约为骨半规管管径的 1/3 或 1/4, 位置靠近半环形骨管的外壁。自膜壁伸出细纤维小梁与骨半规管的骨膜相连。管腔横断面为椭圆形, 亦分前、后、外三个膜半规管, 在骨壶腹的部分, 也有相应的膨大, 呈球状, 称膜壶腹 *membranous ampullae*, 管径较他处为大。前、外膜壶腹 *anterior and lateral membranous ampullae*, 开口于椭圆囊上端的膨大部, 后膜壶腹 *posterior membranous ampullae* 及外膜半规管 *lateral semicircular duct* 的单膜脚 *simple membranous crus*, 均开口于椭圆囊下部。而前、后膜半规管 *anterior and posterior semicircular ducts* 的总膜脚 *common membranous crus*, 则开口于椭圆囊中部, 每个膜壶腹壁的外面, 均有一横行沟, 称壶腹沟 *ampullar groove*。与沟相应的壶腹壁的内面, 呈镰状的隆起, 称壶腹嵴 *crista ampullaris*, 该嵴约等于壶腹直径的 1/3, 也是重要的位置觉感受器。三个不同方位的壶腹嵴, 分别接受头部不同方向旋转变速运动的刺激, 神经冲动沿前庭神经的壶腹支传入。椭圆囊、球囊及三个膜半规管都以纤维束与骨迷路内面相连以固定它们的位置。按“中国人体质调查”记载, 蜗窗龛下缘至后壶腹神经的间距均值为 2.0mm。(在垂直切片上)。

(4) 蜗管 *cochlear duct*: 位于蜗螺旋管内, 介于骨螺旋板和蜗螺旋管外壁之间, 两端皆为盲端, 一端在前庭, 位于蜗隐窝内, 称前庭盲端 *vestibular cecum*(图 6-55)。该盲端分隔了前

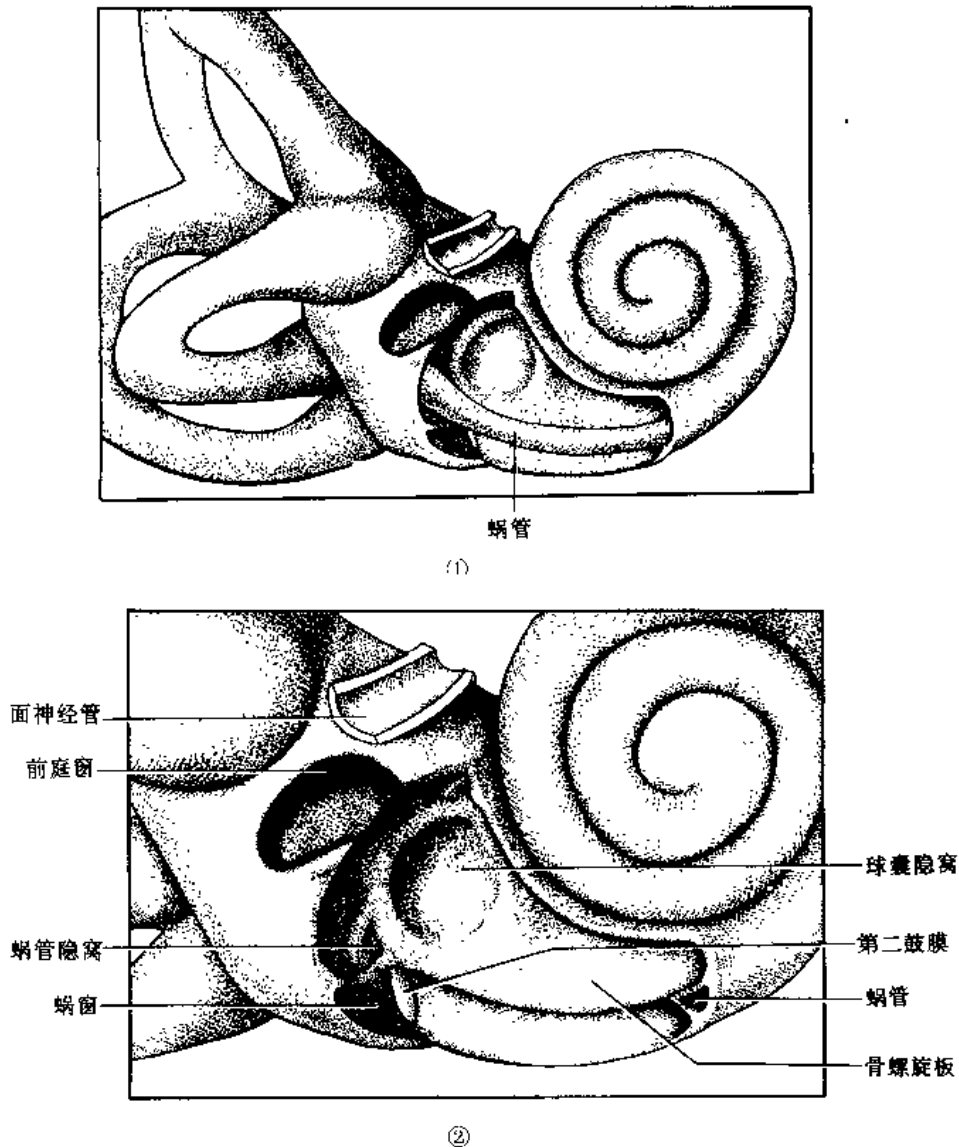


图 6-55 蜗管前庭盲端的位置

庭窗和蜗窗，故声波由前庭窗经外淋巴传向前庭阶。蜗管的另一端终于蜗顶，称顶盲端 cupular cecum。顶盲端助蜗孔的形成。蜗管也作螺旋状，与蜗螺旋管的回转一致，此管的内缘接骨螺旋板，外侧附着于骨壁，断面呈三角形，可分上壁、下壁和外壁(是以蜗顶为上，蜗底为下的位置确定)。下壁即基底膜，也称膜螺旋板，内面有感觉上皮的隆起，称螺旋器 spiral organ，为听觉感受器。下壁又称之为蜗管鼓壁 tympanic wall of cochlear duct。蜗管外壁 external wall of cochlear duct，由蜗螺旋管内表面增厚的骨膜即螺旋韧带形成，它富有结缔组织及血管，其上皮中分布有多数毛细血管，作线纹状排列，称为血管纹。上壁是从骨螺旋板上增厚的骨膜开始，伸向螺旋韧带上部的一个薄膜，称前庭膜，即蜗管前庭壁 vestibular wall of cochlear duct。

2. 微细结构 膜迷路为纤维性囊管结构，以结缔组织小梁，悬于骨迷路内。椭圆囊、球囊和膜半规管的壁由三层组成。外层起源于中胚层，由含有血管的纤维膜组成；中层为固有膜，向内呈乳头状突起；内层由起源于外胚层的单层立方或多角形上皮组成，位于基膜上，这类上皮在某些部位变形增厚，含有丰富的感觉神经末梢，构成形态复杂的感觉区。膜半规管内的壶腹嵴，椭圆囊、球囊内的位觉斑以及蜗管内的螺旋器，皆由这类上皮特化形成。

(1) 壶腹嵴(图 6-56): 三个半规管的膜壶腹内, 均有一沿半规管凸侧缘向壶腹内腔突入, 呈横位的镰状隆起, 即壶腹嵴。壶腹嵴的感觉上皮, 是前庭神经壶腹支的神经终末装置, 其上皮细胞可分两种: 一是支柱细胞, 一是毛细胞。支柱细胞为高柱状, 从基膜开始直达游离面, 占据上皮整个高度。其基部稍宽, 含有椭圆形核, 细胞质内含有张力原纤维, 可起支持作用, 细胞表面有小皮缘及闭锁堤, 此堤相连成网状。细胞内可见类脂颗粒。毛细胞位于支柱细胞之间, 较矮, 只占上皮的半部, 不达基膜, 形如上窄、下宽的烧瓶状, 核位于宽大部分的胞浆中, 细胞表面亦有小皮缘, 并有等长的纤毛, 自细胞表面伸出, 约 $50\mu\text{m}$ 长, 整个壶腹嵴的毛束, 排列成棕刷状。毛束插入一种胶质物质所构成的终帽内。

电子显微镜下观察, 发现在壶腹嵴内有两种毛细胞, 一种呈烧瓶状, 称为 I 型毛细胞, 主要位于嵴顶中心部位; 另一种呈柱状, 称为 II 型毛细胞, 主要位于嵴周围部位。两者都是前庭神经的终末装置。它们在功能上有否差异, 尚不清楚。终帽盖在壶腹嵴上, 终帽底部与壶腹嵴上皮之间, 有一微细腔隙, 感觉细胞的毛穿过其间。此间隙具有关节腔的意义。终帽与位觉斑的耳石膜不同, 其比重与内淋巴近似, 因此, 当内淋巴流动时, 终帽随着内淋巴的流动而发生倾斜。毛细胞和支柱细胞相互间排列疏松, 其间隙内有特殊的流动性间质。壶腹嵴周围部的毛细胞逐渐减少、消失, 支柱细胞也渐变矮而移行于半规管内的单层扁平上皮。壶腹嵴上皮的下面, 固有膜也隆起呈嵴状, 其纤维致密, 构成嵴的一部分。从前庭神经节来的周围突, 原为有髓纤维, 达基膜后, 便失去了髓鞘, 穿基膜, 在上皮细胞间散开成网, 绕于各毛细胞的周围。

壶腹嵴为位置觉感受器, 它接受旋转变速运动的刺激, 兴奋后, 其传入的神经冲动与两眼和头部的协调运动有关。头部的运动, 使半规管内的内淋巴流动, 引起终帽的倾斜, 毛束因而弯曲, 遂刺激了毛细胞, 引起绕于毛细胞周围神经末梢的兴奋, 神经冲动传入中枢而出现眼球震颤和前庭姿势反射。

外半规管内的内淋巴, 向壶腹侧运动, 迫使终帽向椭圆囊侧弯曲, 移位时, 产生的刺激最大; 而相反方向的运动, 则刺激最小。前、后半规管则正相反, 内淋巴流出壶腹时, 刺激最大; 而流入壶腹时则刺激最小。

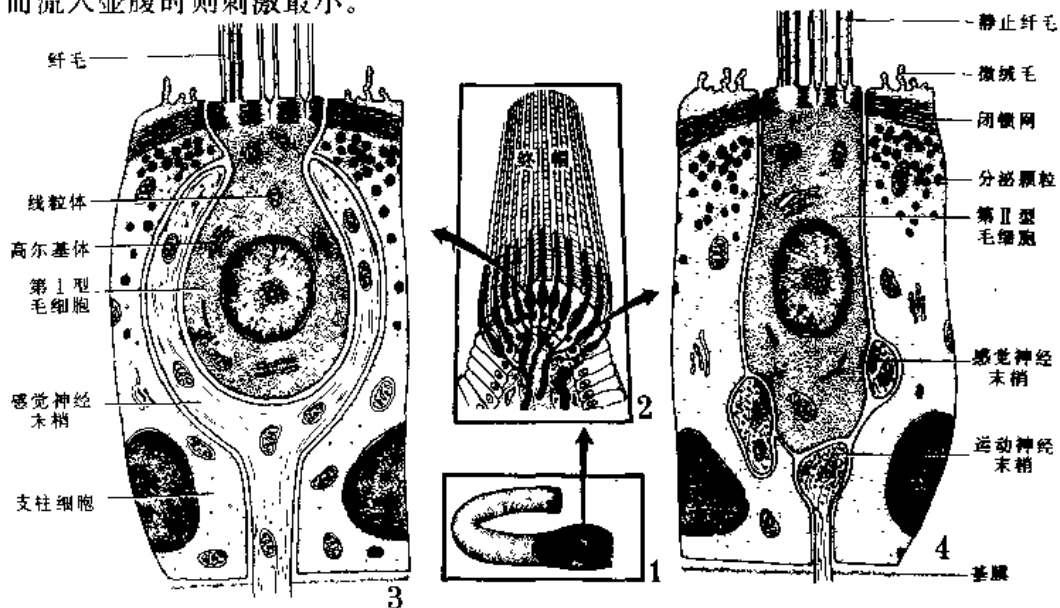


图 6-56 内耳壶腹嵴连续放大图

1. 壶腹嵴在半规管壶腹中的位置 2. 光学显微镜观察 3、4. 两种毛细胞的电子显微镜观察

眼球震颤的生理意义，可使眼球在头部旋转移动情况下，仍能保持在原有位置上，这对固定注视某一物体具有重要意义。慢动相运动，使眼球仍可注视某一物体，而快动相运动，则促使眼球再注视某一新物体。姿式反射的意义在于使机体尽可能地保持原有的空间位置，以抵抗旋转或直线加速度的刺激。终帽为一弹性结构，当运动已达到固定速度以后，或当身体于旋转后已进入静止状态时，它即依靠本身的弹性恢复其正常位置。毛细胞在此期间仍受到刺激，这可以解释旋转后出现的眼球震颤及眩晕。

(2) 位觉斑(图 6-57)：即上述的椭圆囊斑和球囊斑。前者位于椭圆囊上端底部，后者位于球囊前上壁。均为增厚区，厚约 30~50 μm 。二斑又位于互成直角的平面上，它们是前庭神经的椭圆囊支和球囊支的神经终末装置。构造与壶腹嵴类似，上皮细胞亦分支柱细胞和毛细胞。毛细胞顶端的毛束较短，长约 20~25 μm 。斑表面亦盖有一层胶质膜，与终帽类似，但较薄而平阔，称为位觉砂膜 statoconic membrane，又叫耳石膜。毛束亦插入其中，其功能亦与终帽相同。膜的表面有一层棱形小结晶体，大小约 3 \times 5 μm ，为碳酸钙、磷酸钙和蛋白质的混合物，称为位觉砂 statoconia，又叫耳石。新鲜的耳石，白色透明，人类耳石在电镜下呈现锯齿状边缘，将颗粒压碎后，可见六角形小片。

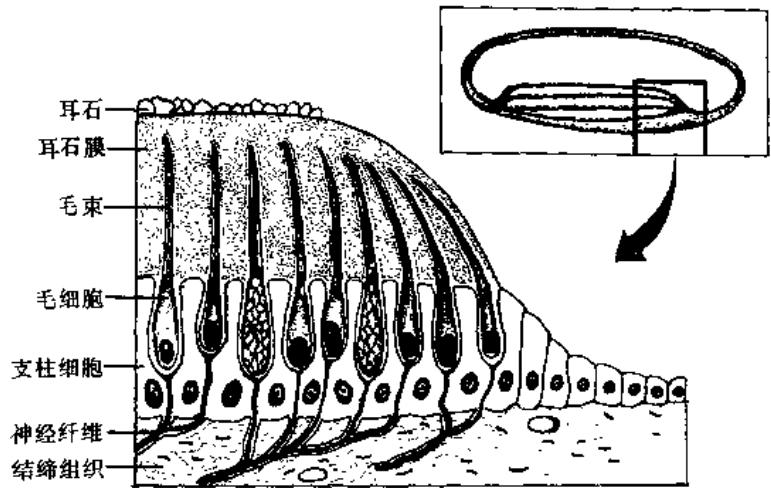


图 6-57 位觉斑

斑表面亦盖有一层胶质膜，与终帽类似，但较薄而平阔，称为位觉砂膜 statoconic membrane，又叫耳石膜。毛束亦插入其中，其功能亦与终帽相同。膜的表面有一层棱形小结晶体，大小约 3 \times 5 μm ，为碳酸钙、磷酸钙和蛋白质的混合物，称为位觉砂 statoconia，又叫耳石。新鲜的耳石，白色透明，人类耳石在电镜下呈现锯齿状边缘，将颗粒压碎后，可见六角形小片。

在二斑的边缘部位，毛细胞逐渐消失，而支柱细胞移行于椭圆囊和球囊内壁的上皮。

位觉斑是感受头部位置改变的刺激，在重力影响下，毛细胞的毛受到耳石的牵拉，从而刺激了毛细胞，引起毛细胞周围的神经末梢兴奋，神经冲动经前庭神经传入中枢，反射地引起肌张力的变化，从而维持机体的平衡。

由于椭圆囊斑位置接近水平面，故当头竖直位时，受到的刺激最小，而在头前屈或后仰时，此斑受到的刺激最大。球囊斑位置接近矢状平面，故当头倒向一侧时，头部偏倒侧的球囊斑就受到刺激。

(3) 蜗管及螺旋器(图 6-58)：蜗管分前庭壁、鼓壁和外壁，螺旋器位于鼓壁上。

1) 前庭壁：由前庭膜形成，它是自骨螺旋板的游离缘开始斜向外，达外壁血管纹顶点的一层薄膜，厚约 3 μm ，它与骨螺旋板之间，约成 45°角。此膜向前庭阶的一面，被有普通单层扁平上皮，与外淋巴间隙的间叶上皮相同。向蜗管内腔的一面，被有单层立方或扁平上皮。两层上皮间为薄层固有膜，无血管，有少数色素细胞。

2) 外壁：即前述的螺旋韧带，韧带中央向内突入，形成基底嵴 basilar crest，嵴的上部为外螺旋沟。螺旋韧带由胶质纤维组成，朝向骨面的纤维比较致密，朝向蜗管面的纤维稍疏松，纤维间有成纤维细胞及色素细胞等。它的表面(即蜗管外壁的内面)被有假复层或复层柱状上皮，排列不齐，游离面高低不平，上皮下而的结缔组织中，有丰富的毛细血管，伸入上皮细胞之间。整体观察时，上皮如纹状，故称该处上皮为血管纹。血管纹在靠近基底嵴处，其下

而因有一大血管而形成螺旋凸。血管纹的血管渗出内淋巴。

3) 鼓壁：由膜螺旋板全部和骨螺旋板的边缘部组成。骨螺旋板的部分主要为骨膜膨大特化的突起，称为骨螺旋板缘。

骨螺旋板缘：此缘向蜗管内腔呈峭状突出，但又突然陷下，形成螺旋形凹沟，称内螺旋

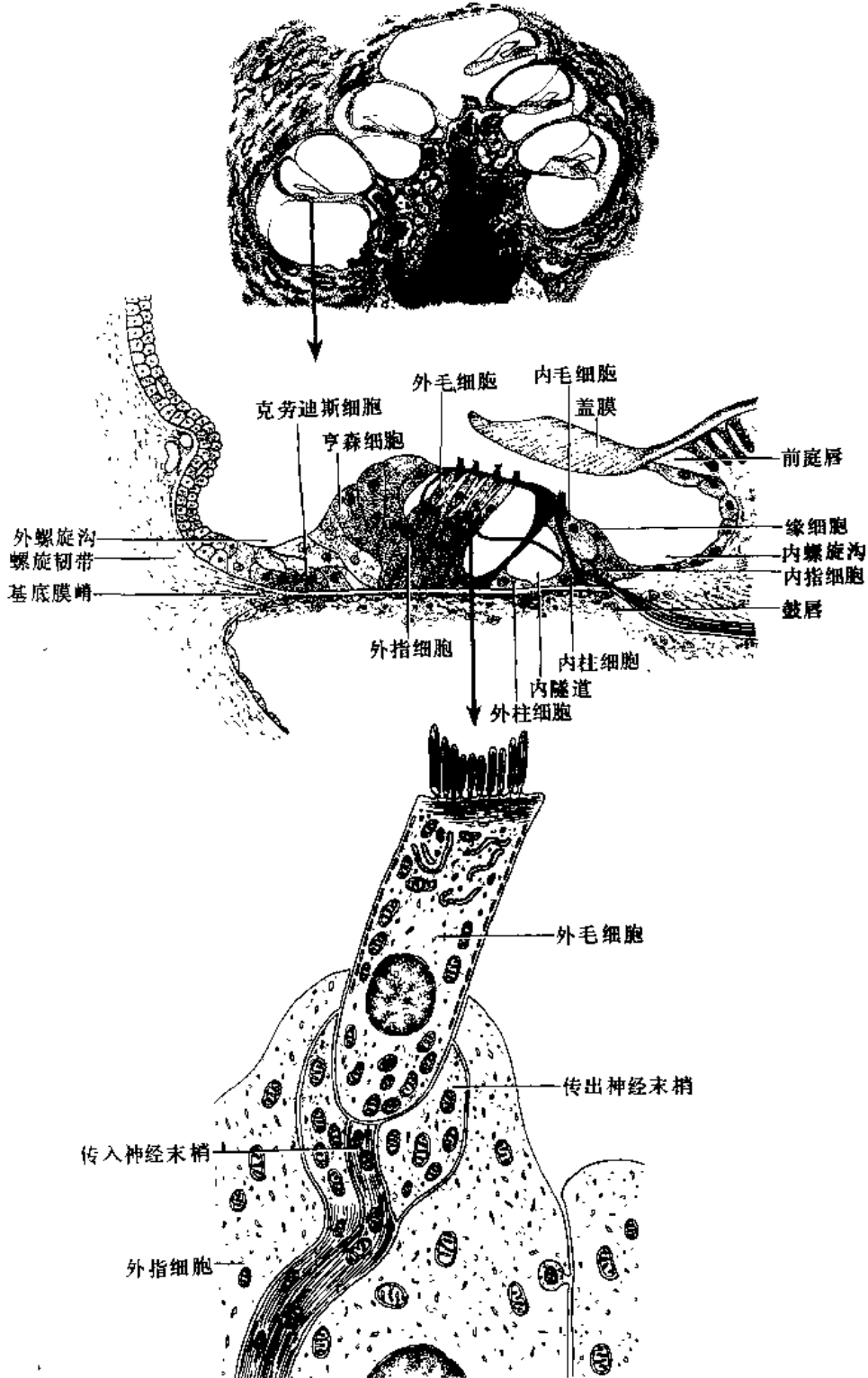


图 6-58 蜗管及螺旋器的结构

1. 蜗管(低倍放大) 2. 螺旋器(高倍放大) 3. 毛细胞(电子显微镜下)

沟。沟表面被有单层立方或扁平上皮。内螺旋沟的上、下缘犹如唇状，称上缘为板缘前庭唇，下缘为板缘鼓唇。前庭唇的细胞表面，形成许多小隆起，并有浅沟分隔排列成行，称为听齿。前庭唇向外伸展形成盖膜。盖膜柔软，富弹性，向外伸到外毛细胞的外侧缘。鼓唇内的骨螺旋板分两层骨板，板间有蜗轴螺旋管，开口于骨螺旋板的游离缘，管内有来自蜗螺旋神经节的有髓神经纤维束，这些纤维离开鼓唇后成为无髓纤维，进入螺旋器的感觉上皮内。

膜螺旋板：由基底膜而成，介于鼓唇和基底膜嵴之间，基底膜的宽度，自蜗底向蜗顶逐渐增加，基底膜内有富于韧性的纤维，与螺旋韧带及骨螺旋板的纤维相连，称为听弦或基底纤维。其性质与胶质纤维或弹性纤维都不相同，在生活状态时，柔软有韧性，能溶于冰醋酸，固定后则变脆。听弦数目在全蜗管内共有 24000 条，于蜗顶处的最长，约 352~430 μm ，近蜗底的听弦较短，约 64~128 μm 。基底膜的鼓阶面，覆盖有内皮细胞，与鼓阶外淋巴间隙的内皮相同。

螺旋器位于内、外螺旋沟之间的基底膜上，是听觉感受器，也是蜗神经的终末装置，它由支柱细胞及毛细胞组成，由内螺旋沟侧起，依次向外有缘细胞、内指细胞、内毛细胞、内柱细胞、外柱细胞、外毛细胞、外指细胞(Deiter)、Hensen 细胞、Claudius 细胞等。蜗神经节(也叫蜗螺旋神经节)细胞的周围突，穿过细胞间隙到毛细胞的基底。上述各类细胞，除毛细胞为感觉细胞外，其他皆为支柱细胞。其中，内、外柱细胞的底保持一定距离位于基底膜上，其上端互相倾斜接触，因此，内、外柱细胞与基底膜之间形成隧道，称螺旋器隧道，隧道横切面呈三角形。

缘细胞：成单行排列，细胞稍呈弓形弯曲，上宽下窄，核居上半部。向内，细胞变矮，移行于内螺旋沟的上皮，其游离面具有较狭窄的小皮缘。

内指细胞：细胞体位于基底膜之上，核居细胞体的膨大部，细胞质内有张力原纤维束，游离面的小皮缘很窄。

内毛细胞：排成单行，外形如瓶状，底部呈圆形，嵌接于内指细胞之上，而不达基底膜。细胞质的上部，含有变形的高尔基体，下部含有色素粒，细胞游离端与柱细胞的头在一个水平面上。每个细胞顶上约有 20 个毛样突，内毛细胞的总数约 3500 个。

内柱细胞和外柱细胞：每个柱细胞都有一个底，一个拉长的体和头所组成。内柱细胞的底宽大，铺在基底膜上，细胞核即居此部，由底部向上，细胞突然变细、拉长而成体，直径约 2~3 μm ，但至细胞顶端时，则又展开面成细胞的头。体与基底膜约成 60°角，头具有一个深凹面。内柱细胞约 6000 个，外柱细胞近 4000 个。外柱细胞较内柱细胞长，与基底膜形成约 40°角。它的头为凸面、与内柱细胞头的凹面相嵌接。内、外柱细胞底之间的距离，从蜗底到蜗顶是逐渐加大的，而与基底膜之间的角度是逐渐减小的。

外毛细胞：构造与内毛细胞相同，有 3~5 列嵌接于外指细胞之上，一般在蜗底为 3 列，蜗顶为 5 列。外毛细胞总数约 12000 个。

外指细胞：它们的底在基底膜上，有 3~5 列细胞，核居细胞中部，细胞上部与外毛细胞相嵌接。

Hensen 细胞：位于外指细胞外侧，有 5~6 列细胞，为斜柱状，核位于细胞的顶部。这些细胞内含脂滴和色素颗粒，向外渐趋低矮与 Claudius 细胞相连。

Claudius 细胞：位于基底膜嵴，细胞上方附着于外螺旋沟表面，直达螺旋凸。细胞呈立方或柱形，胞质清明，核位于中央。

各支柱细胞的游离面，皆有形式不同、相互嵌合的小皮缘，表面观之，犹如网状，故称网状膜。膜上有多数圆形或椭圆形小孔。

螺旋器的神经纤维来自蜗螺旋神经节的周围突，分成二组。一组细而多，离开神经节后呈放射状，直达螺旋器。每一纤维又分成细支，附在1~2个毛细胞的外面，这组称直接听纤维。另一组纤维较粗，数目少，离开神经节时也呈放射状，但离开鼓唇进入螺旋器后，一部纤维在内毛细胞的下方作90°弯转，每一根纤维，可与数个内毛细胞相接触。另一部则穿过内隧道，直达外毛细胞底部，再作90°弯转，其中的每一条纤维，可与数个外毛细胞接触。称此种纤维为螺旋纤维。直接听纤维接受单调声音的刺激，而螺旋纤维则与接受复杂声音刺激有关。

(三) 内、外淋巴与听传导的关系

声波由外耳道经鼓膜及听小骨链而传到内耳的前庭窗，显微镜下观察到鼓膜脐振度的幅度在0.05mm以内。三个听小骨在声波传导中起着杠杆系统的作用，中耳内的听小骨肌起着中耳传音装置反射性调节器的作用。当声波刺激很强时，鼓膜张肌收缩，使鼓膜紧张，而镫骨肌收缩，拉镫骨底离开前庭窗，不使迷路内压过高。

听小骨的机械振动，由镫骨底经前庭窗，传给前庭中的外淋巴，镫骨向前庭方向每一运动，将使一定量的液体，由前庭向前庭阶移动，经前庭膜而使内淋巴压力增高，因而将声波的刺激传给螺旋器，这是主要的。另外，该声波刺激又经蜗孔至鼓阶外淋巴，经基底膜而传给螺旋器，于是通过以上的径路而引起了蜗神经末梢的兴奋。

一般认为，蜗底部适于接受高音调的刺激，蜗顶部适于接受低音调的刺激。因为基底膜在蜗底部最窄而致密，向蜗顶部逐渐增宽，螺旋韧带在蜗底部较厚，这些结构特点所决定的。引起蜗神经末梢的兴奋与声音响度有关，而声音的响度不仅决定于声音的频率，更决定于声音的强度。两个音强相同而音频不同的声音，在响度上也是不相同的。当声音逐步加强达一定程度时，在耳内可发生一种特殊的压力感。当声音继续加强时，这种压力感就转变成痛觉。足以使听觉转变为压力感觉的那种声音强度，可作为声音最高强度阈限，此时感觉的性质就决定于声音的频率。高频的为高音，低频的为低音。在低频时造成上述压力感觉时，声音所具有的振动，可以清楚地被感觉到，如雷声振耳，在个别情况下，甚至感到头昏，这是由于半规管受刺激的原故。

中耳炎症后形成的粘连，或前庭窗处发生的硬化过程，都可使听小骨运动受限制而致听力显著下降，但是在鼓膜穿孔时，很少影响听觉的敏感性，甚至在鼓膜、锤骨、砧骨均缺如的情况下，听力虽然显著下降，仍然保有听觉。原因是声波亦可经弹性较大的第二鼓膜，由蜗窗传给外淋巴而至基底膜的螺旋器。另外，声波还可经骨传导传入内耳。临床上常利用骨传导诊断一些耳病。

(四) 内耳道

内耳道 internal acoustic meatus 为横贯颞骨岩部的短管，一端开口于颅腔，称内耳门 internal acoustic pore。另一端为盲端，称内耳道底 fundus of internal acoustic meatus(图 6-59)。

内耳门朝向内后方，位于岩部后面近中央处，其后缘明显。据研究，国人内耳门以椭圆形居多数，占77%。前后径均值为8mm，上下径均值为5mm。内耳门后缘至岩上沟均值为5.00mm；至岩尖均值为18.00mm；至前庭水管外口均值为11.00mm；至乙状沟前缘均值为23.00mm；至颈动脉管内口内侧缘均值为10.00mm，至弓状隆起均值为15.00mm(孙济治，

1979)。

内耳道各壁长度不同，自内耳门各缘至内耳道底横嵴中点测定：前壁长度均值为 12.00mm；后壁长度均值为 7mm；上壁长度均值为 8mm；下壁长度均值为 10mm。(孙济治, 1979)。

由于内耳道上壁正对颅中窝，近年来采用钻开颞骨鳞部至颅中窝，除去内耳道上壁，可进行早期听神经瘤切除术、内耳道耳硬化病灶清除术等，故内耳道定位及其与邻近结构的解剖关系，有重要的实际意义。岩大神经管裂孔的位置，距内耳道底较近，它是经颞鳞进颅中窝硬膜外作内耳道手术进路必然遇到的天然标志，易于寻认。因此，陆春才等人提出内耳道定位的方法：即岩大神经管裂孔沿岩大神经沟作一条 6mm 的延长线，然后在此延长线的末端作一和该线成 59° 夹角的线，并延长到颞骨岩部上缘，从此线的末端取一段长 10mm 的线。此线即为内耳道的投影线，在此投影线上向两侧磨去

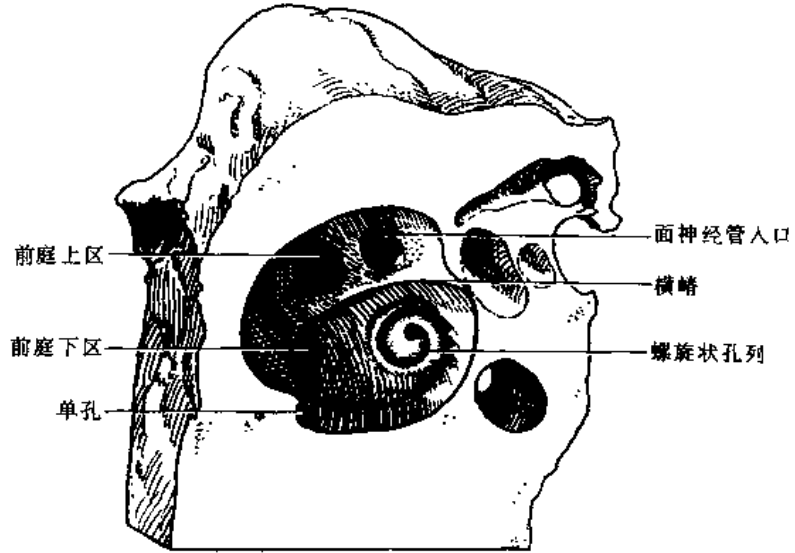


图 6-59 内耳道底

宽为 3mm，长为 10mm 的长方形骨壁，即可暴露内耳道。其准确率达 96%。以此线为标志测得有关数据如下：内耳道投影线与岩大神经沟交点至岩大神经管裂孔的间距均值为 6.01mm；内耳道投影线与岩大神经沟交点至内耳道底投影点(用内耳道底投影器测出)的间距均值为 4.05mm；内耳道投影线与岩大神经沟交点至内耳门前缘中点间距均值为 14.55mm。

内耳道内含有面神经、前庭蜗神经和迷路动脉，有时还有小脑下前动脉，由于关系密切，有时可产生动脉与神经之间相互压迫症状。据杨琳等观察：小脑下前动脉多成祥状，行于前庭蜗神经腹侧者，占 47.31%；行于前庭蜗神经背侧者，占 36.56%；行于面神经和前庭蜗神经之间者，占 16.13%。

内耳道底出一横嵴 transverse crest，分为上、下两区。上区的前内侧部称面神经区 area of facial nerve，有一较大的孔，叫面神经管入口。上区的后外侧部、称前庭上区 superior vestibular area，有一群小孔，前庭上神经节细胞的周围突组成的前庭神经上支经此至椭圆囊斑及前、外二半规管的壶腹嵴。下区的前内侧部，称蜗区 cochlear area，相当蜗轴底，此处有螺旋孔列 foraminous spiral tract，蜗神经节细胞的中枢突自蜗轴纵管，经此孔列而出组成蜗神经。下区的后外侧部，称前庭下区 inferior vestibular area，也有一群小孔。前庭下神经节细胞的周围突组成的前庭神经下支经此至球囊斑。下区的最后部，有一较大的单孔 single foramen，也由前庭下神经节细胞的周围突组成的前庭神经后支经此至后半规管的壶腹嵴。

(五) 内耳的血管、淋巴和神经

1. 血管

(1) 动脉：分布于内耳的动脉，一来自迷路动脉；一来自耳后动脉发出的茎乳动脉。迷

路动脉，为一长的单一分支，可自基底动脉下部发出，但更多的是发自小脑下前动脉，而且常常是发自该动脉袢的最高点。迷路动脉伴随面神经和前庭蜗神经入内耳道，在内耳道底分成前庭动脉和蜗动脉。前庭动脉和蜗动脉的前庭支共同分布于球囊、椭圆囊和半规管。至位觉斑和壶腹嵴的分支，成密网分布，而在其他部分则作疏网分布。蜗动脉又发出12~14小支，进入蜗轴，形成大小不等的血管球，叫耳蜗动脉丝球 arterial glomeruli of cochlea，小的丝球在骨螺旋板起始部的上方，分布于前庭阶的壁上，而大的丝球则分布在骨螺旋板、膜螺旋板及鼓阶的壁上。来自茎乳动脉的小支，经蜗窗入耳蜗。

(2) 静脉：前庭和半规管的静脉，伴随同名动脉，并且接受来自蜗轴底的蜗静脉而组成迷路静脉，注入岩上窦的后部或横窦。从耳蜗第一回转过来的小静脉，穿蜗水管下行注入颈内静脉。还有经前庭水管的静脉，注入于岩下窦。

2. 淋巴 目前尚未能证明内耳存有固有的淋巴管。关于内耳内、外淋巴的生成、循环和吸收等问题，当前倾向认为外淋巴可能起源于外淋巴腔中结缔组织内的毛细血管网，其成分类似脑脊液，最后经蜗水管进入蛛网膜下腔，还可经蜗窗，向中耳的淋巴管引流。内淋巴的生成，过去认为是由蜗管外壁血管纹分泌而来，近来则认为是外淋巴的滤过液。这是由于内淋巴腔位于外淋巴液中，而内淋巴腔中的内淋巴，其所含电解质分子大小、浓度，都受内淋巴腔中上皮的泵系统，特别血管纹内的钠-钾泵的调节之故。内淋巴中的大分子物质，则朝着内淋巴囊的方向流动，经内淋巴囊进入其周围的静脉丛。内淋巴囊对内淋巴具有吸收、吞噬和解毒的功能。

3. 神经 内耳的神经为前庭蜗神经，即前庭神经和蜗神经。蜗神经是由蜗神经节双极神经元的中枢突，在蜗轴纵管中聚成蜗根穿经内耳道底的螺旋孔列进入内耳道而成。在内耳道中自上而下为面神经、前庭神经、蜗神经。蜗神经出内耳门后，在脑桥小脑角处，中间神经的外下方入脑干。人类的蜗神经约含32000条有髓纤维，其中90%~95%分布至内毛细胞，仅有5%~10%至外毛细胞。前庭神经是由位于内耳道底附近的前庭上、下神经节双极神经元的中枢突所组成，约含19000条纤维，主要是粗的有髓纤维，有人认为粗纤维主要来自壶腹嵴顶部。前庭神经与蜗神经一起在面神经背外侧，经脑桥小脑角入脑干。

第二节 前庭蜗器的个体发生

耳始基在胚胎第3周末4周初，与眼同时发生于体节时期，外耳绕第一腮沟处发生(图6-60)。

一、外耳的发生

外耳为第一腮沟和第一及第二腮弓的演化物。它的表皮起源于外胚层，其深层的结缔组织和软骨等起源于中胚层，腮沟本身则演发成外耳道。第一腮沟在第2个月末，深陷而成漏斗状窝，形成外耳道的软骨部，自窝底而长出一细胞板，至第7个月细胞板分裂，又形成外耳道的骨部。至初生时，就有脱落的细胞栓塞于外耳道的腔中(图6-61)。

在胚胎第6周时，环绕第一腮沟的第一腮弓与第二腮弓组织，发育形成6个圆突的隆起，称为耳壳结节，3个在第一腮弓，3个在第二腮弓。这些结节经过发育、联合即形成耳廓的始基。来自第一腮弓的耳壳结节形成耳廓的前1/3，来自第二腮弓的耳壳结节形成耳廓的后2/3。胎长15mm时，已出现耳廓的雏形。

在发育完整的耳廓上，具体标定由六个结节发育来的耳廓各部，对耳穴的定位、耳穴特异性的研究和对耳穴本质的认识，都有重要意义。根据耳壳外形调查资料，结合耳壳的神经解剖和少数神经科病例的临床观察，经过分析研究，作出如下分区，以供参考(图 6-62)。

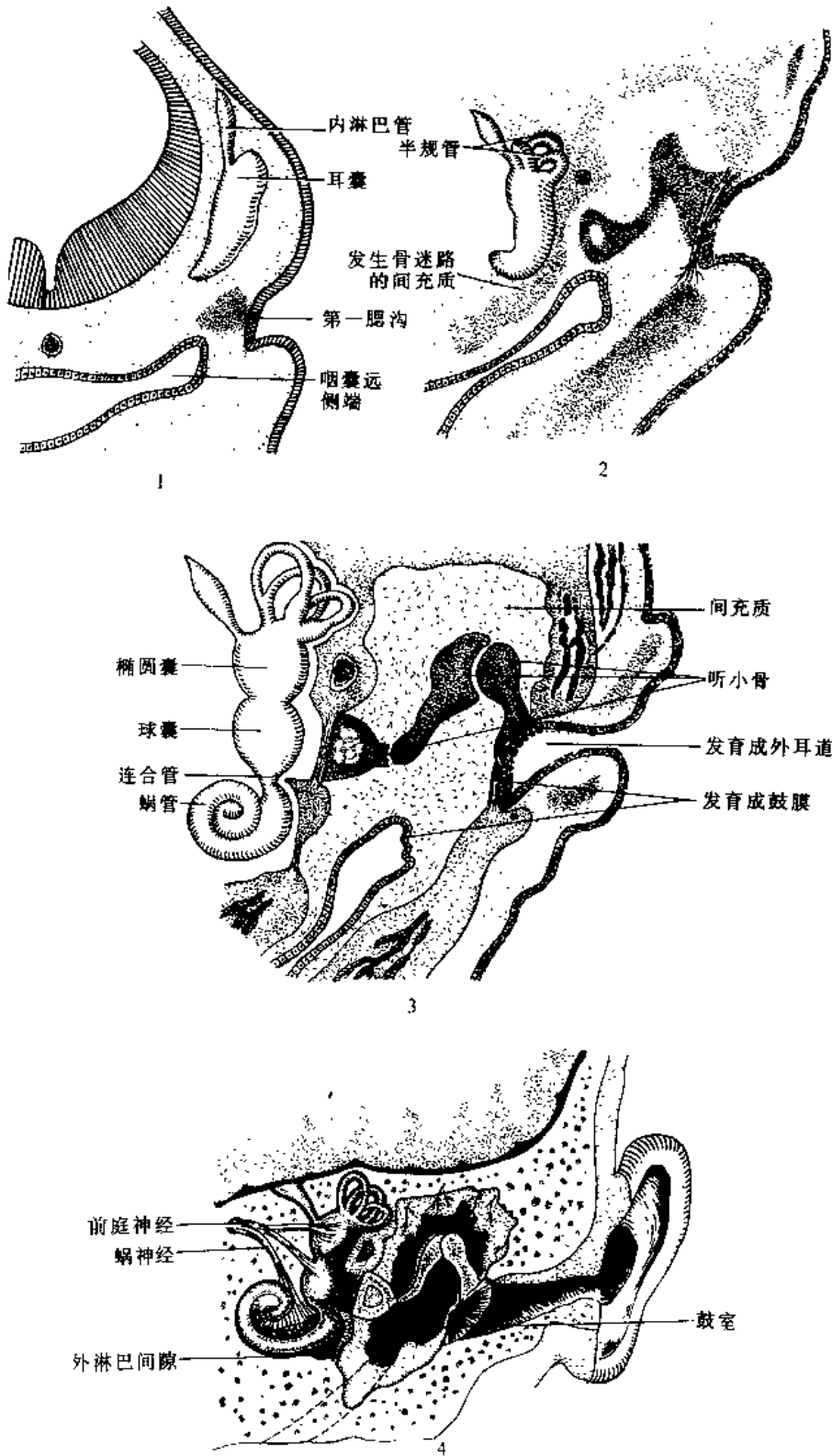


图 6-60 人胚内、中、外耳的发生

1. 5周; 2. 7周; 3. 3月; 4. 足月胎儿

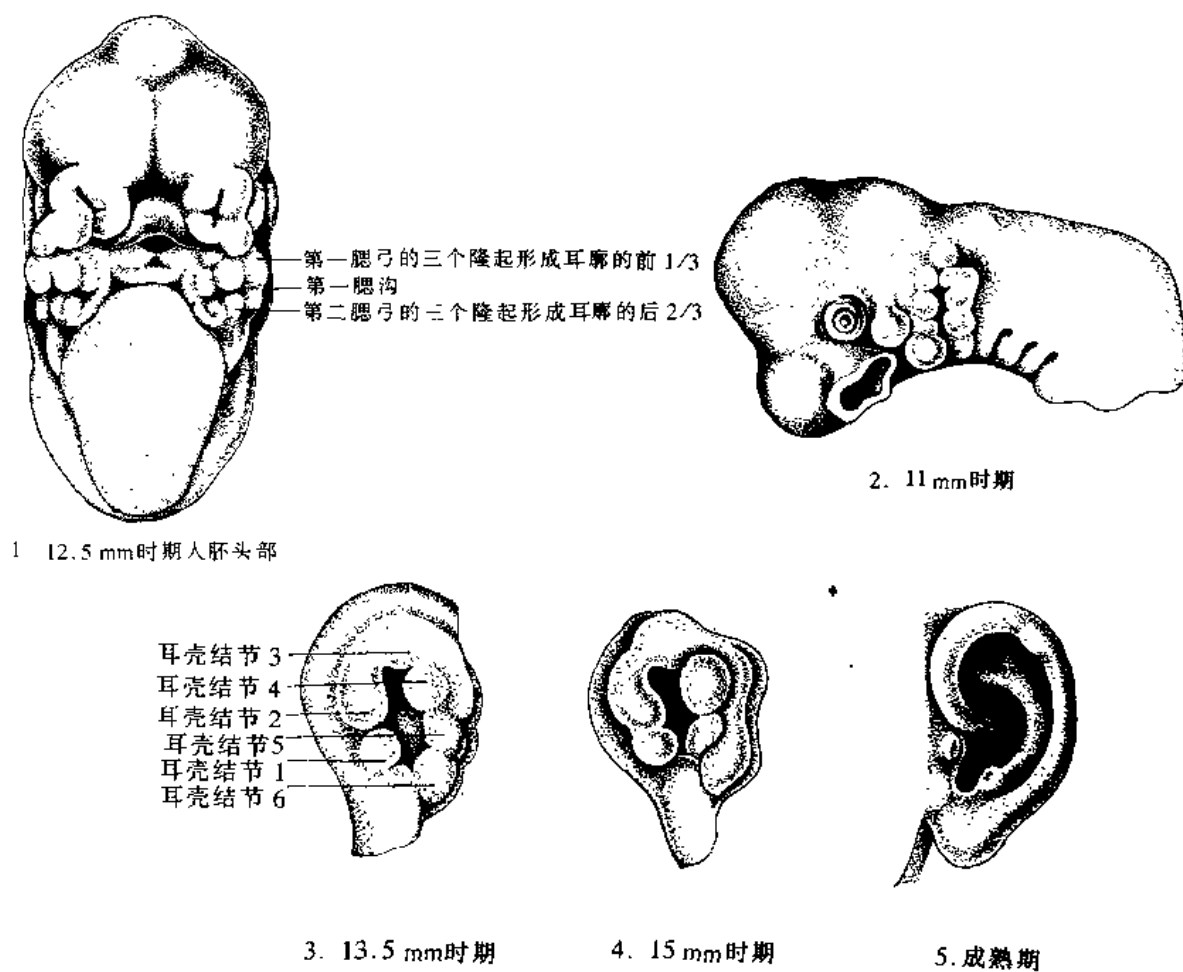


图 6-61 人胚耳廓的发生

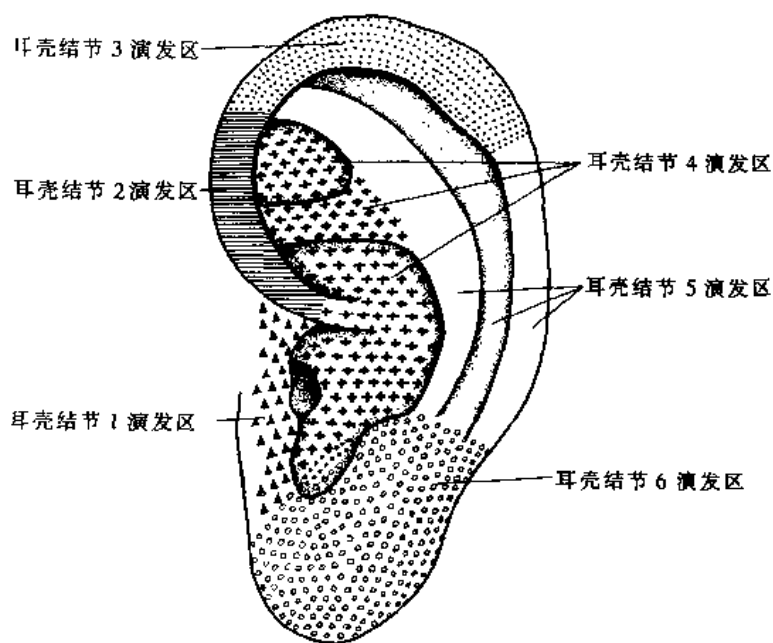


图 6-62 耳廓发育分区图

1. 耳屏来自耳壳结节 1。
2. 耳轮前半部来源于耳壳结节 2、3、耳壳结节 2、3 的分界线大致与对耳轮上脚同一水平的耳轮部。
3. 三角窝、对耳轮下脚、耳甲艇和耳甲腔的大部分来自耳壳结节 4。
4. 其他部分则来自耳壳结节 5、6，耳壳结节 5、6 的分界线，与对耳屏同一水平。

二、中耳的发生

鼓室与咽鼓管里面覆盖的粘膜上皮，起源于内胚层。咽囊在胚胎达 3mm 时出现，并迅速向两侧伸展，咽囊远侧端与内陷的第一腮沟相对，二者中间夹以薄层的间充质而共同形成鼓膜。至第 2 个月末，咽囊近侧端形成细长的咽鼓管，远侧端膨大成为鼓室。鼓室周围的第一及第二对腮弓内的中胚层，分化成结缔组织及听小骨。其中锤骨、砧骨由第一腮弓背侧端的间充质演变而成；镫骨由第二腮弓背侧端的间充质演变而成。

胚胎早期，鼓室很狭小，至胚胎末期，由于听小骨周围的结缔组织被吸收，于是鼓室逐渐扩大。鼓室的上皮和其薄层结缔组织膜包围于听小骨外而，极似肠系膜包围肠的情况，故确切地说，听小骨是位于鼓室腔隙外而的结构。出生时鼓室内仍有一些没有吸收的胚胎性结缔组织残余，经数月而吸收，听小骨才能充分自由振动，而将声波引起的鼓膜振动传到镫骨附着的前庭窗。

三、内耳的发生

(一) 膜迷路的发生

膜迷路始基是最早出现的耳结构部分。早在胚胎第 3 周，在头部两侧的表皮外胚层，各开始出现一轮廓不清的增厚区，称耳板。耳板逐渐内陷成耳窝，至胚胎第 4 周，24 体节时，耳窝更加凹陷，形成泡状的耳囊。至第 4 周末，耳囊脱离表皮外胚层，而陷入深部的间叶组织中。球形的耳囊，继续向腹、背侧扩大，分化出膨大的背侧部和较细的腹侧部，并在背侧部引出一细管状结构，称内淋巴管。管的末端扩大而成内淋巴囊。背侧部是膜迷路的球囊、椭圆囊、膜半规管的始基，腹侧部是膜迷路蜗管的始基。

第 6 周末，耳囊背侧部发展出现 3 个明显的半月形凸，每个凸的中央部分的组织逐渐变薄，最后吸收消失，而成半环形管即膜半规管。每个膜半规管的平面，与其他两管的平面约成直角。膜半规管形成时，耳囊背侧部的腹侧部分又进一步分化，而形成背侧的椭圆囊和腹侧的球囊。

耳囊腹侧部在第六周，胚胎 11~13mm 时，迅速伸长，远侧端并向前弯曲，第 7~8 周时，弯曲端成为两圈到两圈半的螺旋形蜗管。在分化过程中，蜗管与耳囊背侧部相连的原来广阔的部分，逐渐变窄，成为细小的连合管，借此球囊与蜗管相通连。椭圆囊、球囊各有小管通内淋巴管。

膜迷路实际上似一个形状复杂、粗细不等的膜质盲管，内衬以耳囊上皮。当胚胎第 5 周时，耳囊前方接近第 7 对与第 8 对脑神经节，后来第 7 对脑神经节逐渐移开，第 8 对脑神经节则逐渐分化成前庭神经节和蜗神经节。此二神经节，系双极神经元胞体所组成。中枢突伸向脑，周围突则入耳囊上皮中。耳囊上皮原为单层细胞，当该神经纤维伸入后，其相应的区域则增殖肥厚，分化为内耳的特殊上皮。

膜半规管的两端，均与椭圆囊相通，其中一端膨大形成壶腹，壶腹内的上皮即分化成壶腹嵴。球囊、椭圆囊内发育的特化上皮，即位觉斑。蜗神经节的周围突，随着蜗管的生长，沿蜗管全长呈扇形分布，并伸入蜗管内上皮的特化的区域。此特化的上皮，即螺旋器。

螺旋器的分化过程，是在胚胎第3个月时，蜗管下壁的上皮局部增厚，增厚的上皮覆盖有纤维性和胶质的特殊结构，即盖膜。胚胎第3个月到第5个月，螺旋器的分化随蜗管的扩大而更为显著，它的外侧部分分化成3~4列外毛细胞。内侧部分出现一系列较大的神经上皮细胞，即内毛细胞。胚胎第6个月时，盖膜附着线附近的一些细胞退化，又有一些细胞重新排列，于是螺旋器内侧缘上的沟加深，形成了内螺旋沟。同时在内、外毛细胞之间和外毛细胞外侧缘，各留下一个空隙，即为内、外隧道。与内隧道相邻的细胞发出原纤维，成为支柱成分，即柱细胞。8个月时，外螺旋沟形成。听齿和齿间细胞进一步分化，前庭阶、鼓阶上皮形成，螺旋器发育完善。

(二) 骨迷路和外淋巴隙的发生

胚胎第3个月初，当膜迷路外形建立时，其周围的间充质形成软骨。此软骨与膜迷路间有一些空隙，空隙内充满疏松的间充质细胞。附着于软骨的间充质细胞构成软骨膜，附着于膜迷路上皮的间充质细胞构成膜迷路的结缔组织层。后来膜迷路结缔组织层与软骨膜之间，有纤细的结缔组织索发生，将膜迷路悬挂在软骨迷路内。这个含有纤细结缔组织索的空隙，即外淋巴隙，隙内充满着与脑脊液成分类似的外淋巴。在胚胎第5个月时，由间充质形成的软骨，又经骨化形成硬骨，遂成骨迷路。其中蜗轴则直接自中胚层化骨而成。

内耳道为颞骨岩部所形成，起源于中胚层的间叶组织。

四、耳的畸形

一般常见的有先天性耳聋，这是由于与神经联系有缺损，或由于神经上皮感受器发育不全，或由于听小骨及膜迷路发育不正常，或由于外耳道不发育所致。也有因初生后听小骨周围的胚胎性结缔组织不完全吸收，以致引起中耳感染，形成疤痕组织，使听小骨的活动受影响而导致的。此外，还可见到耳廓各部未完全并合，或停滞于胚胎期状态。较少见的是联合耳的畸形，即两耳相连，位于靠近正中线的颈上部，同时常无下颌存在。较常见的有耳瘻孔，一般认为是在胚胎发育过程中，由于各生发中心愈合不全所致，瘻孔最多见的部位，是耳轮前面与颜面皮肤交界处，此处恰是耳壳结节1、2之间的部分。耳廓赘疣，也是一种比较常见的异常，常有家族史，它是额外发生的耳壳结节，常常出现于耳的前方，单侧者比双侧者多见。赘生物由皮肤构成，但也可能含有软骨。外耳道闭锁，它是由于外耳道栓，没演化为中空的管；多数病例伴有第一、二腮弓发育异常。外耳也往往严重被波及，有时还会有中耳、内耳的畸形发生。这种畸形通常是常染色体的显性遗传，但也可由环境因素引起。此外，还有先天性发育异常的，如耳轮脚直达对耳轮者；无对耳轮下脚者；耳甲艇被分隔成两块者等。总之耳廓的微小变异，可存在其他严重畸形，如肾脏畸形、肢体畸形等。

(韩亚男)

第四十五章 嗅 器

鼻腔是呼吸器官，又是嗅觉器官 olfactory organ，鼻腔内壁衬有粘膜，根据功能和组织结构的不同，可区分为呼吸部和嗅部。嗅部又称鼻粘膜嗅区 olfactory region of nasal mucous membrane，它是鼻腔顶部外胚层上皮特化而来。嗅粘膜位于鼻腔上部，即平上鼻甲以上，包括鼻中隔上部的粘膜。其面积约为 $5\sim 10\text{cm}^2$ 。嗅粘膜在活体上呈浅黄色，呼吸部呈粉红色。二部粘膜交错移行，嗅粘膜较呼吸部粘膜为厚，哺乳类的嗅粘膜上皮较呼吸部粘膜上皮约厚二倍以上。

人类嗅粘膜，在 1 岁以前，分化不完全。在 $10\sim 30$ 岁年龄期，可见清晰的组织学结构，如嗅细胞树突的扣状体(也叫嗅小泡或嗅小结)；有较强分泌特征的嗅腺 olfactory glands；可以清楚的区分出通过雪旺膜的嗅神经纤维等。但自 30 岁以后，特别至 $50\sim 60$ 岁时期，嗅粘膜出现进行性萎缩性的变化，嗅上皮的细胞数目减少，呼吸部上皮伴随它的粘液腺，随年龄增长而明显扩大，以致将嗅粘膜分成许多小岛。这种现象，有人解释是由于鼻腔具有频繁的炎症而导致的。总之，嗅粘膜在不同的年龄时期，是有一定变化的。

嗅粘膜由嗅上皮和固有膜两部分组成，嗅上皮为假复层柱状上皮，厚约 $60\mu\text{m}$ ，基膜不明显。上皮由三种细胞组成，即嗅细胞、支持细胞和基底细胞(图 6-63)。

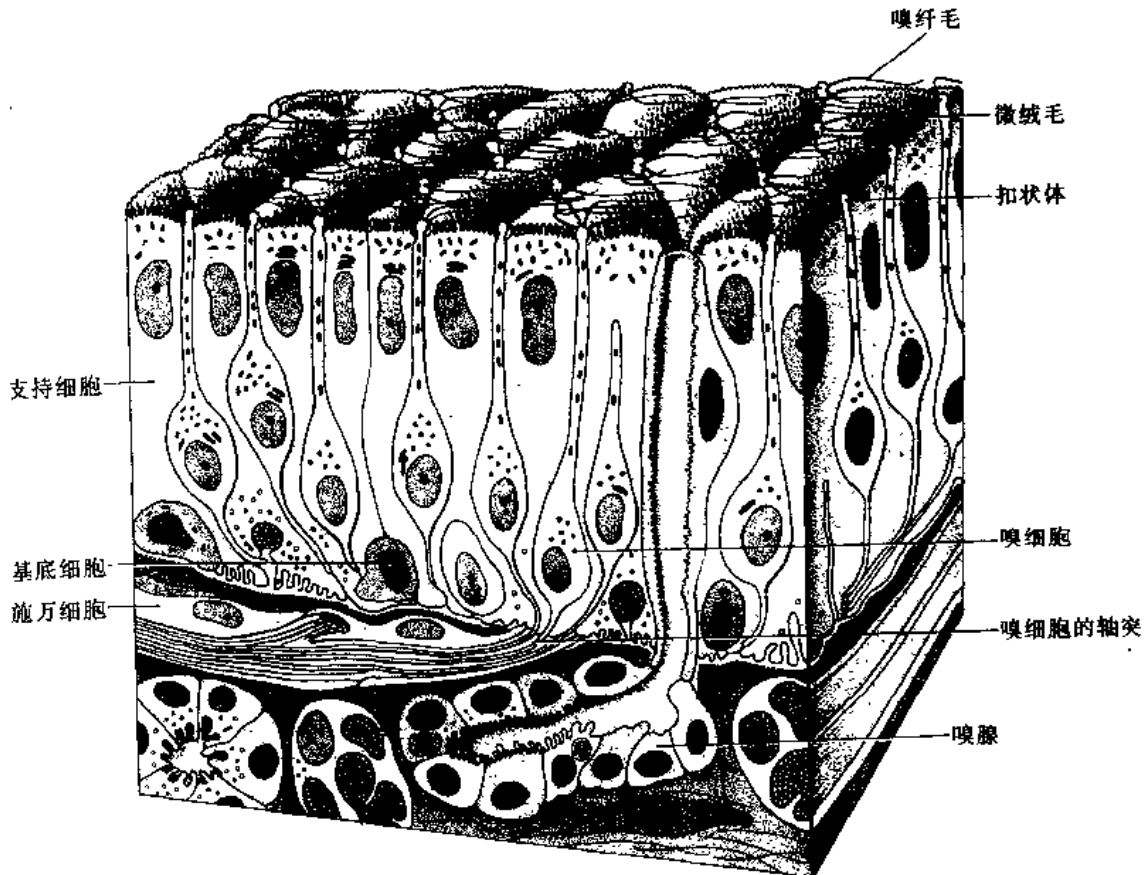


图 6-63 嗅粘膜模式图

嗅细胞 olfactory cells: 分布于支持细胞之间, 为双极神经元, 垂直位于嗅上皮内, 细胞体约占嗅上皮近嗅粘膜游离面的 2/3, 细胞质内含有明显的神经原纤维网, 核为圆形或卵圆形, 有 2~3 个大的核仁, 核染色较浅, 可组成位置高低不一的核带, 在支持细胞组成的核带下方, 核存在处, 细胞质较多。

嗅细胞体向粘膜深部发一无髓的轴突, 较细, 直径仅 0.1~0.5 μm , 是神经纤维中最细者, 与其他嗅细胞所发出的轴突组成小束。小束在支持细胞和基底细胞之间, 穿过基膜, 在固有膜内集中, 包以雪旺膜面成嗅丝, 即嗅神经。

嗅细胞体向嗅粘膜游离面发出树突, 是单一的, 细长不分支, 粗约 1 μm , 夹于支持细胞之间, 末端膨大呈球形, 突出于上皮表面之上, 具有嗜银性, 称为扣状体。扣状体的圆形顶端有 2~6 根嗅纤毛, 嗅纤毛的根部, 皆可见基础小粒。嗅纤毛也与其他能动的没有感受的纤维一样, 电子显微镜下也有 9 对加二条的微丝。在树突较深部有许多线粒体、平滑内质网、核蛋白粒等, 表明具有较高的新陈代谢机能。

支持细胞 supporting cells: 呈不规则的柱状, 分隔并部分包绕嗅细胞, 细胞浆染色浅, 嗜酸性, 常常发现有粘液性分泌颗粒。核呈长方形, 含有丰富的染色质, 并且有 1~2 个核仁。许多支持细胞的核, 位置几乎在同一平面上, 排列成一核带。细胞深部较细, 末端有分支, 直达基膜, 细胞浅部则较宽大, 可见明显的高尔基体和溶酶体, 游离面上可见多数长而不规的微绒毛, 与嗅纤毛形成一个复杂的网状物。

基底细胞 basal cell: 形状不规则或呈多角形, 位于基膜之上, 不达游离面, 呈单层排列, 细胞质不含色素粒, 核着色较深。它是分化程度低, 但具有分裂能力的细胞, 它可以分化成为支持细胞和嗅细胞。

嗅粘膜的固有膜与骨膜相连, 是富有弹性纤维的结缔组织, 除嗅丝外, 还有三叉神经传入纤维, 也有很丰富的上皮下毛细血管和淋巴管, 据报道毛细血管是属于无孔型的。此外, 可见嗅腺。嗅腺为小型的分支管泡状腺, 腺细胞为浆液型, 分泌物呈黄色, 导管甚短, 成于单层立方或扁平细胞, 穿过嗅上皮, 开口于粘膜表面。应用组织化学方法观察, 可见腺上皮内富有酸性磷酸酶、单脂酶及脂肪酶等。嗅腺分泌物在嗅粘膜表面成一薄层, 不仅能湿润嗅粘膜, 而由于其覆盖在支持细胞的微绒毛和嗅纤毛上, 对此一般认为气体物质首先溶解在此薄层液体中, 然后与嗅纤毛和扣状体接触, 从而引起嗅细胞的兴奋, 神经冲动沿嗅丝向嗅脑传递而产生嗅觉。当切断嗅神经后, 可见嗅细胞发生溃变现象。如将有气味的物质加在嗅粘膜表面, 可以沿嗅神经测出动作电位。但是对于不同的气味物质, 如何引起嗅细胞兴奋而产生不同的嗅觉呢? 近来有人研究, 认为是一些嗅觉基因导致的。带有这些基因的蛋白质、分布在嗅细胞表面, 称为气味感受体, 当它接触到空气中的气味分子时, 就向大脑发出信号, 从而辨别气味。

气味是个无声的语言, 它能影响生物的行为, 这是一般认可的。如狗以嗅觉能追踪案犯。已经证实初生几天的婴儿能辨认母亲的气味。医生常根据气味来诊断疾病, 如病人的呼气中有丙酮那种特别的甜味, 这可能是个糖尿病患者, 如有带氨的气味, 患者的肾大概有问题。很明显我们是能重新拾起这古老的嗅觉加以利用的。因为人类不断发出和收到无数的只有嗅粘膜可以分辨, 脑可以分析的化学信息。在我们生活中弥漫着的气味, 肯定对我们有影响, 足以改变我们的行为。这些气味对我们都可以提供意想不到的新认识、新见解。

(韩亚男)

第四十六章 味 器

味器 gustatory organ: 在种系发生时, 即与动物的口孔同时存在。因而在其发展过程中, 逐渐具备了检查食物性质的功能。发展到哺乳动物, 由口、咽上皮分化来的能感受味觉的神经丘细胞, 即味蕾的始基。在人类, 胚胎 7 周时有舌乳头发发生, 其后不久味蕾即开始萌芽。在人胚第 12 周时, 味蕾占据舌乳头整个上皮的厚度, 在其顶部可见味孔与口腔相通。人胚第 14 周时, 味蕾的形状已与成人者近似, 细胞顶端有味毛并伸入味孔。人胚 16~19 周时, 可区分出几种类型的味蕾细胞。至人胚第 32 周, 已出现少量形态上成熟的味蕾, 以后随胎龄的增长而逐渐增多。

味蕾 taste bud: 即味器。是上皮分化形成的特殊结构, 主要分布在舌的轮廓乳头和叶状乳头上, 在咽、软腭、会厌及菌状乳头上分布较少。舌的最后部和会厌, 味蕾出现的较晚。舌背中部无味蕾分布。味蕾在儿童分布区域较为广泛, 在成人约有半数, 味蕾在轮廓乳头的上皮内, 至老年味蕾的数目则减少。人的轮廓乳头在舌根与舌体交界处的后方, 紧贴盲孔的前方。呈“Y”和“V”字形排列居多数, 占 76.82%。国人轮廓乳头的数目, 最多 9 个, 最少 2 个, 一般是 6~7 个。轮廓乳头的乳头数, 每个轮廓中仅有一个乳头者, 占 88.17%; 2~4 个乳头者, 占 11.83%, 2~4 个乳头者, 以 2 个乳头居多数, 占 82.53%。每个完全成熟的轮廓乳头, 大约含有 250 个味蕾, 但随年龄增长而下降。

味蕾是位于复层扁平上皮内的卵圆形小体。高约 $80\mu\text{m}$, 宽约 $40\mu\text{m}$ 。其长轴与上皮表面垂直, 且几与上皮等厚。每个味蕾的底部与基膜相连, 其顶部以味孔 gustatory pore 开口于上皮的表面。味孔分内味孔和外味孔, 两味孔间为一管道。内味孔通一小腔, 称味小窝 gustatory fossette。

味蕾由二类上皮细胞构成, 一为感觉性上皮细胞; 一为支持性上皮细胞。前者称味细胞, 后者称支持细胞。味细胞可区分为二种, 支持细胞可区分为三种(图 6-64)。

味细胞多位于味蕾中央, 外形细长, 呈梭状, 细胞质染色浅。核呈柱状, 着色较深, 细胞的游离端呈毛状突起, 为微绒毛, 称味毛, 位于味小窝内。细胞下端, 紧贴基膜。每个味蕾的基底, 有基底孔, 被一组传入的味神经纤维所穿过。味神经的分支, 呈螺旋状环绕味蕾内的味细胞, 于味细胞表面的不同点上, 成突触接触型式, 这种型式是非对称的, 浓密不等的。突触前的味细胞内, 可见清楚地突触小泡。两种味细胞, 以味细胞胞浆内, 有无浓密核心的小囊为区别。

支持细胞: 亦呈梭形, 与味细胞并列, 形体较大, 染色较淡, 核圆形或椭圆形。三种支持细胞, 其位置、形态和功能皆有不同。一种为整个味蕾形成一个周围鞘, 与环绕味蕾周围的上皮分开。另一种可能是一种胚基细胞, 它以有丝分裂的形式, 产生其他类型的新生细胞。第三种支持细胞, 是一种真正的支持细胞, 介于味细胞之间。

味觉通常可以分成酸、咸、苦、甜四类。这几种味觉感受器, 虽然在形态上非常近似, 但在功能上却可以按照四种基本的刺激类型区分开。以可卡因涂抹舌表面时, 首先失去苦味的感觉, 然后依次失去甜觉、咸觉和酸觉。四种类型在舌表面的分布区也有不同, 酸觉集中在

舌缘，咸觉在舌缘及舌尖，苦觉在舌根部，而甜觉在舌尖部。

口腔粘膜不同部位的味觉，可经不同的脑神经传入。舌后 1/3 的味觉可经舌咽神经传入。

舌前 2/3 的味觉，可经鼓索沿面神经传入。咽、会厌及舌后的一部分味觉，则由迷走神经传入。

溶于唾液中的物质，经味孔进入味小窝，在此，味细胞的微绒毛接受刺激。味觉传入神经纤维是面神经的膝神经节和舌咽、迷走神经的下神经节内的假单极神经元的周围突，神经元的中枢突组成孤束。味细胞接受刺激兴奋后转为神经冲动沿周围突经孤束，于孤束核换神经元，发出二级纤维，经脑干内侧丘系背内侧部，到背侧丘脑腹后内侧核，于此换元后，发三级纤维，到大脑皮质中央后面的最下部，相当于岛髓的部分，即味觉的高级皮质中枢，从而产生味觉。

不同的有味物质，如何引起有关味细胞的兴奋而产生不同的味觉呢？有一种假说认为在味细胞表面，存在着味受体，它与有味物质在味细胞表面结合发出味觉信息导致的。我们倾向这种说法。人体基本

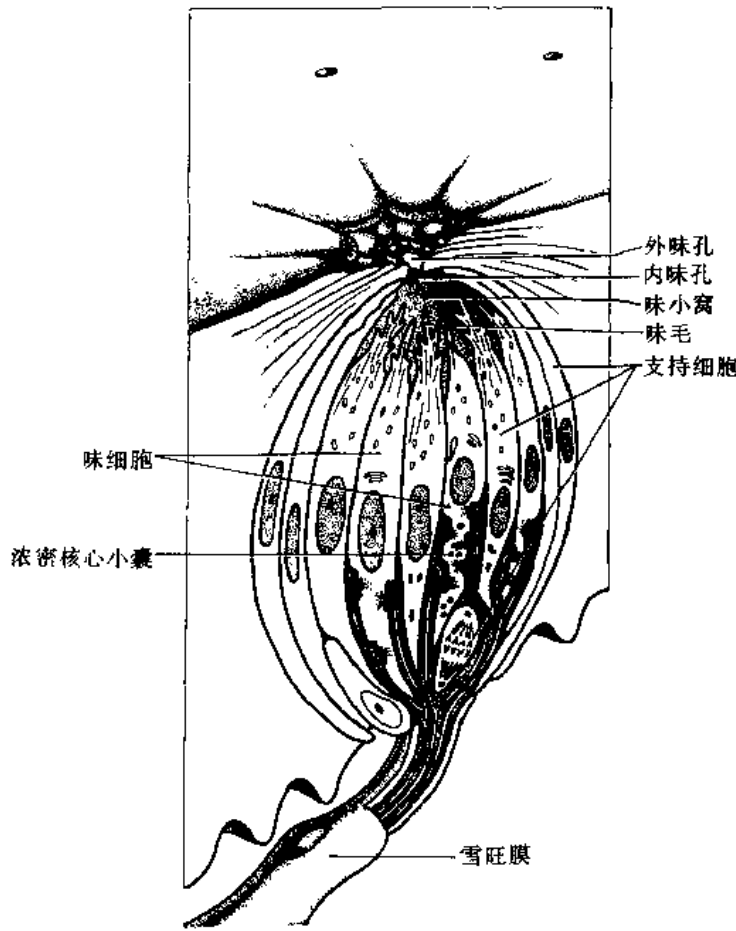


图 6-64 味蕾模式图

味受体，虽然只有四种，但味细胞传入中枢的信息，至少可以有两种以上基本味组合的效应产生，故可以有多种味觉产生。

(韩亚男)

第四十七章 皮 肤

皮肤 skin: 覆盖身体表面, 亦称体被 common integument, 约占人体体重的 16%。其面积成人平均为 1.6m² 左右, 直接与外界接触, 具有丰富的感觉神经纤维和多种感受器, 可接受冷、温、痛、触、和压的各种刺激。皮肤在消化、呼吸、泌尿生殖管道的开口处与粘膜相连续。皮肤也覆盖外耳道和鼓膜的外面。在眼睑边缘与结膜相连, 并在泪点处与泪小管的上皮相连续。皮肤借皮下组织(即浅筋膜)与深部相连。

皮肤分为上皮性的表皮和结缔组织性的真皮两部分, 从表皮衍生来的附属器官有毛发、指(趾)甲、皮脂腺、汗腺等结构。毛发和甲是表皮角质化的特殊形式, 皮脂腺和汗腺是分布在真皮内的腺体, 皮肤内广泛地分布着脉管和神经。

皮肤厚度在全身各部不等, 一般在 0.5~4mm 之间, 背部比腹部厚, 四肢的伸侧比屈侧面厚, 胸部皮肤自正中线向两侧渐薄, 全身皮肤自上向下渐薄, 女性皮肤比男性薄, 小儿比成人薄。全身皮肤最薄处为眼睑、口唇、阴茎头等处。全身皮肤最厚的地方为背部正中线处, 其均值为 3.6mm, 其他较厚的部位为手掌和足底, 其均值分别为 2.0mm 和 2.2mm。

对皮肤面积的测定, 据吴晋宝等人研究, 求出了全手掌侧投影面积占身体表面积的 0.93%。所以, 临床习惯上测烧伤面积, 是把并拢手指后的手掌侧面积定为 1%, 是较为合理的。

皮肤的颜色, 有种族差异, 也有个体深浅差异, 这主要决定于其内黑色素和胡萝卜素的含量、表皮的厚薄程度以及真皮内血液供给的情况。黑色素存在于表皮和真皮细胞中。胡萝卜素存在于表皮角化层和皮下组织中, 可使皮肤呈黄色, 血管内的氧合血红蛋白, 则使皮肤呈红色, 但在不同病理生理状态下, 也显色不同, 如缺氧的患者, 则呈紫蓝色。

人体皮肤表面有纹理, 个体与个体之间的纹理皆不相同。尤其是手掌和足底的皮肤, 更具有其特异性。如借新生儿足纹以辨归属, 借指纹追踪案犯等。手纹、足纹在胚胎第 3~4 个月时即已出现, 随个体发育而变大, 但形状格式不变。近代对皮纹学的研究, 较为广泛而深入, 对指纹、手纹、足纹、唇纹等进行大量的观测分型。认为它的形状格式与种族、与血型、与遗传性的疾病以及亲子遗传因素等有关。甚至某地区长期微量元素摄入异常, 都可产生对皮纹的影响。如席刚明等人对长期居住在严重缺碘与高氟的环境中的患者进行了手纹学的调查, 结果表明长期严重缺碘或高氟环境, 对皮纹及遗传性状确有影响, 且两种情况间的交互作用是产生这种变化的一个重要因素。再如孙潮等人对精神分裂患者的皮纹进行分析及其与一级亲属关系, 结果精神分裂症患者的手纹“i”点稍高, 离腕横纹较正常人为远。

正常人指(趾)纹, 虽各体之间各有特点, 但所有的指(趾)纹, 都可归属于四种类型: 即旋(涡)型、祥(带)型、混合型和拱型(图 6-65)。

幼儿的皮肤一般没有皱纹。年龄渐长后, 在面部、阴囊处以及肛门周围, 由于肌肉直接牵拉皮肤, 而形成永久性的皱纹。在老年人由于皮下组织失去弹性和脂肪组织含量减少, 因此, 皮肤显得松弛而折成许多皱纹。人体皮肤表面的皱纹, 具有一种特殊的类型, 即所谓的 Langers 线。这些线在每个人体上大致相似, 但不完全一致, 它标明皮肤弹性张力的方向。

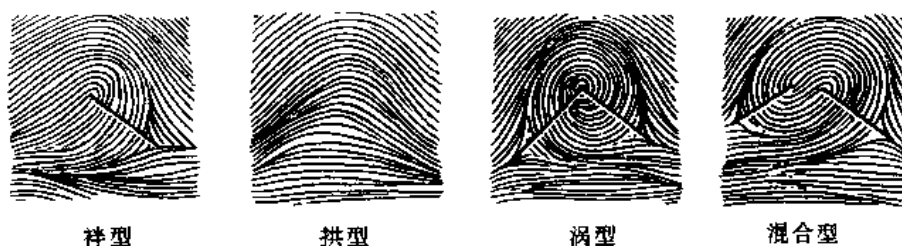


图 6-65 指纹的分型

第一节 皮肤的构造

皮肤由表皮和真皮组成，表皮起源于外胚层，是皮肤表层的上皮细胞，真皮起源于中胚层，是一层致密的结缔组织。表皮和真皮之间以凸凹或嵴沟彼此相嵌合而牢固结合。表皮和真皮，虽为一整体，但二者有其生理特殊性。表皮对于外界机械性损伤、干燥和微生物的侵袭起着保护作用，尤其是表皮的角化层能防止水份和化学物质侵入体内。皮肤表层细胞在外界的物理或化学的因素影响下，以及随着生理性的更新，经常出现死亡、脱落或受到损伤。但表皮具有很大的再生修复能力，通过细胞分裂，可不断地补充体表脱落的细胞。表皮还能演发成毛发、甲、汗腺和皮脂腺。真皮内因混有大量胶原纤维和弹性纤维，故皮肤有很大的弹性，并有防止感染，修复深部创伤的再生能力。皮肤的血管全部分布在真皮内，而表皮的营养和物质代谢，由于基膜通透性很强，则依靠真皮浅层毛细血管网来吸取营养物质。

真皮深面为浅筋膜的脂肪层，是储存能量的地方，由于它是热的不良导体，所以能限制外界的辐射热进入体内，同时又防止体内的热量过多发散。

一、表 皮

表皮 epidermis 的表面可见许多沟和嵴，称为皮沟 grooves of skin 和皮嵴 skin ridges。体表的皮肤大部分是薄而有毛的皮肤，此部皮肤表皮上的沟呈网状将体表分成若干个多角形区或菱形区。称此沟网为张力线，相当于真皮内纤维的走向。嵴是沟与沟之间的高出部分，在厚而无毛的皮肤上较为显著，如手掌和足跖的皮肤表皮上，平行细沟之间的高隆起，称之为乳头嵴，亦称为摩擦嵴。这些嵴的高低和位置与其深层的真皮乳头的大小及与表皮基底部嵌合的形式有关。在薄而有毛的皮肤上，真皮乳头突向表皮的部分较浅，因而嵴较平坦。

皮肤和粘膜移行处的表皮菲薄、柔弱、无毛也无腺体如口唇、阴茎头等处。

表皮是由角化的复层鳞状上皮所组成。这种上皮具有两个明显地细胞变化过程，首先由于深层细胞继续不断地有丝分裂，表层衰老的细胞便脱落，这样不断地置换和补充，使正常的表皮维持其一定的厚度。其次是由多角形细胞转变为充满大量角质蛋白的扁平细胞。由于深面的细胞增生，这些衰老的细胞便逐渐移向表层。

表皮主要由角朊细胞组成。角朊细胞特点是有张力原纤维和桥粒。另外还有黑色素细胞、郎格罕细胞和麦克尔 Merkel 细胞参与。后二者同称为树突状细胞。表皮在光镜下，一般分为四层，由内向外分别为基底层、棘层、粒层和角质层。手掌和足跖的表皮分为五层，在粒层的外面为透明层(图 6-66)。

(一) 基底层

为分裂增生能力最强的一层，故又名生发层。它由一层排列成栅栏状的矮柱状细胞组成，其深面位于基膜上，细胞长轴垂直于基膜。胞质较少，颗粒不多，呈嗜碱性染色。核卵圆形，其内染色质丰富。基底细胞间及其与棘细胞之间有细胞间桥。

电镜下，细胞内有很多纤细的纤维，称张力原纤维，它排列成束，在胞质内呈纵形走向，与细胞长轴平行。细胞内有线粒体、内质网、核糖体、高尔基复合体、中心体、溶酶体及吞饮小泡等细胞器，核仁明显，在核上方有黑素体，在深色皮肤中，其大而孤立，在浅色皮肤中小而有包膜。

皮肤中的基膜，又称之为真皮表皮连接。表皮中没有血管，基膜的通透性很强，有利于基底细胞自真皮摄取营养。在正常情况下，营养物质甚至细胞都能通过基膜进入表皮，游离神经末梢也通过基膜进入表皮细胞间。但吴淑兰等人对人皮肤表皮作了电镜观察，看到基底细胞之基部有长短不一的胞质突，外附清晰的基膜，两者一起伸向真皮浅层，而非穿过基膜。

(二) 棘层

细胞有数层，深层呈多边形，愈向浅层愈呈扁平，细胞长轴倾向于与皮肤表面平行，只有深层细胞仍有分裂增生的能力。细胞质较丰富，核呈圆形或椭圆形，位于细胞中央，有明显的核仁。胞膜清楚，细胞表面伸出一些棘状突起，故有棘细胞之称。这些细胞的突起与其相邻者彼此连接，形成细胞间桥。过去认为细胞间桥是棘细胞间物质连续不断的地方。后经电镜证明并不连续，在细胞突起接触处，可见桥粒。桥粒处，两细胞间尚隔有大约 20nm 的间隙，内有粘合物质和中间板。细胞内张力原纤维的排列不规则，多方向延伸成为围绕胞膜的网状结构并进入细胞突起内，形成一支架结构。过去认为这种纤维自一细胞起始，经细胞间桥穿通而入相邻的细胞，但电镜下，发现每一条微丝，直径约 60nm，成束地存在于细胞质中，并不穿出胞膜。经常受到摩擦和挤压的皮肤，其棘细胞内的张力原纤维特别丰富，纵横交错，维持细胞间的连接，以适应皮肤的伸张牵引多方向外力的机械作用。

(三) 粒层

由 2~4 层扁平略成长斜方形或梭形细胞组成，细胞长轴平行于皮肤表面，它为生活的表

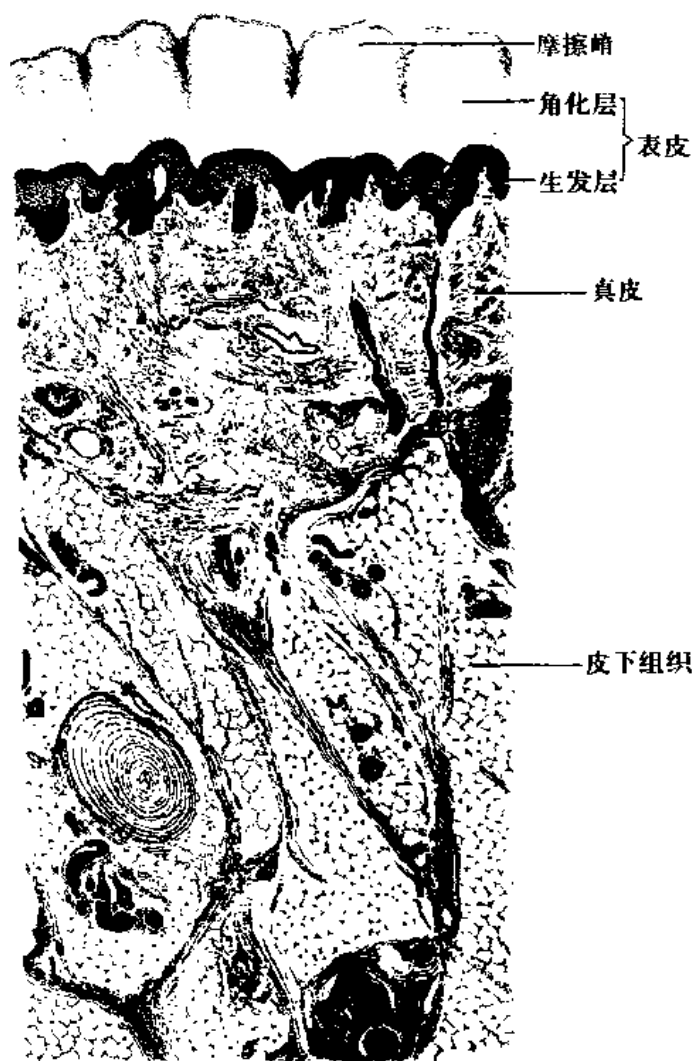


图 6-66 手掌皮肤切片低倍观察

皮细胞和死亡的角化细胞之间的过渡细胞。细胞的特点是胞核渐趋退化消失，胞质内除张力原纤维束密集于细胞的周边部外，胞体各处出现了透明角质颗粒，该层因而得名。以苏木精染色，颗粒呈深紫色。生物化学的研究指明它们含有富于组氨酸的蛋白，不含硫氢基。用显微灰化法和组化方法，均显示颗粒中有矿物质，以钙最多，镁次之。颗粒的强烈嗜碱性是由于金属离子的媒染作用所致。

(四) 透明层

仅在手掌和足跖的表皮中见到，嗜染伊红，光镜下均质无结构，呈波浪带状，有强的反光力，故称透明层，实际上是由扁平无核的几层细胞组成。电镜下，细胞轮廓尚可辨认，胞质内张力原纤维比粒层细胞排列的更紧密、更规则(图 6-67)。透明层在组织化学方面不同于角质层之处，在于它富有结合蛋白的磷脂，由于磷脂有疏水性，故有防止水分通过的作用。

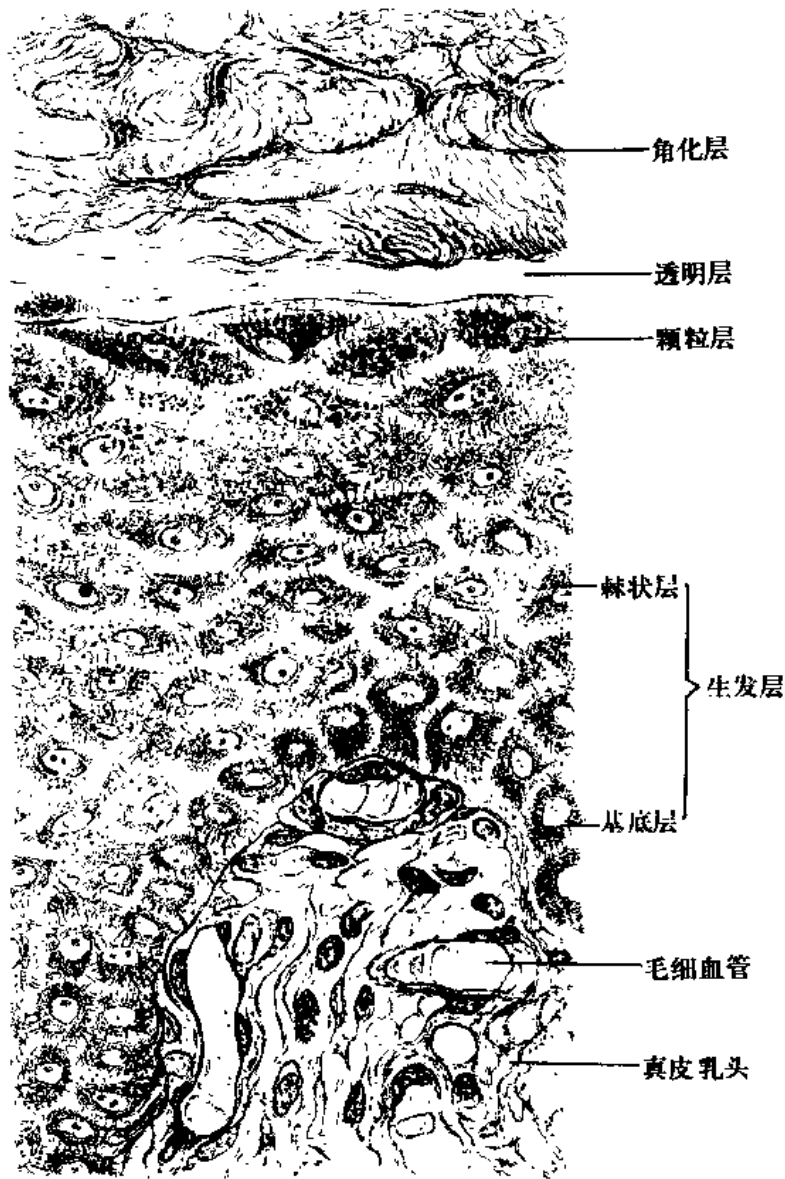


图 6-67 皮肤表皮切片高倍观察

(五) 角质层

其厚度随部位不同而异，在前臂屈侧和腹股沟等处甚薄，手背、手掌、足背、足跖等处甚厚，最厚可达 2mm 以上。此层由许多层扁平的角质细胞叠积而成。此层细胞没有胞核和细胞器。浅层细胞不时剥脱为角质鳞片，细胞质内充满角质蛋白，在普通染色切片上呈嗜酸性。细胞周边部形成致密的角质膜，内部形成纤维样的角质网，网眼中含有一种脂肪性物质。细胞间桥已大部消失。电镜下，角质层细胞是由排列非常密集的，与皮肤表面平行的张力微丝所组成。这些细胞居于深染的无定形基质中。

表皮结构中，离开基底细胞和供给营养来源处愈远，就愈接近角质化，角质层的表面部分更进一步失去弹性，细胞间结合松散，遂逐渐剥落而成角质鳞片。据有人统计每日可脱落角质鳞片 4~16g，成为皮肤垢的主要成份。角蛋白的化学成份为紧密排列的多肽链。多肽链排列的越紧密，对化学物质的抵抗力就越大，因而对酸碱类等某些化学物质有一定的抵抗力。但在水中浸渍后可膨胀，如长时间浸于水中，指(趾)的皮肤出现明显的皱褶。

有关正常角化过程在形态学上的表现，有人叙述到角蛋白细丝的来源和分布情况，描述角肌细胞(即上述的表皮各层细胞)含有肌动蛋白的微丝和微管蛋白的微管，以及介于微丝和微管之间的中间细丝。中间细丝即角蛋白细丝 keratin filament，即张力原纤维，是在角肌细胞中合成，且在角肌细胞中含量特别丰富。在基底细胞中，角蛋白细丝疏松排列成束，多分布在核周围，其走向主要与细胞长轴平行。在棘细胞中，角蛋白细丝逐渐增多而变稠密，形成围绕胞膜的网状结构，贯穿在整个胞质中，并插入桥粒中，形成一支架结构。在粒细胞中角蛋白细丝与透明角质颗粒结合在一起。在角质层细胞中，角蛋白细丝聚集成束，包埋在基质中，被增厚的细胞膜包绕。这与我们所述的表皮构造是一致的。

表皮细胞间的联系

1. 桥粒 在光镜下表现为棘突，在电镜下，为相邻的细胞胞膜内层卵圆形的电子致密部分相连而形成的桥粒。该电子致密部分，称之为附着板。表皮细胞内的角蛋白细丝附着于桥粒。在角质层中桥粒发生相应的变形，在相邻细胞两个胞膜增厚区之间，不是电子致密度小的细胞间隙，而是有一个嗜嗜物质的密带。桥粒只存在于角肌细胞之间，但并不发生在角质形成细胞和郎格罕或黑色素细胞之间。在角质层细胞之间的桥粒则出现退化而脱落。

2. 细胞间隙 表皮的基底细胞和棘细胞之间，常以凹凸不平的表面邻接，在相邻的胞膜之间有宽约 20~50nm 的间隙，其中充满组织液，细胞的营养和代谢，则依靠细胞间隙中的物质的扩散来传递。粒层上部及角质层中的细胞间隙，为膜被颗粒的内容物充填而封闭。

表皮除了角肌细胞外，尚有下列几种细胞：

1. 黑色素细胞 它是由胚胎时期神经嵴内的细胞转移而来。黑色素细胞通常位于基底层细胞之间，但偶尔也可出现在基底层细胞与真皮交界处。黑色素细胞有许多细长的突起，伸到生发层各细胞之间的空隙内。它是黑色素的制造者，制成的黑色素循细胞的树枝状突起，输送于角蛋白细胞，最后转移到生发层细胞的胞质中。当这些细胞向浅方移位时，黑色素颗粒逐渐消失。黑色素细胞内含有酪氨酸酶，酪氨酸酶可以催化酪氨酸，经过一系列过程形成黑色素。在一般情况下，酪氨酸酶由于受硫氢基物质的作用，处于半抑制状态。当皮肤受日光的紫外线或其他射线照射后，促使硫氢基氧化，解除了其对酪氨酸酶的抑制作用，因此，黑

色素形成加快并增多。皮肤颜色亦随之加深。白化病患者的皮肤之所以呈白色，就是因为黑色素细胞内缺少酪氨酸酶而不能形成黑色素颗粒造成的。成熟的黑色素颗粒中，不再含酪氨酸酶。黑色素细胞内的黑色素颗粒可以阻挡紫外线或其他射线，故对表皮深部组织有保护作用。黑色素细胞产生黑色素的快慢、多寡和部位，除受上述紫外线和其他射线的影响外，还受激素的影响、如妊娠期的乳头和面部皮肤，出现特有的色素沉着。

皮肤白者，黑色素只出现在生发层的某些细胞中。若皮肤色黑，则不但生发层所有细胞，甚至生发层以上的细胞也有不少黑色素。即使白种人，表皮的各处也有黑色素，如乳头、乳晕、外生殖器等比较明显。所以黑色素的多寡，是造成种族肤色不同的主要原因，白化病在任何种族的人皆可发生。

2. 郎格罕细胞 在表皮内，特别是在棘状层的浅部有这种细胞，在一般 H、E 染色标本中，它的核染色较深，胞质透明。过去被认为是衰老的黑色素细胞，近年应用放射性同位素的示踪研究，证明它可以活跃地合成 DNA，因此不能认为它是退化的黑色素细胞。在电镜下，其胞核有很深的缺痕，还有棒状的或网球拍状的细胞器，称为毕伯克(Birbeck)粒，也叫郎格罕颗粒。胞质中无张力原纤维、亦无黑色素，细胞之间也无桥粒。毕伯克粒的性质经实验观察，倾向于分泌脂质一类。

在人的表皮中，郎格罕细胞占有表皮细胞总数的 3%~8%，密度为 4~800 个/mm²。角膜中没有发现郎格罕细胞。郎格罕细胞在不同部位的皮肤内分布是不同的：头颈部均值为 489 个/mm²；胸部均值为 466 个/mm²；背部均值为 466 个/mm²；上肢均值为 458 个/mm²；下肢均值为 431 个/mm²；臀部均值为 411 个/mm²；会阴部均值为 298 个/mm²；足底部均值为 58 个/mm²。

近年来，不少学者对角化性或角化有关的皮肤病，以及免疫性或免疫有关的皮肤病的郎格罕细胞进行了大量的研究。这些研究有助于了解郎格罕细胞的功能和阐明皮肤病的发病机理。关于郎格罕细胞的功能主要有两种认识：一是该细胞参与和控制角蛋白细胞的角化过程；二是该细胞为免疫系统中的重要成员，尤其在表皮中能摄入、处理和传递抗原，控制淋巴细胞的迁移，并在“T”细胞成熟过程中起一定作用。

3. 麦克尔细胞 是一种无树枝状突起的细胞，呈卵圆形或圆形，位于表皮的基底层，核呈卵圆形或分叶状。Merker 于 1875 年发现与麦克尔细胞相连的神经终末，二者组成复合体，麦克尔称此为麦克尔触盘。生理学的研究证明；它是一种慢适应的机械感受器。

电镜下，它与角蛋白细胞不同，无通常的张力原纤维，微丝可散在核的周围及周缘胞质中，比角蛋白细胞中的微丝少。可见核蛋白体、线粒体、溶酶体、糖原、空泡等。最具有特征性的，就是胞质内存在一种特异性的颗粒，叫 Merker 颗粒。与麦克尔细胞密切接触的神经终末，可见其含有线粒体、空泡和脂质小体等。麦克尔细胞与神经终末相接处的结构酷似突触。麦克尔细胞借桥粒与邻近的角蛋白细胞相接，但该桥粒要比角蛋白细胞之间的桥粒要小而少。

麦克尔细胞在光滑或多毛皮肤的表皮中，常呈小群体分布，在毛根外鞘中数量甚多。手指掌面比背面常见、足趾较少。在甲床、口腔粘膜、牙龈、硬腭、唇红的边缘部，也都可见到。

4. 未定细胞：有树枝状胞质突，既无黑素体，又无郎格罕颗粒。有人认为它可向郎格罕细胞或黑色素细胞分化，故称未定细胞。也有人认为它是未成熟的郎格罕细胞。

二、真 皮

表皮和真皮 dermis 的交界处，又称表皮基底膜带。此处是由表皮生发层的基底部发出许多小突起，插入真皮伸出的乳头之间，互相嵌合，呈波浪起伏状。以掌、跖部位最为典型。在皮肤烫伤时，表皮与真皮可分离。真皮的胶质纤维和弹性纤维与表皮生发层基底部的细胞连接很牢固。表皮生发层的基底部，有薄而无结构的基膜。

真皮由排列致密而不规则的结缔组织组成(图 6-67)。真皮的厚度，随身体部位而异，眼睑及包皮等处只有 0.3~0.6mm，而手掌和足跖可厚达 3mm 以上，平均厚度为 0.5~2.0mm。纤维成分中除含有大量胶质纤维外，还有大量弹性纤维和网状纤维。因而，皮肤具有相当的弹性。其纤维排列方向不规则，所以属于不规则的致密胶质纤维结缔组织类型。由于真皮主要的成分是纤维，所以具有很强的韧性。真皮可分为两层：即乳头层和网状层，二者纤维交错，并无截然的界限。

(一) 乳头层

真皮乳头 papillae of corium 突向表皮的生发层，推起表皮，显出皮嵴，嵴与嵴之间以皮沟分界，肉眼可见。也有成对的真皮乳头，共同推起一个表皮嵴。手指末节掌侧面和足趾末节跖侧面的皮肤，都有定型的嵴纹，特称之为指(趾)纹。

乳头层主要由纤细交织成网的胶质纤维组成，其中含有少量细弹性纤维，近似疏松结缔组织，并有疏松结缔组织的细胞类型。主要为成纤维细胞。此层还可见到一种特殊细胞，胞质内含有黑色素，称为载色素细胞。但胞质内的黑色素颗粒较表皮黑色素细胞中的颗粒大些。据认为，这种细胞本身不能产生黑色素，但可吞噬黑色素。

真皮乳头中有丰富的血管或神经末梢，分别称为血管乳头 vascular papillae 及神经乳头 nerval papillae，前者含有毛细血管祥，后者含有触觉小体。

(二) 网状层

此层位于乳头层的下方，二者分界不明显，主要由胶原纤维形成大小不等的纤维束构成。纤维束纵横交织。另外，也含有数量不等的弹性纤维。这些纤维的方向，一般多与体表张力线的方向相平行，而呈垂直者则较少。纤维经过的方向往往随肌肉的伸缩及体表毛流的方向，有一定的定向性。皮肤张力线主要由这些纤维的排列方向而形成。这些张力线即所说的分裂线或兰格线。在身体各部位皮肤上，这些分裂线的方向不同，它们的方向有重要的临床意义。在外科手术时，皮肤切口应与分裂线平行，对组织破坏较少，故伤口愈合快、疤痕不甚显著。若切口与分裂线相垂直时，则伤口愈合慢，疤痕较显著。

网状层比乳头层的结缔组织细胞成分少，大都散在于各纤维束之间，主要为成纤维细胞，其他类型细胞较少。组织细胞在某些情况下可以增多，但只有表现吞噬作用时，才能将它辨认出来。载色素细胞仅见于某些部位的真皮内。此外还可见少量迁移而来的白细胞。但在炎症的情况下，白细胞的数量可剧增。颜面皮肤的网状层内含有由表情肌伸入的横纹肌纤维。毛囊附近有立毛肌。在乳头、乳晕、腋窝、阴阜、会阴及外生殖器等处，其真皮的深层含有特殊的平滑肌层，收缩时皮肤形成皱襞，这种肌肉统称为性肌。

弹性纤维的超微结构的特征，随年龄而改变。婴幼儿期，弹性纤维网成团，呈海绵状外观，个别纤维难以辨认，直至三岁以上才显示类似成人的图像，老年人真皮弹性纤维网较为致密。个别纤维轮廓也变模糊，边缘不光滑，表面有颗粒样物质，类似受弹性蛋白酶消化后

的表现。

三、皮下组织

皮肤下面为皮下组织 subcutaneous tissue, 也称为浅筋膜, 含有大量脂肪组织。真皮向皮下组织内伸出许多大小不等的胶原纤维束, 使皮肤和皮下组织牢固地结合起来。

皮下组织的结缔组织很疏松, 脂肪含量, 随性别和部位而异, 一般在腹部和臀部含量较多, 厚约 3~5cm。正常女性有均匀较厚的脂肪层, 分布特征的部位是乳腺周围、下腹部、耻骨部、股前部以及臀部、髋部等。而正常男性分布的典型部位为项部、上腹部和三角肌部位。脂肪缺乏的部位有眼睑、阴茎、阴囊、阴蒂、阴唇等。口唇、外鼻、耳廓等处, 则脂肪含量极少。

皮下组织内的结缔组织纤维, 多排列成束或板状, 并交织成疏网。在头部、背部、手掌及足跖等皮下组织厚的部分, 这些纤维在真皮与深筋膜间形成许多强韧的白色结缔组织索, 它有限制过度移动的作用。

皮下组织中还含有皮下血管和神经的末梢、神经末梢、毛囊和皮肤腺等。此外, 某些部位, 还含有肌组织, 称之为皮肤肌, 如头部的表情肌和颈阔肌等。

四、皮肤的血管、淋巴管及神经

(一) 皮肤的血管

皮肤血管网的层次与皮肤的分层相适应, 在皮下组织中的小动脉, 先形成疏网, 然后分支进入真皮的网状层, 分支相互吻合, 构成真皮动脉网。自此网再发支除营养汗腺、毛囊和脂肪组织外。其主要分支, 在网状层和乳头层分界处, 相互吻合形成细密的乳头下动脉网。由乳头下动脉网再发出许多小细支, 相互吻合又形成表皮下毛细血管网。在真皮乳头发达的皮肤处, 则形成毛细血管祥进入乳头中, 称为血管乳头。

腹部及腹股沟区位置隐蔽, 是采用皮片的良好部位, 为整形外科所需要。陈尔瑜等根据对该两区皮片所测数据建议: 当采取刃厚皮片时, 厚度应小于 0.26mm, 因为表皮层全厚的平均值为 0.26mm, 如能小于表皮层全厚的最小值 0.16mm, 则更好。如此, 可不伤及乳头下动脉网, 而利于表皮迅速再生。如采取中厚皮片时, 则宜包括乳头下动脉网在内, 以利皮片存活, 但不宜损伤真皮动脉网。据此, 测出乳头下动脉网和真皮动脉网的深度, 是在 0.43~0.60mm 之间, 所以中厚皮片的厚度应在 0.43~0.60mm 之间为宜。

静脉由上述的表皮下毛细血管网及毛细血管祥, 在真皮乳头下汇集成静脉丛, 它与其深面的第二级静脉丛相交通。许多小静脉支伴随动脉与第二级静脉丛汇合, 并与其他静脉支在真皮深部形成第三级静脉丛。汗腺和脂肪小叶的静脉多数注入第三级静脉丛。第三级静脉丛汇入位于皮下组织的第四级静脉丛, 由此汇合成较大的皮下静脉。

(二) 皮肤的淋巴管

皮肤的淋巴管很发达, 自真皮乳头层以盲端的毛细淋巴管开始, 逐渐汇集于皮下组织。在真皮乳头层以下, 也有深、浅两层毛细淋巴管网, 于皮下组织中汇合成皮下淋巴管。

(三) 皮肤的神经

皮肤的神经分布既丰富又复杂, 因为皮肤除作为保护器官外, 亦属于感觉器官。皮肤的附属器官, 如皮脂腺、立毛肌和血管等皆由自主神经分布。而感觉神经则在组织中形成各种

神经末梢装置，即皮肤感受器。

皮肤感受器：可分为两大类：一为游离的神经末梢，一为有被囊的神经末梢。游离的神经末梢有游离神经末梢，已述于神经组织中，比较多见。另一种为毛囊神经网，这种游离的神经末梢是缠绕在毛囊周围的神经纤维而成。人的毛囊神经网在毛床与皮脂腺导管之间的一段，较为丰富密集，由无髓纤维构成。自毛囊神经网向浅表发出很细的纤维到表皮下面，也可发出纤维到汗腺和立毛肌。毛囊神经网的胆碱脂酶具有特异性而且活性很强。毛囊神经网以其末梢可灵敏地感受毛囊移位的机械性刺激。

有被囊的神经末梢(见图 5-15)，只占皮肤感受器的一小部分，但它们的形态结构特殊，而且常位于在感觉敏锐的特定部位，属于这一类的有：

1. 环层小体 pascian corpuscles 为最大的一种感觉末梢。为圆形、卵圆形的筒状小体，一般长 1~4mm，直径 0.5~1mm，结构似洋葱的同心板层。小体外部为一些同心板层形成的被囊，最内部为中轴。有髓纤维进入小体后，失去髓鞘，轴索伸入小体中轴中心，末端膨大成小结节状。该小体位于手指、外生殖器、和乳房的真皮深层，也可见于皮下组织，为压觉感受器。

2. 触觉小体 meissner's corpuscle 呈卵圆形，直径 20~40 μ m，长约 80~150 μ m，长轴与皮肤表面垂直，整个小体被包在结缔组织囊内，有髓纤维自小体的基部进入后，失去髓鞘，以螺旋形式盘升到小体顶部。此小体位于无毛皮肤的真皮乳头内，特别在人的指尖处指纹嵴的下方密集。当触动无毛皮肤的嵴时，使之感受刺激，产生触觉。

3. 鲁菲尼小体 ruffini corpuscles 呈梭形，长约 1~2mm，外有结缔组织被囊包绕，内含充满液体的间隙，并有联接真皮和邻近组织的胶原纤维束穿行。神经纤维在小体中部进入囊后即失去髓鞘，分成许多无髓小支环绕穿行的胶原纤维束，故当周围结缔组织发生移位时，便使小体感受张力刺激。此小体位于真皮乳头下及关节囊的纤维层，能产生关节位置改变和运动的感觉。

4. 麦克尔触盘 merker's touch disc 由膨大的盘状神经终末与特化了的表皮麦克尔细胞紧密接触而成的结构，这些小体分布在有毛及无毛的皮肤表皮内，多见于掌面。其功能意义与触觉有关，有的说当承受压力或撕扯力时，小体感受刺激。

5. 皮肤粘膜小体 mucocutaneous corpuscles 由 Krause 于 1859 年首先描述，故又称 Krause 小体或 Krause 终球 Krause end bulb，是由 2~6 条失去髓鞘的神经末梢纤维缠绕而成的纱团状小体，直径可达 0.1mm，但通常较小，构造与触觉小体相似，被囊由不规则排列的雪旺细胞形成。此小体位于皮肤和粘膜交界处，在眼睑、口唇、肛周、阴茎、阴蒂、等处皆有。研究者认为与触觉有关。

人体不同部位的皮肤，对于外界各种刺激的敏感性不同，苏兆绛等人观察了健康成人的红唇、阴茎、指尖和背部皮肤的神经末梢报道如下：红唇上皮下乳头内有较丰富的神经纤维，其中除少量蜿蜒行走于上皮细胞间形成游离神经末梢外，其他多以单根纤维呈丝球状膨大终于上皮下，丝球状膨大的周围包以结缔组织，形成较小的触觉小体样结构。阴茎内的神经分布极为丰富，除结缔组织中大量粗细不均、行径弯曲的神经纤维束外，上皮下可见到许多有被囊的神经末梢，其大小形状各异，被囊厚薄不一，进入被囊的神经纤维或盘曲成球，或呈花簇状分支，也有曲折成螺旋形酷似触觉小体者。其分布以阴茎头处最为密集。指尖上皮的神经纤维与红唇类同，但具有发育完好的触觉小体，真皮深部环层小体的大小和形状相

差极为悬殊，个体差异较为明显。背部皮肤的神经末梢最不发达，仅在毛囊和皮脂腺周围发现丛状分布的神经纤维。

五、皮肤的形态结构与生理功能

皮肤与外界直接接触，所以有重要的功能意义，现将与形态学有关的部分简述如下：

（一）保护作用

皮肤对机械性刺激及化学物质具有防护能力。当人体遭受钝、锐伤时，可造成内部骨折、肌断裂或脏器破裂，而皮肤却不裂开，其原因是与表皮及真皮的高度韧性有关。表皮除角质层外，还有细胞间桥和张力原纤维等结构。真皮中则有胶原纤维、弹性纤维和网状纤维密织成网。这些结构保证了皮肤的高度韧性。皮肤经常发生摩擦的部位，可出现增生肥厚，如手掌或足底部的硬跖，俗称“老茧”，这是皮肤角质层保护性的变化。此外，角质层及皮脂腺分泌的皮脂，对某些化学物质和水分等有一定的抵抗力。皮肤的黑色素细胞产生的黑色素，可防止光线和紫外线对身体的刺激伤害。皮肤对 α 和 β 射线也有阻隔作用，保护体内组织免受射线损害。

（二）调节体温

为保持机体内环境的稳定，不论外界温度变化如何，机体总保持一定的体温。体温的散发主要通过汗腺分泌、肺呼吸以及粪、尿的排泄等途径完成。防止体温低下，则有赖皮肤血管收缩，立毛肌收缩和减少汗腺分泌等。

（三）感觉作用

通过皮肤内多种感受器，正确地辨别外界事物。

（四）物质代谢作用

皮肤参与呼吸作用。皮肤表面若涂一层化学物质，使机体长期与空气相隔绝，则有窒息的危险。表皮还可视为胆固醇的排泄器官。皮肤更是水盐代谢中排出体外的重要途径。

（五）吸收作用

表皮对于水分、脂肪类及某些药物有一定的吸收力，即药物的各种成分可通过表皮细胞及细胞间隙渗入体内。临床上所用的中、西药的敷贴药膏，就是根据这一道理而起治疗作用的。

（六）再生作用

皮肤的再生能力很强，可分生理性再生和补偿性再生两种。

1. 生理性再生 皮肤的表皮细胞经常受到环境影响而不断地死亡与脱落，又不断地由基底层细胞繁殖递补，这就是生理性再生。新生的组织成分代替了旧的成分，即使像神经组织这样比较稳定的组织，其末梢纤维也能显示生长—衰败—生长这样的周期性变化。真皮的细胞成分和纤维基质等，也都有增殖和死亡、合成和分解。表皮的营养物质直接来源于真皮。部位不同的真皮对其所被复的表皮类型有决定性作用。部位不同的表皮都将依真皮的来源而决定其性质。真皮来自足底者，其上所载的表皮，即生长为足底表皮。

2. 补偿性再生 外科切口愈合过程，即补偿性再生过程。这个过程是切伤到皮下组织，流出的血液在伤口处凝固而成纤维蛋白，表皮在外伤刺激下加速生长，沿切口从纤维蛋白的下方紧贴真皮生长，将暴露于外的真皮伤面遮盖起来，与此同时，来自皮下组织的成纤维细胞和毛细血管参加到皮肤结缔组织修复过程中。所以在真皮和皮下组织交界处，由于大量的成纤维细胞和毛细血管而形成一条新的结缔组织长堤。当这条长堤增长的时候，其被复的新生

表皮也随其增长而被推起，直到和表面水平一致为止，新生的表皮较薄，其下面平坦，缺乏真皮乳头。

补偿性再生，如果发生在丧失一部分表皮和真皮的情况下，并且尚未被感染的时候，其再生过程为，血管结缔组织增生，在修复真皮组织的基础上，并诱导表皮的相应生长。伤处边缘的表皮、毛囊外根鞘和汗腺导管等都是表皮细胞再生的根源。它们进行细胞分裂增生，迅速扩展，直至覆盖全部伤面。补偿性再生如发生在大面积皮肤丧失面需植皮时，可将自体皮肤移植片，安放在缺皮处，细胞借助于伤面组织液的滋养即可成活，伤处的血管亦长入植片中，不仅使植片获得营养，而且起到牢固结合的作用。新形成的细胞间质在植片和植床之间连通，由于植片和植床有着共同的组织相容性，植片就可和伤处周围原有皮肤之间，得以再生连接而修复。

六、皮肤的年龄变化

足月新生儿皮肤很薄，皮肤厚度(表皮+真皮)在上臂均值为1.2mm，成人上臂均值为2.1mm。但表皮厚度及表皮各层细胞与成人相同，角质层并不比成人厚，表皮基底层的角朊细胞所含黑素体较成人少，然每平方毫米中黑色素细胞的平均数却与成人相似。其表皮与真皮的交界是平的，真皮乳头层和网状层之间分界不明显，网状层的胶原纤维束比成人小。真皮毛细血管虽丰富，但尚未形成乳头的毛细血管祥。弹性纤维的分布虽与成人相同，但纤维较细，结构不成熟。实际上在3岁前，弹性纤维在结构上并不完全和成人一样。其真皮网状层的成纤维细胞较成人多。生后3个月，乳头的毛细血管祥，在身体的不同部位，先后发育完成，随年龄增长，真皮的纤维成分增多，乳头发育，毛发增粗，腺体生长，尤其至青年时期，腺体分泌旺盛。至老年皮肤变松、变薄，表皮变薄，真皮乳头变低，网状纤维消失，弹性纤维逐渐失去弹性，裂成片断，胶原纤维增多，真皮内含水量降低，皮下组织中脂肪减少，汗腺和皮脂腺萎缩，老年性色素斑散在出现。神经末梢有显著变化，触觉小体数目减少、变大而弯曲直至萎缩。环层小体密度减低，体积变大。整个皮肤枯燥松弛，并出现皱纹。

第二节 皮肤的附属器官

皮肤附属器官有两种：①角化附属器官，如指(趾)甲和毛发；②皮肤腺，如皮脂腺、汗腺及乳腺等。

一、指(趾)甲

指(趾)甲 nail of finger(toe)可分甲体和甲床两部(图6-68)。甲体 nail body 是遮盖在手指和足趾末节背面的角质板，该板是略呈弯曲的四边形，相当于皮肤的角化层。甲体附着于指(趾)端处深面的部分，叫甲床 nail bed，甲床由表皮的生发层和真皮构成。其内含有丰富的毛细血管网。甲体的前缘游离，后缘叫甲根 nail root，两侧缘及甲根嵌入甲床的四周，其周围的皮肤皱襞叫甲襞或叫甲廓 nail wall，甲廓与甲床之间的沟叫甲沟 nail groove。甲体游离缘深面有角质的甲下皮 hyponychium 过渡到指(趾)端的表皮上；甲体上面以角质的甲上皮 eponychium 过渡到后甲襞的表皮上。近甲根处的甲体，略呈白色半月形，常以拇指者为显著，称此为弧影 lunule，常为后甲襞所遮盖，甲根附着于甲床的部分叫甲基质，是甲体不断长出的来源。甲基质细胞增生能力强，新生的细胞进入甲根，通过连续角化，分化为甲体内的细胞。甲体

生长速度，与年龄和生理情况有关，一般来说，平均每日约增长 0.1mm。据实验研究甲床有可能随甲体向远侧移动，若拔去甲体，只有在保存甲基质和甲床的条件下才能再生甲体。

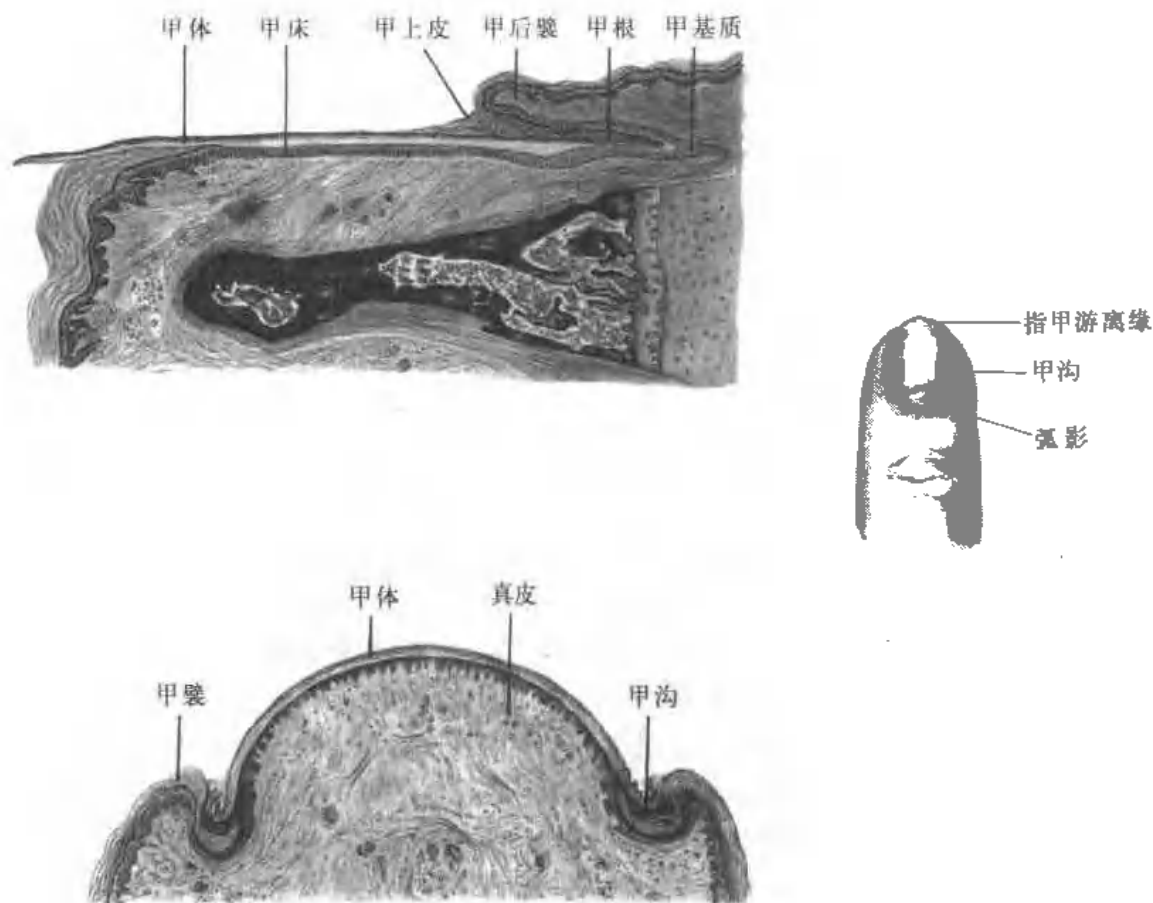


图 6-68 指甲切面图

甲的生长与营养有关。蛋白质缺乏病时，甲生长缓慢。甲基质细胞的生长需要包括硫氨基酸在内的氨基酸的不断供给以形成角蛋白。维生素 A 或维生素 D 缺乏，可引起脆甲。人垂体机能减退时，甲变薄。影响甲生长最重要的内分泌器官是甲状腺和甲状旁腺，人甲状腺功能减退时，甲变薄变脆；而甲状腺功能亢进时，甲厚而有光泽。

有些慢性疾患，常导致甲变形和变色，如小细胞性贫血，可使甲呈匙形；肝硬化，可呈白甲；淋巴水肿，可呈黄甲；心肺疾患，可呈杵状指；支气管扩张，可呈壳状甲等。

二、体毛

体毛 hairs 为哺乳动物特征之一，人体表面除手掌、足跖、指(趾)末节背面、唇红部、乳头、阴茎头、阴蒂、小阴唇及包皮内面等处无毛外，其他各处皆生有毛。体毛的长短、形态、色泽可因种族而异、因人而异、因部位而异。体毛有长毛、短毛、毳毛和胎毛之分。头发 hairs of head、胡须 beard、腋毛 axillary hairs、阴毛 pubic hairs 等属长毛，长毛一般粗而硬，色泽浓。眉毛 eyebrows、睫毛 eyelashes、鼻毛 hairs of vestibule of nose、耳毛 hairs of external acoustic meatus 等皆属短毛，短毛为短粗而硬、色泽浓的毛，一般不超过 1cm。毳毛为纤细而柔软的毛、色泽淡，面部、躯干、四肢的汗毛属于此类。胎毛 down 在胎内生长，出生后脱落，代之以上述其他体毛。头发外形有直毛、波状毛和卷缩毛之分。我国大多数民族为直毛、断而呈

圆形。白种人为波状毛，断面为卵圆形。黑种人为卷缩毛。头发的色泽有黑色、褐色、金黄色、红色、白色等区别。

(一) 体毛的形态构造

体毛也是表皮分化的器官，其露出于皮肤表面的游离部称为毛干 hair shaft，陷入皮内的部分，则称为毛根 hair root。毛根基部膨大，称为毛球 hair bulb。毛球为毛发与毛囊的生发点。

毛干与毛根，由同心圆性排列的三层而成(图 6-69)：

1. 毛髓质 为毛干的主轴，由 1~2 层立方髓细胞组成，细胞角化干燥，含透明角质颗粒及不完全的细胞间桥。细胞内、外可含有空气泡。毛球部髓细胞体积大，无气泡，核清晰。髓质一般不达到毛干顶端。毳毛无髓质。

2. 毛皮质 为构成毛发的基础，包干髓质周围，由角质细胞叠积而成，细胞为纺锤形，全部角化，沿毛干长轴纵列。核为长圆形或退化变性。细胞内含有黑色素颗粒，当皮质色素减少或填充以空气时，则形成白毛。

在毛球部，毛皮质由立方形、圆形或椭圆形细胞构成，渐向上逐渐变为纺锤形，细胞内不含气泡，有色素颗粒。

3. 毛小皮 为被复于毛表面的角化扁平细胞，透明无结构，核退化，细胞内不含色素，细胞相互排列成叠瓦状。扫描电镜下，人的头发表面结构亦呈叠瓦状(图 6-70)。毛球部为斜柱形细胞，核清晰。

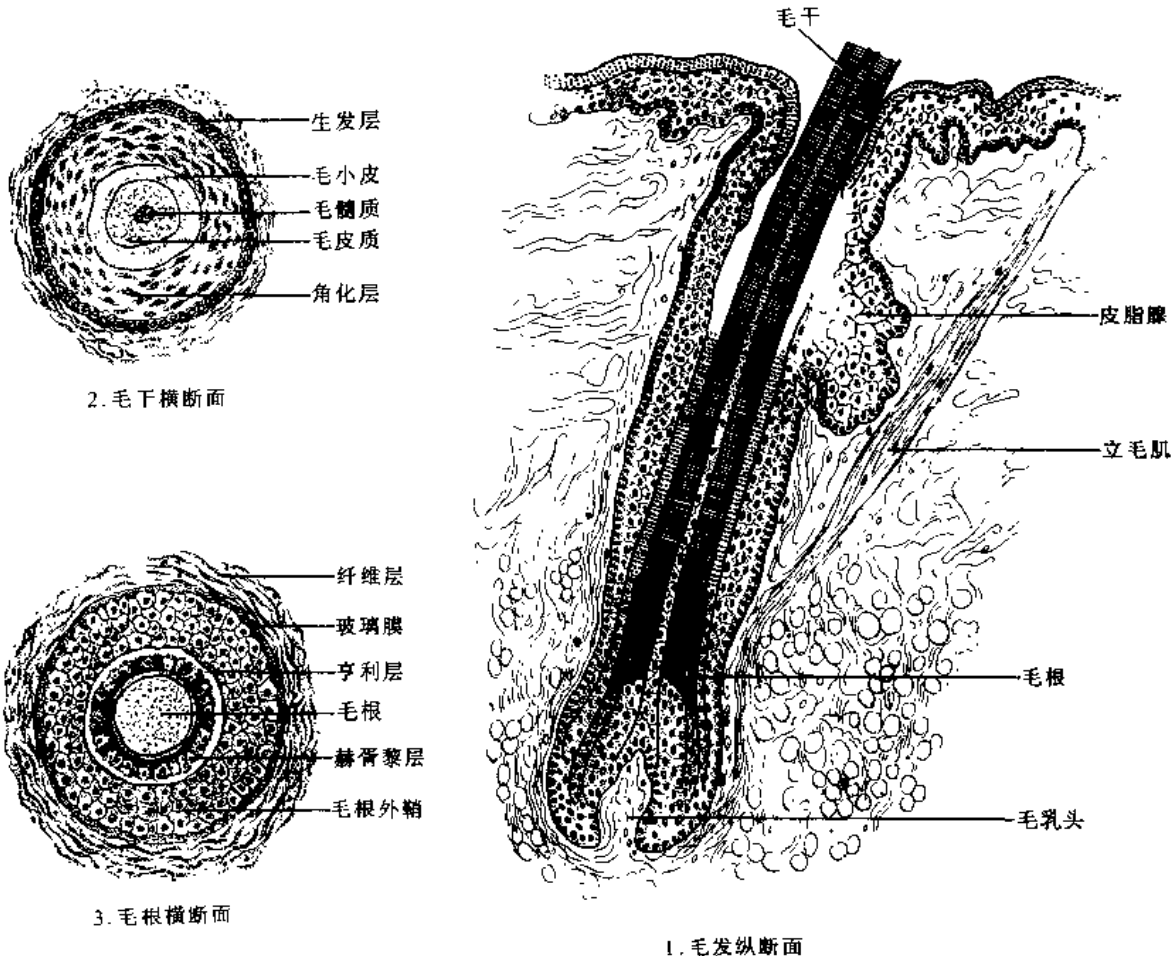


图 6-69 毛发切面图

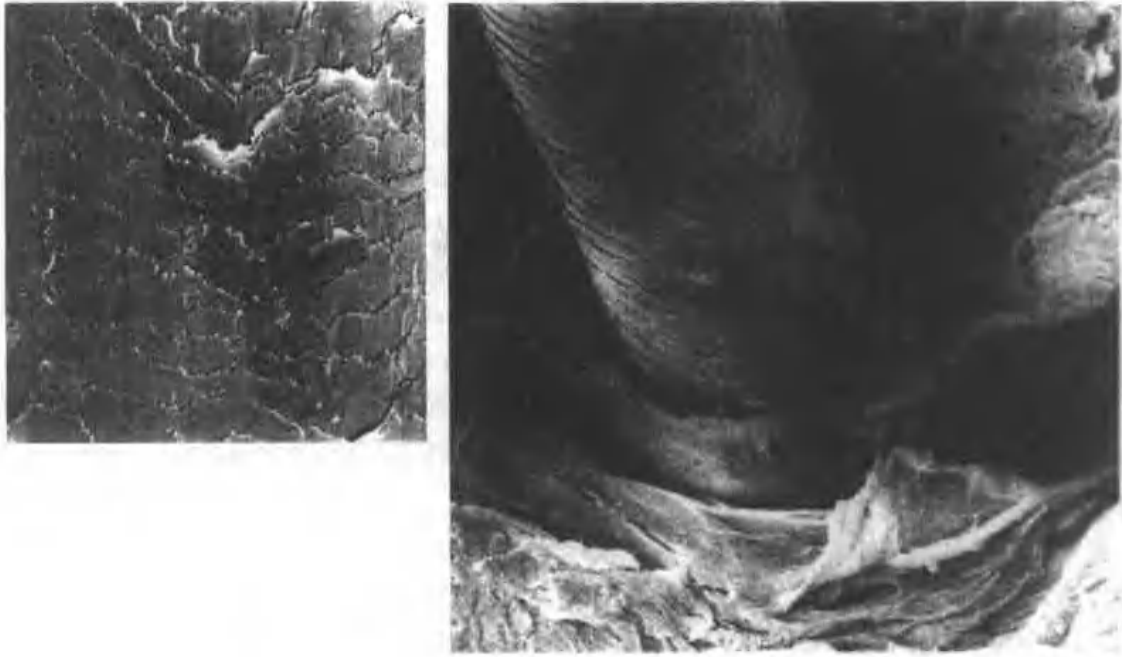


图 6-70 人头发毛干基部扫描电子显微镜图

右上图：头表皮细胞呈叶片状，毛根周围的深沟相当于毛囊的开口，皮脂腺的分泌物即由此沟排出。

毛表面覆被叠瓦状的扁平细胞称毛外小皮(epicuticles)。左上图：毛外小皮的高倍放大图，

毛外小皮为扁平的角化表皮细胞组成，其排列呈叠瓦状

由表皮下陷，包围毛根的部分，称为**毛囊 hair follicle**，毛囊可分为**根鞘**和**玻璃膜**两部分。根鞘由表皮转化而来，分为**内根鞘**和**外根鞘**。内根鞘相当于表皮的角化层，在皮脂腺开口于毛囊的上方处，内根鞘缺如。外根鞘相当于表皮的生发层。在接近皮肤表面处，内、外根鞘显示表皮的所有各层。玻璃膜与其周围的致密结缔组织，由真皮转化而来。玻璃膜相当于表皮下基膜，均匀透明无构造、有韧性、光镜下易见，在毛囊下1/3段最厚。附着在毛囊上的平滑肌束，称为**立毛肌 arrectores pilorum**，其直径约40~200 μm ，呈扁圆柱状的独立束，两端有弹性纤维所构成的腱，一端附着于毛囊，另一端斜行与皮肤成钝角附着在真皮的乳头层。这样立毛肌、表皮和毛囊三者，便构成一个三角形区。皮脂腺常见于此区内。立毛肌收缩时，使毛囊与皮肤表面更为垂直，故毛发直立，同时压迫皮脂腺，帮助皮脂排出。由于立毛肌的收缩，在皮肤表面形成许多小凹，凹与凹之间则显隆起，即俗称之**鸡皮疙瘩**。胡须、睫毛、眉毛等处无立毛肌。

毛球下端凹陷，容纳的结缔组织，称为**毛乳头 hair papilla**。毛乳头为真皮结构，与真皮乳头相当，内含血管，滋养毛球。

(二) 毛发的生长、更新与影响生长、更新的因素

毛发不是无限制的生长，到一定限度时即脱落，由新毛补充替换。旧毛脱落前，首先毛乳头萎缩，细胞分裂停止，随后内根鞘停止生长，毛球细胞角化，毛乳头随之退化，血液供给停止，毛发逐渐向外脱出。与此同时，毛球基底部的上皮分裂增殖，渐次成长为新毛，直到新毛成长，并逐渐向皮肤表面伸出，最后才将旧毛挤出而脱落。人体不像其他幼年哺乳动物全身毛发集中在一个时期内更新，而是分散在不同时期各自更换。头发多以数根为一簇，生长于头皮，女较男为密，在15~30岁期间生长最快，生长速度每日约为320 μm ，生长期长，

一般为6年，衰退期可为数周到数月，终末期亦经数月。正常人头发80%是在生长期中。如生长更新秩序遭到破坏，便发生某部毛发稀少，甚至发生秃发，如前额发际向后推移，或自颅顶部开始脱落。X线照射或醋酸铊口服，可影响生长期的毛囊，使所有在生长中的头发脱落。维生素A为正常上皮角化所必需，长期缺乏可致毛发稀疏。长期服用复合维生素B，可使毛发恢复光泽。男性激素与男性躯干、四肢的粗毛以及阴毛、腋毛、胡须等生长有关。去势后，男子型的毛发分布则消失。甲状腺正常功能是毛发生长所必须的，机能不良时，可导致毛发稀疏、干而脆。蛋白质缺乏病，可致毛发稀疏、干燥、发脆、失去光泽，卷曲而易被扯下。缺乏必需的脂肪酸，也可使头发脱落，色变淡。老年性白发为一种生理现象，常从两侧鬓角开始向头顶部发展变白，逐渐胡须、鼻毛等也变灰白，但胸毛、阴毛、腋毛等不变白。头发可鉴定血型，并可测定各种微量元素来判断疾病，对法医有很大帮助。

三、皮 脂 腺

皮脂腺 sebaceous gland 与体毛一样，也为哺乳动物所特有。是分叶少或不分叶的泡状腺，位于立毛肌和毛囊之间，以短导管开口于毛囊内，故也称之为毛囊腺。全身有毛部位皆有皮脂腺，但随部位不同，皮脂腺的数量也不等，最多处是在头皮、前额、颊部、鼻翼、颈部、脊背正中线和外阴周围。头面部的腺体密度400~800个/cm²，在四肢通常不到50个。此外，少数无毛部位，亦分布有皮脂腺，其导管直接开口于皮表。如唇红边缘、乳晕、眼睑、包皮内面、小阴唇等。

皮脂腺的外围，可见真皮、表皮连接的基膜，基膜外围又由弹力纤维所构成的结缔组织网所包被，紧靠基膜处的腺上皮为基底层，有分裂能力，相当于皮脂腺的生发层。基底层细胞为立方形，体积较小，染色略深，一般不含脂滴，核圆形。增生的细胞依次向浅层推移变大，呈圆形或多角形，胞质内出现脂滴，越向浅层，细胞内脂滴越见增多，最后胞核消失，整个细胞为脂肪所充满，腺体导管甚短，由复层鳞状上皮组成，一般过渡到毛囊壁上。分泌部由复层腺上皮围成，近导管处才有腺腔，当分泌时，细胞的脂肪融合，胞膜破裂，整个细胞内含物形成皮脂，由导管排出进入毛囊。毛根周围间隙，可能有毛细管作用，引导皮脂排出毛囊外。立毛肌收缩也协助皮脂排出。

皮脂具有滋润毛发和皮肤表面的作用，据认为皮脂有某种杀菌作用，但其主要作用可能是天然的“冷脂”，天气寒冷时，有防止热扩散，保持体温的作用。

雄激素为皮脂腺发育的首要因素，在青春期，皮脂腺非常活跃。痤疮是一种毛囊皮脂腺的慢性炎症，好发于面部及胸背部，由于内分泌激素的影响，多见于15~30岁的青年男女。皮脂腺导管开口于毛囊处，其开口以上的毛囊上皮角化形成障碍，堵塞皮脂的排出，皮脂为刺激剂，激发炎症而成粉刺(即痤疮)。粉刺壁随时间推移而逐渐变薄、破裂可形成脓疱、丘疹和结节。粉刺中含有大量痤疮丙酸杆菌，对许多抗生素敏感，但由于细菌位于皮脂毛囊的深部，故只有能透过皮脂毛囊的抗生素，效果才明显。

四、汗 腺

汗腺 sweat glands 在人类得到高度发展，不同于其他的哺乳动物。人体表面约有200~500万个汗腺，平均143~339个/cm²，遍布于身体各处。以头部、足底、手掌及腋窝等处最多，唇红部、阴茎头、包皮内面、阴蒂、小阴唇等处缺乏汗腺。当外界温度增高时，汗腺分泌活

动增强，使体表蒸发出一部分水分而散热。因此，汗腺在维持恒定体温中起一定作用。此外，发汗时还能排出氮及其他一些代谢产物。故夏季汗多而尿少，冬季汗少而尿多。在液体的排泄上，汗腺、肾脏二者起了相辅的作用。

汗腺由于形态差异，又可分成大、小两种，小汗腺即指一般的汗腺，仅能分泌含大量水分的汗液。大汗腺则分布在腋窝、乳晕、外阴部及肛门周围，还包括外耳道的耵聍腺和眼睑的睫毛腺，其分泌物含有蛋白，呈乳汁样、粘稠、灰白色但也可以呈淡红或浅黄色。分泌物经细菌作用而有异味，故有气味腺之称。

大、小汗腺皆为单管腺，分泌部呈管状，导管不分支，分泌部直接延续为导管。小汗腺的分泌部和一段导管，卷曲呈球状，位于真皮深部，导管上升穿过真皮和表皮，开口于皮表，开口处呈漏斗状，叫汗孔。大汗腺的分泌部，卷曲成球，位于皮下脂肪组织中，导管不参加卷曲成球的形成。导管一般开口在皮脂腺导管口上方的毛囊中。

汗腺分泌部的上皮细胞，呈单层立方或柱状，核为圆形或椭圆形。该腺细胞分亮细胞和暗细胞两型，前者比后者略大，其基底宽而近腔而窄，含有很细的颗粒，暗细胞则近腔面宽，含有很多嗜碱性颗粒。腺细胞外面可见明显的基膜，在腺细胞与基膜之间，有肌上皮细胞，呈螺旋状绕于腺细胞周围。核为椭圆形或棒状，胞质内含有肌原纤维，收缩时有助于腺细胞排出其分泌物。大汗腺腺细胞在分泌过程中，表现有周期性顶浆分泌型的变化，腺腔特别大，相当于小汗腺的10倍，其分泌物存在于腺腔内，此点与分泌汗液的小汗腺不同。

汗腺导管部，由两层立方上皮组成，与分泌部上皮分界明显，内层有小皮缘和闭锁堤。外

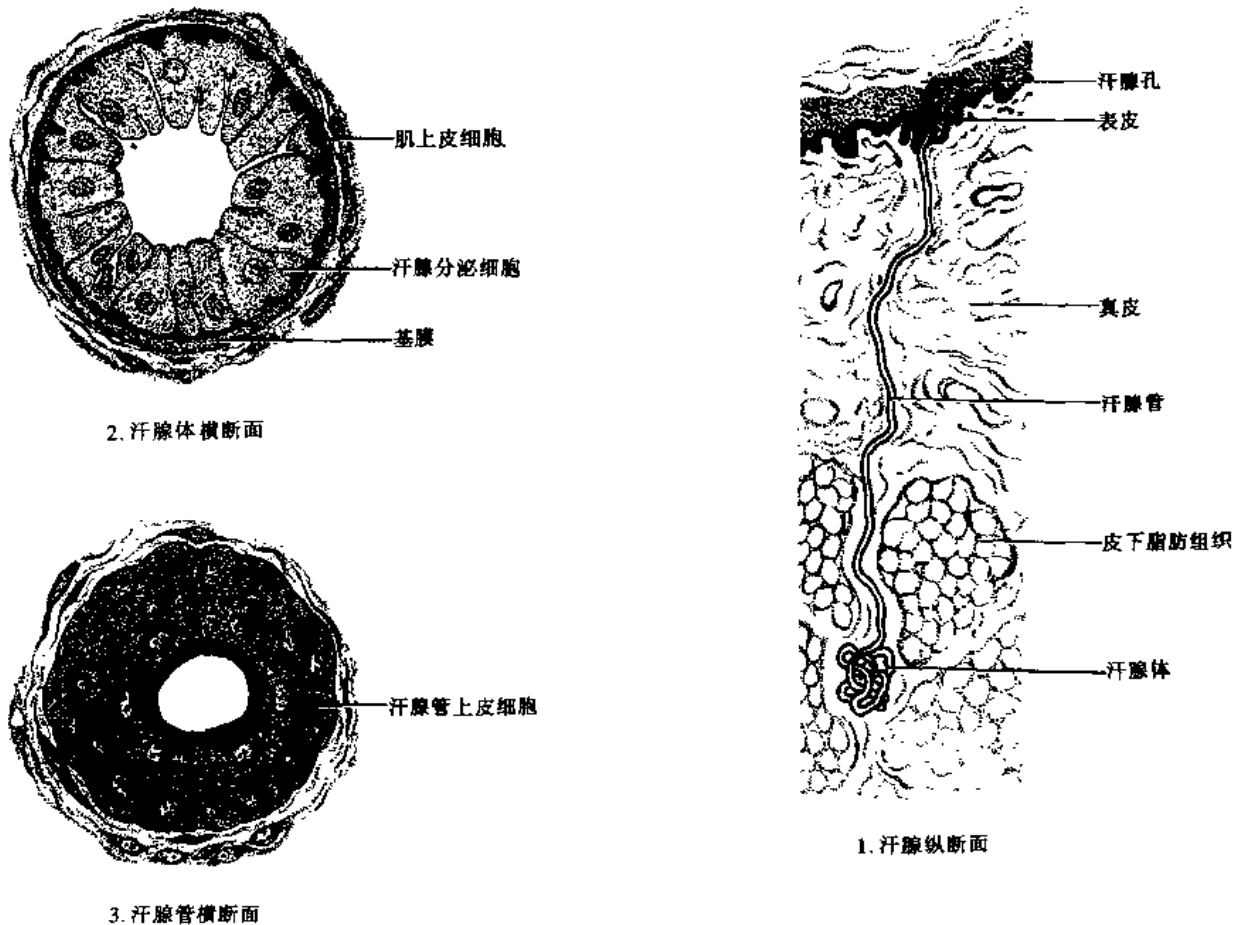


图 6-71 汗腺的结构

面无肌上皮细胞，胞质着色深，管径细。汗腺管进入表皮后，呈螺旋形行进，开口于皮表，管壁上皮亦与表皮细胞相移行。而大汗腺导管行径表皮部分是直的(图 6-71)。

用组织化学方法证明大、小汗腺皆含有核糖核酸及碱性磷酸酶。小汗腺尚含有丰富的糖元，而大汗腺则缺如。

汗腺的血管很丰富，缠绕在汗腺的血管网形成一个血管球，身体各部皮肤汗腺血管球的大小和多少不同，据姜树学等报道汗腺血管球分布的密度以足底和手掌密度最大分别为 2.71 个/mm²、2.46 个/mm²。手背、足背密度次之，分别为 0.84 个/mm²、0.91 个/mm²。而胸部、腹部密度最小，分别为 0.40 个/mm²、0.41 个/mm²。血管的大小：手背和足背较大；胸部、腹部次之；足底、手掌最小。

汗腺受交感神经节后纤维支配，为无髓纤维，现已查明，其递质为乙酰胆碱，应用阿托品可阻抑之。汗腺对交感神经和副交感神经药物，均有反应，尤对后者更敏感。

第三节 皮肤及其附属器官的发生

一、表皮的发生

表皮来自胚胎时期的外胚层，早期阶段仅有一层细胞，胚胎第 5 周时，便分化成内、外两层。内层细胞为立方形，显有旺盛的分裂能力，即生发层。外层稍扁，叫周皮 peridermis，将来演化为角化层。至胚胎第 3 月，在两层细胞间，又出现中间层。胚胎第 6 月时，各层细胞渐次增多，表层细胞开始角化，并有剥落细胞。与此同时，皮脂腺分泌开始，参予形成胎脂。胎脂覆被于胎身表面，有防止羊水浸渍的功能。表皮的色素颗粒，在生后才开始形成。

二、真皮及皮下组织的发生

真皮及皮下组织，起源于胚胎时期的中胚层。腹部及躯体两侧真皮和皮下组织，来自胚内体壁中胚层的间充质，背部者可能来自生皮节。表皮与真皮间最初境界膜平坦。至胚胎第 3 月以后，一方面由表皮细胞向真皮内深陷形成毛和腺的始基；另一面真皮的结缔组织向上突出，形成真皮乳头始基。因此，两者之间呈现起伏凹凸相嵌的连接。真皮的结缔组织，在胚胎第 2 月，即已出现胶原纤维，以后纤维渐次增加，因分化过程中的密度不同，遂分出真皮与皮下组织。弹力纤维出现稍晚。皮下脂肪出现于胚胎第 4 月以后。

三、毛发的发生

毛发出现于胎生第 3 月左右，开始时表皮细胞首先增殖肥厚，向真皮内陷入，称为毛芽 hair bud。毛芽继续深入真皮组织中，细胞密集，即毛乳头始基。毛芽作斜位伸长，形成毛栓。毛栓下端膨大作帽状，包围毛乳头始基，形成毛球与毛乳头。毛球的上皮细胞共有二层。内层白毛栓中轴分生伸展，叫毛锥，将来形成毛根、毛干及内根鞘。毛栓外层形成外根鞘，周围的间充质组织形成毛囊的结缔组织。在倾斜的毛栓上下，各生一团细胞，上方的形成皮脂腺；下方的叫毛床。毛床当毛更新时与毛芽的再生有关。毛床下方的间充质，形成立毛肌。

四、指(趾)甲的发生

胚胎第 10 周，手、足一定部位的细胞增殖肥厚，形成 3~4 层，称甲区。其细胞向近侧

端的真皮中伸入，形成甲基。由甲基分生的扁平细胞密集角化后，向指端推进，伸展于表皮层内面，使甲的上、下皆有表皮被复。上面者为甲上皮、至胎生第7月时仍存在，后来断裂，使甲露出。下面者叫甲下皮，将来成为甲床的生发层。

五、皮脂腺、汗腺的发生

皮脂腺于胚胎第4~5月，由毛栓出芽而成。分泌功能始于胎生第6月。汗腺的发生始于胎生第4~5月，由表皮细胞而成。手指、手掌与足底者出现较早。汗腺的始基与毛芽相同，呈索状向内伸至真皮深部，其末端卷曲，将来形成分泌部。分泌部细胞索内部发生空隙，管壁内层细胞形成腺细胞，外层者形成肌上皮细胞。以后排泄部也中空成管状，二者相接遂成汗腺。

(韩亚男)

参考文献

- 赵亮，等. 国人胎儿眼球数据的测量. 眼科新进展, 1983, 3: 232
- 孙世珉, 等. 中国人正常角膜大小的测量统计. 中华眼科杂志, 1960, 10: 151
- 韩亚男, 等. 人眼角巩膜缘部的测量及临床意义. 河北医学院学报, 1982, 3: 132
- 吉民生. 正常角膜缘在裂隙灯及生体显微镜下之所见. 中华医学杂志, 1948, 34: 29
- 毛雨荣. 中国人瞳孔径的统计分析报告. 中华眼科杂志, 1958, 8: 146
- 王俊麟, 等. 2044人瞳孔距离统计. 中华眼科杂志, 1981, 17: 245
- 北医一附院眼科教研室. 我国正常人视乳头杯盘比值及其在青光眼早期诊断的意义. 中华眼科杂志, 1978, 14: 33
- 魏厚仁, 等. 959例正常眼及近视眼视盘形态的观察. 中华眼科杂志, 1981, 17: 237
- 刘金铎. 2374只正常眼的黄斑形态观察. 实用眼科杂志, 1987, 5: 315
- 魏冰清, 等. 正常眼底周边部的变异——202只眼裂隙灯显微镜压陷检查所见. 中华眼科杂志, 1984, 20: 41
- 张淑芳, 等. 中国人前房深度的研究. 中华眼科杂志, 1980, 16: 222
- 许吉生, 等. 中国人眼前房轴深之研究. 中华眼科杂志, 1957, 7: 532
- 申尊茂, 等. 10560只正常眼周边前房深度的调查报告. 眼科新进展, 1981, 1: 23
- 余国经. 中国人的房水静脉. 中华眼科杂志, 1955, 5: 114
- 骆秉彝. 799只眼的房水静脉观察报告. 中华眼科杂志, 1958, 8: 757
- 俞德葆. 正常人及青光眼的房水静脉. 中华眼科杂志, 1960, 10: 13
- 王泰来. 晶状体的形态. 解剖学杂志, 1988, 11: 97
- 孙文琢. 骨性泪囊窝的观测. 解剖学杂志, 1988, 11: 100
- 佟德顺, 等. 泪囊窝及其邻近结构的异常. 解剖学杂志, 1988, 11: 21
- 曹郁琦, 等. 眶内侧壁观察和测量. 解剖学杂志, 1988, 11: 99
- 吉民生, 等. 我国人眼外形之统计观察. 中华眼科杂志, 1958, 8: 285
- 孟祥瑞. 新疆哈萨克族九项眼外形的正常值. 中华眼科杂志, 1983, 19: 216
- 冯葆华, 等. 我国人眼外形正常值的统计观察. 中华眼科杂志, 1964, 11: 101
- 梁竹筠, 等. 国人眼外形正常值统计观察. 中华眼科杂志, 1981, 17: 282
- 孙承录. 健康男性青少年眼外形正常值测量统计. 中华眼科杂志, 1979, 15: 201
- 何朗. 中国人正常睑缘厚度的测量. 中华眼科杂志, 1982, 18: 178

- 邹本宝. 中国人睫毛倾斜度与上睑板宽度. 中华眼科杂志, 1958, 8: 527
- 周培兰, 等. 正常成人眼睑板的测量研究. 解剖学杂志, 1994, 17: 389
- 周振德. 鼻泪管下口的观察及其临床意义. 中华眼科杂志, 1983, 19: 149
- 杨万录, 等. 眼外肌的解剖学调查. 解剖学杂志, 1988, 11: 98
- 尹兴华, 等. 共同性斜视病人眼外肌不平衡性的形态学观察. 解剖学杂志, 1988, 11: 182
- 韩亚男, 等. 上斜肌腱鞘的观察与上斜肌的测量. 中华眼科杂志, 1990, 26: 105
- 韩亚男, 等. 上斜肌的动脉和神经. 解剖学杂志, 1992, 15: 455
- 魏鑫元, 等. 眼动脉的局部解剖学研究. 解剖学杂志, 1990, 13: 50
- 崔模, 等. 眼动脉及其主要分支的研究. 河北医学院学报, 1982, 3: 221
- 韩亚男, 等. 眼上静脉的解剖. 河北医学院学报, 1990, 11: 193
- 侯玉春, 等. 眶腔静脉瓣的观察与测量研究. 中华眼科杂志, 1993, 29: 171
- 韩亚男, 等. 眼静脉瓣的观察. 解剖学杂志, 1990, 13: 51
- 周志淳, 等. 胎儿眼上静脉瓣的观察. 解剖学杂志, 1994, 17: 349
- 魏鑫元. 国人海绵窦局部解剖特征. 中国解剖科学会学术年会论文汇编, 1978, 141
- 韩隼, 等. 展神经海绵窦段的观察. 解剖学通报, 1984, 7: 81
- 吕来清, 等. 眼球器官内淋巴管的观察. 解剖学杂志, 1990, 13: 45
- 韩亚男, 等. 视神经颅内段及视交叉的测量. 中华眼科杂志, 1987, 23: 346
- 何朗. 球后麻醉新入路的探讨. 中华眼科杂志, 1987, 23: 349
- 苏梅生. 国人睫状神经节形态学观察. 解剖学杂志, 1988, 11: 99
- 戴义华, 等. 人眼球涡状静脉形态结构的扫描电镜观察. 解剖学杂志, 1988, 11: 97
- 何爱唯. 中国人视网膜中央动脉分支部位的观察. 中华眼科杂志, 1986, 22: 358
- 夏家骧, 等. 人视网膜血管构筑. 解剖学杂志, 1988, 11: 97
- 张美欣. 国人睫状视网膜动脉的统计. 中华眼科杂志, 1979, 15: 37
- 赵莉. 眼球肌瓣血管的立体构筑. 解剖学杂志, 1986, 9: 114
- 杨月如, 等. 耳廓的解剖学研究. 解剖学杂志, 1988, 11: 56
- 杨月如, 等. 国人外耳门、外耳道的观察和测量. 解剖学杂志, 1988, 11: 205
- 陈克功, 等. 耳屏外侧面的界限划法初探和形态分型. 解剖学杂志, 1990, 13: 9
- 方竹培, 等. 耳后区及耳廓应用解剖——(二)耳后肌蒂皮瓣. 解剖学杂志, 1988, 11: 154
- 丁永善, 等. 耳后动脉的显微解剖. 解剖学杂志, 1986, 9: 151
- 邵旭建, 等. 耳廓及颊部的浅淋巴管. 解剖学杂志, 1988, 11: 86
- 魏志成, 等. 胎儿耳廓淋巴管的观察. 解剖学杂志, 1988, 11: 85
- 王爱莲, 等. 鼓室的径线测量. 解剖学杂志, 1988, 11: 207
- 浦恩施, 等. 咽鼓管骨部的应用解剖. 中华耳鼻喉科杂志, 1985, 20: 225
- 王爱莲, 等. 鼓室窦的应用解剖研究. 解剖学通报, 1983, 6: 114
- 严世都, 等. 圆窗区的外科解剖学. 解剖学杂志, 1986, 9: 177
- 李文明, 等. 前庭窗区域的应用解剖. 解剖学杂志, 1986, 9: 176
- 孔庆喜, 等. 国人鼓膜的形态学观测. 解剖学杂志, 1988, 11: 96
- 张培俭, 等. 新生儿鼓膜及听小骨的组织学和组织化学观察. 河北医学院七·五科技文摘汇编, 1991, 119
- 魏宝林, 等. 人鼓膜毛细血管与鼓膜充血. 解剖学杂志, 1986, 9: 212
- 田钟瑞, 等. 听小骨测量和听骨链重建术. 中华耳鼻喉科杂志, 1979, 14: 1
- 曾庆云, 等. 640块国人听小骨的观察与测量. 解剖学通报, 1982, 5: 4
- 王爱莲, 等. 鼓峡的应用解剖学研究. 解剖学杂志, 1988, 11: 152
- 张世勋, 等. 乙状沟在乳突外表面投影的研究. 解剖学杂志, 1992, 15: 66

- 张国徽,等.乙状沟宽度及其与乳突表面距离的研究.解剖学杂志,1992,15:66
- 范力军,等.国人乙状窦的X线解剖测量.解剖学杂志,1990,13:91
- 杨书善.咽鼓管咽口的形态观察和测量.解剖学杂志,1986,9:44
- 柴戡臣,等.甲基丙烯酸甲酯内耳骨迷路铸型的测量.解剖学杂志,1986,9:91
- 彭华山,等.国人耳蜗的图像测量.解剖学杂志,1992,15:25
- 杨家齐,等.经乳突入路行内淋巴囊手术的应用解剖研究(一)内淋巴囊解剖.解剖学通报,1984,7:99
- 袁青桂,等.与镫骨手术和球囊穿刺术有关的内耳应用解剖.中国临床解剖学杂志,1988,6:222
- 孙济治.内耳道及其邻近解剖关系,中华耳鼻喉科杂志,1979,14:83
- 陆春才,等.内耳道定位方法的探讨.解剖学通报,1984,7:31
- 赵华盛,等.国人内耳道底投影点至颞弓根中点、弓状隆起最高点、面神经管裂孔等间距的测量.解剖学通报,1984,7:98
- 杨琳,等.前庭蜗神经周围结构的观察与测量.解剖学通报,1984,7:97
- 唐勇,等.人鼻粘膜微循环的形态学研究.解剖学杂志,1990,13:29
- 刘燕群,等.人胚胎舌乳头中味蕾的发育.解剖学杂志,1992,15:314
- 张万仁,等.国人皮肤厚度调查.解剖学杂志,1990,13:53
- 吴晋宝,等.手的掌侧投影面积测定.解剖学通报,1984,7:39
- 孙潮,等.精神分裂症患者的皮纹学分析及其与一级亲属的关系.解剖学杂志,1992,15:19
- 席刚明,等.长期微量元素摄入异常对皮纹的影响.解剖学杂志,1992,15:19
- 吴淑兰,等.对入皮肤表皮的透射电镜观察.解剖学杂志,1986,9:495
- 陈尔瑜,等.下腹部皮肤各层次血供的定量观测.解剖学杂志,1992,15:25
- 苏兆绛,等.人体不同部位皮肤的神经末梢的分布.解剖学杂志,1988,11:342
- 姜树学,等.汗腺的微血管构筑.解剖学杂志,1988,11:89
- 伊凡.巴甫洛夫.大脑两半球机能讲义.上海:上海医学出版社,1954
- 西安市第四医院眼科.眼科临床数值.西安:西安市科学技术情报研究所,1977
- 李松龄汇编.人体正常数据手册.重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1980
- 张朝佑主编.器官内微血管铸型扫描电镜图谱.北京:科学出版社,1988
- 宋琛,等主编.眼组织电镜图谱.北京:人民军医出版社,1988
- 倪遵编著.眼的解剖组织学及其临床应用.上海:上海医科大学出版社,1993
- 中国解剖学会体调组编.中国人体质调查续集.上海:上海科学技术出版社,1990
- 李肇特主编.中国医学百科全书,组织学.上海:上海科学技术出版社,1988,184~187
- 成令忠主编.组织学.北京:人民卫生出版社,第2版,1993,660~675
- 中国解剖学会体调组编.中国人体质调查.上海:上海科学技术出版社,1986
- 张朝佑,等.淋巴管研究的进展.北京:中国医学科学院科学情报研究室,1964
- 王云祥编著.实用淋巴系统解剖学.北京:人民卫生出版社,1984
- 刘承焯主编.皮肤病理生理学.北京:中国医药科技出版社,1991
- 王启华,等编著.应用眼耳鼻喉解剖学基础.北京:科学出版社,1981
- 何泽涌主译.人体发生学.北京:人民卫生出版社,1982
- 张培林.神经解剖学.北京:人民卫生出版社,1987
- 上海第一医学院主编.组织学.北京:人民卫生出版社,1981
- 张为龙,等主编.临床解剖学丛书(头颈部分册)北京:人民卫生出版社,1988
- 全国自然科学名词审定委员会.人体解剖学名词.北京:科学出版社,1991
- 肖仁度编.实用眼科解剖学.太原:山西人民出版社,1980
- Duke-Elder. System of Ophthalmology vol. I London: Henry Kimpton, 1961

Hollinshead WH. Anatomy for surgeons; the head and neck. vol. 1, 3rd. ed New York; Harper & Row, 1982
Peter LW; et al. Gray's Anatomy. 37th ed. , New York; Churchill Livingst. 1989
Fine BS and Yanoff M. Ocular Histology. 2nd ed. NY; Harper and Row, Publisher, 1979
Krstic RV. Illustrated Encyclopedia of Human Histology. Tokyo; Springer-Verlag. 1984
Marmor MF. Aging and the Retina, in "Aging and Human Visual Function". New York; Alan R Liss, Inc. ,
1984

中文索引

说明:

1. 本索引系按照汉字笔划顺序编排,除汉字外另附有以外文字母及数字符号开头的名词。

2. 笔画及选字皆以国务院核准公布的《人体解剖学名词》为依据,同时也有重点的参照《组织学名词》及《胚胎学名词》。

3. 本索引以公布名词的首选名词为依据,凡属不推荐的用名,除必要外一般不列入。

4. 有关组织学及胚胎学的名词,因限于著作内容,除必要的以外,一般皆略去,如过细的结构、生物化学名词、少见的畸形等。

5. 凡属从属关系层次较多,且不易分辨其从属关系或缺乏学术概念的非专用术语及部位形容词等,皆不列入索引,如前部、后部、内侧、外侧、左右、上下、毯、环池、钩、后正中线、甲乙丙丁细胞、明暗细胞等;但有重要意义的例外,如桡神经沟、I型肺泡细胞等。

索引

一画:乙

二画:二十人入

三画:三千下大上口女小子马山弓

四画:无支牙少中内气手升反心尺不巨切毛长化分月双水比冈贝方车冂书

五画:未正节古本左右甲丘白外主头生皮边石平电叶处包立半尼对丝去旧出发甘

六画:尖动巩耳协有灰回网舌传延自血后全会肌肋交闭关导阴收红纤机成过同色多次汗异光团扣伏

七画:韧苍豆投足听男体含坐肝肛肘肠角卵间尾尿附纵纹远运声束连位近闰初麦形构串伸泛杏

八画:岩表直枢板松枕奇拇软转顶非肾味呼固垂侧乳肺肱股周底盲泪空肩房视降终孤环爬苔杯轮明放单泡
刷弥线组极披齿岛经泄穹茎岬郎

九画:剑斑瓠树面拮指轴背竖星咽咬胃界贵虹骨幽食盆胆脉胚胎籽迷前恒室突冠扁神结柱残显复促类总钩
钙眉胡说施绒逆顺屏

十画:耻真桡根射脏胰胸脐脑胛脊消展起壶桥核唇原破套致紧蚓特透笔脂胶浆高效旁被海砧索倚蚓柱

十一画:球基黄副颅眶眼距趾犁第躬斜脚淋密隐颈菌梭排移假盖粘粒混渗弹菱梨匙绳章

十二画:椎椅硬掌险晶喉喙跖跗蛛锁筛筋集腓膈脾腋腕腱痛颞阑滑滋联棘黑釉腔温游短缓接傍最缘隔

十三画:鼓楔感跟输睫嗜嗅蜗锥腰腮膈腹触解意窠裸暗锯催微腺新溶缝辐滤锤嫌跳跨蓝

十四画:静蔓骶鼻翠膜膈膀端精颗疑漏缩

十五画:腕横嫩蝶髌膝额鲁

十六画:颞薄寰壁鞘篮激纒橙

十七画:髌臀臂翼瞳螺

十八画:髻藤镰

十九画:髌骸

二十画:鳞

二十一画：髓

二十二画：颞

外文字母

数字

一 画

乙状窦 1401
乙状结肠 345
乙状窦沟 57, 63
乙状结肠系膜 608
乙状结肠静脉 848
乙状结肠淋巴结 978
乙酰胆碱 1184
乙酰胆碱能神经元 1184

二 画

二分颞骨 73
二腹肌 201
二腹肌支 1487
二腹肌窝 77
二腹小叶 1213
二叠体旁核 1154
二叠体旁区 1154
二联体 707
十二指肠 334
十二指肠悬肌 336
十二指肠空肠曲 334
十二指肠上襞 609
十二指肠上隐窝 609
十二指肠下襞 609
十二指肠下隐窝 609
十二指肠旁隐窝 609
十二指肠后隐窝 609
十二指肠大乳头 336
十二指肠纵臂 336
十二指肠下曲 334
十二指肠支 844
十二指肠小乳头 337
十二指肠上曲 334
十二指肠上部 334
十二指肠壶腹 336
十二指肠降部 334

十二指肠水平部 334

十二指肠升部 334

人中 269

人体解剖学 1

入球小动脉 513

三 画

三尖瓣 698, 1011
三叉神经(V) 1466
三角肌 224
三角肌支 819
三角肌筋膜 224, 237
三角肌粗隆 95
三角胸肌淋巴结 964
三叉神经中脑核 1469, 1471
三叉神经运动核 1141, 1471
三叉神经脑桥核 1140
三叉神经脊束核 1140, 1469
三叉结节 1467
三叉丘脑束 1141
三叉神经压迹 63
三叉神经腔 1466
三叉旁核 1126
三叉丘系 1335, 1141
三角襞 297
三角骨 100
三角肌下囊 224
三角韧带 365, 374
三角窝 1805
三角窝隆起 1805
三角束 1105
三叉小脑纤维 1223
干骺端 19
干骺端动脉 33
下丘脑 1075
下肢骨 104
下颌骨 76
下鼻甲 76
下鼻道 86

下颌下腺 301
 下颌神经 1475
 下颌下腺管 301
 下颌下神经节 1491
 下颌下淋巴结 955
 下腔静脉瓣 697
 下颌角 78
 下丘脑前区 1255
 下颌底 77
 下颌体 77
 下丘臂 1145
 下丘连合 1346
 下半月叶 1212
 下颌下三角 203
 下迷小管 542
 下唇系带 269
 下孖肌 242
 下颌头 79
 下丘脑沟 1075, 1249
 下牙槽动脉 808
 下牙槽神经 1477
 下前段动脉 498
 下关节面 36
 下关节突 35
 下丘 1145
 下丘上橄榄投射 1138
 下丘蜗核投射 1138
 下肋凹 38
 下牙支 1477
 下牙丛 1477
 下神经节 1498, 1503
 下牙龈支 1477
 下唇动脉 805
 下舌段支气管(BV) 464
 下舌段(SV) 467
 下纵束 1282
 下纵肌 291
 下筛斑 1827
 下纵隔 488
 下髓帆 1383
 下斜肌 1780
 下橄榄核 1116
 下直肌 1777
 下矢状窦 1400
 下泌涎核 1125
 下段动脉 498
 下睑板 1772
 下丘脑 1249
 下丘脑外侧区 1256
 下牙弓 270
 下角 1381
 下睑 1770
 下唇 269, 496
 下颌管 78
 下颌孔 78
 下颌小舌 78
 下颌神经 1475
 下颌切迹 78
 下颌联合 77
 下颌舌骨肌 202
 下颌舌骨肌支 808
 下颌舌骨沟 78
 下颌舌骨肌线 77
 下颌舌骨肌神经 1477
 下颌咽部 309
 下颌颈 79
 下丘臂核 1151
 下腔静脉口 697
 下鼻甲 433
 下鼻道 433
 下腹下丛 1651
 下后锯肌 210
 下托 1293
 下颌下腺凹 77, 203
 大肠 349
 大收肌 247
 大翼 59
 大脑回 1267
 大脑沟 1267
 大脑脚 1075, 1145
 大脑镰 1399
 大脑半球 1267
 大脑皮质 1267, 1301
 大脑纵裂 1073, 1267
 大脑横裂 1073, 1267
 大脑髓质 1267, 1280

大脑动脉环 1433
 大脑上静脉 1433
 大脑深静脉 1434
 大脑前动脉 1424
 大脑弓状纤维 1281
 大脑髓 52
 大脑外侧窝池 1406
 大脑深静脉 1434
 大脑大静脉 1434
 大脑大静脉池 1406
 大脑下静脉 1434
 大脑内静脉 1436
 大脑外侧窝 1074, 1267
 大脑中动脉 1427
 大脑后动脉 1431
 大脑中浅静脉 1434
 大脑上静脉 1433
 大圆肌 224
 大动脉 782
 大阴唇 584
 大网膜 606
 大隐静脉 917
 大骨盆 107
 大结节 94
 大唾液腺 298
 大多角骨 101
 大菱形肌 210
 大脑浅动脉 1433
 上转子 267
 上肢骨 91
 上颌骨 68
 上鼻甲 67, 433
 上颌神经 1474
 上腔静脉 814
 上肢浅静脉 895
 上肢深静脉 897
 上髓帆 1130, 1383
 上牙槽前动脉 810
 上牙槽前支 1475
 上颌骨 68
 上颌体 68
 上丘臂 1145
 上半月叶 1212
 上迷小管 542
 上唇系带 269
 上孖肌 242
 上颌突 416
 上颌窦 68, 71, 436
 上颌动脉 807
 上颌结节 69
 上牙槽中支 1474
 上肢肌 223
 上腔静脉口 697
 上牙槽后动脉 810
 上牙槽后支 1474
 上腹下丛 1651
 上髓帆系带 1130, 1145
 上行网织激动系统 1181
 上行网织抑吊系统 1181
 上后锯肌 210
 上段支气管(BW) 465
 上丘脑 1243
 上关节突 35
 上丘 1145
 上肋凹 38
 上牙丛 1475
 上神经节 1497, 1503
 上唇动脉 805
 上舌段支气管(BW) 464
 上舌段(SW) 467
 上叶支 795
 上纵束 1282
 上纵肌 290
 上筛斑 1827
 上纵隔 487
 上鼻道 67
 上斜肌 1779
 上橄榄核 1137
 上直肌 1777
 上矢状窦 1400
 上涎腺核 1139
 上段(SW) 467
 上段动脉 498
 上睑板 1772
 上斜肌腱鞘 1779
 上牙弓 270

上睑 1770
 上唇 269, 496
 上皮性网状细胞 931
 上皮性脉络板 1442
 上睑提肌 1781
 口腔 269
 口腔前庭 269
 口角 269
 口裂 269
 口咽 306
 口咽膜 416
 女性尿道 528
 女性外生殖器 583
 女性内生殖器 557
 女阴裂 584
 小脑 1212
 小头 1446
 小翼 60
 小脑中央核 1219
 小脑脚 1215
 小脑镰 1399
 小脑幕 1212, 1399
 小脑下静脉 1436
 小脑上脚交叉 1155
 小脑下脚 1120
 小脑中脚 1075, 1130
 小脑皮质 1215
 小脑幕支 1405
 小脑下后动脉 1430
 小脑下中动脉 1431
 小脑后叶 1212
 小脑上动脉 1431
 小脑上静脉 1436
 小脑下前动脉 1430
 小脑前叶 1212
 小脑活树 1215
 小脑体 1212
 小脑半球 1212
 小脑谷 1212
 小脑板 1443
 小脑橄榄纤维 1120
 小脑前庭纤维 1225
 小脑前切迹 1212
 小脑后切迹 1212
 小脑叶片 1212
 小脑后叶 1212
 小脑扁桃体 1213
 小脑小球 1217
 小脑蚓 1212
 小脑上脚 1130, 1225
 小脑延髓池 1406
 小角舌肌 290
 小角咽部 310
 小角软骨 441
 小结节嵴 95
 小腿筋膜 258
 小腿骨间膜 165
 小指伸肌 233
 小圆肌 224
 小指短屈肌 235
 小趾短屈肌 254
 小胶质[细胞] 1067
 小阴唇 584
 小网膜 606
 小骨盆 107
 小转子 110
 小芽 1045
 小舌 1212
 小唾液腺 298
 小指对掌肌 235
 小细胞网状核 1168
 小腿前肌间隔 258
 小腿后肌间隔 258
 小菱形肌 210
 小肠 334
 小多角骨 101
 小带纤维 1767
 小带间隙 1767
 小肠绒毛 340
 小隐静脉 917
 小指展肌 235
 小趾展肌 253
 子宫 569
 子宫静脉丛 915
 子宫圆韧带 571
 子宫体 570

子宫底 570
 子宫右缘 570
 子宫左缘 570
 子宫峡 570
 子宫颈 570
 子宫颈神经节 1687
 子宫颈阴道上部 570
 子宫颈阴道部 570
 子宫口 570
 子宫腔 570
 子宫颈管 570
 子宫旁组织 572
 子宫颈旁组织 572
 子宫阔韧带 571
 子宫系膜 572
 子宫旁淋巴结 982
 子宫动脉 858
 子宫阴道丛 572, 1653, 1687
 马尾 1079
 马提诺蒂细胞 1302
 骨骼肌的卫星细胞 182
 山顶 1212
 山坡 1212
 弓状动脉 513
 弓状隆起 64
 弓状线 105, 218
 弓状核 1120, 1239

四 画

无髓[神经]纤维 1049, 1051
 无名质 1274
 无脑畸形 1446
 无脊髓畸形 1446
 无长突细胞 1756
 无颗粒型 1309
 支气管肺段 466
 支气管支 837
 支气管静脉 479
 支气管肺门淋巴结 971
 支持细胞 1064
 牙 270
 牙冠 270
 牙根 270

牙颈 270
 牙腔 270
 牙龈 280
 牙髓 274
 牙周膜 421
 牙槽骨 281
 牙槽管 69
 牙槽孔 69
 牙槽突 70
 牙根尖 270
 牙根尖孔 270
 牙骨质 272, 421
 牙槽 77
 牙[本]质 271
 牙槽间隔 70, 77
 牙槽窝 77
 牙乳头 419
 牙周支 808
 牙根管 271
 牙冠腔 270
 牙根髓 271
 牙板 418
 牙质小管 272
 牙质纤维 272
 牙质 271
 少突胶质细胞 1066
 中耳 1813
 中脑 1145
 中纵隔 489
 中鼻甲 67, 433
 中间神经 1482
 中央管 1080
 中鼻道 433
 中央中核 1241
 中央前区 1312
 中央后区 1317
 中央后沟 1270
 中央前回 1270
 中央前沟 1270
 中央旁沟 1269
 中央旁核 1241
 中间皮质 1307
 中间灰质 1080

中脑水管 1384
 中间内侧核 1089, 1596
 中央内侧核 1241
 中央外侧核 1241
 中央小叶 1212
 中央旁小叶 1270
 中间微动脉 784
 中心节点 1739
 中间外侧核 1089, 1596
 中结肠动脉 846
 中脑外侧沟 1145
 中央小叶翼 1212
 中央沟动脉 1427
 中央后沟动脉 1427
 中央前沟动脉 1427
 中央骨 1379, 1384
 中枢神经系统 1072
 中心腱 222
 中介核 1126
 中间楔骨 119
 中间神经节 1631
 中间腰淋巴结 980
 中间带 1089
 中间部 651
 中间神经元 1036
 中床突 58
 中结肠淋巴结 978
 中结肠静脉 910
 中副动脉 824
 中筛窦 67
 中鼻甲 67
 中线核群 1232
 中间线形核 1171
 中缝背核 1171
 中缝大核 1171
 中缝隐核 1170
 中缝苍白核 1170
 中缝脑桥核 1171
 中缝核纹体纤维 1274
 中央后回 1271
 中央沟 1269
 中央上核 1171
 中脑顶盖 1145
 中脑被盖 1154
 中肾 591
 中央凹 1754
 中间纤维(丝) 1044
 中枢神经系统 1083
 中肾嵴 591
 中肾管(Wolff管) 591
 中鼻道 86
 中央动脉 1001
 中枢淋巴组织 933
 中枢淋巴器管 933
 内耳 1826
 内脏 262
 内囊 1280
 内终丝 1078
 内侧纵束 1105, 1135, 1371
 内侧膝状体 1245
 [同侧]丘系交叉 1099, 1116
 内脏传入神经 1351, 1654
 内耳门 64, 1938
 内耳道 64, 1838
 内直肌 1778
 内侧脚 222
 内[颞]粒层 1286, 1304
 内囊膝 1280
 内侧丘系 1099, 1116
 内侧纵纹 1292
 内侧隆起 1112
 内眦动脉 805
 内囊后肢 1280
 内囊前肢 1280
 内弓状纤维 1099, 1116
 内脏大神经 1642
 内脏小神经 1644
 内脏最小神经 1644
 内脏运动传导路 1375
 内眦静脉 886
 内脏运动神经末梢 1062
 内脏效应器 1061
 内脏感觉束 1102
 内脏痛觉传导路 1355
 内侧底段(SVI) 467, 468
 内侧底段支气管(BVI) 465

内淋巴 1826
 内板 20
 内侧副橄榄核 1116
 内眦 1770
 内踝前动脉 877
 内上髁 95
 内踝支 875
 内踝网 878
 内侧髁 110
 内侧缘静脉 916
 内髓板 1231
 内侧半月板 160
 内侧核群 1231
 内侧楔骨 119
 内侧段动肪 843
 内侧段支气管(BV) 465
 内皮 783
 内网层 1757
 内纹层 1304
 内界膜 1757
 内核层 1756
 内轴 1059
 内感受器 1057
 内颗粒层 1304
 内皮下层 783
 内皮细胞 783, 922
 内源性阿片样肽能神经元 1200
 内纤维 1760
 内巩膜沟 1744
 内耳膜沟 1744
 内耳道底 1838
 内节 1759
 内侧软骨板 1824
 气管 452
 气管杈 452
 气管肌 453
 气管前层 204, 311
 气管隆嵴 452
 气管前间隙 205
 气管支气管淋巴结 971
 气管前淋巴结 955
 气管膜壁 452
 气管软骨 452
 气管静脉 885
 手肌 234
 手关节 150
 手舟骨 99
 手背筋膜 239
 升结肠 353
 升主动脉 799
 反射弧 1036
 反馈抑制 1037
 反应中心 933
 心 695
 心包 762
 心肌 704
 心肌纤维的微细结构 704
 心房肌与心室肌的差别 708
 心肌的再生 709
 心肌的组织发生 709
 心内膜 702
 心肌膜(层) 702
 心外膜 710
 心浅丛 1647
 心深丛 1648
 心血管系 691
 心丛 1648
 心尖 695
 心包支 817
 心包腔 763, 1007
 心大静脉 756
 心小静脉 757
 心中静脉 757
 心包斜窦 763
 心包横窦 763
 心最小静脉 743
 心尖切迹 695
 心底 695
 心压迹 458
 心包膈动脉 816
 心包膈静脉 885
 心包静脉 886
 心传导系发生 1011
 心肌血管重建术 750
 心管 1007
 心内膜垫 1011

心背系膜 1007
 心脏发生 1007
 心骨骼 702
 心房肽能神经元 1205
 尺骨 98
 尺动脉 830
 尺神经 1549
 尺静脉 898
 尺侧返动脉 831
 尺侧腕伸肌 233
 尺侧腕屈肌 231
 尺侧下副动脉 827
 尺侧上副动脉 827
 尺神经手背支 1550
 尺神经掌支 1550
 尺侧副韧带 148
 尺骨头 99
 尺切迹 97
 尺骨粗隆 99
 不规则骨 19
 不连续毛细血管 791
 巨细胞网状核 1167
 巨噬细胞 932
 切牙 276
 切牙孔 70
 切牙管 70, 294
 毛囊 1862
 毛细淋巴管 922
 毛毛细管 789
 毛干 1861
 毛根 1861
 毛球 1861
 毛小皮 1861
 毛乳头 1862
 毛细血管后微静脉 940, 1057
 毛细血管前微动脉 784
 长旋动脉 1422
 长骨 19
 长收肌 246
 长中央动脉 1427
 长突细胞 1384
 化学[性]突触 1047
 化学神经解剖学 1184
 化学依赖性通道 1042
 化学感受器 787, 1057
 分子层 1303
 分叉神经 1575
 分歧韧带 168
 月骨 100
 月状沟 1271
 双极细胞 1755
 双极神经元 1041
 水平裂 1212
 水平板 74
 水平细胞 1302, 1756
 比目鱼肌 250
 冈下肌 224
 冈下窝 91
 冈上肌 224
 冈上窝 91
 冈下肌腱下囊 224
 贝兹锥体细胞 1042
 方叶 1212
 方形膜 443
 方形小叶前部 1214
 方形小叶后部 1214
 方形韧带 148
 车轴关节 129
 臼 1113
 书写区 1316

五 画

未定带 1248
 正中神经 1544
 正中隆起 654, 1249, 1390
 正中神经掌支 1545
 节后神经元 1615
 节前神经元 1615
 节细胞 1617
 节细胞层 1304, 1757
 节间动脉 1014
 节前神经纤维 1617
 节后神经纤维 1627
 古皮质 1307
 本体感觉传导路 1328
 本体感受器 1057

左房室口 701
 左心房 700
 左头臂静脉 884
 左束支 720
 左结肠动脉 848
 左结肠淋巴结 978
 左结肠静脉 909
 左冠状动脉 733
 左纤维三角 703
 左肺下叶支气管 464
 左下肺静脉 798
 左腰淋巴结 979
 左肺 460
 左主支气管 455
 左肺动脉 796
 左半月瓣 702
 左肺上叶支气管 463
 左上肺静脉 477, 797
 左肾上腺静脉 904
 左心室 700
 左房斜静脉 757
 左室后静脉 757
 左肺下叶 460
 右房室口 698
 右房室瓣 698
 右心房 697
 右心耳 697
 右头臂静脉 884
 右束支 720
 右结肠动脉 847
 右结肠淋巴结 978
 右冠状动脉 736
 右纤维三角 703
 右肺下叶支气管 465
 右下肺静脉 797
 右腰淋巴结 980
 右肺 461
 右淋巴导管 953
 右肺中叶支气管 465
 右主支气管 455
 右肺动脉 795
 右半月瓣 702
 右肺上叶支气管 464
 右上肺静脉 797
 右肾上腺静脉 904
 右心室 698
 右肺下叶 461
 甲状腺 662
 甲状旁腺 671
 甲上皮 1859
 甲床 1859
 甲体 1859
 甲根 1859
 甲廓 1859
 甲状腺上动脉 803
 甲状腺上静脉 894
 甲杓肌 445
 甲状颈干 815
 甲状会厌韧带 444
 甲状会厌肌 446
 甲状腺舌管 285
 甲状舌骨肌 201
 甲状舌骨膜 442
 甲状软骨 439
 甲状软骨孔 440
 甲状腺淋巴结 955
 甲咽部 310
 甲状腺最下动脉 670
 甲状腺提肌 663
 甲状腺中静脉 894
 甲下皮 1859
 甲状腺下动脉 815
 甲状腺下静脉 885
 甲状舌骨外侧韧带 442
 甲状舌骨正中韧带 442
 甲弧影 1859
 甲沟 1859
 丘脑束 1249
 丘脑间粘合 1076, 1231
 丘脑枕 1230
 丘脑髓纹 1076, 1230, 1243
 丘脑室旁核 1232
 丘脑网状核 1232
 丘脑带 1230
 丘脑前结节 1230
 丘脑下脚 1233

丘系后核 1163
 丘系旁核 1162
 丘系三角 1130
 丘脑 1075, 1230
 丘周区 1151
 丘脑纤维 1163
 丘脑后复合体 1240
 丘脑纹体纤维 1274
 丘脑苍白球纤维 1275
 丘脑辐射 1242
 丘脑前脚 1242
 丘脑后脚 1242
 白线 215, 359
 白交通支 1633
 白质前连合 1080
 白质后连合 1080
 白质 1038, 1080
 白体 565
 白髓 999
 外耳 1804
 外耳门 65, 88, 1805
 外耳道 66, 1811
 外板 20
 外耳道神经 1478
 外终丝 1078
 外侧膝状体 1245
 外髓板 1231
 外鼻 429
 外毗 1770
 外踝前动脉 876
 外侧底段 468, 469
 外侧底段支气管 465
 外踝 115
 外侧楔骨 119
 外侧皮支 839
 外上髌 95, 111
 外侧固有束 1105
 外侧髌 110
 外侧丘系 1138
 外侧丘系核 1138
 外侧纵纹 1292
 外踝支 875
 外踝面 115
 外踝窝 115
 外踝网 878
 外侧缘静脉 916
 外膜壶腹 1832
 外侧半月板 160
 外侧核群 1231
 外侧颈核 1100
 外侧沟 1269
 外直肌 1778
 外侧网状核 1170
 外侧段动脉 843
 外侧段 468
 外侧段支气管 465
 外骨半规管 1829
 外膜半规管 1832
 外淋巴 1826
 外科干 910
 外科解剖学 1
 外科颈 95
 外踝关节面 115
 外耳道软骨 1813
 外节 1759
 外巩膜沟 1744
 外网层 1756
 外界膜 1756
 外核层 1756
 外纹层 1304
 外侧鼻突 417
 外感受器 1057
 外颗粒层 1304
 外耳道软骨切迹 1812
 外侧软骨板 1824
 外半规管凸 1814
 外壶腹神经 1493
 主支气管 455
 主动脉口 702
 主动脉弓 799
 主动脉瓣 702
 主动脉丛 1648
 主动脉球 799
 主动脉小球 787, 1667
 主动脉裂孔 222
 主动脉峡 799

主动脉窦 702
 主动脉肾神经节 1649
 主动脉下淋巴结 981
 主动脉外侧淋巴结 979
 主致密线 1051
 主细胞 506, 672
 主动脉旁体 682
 头静脉 896
 头臂干 800
 头发 1860
 头长肌 202
 头下斜肌 214
 头上斜肌 213
 头后大直肌 213
 头后小直肌 213
 头状骨 101
 头夹肌 211
 头曲 1440
 生殖器 528
 生殖股神经 1570
 生肾索 591
 生殖索 591
 生殖小体 1686
 生发中心 932
 生发细胞 1068
 生殖结节 594
 生精细胞 532
 生后肾组织 592
 生心板 1007
 生长激素细胞 647
 皮肤 1849
 皮肤粘膜小体 1857
 皮质 1038
 皮质脑桥束 1132
 皮质脊髓束 1130, 1361
 皮质网状纤维 1172
 皮质脊髓侧束 1102, 1362
 皮质脊髓前外侧束 1114, 1362
 皮质橄榄纤维 1118
 皮质味觉区 1125
 皮质延髓束 1132
 皮质小脑束 1133
 皮质耳蜗通路 1138
 皮质红核纤维 1155
 皮质纹状纤维 1274
 皮质苍白球纤维 1275
 皮质脊髓前束 1102, 1362
 皮质束核 1130, 1364
 皮质网状束 1132
 皮肤 173
 皮嵴 1850
 皮沟 1850
 皮脂腺 1863
 皮下组织 1856
 边缘动脉 850
 边缘系统 1298, 1612
 边缘叶 1272, 1298, 1611
 边缘区 999
 边缘层 1439
 边缘窦 1402
 边缘前脑 1611
 边缘中脑 1611
 石绵样变性 127
 平滑肌内侧核 1596
 平行突触 1049
 电突触 1047
 电位依赖性通道 1042
 叶间动脉 513
 叶状乳头 288
 处女膜闭锁 579
 处女膜 579
 包囊核 1346, 1348
 立毛肌 1862
 半月裂孔 67, 433
 半月核 1239
 半月瓣 699
 半月切迹 98
 半奇静脉 900
 尼氏体(Nissl 体) 1042
 对耳轮 1804
 对耳屏 1805
 对耳屏耳轮裂 1806
 对耳轮横沟 1806
 丝状乳头 286
 去极化 1054
 去甲肾上腺素能神经元 1190

去甲肾上腺素细胞 681
去甲肾上腺素背侧束 1190
去甲肾上腺素腹侧束 1190
旧小脑 1212
旧皮质 1307
旧橄榄 1116
出球小动脉 513
发言区 1315
甘氨酸能神经元 1197

六 画

尖段支气管 465
尖后段 466
动脉 780, 782
动眼神经 1460
动脉冠 1420
动力蛋白 1046
动态核袋 I 型纤维 1059
动眼神经核 1159
动眼前中枢 1154
动眼神经副核 1160
动眼神经附属核 1161
动脉韧带 795
动静脉吻合 791
动脉周围淋巴鞘 999
动脉弓 1013
动脉导管未闭 1024
动脉球 1011
动脉球不分隔 1023
巩膜 1744
巩膜角膜部 1740
巩膜外层 1745
巩膜静脉窦 1740
巩膜固有质 1745
巩膜棕黑层 1746
巩膜筛板 1744
巩膜突 1744
耳 1804
耳廓 1804
耳神经节 1499
耳廓前韧带 1806
耳前切迹 1805
耳蜗动脉丝球 1840

耳支 1503
耳廓韧带 1806
耳垂 1804
耳状面 40, 105
耳廓结节 1805
耳前肌 194
耳后肌 194
耳上肌 194
耳颞神经 1478
耳廓软骨 1806
耳软骨峡 1806
耳甲腔 1805
耳软脚 1804
耳深动脉 808
耳甲艇 1805
耳舟隆起 1805
耳大神经 1532
耳轮大肌 1807
耳轮小肌 1807
耳轮 1804
耳屏间切迹 1805
耳廓斜肌 1807
耳后动脉 806
耳廓后韧带 1806
耳后神经 1487
耳廓后沟 1805
耳轮棘 1806
耳轮脚沟 1805
耳廓上韧带 1806
耳轮尾 1806
耳屏肌 1807
耳屏 1805
耳廓横肌 1807
耳舟 1805
耳甲 1805
耳界切迹 1806
耳甲隆起 1805
耳廓肌 1806
耳屏耳轮韧带 1806
耳屏板 1806
协同肌 187
有髓神经纤维 1409
有孔毛细血管 791

灰交通支 1633
 灰结节 1074, 1249
 灰小结节 1112
 灰质前连合 1080
 灰质后连合 1080
 灰质 1038, 1080
 回肠 339
 回盲瓣 350
 回肠憩室 341
 回盲上隐窝 610
 回盲口 350
 回结肠动脉 847
 回肠淋巴结 978
 回结肠静脉 909
 回盲下隐窝 610
 网状细胞 931
 网状结构 1038, 1080
 网状脊髓束 1104
 网状核 1091
 网状带 678, 1115
 网状小脑纤维 1120, 1122
 网状延髓纤维 1179
 网膜囊 606, 608
 网膜结节 361, 410
 网膜孔 608
 舌 285
 舌肌 289
 舌骨 79
 舌下腺 301
 舌系带 288
 舌乳头 286
 舌下神经 1514
 舌咽神经 1497
 舌扁桃体 288
 舌下腺大管 302
 舌下腺小管 302
 舌骨下肌 200
 舌骨上肌 201
 舌前腺 292
 舌尖 285
 舌骨体 79
 舌体 285
 舌缘 285
 舌深动脉 804
 舌背 285
 舌盲孔 285
 舌咽部 309
 舌下神经管 57
 舌骨会厌韧带 442
 舌骨舌肌 289
 舌下神经核 1120
 舌下神经束间核 1127
 舌下神经三角 1113
 舌下神经降支 1531
 舌骨下支 803
 舌会厌外侧襞 288
 舌动脉 804
 知滤泡 288
 舌腺 291
 舌回 1271
 舌粘膜 286
 舌神经 1476
 舌面 271
 舌静脉 894
 舌正中沟 285
 舌中隔 288
 舌腱膜 286
 舌下前置核 1125
 舌下周核 1125
 舌下动脉 804
 舌下阜 288
 舌下襞 289
 舌下腺凹 77
 舌底神经 1477
 舌底核 1126
 舌横肌 291
 传导径路 1308
 传出神经元 1306
 传入神经元 1036
 延髓 1111
 延髓动脉 1430
 延髓中央核 1167
 延髓固有系统 1176
 自主神经节 1617
 自主神经系统 1594
 自由下肢骨 109

自由上肢骨 94
 自由下肢连结 155
 自由上肢连结 142
 血-脑脊液屏障 1067, 1415
 血管球 500
 血淋巴结 942
 血-脑屏障 1064, 1413
 血-胸腺屏障 937
 血管周少突胶质细胞 1066
 血管紧张素Ⅰ能神经元 1206
 血管乳头 1855
 血管周细胞 1067
 血管周足 1064
 后囟 89
 后角 1480
 后壶腹神经 1494
 后弓 36
 后底段(SX) 468, 469
 后底段支气管(BX) 465
 后叶升压素能神经元 1203
 后外侧后核 1086
 后角固有核 1091
 后角连合核 1091
 后角连合束 1105
 后连合 1076, 1154
 后交通动脉 1423
 后交叉韧带 163
 后连合核 1154
 后屈束 1243
 后丘脑 1245
 后筛窦 67
 后外弓状纤维 1101, 1120
 后固有束 1105
 后索 1080
 后正中沟 1079
 后正中隔 1079
 后正中线 264
 后纵韧带 131
 后室间支 741
 后中间沟 1079
 后纵隔 489
 后膜壶腹 1832
 后穿质 1075, 1145
 后段(SⅠ) 468, 841
 后段动脉 498
 后段支气管(BⅠ) 465
 后骨半规管 1829
 后膜半规管 1832
 后半月瓣 702
 后外侧中央动脉 1432
 后内侧中央动脉 1432
 后肠 416
 后肾 591
 后房 1764
 后巩膜孔 1744
 全浆分泌 643
 会阴 623
 会阴浅隙 632
 会阴浅横肌 627
 会阴中心腱 626
 会阴深隙 632
 会阴深横肌 628
 会厌软骨 441
 会厌谷 288
 会阴肌 624
 会阴神经 1591
 会阴曲 356
 肌纤维 173
 肌皮神经 1543
 肌内膜 173
 肌层 268
 肌支 875
 肌束膜 173
 肌三角 203
 肌梭 1106
 肌浆网 175, 707
 肌肉组织 173
 肌原纤维 175, 705
 肌丝 178
 肌上皮细胞 302
 肌膜下池 707
 肌丝滑动学说 180
 肌芽 182
 肋 47
 肋弓 50
 肋间淋巴结 969

肋角 48
 肋骨 47
 肋软骨 49
 肋沟 48
 肋头 48
 肋颈 48
 肋切迹 46
 肋胸膜 482
 肋结节 48
 肋颈干 817
 肋软骨连结 139
 肋锁韧带 143
 肋膈降窝 486
 肋纵膈隐窝 487
 肋横突孔 36, 137
 肋横突关节 137
 肋椎关节 137
 肋间外肌 206
 肋间内肌 207
 肋间最内肌 207
 交感部 1631
 交感干神经节 1631
 交叉前沟 58
 交通支 875
 交感神经节 1631
 交叉上核 1252
 闭孔 106
 闭孔沟 106
 闭孔神经 1574
 闭孔淋巴结 981
 闭孔动脉 861
 闭膜管 157, 242
 闭孔嵴 106
 闭孔外肌 244
 闭孔内肌 242
 闭孔静脉 912
 关节 123
 关节面 19, 127
 关节盘 128
 关节腔 128
 关节囊 127
 关节软骨 127
 导水管周围灰质 1145
 导静脉 894
 阴茎 552
 阴蒂体 585
 阴道静脉丛 521
 阴茎体 553
 阴蒂海绵体 585
 阴茎海绵体 553
 阴茎海绵体腔 556
 阴蒂 585
 阴茎头冠 553
 阴蒂脚 585
 阴蒂深动脉 859
 阴茎深动脉 859
 阴茎逢 553
 阴部神经 1589
 阴蒂包皮 584
 阴茎包皮 554
 阴唇后支 858
 阴唇后静脉 913
 阴茎颈 554
 阴茎头 553
 阴蒂头 585
 阴道穹 579
 阴蒂系带 584
 阴部外静脉 917
 阴茎背 553
 阴蒂背神经 1591
 阴茎背神经 1591
 阴茎背动脉 859
 阴蒂背动脉 859
 阴囊缝 551
 阴道褶 571
 阴囊 551
 阴囊中隔 552
 阴囊后神经 1591
 阴茎头中隔 554
 阴茎中隔 553
 阴茎浅筋膜 554
 阴蒂悬韧带 585
 阴茎悬韧带 555
 阴茎海绵体小梁 555
 阴道 578
 阴道动脉 858

阴道口 579
阴道静脉丛 915
阴道前庭 584
阴毛 551
收肌管 255
红核脊髓束 1104, 1155
红核小脑束 1155
红骨髓 20, 32
红核 1154
红髓 1000
红核橄榄束 1118
红核脑干束 1155
红核前区 1248
红核前区核 1248
纤维膜 127
纤维环 130, 703
纤维心包 762
纤维连结 123
纤维软骨环 1816
纤维三角 703
纤维软骨 123
纤维性垂体细胞 654
纤维性星形胶质细胞 1064
机械感受器 1057
成骨细胞 23
成熟卵泡 563
成牙质细胞 275
成神经细胞 1068, 1439
成胶质细胞 1068
过渡细胞 709
同侧偏盲 1460
同源细胞群 124
多巴胺能神经元 1188
多泡体 1045
多感觉感受器 1057
多极神经元 1041
次级卵泡 562
次级突触间隙 1062
次级溶酶体 1045
次级淋巴器官 933
次级骨化中心 28
次级精母细胞 534
汗腺 1863

异树突型神经元 1165
先天性脐疝 427
先天性紫绀三联症 1024
光感受器 1057
团簇带 1115
扣带沟 1269
扣带 1282
伏隔核 1290

七 画

韧带连结 123
苍白球 1274
苍白球丘脑纤维 1275
苍白球背盖纤维 1275
苍白球底丘脑纤维 1275
苍白球黑质纤维 1276
苍白球僵核纤维 1276
壳 1274
豆核襻 1249
豆核束 1249
豆状核 1274
豆状突 1274
豆状乳头 288
豆掌韧带 151
豆钩韧带 151
豆状核后部 1281
投射纤维 1280
足肌 252
足骨 115
足关节 166
足底深弓 875
足底深动脉 878
足背筋膜 259
足底筋膜 259
足背静脉网 916
足背静脉弓 916
足弓 172
足舟骨 118
足底外侧动脉 875
足底外侧神经 1585
足底内侧动脉 875
足底内侧神经 1584
足底韧带 171

足心动脉 875
 足底泌弓 875
 足背内侧皮神经 1587
 足背中间皮神经 1587
 足底长韧带 169
 足底浅弓 876
 听小骨 1819
 听觉传导路 1344
 听辐射 1325, 1346
 听结节 1113
 听视区 1152
 听区 1325
 男乳房 590
 男尿道 524
 男性子宫 525
 体-体突触 1047
 体被 1849
 体毛 1866
 含气骨 19
 坐骨 105
 坐骨神经 1581
 坐骨结节 106
 坐骨大孔 156
 坐骨体 105
 坐骨大切迹 105
 坐骨小切迹 106
 坐骨小孔 156
 坐骨棘 106
 坐骨肛门窝 632
 坐骨海绵体肌 629
 肝 365
 肝门 365
 肝段 369, 370
 肝静脉 903
 肝小叶 393
 肝总管 402
 肝总动脉 841
 肝右静脉 903, 383
 肝右叶 367, 369
 肝固有动脉 374
 肝左叶 369, 367
 肝圆韧带 373, 1022
 肝左静脉 382
 肝中间静脉 903, 382
 肝小静脉 386
 肝淋巴结 976, 985
 肝丛 1650
 肝门静脉 377, 906
 肝结肠韧带 374, 605
 肝十二指肠韧带 374, 606
 肝胃韧带 374, 606
 肝胰壶腹 335, 404
 肝胰脏 608
 肝肾韧带 605
 肝圆韧带裂 365
 肝胰壶腹括约肌 404
 肝板 393
 肝索 393
 肝血窦 396
 肝细胞 393
 肝造血 401
 肝腺泡 397
 肝门管区 397
 肝憩室 427
 肛门 359
 肛柱 358
 肛窦 356
 肛瓣 358
 肛提肌 624
 肛门内括约肌 359
 肛门外括约肌 359, 626
 肛动脉 858
 肛管 356
 肛神经 1589
 肛梳 359
 肛静脉 915
 肛尾神经 1592
 肘关节 147
 肘淋巴结 964
 肘正中静脉 896
 肘肌 228
 肘窝 237
 肘关节网 834
 肠反射弧 1076
 肠指垂 349
 肠系膜下动脉 848

肠系膜下静脉 909
 肠系膜上动脉 845
 肠系膜上静脉 909
 肠系膜下淋巴结 978
 肠系膜上淋巴结 977
 肠系膜 607, 622
 肠系膜上神经节 1650
 肠系膜上丛 1650
 肠系膜下神经节 1650
 肠系膜下丛 1650
 肠肌丛 1674
 肠肌反射 1694
 肠神经丛 355
 肠嗜铬细胞 328
 角膜 1740
 角回 1271
 角切迹 320
 角膜缘 1746
 角回动脉 1428
 角膜后上皮 1743
 角膜后界层 1743
 角膜前上皮 1742
 角膜前界层 1742
 角膜固有质 1742
 卵巢 557
 卵巢静脉 905
 卵圆孔 59
 卵巢门 557
 卵巢系膜缘 557
 卵巢系膜 557
 卵巢窝 558
 卵巢伞 568
 卵巢支 858
 卵巢动脉 853
 卵泡 560
 卵丘 562
 卵泡膜 562
 卵巢冠 559
 卵巢旁体 559
 卵巢囊状附件 559
 卵圆窝 257, 1011
 卵巢悬韧带 559
 卵巢固有韧带 559
 卵形束 1105
 卵圆孔 1010
 卵圆窝 698
 卵黄囊 1005
 卵泡细胞 561
 卵圆窝缘 698
 卵圆孔封闭 698
 卵黄静脉演变 1019
 间脑 1230
 间位核 1127
 间充质细胞 126, 181, 1069
 间质性生长 126
 间骨板 26
 尾丛 1591
 尾骨 41
 尾状叶动脉 841
 尾骨体 683, 855
 尾骨角 41
 尾状核 1273
 尾椎 41
 尾状叶 367
 尾骨肌 626
 尿生殖膈 624, 632
 尿生殖膈上筋膜 632
 尿生殖膈下筋膜 632
 尿道球腺 547
 尿道球动脉 858
 尿道动脉 858
 尿道嵴 525
 尿道腺 526
 尿道陷窝 526
 尿道阴道括约肌 629
 尿道内口 518
 尿道括约肌 628
 尿道球腺管 547
 尿生殖窦 594
 尿极 500
 尿直肠隔 594
 附睾 530
 附睾管 541
 附睾附件 542
 附加运动区 1314
 附着微丝 650

纵隔 487
纵隔后淋巴结 971
纵隔前淋巴结 970
纵隔支 817
纵隔部 458
纵隔胸膜 482
纵隔静脉 886
纹状体 1273
内囊动脉 1423
纹状体 1423
纹体苍白球纤维 1275
纹体黑质纤维 1275
纹体丘脑纤维 1275
纹下层 1304
纹状区 1322
远曲小管 499
远端小管 505
远隔感受器 1057
运动神经元 1036
运动神经末梢 1061
运动前区 1313
声襞 449
声门裂 449
声门下腔 449
束细胞 707
束间少突胶质细胞 1067
束状带 677
束状回 1273, 1292
束旁核 1241
连接纤毛 1759
连接微丝 650
连接柄 1759
连续毛细血管 790
连合下器管 1390
连合 1038
连合核 1123
连合下器 1244
连合前穹窿 1258
连合后穹窿 1258
连合纤维 1283
位觉斑 1835
位觉砂 1835
位觉砂膜 1835

近曲小管 499
近端小管 499
闰盘 708
闰细胞 506
初级卵光 561
初级骨化中心 27
初级溶酶体 1044
初级淋巴器管 933
初级精母细胞 533
初乳 588
迈克尔触盘 1857
麦粒软骨 442
杓状软骨 441
杓肌 446
杓状会厌襞 308
串联突触 1049
伸展细胞 1064
泛脑网络 1328
杏仁体 1278
花簇末梢 1060

八 画

岩大神经 1486
岩小神经 1498
岩外神经 1487
岩大神经沟 64
岩小神经沟 64
岩小窝 65
岩深神经 1635
岩枕裂 57
岩下窦沟 57
表皮 1850
直肠 356
直窦 1400
直肠壶腹 356
直肠上动脉 849
直肠静脉丛 911, 915
直肠横襞 357
直肠下丛 1652
直肠下静脉 913
直肠上静脉 915
直肠子宫韧带 571
直肠子宫陷凹 571, 613

直肠膀胱隔 631
直肠阴道隔 631
枢椎 36
板障 20
板内核群 1232
板障静脉 892, 894
松果体 659, 1076, 1244
松果体细胞 659
松果体突起 1244
松果体上隐窝 1383
松弛部 1816
枕骨 55
枕下神经 1525
枕叶 1271
枕极 1073, 1267
枕鳞 56
枕钳 1283
枕三角 204
枕静脉 890
枕动脉 805
枕横沟 1271
枕额肌 193
枕下肌 213
枕窦 1401
枕大神经 1526
枕小神经 1532
枕内隆凸 56
枕外侧回 1271
枕外隆凸 56
枕骨大孔 56
枕前切迹(大脑) 1073, 1267
枕上回 1271
枕颞内侧回 1272
枕颞外侧回 1272
枕颞沟 1271
枕髁 57
奇静脉 886, 899
奇神经节 1631
奇结节 421
拇指腕掌关节 153
拇收肌 235
拇长伸肌 233
拇长屈肌 232

拇长展肌 233
拇对掌肌 235
拇短伸肌 233
拇短展肌 235
拇主要动脉 830
软骨 123
软脑膜 1397, 1408
软脊膜 1396
软骨连结 123
软骨内成骨 26
软骨细胞 123
软骨基质 125
软膜下隙 1408
软骨粘蛋白 125
软骨陷窝 124
软骨膜 126
软骨囊 124
软骨小管 126
转子间线 110
转子间嵴 110
顶骨 54
顶盖脊髓束 1104, 1152
顶孔 54
顶叶 1270
顶核 1220
顶树突 1045
顶内沟 1270
顶下区 1320
顶枕沟 1269, 1270
顶叶型 1309
顶下小叶 1271
顶上小叶 1271
顶枕颞桥束 1132
顶盖前区 1152
顶盖脑桥束 1105, 1152
顶盖小脑纤维 1224
顶盖网状束 1152
顶核延髓束 1172
顶核桥延束 1224
非听区 1326
非意识性本体感觉传导路 1130
肾 495
肾门 495

肾段 497
 肾丛 1650
 肾蒂 496
 肾上腺 674
 肾上腺丛 1650
 肾动脉 851
 肾静脉 904
 肾脂肪囊 508
 肾淋巴管 987
 肾柱 497
 肾窦 496
 肾皮质 496
 肾乳头 497
 肾筋膜 508
 肾髓质 496
 肾锥体 496
 肾旁脂体 508
 肾上腺素细胞 680
 肾上腺静脉 904
 肾上腺下动脉 851
 肾上腺中动脉 850
 肾小体 496, 499
 肾小囊 501
 肾小管 499
 肾单位 499
 肾上腺嗜铬细胞 1047
 [肾小]球旁复合体 506
 [肾小]球旁细胞 506
 肾上腺素能神经元 1193
 肾盂 497
 味器 1847
 味觉传导路 1356
 味觉核 1598
 味孔 1847
 味蕾 288, 1847
 味小窝 1847
 味觉核 1123
 味觉区 1320
 呼吸系统 429
 呼吸性细支气管 472
 呼气神经元 1601
 固定肌 187
 固有口腔 269
 固有鼻腔 432
 固有膜 267
 垂直板 74
 垂体 644, 1074
 垂体窝 58
 垂体细胞 1064
 垂体静脉 658
 垂体下动脉 657, 1423
 垂体上动脉 657, 1423
 垂体门脉系统 657
 垂体门微静脉 657
 侧脑室 1267, 1379
 侧脑室脉络丛 1381
 侧副沟 1269
 侧副三角 1381
 侧副隆起 1381
 侧抑制 1037
 侧枝神经再生 1056
 侧臂控制器 1135
 乳牙 270
 乳头 587
 乳突 39
 乳晕 587
 乳腺 587
 乳头体 1075, 1249, 1256
 乳头脚 1261
 乳头上交叉 1261
 乳突部 63
 乳突上嵴 63
 乳突窝 63
 乳突凶 89
 乳突窦 1822
 乳突壁 1814
 乳腺叶 587
 乳糜池 1025
 乳突小房 1823
 乳腺小叶 587
 乳头丘脑束 1233, 1256
 乳头被盖束 1256
 乳头脚间束 1158
 乳房悬韧带 587
 乳突窦入口 1814
 乳头体内侧核 1256

乳头体外侧核 1256
乳房淋巴管
乳头管 506
乳头区 1250
乳头体上核 1256
乳头体中间核 1256
乳糜微粒 345
肺 457
肺门 458
肺根 459
肺段 466
肺动脉 474, 475
肺胸膜 482
肺静脉 474, 478, 797
肺动脉干 795
肺动脉瓣 699
肺动脉口 699
肺丛 1649
肺尖 458
肺底 458
肺韧带 482
肺泡 470, 473
肺小叶 457
肺系膜 482
肺泡孔 473
肺泡隔 473
肺泡管 470, 473
肺泡囊 470, 473
肺泡上皮 473
肺泡巨噬细胞 474
肺芽 492
肺泡 I 型细胞 473
肺泡 II 型细胞 473
肱肌 228
肱骨 94
肱骨滑车 95
肱动脉 824
肱桡肌 229
肱静脉 898
肱二头肌 226
肱三头肌 228
肱尺关节 147
肱桡关节 147

肱深动脉 824
肱二头肌腱膜 228
股窝 612
股骨 109
股管 255
股三角 255
股方肌 244
股动脉 863
股神经 1571
股静脉 919
股薄肌 246
股三头肌 247
股四头肌 245
股后皮神经 1579
股内侧皮神经 1572
股外侧皮神经 1569
周皮 1865
周围淋巴器官 933
周围淋巴组织 933
周期内线 1051
周围神经系统 1447
周细胞 790
底丘脑 1247
底丘脑核 1247
底丘脑网状核 1249
底丘脑苍白球 1275
盲肠 349
盲孔 52
泪阜 1770
泪沟 69, 72
泪点 1771
泪骨 72
泪湖 1770
泪腺 1774
泪器 1774
泪囊 1776
泪小管 1775
泪切迹 69
泪前嵴 69
泪腺核 1139
泪囊窝 70, 85
泪腺神经 1473
泪小管壶腹 1775

泪囊穹 1776
 泪乳头 1771
 空肠 339
 肩关节 145
 肩胛线 264
 肩胛骨 91
 肩胛切迹 91
 肩胛下肌 224
 肩肋提肌 210
 肩锁关节 142
 肩胛下动脉 819
 肩胛下神经 1543
 肩胛上动脉 815
 肩胛上神经 1539
 肩肿舌骨肌 201
 肩胛背神经 1539
 肩胛下肌腱下囊 225
 房水 1764
 房室束(His束) 718
 房室结 718
 房室结支 741
 房间隔缺损 724, 1022
 房间隔 697
 房室管 1008
 视器 1739
 视交叉 1074, 1457
 视交叉池 1406
 视神经 1455
 视觉传导路 1336
 视束 1074, 1249, 1343
 视轴 1739
 视上核 1250, 1254
 视网膜 1343, 1752
 视杆细胞 1759
 视锥细胞 1759
 视神经盘 1753
 视神经鞘 1787
 视上垂体束 1254
 视前内侧核 1254
 视前外侧核 1254
 视神经眶部 1787
 视神经颅内部 1787
 视神经眼内部 1787
 视神经管内部 1787
 视网膜中央动脉 1793
 视辐射 1246, 1322
 视运动区 1149
 视前区 1250
 视上区 1250
 视上交叉 1261
 视网膜中央静脉 1794
 视沟 1799
 视细胞 1755
 视网膜视部 1752
 视网膜盲部 1752
 视网膜虹膜部 1752
 视网膜睫状体部 1752
 视盘陷凹 1753
 视锥视杆层 1756
 视紫红质 1760
 降结肠 354
 降下唇肌 196
 降口角肌 195
 终神经 1287, 1455
 终池 175
 终纹 1230, 1261, 1279
 终室 1379, 1384
 终板旁回 1273
 终板血管器官 1389
 终神经节 1455
 终足 1064
 终纹床核 1389
 终板 1075
 终末细支气管 470
 终丝 1078
 终末膜细胞 1064
 终末胶质细胞 1064
 终扣 1047
 终末溶酶体 1045
 终树枝 1046
 终动脉 787
 终末微动脉 784
 孤束 1123, 1353
 孤束核 1597
 孤束内侧核 1123
 孤束核脊髓束 1125

孤束背外侧核 1124
孤束腹侧核 1124
孤束腹外侧核 1124
孤束旁腹侧区 1124
孤束旁背侧区 1124
孤束旁核 1134
孤立淋巴小结 340
环甲肌 444
环甲关节 442
环杓后肌 445
环杓关节 443
环杓侧肌 445
环状软骨 441
环层小体 1059, 1857
环纤维 1750
环窦 1403
环池 1407
环旋末梢 1060
环状核 1162
爬行纤维 1212
苔藓纤维 1217, 1295
杯状细胞 342
轮廓乳头 287
明细胞 506
放射冠 562
放射状神经胶质细胞 1064, 1762
单位膜 1042
单极神经元 1040
单孔 1839
单骨脚 1829
泡心细胞 411
刷状细胞 1286
弥散淋巴组织 938
线粒体 707
组织学 1
极化 1054
披肩核 1163
齿状核 1220
齿状回 1292
岛叶 1272
岛阈 1272
岛环状沟 1272
岛短回 1272

岛长回 1272
经线 1739
经线纤维 1750
泄殖腔 594
穹窿连合 1284
穹窿下器官 1390
穹结膜 1773
穹窿回峡 1272
穹窿下器 1244
穹窿柱 1075, 1258
穹窿 1258
穹窿回 1272
穹窿室 1297
穹窿体 1297
制止说话区 1316
茎突 65, 97, 99, 102
茎乳孔 65
岬 1815
岬沟 1815
郎飞结 1050

九 画

剑突 46
玻璃体 1767
玻璃体膜 1767
玻璃体管 1768
玻璃体基质 1767
玻璃体窝 1765
贲门 320
贲门切迹(胃) 320
贲门后支 1510
贲门前支 1510
贲门腺 323
贲门皱襞 320
贲门部 320
贲门淋巴结 975
树突 1040, 1045
树突附件 1151
树突型神经元 1165
树-树突触 1047
树突棘 1045
面肌 192
面动脉 804

面神经(VI) 1481
 面神经区 1839
 面神经膝 1139, 1482
 面颅骨 68
 面静脉 886
 面神经核 1139
 面后核 1128
 面神经丘 1112
 面神经副核 1139
 面神经颈支 1489
 面神经下颌缘支 1488
 面神经颊支 1488
 面神经管凸 1848
 面神经颞支 1488
 面神经颧支 1488
 拮抗肌 187
 指骨 103
 指掌侧总神经 1546
 指伸肌 233
 指(趾)甲 1839
 指深屈肌 232
 轴突 1040, 1046
 轴突膜 1046
 轴丘 1046
 轴浆 1046
 轴浆流 1046
 轴-体突触 1047
 轴-树突触 1047
 轴-轴突触 1047
 轴突折断 1055
 轴浆运输 1046
 背肌 209
 背侧网状核 1167
 背侧纵束 1159
 背侧系膜 620
 背侧轴线 1712
 背主动脉 1014
 背核 1091
 背侧纵束 1159
 背侧副橄榄核 1116
 竖脊肌 212, 214
 星形细胞 1302
 星状神经节 1638
 星形胶质细胞 1064
 咽 306
 咽管 58
 咽口部 306
 咽喉部 306
 咽鼓管 1823
 咽鼓管半管 65
 咽缩肌 309
 咽扁桃体 307
 咽鼓管咽口 306
 咽鼓管扁桃体 307
 咽囊 307, 423
 咽鼓管圆枕 306
 咽鼓管骨部 1823
 咽鼓管峡 1823
 咽鼓管软骨 1823
 咽鼓管室口 1823
 咬肌神经 1476
 咬肌动脉 810
 胃 320
 胃区 323
 胃床 321
 胃小凹 323
 胃小弯 320
 胃大弯 320
 胃右淋巴结 976
 胃左淋巴结 975
 胃短动脉 845
 胃体 320
 胃体前支 1510
 胃体后支 1511
 胃底(穹窿) 320
 胃管 322
 胃襞 322
 胃左动脉 841
 胃左静脉 911
 胃上丛 1650
 胃右静脉 911
 胃底腺 323
 胃底前支 1510
 胃前大神经 1510
 胃脾韧带 605
 胃膈韧带 605

胃结肠韧带 606
 胃网膜左动脉 845
 胃网膜右动脉 843
 胃网膜左淋巴结 976
 胃网膜右淋巴结 976
 胃十二指肠动脉 843
 胃后动脉 845
 胃后支 1510
 胃后大神经 1511
 界嵴 697, 1011
 界沟 285, 1112
 贵要静脉 896
 虹膜 1751
 虹膜小环 1751
 虹膜角膜角隙 1763
 虹膜动脉大环 1752
 虹膜动脉小环 1751
 虹膜角膜角 1751
 骨 18
 骨干 19
 骨盆 107
 骨盆倾斜度 107
 骨学 18
 骨骼 18
 骨膜 32
 骨迷路 1826
 骨半规管 1828
 骨性结合 127
 骨性鼻中隔 86
 骨性鼻腔 86
 骨盐 24
 骨内膜 26
 骨外膜 26
 骨单位 25
 骨细胞 21
 骨骼肌 173
 骨原细胞 23
 骨胶纤维 24
 骨螺旋板 1830
 骨髓 20, 32
 骨板 24
 骨骺 20
 骨骺线 28
 骨小梁 20
 骨小管 20
 骨髓腔 20
 骨化中心 27
 骨质 20
 骨陷窝 21
 幽门部 320
 幽门窦 321
 幽门瓣 322
 幽门腺 323
 幽门括约肌 324
 幽门淋巴结 976
 食管 312
 食管贲门腺 318
 食管支 838
 食管裂孔 222
 食管后间隙 314
 食管气管瘘 493
 食管腺 318
 食管颈部 313
 食管胸部 313
 食管腹部 315
 盆膈 624
 盆内脏神经 1579, 1631
 盆筋膜 256, 630
 盆脏筋膜 631
 盆壁筋膜 630
 盆膈下筋膜 631
 盆膈上筋膜 631
 胆囊 402
 胆囊窝 366
 胆囊管 403
 胆囊动脉 841
 胆囊静脉 911
 胆囊切迹 367
 胆小管 399
 胆碱能神经元 1185
 胆囊淋巴管 986
 脉络膜 1747
 脉络丛静脉 1436
 脉终丛前动脉 1423
 脉络丛 1391
 脉络组织 1391

脉络丛上皮 1391
 脉络膜血管层 1748
 脉络膜毛细血管层 1748
 脉络膜裂 1446, 1381
 脉络裂 1230, 1272, 1799
 脉络膜周隙 1745
 脉络膜周层 1748
 胫神经 1583
 胫后动脉 874
 胫后静脉 919
 胫前动脉 876
 胫前静脉 919
 胫腓关节 165
 胫腓连结 165
 胎儿血循环 1021
 籽骨 103
 迷走神经背核 1121
 迷走神经三角 1113
 迷走背侧复合体 1126
 迷走神经 1502
 迷路动脉 1431
 迷路 1826
 迷路壁 1815
 前弓 36
 前肠 416
 前房 1763
 前庭 1827
 前床突 58
 前列腺 544
 前列腺丛 1652
 前纵隔 488
 前臂内侧皮神经 1541
 前庭神经节 1493, 1348
 前庭神经核 1133, 1349
 前庭神经间核 1494
 前庭蜗神经 1349, 1493
 前庭蜗器 1804
 前庭传导通路 1348
 前庭上方核 1134
 前庭神经中介核 1134
 前穿质 1074, 1288
 前固有束 1105
 前庭小脑束 1221
 前庭区 1326
 前额区 1316
 前臂骨间膜 149
 前连合 1075, 1284
 前斜角肌结节 48
 前庭脊髓外侧束 1104, 1134, 1350
 前庭脊髓内侧束 1104, 1135, 1350
 前庭窗 1815
 前庭神经 1349, 1493
 前庭球 585
 前交通动脉 1426
 前巩膜孔 1744
 前庭嵴 1827
 前庭上区 1839
 前庭下区 1839
 前庭水管 1827
 前庭水管内口 1827
 前庭盲端 1832
 前庭水管外口 64, 1827
 前庭裂 448
 前庭襞 448
 前庭阶 1830
 前锯肌粗隆 48
 前列腺囊 522, 546
 前庭大腺 585
 前庭小腺 585
 前段支气管 465
 前底段支气管 465
 前段 466
 前底段 469
 恒牙 270
 室间隔 702
 室旁核 1250
 室管膜 1386
 室管膜层 1438
 室管膜细胞 1386
 室间孔 1011, 1382
 室周器管 1389
 突触 1037, 1046
 突触小泡 1047, 1760
 突触间隙 1048, 1061
 突触后膜 1048
 突触前膜 1048

突触小体 1048
 突触小球 1247
 突触带 1760
 突触板 1760
 冠状缝 55
 冠状窦 754
 冠状窦瓣 697
 冠状动脉 733
 冠突 97, 98
 扁骨 19
 扁桃体窝 294
 神经 1070, 1038
 神经元(神经细胞) 1040
 神经节 1038, 1070
 神经部 652
 神经核 1038
 神经束 1038
 神经足 1047
 神经乳头 1855
 神经垂体 646
 神经纤维 1049
 神经胶质(细胞) 1039, 1063
 神经递质 1037, 1047
 神经毡 1040
 神经膜 1049
 神经内膜 1070
 神经末梢 1056
 神经外膜 1070
 神经肌梭 1059
 神经束膜 1070
 神经髓梭 1061
 神经原纤维 1043
 神经内分泌细胞 1249
 神经元周少突胶质细胞 1067
 神经微管 1044
 神经生长因子 1063
 神经下器 1061
 神经折断 1055
 神经营养因子 1056
 神经失能 1055
 神经肽类 1037
 神经调质 1037, 1049
 神经沟 1438
 神经板 1438
 神经管 1438
 神经嵴 1439
 神经肽能神经元的分类 1199
 神经降压肽能神经元 1205
 结肠 353
 结膜 1773
 结膜半月襞 1770
 结膜上穹 1773
 结膜下穹 1773
 结膜囊 1773
 结膜外穹 1773
 结肠带 349
 结肠袋 349
 结肠上隐窝 613
 结肠下隐窝 614
 结合臂 1130
 结节区 1250
 结节核 1256
 结间段 1050
 结节部 650
 柱状细胞 1081
 柱形单位 1306
 残余体 1045
 显微镜解剖学 1
 复极化 1054
 促性腺激素细胞 649
 促甲状腺激素细胞 650
 促甲状腺素释放激素能神经元 1203
 促胃液素能神经元 1204
 类骨质 27
 总主静脉 1006, 1016
 总骨脚 1829
 总膜脚 1832
 钩突 67
 钩骨 101
 钩束 1282
 钩回 1293
 钙化 127
 眉毛 1860
 眉弓 52
 胡须 1860
 说话区 1315

施万鞘 1049
绒球 1213
逆行性跨越神经元溃变 1056
顺行性跨越神经元溃变 1056
屏状核 1278

十 画

耻骨 106
耻骨联合 156
耻骨上支 106
耻骨下支 106
耻骨下角 107
耻骨上韧带 157
耻骨弓状韧带 157
耻骨肌线 110
耻骨结节 106
耻骨直肠肌 625
真皮 1855
桡骨 96
桡骨头 96
桡骨颈 96
桡骨体 96
桡骨粗隆 96
桡动脉 827
桡侧返动脉 829
桡神经 1553
桡神经沟 95
桡静脉 898
桡腕关节 150
根细胞 1081
射精管 543
脏胸膜 482
胰 409
胰管 410
胰淋巴管 987
胰十二指肠上动脉 843
胰十二指肠下动脉 846
胰岛 413
胰导管 411
胰闰管 411
胰腺泡 411
胰内分泌部 413
胰外分泌部 411
胰小叶内导管 412
胰小叶间导管 412
胸肌 205
胸骨 45
胸曲 42
胸椎 37
胸骨角 46, 140
胸骨下角 50
胸膜 482
胸大肌 205
胸小肌 206
胸导管 947
胸神经 1562
胸筋膜 208
胸膜顶 484
胸膜腔 482, 486
胸长神经 1539
胸外侧神经 1539
胸内侧神经 1539
胸背神经 1543
胸心神经 1641
胸主动脉 837
胸锁关节 142
胸膜隐窝 486
胸廓 50
胸腔 482
胸锁乳突肌 200
胸骨旁淋巴结 969
胸腺 933
胸腺的组织结构 934
胸腺小体 934
胸腺皮质 934
胸腔 50
胸腺哺育细胞 934
胸腺细胞 934
胸腺的肌样细胞 934
胸腺髓质 934
胸腺发生和年龄变化 936
胸腺的血管 936
胸腺的功能 937
胸腺素 937
脐动脉 856, 1006
脐静脉 1006

脐尿管 594
脐静脉演变 1020
脑 1072
脑干 1072
脑根 1512
脑桥 1130
脑神经 1070
脑岛 1272
脑极型 1309
脑面 52
脑压迹 52
脑神经节 1070
脑桥中央灰质 1142
脑桥味觉区 1125
脑桥被盖 1130
脑蛛网膜 1405
脑桥小脑纤维 1133, 1223
脑桥尾侧网状核 1168
脑膜中动脉 808
脑膜中动脉沟 52
脑干网状结构 1165
脑桥小脑三角 1130
脑脊液-脑屏障 1067, 1416
脑脊液的产生与循环 1409
脑桥核 1133
脑膨出 1446
胼胝体 1075
脊柱 34
脊柱沟 42
脊髓 1072, 1078
脊髓根 1512
脊神经 1070, 1518
脊膜支 1518, 1525
脊神经节 1520, 1070, 1079
脊髓节段 1079
脊髓橄榄束 1118
脊髓前庭纤维 1135
脊髓丘脑侧束 1099
脊髓丘脑前束 1100
脊髓小脑前束 1101
脊髓小脑后束 1100
脊髓圆锥 1078
脊神经后根 1519

脊神经前根 1521
脊髓小脑侧束 1101
脊髓丘脑束 1098
脊髓信使带 1175
脊髓后动脉 1420
脊髓前动脉 1420
脊髓蛛网膜 1359
脊髓皮质束 1102, 1361
脊髓前庭束 1102, 1360
脊髓后正中静脉 1421
脊髓前正中静脉 1421
脊髓后外静脉 1421
脊柱裂 1446
脊膜膨出 1446
脊髓膨出 1446
消化系统 267
消化管 267
展神经 1480
展神经核 1139
展旁核 1139
起搏细胞 717
壶腹嵴 1832
壶腹沟 1832
桥延体核 1133
桥臂 1130
桥基底 1130
核袋纤维 1059
核链纤维 1059
核周体 1040
核袋 1059
核间神经元 1161
唇红缘 269
唇腺 269
唇裂 422
唇前连合 584
唇后连合 584
原始卵泡 560
原裂 1212
原小脑 1212
原皮质 1307
原始室管膜细胞 1068
原浆性垂体细胞 654
原浆性星形胶质细胞 1064

原口 416
 原始骨髓腔 217
 原始体腔 617
 原始横膈 618
 原始纵隔 618
 破骨细胞 23
 破裂孔 81
 套层 23, 1438
 致密颗粒 746
 致密突起 1048
 紧密连接 1068
 紧张部 1816
 蚓突 351
 特殊动脉 784
 特殊静脉 789
 特殊躯体感觉传导通路 1336
 特殊内脏感觉传导通路 1356
 特殊内脏运动传导通路 1377
 透明隔 1075, 1297
 透明隔腔 1076
 透明软骨 123
 透明带 561
 笔毛动脉 1002
 脂褐素 1045
 胶质丝 1064
 胶质粒 1064
 胶质瘤 1065
 胶质亚核 1123
 胶原状质 1080
 浆膜 268
 浆细胞 932, 938
 浆液性细胞 302
 浆膜下丛 1674
 高尔基复合体 1044
 高尔基 I 型神经元 1041
 高尔基 II 型神经元 1041
 效应器 1037, 1061
 旁正中动脉 1442
 被盖辐射 1174
 被盖腹侧交叉 1155
 被盖背侧交叉 1150
 旁正中网状核 1170
 旁蚓皮质 1226
 旁嗅区 1273
 海马 1292
 海绵丛 1636
 海绵窦 1402
 海马连合 1284
 海马旁回 1272
 海马伞 1381, 1293
 海马嵴 1446
 海马足 138
 海马结构 1292
 海马槽 1294
 海马丘脑束 1297
 砧骨 1819
 砧骨体 1819
 砧锤关节 1820
 砧镫关节 1820
 砧骨上韧带 1821
 砧骨后韧带 1821
 砧骨上髁 1821
 砧骨后髁 1821
 砧骨窝 1814
 索 1038
 倚核 1185
 蚓叶 1212
 蚓部 1212
 蚓结节 1213
 蚓锥体 1213
 蚓垂 1213
 栓状核 1220
 球囊 1832
 球囊神经 1494
 球状带 677
 球海绵体肌 629
 球囊斑 1832
 球结膜 1773
 基底叶 1267, 1273
 基底动脉 1430
 基板 1439
 基质颗粒 1044
 基底层 1748
 基[底]膜 790

十一画

基底嵴 1835
基底静脉丛 1402
黄骨髓 20, 32
黄体 564
黄斑 1754
副神经 1511
副交感部 1628
副膈神经 1536
副闭孔神经 1575
副神经核 1085
副楔核 1101
副嗅球 1287
副皮质区 938
颅 51
颅盖 80
颅底咽管 58
颅侧边缘神经 1509
颅前窝 82
颅中窝 83
颅后窝 84
颅裂 1446
颅底内面 82
颅底外面 81
眶 84, 1768
眶下沟 69
眶下管 69
眶上切迹 52
眶筋膜 1769
眶骨膜 1769
眶突 74
眶面 60
眶口 84
眶后动脉 1424
眶前动脉 1424
眼杯 1799
眼泡 1799
眼蒂 1799
眼球 1739
眼轴 1739
眼球外膜 1740
眼球纤维膜 1740
眼球中膜 1747
眼球血管膜 1747

眼球内膜 1752
眼球筋膜 1783
眼球鞘 1783
眼上静脉 1784
眼下静脉 1784
眼神经 1471
眼副器 1768
眼球外肌 1776
眼睑 1770
眼轮匝肌 194
眼球的发生 1799
距骨 115
距跟关节 167
距跟前韧带 167
距跟后韧带 167
距跟内侧韧带 167
距跟外侧韧带 167
距小腿关节 166
距腓前韧带 166
距腓后韧带 166
距跟舟关节 168
距状沟支 1432
距状沟 1269
距舟(背侧)韧带 168
趾骨 121
犁骨 74
犁鼻神经 1452
犁鼻器 433, 1455
第一房间孔 1010
第一房间隔 1010
第二房间孔 1010
第二房间隔 1010
第二鼓膜 1815
第二肝门 366
第三肝门 366
第二肺门 458
第三枕神经 1526
第三脑室 1382
第四脑室 1383
第三脑室脉络丛 1382
第四脑室脉络丛 1383
第四脑室正中孔 1383
第四脑室外侧孔 1383

第 I 躯体感觉区 1317, 1357
第 II 躯体感觉区 1319, 1356
第 III 躯体感觉区 1319
第 I 躯体运动区 1312
第 II 躯体运动区 1314
第二运动区 1315
第 I 语言区 1320
第 I 视区 1322
第 II 视区和第 III 视区 1324
躯干骨 34
躯体下行径路 1361
躯体效应器 1061
斜角肌群 204
斜角肌间隙 204
斜坡 57
斜方体 1138
斜方体核 1138
斜角回 1273, 1288
脚 1038
脚板 1064
脚间窝 1075, 1145
脚底 1145, 1163
脚周核 1157
脚内核 1157, 1174
脚间核 1158
脚桥被盖网状核 1169
脚间池 1406
淋巴系 693
淋巴结 938
淋巴结的构造 92, 938
淋巴结的功能 941
淋巴结的发生 1026
淋巴管 921, 924
淋巴窦 938
淋巴小结 938
淋巴组织 931
淋巴细胞 931
淋巴管瓣 924
淋巴细胞再循环 941
淋巴结的淋巴通路 940
淋巴管-静脉吻合 943
淋巴导管 924
淋巴结深层皮质单位 940

密质 20
密质骨 20
隐神经 1573
颈袢 1531
颈丛 1531
颈肌 198
颈椎 35
颈曲 42
颈筋膜 204
颈上神经 1634
颈膨大 1078
颈内动脉 811
颈外动脉 803
颈外静脉 889
颈动脉窦 786
颈动脉窦支 1499
颈动脉三角 203
颈后三角 204
颈前三角 203
颈总动脉 801
颈鼓上神经 1636
颈鼓下神经 1636
颈动脉小球 787, 802
颈浅淋巴结 955
颈深淋巴结 955
颈静脉切迹 45
颈静脉壁 1814
颈动脉壁 1814
颈动脉沟 59
菌状乳头 287
梭内肌纤维 1059
梭形细胞层 1304
梭外肌细胞 1106
梭形细胞 1302
排卵 563
移行细胞 707
假单极神经元 1041
盖壁 1814
粘膜 267
粘膜肌层 267
粘膜下神经丛 331, 1674
粒黄体细胞 564
混合纤维束 1038

渗透压感受器 1057
弹性膜 783
弹性动脉 783
弹性软骨 123
弹性圆锥 444
菱形峡 1130
菱形窝 1112
菱形肌 210
梨状皮质 1236
梨状细胞层 1215
梨状叶 1290
匙突 1814
绳状体 1120
章鱼形细胞区 1137

十二画

椎骨 34
椎管 34, 43
椎动脉 814, 1429
椎动脉神经节 1637
椎间孔 35
椎间盘 130
椎静脉丛 885
椎内静脉丛 902
椎外静脉丛 901
椎旁神经节 1617
椎前神经节 1617
椭圆囊 1832
椭圆囊神经 1493
椭圆囊斑 1832
椭圆囊隐窝 1827
椭圆球囊管 1832
硬腭 293
硬脑膜 1398
硬脊膜 1394
硬膜外隙 1394
掌骨 102
掌浅弓 833
掌深弓 834
睑板 1772
睑板腺 1771
睑结膜 1773
睑裂 1770

睑外侧连合 1770
睑内侧连合 1770
睑前缘 1771
睑后缘 1771
睑内侧韧带 1772
睑外侧韧带 1772
晶状体 1765
晶状体纤维 1766
晶状体的发生 1800
晶状体轴 1766
晶状体囊 1766
晶状体赤道 1765
晶状体前极 1766
晶状体后极 1766
晶状体前面 1765
晶状体后面 1765
晶状体辐射 1766
晶状体板 1800
晶状体凹 1800
晶状体泡 1800
喉 439
喉腔 447
喉前庭 447
喉下神经 1506
喉上神经 1505
喉返神经 1506
喉咽 306
喉中间腔 448
喉室 448
喉口 308, 447
喉小囊 448
喉气管沟 491
喙肩弓 144
喙突 92
喙肱韧带 145
跖骨 120
跖骨间关节 171
跖趾关节 171
跖侧副韧带 171
跗骨 115
跗骨间关节 167
蛛网膜 1394
蛛网膜粒 1395

蛛网膜绒毛 1395
 蛛网膜下隙 1395
 锁骨 93
 锁骨中线 264
 锁骨下动脉 812
 锁骨下静脉 898
 锁骨下袢 1637
 锁骨下肌 206
 锁骨上神经 1533
 锁骨上淋巴结 956
 锁骨下神经 1538
 锁骨下动脉丛 1639
 筛漏斗 68, 433
 筛骨 66
 筛窦 67, 635
 筛骨迷路 67
 筛骨垂直板 66
 筋膜 190
 集合淋巴滤泡 340
 集合管 506
 腓侧 14
 腓骨 114
 腓总神经 1585
 腓肠肌 250
 腓肠神经 1586
 腓切迹 113
 腓浅神经 1587
 腓深神经 1587
 腓骨长肌 251
 腓骨短肌 252
 腓肠内侧皮神经 1583
 腓肠外侧皮神经 1585
 颞动脉 871
 颞静脉 919
 颞淋巴结 993
 颞面 110
 颞窝 255
 脾 99
 脾丛 1650
 脾动脉 884
 脾静脉 907
 脾的构造 999
 脾索 1000
 脾窦 1001
 脾小体 999
 脾的韧带 998
 脾的发生 1026
 脾的变异和年龄变化 1004
 脾的血液循环 1003
 脾的功能 1003
 腋窝 236
 腋毛 1860
 腋动脉 818
 腋静脉 898
 腋神经 1559
 腋淋巴结 965
 腋前线 264
 腋中线 264
 腋后线 264
 腕骨 99
 腕掌关节 153
 腱 182
 腱划 186
 腱下囊 190
 腱鞘 191
 腱纽 191
 腱器 1106
 腱索 698
 腱膜 185
 腱细胞 182
 腱内膜 182
 腱束膜 182
 腱外膜 183
 痛温觉传导路 1332
 颞下三角 203
 颞下动脉 805
 颞舌骨肌 202
 颞下淋巴结 955
 颞孔 77
 颞棘 77
 颞神经 1977
 阑尾 351
 阑尾口 351
 阑尾系膜 351, 607
 阑尾动脉 848
 滑液 128

滑膜 128
滑车神经 1465
滑膜关节 127
滑膜鞘 191
滑膜囊 190
滑车下神经 1473
滑车上神经 1473
滑车神经核 1159
滋养血管 783
滋养孔 19
联络纤维 1281
联络区 1311
棘孔 59
棘孔神经 1405
棘器 1045
颊 270
颊神经 1476
颊腺 270
黑质 1157
黑质纹状体纤维 1157, 1274
黑质端脑纤维 1157
黑质丘脑纤维 1157
黑质顶盖纤维 1157
黑质苍白球纤维 1275
釉质 274
腔静脉沟 366
温觉感受器 1057
游离神经末梢 1057
短中央动脉 1427
短肝静脉 366
缓慢运输 1046
接头褶 1062
傍绳状体 1120
最后区 1126
缘上回 1271
隔区 1273, 1289
隔核 1289

十三画

鼓部 65
鼓乳裂 63
鼓室 1813
鼓室小管 65

鼓膜 1813
鼓阶 1830
鼓室上隐窝 1813
鼓室神经 1498
鼓室丛 1499
鼓膜壁 1816
鼓切迹 1813
鼓膜脐 1816
鼓膜张肌 1821
鼓膜张肌半管 65
鼓膜前隐窝 1822
鼓膜后隐窝 1822
鼓膜上隐窝 1816
楔叶 1271
楔束 1096
楔骨 119
楔状软骨 441
楔状结节 1112
楔束核 1115
楔前叶 1271
楔形核 1168
楔束副核 1120
楔小脑纤维 1222
感觉神经元 1036
感觉神经末梢 1057
感觉运动区 1311
感受器 1057, 1737
感觉器 1737
感光细胞 1758
跟骨 115
输卵管 567
输尿管 514
输尿管口 519
输精管 542
输精管壶腹 542
输尿管芽 591
输尿管的发生异常 592
输出小管 540
输入淋巴管 938
输出淋巴管 938
输出小动脉 500
输入小动脉 500
睫状体 1749

睫状突 1749
 睫状环 1749
 睫状襞 1749
 睫状冠 1749
 睫状神经节 1463
 睫状肌 1750
 睫毛 1860
 睫毛腺 1771
 睫状小带 1756
 睫状短神经 1464
 睫状长神经 1473
 睫状体血管层 1750
 嗜铬系统 682
 嗜铬细胞 679, 682
 嗜酸细胞 673
 嗜染质溶解 1043
 嗅脑 1285, 1358
 嗅丝 1358
 嗅球 1286, 1358
 嗅束 1286
 嗅三角 1288
 嗅小球 1453
 嗅结节 1288
 嗅纹 1288
 嗅器 1845
 嗅神经 1452
 嗅觉传导路 1358
 嗅板 417, 491
 嗅窝 417, 491
 嗅腺 1845
 嗅细胞 1358, 1946
 嗅毛 1452
 嗅粘膜 1358
 蜗管 1832
 蜗神经节 1495, 1830
 蜗神经核 1136
 蜗轴 1829
 蜗顶 1829
 蜗底 1829
 蜗轴螺旋管 1830
 蜗螺旋管 1829
 蜗孔 1830
 蜗管隐窝 1827
 蜗管外壁 1833
 蜗区 1839
 蜗窗 1815
 蜗窗小窝 1815
 蜗水管外口 65, 1828
 蜗神经 1495
 蜗水管内口 1828
 蜗管鼓壁 1828
 蜗管前庭壁 1833
 锥体 1111
 锥突 74
 锥体束 1130
 锥体系 1361
 锥体外系 1368
 锥体交叉 1111
 锥体细胞 1301
 锥体细胞层 1304
 锥隆起 1814
 锥小足 1762
 腰丛 1567
 腰椎 38
 腰曲 42
 腰大肌 242
 腰小肌 242
 腰骶干 1576
 腰神经节 1645
 腰淋巴结 979
 腰骶膨大 1078
 腰动脉 854
 腰静脉 905
 腰升静脉 906
 腮弓 423
 腮沟 423
 腮腺 298
 腮腺管 300
 腮腺乳头 270
 腮腺咬肌区 197
 腮腺淋巴结 953
 腭 293
 腭骨 73
 腭突 70
 腭舌弓 294
 腭咽弓 294

腭扁桃体 296
 腭大孔 74
 腭小孔 74
 腭中神经 1491
 腭大神经 1491
 腭裂 422
 腹膜 602
 腹肌 215
 腹直肌 216
 腹腔干 840
 腹主动脉 840, 1007
 腹直肌鞘 216, 218
 腹肌沟区 265
 腹肌沟管 218
 腹侧轴线 1712
 腹膜腔 602
 腹膜后隙 615
 腹腔淋巴结 975
 腹部淋巴结群 993
 腹股沟内侧窝 611
 腹股沟外侧窝 612
 腹股沟浅淋巴结 993
 腹股沟深淋巴结 994
 腹侧系膜 620
 腹腔丛 1649
 腹腔神经节 1649
 腹膜内位器官 602
 腹膜间位器官 602
 腹膜外位器官 604
 触压觉传导路 1335
 触觉小体 1058, 1857
 触觉细胞 1059
 解剖颈 94
 意识性本性感觉传导路 1329
 窦房结 712
 窦房结支 713
 窦汇 1401
 裸区 365
 暗细胞 506
 锯齿缘 1752
 催乳素细胞 648
 微体 395
 微管 650

微绒毛 503
 微循环 792
 催产素能神经元 1203
 腺垂体 646
 新月(唾液腺) 303
 新皮质 1307
 新橄榄 1116
 新小脑 1212
 溶酶体 1044
 缝隙连接 23, 123, 1047
 缝匠肌 245
 辐状纤维 1750
 辐射冠 1280
 滤帘 1740
 滤泡 665
 滤泡细胞 666
 滤泡旁细胞 668
 锤骨 1819
 锤骨柄 1819
 锤骨头 1819
 锤骨颈 1819
 锤骨前襞 1816
 锤骨后襞 1816
 锤凸 1816
 锤纹 1816
 锤骨上韧带 1821
 锤骨前韧带 1821
 锤骨外侧韧带 1821
 锤骨上襞 1821
 锤骨外襞 1821
 嫌色细胞 650
 跳跃传导 1054
 跨越神经元演变 1056
 蓝斑 1113
 蓝斑核 1171
 蓝斑下核 1171

十四画

静脉 788
 静脉瓣 788
 静脉导管 1020
 静息电位 1054
 静脉窦 1011

静态核袋 I 型纤维 1059
 蔓状静脉丛 905
 骶丛 1577
 骶骨 39
 骶正中嵴 10
 骶前孔 39
 骶后孔 40
 骶岬 41
 骶淋巴结 982
 骶髂关节 155
 骶神经节 1647
 鼻 429
 鼻甲 67
 鼻道 67
 鼻甲嵴 74
 鼻骨 71
 鼻腔 631
 鼻粘膜嗅区 1845
 鼻泪管襞 1176
 鼻中隔 432
 鼻旁窦 87, 434
 鼻咽 306
 鼻泪管 1776
 鼻软骨 629
 鼻嗅部 432, 1845
 鼻呼吸部 432, 1845
 鼻后孔 81
 鼻后支 1491
 鼻睫神经 1473
 睾丸 530
 睾丸静脉 905
 睾丸网 531
 睾丸小叶 530
 睾丸白膜 530
 睾丸附件 542
 睾丸的淋巴管 989
 膜迷路 1826
 膜壶腹 1832
 膜内成骨 26
 膜半规管 1832
 膜黄体细胞 564
 膈 222, 619
 膈神经 1543

膈胸膜 482
 膈丛 1650
 膈上淋巴结 969
 膈脾韧带 605
 膈下动脉 853
 膈纵隔隐窝 487
 膀胱 517
 膀胱尖 518
 膀胱底 517
 膀胱三角 518
 膀胱丛 1652
 膀胱子宫陷凹 521, 612
 膀胱静脉丛 914
 端脑 1267
 精子 535
 精索 550
 精索丛 1650
 精索上神经 1683
 精索中神经 1684
 精索下神经 1684
 精囊腺 543
 精子细胞 534
 精原细胞 532
 颗粒层 562, 1217
 颗粒小凹 52
 颗粒小泡 1047
 颗粒细胞 1302
 颗粒型 1309
 疑核 1122
 漏斗 1074
 漏斗柄 1249
 漏斗后隆起 1249
 漏斗核 1255
 缩胆囊素能神经元 1204

十五画

豌豆骨 101
 横结肠 353
 横结肠系膜 608
 横桥 1064
 横小管 706
 横纹肌 173
 横窦 1401

横突 35
 横嵴 1839
 橄榄 1111
 蝶内小神经 1499
 蝶鞍 58
 蝶小舌 59
 橄榄小脑纤维 1117, 1223
 橄榄后沟 1116
 橄榄周核 1138
 橄榄耳蜗束 1138, 1348
 橄榄脊髓束 1105, 1369
 蝶骨 58
 蝶窦 58, 435
 颌 19
 颌动脉 33
 颌线 19
 颌软骨 19
 颌端 19
 膝关节 160
 膝神经节 1484
 膝关节动脉网 878
 膝距束 1246, 1322, 1339
 膝上核 1139
 颞骨 51
 颞突 69
 颞窝 53, 434
 颞结节 51
 颞鳞 51
 颞神经 1473
 颞极 1073, 1267
 颞叶 1270
 颞桥束 1132
 颞叶岛盖 1270
 颞枕束 1282
 颞钳 1283
 颞眼区 1313
 颞鼻突 416
 鲁菲尼小体 1857

十六画

颞骨 62
 颞线 63, 52
 颞窝 88

— 1910

颞面 60
 颞极 1073, 1267
 颞叶 1270
 颞横沟 1271
 颞横回 1271
 颞叶岛盖 1271
 颞线神经 1478
 颞下嵴 60
 颞下颌关节 141
 薄束 1096
 薄束结节 1111
 薄束核 1115
 寰椎 36
 寰枢关节 135
 寰枕关节 134
 寰枢外侧关节 135
 寰椎横韧带 135
 壁胸膜 482
 壁内神经节 1617
 鞘毛细血管 1002
 篮状细胞 1294, 1320
 激蛋白 1046
 激素 639
 缢连合 1076, 1243
 缢三角 1076, 1243
 缢核脚间束 1158
 镫骨 1819
 镫骨环状韧带 1821
 镫骨襞 1821
 镫骨肌 1821
 镫骨肌神经 1487
 镫骨头 1819
 镫骨底 1819

十七画

踝间线 111
 踝间窝 111
 踝管 57
 踝窝 57
 臀大肌 242
 臀上神经 1581
 臀下神经 1581
 臀肌 226

髂丛 1536
 翼突 60
 翼窝 60
 翼管 60
 翼腭管 60
 翼腭沟 69
 翼板 1439
 翼腭窝 88
 翼腭神经节 1489
 瞳孔开大肌 1752
 瞳孔括约肌 1752
 瞳孔对光反射路径 1698
 瞳孔缘 1751
 螺旋韧带 1830
 螺旋装 403
 螺旋器 1833
 螺旋板钩 1830
 螺旋孔列 1829
 螺旋神经末梢 1162

十八画

髂肌 242
 髂骨 104
 髂尾肌 625
 髂内动脉 856
 髂内静脉 912
 髂外动脉 862
 髂外静脉 916
 髂总动脉 855
 髂腹下神经 1568
 髂腹股沟神经 1569
 髂内淋巴结 981
 髂外淋巴结 981
 髂总淋巴结 980
 藤形神经末梢 1057
 镰状韧带 365, 373

十九画

髌骨 104
 髌臼 106
 髌关节 157
 腓骨 112

二十画

鳞部 62

二十二画

髓腔 19
 髓质 679
 髓鞘 1049
 髓纹 1112
 髓体 1215
 髓动脉 1002
 髓静脉 1002

二十三画

颞弓 63, 87
 颞下嵴 69
 颞神经 1474
 颞骨 72
 颞突 52, 70

外文字母

A 带 175
 APUD 细胞系统 268
 Argyll-Robertson 瞳孔 1699
 B 细胞 999
 Bowman 腺 1742
 Bruch 膜 1748
 Brunner 腺 345
 Campar 筋膜 220
 Descemet 膜 1843
 Disse 间隙 397
 Eustach 嵴 697
 Fallot 四联症 1024
 Glisson 被膜 373
 H 带 175, 705
 Harkins 支 1509
 Havers 系统 25, 272
 Havers 管 23, 25
 Henle 干 909
 Hering 管 387
 Hensen 细胞 1837
 Hilton 线 359
 Houston 瓣 357

I带 175
 K细胞 456
 Krause 终球 952, 1857
 Kupffer 细胞 397
 Lanz 点 352
 M线 175, 705
 Mac Burney 点 352
 Meckel 憩室 341, 426
 Meissner 神经丛 331
 Merkel 细胞 1850
 Moll 腺 1742, 1771
 Müller 肌 1772
 Müller 纤维 762
 Müller 细胞 1758
 Nissl 体 1042
 Paneth 细胞 344
 Oddi 括约肌 337
 P 细胞 707

PP 细胞 414
 Purkinje 纤维 707
 Riolar 肌 1772
 Schlemm 管 1740
 sharpey 纤维 26
 T 细胞 999
 T 小管(肌纤维) 175
 Thebes 瓣 697
 Tomes 颗粒 272
 Vater 壶腹 335
 Volkmann 管 25
 Weibel-Palade 小体 790
 Z 线 175, 705
 Zeis 腺 1742, 1771

数 字

I 型肺泡细胞 473
 I 型肺泡细胞 473

英汉索引

说明：本索引依据全国自然科学名词审定委员会最新公布的《人体解剖学名词》、《组织学名词》和《胚胎学名词》编辑而成。其取舍标准及出现顺序为：

一、突出本书中的解剖学名词。

二、择录组织学和胚胎学各论中的常用名词。

三、组织学及胚胎学中有些专用名词，虽可在本书中出现，但不一定需要在本书查寻者则舍去，如一些生物化学名词等；一些极罕见的畸形及过细的结构名词等，亦均舍去。

四、一般方位、部位以及没有实质意义的名词均舍去，如上、下、前、后、内、外、面、缘、支等。

五、名词排列主要照顾前三个字母的顺序，而且在前三个字母的序列中，其出现的组合亦是先解剖，次组织，后胚胎，名词的隶属均依据“公布名词”。如一个名词可出现于上述二或三个内容中，一般也以解剖项下为主。

英汉索引

A

- abdominal aorta 腹主动脉，* 主动脉腹部 840
abdominal orifice of uterine tube 输卵管腹腔口 568
abdominal part 腹部 515
abducent nerve (VI) 展神经 (VI) 1480
abductor digiti minimi 小指展肌，小趾展肌 235, 253
abductor hallucis 蹠展肌 253
abductor pollicis brevis 拇短展肌 235
abductor pollicis longus 拇长展肌 233
A band A 带，* 各向异性带，* 暗带 175
absorptive cell 吸收细胞 341
accessory breasts 副乳房 590
accessory cephalic vein 副头静脉 896
accessory cuneate nucleus 楔束副核 1120
accessory hemiazygos vein 副半奇静脉 900
accessory meningeal branch 脑膜副支 810
accessory nasal cartilages 鼻副软骨 431
accessory nerve (VI) 副神经 (VI) 1511
accessory nucleus 副神经核 1085
accessory nucleus of oculomotor nerve 动眼神经副核 1160
accessory obturator artery 副闭孔动脉 861
accessory obturator nerve 副闭孔神经 1575
accessory organs of eye 眼副器 1768
accessory parotid gland 副腮腺 300
accessory phrenic nerve 副膈神经 1536
accessory process 副突 39
accessory spleen 副脾 999
accessory suprarenal glands 副肾上腺 674
accessory thyroid glands 副甲状腺 663
accompanying artery of ischiadic nerve 坐骨神经伴行动脉 862
accompanying vein of hypoglossal nerve 舌下神经伴行静脉 894
accumbens nucleus 伏隔核 1185, 1290
acetabular branch 髌臼支 861
acetabular fossa 髌臼窝 106
acetabular labrum 髌臼唇 159
acetabular notch 髌臼切迹 106
acetabulum 髌臼 106
acoustic radiation 听辐射
acoustic tubercle 听结节 1113

- acromial articular facet 肩峰关节面 93
- acromial branch 肩峰支 815
- acromial end 肩峰端 93
- acromial rete 肩峰网 834
- acromioclavicular joint 肩锁关节 143
- acromioclavicular ligament 肩锁韧带 144
- acromion 肩峰 92
- acinus 腺泡 302, 411
- acoustic area 听区 1325
- ACTH cell Corticotroph 促肾上腺皮质激素细胞 649
- actin filament 细肌丝, *肌动蛋白丝 178
- adductor brevis 短收肌 246
- adductor canal 收肌管 255
- adductor hallucis 蹠收肌 253
- adductor longus 长收肌 246
- adductor magnus 大收肌 247
- adductor pollicis 拇收肌 235
- adductor tubercle 收肌结节 111
- adenohypophysis 腺垂体, *前叶 646
- adipose body of ischioanal fossa 坐骨肛门窝脂体, *坐骨直肠窝脂体 632
- adipose body of orbit 眶脂体 1783
- adipose capsule 脂肪囊 587
- aditus laryngis 喉口 447
- adrenal gland 肾上腺 674
- adrenal cortex 肾上腺皮质 677
- adrenal medulla 肾上腺髓质 679
- afferent glomerular arteriole 入球小动脉 513
- afferent neuron 传入神经元 1036
- afferent lymphatic vessel 输入淋巴管 938
- aggregated lymphatic follicles 集合淋巴滤泡 340
- ala of central lobule 中央小叶翼 1212
- ala of crista galli 鸡冠翼 66
- ala of ilium 髂骨翼 104
- ala of sacrum 骶翼 41
- ala of vomer 犁骨翼 75
- alae nasi 鼻翼 429
- alar ligaments 翼状韧带 136
- albuginea of cavernous body of penis 阴茎海绵体白膜 554
- albuginea of cavernous body of urethra 尿道海绵体白膜 554
- aluginea of spongy body of penis 尿道海绵体白膜 554
- alimentary system 消化系统 267
- alveolar bone 牙槽骨 281
- alveolar canals 牙槽管 69
- alveolar duct 肺泡管 470, 473
- alveolar foramina 牙槽孔 69
- alveolar process 牙槽突 70
- alveolar sacculae 肺泡囊 473
- alveolar epithelium 肺泡上皮 473
- alveolar pore 肺泡孔 470, 473
- alveolar septum 肺泡隔 473
- alveolar wall 肺泡壁 473
- alveolar yokes 牙槽梳 77
- alveus of hippocampus 海马槽 1293, 1294
- alar plate 翼板 1439
- allantois 尿囊 426
- alveolus 肺泡 470
- ammon's horn 海马 1381
- ampulla ductus deferentis 输精管壶腹 542
- ampulla of lacrimal ductule 泪小管壶腹 1775
- ampulla of rectum 直肠壶腹 356
- ampulla of uterine tube 输卵管壶腹 568
- ampulla bony crura 壶腹骨脚 1829
- ampullar groove 壶腹沟 1832
- amygdaloid body 杏仁体 1278
- amygdalostriate fibers 杏仁纹体纤维 1275
- amacrine cell [视网膜]无长突细胞 1756
- ameloblast 成釉质细胞 419
- amine precursor uptake and decarboxylation system 胺与胺前体摄取和脱羧[细胞]系统, *APUD [细胞]系统 268
- anal artery 肛动脉 858
- anal canal 肛管 356
- anal columns 肛柱 358
- anal membrane 肛膜 426
- anal nerves 肛神经, *直肠下神经 1589
- anal pecten 肛梳 359
- anal sinuses 肛窦 356
- anal valves 肛瓣 358
- anal veins 肛静脉 915
- anatomical neck 解剖颈 94
- anconeus 肘肌 228

angle of mandible 下颌角 78
 angle of mouth 口角 269
 angle of rib 肋角 48
 angular artery 内眦动脉 805
 angular gyrus 角回 1271
 angular incisure 角切迹 320
 angular vein 内眦静脉 886
 annular ligament of radius 桡骨环状韧带 148
 anuoccygeal ligament 肛尾韧带 625
 anococcygeal nerves 肛尾神经 1592
 anocutaneous line 齿状线, *肛皮线 359
 ansa subclavia 锁骨下襻 1637
 anserine bursa 鹅足囊 247
 antebrachial fascia 前臂筋膜 238
 anterior ampullary nerve 前壶腹神经 1493
 anterior amygdaloid area 杏仁前区 1278
 anterior arch 前弓 36
 anterior articular facet 前关节面 36
 anterior ascending branch 前升支 795
 anterior atlantooccipital membrane 寰枕前膜, *寰枕前韧带 134
 anterior auricular branches 耳前支 806
 anterior auricular ligament 耳廓前韧带 1806
 anterior auricular nerves 耳前神经 1478
 anterior auricular veins 耳前静脉 888
 anterior axillary line 腋前线 264
 anterior basal segment(SVII) 前底段(SVII) 467
 anterior basal segmental bronchus(BVII) 前底段支气管(BVII) 464, 465
 anterior belly 前腹 201
 anterior calcaneal articular surface 前跟关节面 116
 anterior cerebral artery 大脑前动脉 1424
 anterior cerebral veins 大脑前静脉 1436
 anterior cervical lymph nodes 颈前淋巴结 955
 anterior chamber 前房 1763
 anterior choroidal artery 脉络丛前动脉 1423
 anterior clinoid process 前床突 60
 anterior column of rugae 前褶柱 579
 anterior commissure 前连合 1075, 1284
 anterior communicating artery 前交通动脉 1426
 anterior corticospinal tract 皮质脊髓前束 1102
 anterior cranial fossa 颅前窝 32
 anterior cruciate ligament 前交叉韧带 163
 anterior crural intermuscular septum 小腿前肌间隔 258
 anterior crus 前脚 1819
 anterior cusp 前尖 698
 anterior cutaneous branch 前皮支 1564
 anterior deep temporal artery 颞深前动脉 810
 anterior descending branch 前降支 754
 anterior ethmoidal foramen 筛前孔 53
 anterior ethmoidal nerve 筛前神经 1473
 anterior ethmoidal sinuses 前筛窦 67
 anterior external arcuate fibers 前外弓状纤维 1120
 anterior external vertebral venous plexus 椎外前静脉丛 901
 anterior fasciculus proprius 前固有束 1105
 anterior fold of malleus 锤骨前襞 1816
 anterior fontaneile 前囟, *额囟 89
 anterior funiculus 前索 1080
 anterior gastric branches 胃前支 1509
 anterior glandular brance 前腺支 803
 anterior gluteal line 臀前线 105
 anterior gray commissure 灰质前连合 1080
 anterior horn 前角 1380
 anterior humeral circumflex artery 旋肱前动脉 820
 anterior hypothalamic region 下丘脑前区 1255
 anterior inferior cerebellar artery 小脑下前动脉 1430
 anterior inferior iliac spine 髂前下棘 105
 anterior intercondylar area 髁间前区 112
 anterior internal vertebral venous plexus 椎内前静脉丛 902
 anterior interosseous artery 骨间前动脉 831
 anterior interosseous nerve 骨间前神经 1545
 anterior interventricular branch 前室间支 734
 anterior interventricular groove 前室间沟 695
 anterior intraoccipital synchondrosis 枕内前结合 140
 anterior jugular lymph nodes 颈前浅淋巴结 956
 anterior jugular vein 颈前静脉 891
 anterior labial branches 阴唇前支 866
 anterior labial commissure 唇前连合 584

- anterior labial nerves 阴唇前神经 1570
- anterior lateral funiculus 前外侧索 1080
- anterior lacrimal crest 泪前嵴 69
- anterior ligament of fibular head 腓骨头前韧带 165
- anterior ligament of malleus 锤骨前韧带 1821
- anterior limb of internal capsule 内囊前肢 1280
- anterior lingual gland 舌胶腺 292
- anterior lip 前唇 496
- anterior lobe 腺垂体, *前叶 1212
- anterior longitudinal ligament 前纵韧带 131
- anterior malleolar fold 锤骨前襞 1821
- anterior median fissure 前正中裂 1078, 1111
- anterior median line 前正中线 264
- anterior mediastinal lymph nodes 纵隔前淋巴结 970
- anterior mediastinum 前纵隔 488
- anterior membranous ampulla 前膜壶膜 1832
- anterior meniscofemoral ligament 板股前韧带 163
- anterior nasal aperture 梨状孔, *鼻前孔 84
- anterior nasal spine 鼻前棘 68
- anterior notch of ear 耳前切迹 1805
- anterior nuclear group 前核群 1231
- anterior olfactory nucleus 嗅前核 1288
- anterior palpebral edge 睑前缘 1771
- anterior papillary muscle 前乳头肌 698
- anterior parietal artery 顶叶前动脉 1427
- anterior parolfactory sulcus 前旁嗅沟 1273
- anterior perforated substance 前穿质 1073
- anterior pole of lens 晶状体前极 1766
- anterior quadrangular lobule 方形小叶前部 1214
- anterior ramus 前支 1073, 1269
- anterior recess of tympanic membrane 鼓膜前隐窝 1822
- anterior region of neck 颈前区, *颈前三角 203
- anterior root 前根, *运动根 1079, 1521
- anterior sacral foramina 骶前孔 39
- anterior sacrococcygeal ligament 骶尾前韧带 133
- anterior sacroiliac ligaments 骶髂前韧带 155
- anterior scrotal branches 阴囊前支 866
- anterior scrotal nerves 阴囊前神经 1570
- anterior segment 前段 466
- anterior segment(S II) 前段(S II) 468
- anterior segmental artery 前段动脉 374, 841
- anterior segmental bronchus(B II) 前段支气管(B II) 463, 465
- anterior semicircular canal 前骨半规管 1828
- anterior semicircular duct 前膜半规管 1832
- anterior spinal artery 脊髓前动脉 1420, 1430
- anterior spinocerebellar tract 脊髓小脑前束 1101
- anterior spinothalamic tract 脊髓丘脑前束 1100
- anterior sternoclavicular ligament 胸锁前韧带 143
- anterior superior alveolar arteries 上牙槽前动脉 810
- anterior superior alveolar branches 上牙槽前支 1475
- anterior superior iliac spine 髂前上棘 104
- anterior superior pancreaticoduodenal artery 胰十二指肠上前动脉 843
- anterior surface of lens 晶状体前面 1765
- anterior talar articular surface 前距关节面 117
- anterior talofibular ligament 距腓前韧带 166
- anterior temporal artery 颞叶前动脉 1428
- anterior temporal branches 颞叶前支 1432
- anterior temporal diploic vein 颞前板障静脉 892
- anterior thalamic tubercle 丘脑前结节 1230
- anterior tibial artery 胫前动脉 876
- anterior tibial lymph node 胫前淋巴结 993
- anterior tibial recurrent artery 胫前返动脉 876
- anterior tibial veins 胫前静脉 919
- anterior tibiofibular ligament 胫腓前韧带 165
- anterior tibiotalar part 胫距前部 166
- anterior tympanic artery 鼓室前动脉 808
- anterior vagal trunk 迷走神经前干 1509
- anterior veins of right ventricle 右室前静脉 758
- anterior white commissure 白质前连合 1080
- anterodorsal nucleus 前背侧核 1231
- anterolateral central arteries 前外侧中央动脉, *前外侧丘纹动脉 1428
- anterolateral fontanelle 前外侧囟, *蝶囟 89
- anterolateral nucleus 前外侧核 1086
- anterolateral sulcus 前外侧沟 1111
- anteromedial central arteries 前内侧中央动脉, *前内侧丘纹动脉 1427
- anteromedial nucleus 前内侧核 1231

anteromedial thalamostriate arteries 前内侧中央动脉, *前内侧丘纹动脉 1427
 anteroventral nucleus 前腹侧核 1231
 antihelix 对耳轮 1804
 antitragicus 对耳屏肌 1807
 antitragohelicine fissure 对耳屏耳轮裂 1806
 antitragus 对耳屏 1805
 anulus fibrosus 纤维环 130
 annular sgment 气管环状韧带 453
 anus 肛门 359
 angle of anterior chamber 前房角, *虹膜角, 虹膜角膜角 1751
 annulate lamella 环孔板 561
 anterior chamber 前房 1763
 anterior limiting lamina [角膜]前界层 1742
 anencephaly 无脑畸形 1446
 anterior cardinal vein 前主静脉 1006
 aortic arch 主动脉弓 799
 aortic bifurcation 主动脉杈 855
 aortic bulb 主动脉球 799
 aortic hiatus 主动脉裂孔 222
 aortic isthmus 主动脉峡 799
 aortic orifice 主动脉口 702
 aortic sinus 主动脉窦 702
 aortic valve 主动脉瓣 702
 aorticorenal ganglia 主动脉肾神经节 1644, 1649
 aortic sac 动脉囊 1013
 aperture of frontal sinus 额窦口 53
 aperture of larynx 喉口 447
 aperture of sphenoidal sinus 蝶窦口 58
 spex of arytenoid cartilage 杓状软骨尖 441
 apex of bladder 膀胱尖 518
 apex of dens 齿突尖 36
 apex of fibular head 腓骨头尖 114
 apex of lung 肺尖 458
 apex of nose 鼻尖 429
 apex of petrous part 岩部尖 63
 apex of posterior horn 后角尖 1080
 apex of prostate 前列腺尖 544
 apex of root of tooth 牙根尖 270
 apex of sacrum 骶骨尖 41
 apex of tongue 舌尖 285
 apical branch 尖支 795
 apical foramen 牙根尖孔 270
 apical ligament of dens 齿突尖韧带 136
 apical lymph nodes 尖淋巴结 966
 apical segment (SI) 尖段 (SI) 468
 apical segmental bronchus (BI) 尖段支气管 (BI) 465
 apicoposterior branch 尖后支 797
 apicoposterior segment (SI + I) 尖后段 (SI + I) 466
 apicoposterior segmental bronchus (BI + I) 尖后段支气管 (BI + I) 463
 aponeurosis 腱膜 185
 aponeurosis of tongue 舌腱膜 286
 appendicular artery 阑尾动脉 848
 appendicular lymph nodes 阑尾淋巴结 978
 appendicular vein 阑尾静脉 909
 appendix of epididymis 附睾附件 542
 appendix of testis 睾丸附件 542
 applied anatomy 应用解剖学 1
 APUD cell APUD 细胞 329
 APUD system 胺与胺前体摄取和脱羧[细胞]系统, *APUD[细胞]系统 456
 aqueous humor 房水 1764
 arachnoid granulations 蛛网膜[颗]粒 1395
 arachnoid mater 蛛网膜 1394
 arachnoid trabeculae 蛛网膜小梁 1395
 arachnoid villus 蛛网膜绒毛 1395
 arbor vitae 活树 1215
 arch of azygos vein 奇静脉弓 900
 arch of cricoid cartilage 环状软骨弓 441
 arch of thoracic duct 胸导管弓 949
 archeopallium 原皮质, *古皮质 1307
 archicerebellum 原小脑 1212
 arcuate arteries 弓状动脉 513
 arcuate crest 弓状嵴 441
 arcuate eminence 弓状隆起 64
 arcuate line 弓状线 105, 218
 arcuate nucleus 弓状核, 漏斗核 1120, 1239
 arcuate popliteal ligament 腓弓状韧带 162
 arcuate pubic ligament 耻骨弓状韧带 157
 area of facial nerve 面神经区 1839
 area postrema 最后区 1113
 areola of breast 乳晕 587

areolar glands 乳晕腺 587
 areolar venous plexus 乳晕静脉丛 898
 arterial glomeruli of cochlea 耳蜗动脉丝球 1840
 arterial ligament 动脉韧带 795
 arterial vasocorona 动脉冠 1420
 arteriovenular anastomosis 小动静脉吻合 791
 artery of angular gyrus 角回动脉 1428
 artery of caudate lobe 尾状叶动脉 376, 841
 artery of central sulcus 中央沟动脉 1427
 artery of postcentral sulcus 中央后沟动脉 1427
 artery of precentral sulcus 中央前沟动脉 1427
 artery of pterygoid canal 翼管动脉 871
 arthrology 关节学 123
 articular capsule 关节囊 127
 articular cartilage 关节软骨 28, 127
 articular cavity 关节腔 128
 articular circumference 环状关节面 96, 99
 articular disc 关节盘 128
 articular facet of acromion 肩峰关节面 92
 articular facet of costal head 肋头关节面 48
 articular facet of lateral malleolus 外踝关节面 115
 articular facet of medial malleolus 内踝关节面 113
 articular labrum 关节唇 128
 articular meniscus 关节半月板 128
 articular surface 关节面 19, 112
 articular surface of fibular head 腓骨头关节面 114
 articular tubercle 关节结节 63
 articular vascular rete 关节血管网 780
 articular genus 膝关节肌 245
 aryepiglottic fold 杓状会厌襞 308, 448
 aryepiglottic part 杓会厌部 446
 arytenoid 杓肌 446
 arytenoid articular surface 杓关节面 441
 arytenoid cartilage 杓状软骨 441
 arcuate artery 弓状动脉, *弓形动脉 513
 arcuate vein 弓形静脉 513
 ascending aorta 升主动脉, *主动脉升部 799
 ascending cervical artery 颈升动脉 815
 ascending colon 升结肠 353
 ascending lumbar vein 腰升静脉 906
 ascending palatine artery 腭升动脉 804
 ascending pharyngeal artery 咽升动脉 806
 assending ramus 升支 1073, 1269
 association fibers 联络纤维 1281
 atlantic part 寰椎部 814
 atlantooccipital joint 寰枕关节 134
 atlas 寰椎 36
 atrioventricular branches 房室支 739
 atrioventricular bundle 房室束 709, 718
 atrioventricular node 房室结 709
 atrium of middle meatus 中鼻道前房 433
 atretic corpus luteum 闭锁黄体 565
 atretic follicle 闭锁卵泡 565
 atrioventricular canal 房室管 1008
 auditory ossicles 听小骨 1819
 auditory radiation 听辐射 1325
 auditory tube 咽鼓管 1823
 auricle 耳廓 1804
 auricular concha 耳甲 1805
 auricular ligaments 耳廓韧带 1806
 auricular lobule 耳垂 1804
 auricular surface 耳状面 40, 105
 auricular tubercle 耳廓结节 63, 1805
 auricularis muscle anterior 耳前肌 1806
 auricularis posterior 耳后肌 1807
 auricularis superior 耳上肌 1806
 auriculotemporal nerve 耳颞神经 1478
 autonomic ganglia 自主神经节 1617
 autonomic nerve 自主神经 1594
 autonomic nervous system 自主神经系统, *内脏神经系统, *植物性神经系统 1616
 axillary artery 腋动脉 818
 axillary fossa 腋窝 236
 axillary hairs 腋毛 1860
 axillary lymph nodes 腋淋巴结 965
 axillary nerve 腋神经 1159
 axillary vein 腋静脉 898
 axis 枢椎 36
 axis of lens 晶状体轴 1766
 axo-axonic synapse 轴-轴突触 1047
 axo-dendritic synapse 轴-树突触 1047
 axo-somatic synapse 轴-体突触 1047
 axon 轴突 1046
 axonal transport 轴突运输 1046

axoplasmic flow 轴浆流 1046
axon hillock 轴丘 1046

axoplasm 轴质, *轴浆 1046
azygos vein 奇静脉 886, 899

B

Back of nose 鼻背 429
ball-and-socket joint 球窝关节, *杵臼关节 129
bare area of liver 裸区 [肝] 365
basal ganglia 基底核, *基底节 1267, 1273
basal vein 基底静脉 1436
base of arytenoid cartilage 杓状软骨底 441
base of cochlea 蜗底 1829
base of lung 肺底 458
base of mandible 下颌底 77
base of metacarpal bone 掌骨底 102
base of metatarsal bone 跖骨底 120
base of patella 髌底 112
base of phalanx 指骨底, 趾骨底 103, 121
base of posterior horn 后角底 1080
base of prostate 前列腺底 544
base of pyramid 锥体底 496
base of sacral bone 骶骨底 41
base of skull 颅底 85
base of stapes 镫骨底 1819
basilar cistern 基底池 1406
basilar crest 基底嵴 1835
basilar part of pons 脑桥基底部 1130
basilar sulcus 基底沟 1130
basilar venous plexus 基底静脉丛 1402
basilic vein 贵要静脉 896
basivertebral veins 椎体静脉 902
basket cell 篮状细胞 1215
basolateral part 基底外侧部 1278
basal lamina 基板 1748
basal plate 基板 1439
basipharyngeal canal 咽[底]咽管 58
beard 胡须 1860
bed nucleus of stria terminalis 终纹床核 1261
biceps brachii 肱二头肌 226
biceps femoris 股二头肌 247
bicipital aponeurosis 肱二头肌腱膜 228
bicipitoradial bursa 肱二头肌桡骨囊 228

bicuspid tooth 前磨牙, *双尖牙 278
bifurcated ligament 分歧韧带 168
bifurcation of pulmonary trunk 肺动脉杈, *肺动脉干杈 795
bifurcation of trachea 气管杈 452
biliary ductuli 胆小管 396, 402
biliary duct system 胆道系 402
bipennate muscle 羽肌 186
bipolar neuron 双极神经元 1041
bipolar cell [视网膜]双极细胞 1755
blood-brain barrier 血-脑屏障 1064, 1413
blood capillary 毛细血管 789
blood-cerebrospinal fluid barrier (BLB) 血-脑脊液屏障 1067, 1415
blood-thymus barrier 血-胸腺屏障 937
body of bladder 膀胱体 518
body of caudate nucleus 尾状核体 1273
body of clitoris 阴蒂体 585
body of epididymis 附睾体 530
body of fornix 穹窿体 1297
body of gallbladder 胆囊体 403
body of hyoid bone 舌骨体 79
body of ilium 髂骨体 104
body of incus 砧骨体 1819
body of ischium 坐骨体 105
body of lateral ventricle 侧脑室体 1379
body of mamma 乳房体 587
body of mandible 下颌体 77
body of maxilla 上颌体 68
body of pancreas 胰体 410
body of penis 阴茎体 553
body of pubis 耻骨体 106
body of sphenoid bone 蝶骨体 58
body of sternum 胸骨体 46
body of stomach 胃体 320
body of talus 距骨体 116
body of tongue 舌体 285

body of uterus 子宫体 570
 bone 骨 18
 bones of fingers 指骨 103
 bones of foot 足骨 115
 bones of free lower limb 自由下肢骨 109
 bones of free upper limb 自由上肢骨 94
 bones of hand 手骨 99
 bony labyrinth 骨迷路 1826
 bony palate 骨腭 31
 bony part of auditory tube 咽鼓管骨部 1823
 bony semicircular canals 骨半规管 1828
 bony septum of nose 骨鼻中隔 86, 432
 bone canaliculus 骨小管 21
 bone collar 骨领 27
 bone lacuna 骨陷窝 21
 bone lamella 骨板 24
 bone marrow 骨髓 20
 bone matrix 骨基质 24
 bone substance 骨质 20
 bone tissue 骨组织 20, 25
 bone trabecula 骨小梁 20
 Bowman's gland 嗅腺, * 鲍曼腺 1452
 Bowman's membrane [角膜]前界层 1742
 brachial artery 肱动脉 824
 brachial fascia 臂筋膜 237
 brachial lymph nodes 肱淋巴结 965
 brachial plexus 臂丛 1536
 brachial veins 肱静脉 898
 brachialis 肱肌 228
 brachiocephalic trunk 头臂干 800
 brachioradialis 肱桡肌 229
 brachium conjunctivum 小脑上脚, * 结合臂 1130
 brachium of inferior colliculus 下丘臂 1145
 brachium of superior colliculus 上丘臂 1145
 brachium pontis 小脑中脚, * 脑桥臂 1130
 brain stem 脑干 1072
 branch of atrioventricular node 房室结支 729
 branches of interventricular septum 室间隔支 735
 branchial groove 腮沟 423
 broad ligament of uterus 子宫阔韧带 571
 bronchial tree 支气管树 463
 bronchioles 细支气管 470
 bronchopulmonary hilar lymph nodes 支气管肺门淋巴结 971
 bronchopulmonary segments 支气管肺段 466
 buccal artery 颊动脉 810
 buccal fat pad 颊脂体 198, 270
 buccal glands 颊腺 270
 buccal lymph node 颊肌淋巴结 954
 buccal nerve 颊神经 1476
 buccinator 颊肌 196
 buccopharyngeal fascia 颊咽筋膜 198, 311
 bulb 壶腹, * 十二指肠球 336
 bulb of posterior horn 后角球 1381
 bulb of urethra 尿道球, * 阴茎球, 554
 bulb of vestibule 前庭球 585
 bulbar conjunctiva 球结膜 1773
 bulbo cavernosus 球海绵体肌 628
 bulbopontine sulcus 延髓脑桥沟 1130
 bulbotreticulospinal tract 延髓网状脊髓束 1104
 bulbourethral gland 尿道球腺 547
 bursa of extensor carpi radialis brevis 桡侧腕短伸肌囊 232
 bursa of piriformis 梨状肌囊 242
 bursa of semimembranosus 半膜肌囊 164, 247
 bursa of tendo calcaneus 跟腱囊 250

C

calcaneal rete 跟网 879
 calcaneal sulcus 跟骨沟 117
 calcaneal tuberosity 跟骨结节 117
 calcaneocuboid joint 跟骰关节 169
 calcaneocuboid ligament 跟骰韧带 168
 calcaneofibular ligament 跟腓韧带 166
 calcaneonavicular ligament 跟舟韧带 168
 calcaneus 跟骨 117
 calcar avis 禽距 1269, 1381
 calcarine branch 距状沟支 1432
 calcarine sulcus 距状沟 1269
 callosal sulcus 胼胝体沟 1272

canal of cervix of uterus 子宫颈管 570
 cancellous bone 骨松质, * 松质骨 20
 canine fossa 尖牙窝 68
 canine teeth 尖牙 277
 capitate bone 头状骨 101
 capitulum of humerus 肱骨小头 95
 capsular arteries 肾囊动脉, * 肾周动脉 851
 capsular ligaments 囊韧带 128
 capsular veins 肾囊静脉 904
 cardia 贲门, * 贲门口 320
 cardiac apex 心尖 695
 cardiac apical incisure 心尖切迹 695
 cardiac base 心底 695
 cardiac ganglia 心神经节 760, 1648
 cardiac impression 心压迹 372
 cardiac incisure 贲门节迹 320
 cardiac part 贲门部 320
 cardiac plexus 心丛 1648
 cardiovascular system 心血管系统 691
 carina of trachea 气管隆嵴 452
 caroticotympanic arteries 颈鼓动脉 311
 carotid canal 颈动脉管 64
 carotid ganglion 颈动脉神经节 1634
 carotid glomus 颈动脉小球 802
 carotid sheath 颈动脉鞘 203
 carotid sinus 颈动脉窦 802
 carotid sinus branch 颈动脉窦支 1499
 carotid sulcus 颈动脉沟 59
 carotid triangle 颈动脉三角 203
 carotid tubercle 颈动脉结节 36
 carotid wall 颈动脉壁 1814
 carpal bones 腕骨 99
 carpal canal 腕管 99, 238
 caral groove 腕骨沟 99
 carpometacarpal joint of thumb 拇指腕掌关节
 153
 carpometacarpal joints 腕掌关节 153
 cartilage of auricle 耳廓软骨 1806
 cardiac gland 贲门腺 323
 cardiac impression 肺心压迹 458
 cardiac muscle 心肌 704
 cardiac notch of left lung 左肺心切迹 460
 cardiogenic plate 生心板 1007
 cartilage[cell]capsule 软骨[细胞]囊 124
 cartilage lacuna 软骨陷窝 124
 cartilage matrix 软骨基质 125
 cartilaginous joints 软骨连结 123
 cartilaginous part of auditory tube 咽鼓管软骨部
 1823
 carunculae hymenales 处女膜痕 579
 cauda equina 马尾 1079
 caudal pancreatic artery 胰尾动脉 845
 caudal pontine reticular nucleus 脑桥尾侧网状核
 1168
 caudate branches 尾状叶支 377, 907
 caudate lobe 尾状叶 367
 caudate nucleus 尾状核 1273
 caudate process 尾状突 367
 cavernous body of clitoris 阴蒂海绵体 585
 cavernous body of penis 阴茎海绵体 553
 cavernous body of urethra 尿道海绵体 554
 cavernous plexus 海绵丛 1636
 cavernous sinus 海绵窦 1402
 caverns of cavernous body of penis 阴茎海绵体腔
 556
 cavity of auricular concha 耳甲腔 1805
 cavity of pharynx 咽腔 306
 cavity of septum pellucidum 透明隔腔 1076, 1380
 cavum douglasi 道格拉斯腔 613
 cavum trigeminale 三叉神经腔 1466
 cavity of uterus 子宫腔 570
 cecal folds 盲肠襞 610
 cecum 盲肠 849
 celiac ganglia 腹腔神经节 1617
 celiac lymph nodes 腹腔淋巴结 975
 celiac trunk 腹腔干 340
 cementum 牙骨质 272
 central artery of retina 视网膜中央动脉 1793
 central canal 中央管 1080, 1379, 1384
 centrae gray metter of pons 脑桥中央灰质 1142
 central lateral nucleus 中央外侧核 1232
 central lobule 中央小叶 1312
 central gelatinous substance 中央胶状质 1080
 central medial nucleus 中央内侧核 1232
 central nervous system 中枢神经系统 1072
 central semiovale 半卵圆中心 1280

- central sulcus 中央沟 1073, 1269
- central sulcus of insula 岛中央沟 1272
- central tendon 中心腱 222
- central vein of retina 视网膜中央静脉 1794
- centromedian nucleus 中央中核 1232
- cephalic vein 头静脉 896
- ceratocricoid 角环肌 445
- ceratopharyngeal part 大角咽部 310
- cerebellar cortex 小脑皮质 1215
- cerebellar falx 小脑镰 1399
- cerebellar folia 小脑叶片 1212
- cerebellar fossa 小脑窝 56
- cerebellar hemisphere 小脑半球 1212
- cerebellar vallicula 小脑谷 1212
- cerebellar veins 小脑静脉 1436
- cerebellomedullary cistern 小脑延髓池, *大池 1406
- cerebello-medullar angle 小脑延髓角 1075
- cerebelloolivary fibers 小脑橄榄纤维 1120
- cerebellum 小脑 1212
- cerebral aqueduct 中脑水管, *大脑水管 1384
- cerebral arachnoid mater 脑蛛网膜 1405
- cerebral arcuate fibers 大脑弓状纤维 1281
- cerebral arterial circle 大脑动脉环 1433
- cerebral cortex 大脑皮质 1267, 1301
- cerebral dura mater 硬脑膜 1398
- cerebral falx 大脑镰 1399
- cerebral gyri 大脑回 1267
- cerebral fossa 大脑窝 56
- cerebral hemisphere 大脑半球 1267
- cerebral longitudinal fissure 大脑纵裂 1073, 1267
- cerebral medullary substance 大脑髓质 1280
- cerebral peduncle 大脑脚 1075, 1145
- cerebral pia mater 软脑膜 1408
- cerebral sulci 大脑沟 1267
- cerebral transverse fissure 大脑横裂 1267
- cerebrospinal fluid 脑脊液 1408
- cerebrospinal fluid-brain barrier (LBB) 脑脊液-脑屏障 1416
- cervical curvature 颈曲 42
- cervical enlargement 颈膨大 1078
- cervical fascia 颈筋膜 204
- cervical plexus 颈丛 1531
- cervical vertebrae 颈椎 35
- cervicothoracic ganglion 颈胸神经节, *星状神经节 1638
- cephalic flexure 头曲 1440
- cerebellar plate 小脑板 1443
- cervical flexure 颈曲 1440
- cervical segment(1-8) 颈段 (1-8)
- cheek 颊 270
- chemical neuroanatomy 化学神经解剖学 1184
- chemical synapse 化学突触 1047
- chemoreceptor 化学感受器 1057
- chiasmatic cistern 交叉池 1406
- choanae 鼻后孔 431
- cholinergic neuron 胆碱能神经元 1184
- chondroglossus 小角舌肌 290
- chondropharyngeal part 小角咽部 310
- chorda tympani 鼓索 1487
- choroid vein 脉络丛静脉 1436
- choroid fissure 脉络膜裂 1230, 1446, 1381
- choroid plexus 脉络丛 1391
- choroid plexus of fourth ventricle 第四脑室脉络丛 1383
- choroid plexus of lateral ventricle 侧脑室脉络丛 1381
- choroid plexus of third ventricle 第三脑室脉络丛 1382
- chief cell [甲状旁腺]主细胞, [胃]主细胞 672
- chondrocyte 软骨细胞 123
- choriocapillary layer [脉络膜]毛细血管层 1748
- choroid 脉络膜 1747
- choroid epithelium 脉络丛上皮 1391
- chromaffin cell 嗜铬细胞 682
- chromophobe cell 嫌色细胞 650
- chylomicron 乳糜微粒 345
- ciliary body 睫状体 1749
- ciliary crown 睫状冠 1749
- ciliary folds 睫状襞 1749
- ciliary ganglion 睫状神经节 1463
- ciliary glands 睫毛腺 1771
- ciliary margin 睫状缘 1751
- ciliary muscle 睫状肌 1750
- ciliary processes 睫状突 1749
- ciliary ring 睫状环 1749

ciliary zonule 睫状小带 1766
 cingulate gyrus 扣带回 1272
 cingulate sulcus 扣带沟 1269
 cingulum 扣带 1282
 circular fibers 环纤维 1750
 circular folds 环状襞 336
 circular sulcus of insula 岛环状沟 1272
 circumflex branch 旋支 735
 circumflex fibular branch 旋腓骨支 874
 circumflex scapular artery 旋肩胛动脉 820
 circumventricular organs 室周器 1389
 cistern of lateral fossa of cerebrum 大脑外侧窝池 1406
 cisterna ambiens 环池 1407
 cisterna chyli 乳糜池 947, 1025
 claustrum 屏状核 1278
 clavicle 锁骨 91
 clavicular notch 锁切迹 45
 clavipectoral fascia 锁胸筋膜 208
 clinical anatomy 临床解剖学 1
 clitoris 阴蒂 585
 clivus 斜坡 84
 clara cell 克拉拉细胞, *细支气管细胞 471
 cloaca(拉) 泄殖腔 426, 594
 cluster zone 团簇带 1115
 coccygeal body 尾骨体 683
 coccygeal glomus 尾骨[血管]体, *尾骨[血管]球 855
 coccygeal ganglion 尾骨神经节 1631, 1647
 coccygeal horn 尾骨角 41
 coccygeal plexus 尾丛 1591
 coccygeal segments(Co)(1-3) 尾段(1-3) 1072
 coccygeal vertebrae 尾椎 41
 coccygeus 尾骨肌 626
 coccyx 尾骨 41
 cochlea 耳蜗 1829
 cochlear aqueduct 蜗水管, 外淋巴管 1828
 cochlear area 蜗区 1839
 cochlear duct 蜗管 1832
 cochlear ganglion 蜗神经节, *蜗螺旋神经节 1495
 cochlear nerve 蜗神经 1495
 cochlear nuclei 蜗神经核 1136
 cochlear recess 蜗管隐窝 1827
 cochlear spiral canal 蜗螺旋管 1829
 cochleariform process 匙突 1814
 coeliac ganglion 腹腔神经节 1649
 coeliac plexus 腹腔丛 1649
 colic bands 结肠带 349
 colic impression 结肠压迹 373
 colic marginal artery 结肠缘动脉 849
 collateral branch 侧副支 839
 collateral eminence 侧副隆起 1381
 collateral ganglion 侧副神经节 1617
 collateral sulcus 侧副沟 1269
 collateral trigone 侧副三角 1381
 colon 结肠 353
 column of fornix 穹窿柱 1258
 commissural fibers 连合纤维 659
 commissural nucleus 连合核 1123, 1151
 commissure of fornix 穹窿连合 1284, 1297
 commissure of inferior colliculus 下丘连合 1346
 common basal vein 底段总静脉 797
 common bile duct 胆总管 404
 common bony crus 总骨脚 1829
 common cardinal vein 总主静脉 1006
 common carotid artery 颈总动脉 801
 common carotid plexus 颈总动脉丛 1637
 common flexor sheath 屈肌总腱鞘 231
 common hepatic artery 肝总动脉 841
 common hepatic duct 肝总管 402
 common iliac artery 髂总动脉 855
 common iliac lymph nodes 髂总淋巴结 980
 common iliac vein 髂总静脉 912
 common integument 体被 1849
 common interosseous artery 骨间总动脉 831
 common membranous crus 总膜脚 1832
 common nasal meatus 总鼻道 87
 common palmar digital arteries 指掌侧总动脉 833
 common palmar digital nerves 指掌侧总神经 1546
 common peroneal nerve 腓总神经 1585
 common plantar digital arteries 趾足底总动脉 875
 common plantar digital nerves 趾足底总神经

- 1585
- common tendinous ring 总腱环 1776
- communicating branch of peroneal nerve 腓神经交通支 1585
- communicating branch with auriculotemporal nerve 耳颞神经交通支 1500
- communicating branch with chorda tympani 鼓索交通支 1476, 1500
- communicating branch with ciliary ganglion 睫状神经节交通支 1473
- communicating branch with glossopharyngeal nerve 舌咽神经交通支 1505
- communicating branch with medial pterygoid nerve 翼内肌神经交通支 1500
- communicating branch with zygomatic nerve 颞神经交通支 1473
- communicating branches with hypoglossal nerve 舌下神经交通支 1477
- compact bone 骨密质 20
- compact part 致密部 1157
- compadges of thorax 胸廓 50
- compound joint 复关节 128
- conchal crest 鼻甲嵴 69, 74
- condylar canal 髁管 57
- condylar emissary vein 髁导静脉 894
- condylar fossa 髁窝 57
- condylar process 髁突 79
- confluence of sinuses 窦汇 1401
- conical papillae 圆锥乳头 286
- conjoined tendon 腹股沟镰, *联合腱 217
- conjunctiva 结膜 1773
- conjunctival sac 结膜囊 1773
- conjunctival semilunar fold 结膜半月襞 1770
- conoid ligament 锥状韧带 144
- contorted seminiferous tubules 精曲小管, *曲细精管 531
- conus arteriosus 动脉圆锥, *漏斗 1074
- conus medullaris 脊髓圆锥 1078
- coracoacromial ligament 喙肩韧带 144
- coracobrachialis 喙肱肌 228
- coracoclavicular ligament 喙锁韧带 144
- coracohumeral ligament 喙肱韧带 145
- coracoid process 喙突 92
- corneoscleral part 巩膜角膜部 1740
- corniculate cartilage 小角软骨 441
- corniculate tubercle 小角结节 448
- corona glandis 阴茎头冠 553
- corona radiata 放射冠, 辐射冠 562, 1280
- coronal pulp 牙冠髓 271
- coronal suture 冠状缝 55
- coronary ligament 冠状韧带 160, 373
- coronary sinus 冠状窦 754
- coronary sulcus 冠状沟 695
- codronid fossa 冠突窝 95
- coronoid process 冠突 79, 98
- corpora quadrigemina 四叠体 1145
- corpus callosum 胼胝体 1075, 1283
- corpus of cerebellum 小脑体 1212
- corpus striatum 纹状体 1273
- corrugator supercillii 皱眉肌 194
- cortex of lens 晶状体皮质 1766
- corticobulbar tract 皮质核束, *皮质延髓束 1132, 1364
- corticoolivary fibers 皮质橄榄纤维 1118
- corticoreticular tract 皮质网状束 1132, 1172
- corticocerebellar tract 皮质小脑束 1133
- corticospinal tract 皮质脊髓束 1102, 1361
- corticostriate fibers 皮质纹体纤维 1274
- costal angle 肋角 48
- costal arch 肋弓 50
- costal bone 肋骨 47
- costal cartilage 肋软骨 47, 49
- costal groove 肋沟 48
- costal pleura 肋胸膜 482
- costal tubercle 肋结节 93
- costocervical trunk 肋颈干 817
- costochondral joints 肋软骨连结 139
- costoclavicular ligament 肋锁韧带 143
- costodiaphragmatic recess 肋膈隐窝 486
- costomediastinal recess 肋纵膈隐窝 487
- costotransverse foramen 肋横突孔 137
- costotransverse joint 肋横突关节 137
- costovertebral joints 肋椎关节 137
- costoxiphoid ligaments 肋剑突韧带 139
- collecting tubule 集合小管 506
- continuous capillary 连续毛细血管 790

copula 联合突 421
cornea 角膜 1740
corpus albicans 白体 565
corpus luteum(拉) 黄体 564
cortex 皮质 1038
corticotroph 促肾上腺皮质激素细胞 649
common cardinal vein 总主静脉, *居维叶管 1016
congenital umbilical hernia 先天性脐疝 427
cranial cavity 颅腔 51
cranial fontanelles 颅凶 89
cranial ganglia 脑神经节 1070
cranial nerves 脑神经 1070, 1448
cranial roots 脑根 1512
cranium 颅 51
cremaster 提睾肌 217, 552
cremasteric artery 提睾肌动脉 863
cremasteric fascia 提睾肌筋膜 221, 552
crest of costal head 肋头嵴 48
crest of costal neck 肋颈嵴 48
crest of greater tubercle 大结节嵴 94
crest of lesser tubercle 小结节嵴 95
cribriform fascia 筛筋膜 255, 257
cribriform foramina 筛孔 66
cribriform plate 筛板 66
cribriform plate of sclera 巩膜筛板 1744
cricoarytenoid joint 环杓关节 443
cricoid cartilage 环状软骨 441
cricopharyngeal part 环咽部 310
cricothyroid 环甲肌 444
cricothyroid joint 环甲关节 442
crista ampullaris 壶腹嵴 1832
crista galli 鸡冠 66

crown of tooth 牙冠 270
cruciate ligaments of knee 膝交叉韧带 163
cruciform eminence 十字隆起 56
cruciform ligament of atlas 寰椎十字韧带 136
crural fascia 小腿筋膜 258
crural interosseous membrane 小腿骨间膜 165
crus cerebri 大脑脚底 1145, 1163
crus of clitoris 阴蒂脚 585
crus of fornix 穹隆脚 1297
crus of helix 耳轮脚 1804
cranioschisis 颅裂 1446
cubital articular rete 肘关节网 834
cubital fossa 肘窝 237
cuboid bone 骰骨 120
culmen 山顶 1212
cuneate nucleus 楔束核 1115
cuneate tubercle 楔束结节 1112
cuneocerebellar fibers 楔小脑纤维 1101
cuneiform cartilage 楔状软骨 441
cuneiform nucleus 楔形核 1168
cuneiform tubercle 楔状结节 448
cuneocerebellar fibers 楔小脑纤维 1222
cuneocuboid joint 楔骰关节 170
cuneonavicular joint 楔舟关节 169
cuneus 楔叶 1271
cupula of pleura 胸膜顶 484
cupular cecum 顶盲端 1833
cumulus oophorus(拉) 卵丘 562
cymba of auricular concha 耳甲艇 1805
cystic artery 胆囊动脉 841
cystic duct 胆囊管 403
cystic vein 胆囊静脉 906, 911

D

dartos coat 肉膜 552
deciduous teeth 乳牙 270
declive 山坡 1212
decussation of medial lemniscus[内侧] 丘系交叉 1099, 1116
decussation of pyramid 锥体交叉 1111

decussation of superior cerebellar peduncle 小脑上脚交叉 1155
deep anterior cervical lymph nodes 颈前深淋巴结 955
deep artery of clitoris 阴茎深动脉 859
deep artery of penis 阴茎深动脉 859

deep auricular artery 耳深动脉 808
 deep brachial artery 肱深动脉 824
 deep cerebral veins 大脑深静脉 1434
 deep cervical artery 颈深动脉 818
 deep cervical vein 颈深静脉 885
 deep cubital lymph nodes 肘深淋巴结 965
 deep dorsal vein of clitoris 阴蒂背深静脉 914
 deep dorsal vein of penis 阴茎背深静脉 914
 deep facial vein 面深静脉 887
 deep fascia 深筋膜, *固有筋膜 190, 256
 deep fascia of penis 阴茎深筋膜 554
 deep femoral artery 股深动脉 866
 deep femoral vein 股深静脉 920
 deep iliac circumflex artery 旋髂深动脉 863
 deep iliac circumflex vein 旋髂深静脉 916
 deep infrapatellar bursa 膝下深囊 163
 deep inguinal lymph nodes 腹股沟深淋巴结 994
 deep inguinal ring 腹股沟管深环, *腹股沟管腹环
 218
 deep lingual artery 舌深动脉 804
 deep lingual vein 舌深静脉 894
 deep middle cerebral vein 大脑中深静脉 1436
 deep palmar venous arch 掌深静脉弓 898
 deep parotid lymph nodes 腮腺深淋巴结 954
 deep perineal space 会阴深[间]隙 632
 deep peroneal nerve 腓深神经 1587
 deep petrosal nerve 岩深神经 1635
 deep plantar arch 足底深弓 875
 deep plantar artery 足底深动脉 878
 deep popliteal lymph nodes 深淋巴结 993
 deep posterior sacrococcygeal ligament 骶尾后深韧带 133
 deep temporal nerves 颞深神经 1475
 deep temporal veins 颞深静脉 888
 deep transverse metacarpal ligament 掌骨深横韧带
 154
 deep transverse metatarsal ligament 跖骨深横韧带
 171
 deep transverse muscle of perineum 会阴深横肌
 628
 deep veins of upper limb 上肢深静脉 897
 deferential artery 输精管动脉 858
 deferential plexus 输精管丛 1652

deltoid 三角肌 224
 deltoid fascia 三角肌筋膜 237
 deltoid ligament 内侧韧带, *三角韧带 166
 dendrite 树突 1040, 1045
 dendritic spine 树突棘 1045
 dens 齿突 36
 dental alveoli 牙槽 70, 77
 dental cavity 牙腔, *髓腔 270
 dental pulp 牙髓 271
 dental periosteum 牙周膜 421
 dentate gyrus 齿状回 1292
 dentate line 齿状线, *肛皮线 359
 dentate nucleus 齿状核 1220
 denticulate ligament 齿状韧带 1397
 dentine 牙[本]质 271
 depressor anguli oris 降口角肌 195
 depressor labii inferioris 降下唇肌 196
 depressor septi 隆鼻中隔肌 195
 dermatome 皮节 1706
 descending branch 降支 805
 descending colon 降结肠 354
 descending genicular artery 膝降动脉 868
 descending palatine artery 腭降动脉 810
 descending part 降部 334
 descriptive anatomy 系统解剖学 1
 Deiters' cell 外指细胞, *戴特斯细胞 1837
 dendro-axonic synapse 树-轴突触 1047
 dendro-dendritic synapse 树-树突触 1047
 dental lamina 牙板 418
 dental papilla 牙乳头 419
 dental sac 牙囊 421
 dentinal tubule 牙本质小管 272
 dermal papilla 真皮乳头 1855
 Descemet's membrane [角膜]后界层, *德塞梅膜
 1743
 diagonal band 斜角带 1273, 1288
 diagonal gyrus 斜角回 1273, 1288
 diaphragm 隔 222, 619
 diaphragmatic pleura 膈胸膜 482
 diaphysis 骨干 19
 diencephalon 间脑 1230
 digastric 二腹肌 201, 1487
 digastric fossa 二腹肌窝 77

- digestive apparatus 消化系统 267
- digitationes hippocampi 海马趾 1381
- dilator pupillae 瞳孔开大肌 1752
- diploic canals 板障管 20
- diploic veins 板障静脉 892
- diploe 板障 20
- distal phalanx 远节指骨, 远节趾骨 103, 122
- distal radioulnar joint 桡尺远侧关节 149
- diverticula ampullae 壶腹憩室 543
- diffuse neuroendocrine system 弥散神经内分泌系统 639
- digestive gland 消化腺 268
- digestive tract 消化管 267
- Disse space 窦周间隙, * 迪塞间隙 397
- distal tubule 远端小管 505
- dorsal accessory olivary nucleus 背侧副橄榄核 1116
- dorsal artery of clitoris 阴蒂背动脉 859
- dorsal artery of foot 足背动脉 877
- dorsal artery of penis 阴茎背动脉 859
- dorsal axial line 背侧轴线 1712
- dorsal calcaneocuboid ligament 跟骰背侧韧带 169
- dorsal carpal branch 腕背支 829
- dorsal carpal rete 腕背网 835
- dorsal carpometacarpal ligaments 腕掌背侧韧带 153
- dorsal cochlear nucleus 蜗背侧核 1137
- dorsal cuboideonavicular ligament 骰舟背侧韧带 170
- dorsal cuneocuboid ligament 楔骰背侧韧带 170
- dorsal cuneonavicular ligaments 楔舟背侧韧带 169
- dorsal digital arteries 指背动脉, 趾背动脉 829
- dorsal digital nerves 指背神经 1550
- dorsal digital nerves of foot 趾背神经 878
- dorsal digital veins 指背静脉, 趾背静脉 895, 916
- dorsal fascia of foot 足背筋膜 259
- dorsal fascia of hand 手背筋膜 239
- dorsal fornix 背侧穹窿 1297
- dorsal intercarpal ligaments 腕骨间背侧韧带 151
- dorsal intercuneiform ligaments 楔间背侧韧带 170
- dorsal interossei 骨间背侧肌 236, 254
- dorsal lingual veins 舌背静脉 894
- dorsal longitudinal fasciculus[of Schutz] 背侧纵束 1159
- dorsal metacarpal arteries 掌背动脉 829
- dorsal metacarpal ligaments 掌骨背侧韧带 154
- dorsal metacarpal veins 掌背静脉 895, 898
- dorsal metatarsal arteries 跖背动脉 878
- dorsal metatarsal ligaments 趾骨背侧韧带 171
- dorsal metatarsal veins 趾骨静脉 916
- dorsal nerve of clitoris 阴蒂背神经 1591
- dorsal nerve of penis 阴茎背神经 1591
- dorsal nucleus of vagus nerve 迷走神经背核 1121
- dorsal pancreatic artery 胰背动脉 844
- dorsal radiocarpal ligament 桡腕背侧韧带 150
- dorsal root 背侧根 1519
- dorsal reticular nucleus 背侧网状核 1167
- dorsal sacral foramina 骶后孔 40
- dorsal scapular nerve 肩胛背神经 1539
- dorsal sensory nucleus of vagus 迷走神经感觉背核 1123
- dorsal tarsometatarsal ligaments 跗跖背侧韧带 170
- dorsal tegmental decussation 被盖背侧交叉 1150
- dorsal tegmental nucleus 背侧被盖核 1162
- dorsal thalamus 背侧丘脑, * 丘脑 1230
- dorsal venous arch of foot 足背静脉弓 916
- dorsal venous rete of foot 足背静脉网 916
- dorsal venous rete of hand 手背静脉网 895
- dorsolateral fasciculus[of Lissauer] 背外侧束 1095
- dorsomedial nucleus 背内侧核 1151, 1251
- dorsum sellae 鞍背 58
- dorsal mesentery 背系膜 620
- dorsal mesocardium 心背系膜 1007
- dorsal mesogastrium 胃背系膜 621
- duct of bulbourethral gland 尿道球腺管 547
- duct of epididymis 附睾管 541
- ductulus aberrans inferior 下迷小管 542
- ductulus aberrans superior 上迷小管 542
- ductus deferens 输精管 542
- ductus reuniens 连合管 1832
- duodenal branches 十二指肠支 844
- duodenal impression 十二指肠压迹 373

duodenojejunal flexure 十二指肠空肠曲 334
 duodenomesocolic foid 十二指肠下襞, *十二指肠
 结肠系膜襞 609
 duodenum 十二指肠 334
 duct of Cuvier 总主静脉, *居维叶管 1016
 ductus venosus 静脉导管 1020

ductulus efferentes(拉) 输出小管 540
 ductus epididymidis(拉) 附睾管 531
 duodenal gland 十二指肠腺, *布伦纳腺 345
 dura mater 硬膜 1394
 dust cell 尘细胞 474

E

ear 耳 1804
 Edinger-Westphal's nucleus 动眼神经副核 1444,
 1629
 efferent lymphatic vessel 输出淋巴管 938
 effector 效应器 1037, 1061
 efferent neuron 传出神经元 1036
 ejaculatory duct 射精管 543
 elbow joint 肘关节 147
 electrical synapse 电突触 1047
 ellipsoid joint 椭圆关节, *髁状关节 129
 elliptical recess 椭圆囊隐窝 1827
 elastic cartilage 弹性软骨 123
 elastic cone 弹性圆锥 444
 emboliform nucleus 栓状核 1220
 eminence of auricular concha 耳甲隆起 1805
 eminence of scapha 耳舟隆起 1805
 eminence of triangular fossa 三角窝隆起 1805
 emissary veins 导静脉 894
 enamel 釉质 274
 enamel organ 牙釉器 418
 endocardium 心内膜 702
 endolymph 内淋巴 1826
 endometrium 子宫内膜, *粘膜 574
 endomysium 肌内膜 173
 endosteum 骨内膜 26
 endothoracic fascia 胸内筋膜 208
 entrance to mastoid antrum 乳突窦入口 1814
 encapsulated nerve ending 被囊神经末梢 1058
 end plate 运动终板, *终板 1075
 enterochromaffin cell 肠嗜铬细胞, *EC 细胞
 328
 enteroendocrine cell 肠内分泌细胞 342
 encephalocele 脑膨出 1446

endocardial cushion 心内膜垫 1011
 entopeduncular nucleus 脚内核 1277
 ependyma 室管膜 1386
 ependymal cell 室管膜细胞 1386
 ependymosecretion 室管膜分泌 1388
 epidural space 硬膜外隙 1394
 epigastric region 腹上区 264
 epiglottic cartilage 会厌软骨 441
 epiglottic tubercle 会厌结节 448
 epiglottic vallecula 会厌谷 288
 epimysium 肌外膜 173
 epiphysial cartilage 骺软骨 19
 epiphysial line 骺线 19, 28
 epiphysis 骺 19
 epiphysis plate 骺板 20
 epiploic appendices 肠脂垂 349
 epiploic foramen 网膜孔 608
 episcleral layer 巩膜外层 1745
 episcleral space 巩膜外隙 1745
 epithalamus 上丘脑 1243
 epithalamic vein 上丘脑静脉 1436
 epithelial chorioid lamina 上皮性脉络板 1442
 epitympanic recess 鼓室上隐窝 1813
 eponychium 甲上皮 1859
 epidermis 表皮 1850
 epididymidis 附睾 530
 ependymal layer 室管膜层 1438
 epoochoron 卵巢冠, *旁卵巢 559
 equator 赤道, *中纬线 1739
 equator of lens 晶状体赤道, *晶状体中纬线
 1765
 erector spinae 竖脊肌 212
 erectile nerve 勃起神经 1631

esophageal hiatus 食管裂孔 222
 esophageal impression 食管压迹 372
 esophageal veins 食管静脉 885
 esophagus 食管, *食道 312
 esophageal cardiac gland 食管贲门腺 318
 esophageal gland[proper] [固有]食管腺 318
 ethmoid bone 筛骨 66
 ethmoidal bulla 筛泡 67, 434
 ethmoidal cellules 筛小房, *筛窦 67, 435
 ethmoidal crest 筛嵴 69, 74
 ethmoidal infundibulum 筛漏斗 68, 433
 ethmoidal labyrinth 筛骨迷路 67
 ethmoidal notch 筛切迹 53
 ethmoidal process 筛突 76
 ethmoidal spine 筛骨棘 58
 ethmoidal sulcus 筛沟 71
 excavation of optic disc 视盘陷凹 1753
 extensor carpi radialis brevis 桡侧腕短伸肌 232
 extensor carpi radialis longus 桡侧腕长伸肌 232
 extensor carpi ulnaris 尺侧腕伸肌 233
 extensor digiti minimi 小指伸肌 233
 extensor digitorum 指伸肌 233
 extensor digitorum brevis 趾短伸肌 253
 extensor digitorum longus 趾长伸肌 249
 extensor hallucis brevis 拇短伸肌 253
 extensor hallucis longus 拇长伸肌 249
 extensor indicis 示指伸肌 233
 extensor pollicis brevis 拇短伸肌 233
 extensor pollicis longus 拇长伸肌 233
 extensor retinaculum 伸肌支持带 238
 external acoustic meatus 外耳道 66, 1811
 external acoustic pore 外耳门 65, 1805
 external aperture of aqueduct of cochlea 蜗水管外口 65
 external aperture of aqueduct of vestibule 前庭水管

外口 64
 external anal sphincter 肛门外括约肌 626
 external capsule 外囊 1281
 external carotid artery 颈外动脉 803
 external carotid nerves 颈外动脉神经 1636
 external ear 外耳 1804
 external granular layer 外[颗]粒层 1304
 external iliac artery 髂外动脉 862
 external iliac lymph nodes 髂外淋巴结 981
 external iliac vein 髂外静脉 916
 external intercostal membrane 肋间外膜 139
 external jugular vein 颈外静脉 889
 external medullary lamina 外髓板 1231
 external nasal veins 鼻外静脉 887
 external nose 外鼻 429
 external occipital crest 枕外嵴 56
 external occipital protuberance 枕外隆凸 56
 external orifice of urethra 尿道外口 527
 external palatine vein 腭外静脉 887
 external pudendal arteries 阴部外动脉 866
 external pudendal veins 阴部外静脉 917
 external spermatic fascia 精索外筋膜 552
 external surface of base of skull 颅底外面 81
 external wall of cochlear duct 蜗管外壁 1833
 exteroreceptor 外感受器 1057
 exocytosis 胞吐作用, *出胞作用 643
 external scleral sulcus 外巩膜沟 1744
 extraglomerular mesangial cell [肾小]球外系膜细胞, *极垫细胞 507
 extrapyramidal system 锥体外系 1368
 eye 眼 1739
 eyeball 眼球 1739
 eyebrows 眉毛 1860
 eyelashes 睫毛 1860
 eyelids 眼睑 1770

F

facial artery 面动脉 804
 facial colliculus 面神经丘 1112
 facial lymph nodes 面淋巴结 954
 facial nerve 面神经(VII) 1481

facial transverse vein 面横静脉 888
 falciform ligament of liver 肝镰状韧带 373
 falciform margin 镰状缘 257
 falciform process 镰状突 356

false ribs 假肋 47
 fascia lata 阔筋膜 257
 fascia of clitoris 阴蒂筋膜 585
 fasciae of orbit 眶筋膜 1769
 fasciculus cuneatus 楔束 1096
 fasciculus gracilis 薄束 1096
 fasciculus retroflexus 续核脚间束, *后屈束 1243
 fasciolar gyrus 束状回 1273
 fastigial nucleus 顶核 1220
 fastigiobulbar tract 顶核桥延束 1224
 fatty renal capsule 脂肪囊 508
 fauces 咽门 308
 Fallopian tube 输卵管 567
 fat-storing cell 贮脂细胞 397
 female external genital organs 女性外生殖器 583
 female internal genital organs 女性内生殖器 557
 female pudendum 女阴 583
 female urethra 女尿道 528
 femoral artery 股动脉 863
 femoral branch 股支 1570
 femoral canal 股管 255
 femoral fossa 股窝 612
 femoral nerve 股神经 1571
 femoral nutrient arteries 股肌滋养动脉 866
 femoral ring 股环 255
 femoral septum 股环隔 255
 femoral triangle 股三角 255
 femoral vein 股静脉 919
 femur 股骨 109
 fenestra cochleae 蜗窗 1815
 fenestra vestibuli 前庭窗 1815
 fenestrated capillary 有孔毛细血管 791
 fenestrated membrane 窗膜 783
 fibrous appendix of liver 肝纤维附件 367, 376
 fibrous joints 纤维连结 123
 fibrous membrane 肝纤维膜 373
 fibrous pericardium 纤维心包 762
 fibrous sheaths of fingers 指纤维鞘 241
 fibrous tunic of eyeball 眼球纤维膜 1740
 fibula 腓骨 114
 fibular articular facet 腓关节面 112
 fibular collateral ligament 腓侧副韧带 162
 fibular lymph node 腓淋巴结 993
 fibular notch 腓切迹 113
 fibular nutrient artery 腓骨滋养动脉 875
 fifth ventricle 第五脑室 1076
 filiform papillae 丝状乳头 286
 filum terminale 终丝 1078
 filum terminale internum 内终丝 1078
 filum terminale externum 外终丝 1078
 fimbria of hippocampus 海马伞 1293, 1381
 fimbriae of uterine tube 输卵管伞 568
 fimbriated fold 伞襞 288
 first rib 第一肋 48
 first somatosensory area 第 I 躯体感觉区 1317
 first visual area 第 I 视区 1322
 fissure for ligamentum teres hepatis 肝圆韧带裂 365
 fissure for ligamentum venosum 静脉韧带裂 365
 fissure of glottis 声门裂 449
 fibrocartilage 纤维软骨 123
 flaccid part 松弛部 1816
 flat bone 扁骨 19
 flexor carpi radialis 桡侧腕屈肌 231
 flexor carpi ulnaris 尺侧腕屈肌 231
 flexor digitorum brevis 趾短屈肌 254
 flexor digitorum longus 趾长屈肌 251
 flexor digitorum profundus 指深屈肌 232
 flexor hallucis brevis 拇短屈肌 253
 flexor hallucis longus 拇长屈肌 251
 flexor pollicis brevis 拇短屈肌 235
 flexor pollicis longus 拇长屈肌 232
 flexor retinaculum 屈肌支持带 259
 floating ribs 浮肋 47
 flocculus 绒球 1213
 floor of orbit 下壁, *眶底 85
 fold of laryngeal nerve 喉神经襞 308
 folds of iris 虹膜襞 1751
 foliate papillae 叶状乳头 288
 folium of vermis 蚓叶 1212
 foramen cecum 盲孔 52
 foramen cecum of tongue 舌盲孔 285
 foramen lacerum 破裂孔 81
 foramen ovale 卵圆孔 59, 1010
 foramen rotundum 圆孔 59
 foramen spinosum 棘孔 59

foraminous spiral tract 螺旋孔列 1829
 fornix 穹窿 1258, 1296
 fornicalgyrus 穹窿回 1272
 fornix of lacrimal sac 泪囊穹 1776
 fornix of pharynx 咽穹 306
 fornix of stomach 胃穹窿 320
 fornix of vagina 阴道穹 579
 fossa for gallbladder 胆囊窝 366
 fossa for lacrimal sac 泪囊窝 53, 70, 85
 fossa of antihelix 对耳轮窝 1805
 fossa ovalis 卵圆窝 257, 1011
 fossula of fenestra cochleae 蜗窗小窝 1815
 fossula of fenestra vestibuli 前庭窗小窝 1815
 fourth ventricle 第四脑室 1383
 fovea centralis 中央凹 1753
 fovea of femoral head 股骨头凹 109
 follicular cell [垂体]滤泡细胞 * [卵泡]颗粒细胞
 561
 follicular epithelial cell [甲状腺]滤泡上皮细胞
 665
 follicular stigma 卵泡斑 563
 foramen primum 第一房间孔 1010
 foramen secundum 第二房间孔 1010
 foregut 前肠 416
 free band 独立带 349
 free margin 独立缘 339
 free never ending 游离神经末梢 1057
 frenulum of clitoris 阴蒂系带 584
 frenulum of ileocecal valve 回盲瓣系带 350
 frenulum of lower lip 下唇系带 269
 frenulum of prepuce 包皮系带 555
 frenulum of pudenda labia 阴唇系带 584
 frenulum of tongue 舌系带 288
 frenulum of upper lip 上唇系带 269

gelea aponeurotica 帽状腱膜, * 颅顶腱膜 194
 gall bladder 胆囊 402
 ganglia of sympathetic trunk 交感干神经节
 1617, 1631
 ganglion impar 奇神经节 1631, 1647

frontal angle 额角 55
 frontal belly 额腹, * 额肌 194
 frontal bone 额骨 51
 frontal border 额缘 55
 frontal branch 额支 807, 1473
 frontal crest 额嵴 52
 frontal diploic vein 额板障静脉 892
 frontal fontanelle 前囟, * 额囟 89
 frontal foramen 额孔 52
 frontal forceps 额钳, * 小钳 1283
 frontal incisure 额切迹 52
 frontal lobe 额叶 1270
 frontal nerve 额神经 1473
 frontal operculum 岛盖部 1272
 frontal pole 额极 1073, 1267
 frontal process 额突 69, 73
 frontal sinus 额窦 53, 434
 frontal squama 额鳞 51
 frontal suture 额缝 54
 frontal tuber 额结节 51
 frontoethmoidal suture 额筛缝 66
 frontomarginal sulcus 额缘沟 1270
 frontooccipital fasciculus 额枕束 1282
 frontoparietal operculum 额顶岛盖 1272
 fronto-nasal process 额鼻突 416
 frontopontine tract 额桥束 1132
 fundiform ligament of penis 阴茎祥状韧带 221
 fundus of bladder 膀胱底 517
 fundus of gall bladder 胆囊底 403
 fundus of internal acoustic meatus 内耳道底 1838
 fundus of stomach 胃底 320
 fundus of uterus 子宫底 570
 fungiform papillae 菌状乳头 287

G

ganglion petrosum 岩神经节 1498
 ganglionic branches 神经节支, * 翼得神经 1474
 ganglionic layer 内锥体[细胞]层, * 节细胞层
 1304, 1757
 gastatory nucleus 味觉核 1598, 1123

gastric areas 胃区 323
 gastric canal 胃管 322
 gastric folds 胃襞 322
 gastric impression 胃压迹 373
 gastric pits 胃中凹 323
 gastric surface 胃面 509
 gastrocnemius 腓肠肌 250
 gastrocolic ligament 胃结肠韧带 606
 gastroduodenal artery 胃十二指肠动脉 843
 gastrosplenic ligament 胃脾韧带 605
 gastropancreatic fold 胃胰皱 608
 gastrophrenic ligament 胃膈韧带 605
 gap junction 缝隙连接, * 间隙连接 23
 gastric gland 胃腺 323
 gemellus inferior 下肌 242
 gemellus superior 上肌 242
 genicular articular rete 膝关节网 878
 geniculate ganglion 膝神经节 1484
 geniculocalcarine tract 膝距束 1322
 geniculotemporal fibers 膝颞纤维 1325
 genioglossus 颞舌肌 289
 geniohyoid 颞舌骨肌 202
 genial tubercle 颞棘 77
 genitofemoral nerve 生殖股神经 1570
 genu of corpus callosum 胼胝体膝 1075, 1283
 genu of facial nerve 面神经膝 1139, 1482
 genu of internal capsule 内囊膝 1280
 genital corpuscle 生殖小体 1686
 germinal center 生发中心 932
 genital tubercle 生殖结节 594
 genital ridge 生殖[腺]嵴, * 性腺嵴 591
 gigantocellular reticular nucleus 巨细胞网状核 1167
 gill arch 腮弓 423
 gingiva 牙龈, * 保护性牙周膜 280
 gingival groove 龈沟 280
 gingival margin 龈缘 280
 gingival papilla 龈乳头, * 牙间乳头 280
 glans of clitoris 阴蒂头 585
 glans penis 阴茎头 553
 glenohumeral ligaments 盂肱韧带 145
 glenoid cavity 关节盂 92
 glenoid labrum 孟唇 145
 globose nucleus 球状核 1220
 globus pallidus 苍白球 1274
 glomerulus 小球 1620
 glossopharyngeal nerve (IX) 舌咽神经 (IX) 1497
 glossopharyngeal part 舌咽部 309
 glottis 声门 449
 gluteal tuberosity 臀肌粗隆 110
 gluteus maximus 臀大肌 242
 gluteus medius 臀中肌 243
 gluteus minimus 臀小肌 244
 glomus coccygeum 尾骨球 683, 1647
 gonadotroph 促性腺激素细胞 649
 gracile nucleus 薄束核 1115
 gracile tubercle 薄束结节 1111
 gracilis 股薄肌 246
 granular foveolae 颗粒小凹 52, 81
 gray communicating branch 灰交通支 1633
 gray matter 灰质 1038, 1080
 great auricular nerve 耳大神经 1532
 great cardiac vein 心大静脉, * 左冠状静脉 756
 great cerebral vein 大脑大静脉 1434
 great foramen 枕骨大孔 56
 great pancreatic artery 胰大动脉 845
 great saphenous vein 大隐静脉 917
 greater arterial circle of iris 虹膜动脉大环 1752
 greater curvature of stomach 胃大弯 320
 greater lip of pudendum 大阴唇 584
 greater occipital nerve 枕大神经 1526
 greater omentum 大网膜 606
 greater palatine artery 腭大动脉 810
 greater palatine foramen 腭大孔 74
 greater palatine nerve 腭大神经 1491
 greater pelvis 大骨盆 107
 greater petrosal nerve 岩大神经 1486
 greater sciatic foramen 坐骨大孔 156
 greater sciatic notch 坐骨大切迹 105
 greater splanchnic nerve 内脏大神经 1642
 greater trochanter 大转子 109
 greater vestibular gland 前庭大腺 585
 greater wing 大翼 59
 grey matter 灰质 1038
 groove for popliteus 肌沟 111
 groove for vertebral artery 椎动脉沟 36

gustatory area 味觉区 1320
gustatory bud 味蕾 1847
gustatory organ 味器 1847

gustatory pore 味孔 1847
gyrus ambiens 环周回 1290

H

habenular commissure 纒连合 1243
habenular trigone 纒三角 1243
habenulointerpeduncular tract 纒核脚间束, *后屈束 1243
hair follicle 毛囊 1862
hairs 体毛 1860
hairs of external acoustic-meatus 耳毛 1860
hairs of vestibule of nose 鼻毛 1860
hamate bone 钩骨 101
hamulus of hamate bone 钩骨钩 101
hamulus of spiral lamina 螺旋板钩 1830
hard palate 硬腭 293
haustra of colon 结肠袋 349
hair bulb 毛球 1861
hair cuticle 毛小皮 1861
hair papilla 毛乳头 1862
hair root 毛根 1861
hair shaft 毛干 1861
haversian canal 中央管, *哈弗斯管 25
Haversian system 骨单位, *哈弗斯系统 25
H band H 带 175
head of caudate nucleus 尾状核头 1273
head of epididymis 附睾头 530
head of femur 股骨头 109
head of humerus 肱骨头 94
head of malleus 锤骨头 1819
head of mandible 下颌头 79
head of metacarpal bone 掌骨头 102
head of metatarsal bone 跖骨头 120
head of pancreas 胰头 185, 409
head of phalanx 指骨头, 趾骨头 103, 121
head of posterior horn 后角头 1080
head of radius 桡骨头 96
head of stapes 镫骨头 1819
head of talus 距骨头 115
head of ulna 尺骨头 99

heart 心 695
heartfailure cell 心力衰竭细胞 474
hederiform never ending 藤形神经末梢 1057
helicis major 耳轮大肌 1807
helicis minor 耳轮小肌 1807
helicotrema 蜗孔 1830
hemiazygos vein 半奇静脉 900
hepatic lymph nodes 肝淋巴结 976
hepatic portal canal 肝门管 397
hepatic veins 肝静脉 382, 903
hepatic portal vein 肝门静脉 377, 906
hepatocolic ligament 肝结肠韧带 374, 605
hepatoduodenal ligament 肝十二指肠韧带 374, 606
hepatogastric ligament 肝胃韧带 374, 606
hepatopancreatic ampulla 肝胰壶腹 404
hepatopancreatic fold 肝胰襞 608
hepatorenal ligament 肝肾韧带 373, 605
hemolymph node 血淋巴结 942
hensen's cell 汉森细胞 1837
hepatic sinusoid 肝[血]窦 396
hepatocyte 肝细胞 393
hernia cerebri 脑疝 1399
herring duct 肝闰管, *黑林管 399
herring body 赫林体 654
heterophagosome 异[吞]噬体 1760
hilus cell 门细胞 560
hepatic diverticulum 肝憩室 427
hiatus of canal for greater petrosal nerve 岩大神经管裂孔 64
hiatus of canal for lesser petrosal nerve 岩小神经管裂孔 64
hiatus semilunaris 半月裂孔 67
highest nuchal line 最上项线 56
hilum of dentate nucleus 齿状核门 1220
hilum of inferior olive 下橄榄核门 1116

hilum of lung 肺门 458
 hilum of ovary 卵巢门 557
 hinge joint 屈戌关节 129
 hip bone 髌骨 104
 hip joint 髌关节 157
 hippocampal commissure 海马连合 1297
 hippocampal formation 海马结构 1292
 hippocampal gyrus 海马回 1272
 hippocampal sulcus 海马沟 1272
 hippocampal 海马 1381
 hindgut 后肠 416
 hippocampal rudiment 海马原基 1289
 hippocampothalamic tract 海巴丘脑束 1297
 histocompatibility-Y antigen 组织相容性 Y 抗原,
 * H-Y 抗原 596
 hook of hamate bone 钩骨钩 101
 horizontal fissure of right lung 右肺水平裂 461
 horizontal cell 水平细胞 1756
 human anatomy 人体解剖学 1
 humeral nutrient arteries 肱骨滋养动脉 824
 humeroradial joint 肱桡关节 147
 humeroulnar joint 肱尺关节 147
 humerus 肱骨 94

hyaloid canal 玻璃体管 1768
 hyaloid fossa 玻璃体窝 1765
 hymen 处女膜 579
 hyoepiglottic ligament 舌骨会厌韧带 442
 hyoglossus 舌骨舌肌 289
 hypochondriac region 舌骨舌肌 289
 hypochondriac region 季肋区 264
 hypogastric region 耻区, * 腹下区 264
 hypoglossal canal 舌下神经管 57
 hypoglossal nerve(XII) 舌下神经(XII) 1514
 hypoglossal nucleus 舌下神经核 1120
 hyponychium 甲下皮 1859
 hypophysial fossa 垂体窝 58
 hypophysis 垂体 644, 1074
 hypothalamic sulcus 下丘脑沟 1249
 hypothalamus 下丘脑 1075, 1249
 hypothenar 小鱼际 235
 hyaline cartilage 透明软骨 123
 hydroxyapatite crystal 羟磷灰石结晶 24
 hypoglossal triangle 舌下神经三角 1113
 hypophyseal portal system 垂体门脉系统 657
 hydrocephalus 脑积水, * 水脑 1446

I

ileal valve 回盲瓣, * 回肠瓣 350
 ileocecal fold 回盲襞 610
 ileocecal orifice 回盲口 350
 ileocolic artery 回结肠动脉 847
 ileocolic lymph nodes 回结肠淋巴结 978
 ileocolic vein 回结肠静脉 909
 ileum 回肠 339
 iliac crest 髌嵴 104
 iliac fascia 髌筋膜 256
 iliac fossa 髌窝 105
 iliac region 腹股沟区, * 髌区 265
 iliac tuberosity 髌粗隆 105
 iliacus 髌肌 242
 iliococcygeus 髌尾肌 360, 625
 iliocostalis 髌肋肌 212
 iliocostalis cervicis 颈髌肋肌 212

iliocostalis lumborum 腰髌肋肌 212
 iliocostalis thoracis 胸髌肋肌 212
 iliofemoral ligament 髌股韧带 158
 iliohypogastric nerve 髌腹下神经 1568
 ilioinguinal nerve 髌腹股沟神经 1569
 iliolumbar artery 髌腰动脉 860
 iliolumbar ligament 髌腰韧带 156
 iliolumbar vein 髌腰静脉 916
 iliopectineal arch 髌耻弓 255
 iliopectineal bursa 髌耻囊 242
 iliopsoas 髌腰肌 242
 iliopubic eminence 髌耻隆起 106
 iliotibial tract 髌胫束 257
 ilium 髌骨 104
 impressions for cerebral gyri 脑回压迹, * 指状压迹

- incisive canal 切牙管 70, 294
 incisive foramina 切牙孔 70
 incisive papilla 切牙乳头 293
 incisive suture 切牙缝 71
 incisors 切牙 276
 incudal fossa 砧骨窝 1814
 incudomalleolar joint 砧锤关节 1820
 incudostapedial joint 砧镫关节 1820
 incus 砧骨 1819
 indusium griseum 灰被 1272
 inferior alveolar artery 下牙槽动脉 808
 inferior alveolar nerve 下牙槽神经 1477
 inferior anastomotic vein 下吻合静脉 1434
 inferior anterior segmen 下前段 498
 inferior anterior segmental artery 下前段动脉 498
 inferior aperture of thorax 胸廓下口, *胸廓出口
 50
 inferior bulb of internal jugular vein 颈静脉下球
 893
 inferior cerebellar peduncle 小脑下脚, *绳状体
 1120
 inferior cerebellar veins 小脑下静脉 1436
 inferior cerebral veins 大脑下静脉 1434
 inferior cervical cardiac branches 颈下心支 1506
 inferior cervical cardiac nerve 颈下心神经 1640
 inferior cervical ganglion 颈下神经节 1638
 inferior clunial nerves 臀下皮神经 1580
 inferior colliculus 下丘 1145
 inferior conjunctival fornix 结膜下穹 1773
 inferior constrictor of pharynx 咽下缩肌 310
 inferior cornu 下角 257
 inferior deep lateral cervical lymph nodes 颈外侧下
 深淋巴结 956
 inferior dental branches 下牙支 1477
 inferior dental plexus 下牙丛 1477
 inferior duodenal flexure 十二指肠下曲 334
 inferior duodenal fold 十二指肠下襞, *十二指肠
 结肠系膜襞 609
 inferior duodenal recess 十二指肠下隐窝 609
 inferior epigastric artery 腹壁下动脉 862
 inferior epigastric lymph nodes 腹壁下淋巴结 974
 inferior epigastric vein 腹壁下静脉 916
 inferior extensor retinaculum 伸肌下支持带 258
 inferior fascia of pelvic diaphragm 盆隔下筋膜
 631
 inferior fascia of urogenital diaphragm 尿生殖隔下
 筋, *会阴膜 632
 inferior fovea 下凹 1113
 inferior frontal gyrus 额下回 1270
 inferior frontal sulcus 额下沟 1270
 inferior ganglion 下神经节 1498, 1503
 inferior gingival branches 下牙龈支 1477
 inferior gluteal artery 臀下动脉 862
 inferior gluteal line 臀下线 105
 inferior gluteal lymph nodes 臀下淋巴结 982
 inferior gluteal nerve 臀下神经 1581
 inferior gluteal veins 臀下静脉 912
 inferior horn 下角 1381
 inferior ileocecal recess 回盲下隐窝 610
 inferior labial artery 下唇动脉 805
 inferior labial veins 下唇静脉 887
 inferior laryngeal artery 喉下动脉 815
 inferior laryngeal nerve 喉下神经 1506
 inferior laryngeal vein 喉下静脉 893
 inferior lingular bronchus(BV) 下舌段支气管(BV)
 464
 inferior lingular segment(SV) 下舌段(SV) 467
 inferior lobar branches 下叶支 796
 inferior lobe of left lung 左肺下叶 460
 inferior lobe of right lung 右肺下叶 461
 inferior longitudinal fasciculus 下纵束 1282
 inferior longitudinal muscle 下纵肌 291
 inferior macula 下筛斑 1827
 inferior mediastinum 下纵隔 487
 inferior medullary velum 下髓帆, *后髓帆 1383
 inferior mesenteric artery 肠系膜下动脉 848
 inferior mesenteric ganglion 肠系膜下神经节
 1651
 inferior mesenteric lymph nodes 肠系膜下淋巴结
 978
 inferior mesenteric plexus 肠系膜下丛 1651
 inferior mesenteric vein 肠系膜下静脉 909
 inferior nasal concha 下鼻甲 76
 inferior nasal meatus 下鼻道 87, 433
 inferior nuchal line 下项线 56
 inferior obliquus 下斜肌 1780

inferior olivary nucleus 下橄榄核 1116
 inferior omental recess 网膜囊下隐窝 609
 inferior ophthalmic vein 眼下静脉 1785
 inferior orbital fissure 眶下裂 85
 inferior palpebral veins 下睑静脉 887
 inferior pancreatic artery 胰下动脉 845
 inferior pancreaticoduodenal lymph nodes 胰十二指
 肠下淋巴结 976
 inferior parathyroid gland 下甲状旁腺 671
 inferior parietal area 顶下区 1320
 inferior parietal lobule 顶下小叶 1271
 inferior part 水平部, *十二指肠下部 334
 inferior pelvic aperture 骨盆下口, *骨盆出口
 107
 inferior peroneal retinaculum 腓骨肌下支持带
 259
 inferior phrenic veins 膈下静脉 905
 inferior ramus of pubis 耻骨下支 106
 inferior rectal artery 直肠下动脉 858
 inferior rectal veins 直肠下静脉 913
 inferior rectus 下直肌 1777
 inferior sagittal sinus 下矢状窦 1400
 inferior salivatory nucleus 下分泌核 1125
 inferior segment 下段 498
 inferior segmental artery 下段动脉 498
 inferior semilunar lobule 下半月叶 1213
 inferior spermatic nerve 精索下神经 1684
 inferior subtendinous bursa of biceps femoris 股二
 头肌下腱下囊 247
 inferior superficial inguinal lymph nodes 腹股沟下
 浅淋巴结 993
 inferior suprarenal artery 肾上腺下动脉 851
 inferior surface 下面 1267
 inferior surface of petrous part 岩部下面 64
 inferior surface of tongue 舌下面 285
 inferior tarsalis 下睑板肌 1772
 inferior tarsus 下睑板 1772
 inferior temporal gyrus 颞下回 1271
 inferior temporal line 下颞线 54
 inferior temporal sulcus 颞下沟 1271
 inferior thalamic peduncle 丘脑下脚 1233
 inferior thyroid artery 甲状腺下动脉 815
 inferior thyroid vein 甲状腺下静脉 885
 inferior tracheobronchial lymph nodes 气管支气管
 下淋巴结 971
 inferior transverse scapular ligament 肩胛下横韧带
 144
 inferior tympanic artery 鼓室下动脉 806
 inferior ulnar collateral artery 尺侧下副动脉 827
 inferior vermis artery 下蚓动脉 1430
 inferior vena cava 下腔静脉 902
 inferior vertebral notch 椎下切迹 35
 inferior vesical artery 膀胱下动脉 858
 inferior vestibular area 前庭下区 1839
 inferior vestibular nucleus 前庭下核 1133
 infraauricular lymph nodes 耳下淋巴结 953
 infracallosal gyrus 胼胝体下回 1273
 infraclavicular fossa 锁骨下窝 236
 infraglenoid tubercle 孟下结节 92
 infraglottic cavity 声门下腔 449
 infrahyoid lymph nodes 舌骨下淋巴结 955
 infrahyoid muscles 舌骨下肌 200
 infraorbital artery 眶下动脉 810
 infraorbital canal 眶下管 68
 infraorbital foramen 眶下孔 68
 infraorbital groove 眶下沟 69
 infraorbital margin 眶下缘 84
 infraorbital nerve 眶下神经 1474
 infraspinalis 冈下肌 224
 infraspinous fossa 冈下窝 91
 infrasternal angle 胸骨下角 50
 infratemporal crest 颞下嵴 60
 infratemporal fossa 颞下窝 88
 infratemporal surface 颞下面 60, 69
 infratrochlear nerve 滑车下神经 1473
 infundibular nucleus 漏斗核 1251
 infundibular recess 漏斗隐窝 1382
 infundibular tendon 漏斗腱 703
 infundibulum 动脉圆锥, *漏斗 19, 698, 1249
 infundibulum of uterine tube 输卵管漏斗 568
 inguinal canal 腹股沟管 218
 inguinal falx 腹股沟镰, *联合腱 217
 inguinal ligament 腹股沟韧带, *腹股沟弓 216
 inguinal lymph nodes 腹股沟淋巴结 993
 inguinal region 腹股沟区, *髂区 265
 inlet of thorax 胸廓上口, *胸廓入口 50

insular lobe 岛叶, * 脑岛 1272
 interalveolar septe 牙槽间隔 70, 77
 interarytenoid fold 杓间襞 448
 interarytenoid notch 杓间切迹 448
 interatrial septum 房间隔 697
 intercalatus nucleus 中介核 1126
 intercapital veins 掌骨头间静脉, 跖骨头间静脉 895, 919
 intercarpal joints 腕骨间关节 151
 intercavernous sinuses 海绵间窦 143, 644
 intercondylar eminence 髌间隆起 112
 intercondylar fossa 髌间窝 111
 intercondylar line 髌间线 111
 intercostal lymph nodes 肋间淋巴结 969
 intercostal nerves 肋间神经 1562
 intercostales externi 肋间外肌 207
 intercostales interni 肋间内肌 208
 intercostales intimi 肋间最内肌 208
 intercrural fibers 脚间纤维 216
 intercuneiform joints 楔间关节 170
 interfascicular fasciculus 束间束 1096
 interfoveolar ligament 凹间韧带 221
 interganglionic branches 节间支 1631
 interlobar arteries 叶间动脉 513
 interlobar veins 叶间静脉 399
 interlobular arteries 小叶间动脉 513
 interlobular veins 小叶间静脉 399
 intermaxillary suture 上颌间缝 68
 intermedial cavity of larynx 喉中间腔 448
 intermedial olfactory stria 中间嗅纹 1288
 intermediate common iliac lymph nodes 髂总中间淋巴结 981
 intermediate cuneiform bone 中间楔骨 119
 intermediate dorsal cutaneous nerve of foot 足背中间皮神经 1587
 intermediate external iliac lymph nodes 髂名中间淋巴结 981
 intermediate ganglia 中间神经节 1631
 intermediate hepatic veins 肝中间静脉 382, 903
 intermediate lumbar lymph nodes 中间腰淋巴结 980
 intermediate mamillary nucleus 乳头体中间核 1256
 intermediate nerve 中间神经 1482
 intermediate part of bulbs 前庭球中间部, * 球连合 585
 intermediate sacral crest 骶中间嵴 40
 intermediate supraclavicular nerves 锁骨上中间神经 1534
 intermediate nucleus 中间核 1123
 intermediate temporal branches 颞叶中间支, * 颞叶内侧支 1432
 intermediate zone 中间带 1089
 intermediofacial nerve(VI) 面神经(VI), * 中间面神经 1478
 intermediolateral nucleus 中间外侧核 1089, 1596
 intermediomedial nucleus 中间内侧核 1089, 1596
 intermesenteric artery 升动脉, * 肠系膜间动脉 850
 intermetacarpal joints 掌骨间关节 153
 intermetatarsal joints 跖骨间关节 171
 internal acoustic meatus 内耳道 64, 1838
 internal acoustic pore 内耳门 64, 1838
 internal aperture of cochlear aqueduct 蜗水管内口, * 外淋巴管内口 1828
 internal aperture of vestibular aqueduct 前庭水管内口 1827
 internal arcuate fibers 内弓状纤维 1099, 1116
 internal capsule 内囊 1280
 internal carotid artery 颈内动脉 811, 1422
 internal carotid nerve 颈内动脉神经 1634
 internal carotid plexus 颈内动脉丛 1634
 internal cerebral veins 大脑内静脉 1436
 internal ear 内耳 1826
 internal granular layer 内[颞]粒层 1304
 internal iliac artery 髂内动脉 856
 internal iliac lymph nodes 髂内淋巴结 981
 internal iliac vein 髂内静脉 912
 internal intercostal membrane 肋间内膜 139
 internal jugular nerve 颈内静脉神经 1636
 internal jugular vein 颈内静脉 893
 internal medullary lamina 内髓板 1231
 internal occipital crest 枕内嵴 56
 internal occipital protuberance 枕内隆凸 56
 internal pudendal artery 阴部内动脉 858
 internal pudendal vein 阴部内静脉 913

- internal pyramidal layer 内锥体[细胞]层, * 节细胞层 1304
- internal spermatic fascia 精索内筋膜 552
- internal thoracic artery 胸廓内动脉 816
- internal thoracic veins 胸廓内静脉 885
- internal tunic of eyeball 眼球内膜 1752
- internal urethral orifice 尿道内口 518
- internasal suture 鼻骨间缝 72
- interneuron 中间神经元 1036
- internodal segment 结间段 1050
- interoreceptor 内感受器 1057
- internuclear neurons 核间神经元 1161
- interosseous cuneocuboid ligament 楔骰骨间韧带 170
- interosseous cuneometatarsal ligaments 楔跖骨间韧带 170
- interosseous intercarpal ligaments 腕骨间骨间韧带 151
- interosseous intercuneiform ligaments 楔间骨间韧带 170
- interosseous membrane of forearm 前臂骨间膜 149
- interosseous metacarpal ligaments 掌骨骨间韧带 154
- interosseous metatarsal ligaments 跖骨骨间韧带 171
- interosseous sacroiliac ligaments 骶髂骨间韧带 155
- interosseous talocalcaneal ligament 距跟骨间韧带 168
- interparietal bone 顶间骨 57
- interpeduncular fossa 脚间窝 1075, 1145
- interpeduncular nucleus 脚间核 1158
- interphalangeal joints of foot 趾骨间关节 171
- interphalangeal joints of hand 指骨间关节 154
- interpubic disc 耻骨间盘 157
- intersigmoid recess 乙状结肠间隐窝 610
- interspinal ligaments 棘间韧带 132
- interspinales 棘间肌 214
- interstitial nucleus 间位核 1154, 1494
- intertarsal joints 跗骨间关节 167
- intertendinous connections 腱间结合 233
- interthalamic adhesion 丘脑间粘, * 中间块 1076, 1231
- intertragic notch 耳屏间切迹 1805
- intertransversarii 突间肌 214
- intertransverse ligaments 横突间韧带 132
- intertrochanteric crest 转子间嵴 110
- intertrochanteric line 转子间线 110
- intertubercular sulcus 结节间沟 95
- intertubercular tendinous sheath 结节间腱鞘 228
- interureteric fold 输尿管间襞 519
- intervenous tubercle 静脉间结节 698
- interventricular foramen 室间孔 1011, 1075, 1382
- interventricular septum 室间隔 702
- intervertebral discs 椎间盘 130
- intervertebral foramin 椎间孔 35
- intervertebral vein 椎间静脉 902
- intestinal villi 小肠绒毛 340
- intraarticular sternocostal ligament 胸肋关节内韧带 139
- intrajugular process 颈静脉孔内突 57
- intralaminar nuclear group 板内核群 1232
- intramural ganglion 壁内神经节 1617
- intraparietal sulcus 顶内沟 1271
- intraperiod line 周期内线 1051
- inner limiting membrane [视网膜]内界膜 1757
- inner nuclear layer [视网膜]内核层 1756
- inner plexiform layer [视网膜]内网层 1757
- interglobular dentin 小球间牙本质 272
- internal scleral sulcus 内巩膜沟 1744
- interstitial lamella 间骨板 26
- intraglomerular mesangial cell [肾小]球内系膜细胞 501
- intracartilaginous ossification 软骨内成骨 26
- intramembranous ossification 膜内成骨, * 膜内骨化 26
- intersegmental artery 节间动脉 1014
- interventricular septum 室间隔 762
- intraembryonic coelom 胚内体腔 617
- iridocorneal angle 虹膜角膜角, * 前房角 1751
- iris 虹膜 1751
- irregular bone 不规则骨 19
- ischadic nerve 坐骨神经 1581
- ischial spine 坐骨棘 106
- ischial tuberosity 坐骨结节 106

ischioanal fossa 坐骨肛门窝, *坐骨直肠窝 632
ischiocavernosus 坐骨海绵体肌 628
ischiofemoral ligament 坐股韧带 158
ischium 坐骨 105
isthmus of auditory tube 咽鼓管峡 1823
isthmus of cingulate gyrus 扣带回峡 1272

isthmus of fauces 咽峡 269
isthmus of fornical gyrus 穹窿回峡 1272
isthmus of prostate 前列腺峡 545
isthmus of thyroid gland 甲状腺峡 663
isthmus of uterine tube 输卵管峡 568
isthmus of uterus 子宫峡 570

J

jejunum 空肠 339
joint of pisiform bone 豌豆骨关节 151
joints of foot 足关节 166
joints of free lower limb 自由下肢连结 155
joints of free upper limb 自由上肢连结 142
joints of hand 手关节 150
joints of pelvic girdle 下肢带连结 155
joints of shoulder girdle 上肢带连结 142
juga alveolaria 牙槽轭 68
jugular foramen 颈静脉孔 81
jugular fossa 颈静脉窝 65
jugular lymph sac 颈淋巴囊 1025
jugular notch 颈静脉切迹, *胸骨上切迹 45

jugular process 颈静脉突 57
jugular tubercle 颈静脉结节 57
jugular venous arch 颈静脉弓 891
jugular wall 颈静脉壁 1814
jugulodigastric lymph node 颈内静脉二腹肌淋巴结 956
juguloomohyoid lymph node 颈内静脉肩胛舌骨肌淋巴结 956
juxtaintestinal lymph nodes 肠管旁淋巴结 978
juxtglomerular cell [肾小]球旁细胞 506
juxtglomerular complex [肾小]球复合体, * [肾小]球旁器 506
juxterestiform body 傍绳状体 1120

K

kidney 肾 495
knee joint 膝关节 160

krause end bulb 克劳泽终球 1655, 1857
kupffer cell 肝巨噬细胞, *库普弗细胞 397

L

labial commissure 唇联合 269
labial glands 唇腺 269
labial lamina 唇板 417
labial groove 唇沟 417
labyrinthine artery 迷路动脉, *内耳道支 1431
labyrinthine wall 迷路壁 1815
lacrimal apparatus 泪器 1774
lacrimal bone 泪骨 72
lacrimal caruncle 泪阜 1770
lacrimal ductule 泪小管 1775
lacrimal gland 泪腺 1774
lacrimal hamulus 泪钩 72
lacrimal lacus 泪湖 1770
lacrimal nerve 泪腺神经 1473

lacrimal notch 泪切迹 69
lacrimal nucleus 泪腺核 1139, 1629
lacrimal papilla 泪乳头 1771
lacrimal process 泪突 76
lacrimal punctum 泪点 1771
lacrimal sac 泪囊 1776
lacrimal sulcus 泪沟 69, 72
lacrimoconchal suture 泪鼻甲缝 76
lacrimomaxillary suture 泪上颌缝 72
lactiferous sinuses 输乳管窦 587
lacuna musculorum 肌腔隙 255
lacunar ligament 腔隙韧带, *陷窝韧带 255
lagena 顶盲端 1833
lambdoid border 人字缘 56

- lambdoid suture 人字缝 55, 56
 lamina fusca sclerae 巩膜棕黑层 1746
 lamina of vertebral arch 椎弓板 35
 lamina terminalis 终板 1075
 large intestine 大肠 349
 laryngeal cavity 喉腔 447
 laryngeal fibroelastic membrane 喉纤维弹性膜 443
 laryngeal part of pharynx 喉咽 306
 laryngeal prominence 喉结 439
 laryngeal sacculae 喉小囊 448
 laryngopharynx 喉咽 306
 laryngopharyngeal branches 喉咽支 1636
 larynx 喉 439
 lateral ampullary nerve 外壶腹神经 1493
 lateral angle of eye 外眦 1770
 lateral antebrachial cutaneous nerve 前臂外侧皮神经 1543
 lateral anterior malleolar artery 外踝前动脉 876
 lateral aortic lymph nodes 主动脉外侧淋巴结 979
 lateral aperture of fourth ventricle 第四脑室外侧孔 1383
 lateral arcuate ligament 外侧弓状韧带 222
 lateral atlantoaxial joint 寰枢外侧关节 135
 lateral atlantooccipital ligament 寰枕外侧韧带 135
 lateral basal segment(STX) 外侧底段 468
 lateral basal segmental bronchus(BIX) 外侧底段支气管(BIX) 464, 465
 lateral bicipital sulcus 肱二头肌外侧沟 237
 lateral brachial intermuscular septum 臂外侧肌间隔 226, 238
 lateral cartilaginous lamina 外侧软骨板 1824
 lateral caval lymph nodes 腔静脉外侧淋巴结 980
 lateral cerebral fossa 大脑外侧窝 1073, 1267
 lateral cervical lymph nodes 颈外侧淋巴结 956
 lateral column 侧柱 1080, 1089
 lateral common iliac lymph nodes 髂总外侧淋巴结 981
 lateral condyle 外侧髁 111, 112
 lateral corticospinal tract 皮质脊髓侧束 1102
 lateral cricoarytenoid 环杓侧肌 445
 lateral cuneiform bone 外侧楔骨 119
 lateral dorsal cutaneous nerve of foot 足背外侧皮神经 1583
 lateral dorsal nucleus 外侧背核, *背侧前核 1231
 lateral epicondyle 外上髁 95, 111
 lateral external iliac lymph nodes 髂外外侧淋巴结 981
 lateral fasciculus proprius 外侧固有束 1105
 lateral femoral circumflex artery 旋股外侧动脉 866
 lateral femoral cutaneous nerve 股外侧皮神经 1570
 lateral femoral intermuscular septum 股外侧肌间隔 257
 lateral geniculate body 外侧膝状体 1245
 lateral globus pallidus 外侧苍白球 1274
 lateral glossoepiglottic fold 舌会厌外侧襞 288
 lateral group 外侧组 1080
 lateral habenular nucleus 缰外侧核 1243
 lateral horn 侧角 1080, 1089
 lateral hypothalamic region 下丘脑外侧区 1256
 lateral inferior genicular artery 膝下外侧动脉 872
 lateral inguinal fossa 腹股沟外侧窝 611
 lateral jugular lymph nodes 颈内静脉外侧淋巴结 956
 lateral lemniscus 外侧丘系 1138
 lateral ligament of malleus 锤骨外侧韧带 1821
 lateral malleolar rete 外踝网 878
 lateral malleolus 外踝 115
 lateral mamillary nucleus 乳头体外侧核 1256
 lateral medullary lamina 外侧髓板 1274
 lateral membranous ampulla 外膜壶腹 1832
 lateral meniscus 外侧半月板 160
 lateral nuclear group 外侧核群, *背侧核群 1231
 lateral occipital sulcus 枕外侧沟 1271
 lateral occipitotemporal gyrus 枕颞外侧回 1271
 lateral olfactory gyrus 外侧嗅回 1272, 1288
 lateral olfactory stria 外侧嗅纹 1288
 lateral palpebral commissure 睑外侧连合 1770
 lateral palpebral ligament 睑外侧韧带 1772
 lateral parabrachial nucleus 臂旁外侧核 1169
 lateral patellar retinaculum 髌外侧支持带 162
 lateral pectoral nerve 胸外侧神经 1539
 lateral pericardial lymph nodes 心包外侧淋巴结

972

- lateral plantar artery 足底外侧动脉 875
lateral plantar nerve 足底外侧神经 1585
lateral posterior nucleus 外侧后核, * 背侧后核 1232
lateral preoptic nucleus 视前外侧核 1254
lateral process of calcaneal tuberosity 跟骨结节外侧突 117
lateral process of talus 距骨外侧突 116
lateral pterygoid 翼外肌 197
lateral pterygoid nerve 翼外肌神经 1476
lateral pterygoid plate 翼突外侧板 60
lateral rectus 外直肌 1778
lateral region of neck 颈外侧区, * 颈后三角 204
lateral reticular nucleus 外侧网状核 1170
laterate reticulospinal tract 网状脊髓外侧束 1175
lateral sacral arteries 骶外侧动脉 861
lateral sacral crest 骶外侧嵴 40
lateral sacral veins 骶外侧静脉 912
lateral sacrococcygeal ligament 骶尾外侧韧带 133
lateral segmental bronchus(BIV) 外侧段支气管 465
lateral semicircular canal 外骨半规管 1829
lateral semicircular duct 外膜半规管 1832
lateral septal nuclei 外侧隔核 1289
lateral spinothalamic tract 脊髓丘脑侧束 1099
lateral superior genicular artery 膝上外侧动脉 872
lateral supraclavicular nerve 锁骨上外侧神经 1534
lateral sulcus 外侧沟 1073, 1269
lateral talocalcaneal ligament 距跟外侧韧带 167
lateral tarsal artery 跗外侧动脉 877
lateral thoracic vein 胸外侧静脉 898
lateral thyrohyoid ligament 甲状舌骨外侧韧带 442
lateral umbilical fold 脐外侧襞 611
lateral ventricle 侧脑室 1267, 1379
lateral vesical lymph nodes 膀胱外侧淋巴结 982
lateral vestibular nucleus 前庭外侧核 1133
lateral vestibulospinal tract 前庭脊髓外侧束 1134, 1350
lateropharyngeal space 咽外侧间隙 312
latissimus dorsi 背阔肌 210
langendorff cell 甲状腺胶状细胞 669
layer of ganglion cells [视网膜]节细胞层 1757
layer of optic fibers 视神经纤维层 1757
layer of rods and cones 视杆视锥层 1756
lateral lingual swelling 侧舌膨大 421
laryngotracheal groove 喉气管沟 491
least splanchnic nerve 内脏最小神经 1644
left atrioventricular orifice 左房室口 701
left atrium 左心房 700
left brachiocephalic vein 左头臂静脉 884
left bundle branch 左束支 720
left colic artery 左结肠动脉 848
left colic flexure 结肠左曲 353
left colic lymph nodes 左结肠淋巴结 978
left coronary artery 左冠状动脉 733
left fibrous trigone 左纤维三角 703
left gastric artery 胃左动脉 841
left gastric lymph nodes 胃左淋巴结 975
left gastric vein 胃左静脉 911
left gastroepiploic vein 胃网膜左静脉 909
left gastrointestinal artery 胃网膜左动脉 845
left gastrointestinal lymph nodes 胃网膜左淋巴结 976
left hepatic duct 肝左管 387
left hepatic veins 肝左静脉 382, 904
left inferior pulmonary vein 左下肺静脉 798
left lobe of liver 肝左叶 367
left lumbar lymph nodes 左腰淋巴结 979
left margin of uterus 子宫左缘 570
left principal bronchus 左主支气管 455
left pulmonary artery 左肺动脉 796
left semilunar valve 左半月瓣 702
left superior iobar bronchus 左肺上叶支气管 463
left superior pulmonary vein 左上肺静脉 797
left suprarenal vein 左肾上腺静脉 904
left triangular ligament 左三角韧带 374
left ventricle 左心室 700
lens 晶状体 1765
lens capsule 晶状体囊 1766
lens epithelium 晶状体上皮 1766
lens fibers 晶状体纤维 1766
lens nucleus 晶状体核 1766

lenticular ansa 豆核袢 1249
 lenticular fasciculus 豆核束 1249
 lenticular process 豆状突 1819
 lentiform nucleus 豆状核 1274
 lentiform papillae 豆状乳头 288
 lesser arterial circle of iris 虹膜动脉小环 1751
 lesser curvature of stomach 胃小弯 320
 lesser lip of pudendum 小阴唇 584
 lesser occipital nerve 枕小神经 1532
 lesser omentum 小网膜 606
 lesser palatine arteries 腭小动脉 810
 lesser palatine foramina 腭小孔 74
 lesser palatine nerves 腭小神经 1491
 lesser pelvis 小骨盆 107
 lesser petrosal nerve 岩小神经 1498
 lesser ring of iris 虹膜小环 1351
 lesser sciatic foramen 坐骨小孔 156
 lesser sciatic notch 坐骨小切迹 106
 lesser splanchnic nerve 内脏小神经 1644
 lesser trochanter 小转子 110
 lesser vestibular glands 前庭小腺 585
 levator anguli oris 提口角肌 196
 levator ani 肛提肌 360, 624
 levator labii superioris 提上唇肌 195
 levator palpebrae superioris 上睑提肌 1781
 levator prostatae 前列腺提肌 626
 levator scapulae 肩胛提肌 210
 levator veli palatini 腭帆提肌 295
 levatores costarum 肋提肌 214
 levatores costarum breves 肋短提肋 214
 levatores costarum longi 肋长提肌 214
 Leydig cell [睾丸]间质细胞, * 莱迪希细胞 540
 lenal recess 脾隐窝 609
 ligament of head of femur 股骨头韧带 158
 ligaments 韧带 128
 ligamentum teres hepatis 肝圆韧带 366
 ligamentum venosum 静脉韧带 366
 limbic lobe 边缘叶 1272
 limen nasi 鼻阈 431
 limen of insula 岛阈 1272
 linea alba 白线 215, 218
 lingual artery 舌动脉 804
 lingual glands 舌腺 291
 lingual gyrus 舌回 1271
 lingual mucous membrane 舌粘膜 286
 lingual nerve 舌神经 1476
 lingual papillae 舌乳头 286
 lingual surface 舌面 271
 lingual tonsil 舌扁桃体 288
 lingual vein 舌静脉 894
 lingula 小舌 1212
 lingula of left lung 左肺小舌 460
 lingula of sphenoid 蝶小舌 59
 liver 肝 364
 light band 1带, * 各向同性带, * 明带 175
 light cell [集合小管]主细胞, * 明细胞 506
 limbus cornea(拉) 角膜缘 1740
 lipofuscin granule 脂褐质颗粒 1071
 liver acinus 肝腺泡 397
 liver cell 肝细胞 393
 liver cell cord 肝细胞索 393
 liver plate 肝板 393
 lobes of mammary gland 乳腺叶 587
 lobules of epididymis 附睾小叶, * 附睾圆锥 531
 lobules of liver 肝小叶 393
 lobules of mammary gland 乳腺小叶 587
 lobules of testis 睾丸小叶 530
 locus ceruleus 蓝斑 1113
 long bone 长骨 19
 long central artery 长中央动脉, * 运动脉 1427
 long ciliary nerves 睫状长神经 1473
 long crus 长脚 1819
 long gyrus of insula 岛长回 1272
 long plantar ligament 足底长韧带 169
 long thoracic nerve 胸长神经 1539
 longissimus 最长肌 212
 longissimus capitis 头最长肌 212
 longissimus cervicis 颈最长肌 212
 longissimus thoracis 胸最长肌 212
 longitudinal canals of modiolus 蜗轴纵管 1829
 longitudinal fold of duodenum 十二指肠纵襞 336
 longus capitis 头长肌 202
 longus colli 颈长肌 202
 lower dental arch 下牙弓 270
 lower eyelid 下睑 1770
 lower limb girdle 下肢带骨 104

lower lip 下唇 269
 lowest lumbar arteries 腰最下动脉 855
 lumbar arteries 腰动脉 854
 lumbar curvature 腰曲 42
 lumbar ganglia 腰神经节 1645
 lumbar plexus 腰丛 1567
 lumber segment 腰段 1072
 lumbar veins 腰静脉 905
 lumbar vertebrae 腰椎 38
 lumbocostal ligament 腰肋韧带 214
 lumbosacral enlargement 腰骶膨大 1078
 lumbosacral trunk 腰骶干 1576
 lumbricales 蚓状肌 235, 254
 lunate bone 月骨 100
 lunate sulcus 月状沟 1271
 lunate surface 月状面 106

macula densa(拉) 致密斑 505
 macula lutea(拉) 黄斑 1753
 macula sacculi(拉) 球囊斑 1832
 macula utriculi(拉) 椭圆囊斑 1832
 major alar cartilage 鼻翼大软骨 430
 major duodenal papilla 十二指肠大乳头 336
 major salivary glands 大唾液腺 298
 major sublingual duct 舌下腺大管 302
 malar lymph node 颧淋巴结 954
 male breast 男乳房 590
 male urethra 男尿道 524
 malleolar prominence 锤凸 1816
 malleolar stria 锤纹 1816
 malleolar sulcus 踝沟 113, 115
 malleus 锤骨 1819
 mammillary body 乳头体 1249, 1075
 mammillary line 乳头线
 mammillary peduncle 乳头脚 1261
 mammillary process 乳突 39
 mammillary region 乳头区 1250
 mammiplotegmental tract 乳头被盖束 1256
 mammiplotthalmic tract 乳头丘脑束 1233
 mamma 乳房 587
 mammary gland 乳腺 587
 mammary papilla 乳头 587

lungs 肺 457
 lung atrium 肺房 473
 lunulae of semilunar valves 半月瓣弧缘 700
 lung bud 肺芽 492
 lunula(拉) 甲弧影 1859
 lymph node 淋巴结 938
 lymph node of arterial ligamnt 动脉韧带淋巴结 971
 lymph node of omental foramen 网膜孔淋巴结 976
 lymph nodes of promontory 骶岬淋巴结 981
 lymphatic capillary 毛细淋巴管 922
 lymphatic ducts 淋巴导管 924
 lymphatic vessel 淋巴管 924
 lymphocyte 淋巴细胞 931

M

mandible 下颌骨 76
 mandibular canal 下颌管 78
 mandibular foramen 下颌孔 78
 mandibular fossa 下颌窝 63
 mandibular lingula 下颌小舌 78
 mandibular lymph node 下颌淋巴结 954
 mandibular nerve 下颌神经 1475
 mandibular notch 下颌切迹 78
 mandibular process 下颌突 416
 mandibular symphysis 下颌联合, * 颞联合 77
 manubriosternal synchondrosis 柄胸结合, * 柄胸联合 139
 manubrium sterni 胸骨柄 45, 1819
 marginal sinus 边缘窦 1402
 masseter 咬肌 197
 masseteric artery 咬肌动脉 810
 masseteric fascia 咬肌筋膜 198
 masseteric nerve 咬肌神经 1476
 masseteric tuberosity 咬肌粗隆 78
 mastoid antrum 乳突窦 1822
 mastoid border 乳突缘 56
 mastoid branches 乳突支 805
 mastoid cells 乳突小房 63, 1823
 mastoid emissary vein 乳突导静脉 894
 mastoid fontanelle 后外侧囟, * 乳突囟 89

mastoid foramen 乳突孔 63
 mastoid fossa 乳突窝 63
 mastoid lymph nodes 乳突淋巴结 953
 mastoid notch 乳突切迹 63
 mastoid process 乳突 63
 mastoid wall 乳突壁, *乳突附件 1814
 maxilla 上颌骨 68
 maxillary artery 上颌动脉 807
 maxillary hiatus 上颌窦裂孔 69
 maxillary nerve 上颌神经 1474
 maxillary process 上颌突 73, 76, 416
 maxillary sinus 上颌窦 68, 436
 maxillary tuberosity 上颌结节 69
 maxillary veins 上颌静脉 888
 macula acoustica 位觉斑 1835
 major dense line 主致密线 1051
 mantle layer 套层 1438
 marginal layer [边]缘层 1438, 1068
 medial accessory olivary nucleus 内侧副橄榄核 1116
 medial angle of eye 内眦 1770
 medial antebrachial cutaneous nerve 前臂内侧皮神经 1541
 medial anterior malleolar artery 内踝前动脉 877
 medial arcuate ligament 内侧弓状韧带 222
 medial bicipital sulcus 肱二头肌内侧沟 237
 medial brachial cutaneous nerve 臂内侧皮神经 1541
 medial brachial intermuscular septum 臂内侧肌间隔 226, 238
 medial calcanean branches 跟内侧支 1584
 medial cartilaginous lamina 内侧软骨板 1824
 medial common iliac lymph nodes 髂总内侧淋巴结 981
 medial condyle 内侧髁 110, 112
 medial cuneiform bone 内侧楔骨 119
 medial dorsal cutaneous nerve of foot 足背内侧皮神经 1587
 medial epicondyle 内上髁 95, 111
 medial external iliac lymph nodes 髂外内侧淋巴结 981
 medial femoral cutaneous nerve 股内侧皮神经 1572
 medial femoral intermuscular septum 股内侧肌间隔 257
 medial forebrain bundle 前脑内侧束 1258
 medial geniculate body 内侧膝状体 1245
 medial vestibulospinal tract 前庭脊髓内侧束 1267
 medial habenular nucleus 缰内侧核 1243
 medial inferior genicular artery 膝下内侧动脉 872
 medial inguinal fossa 腹股沟内侧窝 611
 medial longitudinal fasciculus 内侧纵束 1105, 1135
 medial lemniscus 内侧丘系 1099, 1116
 medial ligament 内侧韧带, *三角韧带 166
 medial malleolar rete 内踝网 878
 medial malleolus 内踝 113
 medial mamillary nucleus 乳头体内侧核 1256
 medial marginal vein 内侧缘静脉 916
 medial medullary lamina 内侧髓板 1274
 medial meniscus 内侧半月板 160
 medial nuclear group 内侧核群 1231
 medial nucleus of solitary tract 孤束背侧核 1597
 medial occipitotemporal gyrus 枕颞内侧回 1272
 medial olfactory gyrus 内侧嗅回 1288
 medial olfactory stria 内侧嗅纹 1288
 medial orbital margin 眶内侧缘 1073, 1267
 medial nucleus of solitary tract 孤束内侧核 1123
 medial palpebral commissure 睑内侧连合 1770
 medial palpebral ligament 睑内侧韧带 1772
 medial parabrachial nucleus 臂旁内侧核 1168
 medial patellar retinaculum 髌内侧支持带 162
 medial pectoral nerve 胸内侧神经 1539
 medial plantar artery 足底内侧动脉 875
 medial plantar nerve 足底内侧神经 1584
 medial preoptic nucleus 视前内侧核 1254
 medial process of calcaneal tuberosity 跟骨结节内侧突 117
 medial pterygoid 翼内肌 197
 medial pterygoid nerve 翼内肌神经 1475
 medial pterygoid plate 翼突内侧板 60
 medial rectus 内直肌 1778
 medial superior genicular artery 膝上内侧动脉 872
 medial supraclavicular nerves 锁骨上内侧神经 1532

- medial reticulospinal tract 网状脊髓内束 1175
 medial sural cutaneous nerve 腓肠内侧皮神经
 1583
 medial talocalcaneal ligament 距跟内侧韧带 107
 medial umbilical fold 脐内侧襞 611
 medial vestibular nucleus 前庭内侧核 1133
 median antebachial vein 前臂正中静脉 897
 median aperture of fourth ventricle 第四脑室正中
 孔 1383
 median artery 正中神经伴行动脉, * 正中动脉
 832
 median basilic vein 贵要正中静脉 897
 median cephalic vein 头正中静脉 897
 median cricothyroid ligament 环甲正中韧带 444
 median cubital vein 肘正中静脉 896
 median eminence 正中隆起 1249
 median glossoepiglottic fold 舌会厌正中襞 288
 median nerve 正中神经 1544
 median palatine suture 腭正中缝 70
 median sacral crest 骶正中嵴 40
 median sacral vein 骶正中静脉 916
 median sulcus of tongue 舌正中沟 285
 median thyrohyoid ligament 甲状舌骨正中韧带
 442
 median umbilical fold 脐正中襞 611
 median umbilical ligament 脐正中韧带 611
 mediastinal part 纵隔部 458
 mediastinal pleura 纵隔胸膜 482
 mediastinal veins 纵隔静脉 886
 mediastinum 纵隔 487
 mediolateral column 中外侧柱 1088
 mediocarpal joint 腕中关节 152
 medulla oblongata 延髓 1111
 medullary cavity 骨髓腔 20
 medulla 髓质 1267
 membranous ampullae 膜壶腹 1832
 membranous labyrinth 膜迷路 1826
 membranous wall 鼓膜壁 1816
 meningeal branches 脑膜支 1474, 1475, 1503
 meninges 脑脊膜 1394
 mental branches 颞支 808
 mental foramen 颞孔 77
 mental nerve 颞神经 1477
 mental protuberance 颞隆凸 77
 mental spine 颞棘 77
 mental tubercle 颞结节 77
 meridional fibers 经线纤维 1750
 mesencephalic aqueduct 中脑水管 1145, 1384
 mesencephalic nucleus of trigeminal nerve 三叉神经
 中脑核 1468, 1140
 mesenteric ganglion 肠系膜神经节 1617
 mesentery 肠系膜 607
 mesoappendix 阑尾系膜 607, 351
 mesocolic band 结肠系膜带 349
 mesocolon 结肠系膜 622
 mesometrium 子宫系膜 572
 mesovarian border 卵巢系膜缘 557
 mesovarium 卵巢系膜 557
 metacarpal bones 掌骨 101
 metacarpophalangeal joints 掌指关节 154
 metaphysis 干骺端 19
 metatarsal bones 跖骨 120
 metatarsophalangeal joints 跖趾关节 175
 metatarsus 跖 120
 metathalamus 后丘脑 1245
 medullary cord 髓索 940
 medullary sinus 髓质淋巴窦, * 髓窦 940
 membranous semicircular canal 膜半规管 1832
 membranous spiral lamina 膜螺旋板 1837
 membranous wall 气管膜壁 452
 menstrual phase 月经期 577
 Merkel's cell 梅克尔细胞 1850
 Merkel's[tactile]disk 梅克尔触盘 1857
 mesaxon(拉) 轴[突]系膜 1052
 mesenchymal cell 间充质细胞 126, 181, 1069
 mesophragma(拉) M线, * 中线 175
 mesotendon 腱系膜 191
 Meckel's cartilage 麦克尔软骨 79
 Meckel's diverticulum 麦克尔憩室 426
 meningocele 脑[脊]膜膨出 1446
 meningoencephalocele 脑膜脑膨出 1446
 meningohydroencephalocele 积水性脑膜脑膨出
 1446
 meningomyelocele 脊髓脊膜膨出 1446
 mesenchyme 间充质 181
 mesoesophagus 食管系膜 621

- mesonephros 中肾 591
- metanephros 后肾 591
- metaphysis 干骺端 20
- midbrain 中脑 1145
- middle calcanean articular surface 中跟关节面 116
- middle cardiac vein 心中静脉, * 右冠状静脉 757
- middle cerebellar peduncle 小脑中脚, * 脑桥臂 1075, 1030
- middle cerebral artery 大脑中动脉 1427
- middle cervical cardiac nerve 颈中心神经 1638
- middle cervical ganglion 颈中神经节 1637
- middle clinoid process 中床突 58
- middle clunial nerve 臀中皮神经 1529
- middle colic artery 中结肠动脉 846
- middle colic lymph nodes 中结肠淋巴结 978
- middle colic vein 中结肠静脉 910
- middle collateral artery 中副动脉 824
- middle constrictor of pharynx 咽中缩肌 310
- middle cranial fossa 颅中窝 83
- middle ear 中耳 1813
- middle ethmoidal sinuses 中筛窦 67
- middle frontal gyrus 额中回 1270
- middle genicular artery 膝中动脉 872
- middle lobe of right lung 右肺中叶 461
- middle meningeal artery 脑膜中动脉 808
- middle meningeal veins 脑膜中静脉 888
- middle mucula cribrosa 中筛斑 1828
- middle nasal concha 中鼻甲 67
- middle nasal meatus 中鼻道 67, 86, 433
- middle palatine nerve 腭中神经 1491
- middle phalanx 中节指骨 中节趾骨 103, 122
- middle spermatic nerve 精索中神经 1684
- middle superior alveolar branch 上牙槽中支 1474
- middle suprarenal artery 肾上腺中动脉 850
- middle talar articular surface 中距关节面 117
- middle temporal artery 颞中动脉 颞叶中动脉 1428, 807
- middle temporal gyrus 颞中回 1271
- middle temporal vein 颞中静脉 888
- middle thyroid veins 甲状腺中静脉 894
- middle nuclear group 中线核群 1232
- minor alar cartilages 鼻翼小软骨 431
- minor duodenal papilla 十二指肠小乳头 337
- minor salivary glands 小唾液腺 298
- minor sublingual ducts 舌下腺小管 302
- mitral valve 左房室瓣, * 二尖瓣 698
- microhemocirculation 微循环 792
- microvillus(拉) 微绒毛 503
- middle ear 中耳 1813
- middle line M 线 175
- midgut 中肠 416
- moderator band 隔缘肉柱, * 节制索 698
- modiolus 蜗轴 1829
- molar 磨牙 278
- molar glands 磨牙腺 270
- modulator 调质 1037
- moss pubis 阴阜 583
- mossy fiber 苔状纤维 1217
- motor end plate 运动终板 1061, 1037
- motor nerve ending 运动神经末梢 1061
- motor neuron 运动神经元 1036
- motor nucleus of trigeminal nerve 三叉神经运动核 1141
- motor root 运动根 1471
- Moll gland 睫毛腺, * 莫尔腺 1791
- mucous membrane 子宫内膜, * 粘膜 264
- multifidi 多裂肌 213
- multiform layer 多形细胞层 1304
- multipennate muscle 多羽肌 186
- multipolar neuron 多极神经元 1041
- muscle belly 肌腹 185
- muscles of abdomen 腹肌 215
- muscles of auditory ossicles 听小骨肌 1821
- muscles of auricle 耳郭肌 1806
- muscles of larynx 喉肌 444
- muscles of neck 颈肌 198
- muscles of palate and fauces 腭肌和咽门肌 295
- muscle of perineum 会阴肌 624
- muscle of tongue 舌肌 289
- muscles of upper limb 上肢肌 223
- muscular layer of pharynx 咽肌层 308
- muscular process 肌突 441
- muscular triangle 肌三角, * 肩胛舌骨肌气管三角 203
- musculocutaneous nerve 肌皮神经 1543
- musculophrenic artery 肌膈动脉 817

musculotubal canal 肌咽鼓管 65
 musculus uvulae 腭垂肌 295
 muscle cell 肌细胞 173
 muscle fiber 肌纤维 173
 muscle satellite cel 肌卫星细胞 182
 muscle spindle 神经肌梭, * 肌梭 1106
 mylohyoid 下颌舌骨肌 202
 mylohyoid groove 下颌舌骨沟 78
 mylohyoid line 下颌舌骨肌线 77
 mylohyoid nerve 下颌舌骨肌神经 1477
 mylopharyngeal part 下颌咽部 309
 myocardium 心肌 704
 myelin sheath 髓鞘 1049
 myelinated nerve fiber 有髓[神经]纤维 1049

myelinization 髓鞘形成 1440
 myenteric nervous plexus 肠肌神经丛, * 奥尔巴赫神经丛 1631, 1651, 1674
 myofibril 肌原纤维 175
 myofilament 肌丝 178
 myosin filament 精肌丝, * 肌球蛋白丝 178
 Muller's cell [视网膜]放射状胶质细胞, * 米勒细胞 1064, 1792
 myeloclele 脊髓膨出 1446
 Mullerian duct 中肾旁管, * 米勒管 598
 Mullerian tubercle 突结节, * 米勒结节 598
 myocardial rerascularization by laser 激光心肌血管重建术 750

N

nail bed 甲床 1859
 nail body 甲体 1859
 nail fold 甲襞, * 甲壁 1859
 nail groove 甲沟 1859
 nail of finger 指甲 1859
 nail of toe 趾甲 1859
 nail root 甲根 1859
 nail wall 甲廓 1859
 nares 鼻孔 429
 nasal cartilages 鼻软骨 429
 nasal cavity 鼻腔 86, 431
 nasal concha 鼻甲 67
 nasal crest 鼻嵴 70, 74
 nasal foramina 鼻骨孔 71
 nasal meatus 鼻道 67
 nasal notch 鼻切迹 68
 nasal part 鼻部 53
 nasal part of pharynx 鼻咽 306
 nasal septum 鼻中隔 432
 nasal surface 鼻面 74
 nasal vestibule 鼻前庭 431
 nasalis 鼻肌 195
 nasociliary nerve 鼻睫神经 1473
 nasociliary root 鼻睫根, * 感觉根, * 长根 1463
 nasolabial lymph node 鼻唇淋巴结 954
 nasolacrimal duct 鼻泪管 69, 1776
 nasomaxillary suture 鼻上颌缝 72

nasopalatine nerves 鼻腭神经 1491
 nasopharyngeal meatus 鼻咽道 87, 434
 nasopharynx 鼻咽 306
 navicular articular surface 舟关节面 115
 navicular bone 足舟骨 118
 navicular fossa of urethra 尿道舟状窝 526
 neck 颈 203
 neck of bladder 膀胱颈 518
 neck of femur 股骨颈 109
 neck of gallbladder 胆囊颈 403
 neck of malleus 锤骨颈 1819
 neck of mandible 下颌颈 79
 neck of penis 阴茎颈 553
 neck of posterior horn 后角颈 1080
 neck of radius 桡骨颈 96
 neck of scapula 肩胛颈 92
 neck of talus 距骨颈 116
 neck of tooth 牙颈 270
 neck of uterus 子宫颈 570
 neocerebellum 新小脑 1212
 nigrostriate fibers 黑质纹体纤维 1274, 1157
 nigrotelencephalic fibers 黑质端纤维 1157
 nerve of pterygoid canal 翼管神经 1486
 nerve to external acoustic meatus 外耳道神经 1478
 nerve to tensor tympani 鼓膜张肌神经 1500
 nerve to tensor veli palatini 腭帆张肌神经 1500

nephron 肾单位 499
 nerve ending 神经末梢 1056
 nerve fiber 神经纤维 1049
 nerve ganglion 神经节 1038, 1070
 neuroblast 成神经细胞 1439
 neuroepithelial cell 神经胶质, * 神经胶质细胞 1039
 neurofibril 神经原纤维 1043
 neuroglial cell 神经上皮细胞 1439
 neuropil 神经毡 1040
 neurotransmitter 神经递质 1037
 neurohypophysis 神经垂体 646
 neuromuscular spindle 神经肌梭, * 肌梭 1059
 neurosecretion 神经分泌 1388
 nephrogenic cord 生肾索 591
 neural crest 神经嵴 1439
 neural fold 神经褶 1438
 neural groove 神经沟 1438
 neural plate 神经板 1438
 neural tube 神经管 1379, 1438
 noradrenergic neuron 去甲肾上腺素能神经元 1190
 nose 鼻 429
 nostrils 鼻孔 429
 notch for ligamentum teres hepatis 肝圆韧带切迹 366
 notch of pancreas 胰切迹 410
 notches in cartilage of external acoustic meatus 外耳道软骨切迹 1812
 numyelinated nerve fiber 无髓[神经]纤维 1049,

obex 凹 1383
 oblique arytenoid 杓斜肌 446
 oblique cord 斜索 149
 oblique fissure 斜裂 460
 oblique popliteal ligament 腓斜韧带 162
 oblique sinus of pericardium 心包斜窦 763
 oblique vein of left atrium 左房斜静脉 757
 obliquus auricularis 耳廓斜肌 1807
 obliquus capitis inferior 头下斜肌 214
 obliquus capitis superior 头上斜肌 213
 obliquus externus abdominis 腹外斜肌 216

1051
 nuchal fascia 项筋膜 214
 nuchal plane 项平面 56
 nuclei of posterior funiculi 后索核 1115
 nuclei pulvinares 枕核 1232
 nucleus accumbens septi 伏隔核 1290
 nucleus ambiguus 疑核 1120
 nucleus centrodorsalis 中央背核 1091
 nucleus ceruleus 蓝斑核 1171
 nuclear bag fiber 核袋[肌]纤维 1059
 nuclear chain fiber 核链[肌]纤维 1059
 nucleus 细胞核, * 胞核 1038
 nucleus linearis intermedius 中间线形核 1171
 nucleus linearis rostralis 嘴侧线形核 1171
 nucleus of abducent nerve 展神经核 1139
 nucleus of facial nerve 面神经核 1139
 nucleus of hypoglossal nerve 舌下神经核 1120
 nucleus of lateral lemniscus 外侧丘系核 1138
 nucleus of oculomotor nerve 动眼神经核 1159
 nucleus of solitary tract 孤束核 1123
 nucleus of trochlear nerve 滑车神经核 1159
 nucleus prepositus hypoglossi 舌下前置核 1125
 nucleus proprius 后角固有核 1091
 nucleus reticularis 网状核 1091
 nucleus raphes dorsalis 中缝背核 1171
 nucleus raphes magnus 中缝大核 1171
 nucleus raphes obscurus 中缝隐核 1170
 nucleus raphes pallidus 中缝苍白核 1170
 nucleus thoracicus 胸核, * 背核 1091
 nutrient foramen 滋养孔 19

O

obliquus internus abdominis 腹内斜肌 217
 oblongatal artery 延髓动脉 1430
 obturator artery 闭孔动脉 681
 obturator canal 闭膜管 242, 255
 obturator crest 闭孔嵴 106
 obturator externus 闭孔外肌 244
 obturator fascia 闭孔筋膜 256, 630
 obturator foramen 闭孔 106
 obturator groove 闭孔沟 106
 obturator internus 闭孔内肌 242
 obturator lymph nodes 闭孔淋巴结 981

obturator membrane 闭孔膜 157
 obturator nerve 闭孔神经 1574
 obturator veins 闭孔静脉 912
 occipital angle 枕角 55
 occipital artery 枕动脉 805
 occipital belly 枕腹, * 枕肌 193
 occipital bone 枕骨 55
 occipital border 枕缘 55
 occipital condyle 枕髁 57
 occipital diploic vein 枕板障静脉 893
 occipital fontanelle 后囟, * 枕囟 89
 occipital forceps 枕钳, * 大钳 1283
 occipital groove 枕动脉沟 63
 occipital lobe 枕叶 1271
 occipital lymph nodes 枕淋巴结 953
 occipital plane 枕平面 56
 occipital pole 枕极 1073
 occipital sinus 枕窦 1401
 occipital squama 枕鳞 56
 occipital vein 枕静脉 890
 occipital veins 枕叶静脉 1436
 occipitofrontalis 枕额肌 193
 occipitomastoid suture 枕乳突缝 56
 occipitotemporal sulcus 枕颞沟 1271
 occlusal surface 殆面, * 咀嚼面 271
 ocular muscles 眼球外肌 1776
 oculomotor nerve(Ⅲ) 动眼神经(Ⅲ) 1460
 oculomotor root 动眼神经根, * 副交感根, * 短根 1463
 odontoid process 齿突 36
 odontoblast 成牙本质细胞 419
 olecranon 鹰嘴 98
 olecranon fossa 鹰嘴窝 95
 olfactory bulb 嗅球 1286
 olfactory glands 嗅腺 1845
 olfactory nerves(Ⅰ) 嗅神经(Ⅰ) 1452
 olfactory organ 嗅器 1845
 olfactory region 嗅区 432, 1288, 1845
 olfactory sulcus 嗅沟 嗅束沟 433, 1270
 olfactory tract 嗅束 1288
 olfactory trigone 嗅三角 1288
 olfactory tubercle 嗅结节 1288
 olive 橄榄 1111
 olivocerebellar fibers 橄榄小脑纤维 1118, 1223
 olivocochlear tract 橄榄耳蜗束 1348
 olivospinal tract 橄榄脊髓束 1105
 olfactory cell 嗅细胞 1452, 1846
 olfactory gland 嗅腺, * 鲍曼腺 1452
 olfactory mucosa 嗅粘膜 1846
 olfactory placode 嗅板 417, 491
 olfactory pit 嗅窝 417, 491
 omental band 网膜带 349
 omental bursa 网膜囊 608
 omental foramen 网膜孔 608
 omental tuberosity 网膜结节 367, 410
 omoclavicular triangle 锁骨上大窝, * 肩胛舌骨肌 锁骨三角 204
 omohyoid 肩胛舌骨肌 201
 opercular part 岛盖部 1270
 ophthalmic artery 眼动脉 1423
 ophthalmic nerve 眼神经 1471
 opponens digiti minimi 小指对掌肌 小趾对跖肌 235
 opponens pollicis 拇对掌肌 235
 optic axis 视轴 1739
 optic chiasma 视交叉 1249, 1074
 optic disc 视神经盘 1753
 optic nerve(Ⅱ) 视神经(Ⅱ) 1455
 optic radiation 视辐射 1246, 1322
 optic recess 视隐窝 1382
 optic tract 视束 1074, 1249
 ora serrata 锯齿状缘 1732
 oral cavity 口腔 269
 oral cavity proper 固有口腔 269
 oral fissure 口裂 269
 oral glands 口腔腺 298
 oral lips 口唇 269
 oral part of pharynx 口咽 306
 oral vestibule 口腔前庭 269
 orbicularis oculi 眼轮匝肌 194
 orbicularis oris 口轮匝肌 195
 orbit 眶(腔) 84
 orbital aperture 眶口 84
 orbital fasciae 眶筋膜 1769
 orbital gyri 眶回 1270
 orbital part 眶部 1270

orbital opening 眶口 84
 orbital plate 眶板 67
 orbital process 眶突 75
 orbital septum 眶隔 1769
 organ of Corti 螺旋器, * 科蒂器 1832
 organ of smell 嗅器 1845
 organ of taste 味蕾 1847
 organ of visio 视器 1739
 orifice of inferior vena cava 下腔静脉口 697
 orifice of pulmonary trunk 肺动脉口, * 肺动脉干口 699
 orifice of uterus 子宫口 570
 orifice of vermiform appendix 阑尾口 331
 oropharynx 口咽 306
 osteoid 类骨质 27
 oropharyngeal membrane 口咽膜 416
 organum vasculosum lamina terminalis 终板血管器官 1389
 osseous spiral lamina 骨螺旋板 1830
 osseous tissue 骨组织 20
 ossification 骨化, * 成骨 27
 ossification center 骨化中心 27

osteoblast 成骨细胞 23
 osteoclast 破骨细胞 23
 osteocyte 骨细胞 21
 osteogenesis 骨发生 26
 osteon 骨单位, * 哈弗斯系统 25
 otic ganglion 耳神经节 1499
 outer sheath of optic nerve 视神经外鞘 1787
 outlet of thorax 胸廓下口, 胸廓出口 50
 outer circumferential lamella 外环骨板 25
 outer limiting membrane [视网膜]外界膜 1756
 outer nuclear layer [视网膜]外核层 1756
 outer plexiform layer [视网膜]外网层 1756
 ovarian artery 卵巢动脉 853
 ovarian branch 卵巢支 858
 ovarian fimbria 卵巢伞 568
 ovarian fossa 卵巢窝 558
 ovary 卵巢 557
 ovarian follicle 卵泡 560
 oviduct 输卵管 567
 ovulation 排卵 563
 oxyphil cell [甲状旁腺]嗜酸性细胞 673

P

palate 腭 293
 palatine bone 腭骨 73
 palatine canal 腭管 74
 palatine nerve 腭神经 1491
 palatine process 腭突 70
 palatine raphe 腭缝 293
 palatine sulci 腭沟 70
 palatine surface 腭面 74
 palatine tonsil 腭扁桃体 296
 palatoglossus arch 腭舌弓 294
 palatoglossus 腭舌肌 295
 palatopharyngeal arch 腭咽弓 294
 palatopharyngeus 腭咽肌 295
 paleocerebellum 旧小脑 1212
 paleocortex 旧皮质 1307
 pallidohypothamic tract 苍白球下丘脑束 1277
 palmar aponeurosis 掌腱膜 239
 palmar branch of median nerve 正中神经掌支 1545

palmar branch of ulnar nerve 尺神经掌支 1550
 palmar carpometacarpal ligaments 腕掌掌侧韧带 153
 palmar digital veins 指掌侧静脉 896
 palmar intercarpal ligaments 腕骨间掌侧韧带 151
 palmar interossei 骨间掌侧肌 236
 palmar ligaments 掌侧韧带 154
 palmar metacarpal arteries 掌心动脉 834
 palmar metacarpal ligaments 掌骨掌侧韧带 154
 palmar metacarpal veins 掌心静脉 898
 palmar radiocarpal ligament 桡腕掌侧韧带 150
 palmaris brevis 掌短肌 235
 palmaris longus 掌长肌 231
 palmate folds 棕榈皱 571
 palpebra 眼睑 1770
 palpebral conjunctiva 睑结膜 1733
 palpebral fissure 睑裂 1770
 pampiniform plexus 蔓状静脉丛 905
 pancreas 胰 409

pancreas 胰管 410
 pancreatic duct 胰管 410
 pancreatic lymph nodes 胰淋巴结 977
 pan-brain network 泛脑网络 1328
 pancreatic veins 胰静脉 909
 pancreaticoduodenal lymph nodes 胰十二指肠淋巴结 976
 pancreaticoduodenal veins 胰十二指肠静脉 910
 papilla of parotid duct 腮腺管乳头 270
 papillae of tongue 舌乳头 286
 papillary process 乳头突 367
 parabigeminal nucleus 二叠体旁核 1154
 paracentral lobule 中央旁小叶 1270
 paracentral nucleus 中央旁核 1232, 1151
 paracentral sulcus 中央旁沟 1269
 paracolic lymph nodes 结肠旁淋巴结 978
 paradidymis 旁睾 542
 paraduodenal fold 十二指肠旁襞 609
 paraduodenal recess 十二指肠旁隐窝 609
 parafascicular nucleus 束旁核 1232
 paraflocculus 旁绒球 1214
 parahippocampal gyrus 海马旁回 1272
 parallel synapse 平行突触 1049
 paramammary lymph nodes 乳房旁淋巴结 966
 paramastoid process 乳突旁突 57
 paramedian reticular nucleus 旁正中网状核 1170
 paranasal sinuses 鼻窦 87, 434
 pararectal lymph nodes 直肠旁淋巴结, * 直肠肛管淋巴结 982
 pararenal adipose body 肾旁脂体 508
 parasolitary nucleus 孤束旁核 1134
 parasternal line 胸骨旁线 264
 parasternal lymph nodes 胸骨旁淋巴结 969
 parasympathetic ganglion 副交感神经节
 parasympathetic part 副交感部 1628
 parasympathetic root 副交感根 1489
 paratenial nucleus 带旁核 1232, 1240
 paraterninal gyrus 终板旁回 1273
 paratracheal lymph nodes 气管旁淋巴结 955, 972
 paraumbilical veins 附脐静脉 911
 paraurethral ducts 尿道旁管 528
 parauterine lymph nodes 子宫旁淋巴结 982
 paravaginal lymph nodes 阴道旁淋巴结 982
 paraventricular nucleus 室旁核 1240, 1251
 paravertebral line 脊柱旁线 264
 paravertebral ganglion 椎旁神经节 1617
 paravesical fossa 膀胱旁窝 612
 paravesical lymph nodes 膀胱旁淋巴结 982
 parietal bone 顶骨 54
 parietal emissary vein 顶导静脉 894
 parietal foramen 顶孔 54
 parietal lobe 顶叶 1270
 parietal pelvic fascia 盆壁筋膜 630
 parietal peritoneum 壁腹膜 602
 parietal pleura 壁胸膜 482
 parietal tuber 顶结节 54
 parietomastoid suture 顶乳突缝 55
 parietooccipital artery 顶枕动脉 1432
 parietooccipital sulcus 顶枕沟 1269
 parotid duct 腮腺管 300
 parotid fascia 腮腺筋膜 198
 parotid gland 腮腺 298
 parotid veins 腮腺静脉 888
 pars ciliaris retinae 视网膜睫状体部 1752
 pars distalis 垂体远侧部 646
 pars intermedia 垂体中间部 646
 pars iridica retinae 视网膜虹膜部 1752
 pars nervosa 神经部 646, 1752
 pars optica retinae 视网膜视部 1752
 pars tuberalis 垂体结节部 646
 patella 髌骨 112
 patellar ligament 髌韧带 161
 patellar rete 髌网 878
 patellar surface 髌面 111
 pacemaker cell 起搏细胞, * P 细胞 707
 pancreatic islet 胰岛 413
 papillary layer 乳头管 506
 paracortical zone 深[层]皮质, * 副皮质区 938
 parafollicular cell [甲状腺]滤泡旁细胞, * [甲状腺]C 细胞 665
 parathyroid gland 甲状旁腺 671
 pars caeca retinae(拉) 视网膜盲部 1752
 pars ciliaris retinae(拉) 视网膜睫状体部 1752
 pars iridica retinae(拉) 视网膜虹膜部 1752
 pars optica retinae(拉) 视网膜视部 1752
 paramesonephric duct 中肾旁管, * 米勒管 596

- parolfactory area 旁嗅区 1273
- pecten pubis 耻骨梳 106
- pectineal ligament 耻骨梳韧带 255
- pectineal line 耻骨肌线 106, 110
- pectineus 耻骨肌 245
- pectoral lymph nodes 胸肌淋巴结 966
- pectoralis major 胸大肌 205
- pectoralis minor 胸小肌 206
- pedicle of vertebral arch 椎弓根 35
- peduncle of flocculus 绒球脚 1213
- pedunculopontine reticular tegmental nucleus 脚桥
被盖网状核 1169
- peg-and-socket joint 嵌合, 牙槽纤维关节 123
- pelvic cavity 骨盆腔 107
- pelvic diaphragm 盆膈 624, 631
- pelvic fascia 盆筋膜 221, 256, 630
- pelvic girdle 下肢带骨, * 盆带骨 104
- pelvic inlet 骨盆上口, * 骨盆入口 107
- pelvic outlet 骨盆下口, * 骨盆出口 107
- pelvic part 盆部 515
- pelvic sacral foramina 骶前孔 39
- pelvic splanchnic nerves 盆内脏神经, * 勃起神经
1579
- pelvic surface 盆面 39
- pelvis 盆部 骨盆 107
- penis 阴茎 552
- peptidergic neuron 肽能神经元 1199
- perforating arteries 穿动脉 866
- perforating cutaneous nerve 穿皮神经 1580
- periaoueductal gray matter 导水管周围灰质 1145
- pericardiacophrenic artery 心包膈动脉 816
- pericardiacophrenic veins 心包膈静脉 885
- pericardial cavity 心包腔 617, 763, 1007
- pericardial veins 心包静脉 886, 902
- pericardium 心包 762
- perichondrium 软骨膜 126
- pericollicular area 丘周区 1151
- perihypoglossal nuclei 舌下周核 1125
- perimysium 肌束膜 173
- perineal artery 会阴动脉 858
- perineal body 会阴中心腱, * 会阴体
- perineal central tendon 会阴中心腱 626
- perineal muscles 会阴肌 624
- perineal nerves 会阴神经 1591
- perineal raphe 会阴缝 623
- perineum 会阴 623
- perineal fascia 会阴筋膜 631
- periodontal membrane 牙周膜 280
- periodontium 牙周膜 280
- periorbita 眶骨膜 1769
- periosteum 骨膜, * 骨外膜 26, 32
- peripharyngeal space 咽周间隙 311
- peripheral nervous system 周围神经系统 1447
- peripeduncular nucleus 脚周核 1157
- peritendon 腱包膜, * 腱束膜 182
- peritoneal cavity 腹膜腔 602, 617
- peritoneal recesses 腹膜隐窝 613
- peritoneum 腹膜 602
- perivascular fibrous capsule 血管周围纤维囊 373,
606
- permanent teeth 恒牙 270
- permanent tooth 恒牙 270
- peroneal artery 腓动脉 874
- peroneus brevis 腓骨短肌 252
- peroneus longus 腓骨长肌 251
- peroneus tertius 第三腓骨肌 249
- perpendicular plate 垂直板 66
- pes hippocampi 海马足 1381
- petrooccipital fissure 岩枕裂 57, 81
- petrooccipital synchondrosis 岩枕结合 140
- petrosal fossula 岩小窝 65
- petrosquamous fissure 岩鳞裂 65
- petrosquamous sinus 岩鳞窦 1401
- petrotympanic fossure 岩鼓裂 65
- petrous part 岩部 63
- perforating fiber 穿通纤维, * 沙比纤维 26
- perichoroidal space 脉络膜周间隙 1745
- pericyte 周细胞 1414
- peshippocampi 海马足 1293
- pes lemnisci 丘脚纤维 1163
- phalanges of fingers 指骨 103
- phalanges of toes 趾骨 121
- pharyngeal bursa 咽囊 423
- pharyngeal canal 咽管 58
- pharyngeal opening of auditory tube 咽鼓管咽口
306

pharyngeal recess 咽隐窝 307
 pharyngeal tonsil 咽扁桃体 307
 pharyngeal tubercle 咽结节 57
 pharyngeal veins 咽静脉 893
 pharyngeal venous plexus 咽静脉丛 893
 pharyngobasilar fascia 咽颌底筋膜 308
 pharyngotympanic tube 咽鼓管 1823
 pharynx 咽 423
 philtrum 人中 269
 phrenic ganglia 膈神经节
 phrenic nerve 膈神经 1534
 phrenic nucleus 膈神经核 1085
 phrenicocolic ligament 膈结肠韧带 605
 phrenicomediastinal recess 膈纵隔隐窝 487
 phrenicosplenic ligament 脾肾韧带, *膈脾韧带 605
 pia mater 软膜 1394
 phagocyte 吞噬细胞
 photoreceptor cell 感光细胞, *视细胞 1758
 pineal gland 松果体, *松果腺 659
 pineal recess 松果体隐窝 659, 1383
 piriform aperture 梨状孔, *鼻前孔 84
 piriform recess 梨状隐窝 308
 piriformis lobe 梨状叶 1290
 piriformis 梨状肌 242
 pisiform bone 豌豆骨 101
 pisohamate ligament 豆钩韧带 151, 231
 pisometacarpal ligament 豆掌韧带 151, 231
 pituitary gland 垂体 644
 pivot joint 车轴关节 129
 pigment epithelial cell 色素上皮细胞 1756
 pigment epithelium layer [视网膜]色素上皮层 1756
 pinocytosis 胞饮作用 667
 pituicyte 垂体细胞 654, 1064
 plane joint 平面关节 129
 plane suture 平缝 123
 plantar aponeurosis 足底腱膜 259
 plantar calcaneocuboid ligament 跟骰足底韧带 169
 plantar calcaneonavicular ligament 跟舟足底韧带 168
 plantar cuboideonavicular ligament 骰舟足底韧带 170
 plantar cuneocuboid ligament 楔骰足底韧带 170
 plantar cuneonavicular ligaments 楔舟足底韧带 169
 plantar digital veins 趾足底静脉 919
 plantar intercuneiform ligaments 楔间足底韧带 170
 plantar interossei 骨间足底肌 254
 plantar ligaments 足底韧带 171
 plantar ligaments of tarsus 跗骨足底韧带 170
 plantar metatarsal arteries 足心动脉 875
 plantar metatarsal ligaments 跗骨足底韧带 171
 plantar metatarsal veins 足心静脉 919
 plantar tarsometatarsal ligaments 跗跖足底韧带 170
 plantaris 跖肌 250
 platysma 颈阔肌 198
 pleura 胸膜 482
 pleural recesses 胸膜隐窝 486
 pleuroperitoneal membrane 胸腹隔膜 619
 pneumatic bone 含气骨 19
 pons 脑桥 1130
 pontine cistern 桥池 1406
 pontine flexure 桥曲 1440
 pontine nucleus 脑桥核 1133
 pontine nucleus of trigeminal nerve 三叉神经脑桥核 1140
 pontobulbar body 桥延体核, *桥延体 1130
 pontocerebellar fibers 脑桥小脑纤维 1133
 pontocerebellar trigone 脑桥小脑三角 1130
 pontoreticulospinal tract 脑桥网状脊髓束 1104
 popliteal artery 腘动脉 871
 popliteal lymph nodes 腘淋巴结 993
 popliteal surface 腘面 110
 popliteal vein 腘静脉 919
 popliteus 腘肌 251
 postaortic lymph nodes 主动脉后淋巴结 980
 postcaval lymph nodes 腔静脉后淋巴结 980
 postcentral gyrus 中央后回 1271
 postcentral sulcus 中央后沟 1270
 postcommissural fornix 连合后穹隆 1297
 posterior ampullary nerve 后壶腹神经 1494
 posterior antebrachial cutaneous nerve 前臂后皮神

- 经 1553
- posterior atlantooccipital membrane 寰枕后膜 135
- posterior auricular artery 耳后动脉 806
- posterior auricular ligament 耳廓后韧带 1806
- posterior auricular nerve 耳后神经 1487
- posterior auricular vein 耳后静脉 889
- posterior axillary line 腋后线 264
- posterior basal segment(SX) 后底段 468
- posterior basal segmental bronchus(BX) 后底段支气管(BX) 464, 465
- posterior belly 后腹 201
- posterior brachial cutaneous nerve 臂后皮神经 1553
- posterior calcanean articular surface 后跟关节面 116
- posterior cerebral artery 大脑后动脉 1431
- posterior chamber 后房 1764
- posterior clinoid process 后床突 58
- posterior column of rugae 后褶柱 579
- posterior commissure 后连合, *上丘脑连合 1076, 1054
- posterior communicating artery 后交通动脉 1423
- posterior cranial fossa 颅后窝 84
- posterior cricoarytenoid 环杓后肌 445
- posterior cricoarytenoid ligament 环杓后韧带 443
- posterior cruciate ligament 后交叉韧带 163
- posterior crural intermuscular septum 小腿后肌间隔 258
- posterior deep temporal artery 颞深后动脉 870
- posterior ethmoidal foramen 筛后孔 53
- posterior ethmoidal nerve 筛后神经 1473
- posterior ethmoidal sinuses 后筛窦 67
- posterior external arcuate fibers 后外弓状纤维 110, 1120
- posterior external vertebral venous plexus 椎外后静脉丛 901
- posterior fasciculus proprius 后固有束 1105
- posterior femoral cutaneous nerve 股后皮神经 1579
- posterior fold of malleus 锤骨后襞 1821
- posterior fontanelle 后囟, *枕囟 89
- posterior funiculus 后索 1080
- posterior gastric artery 胃后动脉 845
- posterior gluteal line 臀后线 105
- posterior gray commissure 灰质后连合 1080
- posterior humeral circumflex artery 旋肱后动脉 820
- posterior horn 后角 1380
- posterior hypothalamic nucleus 下丘脑后核 1251
- posterior inferior cerebellar artery 小脑下后动脉 1430
- posterior inferior iliac spine 髂后下棘 105
- posterior intercostal arteries 肋间后动脉 839
- posterior intercostal veins 肋间后静脉 900
- posterior internal vertebral venous plexus 椎内后静脉丛 902
- posterior interosseous artery 骨间后动脉 832
- posterior interosseous nerve 骨间后神经 1556
- posterior interventricular branch 后室间支 741
- posterior interventricular groove 后室间沟 695
- posterior intraoccipital synchondrosis 枕内后结合 140
- posterior labial commissure 唇后连合 584
- posterior labial nerves 阴唇后神经 1591
- posterior labial veins 阴唇后静脉 913
- posterior lacrimal crest 泪后嵴 72
- posterior lateral nasal arteries 鼻后外侧动脉 810
- posterior ligament of fibular head 腓骨头后韧带 165
- posterior ligament of incus 砧骨后韧带 1821
- posterior limb of internal capsule 内囊后肢 1281
- posterior lobe of cerebellum 小脑后叶 1212
- posterior longitudinal ligament 后纵韧带 131
- posterior malleolar fold 锤骨后襞 1816
- posterior median septum 后正中隔 1079
- posterior mediastinal lymph nodes 纵隔后淋巴结 971
- posterior mediastinum 后纵隔 489
- posterior medial nucleus 后内侧核 1084
- posterior membranous ampulla 后膜壶腹 1832
- posterior meningeal artery 脑膜后动脉 808
- posterior meniscofemoral ligament 板股后韧带 163
- posterior nasal apertures 鼻后孔 81, 431
- posterior nasal spine 鼻后棘 74
- posterior palpebraledge 睑后缘 1771

- posterior papillary muscle 后乳头肌 698
- posterior parolfactory sulcus 后旁嗅沟 1273
- posterior parietal artery 顶叶后动脉 1427
- posterior perforated substance 后穿质, *脚间穿质 1075, 1145
- posterior pole of lens 晶状体后极 1766
- posterior process of talus 距骨后突 116
- posterior quadrangular lobule 方形小叶后部 1214
- posterior recess of tympanic membrane 鼓膜后隐窝 1822
- posterior root 后根, *感觉根 下根, *后根 1519, 1079
- posterior sacral foramina 骶后孔 40
- posterior scrotal nerves 阴囊后神经 1591
- posterior scrotal veins 阴囊后静脉 913
- posterior segmental artery 后段动脉 375
- posterior segmental bronchus(B I) 后段支气管(B I) 465
- posterior semicircular canal 后骨半规管 1829
- posterior semicircular duct 后膜半规管 1832
- posterior semilunar valve 后半月瓣 702
- posterior septal branches 鼻中隔后支 811
- posterior spinal artery 脊髓后动脉 1420, 1430
- posterior spinocerebellar tract 脊髓小脑后束 1100
- posterior sternoclavicular ligament 胸锁后韧带 143
- posterior sulcus of auricle 耳廓后沟 1805
- posterior superior iliac spine 髂后上棘 104
- posterior superior pancreaticoduodenal artery 胰十二指肠肠上后动脉 844
- posterior talar articular surface 后距关节面 117
- posterior talofibular ligament 距腓后韧带 166
- posterior temporal artery 颞叶后动脉 1428
- posterior temporal diploic vein 颞后板障静脉 892
- posterior tibial artery 胫后动脉 874
- posterior tibial lymph node 胫后淋巴结 993
- posterior tibial recurrent artery 胫后返动脉 876
- posterior tibial veins 胫后静脉 919
- posterior tibiofibular ligament 胫腓后韧带 165
- posterior tibiotalar part 胫距后部 166
- posterior triangle of neck 颈外侧区, *颈后三角 204
- posterior tubercle 后结节 36
- posterior tympanic artery 鼓室后动脉 806
- posterior vagal trunk 迷走神经后干 1510
- posterior vein of corpus callosum 胼胝体后静脉 1436
- posterior vein of left ventricle 左室后静脉 757
- posterior white commissure 白质后连合 1080
- posterointermediate sulcus 后中间沟 1079
- posterolateral central arteries 后外侧中央动脉 1432
- posterolateral nucleus 后外侧核 1086
- posterolateral sulcus 后外侧沟 1079
- posteromedial central arteries 后内侧中央动脉 1432
- postsulcal part 沟后部 285
- podocyte 足细胞 501
- polar cushion cell [肾小]球外系膜细胞, *极垫细胞 507
- postsynaptic membrane 突触后膜 1048
- pontine artery 脑桥动脉 1431
- posterior cardinal vein 后主静脉 1006
- preaortic lymph nodes 主动脉前淋巴结 980
- preauricular lymph nodes 耳前淋巴结 953
- precaval lymph nodes 腔静脉前淋巴结盲肠前淋巴结 978, 980
- precentral gyrus 中央前回 1270
- precentral sulcus 中央前沟 1270
- precommissural fornix 连合前穹窿 1297
- precomissural septum 连合前隔 1297
- precuneus 楔前叶 1271
- prelaryngeal lymph nodes 喉前淋巴结 955
- premolars 前磨牙, *双尖牙 278, 1276
- premotor area 运动前区 1313
- preoccipital incisure 枕前切迹 1073
- preoptic region 视前区 1250
- prepiriform area 梨状前区 1290
- prepericardial lymph nodes 心包前淋巴结 971
- prepuce of clitoris 阴蒂包皮 584
- prepuce of penis 阴茎包皮 554
- prepyloric vein 幽门前静脉 911
- prerubral region 被盖区, *红核前区 1248
- presacral nerve 上腹下丛, *骶前神经 1651
- presulcal part 沟前部 285

presynaptic membrane 突触前膜 1048
 pretectal area 顶盖前区 1152
 pretracheal layer 气管前层 204, 331
 pretracheal lymph nodes 气管前淋巴结 955
 prevertebral ganglion 椎前神经节 1617
 prevertebral layer 椎前部 205
 prevertebral lymph nodes 椎前淋巴结 969
 prevertebral part 椎前部 814
 prevesical lymph nodes 膀胱前淋巴结 982
 precapillary arteriole 毛细血管前微动脉 784
 precapillary sphincter 毛细血管前括约肌 784
 principal artery of thumb 拇主要动脉 830
 prominence of facial canal 面神经管凸 1814
 prominence of lateral semicircular canal 外半规管凸 1814
 promontory 岬 41, 1815
 pronator quadratus 旋前方肌 232
 pronator teres 旋前圆肌 231
 pronator tuberosity 旋前肌粗隆 97
 proper hepatic artery 肝固有动脉 374, 841
 proper ligament of ovary 卵巢固有韧带 559
 proper palmar digital nerves 指掌侧固有神经 1547, 1585
 proper plantar digital arteries 趾足底固有动脉 875
 proprioceptor 本体感受器 1057
 prostate gland 前列腺 544
 prostatic capsule 前列腺[纤维]囊 522
 prostatic fascia 前列腺筋膜 631
 prostatic sinus 前列腺窦 525
 prostatic utricle 前列腺小囊 525
 prostatic venous plexus 前列腺静脉丛 913
 proximal phalanx 近节指骨 近节趾骨 103, 121
 proximal radioulnar joint 桡尺近侧关节 147
 primary follicle 初级卵泡 561
 primary ossification center 初级骨化中心 27
 primary spermatocyte 初级精母细胞 533
 primordial follicle 原始卵泡 560
 primordium of neural crest 神经嵴原基 1439
 proliferative phase 增生期, * 卵泡期 570
 proximal tubule 近端小管 499
 primitive mouth 原口 416
 primordial germ cell 原始生殖细胞 596
 pronephros 原肾, * 前肾 591
 psalterium 琴 1217
 psoas major 腰大肌 242
 psoas minor 腰小肌 242
 pseudounipolar neuron 假单极神经元 1041
 pterygoid branches 翼肌支 810
 pterygoid canal 翼管 60
 pterygoid fossa 翼窝 60
 pterygoid fovea 翼肌凹 79
 pterygoid hamulus 翼钩 60
 pterygoid notch 翼切迹 60
 pterygoid process 翼突 60
 pterygoid tuberosity 翼肌粗隆 78
 pterygoid venous plexus 翼静脉丛 888
 pterygomandibular raphe 翼突下颌缝 196
 pterygomaxillary fissure 翼上颌裂 88
 pterygopalatine fossa 翼腭窝 88
 pterygopalatine ganglion 翼腭神经节 1489
 pterygopharyngeal part 翼咽部 309
 pterygospinous ligament 翼棘韧带 140
 pubic arch 耻骨弓 107
 pubic region 耻区, * 腹下区 265
 pubic symphysis 耻骨联合 156
 pubic tubercle 耻骨结节 106
 pubis 耻骨 106
 pubococcygeus 耻尾肌 360, 626
 pubofemoral ligament 耻股韧带 158
 puboprostatic ligament 耻骨前列腺韧带 631
 puborectalis 耻骨直肠肌 625
 pubovaginalis 耻骨阴道肌 626
 pubovesical ligament 耻骨膀胱韧带 322
 pudendal cleft 女阴裂 584
 pudendal nerve 阴部神经 1589
 pulmonary ligament 肺韧带 482
 pulmonary trunk 肺动脉干 795
 pulmonary veins 肺静脉 797
 pulp canal 牙根管 271
 pulp cavity 牙腔, * 髓腔 270
 pulp chamber 牙冠腔 270
 pulvinar 丘脑枕 1230
 pupil 瞳孔 1751
 pupillary margin 瞳孔缘 1751
 pulmonary alveolar macrophage 肺泡巨噬细胞

- pulmonary alveolus 肺泡 473
 pulmonary epithelial cell 肺泡上皮细胞 473
 pulmonary lobule 肺小叶 457
 pulmonary plexus 肺丛 1649
 Purkinje fiber 浦肯野纤维 707
 pyloric antrum 幽门窦 321
 pyloric canal 幽门管 321
 pyloric lymph nodes 幽门淋巴结 976
 pyloric orifice 幽门, * 幽门口 320
 pyloric part 幽门部 320
- quadrangular membrane 方形膜 443
 quadrate ligament 方形韧带 148
 quadrate lobe 方叶 367
 quadrate muscle 方形肌 186
- radial artery 桡动脉 827
 radial artery of index 示指桡侧动脉 830
 radial carpal collateral ligament 腕桡侧副韧带 151
 radial collateral artery 桡侧副动脉 825
 radial collateral ligament 桡侧副韧带 148
 radial fossa 桡窝 95
 radial nerve 桡神经 1553
 radial recurrent artery 桡侧返动脉 829
 radial tuberosity 桡骨粗隆 96
 radial veins 桡静脉 898
 radiate carpal ligament 腕辐状韧带 152
 radiate ligament of costal head 肋头辐状韧带 137
 radiate sternocostal ligaments 胸肋辐状韧带 138
 radiation of corpus callosum 胼胝体辐射 1283
 radicular pulp 牙根髓 271
 radiocarpal joint 桡腕关节 150
 radius 桡骨 96
 raphe of pharynx 咽缝 309
 raphe of scrotum 阴囊缝 551
 raphe penis 阴茎缝 553
- pyloric sphincter 幽门括约肌 324
 pyramid : 岩部, * 锥体 63, 1111
 pyramid of vermis 蚓锥体 1213
 pyramidal eminence 锥隆起 1814
 pyramidal system 1361
 pyramidal lobe 锥状叶 663
 pyramidal process 锥突 74
 pyramidal tract 锥体束 1102, 1130
 pyramidalis 锥状肌 216
 pyloric gland 幽门腺 323
- ### Q
- quadratus femoris 股方肌 244
 quadratus lumborum 腰方肌 218
 quadratus plantae 足底方肌, * 副屈肌 254
 quadriceps femoris 股四头肌 245
- ### R
- radial neuroglia cell [视网膜]放射状胶质细胞, * 米勒细胞 1762
 Ranvier node 郎飞结, * 郎氏结 1050
 Rathke pouch 拉特克囊 652
 receptor 感受器 1036, 1057
 rectal venous plexus 直肠静脉丛 915
 rectouterine fold 直肠子宫襞 571
 rectouterine muscle 直肠子宫肌 571
 rectouterine pouch 直肠子宫陷凹 571, 613
 rectovaginal septum 直肠阴道隔 579, 631
 rectovesical septum 直肠膀胱隔 631
 rectum 直肠 356
 rectus abdominis 腹直肌 216
 rectus capitis anterior 头前直肌 202
 rectus capitis lateralis 头外侧直肌 203
 rectus capitis posterior major 头后大直肌 213
 rectus capitis posterior minor 头后小直肌 213
 rectus femoris 股直肌 245
 recurrent artery 长中央动脉, * 返动脉 1427
 recurrent interosseous artery 骨间返动脉 832
 recurrent laryngeal nerve 喉返神经 1506

- red bone marrow 红骨髓 20
- red nucleus 红核 1154
- reflected ligament 反转韧带 216
- reflex arc 反射弧 1039
- regional anatomy 局部解剖学 1
- renal artery 肾动脉 851
- renal columns 肾柱 497
- renal cortex 肾皮质 496
- renal fascia 肾筋膜 508
- renal hilum 肾门 495
- renal impression 肾压迹 373
- renal lobe 肾叶 495
- renal medulla 肾髓质 496
- renal papilla 肾乳头 497
- renal plexis 肾盂 497
- renal plexus 肾丛 513
- renal pyramid 肾锥体 496
- renal segments 肾段 497
- renal sinus 肾窦 496
- renal veins 肾静脉 904
- respiratory apparatus 呼吸系统 429
- respiratory bronchioles 呼吸性细支气管 470, 472
- respiratory region 呼吸区 432
- restiform body 小脑下脚, * 绳状体 1120
- reticular formation 网状结构 1038, 1080, 1165
- reticular formation of brain stem 脑干网状结构 1165
- reticular zone 网状带 1115
- reticular part 网状部 1157
- reticulocerebellar fibers 网状小脑纤维 1222, 1120
- reticulospinal tract 网状脊髓束 1104
- reticulobulbar fibers 网状延髓纤维 1179
- retina 视网膜 1752
- retrocecal lymph nodes 盲肠后淋巴结 978
- retrocecal recess 盲肠后隐窝 610
- retroduodenal recess 十二指肠后隐窝 609
- retromandibular vein 下颌后静脉 887
- retroolivary sulcus 橄榄后沟 1111
- retroperitoneal space 腹膜后[间]隙 615
- retropharyngeal lymph nodes 咽后淋巴结 957
- retropharyngeal space 咽后间隙 205, 306
- retrosterolateral nucleus 后外侧后核 1080
- reuniens nucleus 连结核 1232
- red pulp 红髓 999
- renal capsule 肾小囊, * 鲍曼囊 501
- renal corpuscle 肾小体 499
- renal tubule 肾小管 499
- reticular cell 网状细胞 397, 931
- Retzius line 釉质生长线, * 雷丘斯[生长]线 302
- recto-vaginal septum 直肠阴道隔 579
- rhinencephalon 嗅脑 1285, 1298
- rhombencephalic isthmus 菱脑峡 1130
- rhomboid fossa 菱形窝 1112
- rhomboidal nucleus 菱形核 1232
- rhomboideus major 大菱形肌 210
- rhomboideus minor 小菱形肌 210
- ribs 肋 47
- right atrioventricular orifice 右房室口 698
- right atrioventricular valve 右房室瓣, * 三尖瓣 198
- right atrium 右心房 697
- right auricle 右心耳 697
- right brachiocephalic vein 右头臂静脉 884
- right bundle branch 右束支 720
- right colic artery 右结肠动脉 847
- right colic flexure 结肠右曲 353
- right colic lymph nodes 右结肠淋巴结 978
- right colic vein 右结肠静脉 909
- right coronary artery 右冠状动脉 736
- right coronary vein 心中静脉, * 右冠状静脉 757
- right fibrous trigone 右纤维三角 703
- right gastric lymph nodes 胃右淋巴结 976
- right gastric vein 胃右静脉 911
- right gastroepiploic artery 胃网膜右动脉 843
- right gastroepiploic vein 胃网膜右静脉 910
- right gastrointestinal lymph nodes 胃网膜右淋巴结 976
- right hepatic veins 肝右静脉 383, 903
- right inferior lobar bronchus 右下肺支气管 465
- right inferior pulmonary vein 右下肺静脉 797
- right lobe of liver 肝右叶 367
- right lumbar lymph nodes 右腰淋巴结 980
- right lung 右肺 461
- right lymphatic duct 右淋巴导管, * 右胸导管 953
- right margin of uterus 子宫右缘 570

right marginal vein 右缘静脉 750
 right middle lobar bronchus 右肺中叶支气管 465
 right principal bronchus 右主支气管 455
 right pulmonary artery 右肺动脉 785
 right semilunar valve 右半月瓣 702
 right superior lobar bronchus 右肺上叶支气管 464
 right superior pulmonary vein 右上肺静脉 797
 right suprarenal vein 右肾上腺静脉 904
 right triangular ligament 右三角韧带 365, 374
 right ventricle 右心室 698
 Riolan's muscle 眼轮匝肌睫部, *里奥朗肌 1772
 risorius 笑肌 195
 root cell 根细胞 1081
 root of nose 鼻根 429
 root of penis 阴茎根 553
 root of tongue 舌根 285

root of tooth 牙根 270
 rostral pole nucleus 嘴极核 1151
 rostral pontine reticular nucleus 脑桥嘴侧网状核 1168
 rostrum of corpus callosum 胼胝体嘴 1075, 1283
 rotator 回旋肌 213
 rotatores 回旋肌 213
 rotatores cervicis 颈回旋肌 213
 rotatores lumborum 腰回旋肌 213
 rotatores thoracis 胸回旋肌 213
 round ligament of uterus 子宫圆韧带 571
 rod cell 视杆细胞 1759
 rubroolivary tract 红核橄榄束 1118
 rubrospinal tract 红核脊髓束 1104
 Ruffini's corpuscle 鲁菲尼小体 1857
 rugae of vagina 阴道褶 579

S

sacciform recess 囊状隐窝 128
 saccular nerve 球囊神经 1494
 sacculae 球囊 1832
 sacral canal 骶管 41
 sacral cornu 骶角 40
 sacral curvature 骶曲 42
 sacral ganglia 骶神经节 1647
 sacral hiatus 骶管裂孔 40
 sacral lymph nodes 骶淋巴结 982
 sacral parasympathetic nucleus 骶副交感核 1089, 1631
 sacral plexus 骶丛 1577
 sacral tuberosity 骶粗隆 40
 sacral venous plexus 骶静脉丛 912
 sacral vertebrae 骶椎 39
 sacrococcygeal joint 骶尾关节, *荐尾关节 132
 sacroiliac joint 骶髂关节, *荐髂关节 155
 sacrospinous ligament 骶棘韧带 156
 sacrotuberous ligament 骶结节韧带 156
 sacrum 骶骨, *荐骨 39
 saddle joint 鞍状关节 129
 sagittal border 矢状缘 55

sagittal sulcus 上矢状窦沟 52, 55
 sagittal suture 矢状缝 55
 salpingopalatine fold 咽鼓管腭壁 306
 salpingopharyngeal fold 咽鼓管咽壁 306
 salpingopharyngeus 咽鼓管咽肌 306
 saphenous branch 隐支 868
 saphenous hiatus 隐静脉裂孔, *卵圆窝 257
 saphenous nerve 隐神经 1573
 sartorius 缝匠肌 245
 sarcomere 肌[原纤维]节 175
 sarcoplasmic reticulum 肌质网, *肌浆网 175
 scalenus anterior 前斜角肌 203
 scalenus medius 中斜角肌 203
 scapha 耳舟 1805
 scaphoid bone 手舟骨 99
 scaphoid fossa 舟状窝 60
 scapula 肩胛骨 91
 scapular line 肩胛线 264
 scapular notch 肩胛切迹 91
 sciatic bursa of gluteus maximus 臀大肌坐骨囊 243
 sciatic nerve 坐骨神经 1581

sclera 巩膜 1744
 scrotal raphe 阴囊缝 551
 scrotal septum 阴囊中隔 552
 scrotum 阴囊 551
 scala tympani 鼓室阶, * 鼓阶 1830
 scala vestibuli 前庭阶 1830
 Schlemm's canal 巩膜静脉窦, * 施莱姆管 1740
 Schmidt-Lantermann incisure 髓鞘切迹, * 施-兰切迹 660
 scleral spur 巩膜距 1747
 scleral venous sinus 巩膜静脉窦, * 施莱姆管 1740
 sebaceous glands 皮脂腺 1863
 second rib 第二肋 48
 secondary fissure 次裂, * 锥后裂 1213
 secondary motor area 第二运动区 1315
 secondary tympanic membrane 第二鼓膜 1815
 secretory cell 分泌细胞 473
 segmental bronchi 肺段支气管 463
 segments of spinal cord 脊髓节段 1079
 sella turcica 蝶鞍 58
 sellar joint 鞍状关节 129
 semicanal for auditory tube 咽鼓管半管 65
 semicanal for tensor tympani 鼓膜张肌半管 65
 semilunar fold 半月襞 297
 semilunar folds of colon 结肠半月襞 349
 semilunar hiatus 半月裂孔 433
 semimembranosus 半膜肌 247
 seminal colliculus 精阜 525
 semispinalis 半棘肌 213
 semispinalis capitis 头半棘肌 213
 semispinalis cervicis 颈半棘肌 213
 semispinalis thoracis 胸半棘肌 213
 semitendinosus 半腱肌 247
 sensory neuron 感觉神经元 1036
 sensory organs 感觉器 1737
 sensory root 感觉根 1468, 1490
 septal area 隔区 1273, 1289
 septal cartilage of nose 鼻中隔软骨 430
 septal nuclei 隔核 1289
 septomarginal fasciculus 隔缘束 1096
 septum glandis 阴茎头中隔 554
 septum of cavernous bodies 海绵体中隔 585
 septum of dura mater 硬脑膜隔 1399
 septum of frontal sinus 额窦中隔 53
 septum of musculotubal canal 肌咽鼓管隔 65
 septum of scrotum 阴囊中隔 552
 septum of sphenoidal sinus 蝶窦中隔 61
 septum of tongue 舌中隔 289
 septum pellucidum 透明隔 1075, 1297
 septum penis 阴茎中隔 553
 serial synapses 连续突触 1049
 serous pericardium 浆膜心包 763
 serrate suture 锯齿缝 123
 serratus anterior 前锯肌 207
 serratus posterior inferior 下后锯肌 210
 serratus posterior superior 上后锯肌 210
 sesamoid bone 籽骨 103, 191
 sesamoid cartilage 籽软骨 442
 secondary follicle 次级卵泡 562
 secondary spermatocyte 次级精母细胞 534
 secondary somatosensory area 第 I 躯体感觉区 1319
 sensory nerve ending 感觉神经末梢 1057
 serous membrane 浆膜 602
 Sertoli cell * 塞托利细胞, [睾丸]支持细胞 536
 septum primum 第一房间隔 1010
 septum secundum 第二房间隔 1010
 septum transversum 原始横膈 618, 1008
 shaft 骨干, * 骨体 19
 shaft of clavicle 锁骨体 93
 shaft of femur 股骨体 110
 shaft of fibula 腓骨体 114
 shaft of humerus 肱骨体 95
 shaft of metacarpal bone 掌骨体 102
 shaft of metatarsal bone 跖骨体 120
 shaft of phalanx 指骨体 趾骨体 103, 121
 shaft of radius 桡骨体 96
 shaft of rib 肋体 48
 shaft of tibia 胫骨体 112
 shaft of ulna 尺骨体 99
 sheath of rectus abdominis 腹直肌鞘 218
 sheath of optic nerve 视神经鞘 1457
 sheath of styloid process 茎突鞘 65
 short bone 短骨 19
 short central artery 短中央动脉 1427

short ciliary nerves 睫状短神经 1464
 short crus 短脚 1819
 short gastric arteries 胃短动脉 845
 short gastric veins 胃短静脉 907
 short gyri of insula 岛短回 1272
 short head 短头 228
 shoulder girdle 上肢带骨, * 肩带骨 91
 shoulder joint 肩关节 145
 sharpey's fiber 穿通纤维, * 沙比纤维 26
 sheathed capillary 鞘毛细血管, * 鞘动脉 1002
 sigmoid arteries 乙状结肠动脉 848
 sigmoid colon 乙状结肠 354
 sigmoid lymph nodes 乙状结肠淋巴结 978
 sigmoid mesocolon 乙状结肠系膜 608
 sigmoid sinus 乙状窦 1401
 sigmoid sulcus 乙状窦沟 63
 sigmoid veins 乙状结肠静脉 909
 simple bony crus 单骨脚 1829
 simple joint 单关节 128
 simple lobule 单小叶 1212
 simple membranous crus 单膜脚 1832
 sinuatrial node 窦房结 709
 sinus of epididymis 附睾窦 530
 sinus of pulmonary trunk 肺动脉窦, * 肺动脉干窦 700
 sinus venarum cavarum 腔静脉窦 697
 sinus venosus sclerae 巩膜静脉窦 1740
 sinuses of dura mater 硬脑膜窦 1394
 sinus tubercle 窦结节, * 米勒结节 598
 situs inversus viscerum (拉)内脏反位 427
 skeletal muscle 骨骼肌 173
 skeletal system 骨骼系统 18
 skin 皮肤 1849
 skin ridges 皮嵴 1850
 skull 颅 140
 skull-cap 颅盖 80
 skeletal muscle fiber 骨骼肌纤维 173
 sliding filament hypothesis 肌丝滑动学说 180
 slit pore 裂孔 502
 small cardiac vein 心小静脉 757
 small intestine 小肠 334
 small saphenous vein 小隐静脉 917
 smallest cardiac veins 心最小静脉 743
 soft palate 软腭 294
 solar plexus 太阳丛 1649
 soleus 比目鱼肌 250
 solitary tract 孤束 1123
 somatic efferent nucleus 躯体传出核 1442
 solitary lymphoid nodule 孤立淋巴结 340
 somato-somatic synapse 体-体突触 1047
 somatotroph 生长激素细胞 647
 spaces of iridocorneal angle 虹膜角膜角隙, * 前房角隙 1763
 spermatic cord 精索 550
 sphenothmoidal recess 蝶筛隐窝 86
 sphenothmoidal suture 蝶筛缝 66
 sphenofrontal suture 蝶额缝 60
 sphenoid bone 蝶骨 57
 sphenoidal angle 蝶角 55
 sphenoidal concha 蝶甲 61
 sphenoidal crest 蝶嵴 58
 sphenoidal fontanelle 前外侧囟, * 蝶囟 89
 sphenoidal limbus 蝶棱 58
 sphenoidal lingula 蝶小舌 59
 sphenoidal process 蝶突 后突, * 蝶突 75
 sphenoidal rostrum 蝶嘴 58
 sphenoidal sinus 蝶窦 58, 435
 sphenomandibular ligament 蝶下颌韧带 141
 sphenoccipital synchondrosis 蝶枕结合 140
 sphenopalatine artery 蝶腭动脉 810
 sphenopalatine forament 蝶腭孔 74
 sphenoparietal sinus 蝶顶窦 1403
 sphenoparietal suture 蝶顶缝 53, 55
 sphenopetrosal fissure 蝶岩裂 60, 65, 81
 sphenopetrosal synchondrosis 蝶岩结合 140
 sphenosquamosal suture 蝶鳞缝 63
 sphenozygomatic suture 蝶颞缝 60
 spherical recess 球囊隐窝 1828
 spheroid joint 球窝关节, * 杵臼关节 129
 sphincter 括约肌 186
 sphincter of common bile duct 胆总管括约肌 404
 sphincter of hepatopancreatic ampulla 肝胰壶腹括约肌 404
 sphincter of urethra 尿道括约肌 628
 sphincter pupillae 瞳孔括约肌 1752
 spinal arachnoid mater 脊髓蛛网膜 1395

- spinal dura mater 硬脊膜 1394
 spinal ganglia 脊神经节 1070, 1079, 1520
 spinal middle anterior vein 脊髓前正中静脉 1421
 spinal middle posterior vein 脊髓后正中静脉 1421
 spinal nerves 脊神经 1070, 1079, 1518
 spinal nucleus of trigeminal nerve 三叉神经脊束核 1469
 spinal pia mater 软脊膜 1396
 spinal roots 脊髓根, * 脊髓部 1512
 spinalis 棘肌 213
 spinalis capitis 头棘肌 213
 spinalis cervicis 颈棘肌 213
 spinalis thoracis 胸棘肌 213
 spine of helix 耳轮棘 1806
 spine of scapula 肩胛冈 92
 spino-cortico tract 脊髓皮质束 1102
 spinovestibular tract 脊髓前庭束 1102
 spinoolivary tract 脊髓橄榄束 1102, 1359
 spinoreticular tract 脊髓网状束 1101, 1172
 spinotectal tract 脊髓顶盖束 1101, 1359
 spinous process 棘突 35
 spiral branches 螺旋支 858
 spiralcanal of modiolus 蜗轴螺旋管 1830
 spiral ganglion of cochlea 蜗神经节, * 蜗螺旋神经节 1495, 1830
 splanchnology 内脏学 263
 spleen 脾 997
 splenic artery 脾动脉 844
 splenic lymph nodes 脾淋巴结 977
 splenic recess 脾隐窝 609
 splenic vein 脾静脉 907
 splenium of corpus callosum 胼胝体压部 1075, 1283
 splenius capitis 头夹肌 211
 splenius cervicis 颈夹肌 212
 splenorenal ligament 脾肾韧带, * 膈脾韧带 605
 spongy bone 海绵质骨 20
 spermatogenic cell 生精细胞 532
 spermatogonium 精原细胞 532
 spermatozoon 精子 535
 spiral ligament 螺旋韧带 1830
 spiral organ of Corti 螺旋器, * 科蒂器 1833
 splenic cord 脾索 1000
 splenic nodule 脾小结 999
 splenic sinusoid 脾[血]窦 1001
 spongy bone 骨松质, * 松质骨 20
 squamosal border 鳞缘 55
 squamosal margin 鳞缘 60
 squamous part 鳞部 62
 squamous suture 鳞缝 55, 123
 stalk of epiglottis 会厌软骨茎 441
 stapedial fold 镫骨襞 1821
 stapedial nerve 镫骨肌神经 1487
 stapedius 镫骨肌 201, 1821
 statoconia 位觉砂, * 耳石 1835
 statoconic membrane 位觉砂膜, * 耳石膜 1835
 stellate ganglion 颈胸神经节, * 星状神经节 1638
 sternal angle 胸骨角 46, 140
 sternal articular facet 胸骨关节面 93
 sternal line 胸骨线 264
 sternal synchondroses 胸骨结合 140
 sternoclavicular joint 胸锁关节 142
 sternocleidomastoid 胸锁乳突肌 200, 142
 sternocleidomastoid vein 胸锁乳突肌静脉 894
 sternocostal joints 胸肋关节 138
 sternocostal synchondrosis of first rib 第一肋胸肋结合 138
 sternohyoid 胸骨舌骨肌 201
 sternopericardial ligaments 胸骨心包韧带 762
 sternothyroid 胸骨甲状肌 201
 sternum 胸骨 45
 stomach 胃 320
 straight arterioles 直小动脉 503
 straight seminiferous tubules 精直小管, * 直细精管 531
 straight sinus 直窦 1400
 straight gyrus 直回 1270
 stratum zonale 带状层 1231, 1147
 stratum cinereum 灰质层 1147
 stratum opticum 视层 1147
 stratum lemnisci 丘系层 1144
 striae medullares [第四脑室]髓纹 1112
 striatocapsular artery 纹状体内囊动脉 1423
 stylohyoid 茎突舌骨肌 201
 stylohyoid branch 茎突舌骨肌支 1487

- styloid process 茎突 97, 99, 102
 styloid prominence 茎突凸 1814
 stylomandibular ligament 茎突下颌韧带 141
 stylomastoid foramen 茎乳孔 65
 stylomastoid vein 茎乳静脉 888
 stylopharyngeus 茎突咽肌 311
 stellate cell 肝星状细胞 397
 stellate vein 星状静脉 330
 subarachnoid space 蛛网膜下隙 1395
 subarcuate fossa 弓状下窝 64
 subclavian artery 锁骨下动脉 12
 subclavian groove 锁骨下肌沟 93
 subclavian nerve 锁骨下肌神经 1538
 subclavian plexus 锁骨下动脉丛 1639
 subclavian vein 锁骨下静脉 898
 subclavius 锁骨下肌 206
 subcommissural organ 连合下器 1390, 1244
 subcostal artery 肋下动脉 839
 subcostal nerve 肋下神经 1562
 subcostal vein 肋下静脉 900
 subcostales 肋下肌 208
 subcuneiform nucleus 楔形下核 1168
 subcutaneous infrapatellar bursa 髌下皮下囊 163
 subcutaneous prepatellar bursa 髌前皮下囊 163
 subcutaneous tissue 皮下组织 1856
 subdeltoid bursa 三角肌下囊 224
 subdural space 硬膜下隙 1395
 subfascial prepatellar bursa 髌前筋膜下囊 163
 subfornical organ 穹隆下器 1390, 1244
 subiculum 下托 1293
 sublentiform part 豆状核下部 1281
 sublingual artery 舌下动脉 804
 sublingual caruncle 舌下阜 288
 sublingual fold 舌下襞 288
 sublingual fossa 舌下腺凹 77
 sublingual gland 舌下腺 301
 sublingual nucleus 舌底核 1126
 sublingual nerve 舌底神经 1477
 sublingual vein 舌下静脉 894
 submandibular duct 下颌下腺管 301
 submandibular fossa 下颌下腺凹 77
 submandibular ganglion 下颌下神经节 1491
 submandibular gland 下颌下腺 301
 submandibular lymph nodes 下颌下淋巴结 955
 submandibular nerve 下颌神经
 submandibular triangle 下颌下三角, * 二腹肌三角
 203
 submental artery 颏下动脉 805
 submental lymph nodes 颏下淋巴结 955
 submental triangle 颏下三角 203
 submental vein 颏下静脉 887
 submucous plexus 粘膜下丛 1631, 1651, 1674
 submuscular bursa 肌下囊 190
 suboccipital muscles 枕下肌 213
 suboccipital nerve 枕下神经 1525
 subparietal sulcus 顶下沟 1270
 subpia space 软膜下隙 1397, 1408
 subpubic angle 耻骨下角 107
 subpyloric lymph nodes 幽门下淋巴结 976
 subsarcolemmal cisternae 肌膜下池 707
 subscapular artery 肩胛下动脉 819
 subscapular branches 肩胛下支 816
 subscapular fossa 肩胛下窝 91
 subscapular lymph nodes 肩胛下淋巴结 966
 subscapular nerves 肩胛下神经 1543
 subscapular vein 肩胛下静脉 898
 subscapularis 肩胛下肌 225
 substantia nigra 黑质 1157
 subtalar joint 距下关节, * 距跟关节 167
 subtendinous bursa 腱下囊 190
 subtendinous bursa of iliacus 髂肌腱下囊 242
 subtendinous bursa of infraspinatus 冈下肌腱下囊
 224
 subtendinous bursa of latissimus dorsi 背阔肌腱下囊
 210
 subtendinous bursa of obturator internus 闭孔内肌
 腱下囊 242
 subtendinous bursa of subscapularis 肩胛下肌腱下
 囊 225
 subtendinous bursa of teres major 大圆肌腱下囊
 224
 subtendinous bursa of tibialis anterior 胫骨前肌腱
 下囊 249
 subtendinous bursae of sartorius 缝匠肌腱下囊
 245
 subtendinous prepatellar bursa 髌前腱下囊 163

- subthalamus 底丘脑, *腹侧丘脑 1247
- sulcomarginal fasciculus 沟缘束 1105, 1135
- sulcal artery 沟动脉 1420
- sulcus for greater petrosal nerve 岩大神经沟 64
- sulcus for inferior petrosal sinus 岩下窦沟 57
- sulcus for lesser petrosal nerve 岩小神经沟 64
- sulcus for middle meningeal artery 脑膜中动脉沟 52
- sulcus for middle temporal artery 颞中动脉沟 63
- sulcus for occipital artery 枕动脉沟 63
- sulcus for radial nerve 桡神经沟 95
- sulcus for sigmoid sinus 乙状窦沟 57, 63
- sulcus for spinal nerve 脊神经沟 36
- sulcus for subclavian artery 锁骨下动脉沟 48
- sulcus for subclavian vein 锁骨下静脉沟 48
- sulcus for superior petrosal sinus 岩上窦沟 65
- sulcus for superior sagittal sinus 上矢状窦沟 55
- sulcus for tendon of flexor hallucis longus 踇长屈肌腱沟 116, 117
- sulcus for tendon of peroneus longus 腓骨长肌腱沟 117
- sulcus for transverse sinus 横窦沟 55
- sulcus for vena cava 腔静脉沟 366
- sulcus limitans 界沟 85, 1439
- sulcus of crus of helix 耳轮脚沟 1805
- sulcus of promontory 岬沟 1815
- sulcus of pterygoid hamulus 翼钩沟 60
- sulcus of talus 距骨沟 116
- sulcus of wrist 腕骨沟 99
- sulcus prechiasmaticus 交叉前沟 58
- superciliary arch 眉弓 52
- superficial anterior cervical lymph nodes 颈前浅淋巴结, *颈前静脉淋巴结 955
- superficial cerebral veins 大脑浅静脉 1433
- superficial cervical artery 浅支, *颈浅动脉 816
- superficial cubital lymph nodes 肘浅淋巴结 964
- superficial epigastric artery 腹壁浅动脉 64
- superficial fascia 浅筋膜, *皮下筋膜 190, 256
- superficial fascia of penis 阴茎浅筋膜 554
- superficial fascia of perineum 会阴浅筋膜 632
- superficial iliac circumflex artery 旋髂浅动脉 865
- superficial iliac circumflex vein 旋髂浅静脉 917
- superficial inguinal lymph nodes 腹股沟浅淋巴结 993
- superficial inguinal ring 腹股沟管浅环, *腹股沟管皮下环 217
- superficial lateral cervical lymph nodes 颈外侧浅淋巴结 956
- superficial middle cerebral veins 大脑中浅静脉 1434
- superficial palmar arch 掌浅弓 833
- superficial palmar branch 掌浅支 829
- superficial palmar venous arch 掌浅静脉弓 898
- superficial parotid lymph nodes 腮腺浅淋巴结 953
- superficial perineal space 会阴浅[间]隙 632
- superficial peroneal nerve 腓浅神经 1587
- superficial plantar arch 足底浅弓 876
- superficial popliteal lymph nodes 腘浅淋巴结 993
- superficial posterior sacrococcygeal ligament 骶尾后浅韧带 133
- superficial temporal artery 颞浅动脉 806
- superficial temporal nerves 颞浅神经 1478
- superficial temporal veins 颞浅静脉 888
- superficial transverse muscle of perineum 会阴浅横肌 627
- superficial veins of lower limb 下肢浅静脉 916
- superficial veins of upper limb 上肢浅静脉 895
- superior anastomotic vein 上吻合静脉 1434
- superior aperture of thorax 胸廓上口, *胸廓入口 50
- superior auricular ligament 耳廓上韧带 1806
- superior bulb of internal jugular vein 颈静脉上球 893
- superior cerebellar artery 小脑上动脉 1431
- superior cerebellar peduncle 小脑上脚, *结合臂 1130
- superior cerebellar veins 小脑上静脉 1436
- superior cerebral veins 大脑上静脉 1433
- superior cervical cardiac nerve 颈上心神经 1637
- superior cervical ganglion 颈上神经节 1634
- superior clunial nerves 臀上皮神经 1527
- superior colliculus 上丘 1145
- superior conjunctival fornix 结膜上穹 1773
- superior constrictor of pharynx 咽上缩肌 309

superior deep lateral cervical lymph nodes 颈外侧上深淋巴结 956
 superior duodenal flexure 十二指肠上曲 334
 superior duodenal fold 十二指肠上襞, * 十二指肠空肠襞 609
 superior duodenal recess 十二指肠上隐窝 609
 superior epigastric artery 腹壁上动脉 817
 superior extensor retinaculum 伸肌上支持带 258
 superior fascia of pelvic diaphragm 盆膈上筋膜 631
 superior fovea 上凹 1113
 superior frontal gyrus 额上回 1270
 superior frontal sulcus 额上沟 1270
 superior ganglion 上神经节 1497, 1503
 superior gluteal artery 臀上动脉 861
 superior gluteal lymph nodes 臀上淋巴结 981
 superior gluteal nerve 臀上神经 1581
 superior gluteal veins 臀上静脉 912
 superior hypophysial artery 垂体上动脉 1423
 superior ileocecal recess 回盲上隐窝 610
 superior labial artery 上唇动脉 805
 superior labial vein 上唇静脉 887
 superior laryngeal artery 喉上动脉 803
 superior laryngeal nerve 喉上神经 1505
 superior laryngeal vein 喉上静脉 893
 superior lateral brachial cutaneous nerve 臂外侧上皮神经 1559
 superior ligament of incus 砧骨上韧带 1821
 superior ligament of malleus 锤骨上韧带 1821
 superior lingular bronchus(B IV) 上舌段支气管(B IV) 464, 467
 superior lobe of left lung 左肺上叶 460
 superior lobe of right lung 右肺上叶 461
 superior macula cribrosa 上筛斑 1827
 superior mediastinum 上纵隔 487
 superior medullary velum 上髓帆, * 前髓帆 1130, 1383
 superior mesenteric artery 肠系膜上动脉 845
 superior mesenteric lymph nodes 肠系膜上淋巴结 977
 superior mesenteric vein 肠系膜上静脉 909
 superior nasal concha 上鼻甲 67
 superior nasal meatus 上鼻道 86, 433
 superior nuchal line 上项线 56
 superior obliquus 上斜肌 1779
 superior olivary nucleus 上橄榄核 1137
 superior omental recess 网膜囊上隐窝 609
 superior ophthalmic vein 眼上静脉 1784
 superior orbital fissure 眶上裂 60, 85
 superior palpebral veins 上睑静脉 887
 superior pancreatic lymph nodes 胰上淋巴结 977
 superior pancreaticoduodenal lymph nodes 胰十二指肠上淋巴结 976
 superior parathyroid gland 上甲状旁腺 671
 superior parietal lobule 顶上小叶 1071
 superior pelvic aperture 骨盆上口, * 骨盆入口 107
 superior peroneal retinaculum 腓骨肌上支持带 259
 superior petrosal sinus 岩上窦 1401
 superior phrenic arteries 膈上动脉 839
 superior phrenic lymph nodes 膈上淋巴结 969
 superior phrenic veins 膈上静脉 902
 superior pubic ligament 耻骨上韧带 157
 superior ramus of pubis 耻骨上支 106
 superior recess of tympanic membrane 鼓膜上隐窝 1821
 superior rectal artery 直肠上动脉 849
 superior rectal lymph nodes 直肠上淋巴结 978
 superior rectal vein 直肠上静脉 909, 915
 superior rectus 上直肌 1777
 superior sagittal sinus 上矢状窦 1400
 superior salivatory nucleus 上涎核 1139
 superior segment 上段(SW) 467
 superior segmental artery 上段动脉 498
 superior segmental bronchus(B V) 上段支气管(B V) 464, 465
 superior semilunar lobule 上半月小叶 1212
 superior spermatic nerve 精索上神经 1683
 superior tarsalis 上睑板肌 1792
 superior tarsus 上睑板 1772
 superior temporal gyrus 颞上回 1271
 superior temporal line 上颞线 54
 superior temporal sulcus 颞上沟 1271
 superior thoracic artery 胸上动脉 818
 superior thyroid artery 甲状腺上动脉 803

- superior thyroid vein 甲状腺上静脉 894
- superior tracheobronchial lymph nodes 气管支气管上淋巴结 971
- superior transverse scapular ligament 肩胛上横韧带 144
- superior tympanic artery 鼓室上动脉 808
- superior ulnar collateral artery 尺侧上副动脉 827
- superior vena cava 上腔静脉 884
- superior vertebral notch 椎上切迹 35
- superior vesical arteries 膀胱上动脉 856
- superior vestibular area 前庭上区 1839
- superior vestibular nucleus 前庭上核 1134
- superolateral superficial inguinal lymph nodes 腹股沟上外侧浅淋巴结 993
- superomedial superficial inguinal lymph nodes 腹股沟上内侧浅淋巴结 993
- supinator 旋后肌 233
- supinator crest 旋后肌嵴 99
- supiacallosal gyrus 胼胝体下回 1072
- suprachiasmatic nucleus 交叉上核 1252
- supraclavicular lymph nodes 锁骨上淋巴结 956
- supraclavicular nerves 锁骨上神经 1533
- supracommisural septum 连合上隔 1097
- supraduodenal artery 十二指肠上动脉 844
- supraglenoid tubercle 孟上结节 92
- suprahyoid muscles 舌骨上肌 201
- supramarginal gyrus 缘上回 1271
- supramastoid crest 乳突上嵴 63
- suprameatal spine 道上棘 63
- supraoptic nucleus 视上核 1254
- supraoptic region 视上区 1250
- supraopticohypophyseal tract 视上垂体束 654, 1254
- supraorbital foramen 眶上孔 52
- supraorbital incisure 眶上切迹 52
- supraorbital margin 眶上缘 52, 84
- supraorbital nerve 眶上神经 1473
- supraorbital notch 眶上切迹 52
- supraorbital vein 眶上静脉 887
- suprapatellar bursa 髌上囊 160
- suprapineal recess 松果体上隐窝 1383
- suprapleural membrane 胸膜上膜 912
- suprapyloric lymph node 幽门上淋巴结 976
- suprarenal gland 肾上腺 674
- suprarenal impression 肾上腺压迹 373
- suprascapular artery 肩胛上动脉 815
- suprascapular nerve 肩胛上神经 1539
- suprascapular vein 肩胛上静脉 892, 899
- supraspinatus 冈上肌 224
- supraspinous fossa 冈上窝 91
- suprasternal notch 颈静脉切迹, 胸骨上切迹 45
- supratrochlear lymph nodes 滑车上淋巴结 964
- supratrochlear nerve 滑车上神经 1473
- supratrochlear veins 滑车上静脉 887
- supravaginal part of cervix 子宫颈阴道上部 571
- supraventricular crest 室上嵴 638
- supravesical fossa 膀胱上窝 611
- supreme intercostal artery 肋间最上动脉 813
- supreme nasal concha 最上鼻甲 67
- surgical anatomy 外科解剖学 1
- surgical neck 外科颈 95
- surgical trunk 外科干 910
- suspensory ligament of clitoris 阴蒂悬韧带 221
- suspensory ligament of ovary 卵巢悬韧带 559
- suspensory ligament of penis 阴茎悬韧带 221
- suspensory ligaments of breast 乳房悬韧带 587
- suspensory muscle of duodenum 十二指肠悬肌 336
- sustentaculum tail 载距突 117
- sympathetic ganglion 交感神经节 1631
- sympathetic part 交感部 1631
- sympathetic root 交感根 1463, 1490
- sympathetic trunk 交感干 1631
- symphyseal surface 耻骨联合面 106
- synapse 突触 1037, 1046
- synaptic cleft 突触间隙 1048
- synaptic glomerulus 突触[小]球 1247
- synaptosome 突触小体 1047
- synchondroses of cranium 颅结合 140
- syndesmosis 韧带连结 123
- synovial bursa 滑膜囊 190
- synovial fluid 滑液 128
- synovial fold 滑膜襞 128
- synovial joints 滑膜关节 127
- synovial membrane 滑膜 128
- synovial sheath of tendon 腱滑膜鞘 191

synovial sheaths of fingers 指滑膜鞘 231, 241
synovial villi 滑膜绒毛 128
synovial anatomy 系统解剖学 1

synaptic ribbon 突触带 659
synaptic vesicle 突触[小]泡, *突触囊泡 1760

11

taenia fornix 穹窿带 1297
tail of caudate nucleus 尾状核尾 1273
tail of epididymis 附睾尾 530
tail of helix 耳轮尾 1806
tail of pancreas 胰尾 410
talocalcaneal joint 距下关节, *距跟关节 167
talocalcaneonavicular joint 距跟舟关节 168
talocrural joint 距小腿关节, *踝关节 166
talonavicular ligament 距舟韧带 168
talus 距骨 115
tanycyte 伸展细胞 1064
tapetum 毯 1284
tarsal bones 跗骨 115
tarsal glands 睑板腺 1771
tarsal sinus 跗骨窦 117
tarsometatarsal joints 跗跖关节 170
tarsus 跗 跗骨 115
taste bud 味蕾 288
tactile corpuscle 触觉小体, *迈斯纳小体 1058
tarsal plate 睑板 1772
tectoreticular tract 顶盖网状束 1152
tectospinal tract 顶盖脊髓束 1104, 1152
tectopontine tract 顶盖脑桥束 1105, 1152
tectum of midbrain 中脑顶盖 1145
tectospinal fibers 顶盖脊髓纤维 1105
teeth 牙 270
tegmen tympani 鼓室盖 64
tegmental region[of Forel] 被盖区, *红核前区 1248
tegmental wall 盖壁 1814
tegmentoreticular nucleus of pons 脑桥被盖网状核 1170
tegmentum 被盖
tegmentum of pons 脑桥被盖部 1130
tela choroidea 脉络组织 1391
tela choroidea of fourth ventricle 第四脑室脉络组

T

织 1383
tela choroidea of third ventricle 第三脑室脉络组织 1382
telencephalon 端脑 1267
teloreceptor 远隔感受器 1057
temporal bone 颞骨 62
temporal fascia 颞筋膜 198
temporal fossa 颞窝 88
temporal line 颞线 52, 63
temporal lobe 颞叶 1271
temporal operculum 颞叶岛盖 1272
temporal polar artery 颞极动脉 1128
temporal pole 颞极 1073, 1267
temporal process 颞突 73
temporalis 颞肌 196
temporomandibular joint 颞下颌关节 141
temporoparietal muscle 颞顶肌 194
tendinous arch of levator ani 肛提肌腱弓 625
tendinous arch of pelvic fascia 盆筋膜腱弓 631
tendinous chiasma 腱交叉 231
tendinous intersection 腱划 186, 216
tendinous sheath 腱鞘 191
tendinous sheath of extensor pollicis longus 拇长伸肌腱鞘 232
tendinous sheath of flexor carpi radialis 桡侧腕屈肌腱鞘 231
tendinous sheath of flexor pollicis longus 拇长屈肌腱鞘 232
tendinous sheath of superior obliquus 上斜肌腱鞘 1779
tendinous sheaths of fingers 指腱鞘 241
tendo calcaneus 跟腱 250
tendon 腱 185
tenia choroidea 脉络带 1230
tenia of fourth ventricle 第四脑室带 1383
tensor fasciae latae 阔筋膜张肌 243

- tensor tympani 鼓膜张肌 1821
 tensor veli palatini 腭帆张肌 295
 tentorial hiatus 小脑幕裂孔 1399
 tentorial branch 小脑幕支 1405
 tentorial incisure 幕切迹 1399
 tentorium of cerebellum 小脑幕 1399
 teres major 大圆肌 224
 teres minor 小圆肌 224
 terminal bouton 终结 1047
 terminal cistern 终池 175, 1395
 terminal ganglion 终神经节 1455, 1617
 terminal nerve 终神经 1455, 1288
 terminal notch of ear 耳界切迹 1806
 terminal stria 终纹 1230, 1279
 terminal sulcus 界沟 285
 terminal ventricle 终室 1379, 1384, 1080
 terminal bronchiole 终末细支气管 470
 testicular lobule 睾丸小叶 530
 testicular artery 睾丸动脉 852
 testis 睾丸 530
 testicular cord 曲细精管索, * 睾丸索, * 生精小管索 596
 thalamic fasciculus 丘脑束, * H2区 1249
 thalamic medullary stria 丘脑髓纹 1230, 1243
 thalamic paraventricular nuclei 丘脑室旁核 1232
 thalamostriate fibers 丘脑纹体纤维 1274
 thalamic tenia 丘脑带 1230
 thalamolentiform part 丘脑豆状核部 1281
 thalamostriate vein 丘纹静脉 1436
 thalamus 背侧丘脑, * 丘脑 1230, 1075
 thermoreceptor 温度感受器 1057
 thigh bone 股骨 109
 third molar 迟牙, * 智牙, * 第三磨牙 278
 third occipital nerve 第三枕神经 1526
 third somatosensory area 第三躯体感觉区 1320
 third trochanter 第三转子 112
 third ventricle 第三脑室 1382
 thoracic aorta 胸主动脉, * 主动脉胸部 837
 thoracic cage 胸廓 50
 thoracic cardiac nerves 胸心神经 1641
 thoracic cavity 胸腔 50, 582
 thoracic curvature 胸曲 41
 thoracic ganglia 胸神经节 1641
 thoracic nerves 胸神经 1562
 thoracic part 胸部 813
 thoracic portion of autonomic nerve 自主神经胸部 1072
 thoracic splanchnic ganglion 胸内脏神经节 1643
 thoracic vertebrae 胸椎 37
 thoracoacromial artery 胸肩峰动脉 818
 thoracoacromial vein 胸肩峰静脉 898
 thoracodorsal artery 胸背动脉 820
 thoracodorsal nerve 胸背神经 1543
 thoracoepigastric veins 胸腹壁静脉 898
 thoracolumbar fascia 胸腰筋膜 214
 thymus 胸腺 933
 thyroarytenoid 甲杓肌 445
 thyrocervical trunk 甲状颈干 815
 thyroepiglottic ligament 甲状会厌韧带 444
 thyroglossal duct 甲状舌管 670, 285
 thyrohyoid 甲状舌骨肌 201
 thyrohyoid membrane 甲状舌骨膜 442
 thyroid articular surface 甲关节面 441
 thyroid cartilage 甲状软骨 439
 thyroid foramen 甲状软骨孔 440
 thyroid gland 甲状腺 662
 thyroid lymph nodes 甲状腺淋巴结 955
 thyropharyngeal part 甲咽部 310
 the cerebrospinal fluid-contacting neuronal system 接触脑脊液的神经关系系统 1387
 theca cell [卵泡]膜细胞 563
 theca externa 卵泡膜外层 562
 theca folliculi 卵泡膜 562
 theca interna 卵泡膜内层 563
 theca lutein cell 膜黄体细胞 564
 thin segment [髓襻]细段 505
 thymic corpuscle 胸腺小体, * 哈索尔小体 935
 thymic cortex 胸腺皮质 934
 thymic lobule 胸腺小叶 934
 thymic medulla 胸腺髓质 934
 thymocyte 胸腺细胞 934
 thymus dependent region 胸腺依赖区 938
 thyroid follicle 甲状腺滤泡 665
 thyroid gland 甲状腺 662
 thyrotroph 促甲状腺激素细胞 650
 tibial collateral ligament 胫侧副韧带 162

- tibial nerve 胫神经 1583
- tibial nutrient artery 胫骨滋养动脉 875
- tibial tuberosity 胫骨粗隆 112
- tibialis anterior 胫骨前肌 248
- tibialis posterior 胫骨后肌 251
- tibiocalcaneal part 胫跟部 166
- tibiofibular joint 胫腓关节 165
- tibiofibular syndesmosis 胫腓连结 165
- tibionavicular part 胫舟部 166
- tigroid body 光斑小体 1043
- tongue 舌 285
- tonsil of cerebellum 小脑扁桃体 1213
- tonsillar branch 扁桃体支 805
- tonsillar capsule 扁桃体囊 297
- tonsillar crypt 扁桃体隐窝 296
- tonsillar fossa 扁桃体窝 294
- tonsillar fossulae 扁桃体小窝 296
- tooth 牙 270
- topographic anatomy 局部解剖学 1
- torus of levator 提肌圆枕 307
- torus tubarius 咽鼓管圆枕 306
- Tomes' fiber 成牙本质细胞突, * 托姆斯纤维 419
- Tomes' granular layer 托姆斯颗粒层 272
- trabeculae of cavernous body of penis 阴茎海绵体小梁 555
- trabecular reticulum 小梁网, * 梳状韧带 1747
- trachea 气管 452
- tracheal branches 气管支 1506, 815
- tracheal cartilages 气管软骨 452
- tracheal muscle 气管肌 453
- tracheal veins 气管静脉 885
- tracheobronchial lymph nodes 气管支气管淋巴结 971
- tragal lamina 耳屏板 1806
- tragicus 耳屏肌 1807
- tragus 耳屏 1805
- transitional cell 移行细胞 707
- transverse acetabular ligament 髌臼横韧带 159
- transverse arytenoid 杓横肌 446
- transverse cervical artery 颈横动脉 816
- transverse cervical veins 颈横静脉 892, 899
- transverse colon 横结肠 353
- transverse costal fovea 横突肋凹 38
- transverse facial artery 面横动脉 806
- transverse fascia 腹横筋膜 221
- transverse fibers of pons 脑桥横行纤维 1133
- transverse folds of rectum 直肠横襞 357
- transverse foramen 横突孔 36
- transverse groove of antihelix 对耳轮横沟 1805
- transverse ligament of atlas 寰椎横韧带 135
- transverse ligament of knee 膝横韧带 163
- transverse mesocoln 横结肠系膜 608
- transverse muscle of tongue 舌横肌 291
- transverse nerve of neck 颈横神经 1532
- transverse occipital sulcus 枕横沟 1271
- transverse palatine folds 腭横襞 294
- transverse palatine suture 腭横缝 70
- transverse sinus of pericardium 心包横窦 703
- transverse sulcus 横窦沟 55
- transverse tarsal joint 跗横关节 169
- transverse temporal gyri 颞横回 1271
- transverse temporal sulci 颞横沟 1271
- transverse vesical fold 膀胱横襞 612
- transversospinales 横突棘肌 213
- transversus abdominis 腹横肌 217
- transversus auricularis 耳廓横肌 1807
- transversus thoracis 胸横肌 208
- trapezium bone 大多角骨 100
- trapezius 斜方肌 209
- trapezoid body 斜方体 1138
- trapezoid bone 小多角骨 100
- trapezoid ligament 斜方韧带 144
- triangular part 三角部 1270
- triceps brachii 肱三头肌 228
- tricuspid valve 右房室瓣, * 三尖瓣 698
- trigeminal ganglion 三叉神经节 1467
- trigeminal impression 三叉神经压迹 63
- trigeminal lemniscus 三叉丘脑束, * 三叉丘系 1141
- trigeminal nerve(V) 三叉神经(V) 1466
- trigeminal tubercle 三叉结节, * 灰小结节 1112
- trigeminothalamic tract 三叉丘脑束, * 三叉丘系 1141, 1335
- trigone of bladder 膀胱三角 518
- trigonum lemnisci 丘系三角 1130
- triquetral bone 三角骨 100

triticeal cartilage 麦粒软骨 442
trochanteric bursa of gluteus maximus 臀大肌转子囊 243
trochanteric bursa of gluteus medius 臀中肌转子囊 243
trochanteric bursa of gluteus minimus 臀小肌转子囊 244
trochanteric fossa 转子窝 109
trochlea 滑车 1779
trochlea of humerus 肱骨滑车 95
trochlea of phalanx 指骨滑车 趾骨滑车 103, 121
trochlea of talus 距骨滑车 116
trochlear fovea 滑车棘 53
trochlear nerve(N) 滑车神经(N) 1465
trochlear spine 滑车凹 53
trochoid joint 车轴关节 129
true ribs 真肋 47
trunk of corpus callosum 胼胝体干 1075, 1283
trabecular artery 小梁动脉 1001
transverse tubule 横小管, * T 小管 175
TSH cell 促甲状腺激素细胞
tubal extremity 输卵管端 557
tubal tonsil 咽鼓管扁桃体 307
tubal torus 咽鼓管圆枕 306
tuber cinereum 灰结节 1249, 1074
tuber of vermis 蚓结节 1213
tuberal nucleus 结节核 1256
tuberal region 结节区 1250
tubercle 上唇结节 269
tubercle for scalenus anterior 前斜角肌结节 48
tubercle of epiglottis 会厌结节 448
tubercle of iliac crest 髂结节 105
tubercle of scaphoid bone 舟骨结节 100
tubercle of trapezium bone 大多角骨结节 100
tuberculum sellae 鞍结节 58

tuberohypophyseal tract 结节漏斗束, * 结节垂体束 650
tuberoinfundibular tract 结节漏斗束, * 结节垂体束 1255
tuberosity for serratus anterior 前锯肌粗隆 48
tuberosity of cuboid bone 骰骨粗隆 120
tuberosity of distal phalanx 远节指骨粗隆 远节趾骨粗隆 103, 122
tuberosity of fifth metatarsal bone 第五跖骨粗隆 121
tuberosity of first metatarsal bone 第一跖骨粗隆 120
tuberosity of ischium 坐骨结节 106
tuberosity of navicular bone 舟骨粗隆 118
tuberosity of tibia 胫骨粗隆 112
tuberosity of ulna 尺骨粗隆 99
tunica vaginalis of testis 睾丸鞘膜 552
tunicae of spermatic cord 精索被膜 551
tunica albuginea testis [睾丸]白膜 530
tunica vasculosa testis [睾丸]血管膜 530
tuberculum impar 奇结节, * 正中舌隆突 421
tympanic canaliculus 鼓室小管 65
tympanic cavity 鼓室 1813
tympanic incisure 鼓切迹 1813
tympanic membrane 鼓膜 1813
tympanic nerve 鼓室神经 1498
tympanic opening of auditory tube 咽鼓管鼓室口 1823
tympanic plexus 鼓室丛 1499
tympanic ring 鼓环 65
tympanic sinus 鼓窦 63
tympanic veins 鼓室静脉 888
tympanic wall of cochlear duct 蜗管鼓壁, * 螺旋膜 1833
tympanomastoid fissure 鼓乳裂 63

U

ulna 尺骨 98
ulnar artery 尺动脉 830
ulnar carpal collateral ligament 腕尺侧副韧带 151

ulnar collateral ligament 尺侧副韧带 148
ulnar nerve 尺神经 1549
ulnar recurrent artery 尺侧返动脉 831

ulnar tuberosity 尺骨粗隆 99
 ulnar veins 尺静脉 898
 umbilical artery 脐动脉 1006, 856
 umbilical region 脐区 264
 umbilical ring 脐环 215
 umbo of tympanic membrane 鼓膜脐 1816
 umbilical fistula 脐瘘 427
 umbilical vein 脐静脉 1006
 uncinat gyrus 钩回 1293
 uncinat fasciculus 钩束 1282
 uncinat process 钩突 67, 410
 uncus 钩 1272
 unipennate muscle 半羽肌 186
 unipolar neuron 单极神经元 1040
 unmyelinate nerve fiber 无髓[神经]纤维 1049, 1051
 upper dental arch 上牙弓 270
 upper eyelid 上睑 1770
 upper lip 上唇 269
 urachus 脐尿管 594
 ureteric fold 输尿管襞 612
 ureteric orifice 输尿管口 519
 urethral artery 尿道动脉 858
 urethral bulbar artery 尿道球动脉 858
 urethral carina of vagina 阴道尿道隆嵴 579
 urethral lacunae 尿道陷窝 526
 urethral ridge 尿道嵴 525
 urethrovaginal sphincter 尿道阴道括约肌 629

vagal triangle 迷走神经三角 1113
 vagina 阴道 578
 vaginal artery 阴道动脉 858
 vaginal branches 阴道支, * 阴道奇动脉 858
 vaginal orifice 阴道口 579
 vaginal part of cervix 子宫颈阴道部 570
 vaginal process 鞘突, 茎突鞘 58
 vaginal venous plexus 阴道静脉丛 915
 vaginal vestibule 阴道前庭 584
 vagus nerve (X) 迷走神经(X) 1502
 vallate papillae 轮廓乳头 287
 valve of coronary sinus 冠状窦瓣 697
 valve of inferior vena cava 下腔静脉瓣 697

ureteric diverticulum 输尿管芽, * 输尿管憩室 591
 urethral gland 尿道腺, * 利特雷腺 526
 urinary bladder 膀胱 517
 urinary organs 泌尿器 494
 urogenital apparatus 泌尿生殖系统 494
 urogenital diaphragm 尿生殖膈 624
 urethro-vaginal septum 尿道阴道隔 528
 urogenital diaphragm 尿生殖膈 632
 urogenital membrane 尿[生]殖膜 426
 urogenital ridge 尿生殖嵴 591
 urogenital sinus 尿[生]殖窦 426, 594
 urorectal septum 尿直肠隔 594
 uterine artery 子宫动脉 858
 uterine extremity 子宫端 557
 uterine orifice 子宫口 570
 uterine orifice of uterine tube 输卵管子宫口 568
 uterine part 子宫部 568
 uterine tube 输卵管 567
 uterine venous plexus 子宫静脉丛 915
 uterovaginal plexus 子宫阴道丛 572
 uterus 子宫 569
 utricle 椭圆囊 1832
 utricular nerve 椭圆囊神经 1493
 utriculosaccular duct 椭圆球囊管 1832
 uvula 腭垂, * 悬雍垂 294
 uvula of vermis 蚓垂 1213
 uterine gland 子宫腺

V

valve of navicular fossa 舟状窝瓣 526
 valve of pulmonary trunk 肺动脉瓣, * 肺动脉干瓣 699
 valve of vein 静脉瓣 788
 vas deferens 输精管 542
 vascular cecal fold 盲肠血管襞 610
 vascular tunic of eyeball 眼球血管膜 1747
 vastus intermedius 股中间肌 245
 vastus lateralis 股外侧肌 245
 vastus medialis 股内侧肌 245
 vegetative nervous system 自主神经系统, * 内脏神经系统, * 植物性神经系统 1594
 vater ampulla Vater 壶腹 404

vein 静脉 788
 vein of lateral ventricle 脑室静脉 1436
 vein of pterygoid canal 翼管静脉 893
 vein of septum pellucidum 透明隔静脉 1436
 veins of vertebral column 脊柱静脉 901
 velum palatinum 腭帆 294
 vena caval foramen 腔静脉孔 223
 venous duct 静脉导管 1020
 venous plexus of foramen ovale 卵圆孔静脉丛 894
 venous plexus of hypoglossal canal 舌下神经管静脉丛 894
 venous sinus 静脉窦 1101
 venous valve 静脉瓣 788
 ventral amygdaloid pathway 右仁腹侧通路 1261
 ventral anterior nucleus 腹前核 1232
 ventral cochlear nucleus 蜗腹侧核 1136
 ventral intermediate nucleus 腹中间核, * 腹外侧核 1232
 ventral nuclear group 腹侧核群 1232
 ventral posterior nucleus 腹后核 1232
 ventral posterolateral nucleus 腹后外侧核 1232
 ventral posteromedial nucleus 腹后内侧核 1232
 ventral root 腹侧根 1521
 ventral sensory nucleus of vagus 迷走神经感觉腹核 1123
 ventral tegmental decussation 被盖腹侧交叉 1155
 ventral thalamus 底丘脑, * 腹侧丘脑 1247
 ventricle of fornia 穹窿室 1297
 ventricle 脑室 1379
 ventricle of larynx 喉室 448
 ventricular organ 脑室旁器 1389
 ventromedial nucleus 腹内侧核 1232
 vermiform appendix 阑尾 351
 vermis 小脑蚓 1212
 vertebra prominens 隆椎 37
 vertebrae 椎骨 34
 vertebral arch 椎弓 34
 vertebral artery 椎动脉 1429, 814
 vertebral basilar artery 椎基底动脉 1429
 vertebral body 椎体 34
 vertebral canal 椎管 34
 vertebral column 脊柱 34
 vertebral foramen 椎孔 34
 vertebral ganglion 椎神经节 1617, 1637
 vertebral groove 脊柱沟 42
 vertebral part 脊柱部 458
 vertebral plexus 椎动脉丛 1639
 vertebral vein 椎静脉 885
 vertical muscle of tongue 舌垂直肌 291
 vesical surface 膀胱面 544
 vesical uvula 膀胱垂 519
 vesical veins 膀胱静脉 915
 vesical venous plexus 膀胱静脉丛 914
 vesicouterine pouch 膀胱子宫陷凹 612
 vestibular aqueduct 前庭水管 1827
 vestibular area 前庭区 431, 1326, 1113
 vestibular bulbar vein 前庭球静脉 913
 vestibular cecum 前庭盲端 1832
 vestibular crest 前庭嵴 1827
 vestibular fissure 前庭裂 448
 vestibular fold 前庭襞 448
 vestibular ganglion 前庭神经节 1348, 1493
 vestibular ligament 前庭韧带 444
 vestibular nerve 前庭神经 1493
 vestibular nuclei 前庭神经核 1133
 vestibular wall of cochlear duct 蜗管前道壁, * 前庭膜 1833
 vestibule 前庭 1827
 vestibule of omental bursa 网膜囊前庭 609
 vestibulocerebellar tract 前庭小脑束 1221
 vestibulocochlear nerve(VIII) 前庭蜗神经(VIII), * 位听神经 1493
 vestibulocochlear organ 前庭蜗器 1804
 vestibulospinal tract 前庭脊髓束 1104
 vesicular appendage 囊状附件 559
 ventral aorta 腹主动脉 840, 1007
 ventral axial line 腹侧轴线 1712
 ventral mesentery 腹系膜 620
 ventral tegmental nucleus 腹侧分支盖核 1162
 ventral reticular nucleus 腹侧网状核 1167
 vincula tendinum 腱纽 191
 vinculum breve 短纽 191
 vinculum longum 长纽 191
 visceral motor nerve ending 内脏运动神经末梢 1062

visceral nervous system 自主神经系统, * 内脏神经系统, * 植物性神经系统 1594
visceral pelvic fascia 盆脏筋膜 631
visceral peritoneum 脏腹膜 602
visceral pleura 脏胸膜, * 肺胸膜 482
visceral plexuses 内脏丛 自主神经丛 1648
visceral sensory tract 内脏感觉束 1102
visual organ 视器 1739
vitreous body 玻璃体 1767
visual cell 感光细胞, * 视细胞 1755

white communicating branch 白交通支 1633
white line 白线 359
white matter 白质 1080, 1038
white pulp 白髓 999

xiphisternal synchondrosis 剑胸结合 140

yellow bone marrow 黄骨髓 20

Zeis gland 睑缘腺, * 蔡斯腺 1771

Z line Z线 175

Z membrane Z膜, * Z盘 175

zona orbicularis 轮匝带 158

zona fasciculata 束状带 677

zona glomerulosa 球状带 677

zona reticularis 网状带 678

zonula ciliaris 睫状小带 1766

zonular fibers 小带纤维 1767

zonular spaces 小带间隙 1767

zygomaticofacial foramen 颧面孔 72

vitreous canal 玻璃体管 1768

vitreous capsule 玻璃体囊, * 玻璃体膜 1768

vocal fold 声襞 448

vocal ligament 声韧带 444

vocal process 声带突 441

vocalis 声带肌 446

vomer 犁骨 75

vomeronasal cartilage 犁鼻软骨 431

vomeronasal organ 犁鼻器 433, 1455

Volkmann's canal 穿通管, * 福尔克曼管 25

W

wisdom tooth 迟牙, * 智牙, * 第三磨牙 78

winslow foramen winslow 孔 608

wolffian duct 中肾管, * 沃尔夫管 591

wrist joint 桡腕关节 150

X

xiphoid process 剑突 46

Y

Z

zygomaticomaxillary suture 颧上颌缝 73

zygomaticoorbital artery 颧眶动脉 807

zygomaticoorbital foramen 颧眶孔 73

zygomaticotemporal foramen 颧颞孔 73

zygomaticus major 颧大肌 195

zygomaticus minor 颧小肌 195

zygapophysial joints 关节突关节 132

zygomatic 颧弓 63, 87

zygomatic bone 颧骨 72

zygomatic nerve 颧神经 1474

zygomatic process 颧突 52, 63, 70

(雷建章 崔慧先)