

目 录

前言.....vii

**第一章 脑血管的发生**..... 1

  第一节 血管的早期发生的概述..... 1

  第二节 脑血管的早期发生..... 1

  第三节 脑动脉的发生..... 2

    一、鳃弓动脉及脑动脉的主干..... 2

      (一) 颈内动脉..... 4

      (二) 纵行神经动脉..... 4

      (三) 椎动脉..... 7

    二、脑动脉主干的分支..... 7

      (一) 至前脑的分支..... 7

      (二) 至中脑的分支..... 8

      (三) 至后脑的分支..... 8

      (四) 其他区域的分支..... 9

    三、脑动脉发生中的变异及其临床意义.....10

      (一) 胚胎脑血管吻合管道的保留..... 10

      (二) 原始血管丛的保留..... 10

      (三) 脑膜动脉和脑动脉的发育中止..... 10

      (四) 纵行神经血管丛合并不正常..... 10

      (五) 脑底动脉环的畸形..... 10

      (六) 脑底动脉环的变异的后果..... 10

  第四节 脑静脉的发生.....11

    一、胚胎静脉系统的发生简介.....11

    二、胚胎早期脑静脉系的特点.....12

    三、各脑泡静脉的发生与演变.....13

      (一) 硬膜静脉系的演变..... 13

      (二) 大脑浅静脉的发生与演变..... 16

      (三) 大脑深静脉的发生与演变..... 16

      (四) 中脑和后脑静脉的发生与演变..... 17

    四、脑静脉发生的解剖学和临床意义.....17

      (一) 胚胎某些静脉的发生过程,左侧落后于右侧..... 17

      (二) 当原始血管都还是内皮管时,动脉跨过紧邻的静脉,并与之成直角..... 18

  第五节 脑血管的组织发生.....18

**第二章 脑动脉系统**.....21

  第一节 颈内动脉.....22

    一、颈内动脉的行程、位置.....22

0578112 3.40元 3/5/25 2118650

二、正常颈内动脉造影的解剖分段	23
三、颈内动脉的应用解剖	24
四、颈内动脉脑段的管径	25
五、颈内动脉的分支	25
(一) 颈内动脉在颈内动脉管段发出的分支	25
(二) 颈内动脉海绵窦段的分支	25
(三) 眼动脉	27
(四) 后交通动脉	28
(五) 脉络膜前动脉	29
(六) 大脑前动脉	31
(七) 前交通动脉	38
(八) 大脑中动脉	42
第二节 椎基底动脉	47
一、椎动脉	47
(一) 椎动脉的行程位置	47
(二) 椎动脉造影的解剖分段	49
(三) 椎动脉的应用解剖	50
(四) 椎动脉颅内段的管径	50
(五) 椎动脉颈部的分支	50
(六) 椎动脉颅内段的分支	51
二、基底动脉	52
(一) 基底动脉的起始部位	53
(二) 基底动脉的管径	54
(三) 基底动脉的弯曲和异常	54
(四) 基底动脉造影	55
(五) 基底动脉的分支	55
三、大脑后动脉	59
(一) 大脑后动脉交通前段	60
(二) 大脑后动脉交通后段	60
(三) 大脑后动脉交通前、后段与后交通动脉的关系	60
(四) 大脑后动脉的皮质动脉	62
(五) 大脑后动脉的中央动脉	64
(六) 大脑后动脉造影的解剖分段	66
(七) 大脑后动脉的应用解剖	66
第三节 大脑动脉环	66
一、大脑动脉环的组成	66
二、大脑动脉环的类型	67
三、大脑动脉环各类型与大脑前、中动脉单干型和双干型的关系	69
四、大脑动脉环各类型的颈内动脉与基底动脉管径的关系	69
五、大脑动脉环的代偿潜能	69
六、大脑动脉环与各大脑动脉的关系	70

第四节 大脑的动脉	71
一、大脑动脉的皮质动脉	71
(一) 大脑前动脉皮质动脉的分布范围	71
(二) 大脑中动脉皮质动脉的分布范围	72
(三) 大脑后动脉皮质动脉的分布范围	73
二、大脑皮质的血管构筑	73
(一) 皮质动脉和髓质动脉	73
(二) 皮质各层的血管构筑	74
(三) 皮质毛细血管的密度	75
(四) 大脑皮质血管的数目和管径	76
三、各大脑动脉的中央动脉	76
(一) 供应纹状体及内囊各动脉在脑实质内的安排形式	77
(二) 纹状体及内囊的动脉分布	77
(三) 纹状体、内囊内部的动脉构筑	78
第五节 间脑的动脉	79
一、丘脑的动脉	79
二、丘脑下部的动脉	79
(一) 乳头体部的动脉	79
(二) 灰结节及漏斗部的动脉	79
(三) 视交叉及视束的动脉	79
(四) 终板的动脉	80
三、丘脑后部的动脉	80
四、丘脑上部的动脉	80
五、丘脑底部的动脉	81
第六节 脑干的动脉	81
一、中脑的动脉	81
(一) 中脑前群的动脉	81
(二) 中脑外侧群的动脉	82
(三) 中脑后群的动脉	83
(四) 中脑的血管构筑	83
二、脑桥的动脉	83
(一) 脑桥前群的动脉	83
(二) 脑桥外侧群的动脉	84
(三) 脑桥后群的动脉	85
(四) 脑桥的血管构筑	85
三、延髓的动脉	86
(一) 延髓前群的动脉	86
(二) 延髓外侧群的动脉	87
(三) 延髓后群的动脉	88
(四) 下橄榄核的血液供应	88
(五) 延髓的血管构筑	88

第七节 小脑的动脉 .....	89
一、小脑动脉的数目 .....	89
二、各小脑动脉支数的变异关系 .....	90
三、左、右侧各小脑动脉管径总和的比较 .....	90
四、三对小脑动脉分布范围的关系 .....	90
五、小脑动脉的分类 .....	91
六、小脑动脉的局部解剖学关系 .....	91
七、小脑齿状核的动脉 .....	92
(一) 小脑齿状核动脉的数目及来源 .....	93
(二) 小脑齿状核动脉的排列形式 .....	93
第八节 脑动脉的吻合和侧副循环 .....	93
一、脑底部的动脉吻合 .....	94
(一) 大脑动脉环 .....	94
(二) 延髓动脉环 .....	94
二、脑周围的动脉吻合 .....	94
三、脑内动脉吻合 .....	95
四、颈内动脉的分支与颈外动脉的分支之间的吻合 .....	96
五、颈外动脉分支与椎动脉分支之间的吻合 .....	97
六、颈外动脉分支与锁骨下动脉分支之间的吻合 .....	97
七、颈内动脉与基底动脉间胎生血管的遗留 .....	97
附：脑膜中动脉 .....	98
<b>第三章 脑静脉系统</b> .....	99
第一节 脑的静脉 .....	99
一、大脑浅静脉 .....	99
(一) 大脑上静脉 .....	99
(二) 浅大脑中静脉 .....	101
(三) 大脑下静脉 .....	101
(四) 大脑半球背外侧面的静脉吻合 .....	101
二、大脑深静脉 .....	104
(一) 大脑大静脉或 Galen 氏静脉 .....	104
(二) 大脑内静脉 .....	105
(三) 基底静脉 .....	109
(四) 脑底静脉环 .....	112
(五) 其他幕上的一些静脉 .....	112
(六) 大脑深静脉造影的解剖与临床应用 .....	112
三、间脑的静脉 .....	115
四、脑干的静脉 .....	115
(一) 中脑的静脉 .....	115
(二) 脑桥的静脉 .....	116
(三) 延髓的静脉 .....	117

五、颅后窝和小脑的静脉 .....	118
(一) 上群的静脉 .....	119
(二) 前群的静脉 .....	119
(三) 后群的静脉 .....	120
第二节 硬膜静脉窦 .....	120
一、上矢状窦 .....	120
二、直窦 .....	121
三、下矢状窦 .....	121
四、横窦 .....	122
五、乙状窦 .....	123
六、枕窦 .....	123
七、窦汇 .....	123
八、海绵窦 .....	125
九、蝶顶窦 .....	126
十、岩上窦 .....	127
十一、岩下窦 .....	127
十二、基底静脉窦或基底静脉丛 .....	127
十三、岩鳞窦 .....	127
十四、旁窦 .....	128
十五、大脑镰静脉 .....	128
十六、小脑幕静脉 .....	128
十七、脑膜中静脉 .....	131
第三节 脑的静脉吻合 .....	131
一、大脑半球浅层的静脉吻合 .....	132
二、左右大脑半球之间的静脉吻合 .....	132
三、颅内颅外的静脉吻合 .....	132
(一) 导静脉 .....	132
(二) 静脉丛 .....	133
(三) 颅内颅外小静脉的吻合 .....	134
(四) 板障静脉 .....	134
<b>第四章 脑血管的组织结构</b> .....	135
第一节 脑动脉的微细结构 .....	135
一、颅内脑外动脉的微细结构 .....	136
(一) 内膜 .....	136
(二) 中膜 .....	136
(三) 外膜 .....	137
二、脑内动脉的微细结构 .....	138
(一) 细动脉 .....	139
(二) 中间细动脉 .....	139
(三) 细动脉和中间细动脉的主要特点 .....	139
(四) 脑内血管的细胞间连接 .....	140
三、脑动脉的年龄变化 .....	140

第二节	脑静脉的微细结构	141
第三节	脑内毛细血管结构的特点与脑屏障	141
一、	脑内毛细血管结构的特点	141
(一)	脑内毛细血管内皮的特点	141
(二)	脑血管周围间隙	143
二、	脑屏障	144
(一)	血-脑屏障	145
(二)	血-脑脊液屏障	146
(三)	脑脊液-脑屏障	147
三、	缺乏脑屏障的特殊区	147
<b>第五章</b>	<b>脑垂体的血液供应</b>	<b>149</b>
第一节	脑垂体的解剖学	149
一、	柄	149
二、	缰隔	150
三、	纤维核心	151
第二节	脑垂体的动脉	151
一、	垂体上动脉	151
二、	垂体下动脉	154
三、	下被囊动脉	156
四、	脑垂体动脉的变异	156
五、	有关垂体动脉的一些意见	157
(一)	缠动脉和长柄动脉	157
(二)	垂体上动脉和垂体下动脉间的吻合	157
(三)	前叶基质内的终动脉	157
第三节	垂体柄的毛细血管	157
一、	毛细血管球或丛	157
二、	蔓状血管网	158
第四节	垂体门脉系	158
一、	后门脉窦	159
二、	前门脉窦	159
第五节	脑垂体的静脉	161
一、	脑垂体前叶的静脉	161
(一)	垂体外侧静脉	161
(二)	垂体上静脉	162
(三)	垂体前下静脉	162
二、	脑垂体后叶的静脉	163
三、	垂体柄的静脉	163
四、	脑垂体周围静脉窦	163
(一)	海绵间窦	163
(二)	丛状窦和静脉网	164
参考文献		167

## 第一章 脑血管的发生

### 第一节 血管的早期发生的概述

任何代谢功能较旺盛的动物，均需要一个完善的循环系统来保证它的活动。在胚胎发育过程中，血管发生很早，每一器官开始发育时，供应这器官的血管便已发生了。随着器官的生长和分化，血管也进行迅速而复杂的变化<sup>[1]</sup>。

血管均来源于中胚层。三胚层形成后(约三周)，在胚层之间，成群的间充质细胞(属中胚层)分化为成血管细胞(Angioblast)，最初成血管细胞排列成实心索，以后细胞变扁，成为由一层扁平的内皮细胞围成充满液体的腔隙(图版I，图1)<sup>[1,2]</sup>，这些腔隙互相融合成为原始血管，并以胚外血管区内发生的血管相通连，建立了血液循环(图1)。血管再以“发芽”的方式，产生新的血管，相近的原始血管穿互相吻合成网。由于组织新陈代谢的加强，对血液循环的要求也提高了，促使血管向代谢旺盛的方向生长。最先形成的血管与体节同时出现，有一对心管、一对腹主动脉和一对背主动脉。腹主动脉很短，在前肠底部连于心管，并以通过下颌弓的第一对动脉弓与背主动脉相连。背主动脉的分支，分布到胚体的叫体节间血管丛，分布到卵黄囊的，叫卵黄动脉，分布到绒毛膜的，叫脐动脉。第四周(十二对体节)时，心管合并为一(图2)<sup>[1,2]</sup>。

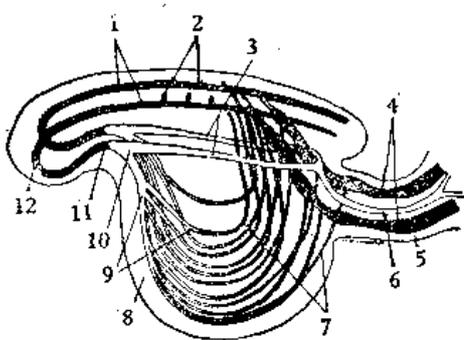


图1 体节形成时人胚血管的排列方式(3周)

- 1.背主动脉 2.背侧体节间动脉 3.脐静脉
- 4.脐动脉 5.体柄 6.脐静脉 7.卵黄动脉
- 8.卵黄囊 9.卵黄静脉 10.卵黄、脐静脉干
- 11.原始心脏(心管) 12.原始动脉弓

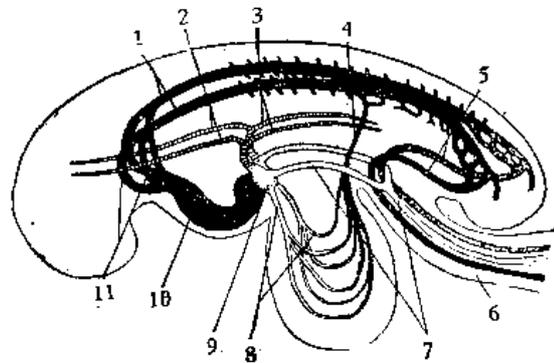


图2 人胚20体节(3毫米)时血管排列方式

- 1.背主动脉 2.前主静脉 3.后主静脉 4.卵黄动脉
- 5.脐动脉 6.体柄 7.脐静脉 8.卵黄静脉
- 9.静脉窦 10.心脏 11.第一、二动脉弓

### 第二节 脑血管的早期发生

头部最初的血管是背主动脉的分支。当脑还未形成时，神经沟头端周围的间充质内已发生了血管(约第三周)。神经沟闭合为神经管时(约27天)，管壁上皮已由单层变为多层，当分化出神经母细胞和神经胶质母细胞时，围绕神经管的血管丛开始进入神经管壁内<sup>[2]</sup>。

在胚胎内边缘层和外套层的血管,呈放射状排列,在室管膜层和外套层之间则弯曲与表面平行(图版 I, 图 2)。脑腹侧的血管发生较早而背侧较迟,血管形成的次序和分化,都是自脑的尾端伸向头端。如在胚长 6 毫米时,大脑半球和间脑部尚无血管,中脑部仅有一些血管,菱脑部则已有许多血管了。大脑血管在胚长 10 毫米时,开始出现。随着脑的高度发育和皮质的分化、增厚,血管也相应发育并形成网。

脑内最初的血管是较大的血管干,这些血管外包有形成原始脑膜的薄层间充质鞘,血管干短而在脑外无吻合。以后由于脑的增大和原始脑膜的增厚,血管干的分支伸长并在脑外形成弓形吻合(图版 I, 图 3)。这种血管发育情况在胚胎早期发生中,见于后脑,而在前脑则不明显<sup>[4]</sup>。最近 Allsopp 等<sup>[5]</sup>用光镜及电镜观察 8.5—70 毫米人胚连续切片,发现小的标本上整个脑为致密的血管丛所包绕,血管壁的结构均似毛细血管,仅能从连续切片中追溯最后与心脏联系的情况来辨明动脉或静脉。

### 第三节 脑动脉的发生

胚长 3—4 毫米(约 24 天)时,开始发生脑动脉,8 周时(25 毫米)脑动脉的形式已近似成体。脑动脉的发生与胚胎的鳃弓动脉和体节间动脉(背主动脉的分支)关系密切。这些动脉在发育过程中有的消失,有的保留。早在 1922 年, Congdon 曾将头部动脉的发生分为三期,即鳃弓期(胚长 4—12 毫米),过渡期(12—14 毫米)和鳃后期(16—40 毫米)[引自 4]。

#### 一、鳃弓动脉 (A. branchialis) (动脉弓)及脑动脉的主干

当心脏移向尾端时,在第一对动脉弓的尾侧由心脏头端的主动脉囊(合并的腹主动

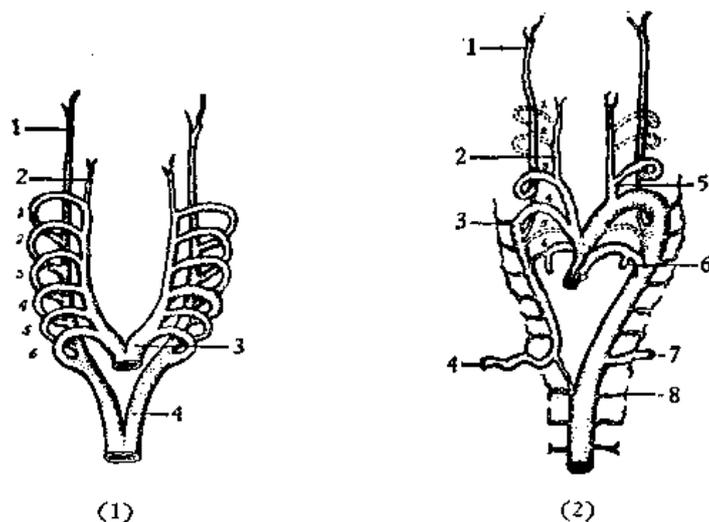


图 3 动脉弓的早期变化

1. 颈内动脉 2. 颈外动脉  
3. 主动脉根(咽腹侧)  
4. 背主动脉  
注: 小字 1—6 为动脉弓

1. 颈内动脉 2. 颈外动脉 3. 背主动脉根的颈部体节间分枝 4. 右锁骨下动脉 5. 颈总动脉 6. 第 6 动脉弓分枝至肺 7. 左锁骨下动脉 8. 胸背主动脉 注: 小字 1—6 为动脉弓

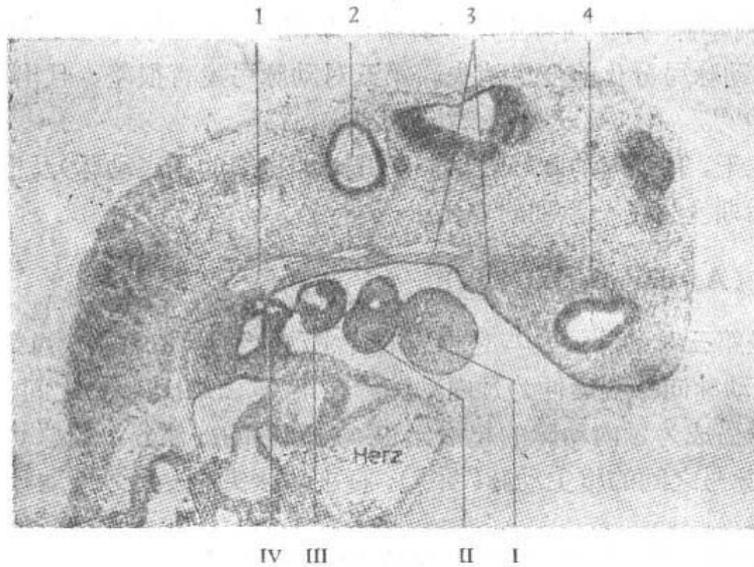


图4 4毫米人胚矢状切面

1.背主动脉 2.耳泡 3.颈内动脉 4.眼泡 I、II、III、IV 鳃弓及其动脉横切

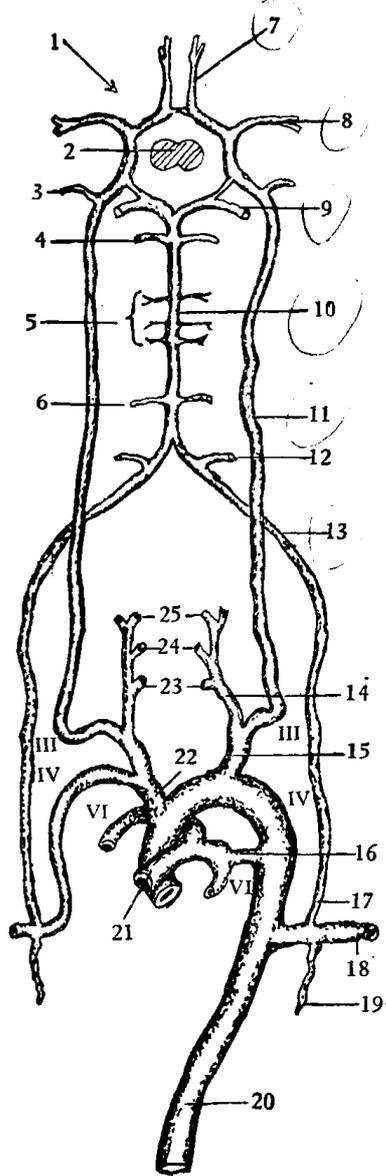


图5 动脉弓演变的成体血管

- |            |           |
|------------|-----------|
| 1. 大脑动脉环   | 14. 颈外动脉  |
| 2. 脑垂体     | 15. 颈总动脉  |
| 3. 眼动脉     | 16. 动脉导管  |
| 4. 小脑上动脉   | 17. 椎动脉   |
| 5. 脑桥动脉    | 18. 锁骨下动脉 |
| 6. 小脑下前动脉  | 19. 胸廓内动脉 |
| 7. 大脑前动脉   | 20. 背主动脉  |
| 8. 大脑中动脉   | 21. 肺动脉   |
| 9. 大脑后动脉   | 22. 无名动脉  |
| 10. 基底动脉   | 23. 甲状腺动脉 |
| 11. 颈内动脉   | 24. 舌动脉   |
| 12. 小脑下后动脉 | 25. 上颌动脉  |
| 13. 椎动脉    |           |

注：罗马字 III、IV、VI 为动脉弓

脉)相继发出六对动脉弓,伸向背主动脉。第一对(在下颌弓内)和第二对(在舌弓内)动脉弓在第五、六对动脉弓分化前便已消失,第五对动脉弓发育很差,且出现时间很短(图 3(1),3(2),4)<sup>[1,3,4,6]</sup>。

脑动脉的主干,有颈内动脉、纵行神经动脉(即将来的基底动脉)及椎动脉,这些血管在过渡期及鳃后期发生了一系列的变化。

### (一) 颈内动脉 (*A. carotis interna*)

颈内动脉是第三对动脉弓及与它相连的背主动脉延伸而成的。当第一、第二对动脉弓退化时,背主动脉向头端延伸为颈内动脉。在第三、第四动脉弓之间的背主动脉消失,因此第三对动脉弓成为颈内动脉的起始部和颈总动脉的一部分。颈总动脉的另一部分为第三、第四对动脉弓之间的腹主动脉(图 5);腹主动脉头端发出颈外动脉。

### (二) 纵行神经动脉 (*Neuralarterien longitudinalis*)

胚长 4 毫米时(28 天左右),在后脑腹侧的血管丛形成一对纵行神经动脉,供应脑区,并与背主动脉的体节间和体节前分支吻合。纵行神经动脉的头端与三叉动脉 (*A. trigeminus*) 的分支吻合(三叉动脉发自颈内动脉,见后)。在耳泡附近尚有原始耳动脉和枕部

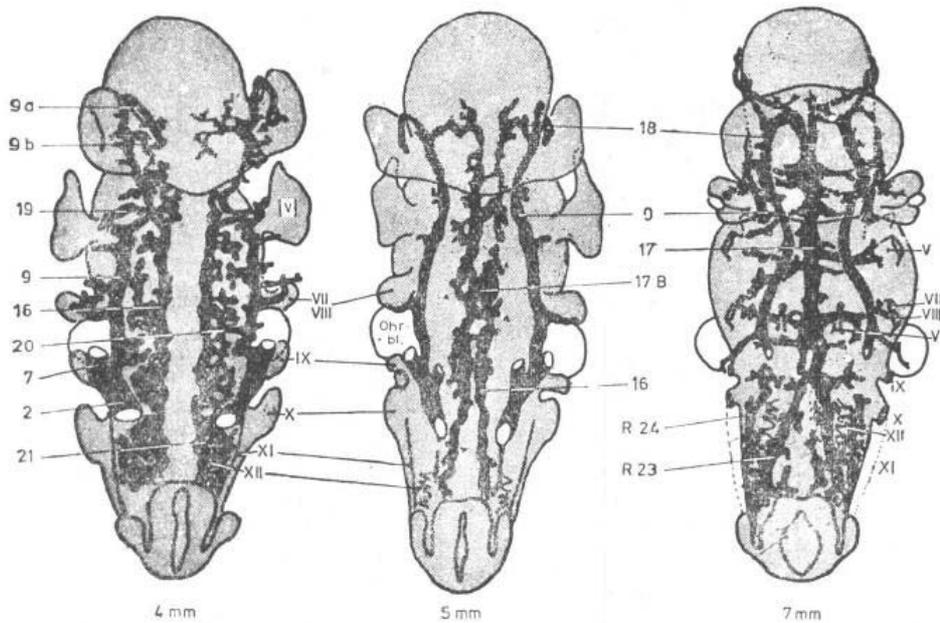
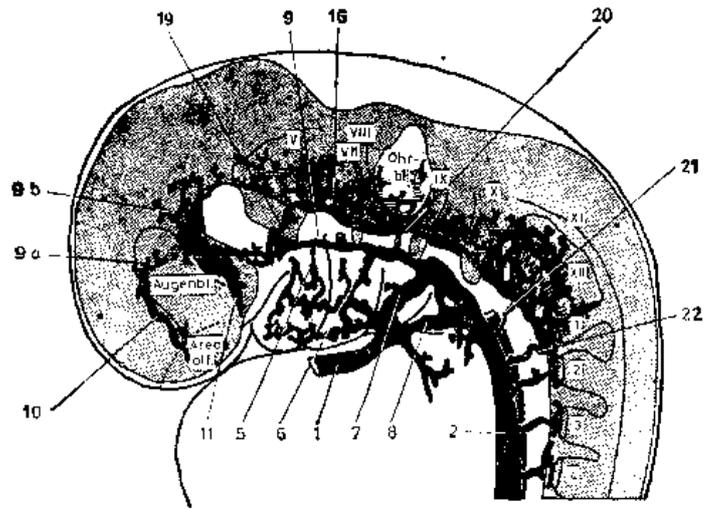
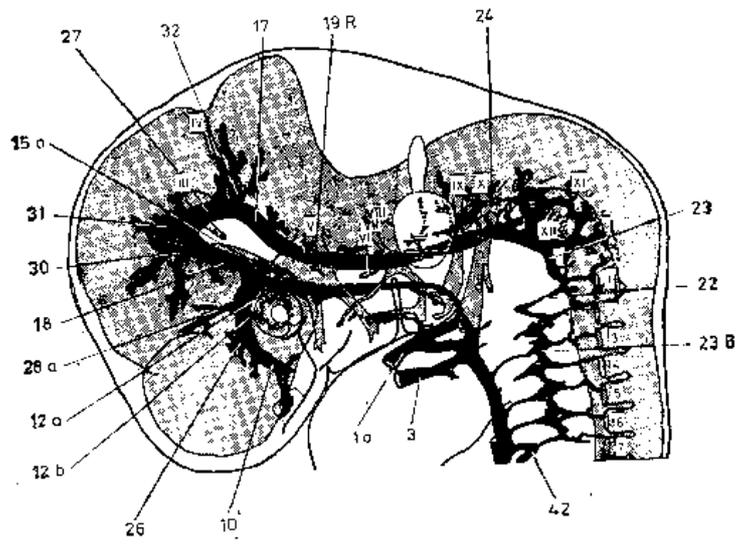


图 6 三个不同时期人胚头部腹侧观示基底动脉的发生  
图 6(1)~(5) 脑动脉的发生模式图注解

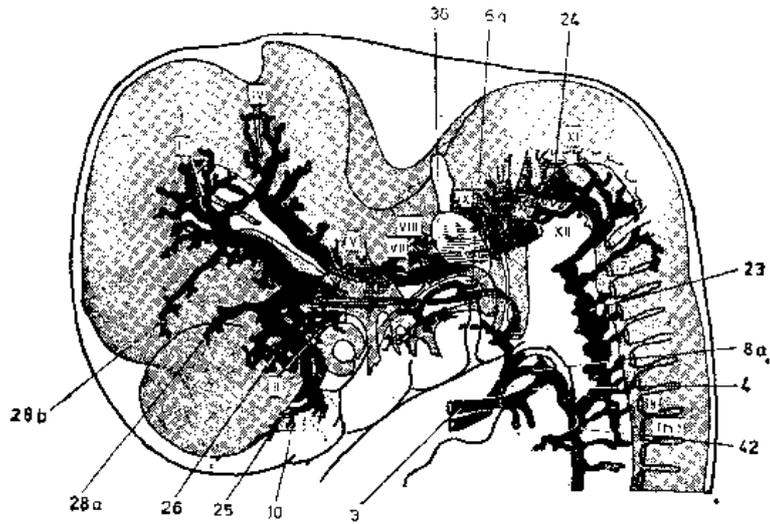
1. 动脉干 1a. 升主动脉 2. 成对的背主动脉 3. 肺动脉干 4. 动脉导管 5. 第一对动脉弓  
5a. 下颌动脉 6. 第二对动脉弓 6a. 舌动脉 7. 第三对动脉弓 8. 第四对动脉弓 8a. 主动脉弓  
9. 颈内动脉 9a. 颈内动脉头端支 9b. 颈内动脉尾端支 10. 原始嗅动脉 11. 原始上颌动脉  
12. 永久的眼动脉 12a. 原始背侧眼动脉 12b. 原始腹侧眼动脉 13. 眶上动脉 14. 视网膜中央动脉  
15a. 垂体上动脉 15b. 垂体下动脉 16. 纵行神经动脉 17. 基底动脉 18. 后交通动脉  
19. 原始三叉动脉 20. 原始耳动脉 21. 原始舌下动脉 22. 颈部第一对体节间动脉 23. 椎动脉  
24. 原始外侧基底——椎吻合 25. 大脑前动脉 26. 大脑中动脉 27. 大脑后动脉 28a. 脉络膜前动脉  
28b. 脉络膜后动脉 29. 内侧纹状体动脉 30. 间脑动脉 31. 中脑动脉 32. 后脑动脉(小脑上动脉)  
33. 小脑前下动脉 34. 小脑后下动脉 35a. 脊髓前动脉 35b. 脊髓后动脉 36. 锁骨动脉  
37. 脑膜中动脉 38. 鼓上动脉 39. 内听动脉 40. 永久的下颌动脉 41. 眶下动脉 42. 锁骨下动脉  
B. 形成中的动脉 R. 消退中的动脉 I-XII 脑神经根



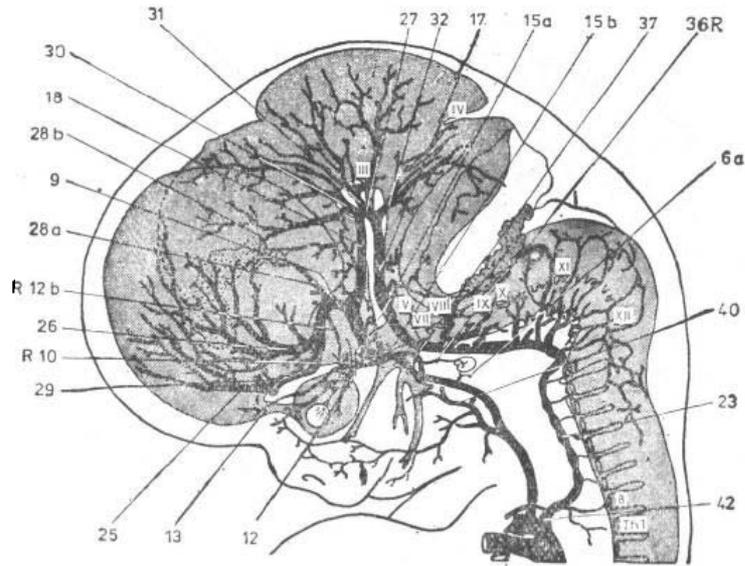
(1) 4 毫米人胚



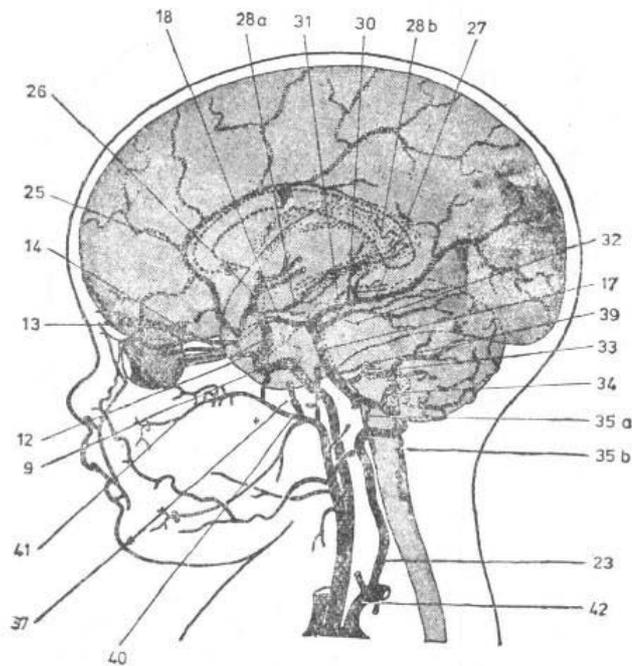
(2) 9 毫米人胚



(3) 14 毫米人胚



(4) 24 毫米人胚



(5) 新生儿

图7 (1)–(5) 脑动脉的发生模式图(根据 Padget)

的体节间动脉(一支或数支),即舌动脉和枕下动脉相连,但这些动脉远较三叉动脉细小(图6, 7(1)),以后均退化。

有的学者(His)认为纵行神经动脉属于椎动脉,称它为脑椎动脉。并在鸟类、哺乳类及人类中观察到在鳃弓期纵行神经动脉和颈内动脉的尾侧分支(后交通动脉)相连,在过渡期与椎动脉相连(图7(2)–(4))。在两条纵行神经动脉间发生许多横行吻合,在胚长9–12毫米(32天左右),经一系列变化,形成一条不成对的基底动脉(图6)。

后交通动脉形成后,三叉动脉消失,若不消失,则为基底动脉与颈内动脉海绵窦段的

吻合支(图8)<sup>[4]</sup>。保留的舌下动脉形成颈基底动脉吻合支,经舌下神经管或枕骨的一小管出颅与颈内动脉的颅外段连接。耳动脉保留极为少见。

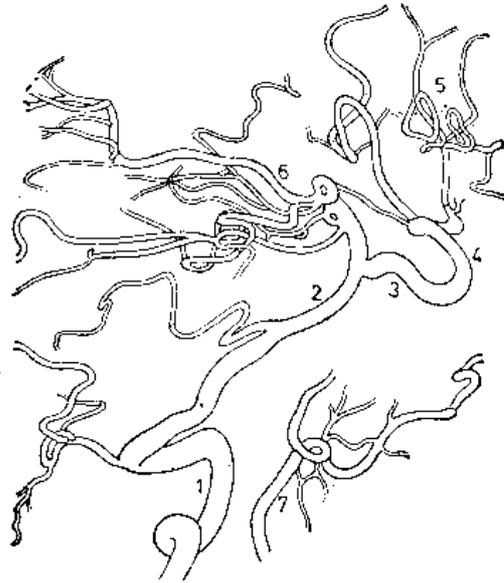


图8 原始三叉动脉

- 1.椎动脉 2.基底动脉 3.原始三叉动脉 4.颈动脉虹吸部  
5.内侧支 6.大脑后动脉 7.颅外支

### (三) 椎动脉 (A. vertebralis)

胚长9—12毫米时(32天左右),颈部前六对体节间动脉开始形成纵行吻合,在枕下动脉上方,连于纵行神经动脉(图7(2)(3))。在胚长16—18毫米时(40天左右),形成椎动脉。

## 二、脑动脉主干的分支

脑动脉主干的分支,有永久性的和暂时性的两种。暂时性的动脉在一定时期内供应一定范围,他们之间互相吻合及合并,有的消失,有的形成永久性的血管。

### (一) 至前脑的分支<sup>[4,5,7,9]</sup>

Gänshirt<sup>[4]</sup> 描述: 胚长4—5毫米时(胚龄约29天)原始颈内动脉在眼泡附近分为头端支和尾端支。

#### 1. 颈内动脉的头端支

颈内动脉的头端支,绕眼泡基部,走向腹侧头端的拉司克氏囊。胚长约5—6毫米(约30天)时,头端支又分为远端支和近端支。远端支终于嗅动脉(A. olfactoria),最初供应嗅区附近,以后(9毫米时)供应鼻突,最后(18毫米时)供应原始鼻腔。胚长12—14毫米时,两侧嗅动脉在两侧鼻腔之间向中线迁移;15毫米时两侧嗅动脉之间,有少数吻合支,并发出许多侧支供应嗅神经根;18毫米时,这些侧支口径增大成为大脑前动脉的分支;

20 毫米时,原始嗅动脉发出一分支至前穿质穿入,以后成为大脑前端起始端的前内侧中央动脉(前内侧丘纹动脉)的中央长动脉(A. centralis longa, Heubner 氏返动脉)(图 7(2)—(4))。

胚长约 12 毫米时(约 32 天),头端支的近端支发出三条血管的始基,即脉络膜前动脉、大脑中动脉和大脑前动脉。根据 Padget 的报道<sup>[7]</sup>,胚长 8.5 毫米时,已见大脑中动脉大多数分支与附近大脑半球血管浅丛形成广泛吻合,少数分支(4—5 支)直接进入基部,供应纹状体;15 毫米时,进入纹状体的血管增多,成为前外侧中央动脉(前外侧纹状体动脉),而浅丛的血管相应减少;20 毫米时,大脑前动脉向上伸入半球之间,发育增长;21—24 毫米(44±1 天)时,左右大脑前动脉之间发生前交通动脉,完成大脑动脉环<sup>[4,7]</sup>。

Allsopp<sup>[5]</sup>报道在 8.5、14 和 15 毫米时,脉络膜前动脉主要分布于第三脑室顶部、大脑半球的内侧面和背侧面,发出少数分支进入间脑头端、背部和半球后内侧部,在稍大的标本中(40 毫米),血管浅丛减少,脉络膜前动脉主要供应侧脑室脉络膜丛和正在扩大的第三脑室。后交通动脉的一个长支,供应半球后部,成为大脑后动脉的交通后段,所以胚胎期的后交通动脉是供应大脑半球后部的主要来源。发展后的纵长神经动脉头端的吻合支即成为大脑后动脉的交通前段。大脑后动脉的交通前段如不发展,小于后交通动脉时,大脑后动脉交通后段仍来自后交通动脉,反映了发生过程中的原始状态。Abbie 从种系发生来看,大脑中动脉是外侧嗅动脉的纹状支和梨状支合并而成的。

## 2. 颈内动脉的尾端支

尾端支的起始部又发出一支原始三叉动脉,呈弓形向背侧走向三叉神经半月节,并与纵行神经动脉的头端支吻合,成为供应后脑血液的主要来源。5—6 毫米时,尾端支也与纵行神经动脉的头端支吻合,成为后交通动脉,纵行神经动脉头端支与后交通动脉吻合的一段,成为大脑后动脉的交通前段。后交通动脉建立以后,原始三叉动脉退化,如不退化,则成为原始三叉动脉保留。

## 3. 间脑的血管

胚胎早期,间脑的血管大部分来自后交通动脉,小部分来自脉络膜前动脉的中央动脉。8.5 毫米时,间脑已有丰富的血管,其中许多中央动脉直接伸入室管膜层(甚至远达第三脑室腔),并互相吻合。间脑腹侧部受后交通动脉的短支供应,背侧部由后交通动脉的长支供应。这些长支,其中一支粗大,供应大脑半球后部,以后成为大脑后动脉交通后段,并发出其它一些长支,绕脑干向后,为成体的脉络膜后内动脉、脉络膜后外动脉、丘脑膝状体动脉及松果体动脉等。

## (二) 至中脑的分支

在 8.5 毫米胚胎中,已见血管密布于中脑室管膜层,随着胚胎的发育,其它几层也相应丰富起来。来自小脑上动脉的穿支进入中脑尾端,包括峡部;而其头端部分则接受来自后交通动脉的穿支(图 7(2)—(3))<sup>[5]</sup>。

## (三) 至后脑的分支

在基底动脉和椎动脉的发育过程中,发出许多至后脑的横行分支,主要聚集在第七至

第十二对脑神经根之间。这些横行分支,最初在两侧有明显的纵行吻合(即原始外侧基底椎动脉吻合),吻合一般不久即消失,但也有长期保留的,因此胚胎的延髓动脉与耳泡的动脉形成密网(图6)。

在鳃弓期后阶段(7—10毫米时)基底动脉的分枝在中线两侧发出分枝进入后脑(延髓和脑桥),加入后脑表面的血管丛,即成体的小脑上动脉。

8.5毫米时,小脑下面血管的分支,进入末脑侧面,到达第四脑室脉络膜后形成纵行吻合;至20—40毫米时形成第四脑室的脉络膜丛,基部融合成动脉干,成为小脑下后动脉的一个分支<sup>[4,5]</sup>。约40毫米时,小脑下面的血管围绕小脑和延髓发育,最后形成小脑下前和小脑下后动脉,因此该两动脉在成体内起始部位变化较大,有的起自基底动脉下端,有的起自椎动脉,而小脑上动脉较恒定地起于基底动脉上端。

#### (四) 其他区域的分支<sup>[4,9]</sup>

当鳃弓动脉消失时,尚保留由颈外动脉发出的腹侧支,或保留由颈内动脉发出的背侧支,以供应鳃弓组织及其衍化物。

(1) 第一鳃弓动脉保留了发自颈内动脉的背侧支,即下颌动脉(A. mandibularis),它发出翼突管动脉(A. canalis pterygoidei),伴随岩浅大神经穿过翼突管,至成体内这个动脉仍然存在。

(2) 第二鳃弓动脉保留了颈内动脉发出的舌骨动脉,在鳃弓期的后阶段向尾端行至舌骨弓的下缘,发出一头端支,即镫骨动脉(A. stapedis),它穿过镫骨始基(镫骨环),经下颌弓向头端腹侧至下颌神经根部。胚长16—18毫米时,镫骨动脉发出背侧和腹侧两个分支,背侧支与眼神经伴行;向头端至眶上区。20毫米时,这个背侧支与眼动脉干吻合,眼动脉干的末端改为泪腺动脉(A. lacrimalis)。

镫骨动脉的腹侧支与上颌神经和下颌神经的分支伴行至上颌区和下颌区。并发出上颌支与颈外动脉的脑膜中动脉起始部吻合,建立了颈外动脉与颈内动脉之间的连系。当镫骨动脉干发育时,舌骨动脉远段中断,镫骨动脉成为颈内动脉的颈鼓动脉(Aa. carotico-tympanicae),镫骨动脉干成为脑膜中动脉的鼓上支。如舌骨动脉远段不中断,即成为颈内动脉与脑膜中动脉之间的原始镫骨动脉。

舌骨动脉属于第二鳃弓动脉,因第一鳃弓挤向尾端,舌骨动脉跨越至第一鳃弓,故第一鳃弓接受了第一和第二鳃弓动脉的血液供应。

(3) 眼动脉的衍化过程:眼动脉的形成较复杂,在胚长3—4毫米时,原始颈内动脉在眼泡附近发出的许多头端和尾端小分支,继续发育形成背侧眼动脉和腹侧眼动脉。背侧眼动脉发育较好,发出分支经眼裂达晶状体囊(4—6毫米胚长时),为原始玻璃体动脉(A. vitrea primitiva)。在鳃弓期后阶段(7—12毫米时),两条眼动脉形成稠密的血管网围绕眼杯,形成原始脉络膜毛细血管。胚长12—14毫米时,眼柄增长,两条眼动脉随之向外伸长,原始背侧眼动脉最后形成成体的眼动脉,发出视网膜中央动脉,远端成为睫状体颞侧交通动脉(A. communicans ciliaris temporalis)。

原始腹侧眼动脉逐渐变细成为由眼动脉干发出的鼻睫交通动脉(A. communicans nasociliaris)。

### 三、脑动脉发生中的变异及其临床意义

在脑动脉的发生过程中,经过不少血管间的吻合和消长,才形成成体的血管形式。发育过程的中止或过度发展均可形成脑动脉的变异。常见的脑动脉变异有下列几种:

#### (一) 胚胎脑血管吻合管道的保留<sup>[3]</sup>

(1) 原始三叉动脉的保留,即连接颈内动脉和基底动脉的吻合管道,叫做颈基底吻合(A. anastomotica caroticobasilaris),跨过海绵窦。有些例子仅保留三叉动脉的残留部分而引起颈内动脉或基底动脉瘤。

(2) 连接颈内动脉和基底动脉系统的原始耳动脉。

(3) 连接颈内动脉和基底动脉系统的原始舌下动脉。

(4) 连接颈内动脉和脑膜中动脉的原始镫骨动脉。

(5) 连接眼动脉泪腺枝和脑膜中动脉的原始眼动脉。

(6) 两条椎动脉间的吻合血管。

(7) 眼动脉和脑膜动脉间的吻合血管。

在绝大多数例子中这些保留的胚胎性血管吻合没有症状,仅在临床检查(如脑血管造影、眼图和臂-视网膜时间测定等)或尸体解剖中见到。它们有时可形成一个动脉瘤或压迫一条脑神经。有些吻合枝在脑血管阻塞的病人中可作为侧枝循环的通道。

#### (二) 原始血管丛的保留

原始血管丛的保留,可导致成人脑动脉中膜的缺陷。

#### (三) 脑膜动脉和脑动脉的发育中止

脑膜动脉和脑动脉的发育中止,可引起多发性血管瘤,包括头皮、硬膜外腔、硬脑膜和软脑膜等处的血管瘤。

#### (四) 纵行神经血管丛合并不正常

形成基底动脉的两条纵行神经血管丛若不正常地合并,可形成双重的、窗孔状或囊状基底动脉。

#### (五) 脑底动脉环的畸形

(1) 常见先天性囊状动脉瘤。

(2) 前交通动脉或后交通动脉呈环状。

#### (六) 脑底动脉环的变异的后果

脑底动脉环的变异可严重影响它作为血管旁道的作用而使脑梗死的范围增大。

## 第四节 脑静脉的发生

### 一、胚胎静脉系统的发生简介<sup>[1,3,4,6,9]</sup>

最初胚内体循环的回流血管形成胚胎早期的主静脉 (V. cardinalis) (前主静脉、后主静脉) 及其属枝。在胎儿和成体内, 体循环的静脉包括由前主静脉衍变的上腔静脉系和以后代替了后主静脉及其属枝的下腔静脉系。

胚体中成对的前、后主静脉彼此汇合成左、右总主静脉 (V. cardinalis communis), 并向胚体中央进入心房尾端的静脉窦。在成体静脉中, 只有周围血管仍保持成对状态, 但返回心脏的大静脉则因在发育过程中血液回流路线改变, 使胚体左侧的静脉血越过胚体中线入右侧大静脉而通向右心。

胚胎第 8 周(约 22 毫米)时, 在左、右前主静脉之间, 由于胸腺和甲状腺的一些小静脉汇集和吻合, 形成了一条由左上向右下斜行的新血管, 即左无名静脉, 将左前主静脉的血导向右侧, 而左前主静脉与左无名静脉交界处至心脏静脉窦的一段退化。右锁骨下静脉与颈内静脉汇合处至与左无名静脉相接的一段前主静脉变为右无名静脉。从左、右无名静脉至心脏的一段为上腔静脉(图 9, 10)。

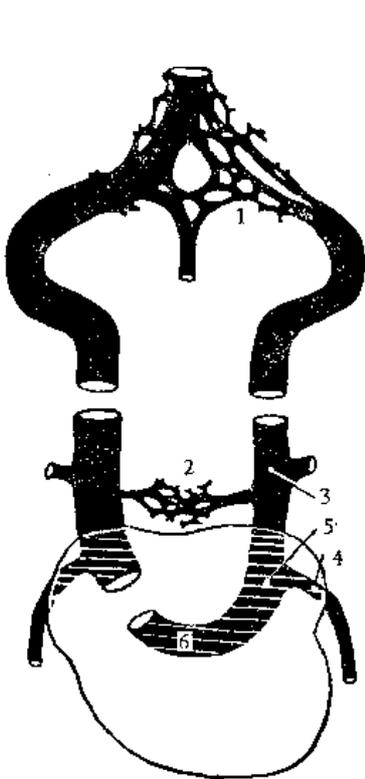


图 9 22 毫米人胚的颈——胸静脉

1. 幕窦 2. 左无名静脉(正在形成中)  
3. 前主静脉 4. 后主静脉 5. 总主静脉  
6. 静脉窦

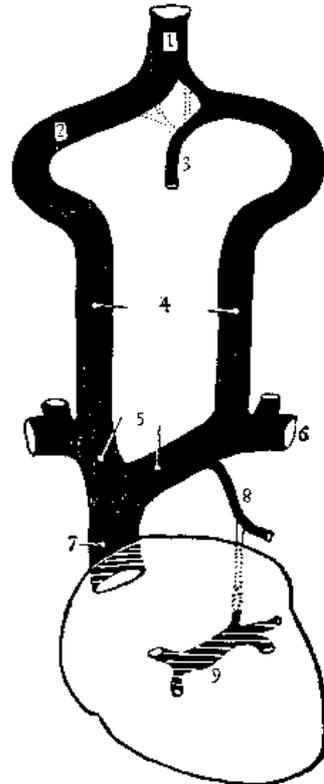


图 10 成体脑静脉回心的基本型式

1. 上矢状窦 2. 横窦 3. 直窦 4. 颈内静脉  
5. 左、右无名静脉 6. 锁骨下静脉 7. 上腔静脉  
8. 最上肋间静脉 9. 冠状窦

原来的前主静脉,后来成为颈内静脉,导颅内的静脉血入上腔静脉。

## 二、胚胎早期脑静脉系的特点

静脉系统的发生较迟于动脉,脑静脉也不例外, Padget<sup>[8]</sup> 对人胚胎脑静脉的发生作了系统的研究,并与成体作比较。在胚长 40 毫米时,由大脑动脉环发出的永久性动脉已明

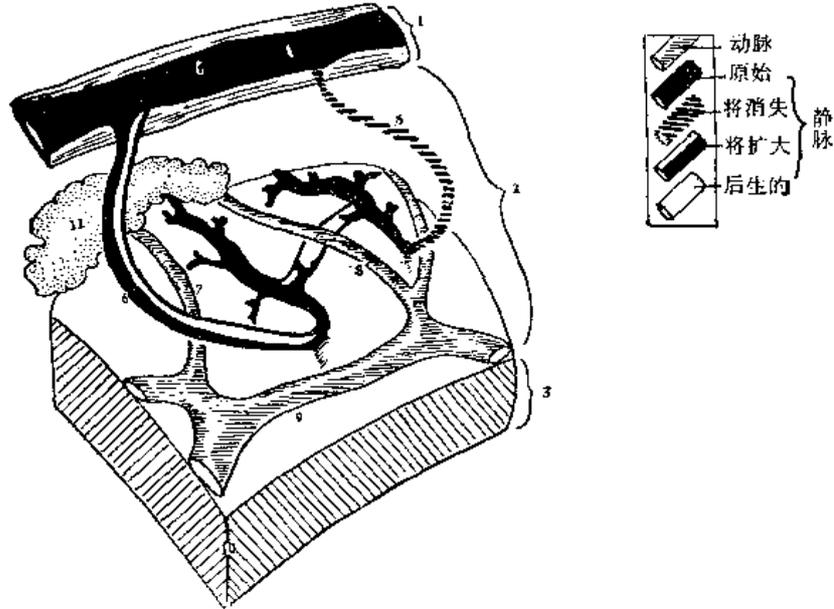
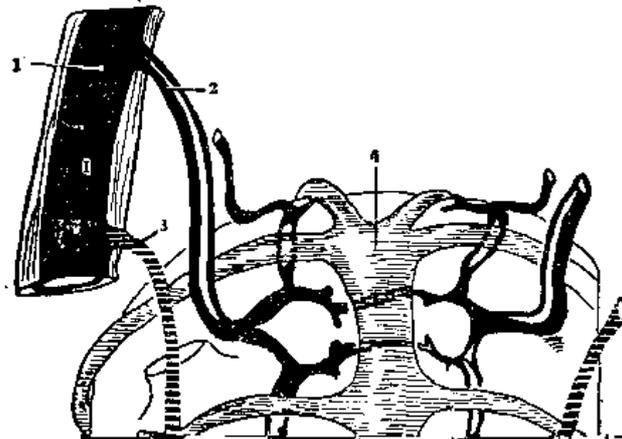


图 11 胚胎的永久性动脉与发育中的脑膜静脉(间脑)

- 1.硬膜 2.软膜蛛网膜 3.脑壁 4.静脉窦 5.间脑背侧静脉 6.间脑腹侧静脉  
7.脉络膜前动脉 8.脉络膜后动脉 9.后交通动脉 10.间脑 11.脉络膜丛



显可见,但静脉的发育在 80 毫米时尚未达到成体的程度,甚至在出生时,由于颅骨尚未完全骨化而硬膜静脉窦与成体的尚不完全一致。

脑静脉的发生与脑动脉关系密切,其排列的形式互成直角,这个事实在颅内静脉的变异中具有重要意义。在软膜中的静脉是横行的,这些横行的血管不久发出纵行吻合并向前伸展。纵行血管紧邻早已在中线部分发生的动脉,且与之成直角(图 11)。以后在这些纵行吻合间又发生横行吻合,例如在基底动脉下方可见这种跨过中线的横行吻合(图 12)。整个神经管软膜静脉网的形成方式都是这样。因此,脑静脉发育中的一个特点是血液经常倒流,不仅在原始毛细血管网内如此,而且在主要血管(如硬膜中丛变为耳前窦 Sinus praecoticus 时)中也是如此<sup>[6]</sup>。

### 三、各脑泡静脉的发生与演变

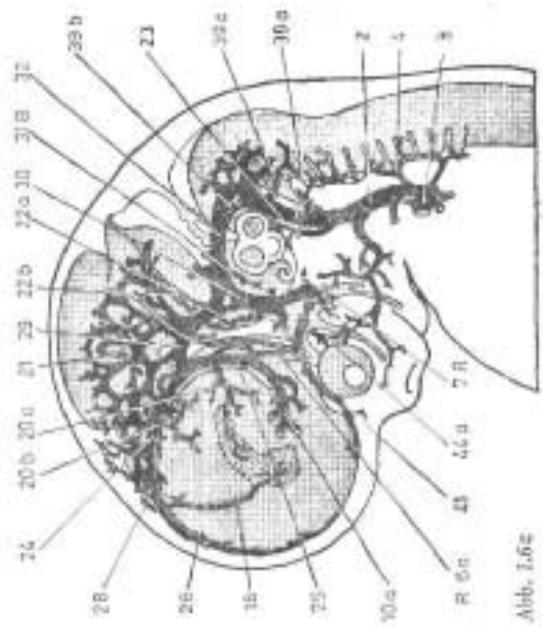
在 2—3 毫米胚胎中,神经管背侧的血液经原始头静脉(V. capitis primitiva)导向前主静脉。胚胎 5—8 毫米(约 24—34 天)时,原始头静脉位于三叉神经节内侧,耳泡和面神经、舌咽神经迷走神经根的腹外侧,扩张成为原始头静脉窦。原始头静脉窦背侧接受原始脑泡周围间充质内发生的三个硬膜静脉丛,他们分别汇合成为三个静脉干。前丛收集前脑、中脑的血液,其干位于三叉神经前方;中丛收集后脑的血液,其干位于三叉神经后方;后丛收集末脑的血液,其干位于耳泡后方。原始头静脉窦腹侧连于原始上颌静脉,接受上颌、视部和嗅部的血液。下颌弓和舌弓的血液最初经咽腹侧静脉直接导向前主静脉(图 13(1))。脑膜分化后,在 14—18 毫米胚胎中,原始头静脉窦的上述浅部属枝和脑深部的属枝间发生裂纹,原始头静脉窦和浅丛变为将来的硬膜静脉系(窦),而深部保留为大脑大静脉系。

#### (一) 硬膜静脉系的演变(图 13(1)—(6))。

当胚长 8—14 毫米时,脑泡开始分化,各脑泡均有一至数条原始软膜蛛网膜静脉汇入外侧的硬膜静脉丛,在咽腹侧静脉汇入处以后的一段前主静脉改称为颈内静脉。颈部的体节间静脉吻合成椎静脉(图 13(3))。在大脑浅静脉及硬膜静脉窦的发育过程中,一些主要的静脉和窦经历以下的演变过程:

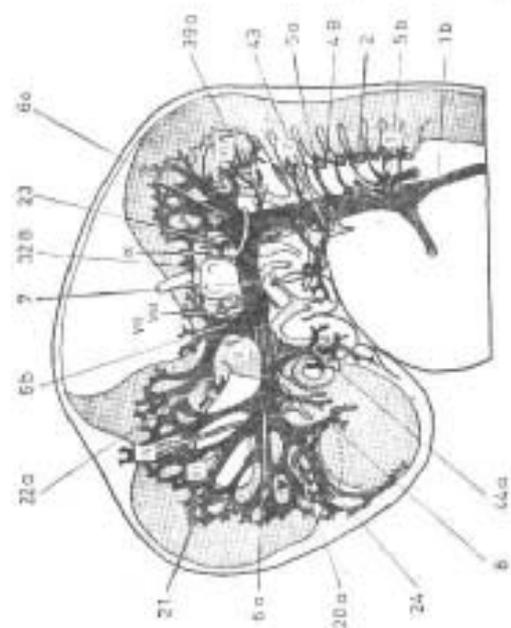
原始头静脉窦(Sinus capitis primitiva): 在 8—14 毫米胚胎中已迁至除三叉神经以外的其他脑神经的外侧,改称外侧头静脉。16—18 毫米时,外侧头静脉尾端经内耳向外侧汇集,再经过吻合,形成乙状窦;头端发生类似的吻合,形成原始横窦。原始头静脉窦原来位置上的静脉,为一条末脑腹侧静脉所代替,17—20 毫米时缩小,至 22—24 毫米时退化,残留部分位于内耳迷路腹侧(图 13(3)),与由硬膜中丛干变来的耳前窦相连,成为成体内的岩浅静脉。

硬膜前、中、后丛: 胚长 8—14 毫米时,硬膜前丛的前端延伸为包绕大脑半球的边缘窦(Sinus marginalis)(图 13(2)),硬膜前丛背尾侧在大脑半球上形成不成对的矢状丛,与边缘窦互相靠近,融合成为上矢状窦;边缘窦尾端未融合的部分成为原始横窦的内侧端,与原始头静脉窦形成的原始横窦连接。在上矢状窦发生的同时,硬膜前丛与脉络膜丛之间发生大脑内静脉、大脑大静脉及直窦;而下矢状窦是直窦发生后期向头端腹侧发出的多变化的盲囊,对大脑血液的引流作用不大。原始眶上静脉发生在第四、五脑神经之间,导

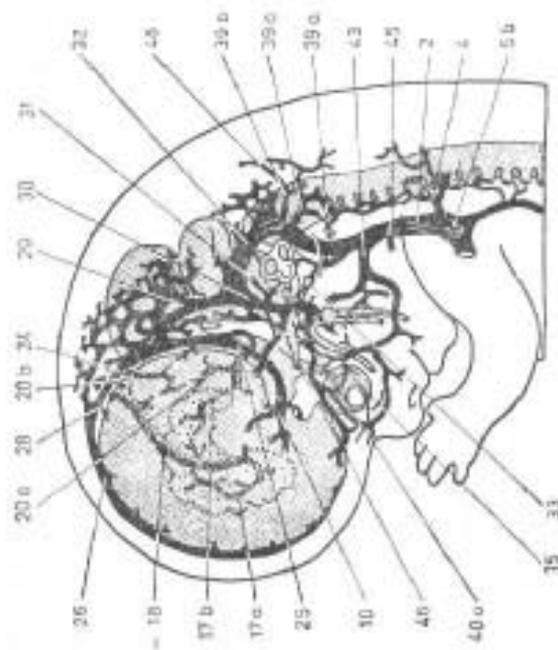


(1) 5 毫米

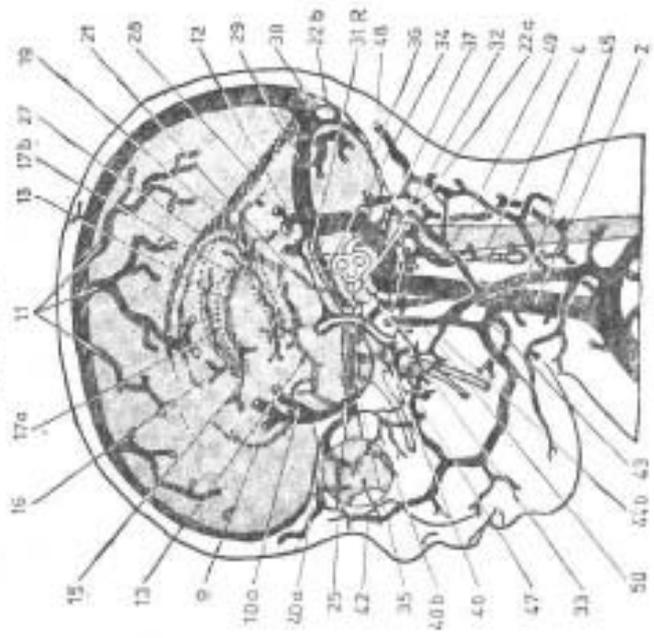
Abb. 1.6a\*



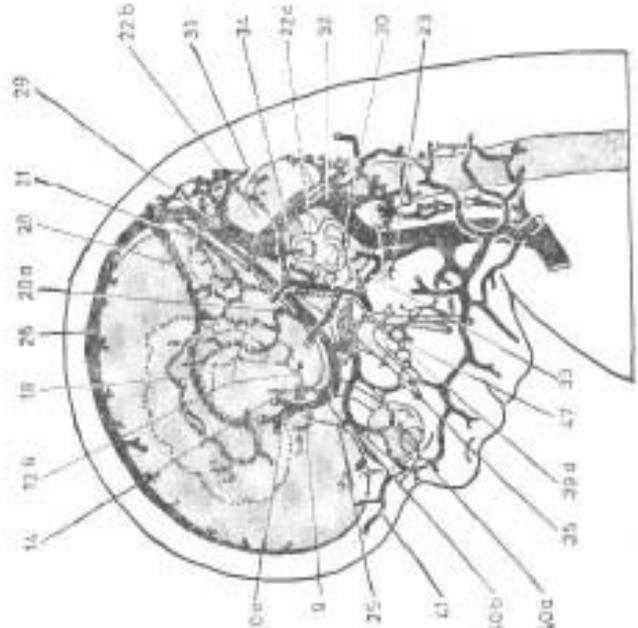
(2) 14 毫米



(3) 24 毫米



(4) 40 毫米



(5) 80 毫米

(6) 新生儿

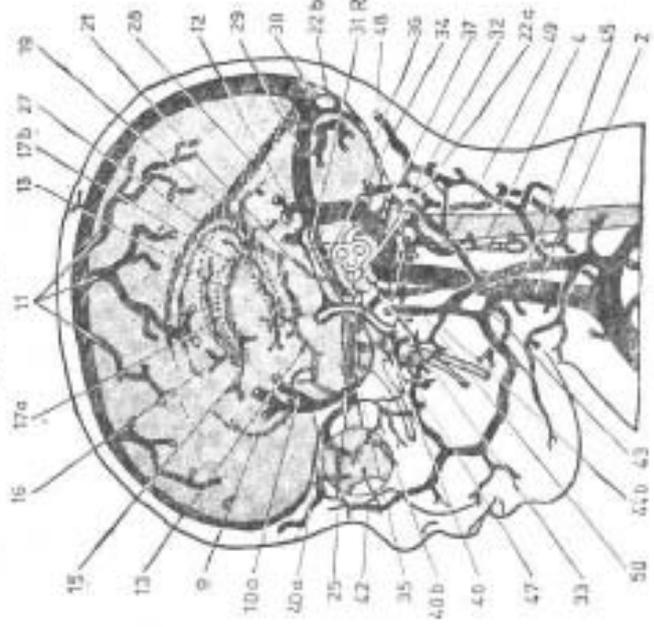


Abb. 1.6c

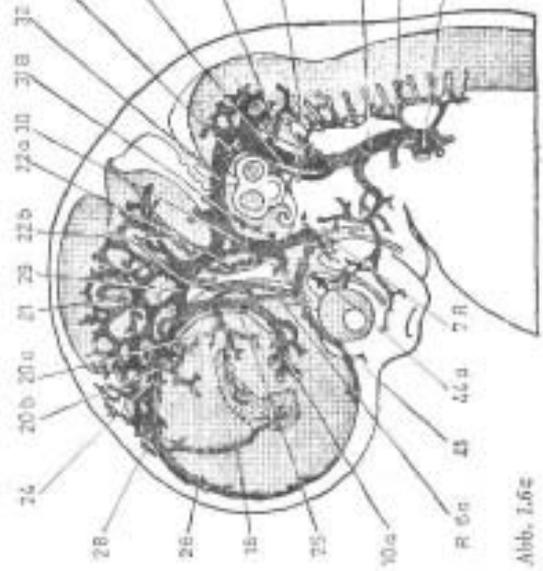


图 13 (1)-(6) 脑静脉和硬膜静脉窦的发生模式图(根据 Padgett)

图 13 (1)-(6) 脑静脉和硬膜静脉窦的发生模式图注解

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| 1a. 总动脉            | 24. 原始边缘窦     |
| 1b. 前主静脉           | 25. 幕窦        |
| 1c. 后主静脉           | 26. 上矢状窦      |
| 2. 颈内静脉            | 27. 下矢状窦      |
| 3. 无名静脉            | 28. 直窦        |
| 4. 椎静脉             | 29. 横窦        |
| 5a. 体节间静脉          | 30. 耳前窦       |
| 5b. 颌骨下静脉          | 31. 岩鳞窦       |
| 6a. 颞膜前丛干          | 32. 乙状窦       |
| 6b. 颞膜中丛干          | 33. 岩下窦       |
| 6c. 颞膜后丛干          | 34. 岩上窦       |
| 7. 原始头静脉窦          | 35. 海绵窦       |
| 8. 端脑静脉            | 36. 枕窦        |
| 9. 大脑前静脉           | 37. 永久的边缘窦    |
| 10a. 大脑中浅静脉        | 38. 窦汇        |
| 10b. 大脑中深静脉        | 39a. 舌下神经管导静脉 |
| 11. 大脑上静脉          | 39b. 乳突导静脉    |
| 12. 大脑后静脉          | 39c. 锁骨静脉     |
| 13. 基底静脉           | 39d. 卵圆孔导静脉   |
| 14. 纹状体下静脉         | 40a. 眼上静脉     |
| 15. 透明隔静脉          | 40b. 眼下静脉     |
| 16. 丘脑纹状体静脉(终静脉)   | 41. 眶上静脉      |
| 17a. 脉络膜上静脉        | 42. 角静脉       |
| 17b. 脉络膜下静脉        | 43. 舌面静脉      |
| 18. 大脑内静脉          | 44a. 原始上颌静脉   |
| 19. 大脑大静脉 (Galeii) | 44b. 永久的上颌静脉  |
| 20a. 间脑前静脉         | 45. 颈外静脉      |
| 20b. 间脑后静脉         | 46. 脑腹中静脉     |
| 21. 中脑静脉           | 47. 翼丛        |
| 22a. 后脑前静脉         | 48. 枕静脉       |
| 22b. 后脑后静脉(大脑后静脉)  | 49. 耳后静脉      |
| 22c. 大脑前静脉 (Magna) | 50. 颞浅静脉      |
| 23. 末脑静脉           |               |

入硬膜前丛(图 13(3))。胚长 22—24 毫米时,硬膜中丛干变为耳前窦,硬膜前丛萎缩,眶上静脉已不再汇入萎缩了的硬膜前从而入耳前窦。胚长 40 毫米时(52 天以后),耳前窦内侧部分扩展为丛状的海绵窦,与末脑腹侧静脉扩展而来的岩下窦相连,后者在颈静脉孔下方注入颈内静脉。耳前窦有几个属枝,其中之一为后脑腹侧静脉,在胚长 40—80 毫米时,由于大脑的生长和耳泡的扩展,其硬膜端(即幕窦)发展成为岩上窦,向外连于乙状窦;另一外侧属枝与乙状窦的一枝原始颞骨导血管吻合,形成岩鳞窦,导出硬膜和颅骨的血液。耳前窦逐渐缩小(图 13(5))。胎儿第三月,岩鳞窦和耳前窦的残余部分变为成体的板障血管。

硬膜前丛和硬膜中丛的残余部分合成幕丛,丛后端变为窦汇;由于胎儿窦汇呈丛状,所以成体中的形式是多样的。硬膜后丛的残留部分成为枕骨大孔的边缘窦;边缘窦与窦汇间的吻合成枕窦(图 13(6))。

## (二) 大脑浅静脉的发生与演变

5—8 毫米胚胎中,原始脑泡周围间充质内发生一些静脉丛。8—14 毫米时,脑泡分化,各脑泡均形成一至数条软膜蛛网膜静脉,导向外侧的硬膜前丛。当前丛经边缘窦形成上矢状窦后,这些静脉发展成为大脑上静脉,浅大脑中静脉和大脑下静脉。大脑上静脉汇入上矢状窦。由于人的大、小脑半球向后扩展,因此后部静脉以锐角汇入静脉窦,其血流方向与上矢状窦内方向相反。其余的新皮质部分由大脑下静脉和浅大脑中静脉导入乙状窦后方的横窦。胎儿三个月时,大脑上、中、下静脉之间发生继发性的上、下吻合(即 Trolard 和 Labbè 氏吻合),因此建立了上矢状窦与横窦之间的交通。浅大脑中静脉与海绵窦之间的继发性吻合,则在出生后才发生。

## (三) 大脑深静脉的发生与演变

大脑深静脉称为 Galen 大脑大静脉系统,包括基底(Rosenthal 氏)静脉和大脑内静脉。左、右大脑内静脉在中线汇合,形成大脑大(Galen 氏)静脉。这些都属软膜静脉,与来自硬膜的浅静脉不同。

胚胎 17—20 毫米时,发生脉络膜丛,24 毫米时,由脉络膜丛汇集成为上(背侧)、下(腹侧)脉络膜静脉(图 13(3)(4))。

脉络膜上静脉系胚胎的原始脉络膜静脉的属枝伸展而来,其中特别是在室间孔附近的一枝输入静脉称为终静脉,注入大脑内静脉。大脑内静脉最初只导引大脑的少部分血流,直至胚胎 40 毫米时仅接受一枝大脑内的属枝,以后前端接受透明隔静脉(侧室前静脉),后端接受后角静脉(侧室内侧静脉),外侧接受尾状核横静脉(侧室外侧静脉)。

脉络膜下静脉汇入间脑腹侧静脉,后者于胚长 40 毫米时汇入幕窦。出生前,由于幕窦的退化与演变,间脑腹侧静脉成为侧室下静脉,汇入基底静脉,后者以后又接受大脑前静脉、深大脑中静脉、丘纹下静脉等。

这些静脉的属枝发生较早,由于新皮质不断发育,故成熟较迟,且属枝之间在本侧和与对侧相吻合的形式和时间各有不同,所以形成了基底静脉和大脑内静脉在成体中见到的各种连接形式和类型。

#### (四) 中脑和后脑静脉的发生与演变

小脑静脉的分类方式,至今尚不一致。从发生学观点看,与大脑浅静脉的发生相似,可分为三群,即小脑上群静脉、小脑前群静脉和小脑后群静脉。

小脑上群静脉是大脑大静脉或直窦的一个属支,在成体主要形成上蚓静脉和小脑前中央静脉,分别或合成一干汇入大脑大静脉。

胚长 18 毫米时,硬膜中丛的尾端腹侧发生后脑腹侧静脉,此静脉在胚胎长约 80 毫米时,演变为小脑前(大)静脉(V. cerebelli anterior (magna)),成体叫岩静脉,引流小脑半球大部分(包括齿状核)的血液,汇入岩上窦。此时早期属于硬膜前丛的一支中脑外侧静脉随着脑的发育,移位于中脑外侧沟内,经过继发吻合,中脑外侧静脉尾端与小脑前大静脉相连,头端与基底静脉相通,使小脑前大静脉成为基底静脉的尾端出口(图 13(5))。故大脑大静脉阻塞时,大脑深部的血液引流,可经基底静脉、中脑外侧静脉和岩上窦,汇入乙状窦。即在后方经过基底静脉和大脑内静脉的汇合点,在前方经过深大脑中静脉、基底静脉而连于浅大脑中静脉,最后汇入乙状窦或海绵窦。

胚长 18 毫米时,幕丛尾端发生后脑背侧静脉(V. metencephalon dorsalis);约 80 毫米胚长时,成为小脑后群静脉,成体命名为下蚓静脉,注入横窦与窦汇。

### 四、脑静脉发生的解剖学和临床意义

#### (一) 胚胎某些静脉的发生过程,左侧落后于右侧

当左侧总主静脉和静脉窦变长而达发育中的心管右侧时,中线附近(未来的矢状窦和周围

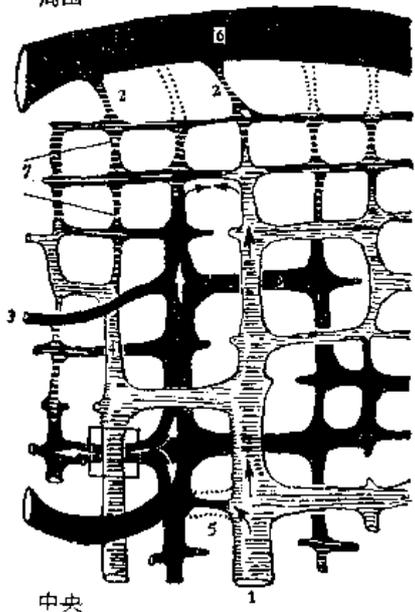


图 14 原始软膜静脉丛与发育中的动、静脉网关系模式图

1.动脉网 2.短静脉 3.软膜蛛网膜干 4.邻近的动、静脉相互垂直交叉 5.动脉网的扩大部 6.静脉窦 7.软膜毛细血管丛 (4及5处可形成动、静脉瘘)

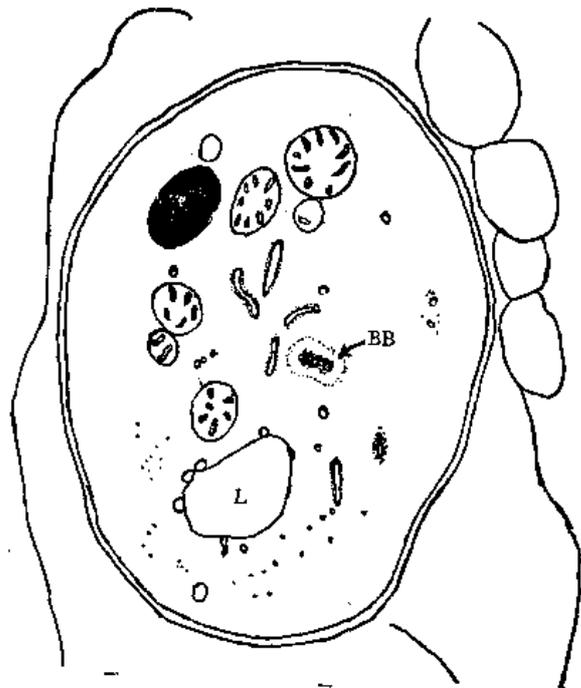


图 15 “无缝”毛细血管管腔似胞质内的小空泡  
L: 管腔 BB: 基体(中心粒)

横窦区域)的血液,主要导向右侧,故早期右侧的边缘窦大于左侧。来自原始直窦的血液,也导向右侧颈静脉。左无名静脉形成后,才在窦汇见到两侧平衡。窦汇的形式根据注入心脏的颈-胸静脉的发育而不同。

## (二) 当原始血管都还是内皮管时(胚长 40 毫米以前),动脉跨过紧邻的静脉,并与之成直角(图 14)

这些部位容易发生动静脉瘘管或动静脉瘤。根据胚胎学的观点,瘘管可解释为异常扩大的毛细血管网。间脑血管为胚胎期导入大脑大静脉的脉络膜血管,此处动静脉瘤较常见。在胚胎期,这种瘘管能导致附近浅血管内的血液反向倒流,并随大、小脑半球的扩大而扩散,这种扩散可包括硬膜、颅骨和颅外的血管。相反地,继发的血管扩张可切断它们的早期血管联系,包括静脉移位,可导致各种毛细血管瘤(Telangiectasis)或静脉丛集(Venosus agregation)。

## 第五节 脑血管的组织发生

关于脑血管的组织发生,已往的文献资料不够系统。Dahl<sup>[10]</sup> 报告了人胚大、小脑组织的亚显微结构,但未提及所用胚胎的大小和确切的胎龄,也未说明他所观察的是大脑基底抑皮质部分。Baucer 和 Vester 1970 年[引自 5] 用电镜研究了人胎脑的毛细血管内皮细胞之间的连接;Hauw、Berger 和 Escourolle<sup>[11,12]</sup> 作了人脑内发育中的毛细血管的电镜观察,根据大小把人胚小脑和嗅球的毛细血管进行了分类;并对人的大脑毛细血管作了器官培养和观察其亚显微结构。Povlishock、Martinez 和 Mossy<sup>[13]</sup> 描述了人胎端脑组织发生时内皮细胞与周围细胞之间相互的复杂关系,最近,Allsopp 和 Gamble<sup>[5,14]</sup> 用光镜和电镜观察了人胚脑血管系统的发生和毛细血管穿入脑组织的方式,并对大脑和眼肌内的血管发生,进行了比较。

Allsopp 等研究了 8.5—100 毫米的人胚,在 8.5 毫米的人胚中可见后脑、中脑和部分前脑表面的血管丛已有分枝穿入深部的神经组织,但在大脑皮质中无血管分支,这与 Humphrey<sup>[15]</sup> 描述 9—14 毫米人胚小脑扁桃(Tonsilla cerebelli)的发育时前脑泡壁内尚无血管发生的事实相符合。14 至 15 毫米时,大脑皮质中有实心的细胞索(相当于成血管细胞)形成的血管前组织(Prevascular tissue),但与半球壁外的血管丛无联系;20 和 25 毫米时,类似的细胞索与表面血管丛相连,并偶见有些细胞索内出现腔隙及红血细胞。大脑半球皮质内的血管前组织远较基底部的血管发生得迟,当室管膜细胞向外侧迁移时,皮质内血管前组织才开始出现。以后表面血管丛减少,皮质的血管逐渐增多,但所有血管的管径均小,管壁甚薄,光镜下结构与毛细血管相同。

Strong<sup>[16]</sup> 报道家兔大脑皮质血管的发生较晚;Caley 和 Maxwell<sup>[17]</sup> 用电镜观察新生大白鼠的大脑皮质,发现有在光镜下看不到的血管前组织。这些现象,说明动物中脑血管的组织发生,与人类相似。

用电镜观察 50 毫米人胚的血管,仅为由 1 至 3 个内皮细胞形成的毛细血管,周径为 7.5 微米(相当于直径 2 微米)。毛细血管周围常被松质的基膜(Membrana basalis)所包绕,厚约 0.5 微米,基膜在包裹周细胞处分裂为两薄层。内皮细胞内除有包膜的小泡外,

细胞器较少。线粒体不多,但有时相当肿胀;粗面内质网小而分散。个别(见到2个)内皮细胞有纤毛突入血管腔。大多数毛细血管的横切面由2、3个内皮细胞围成,偶见单个细胞围成的血管,其原生质膜相接处为典型的上皮连接。单细胞的毛细血管末端,即 Wolff 及 Bar<sup>[18]</sup> 所描述的“无缝”毛细血管(“seamless” capillary),管腔甚小,形似细胞质内的一小空泡(图 I(18))。毛细血管基膜外被室管膜细胞和星状细胞的突起所包绕,偶有神经元的胞体或轴突参加。

75 毫米人胚脑血管的横切面为1或2至6个内皮细胞围成,较大的血管腔中偶见红细胞。毛细血管的周围有由内皮细胞的基膜和周细胞基膜所形成的血管周隙(Perivascular space)宽约0.4微米,充满原纤维基质(Fibrillar matrix),电子密度较周围组织低。这个时期内皮细胞胞质的成分改变不大。

100 毫米人胚脑内毛细血管基膜的电子密度各部不同,在额叶及顶叶,毛细血管基膜电子密度较高,而在枕叶则有的高有的低。这个时期脑毛细血管的内皮细胞与幼儿的差别不大,有时线粒体较多,偶见致密体(Dense bodies),经常看到明显的有包膜的小泡。虽未见有丝分裂,但可见到一个基体或中心粒(Basal body 或 Centriole)。连续切片中可追溯正常的有腔的毛细血管至单个内皮细胞,内皮细胞横切面中的空泡即毛细血管腔的盲端。Wolff 氏等论述毛细血管盲端与另一毛细血管或微静脉相迁时盲端的空泡可穿通内皮末节而与毛细血管或微静脉腔相通。

脑毛细血管的内皮细胞在发生过程中,有时可以看见内皮细胞向毛细血管腔内发出纵行突起与邻近细胞或本细胞甚至与对侧管壁形成紧密连接,所以在横切面上出现两个腔(图16)。相邻两细胞发出的突起,可互相形成交叉连接。另有一种情况,毛细血管壁上邻近的内皮细胞在发展过程中,可以形成套叠式的突起,在横切面上呈现望远镜样同心圆的两个腔<sup>[19]</sup>。这些情况可与血管的进一步生长和长大有关。

关于内皮细胞和周细胞的相互关系, Allsopp 和 Gamble<sup>[20]</sup> 发现 50 毫米人胚脑血管内皮细胞膜在细胞连接处和胞质突向管腔或向外伸至周细胞突起间的地方,电子密度增加。周细胞体或其大小突起几乎包住整个内皮管。周细胞胞质内偶见线粒体、有包膜的小泡和散在的粗面内质网,很少见其他细胞器。周细胞的突起常伸入内皮细胞,但伸向外侧达周围的神经组织者不多。在 75 及 100 毫米的人胚中,内皮细胞的突起呈楔状,并可分支凸入周细胞的窝状凹陷内,形成杵臼关系。周细胞的突起也可凸入内皮细胞,但较少。内皮细胞的突起可随同周细胞的向外突起伸入周围的神经氈(Neuropil, 为由神经细胞轴突、树突及其它突触组成的复合网)(或神经纤维网),或穿过在二个周细胞间的基膜直接与神经氈接触。伸入神经氈的内皮细胞突可发育成新的毛细血管。

以上两位作者描述在同样大小的胚胎中,肌肉(眼上直肌)的毛细血管常有基膜,但较脑内毛细血管的基膜薄且电子密度较低;周细胞的突较稀少而简单。肌肉的毛细血管外

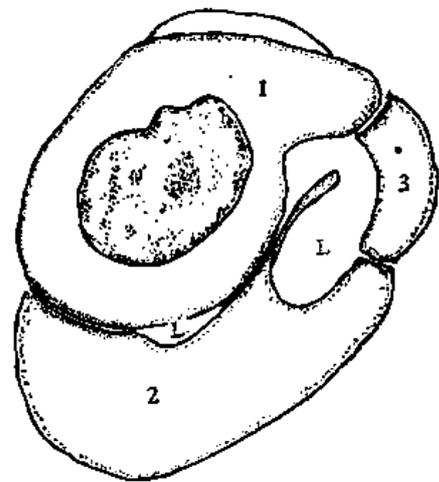


图 16 脑毛细血管三个内皮细胞围成两个分离的腔

1、2、3. 内皮细胞 L. 管腔

面包有散在的结缔组织，形成一个开放的周围环境，而脑内整个毛细血管为神经甏所环绕。

周细胞的来源为间充质。从软膜血管穿入中枢神经系统的血管包括内皮细胞与周细胞，但在毛细血管以发芽的方式发育增多时，由于中枢神经系统中无中胚层组织，故周细胞可作为脑毛细血管周围将来发生平滑肌和胶原纤维的基础。而在发育中的骨骼肌内，毛细血管周围很早就有疏松结缔组织，平滑肌可自后者发生而不需由周细胞转变。

据 Ganshirt<sup>[4]</sup> 描述，5—6 毫米人胚的主动脉及其大分支有 1—3 层间充质细胞，神经管的血管仅见断断续续的间充质鞘。10 毫米人胚的基底动脉和椎动脉中可见间充质。35—40 毫米时，脑外血管间充质鞘分化为肌纤维，颈内动脉和椎动脉出现环行的肌母细胞 (Myoblast)，但颅内血管壁上要在 50 毫米人胚中才开始出现上述细胞。

95 毫米人胚中游离于蛛网膜下腔的大脑中动脉壁上还是纯粹的原始结缔组织；110 毫米时，中膜有一层明显的肌母细胞，并有一层内弹性膜；140 毫米时，中膜为 3—4 层已分化的肌纤维所组成，内弹性膜厚 3—4 微米，外膜为幼稚的结缔组织，至妊娠后期，长 31 厘米的胎儿大脑中动脉壁已发育成熟。

从原始软脑膜血管网(胚长约 8 毫米时)进入脑内的血管为内皮管，较大的血管干，特别象到基底神经节及间脑的血管，外包结缔组织鞘，这些血管在妊娠后期分化出肌层，肌层中含柔嫩的弹性纤维，随着脑壁的增厚，胎儿脑内毛细血管区不断扩大。脑血管分化的速度，可随个体而异<sup>[4]</sup>。

出生后，脑动脉中膜的肌层继续发育至青春期。内弹性膜的变化较明显。婴儿三个月时，内弹性膜已明显可见并有结缔组织形成的小垫及个别肌纤维，幼儿中的薄层内弹性膜较婴儿的厚而断续，青少年中内弹性膜分层，成年人则分层非常明显<sup>[4]</sup>。

Allsopp 指出，在 8.5 毫米胚胎中已发现血管自原始脑膜进入神经管壁后立即达室管膜层，并在此层相互联系，室管膜层细胞分裂活跃，血管丰富，而第三、第四脑室顶和附近的侧脑室壁(此处以后发生脉络膜丛)内此时期无血管进入，其附近血管丛亦不甚密，似可认为发育早期的脑脊液主要由其他部位的室管膜产生的。

Malinsky<sup>[26]</sup> 研究了 4 周人胚至 20 周胎儿及成人脊髓的界膜及毛细血管的超微结构，发现在胚胎早期已由神经胶质细胞的边缘突形成脊髓的外界膜。毛细血管的基膜分化得慢且迟，当毛细血管以实心的内皮细胞索由发芽的方式从神经组织表面伸向深部时，内皮细胞索与胶质细胞接触，尚无基膜，仅在胚胎后期当毛细血管出现管腔时才发生基膜。胎儿时期可见含有间充质的毛细血管间隙，在白质内尤为显著。

## 第二章 脑动脉系统

供应脑的动脉,来自颈内动脉和椎基底动脉,它们的形态结构和行程配布均有许多特点:(1) 供应脑的颈内动脉与椎基底动脉在脑底部形成一个大的动脉吻合——大脑动脉环,对脑血液供应的调节和代偿起重要作用。环的构成形式,直接影响到各大脑动脉的形态、管径和代偿潜能;(2) 脑动脉壁较薄,类似颅外其他部位同等大小的静脉,管壁的结构和内皮的特点详见第四章;(3) 进入颅内的动脉,行程均极弯曲,一般认为是脑动脉不显搏动的原因之一。

颈内动脉系供应眼、大脑半球的额叶、顶叶、颞叶的一部分、基底神经节、丘脑前半及丘脑下部的大部分;椎基底动脉系供应大脑半球的枕叶、颞叶的一部分,丘脑后大半、丘脑下部的小部分、脑干、小脑及脊髓上部。

整个脑可以以小脑幕为界,区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动脉的血液供应,幕下结构接受椎基底动脉系的血液供应<sup>[2]</sup>。

整个大脑血管的安排形式,从大脑动脉环发出的一些分支,也类似基底动脉发出的那

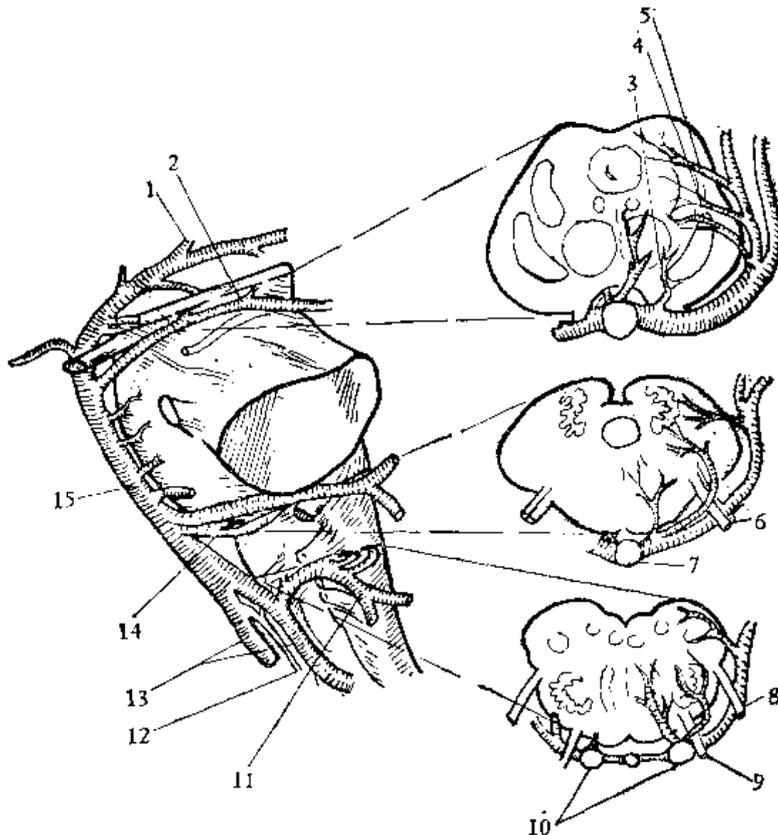


图 17 脑动脉供应的三种类型

1. 大脑后动脉 2. 小脑上动脉 3. 旁中央动脉 4. 短环旋动脉 5. 长环旋动脉  
6. VII V(III) 对脑神经 7. 基底动脉 8. 迷走神经 9. 舌下神经 10. 椎动脉  
11. 小脑下后动脉 12. 脊髓前动脉 13. 椎动脉 14. 小脑下前动脉 15. 基底动脉

些分支,可以分为旁正中动脉、长环旋动脉和短环旋动脉<sup>[21]</sup>(图 17)。

旁正中动脉 (Aa. paramedianae): 是从大脑动脉环内侧发出的那些中央动脉——内侧中央动脉。发出后立即在正中线的两侧穿入脑实质,供应近中线附近的中央核区。

长环旋动脉 (Aa. circumflexae longae): 长环旋动脉,是从大脑动脉环发出的大脑前动脉、大脑中动脉和大脑后动脉。发出后由脑的腹侧面绕至内侧面,或绕至背外侧面,输送血液经过长距离才到达大脑半球的表面,形成广泛吻合的软膜动脉网,再发支穿入脑实质。这是由于大脑半球和小脑半球的发展,使长环旋动脉延长和位置改变,才形成了诸大脑动脉和诸小脑动脉。

短环旋动脉 (Aa. circumflexae breves): 短环旋动脉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。发出后行短距离即穿入脑实质,供应长环旋动脉与旁正中动脉营养范围之间的灰质和白质。

在脑血管造影时,长环旋动脉最容易显示,最大的短环旋动脉也可看清。过去认为颅内动脉仅有 10% 可以显示出来,现在由于脑血管造影技术的发展,Wallace<sup>[22]</sup> 和 Ferner<sup>[23]</sup> 等对许多小的动脉和静脉支均可显示,给脑内疾患的定位诊断提供很大的帮助。

## 第一节 颈内动脉 (Arteria carotis interna)

### 一、颈内动脉的行程、位置

一般解剖学均把颈内动脉按其行程位置分为颈段、颈动脉管段、海绵窦段及脑段(图 18)<sup>[5,9]</sup>。通常颈内动脉在颈部平甲状软骨上缘,正对下颌骨下缘从颈总动脉分出,开始居

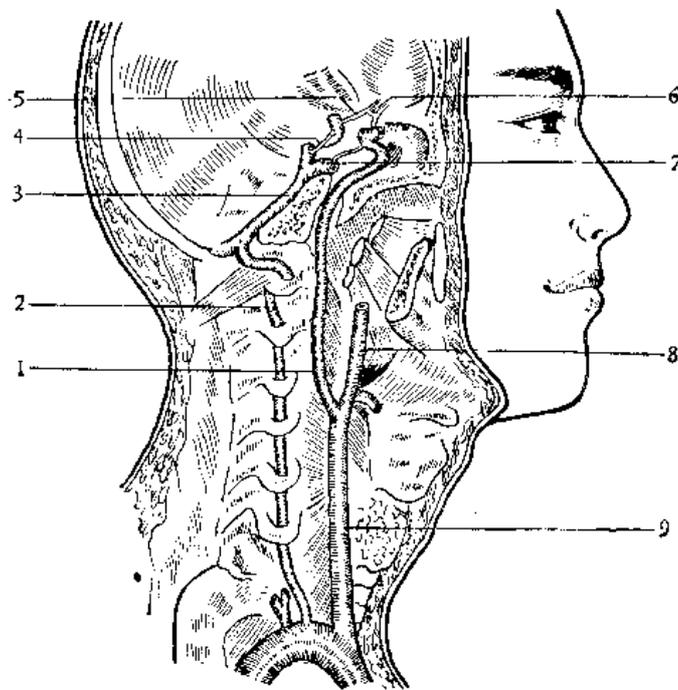


图 18 颈内动脉、椎基底动脉和大脑动脉环

1. 颈内动脉 2. 椎动脉 3. 基底动脉 4. 后交通动脉 5. 大脑前动脉  
6. 前交通动脉 7. 大脑动脉环 8. 颈外动脉 9. 颈总动脉

颈外动脉的后外侧,逐渐移至它的后内侧,经咽壁后外侧与上三个颈椎横突之间上行达颅底。以后入颈动脉管先上升再弯向前内,经破裂孔入颅内,穿硬脑膜外层在两层硬脑膜之间,经三叉神经半月节的下面转向上再弯向前,在蝶鞍侧面的海绵窦内前行,至前床突内侧又弯向上,穿通硬脑膜内层和蛛网膜至蛛网膜下腔,再弯曲向后行一短程折向上或稍向前,达大脑外侧裂内侧端正对前穿质处分为大脑前动脉与大脑中动脉而终。一般把颈内动脉在海绵窦段及其上方的弯曲称为虹吸部(Siphon)。

## 二、正常颈内动脉造影的解剖分段

正常颈内动脉造影的解剖分段,一般分为下述五段(图 19, 20)<sup>[24]</sup>。

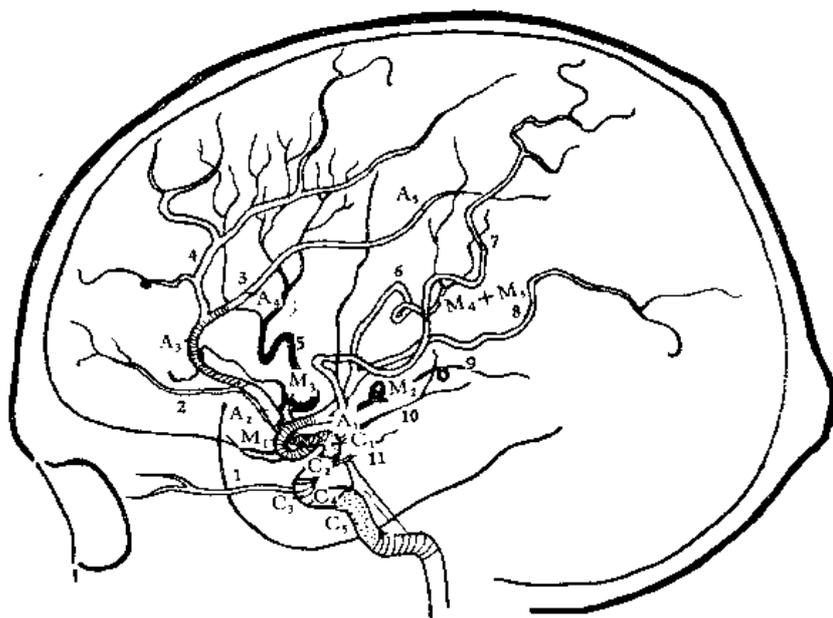


图 19 正常颈内动脉造影(侧位)

A1: 大脑前动脉视交叉上段 A2: 大脑前动脉肝脑体下段 A3: 大脑前动脉膝段 A4: 肝脑体周围动脉额叶段 A5: 肝脑体周围动脉顶叶段 C1: 颈内动脉后膝段 C2: 颈内动脉视交叉池段 C3: 颈内动脉前膝段 C4: 颈内动脉海绵窦段 C5: 颈内动脉神经节段 M1: 大脑中动脉眶后段 M2: 大脑中动脉岛叶段 M3: 大脑中动脉的升动脉 M4: 大脑中动脉约顶后(下)动脉 脉颞后动脉 M5: 大脑中动脉角回动脉颞后动脉 1. 眼动脉 2. 额极动脉 3. 肝脑体周动脉 4. 肝脑体缘动脉 5. 额顶升动脉 6. 顶下动脉 7. 角回动脉 8. 颞后动脉 9. 颞前动脉 10. 脉络膜前动脉 11. 后交通动脉 12. 额极动脉

C5 段,也叫神经节段,是颈内动脉经颈动脉管进入颅内在三叉神经半月节下面的一段。

C4 段,又叫海绵窦段,是颈内动脉在海绵窦内沿颈内动脉沟向前行的一段。

C3 段,也叫前膝段,是颈内动脉从 C4 段开始向上向后弯曲,大约在前床突高度穿过硬脑膜。这一段向前膝状弯曲,故叫前膝段。由前膝段发出眼动脉。

C2 段,也叫视交叉池段,这一段向后略呈水平,恰好在视交叉池内。

C1 段,也叫后膝段,颈内动脉从 C2 段再向上向前弯,形成凸向后的膝状弯曲。从后膝发出后交通动脉和脉络膜前动脉。

颈内动脉从后膝段再稍向前分为大脑前动脉(A1段)和大脑中动脉(M1段)。因此把C1 + A1 + M1的联合点称为颈内动脉分叉部。在脑血管造影的前后位片上,这C1、A1和M1三部呈T字形,当T字形形态改变时,有临床诊断意义。在侧位片C2、C3和C4三段共同形成C字形,即虹吸部。在侧位片前后位片,C2和C4在C3段的上下端重叠,形成两个圆点。

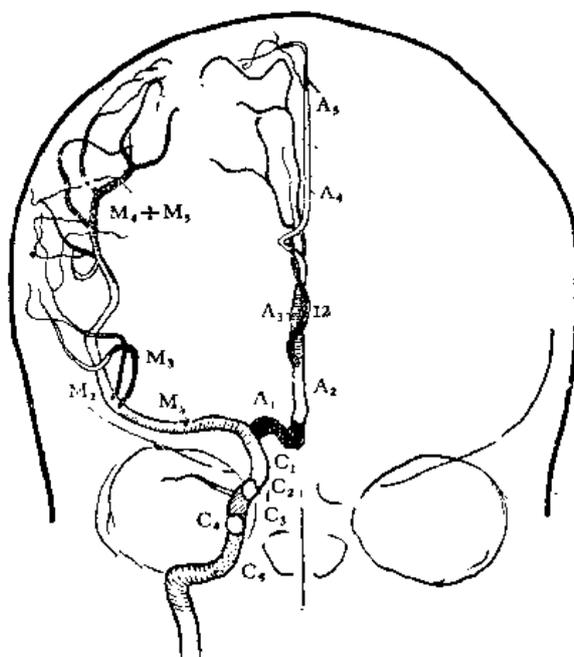


图 20 正常颈内动脉造影(前后位)  
(注解见图19)

### 三、颈内动脉的应用解剖

(1) 颈内动脉经过颈内动脉管内,仅以薄骨片与中耳相隔。在幼年时候,这块薄骨片往往呈筛状,到老年时,该薄骨片又可能部分被吸收而更菲薄。由于骨片呈筛状或过于菲薄,在醒觉时就可能听到一种持续性的动脉杂音。这种杂音对生理机能和身体的健康是没有什么影响。神经衰弱患者,把这种杂音当作为耳鸣,造成精神上很大的负担,成为难以忍受的痛苦。

因为颈内动脉与内耳之间的骨片甚薄,有时中耳和内耳的感染,也可能引起颈内动脉周围炎。

(2) 颈内动脉入颅内后,经过三叉神经半月节下面,当颈内动脉扩张或颈内动脉瘤时,可能引起三叉神经痛。

(3) 颈内动脉穿过海绵窦时,被有一层内皮。海绵窦的外侧壁内有第Ⅲ、第Ⅳ、第Ⅴ对脑神经的眼神经通过。若该段发生动脉瘤或形成动静脉瘘时,均可能压迫这些神经引起眼外肌瘫痪。

(4) 颈内动脉比较恒定地由颈总动脉平甲状软骨上缘附近分出,Warwick<sup>[9]</sup>报道,偶有从主动脉弓发出。稀有的情况下,颈内动脉可以一侧缺如,甚至两侧缺如,主要由大脑

后动脉代偿供应<sup>19,25</sup>，但国内资料未见颈内动脉缺如或极端细小的报道。

#### 四、颈内动脉脑段的管径

颈内动脉脑段左右侧管径的比较，国人虽有许多报道<sup>16,27,28,29</sup>，现把国人资料与日本人和欧洲人的资料进行比较<sup>130,31,32</sup>，综合为表 II. 1。

表 II.1 颈内动脉左右侧管径比较

人种	作者	例数	左 > 右	左 = 右	左 < 右
中国人	宫下	133	29.3%(39)	57.9%(77)	12.8%(17)
	邱治民等	41	53.66%(22)	7.32%(3)	39.02%(16)
	董雅占	87	26.43%(23)	50.58%(44)	22.99%(20)
	毛增荣	100	24.0%(24)	63.0%(63)	13.0%(13)
	曾司鲁、李旭光	105	30.10%(31)	53.40%(55)	16.50%(17)
	小计	464	29.95%(139)	52.16%(242)	17.89%(83)
日本人	Hasebe, 永井	151	10.6%(16)	82.1%(124)	7.3%(11)
苏联人	Крупачев	202	45.5%(92)	24.8%(50)	29.7%(60)

从表 II.1 可以看到，中国人与日本人颈内动脉的管径都是左右等大的较多，左大于右的次之，左小于右的最少。苏联人则以左大于右的较多。

#### 五、颈内动脉的分支

颈内动脉在颈段未发出分支，行经颈内动脉管和海绵窦段时发出一些小支，至脑段发出眼动脉及诸大脑动脉等。

##### (一) 颈内动脉在颈内动脉管段发出的分支

###### 1. 颈鼓动脉 (Aa. caroticotympanicae) (图 21)

颈鼓动脉由颈内动脉发出后，经颈动脉管后壁的小孔穿入鼓室，与茎乳动脉和脑膜中动脉的鼓支吻合。

###### 2. 翼突管动脉 (A. canalis pterygoidei)

翼突管动脉由颈内动脉发出后伴翼管神经入翼突管，与腭大动脉的分支吻合。

##### (二) 颈内动脉海绵窦段的分支 (图 21)

一般解剖学教科书记载，颈内动脉海绵窦段发出有海绵窦支、脑垂体动脉及脑膜支，但各支的发出部位、行程及分布范围均未说明<sup>9</sup>。Parkinson<sup>133</sup> 进行过 200 具尸体解剖，对颈内动脉在海绵窦段发出的分支描述较详细。Wallace<sup>122</sup> 进行了脑血管造影的研究，并采用了 Parkinson<sup>133</sup> 的命名。

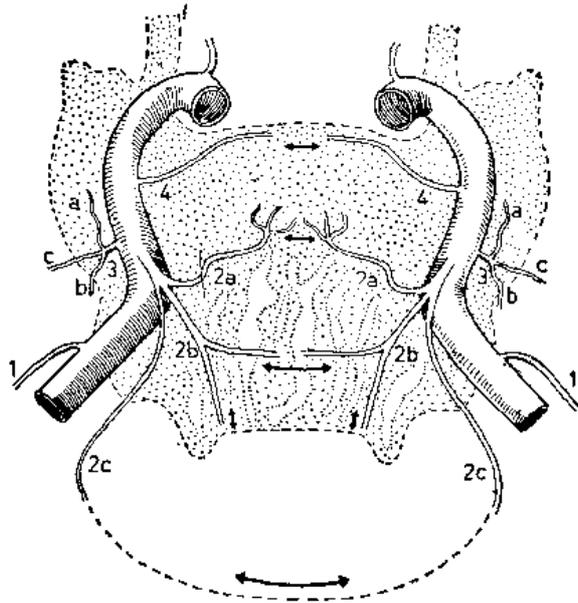


图 21 颈内动脉海绵窦段的分支

1. 颈鼓动脉 2. 脑膜垂体动脉 2a. 垂体下动脉 2b. 背侧脑膜支 2c. 幕支  
3. 海绵窦下动脉 a. 至 III、IV、VI 对脑神经的分支 b. 至三叉神经半月节支  
c. 与脑膜中动脉分支的吻合支 4. 被囊动脉

### 1. 脑膜垂体动脉 (A. Meningohypophysealis)

根据 Parkinson<sup>[33]</sup> 的解剖观察, 脑膜垂体动脉 (Schnures 和 Stattin 叫背侧主干。) 的出现率是 100%, 通常起于海绵窦段开始弯曲部的后面, 行一短程即分为三个等大的分支 (图 21)。

(1) 幕支 (Ramus tentorii basalis): 从脑膜垂体动脉发出后, 向后向外行, 在海绵窦内分支至第 III 第 IV 对脑神经及海绵窦顶, 并与眼动脉的脑膜支吻合。以后沿小脑幕游离缘向后与对侧同名支交通, 并发支供应小脑幕。在正常和病理情况下, 脑血管造影中, 幕支均可显示, Wallace 在三叉神经瘤的病例中, 曾看到了有扩大的幕支。

(2) 背侧脑膜支 (Ramus meningeus dorsalis): 又叫斜坡支。从脑膜垂体动脉分出后, 向后向内下经斜坡背面下降, 发支至第 VI 对脑神经, 最后与对侧同名支吻合。

(3) 垂体下动脉 (A. hypophysialis inferior): 详见第五章。

### 2. 海绵窦下动脉 (A. sinus cavernosi interior)

又叫外侧主干。从颈内动脉海绵窦段中部的外侧发出, 供应海绵窦及其底面的硬脑膜, 还发支至三叉神经半月节和第 III、第 IV 及第 VI 对脑神经, 最后发支与脑膜中动脉的分支相吻合。

### 3. 被囊动脉 (A. capsularis)

(1) 下被囊动脉 (A. capsularis inferior): 下被囊动脉有一支或 2 支, 在颈内动脉海绵窦段远侧部下面发出, 经垂体前叶下面硬脑膜覆盖下向内行, 与垂体下动脉吻合, 并发支至鞍背。

(2) 被囊前动脉 (A. capsularis anterior): 在上者附近发出, 沿颈内动脉内侧经蝶鞍的背面前缘向内行, 与对侧同名支吻合。

颈内动脉海绵窦段发出的各支, 与对侧颈内动脉、眼动脉、颈外动脉的脑膜支和椎动脉等所发的分支均有吻合。在一侧颈内动脉海绵窦段远侧端阻塞时, 这些吻合是极为重要的侧副支。

颈内动脉刚穿出海绵窦, 在前床突内侧, 从它的后内侧还发出一群垂体上动脉(详见第五章)。

此外颈内动脉在脑段除发下述一些大的分支外, 有时还发出一些中央动脉, 如前外侧中央动脉内侧支, 纹状体内囊动脉及结节丘脑动脉等, 分别详各有关项内。

### (三) 眼动脉 (A. ophthalmica) (图 22)

眼动脉在前床突内侧由颈内动脉虹吸部前面发出, 伴视神经下外侧经视神经孔入眼眶, 越过视神经上方至眶内侧, 沿上斜肌下缘迂曲前进, 至内眦处分为眶上动脉与鼻背动脉而终, 末梢支与颈外动脉的分支吻合。

眼动脉的分支甚多, 这里主要介绍视网膜中央动脉(其余略)。

视网膜中央动脉 (A. centralis retinae): 视网膜中央动脉是小而恒定的动脉(图 23), 在视神经孔处由眼动脉发出, 约距眼球后 6—10 毫米处由视神经下面穿入, 沿视神经中轴前行, 于视乳头入视网膜。先分为上、下两小干, 每干再各分为鼻侧及颞侧动脉, 分别叫视网膜鼻侧上小动脉、视网膜鼻侧下小动脉、视网膜颞侧上小动脉和视网膜颞侧下小动脉。后两者之间还有黄斑上小动脉、黄斑下小动脉及视网膜内侧小动脉。

视网膜的这些小动脉都与小静脉伴行, 一般认为这些小动脉是终末动脉, 是全身唯一可以借检眼镜直接看到的小动脉。如发现这些小动脉有硬化情况, 可以说明脑动脉和身体其他部位的小动脉也可能有硬化。

眼动脉是颈内动脉的分支, 测量眼动脉的血压, 就反映了颈内动脉血压的变化。

眼动脉的眶上动脉, 经眶上孔穿出, 分布于额内侧的皮肤。该部的搏动、血压、血流和皮肤温度等的变化, 可以提示颈内动脉有无病变。眶上动脉在内眦与颈外动脉的分支吻合, 是颈内、颈外动脉侧付循环的通道。

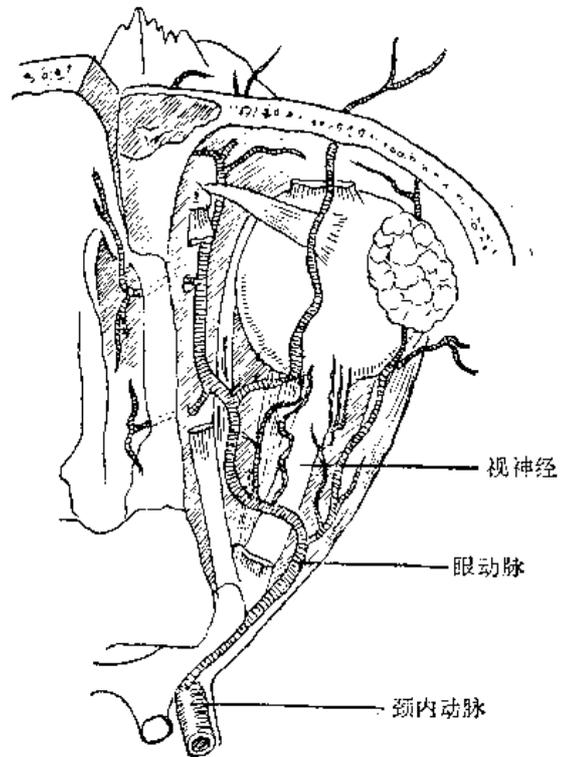


图 22 眼动脉

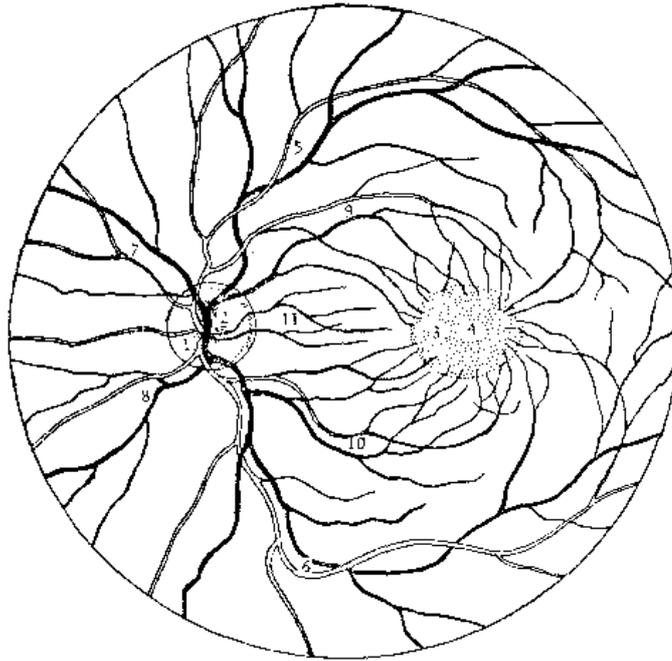


图 23 视网膜中央动脉

1. 视神经盘 2. 视乳头 3. 黄斑 4. 中央凹 5. 视网膜颞侧上小动静脉 6. 视网膜颞侧下小动静脉 7. 视网膜鼻侧上小动静脉 8. 视网膜鼻侧下小动静脉 9. 黄斑上小动静脉 10. 黄斑下小动静脉 11. 视网膜内侧小动静脉

#### (四) 后交通动脉 (A. communicans posterior)

后交通动脉从颈内动脉发出,在蝶鞍和动眼神经的上面,水平向后稍向内行,与大脑后动脉吻合。因此,当发生后交通动脉瘤时,将会压迫动眼神经,引起眼球运动障碍和瞳孔开大。

后交通动脉的长度,对于先天性后交通动脉瘤的处理颇为重要。董雅占<sup>[28]</sup>认为后交通动脉粗大的,一般都较短,但未统计其具体长度。我们统计 103 例中国人脑的后交通动脉的长度,最长的达 34 毫米,最短的只有 2 毫米<sup>[30]</sup>。平均成人左侧长  $13.56 \pm 0.48$  毫米,右侧长  $13.77 \pm 0.44$  毫米;儿童左侧长  $11.60 \pm 0.57$  毫米,右侧长  $11.90 \pm 0.59$  毫米。左右侧长度比较,以左短于右的最多,占  $40.74 \pm 4.84\%$  (42 例);左长于右的次之,占  $34.59 \pm 4.70\%$  (36 例);左右等长的最少,占  $20.39 \pm 3.97\%$  (21 例)。一侧后交通动脉缺如有 4 例。

后交通动脉的管径变异性较大,有的粗大直接移行为大脑后动脉,这反映了种系发生较原始的状态(图 42)。有些管径很细,小于 1 毫米以下的占  $19.42 \pm 3.90\%$  (左侧 7 例,右侧 6 例,两侧的 7 例)。有些甚至小至 0.2 毫米以下。平均管径:成人左右侧均为  $1.82 \pm 0.07$  毫米,儿童左侧  $1.65 \pm 0.32$  毫米,右侧  $1.81 \pm 0.33$  毫米,显示了成人与儿童很接近。

后交通动脉左右侧管径的比较,综合中国人 408 例的统计与日本人的比较列为表 II.2<sup>[26,27,28,29,30]</sup>。

从表 II.2 可以看到,后交通动脉左右侧管径的比较,中国人以左右侧相等的最多,左

表 II.2 后交通动脉左右侧管径比较

人种	作者	例数	左 > 右	左 = 右	左 < 右
中国人	宫下	122	18.8%(23)	61.5%(75)	19.7%(24)
	董雅占	87	22.99%(20)	56.32%(49)	20.69%(18)
	毛增荣	100	29.0%(29)	50.0%(50)	21.0%(21)
	曾司鲁、李旭光	99	25.25%(25)	46.47%(46)	28.28%(28)
	小计	408	23.78%(97)	53.92%(220)	22.30%(91)
日本人	Hasebe	83	28.9%(24)	36.1%(30)	35.0%(29)

大于右及左小于右的较少;日本人则三者出现率比较接近一致。

后交通动脉发出一群小的中央动脉, Toole<sup>[33]</sup> 记载, 后交通动脉前段发出的前群, 供应丘脑下部、丘脑腹侧、视束前部和内囊后肢; 其后段发出的后群, 供应丘脑底核。他还认为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死。Warwick<sup>[9]</sup> 报道, 后交通动脉发出一些小的中央动脉, 主要是从后部发出。中国人的资料: 毛增荣<sup>[29]</sup> 观察 100 例中, 每个后交通动脉均各发出 2—8 支小的中央动脉。我们 80 例中<sup>[34]</sup>, 除两侧缺乏后交通动脉, 两侧后交通动脉特别纤细的以外, 其他都各发出有 3—8 支小的中央动脉。其中一些小支穿至灰结节、漏斗及乳头体等部, 内有 1—2 支较大, 叫结节丘脑动脉。

结节丘脑动脉 (Tubercothalamic arteries):

结节丘脑动脉是后交通动脉发出一群中央动脉之中最大的支。一般是一支, 有时有两支。多数是从后交通动脉中段发出, 在蛛网膜下腔内向上向外行, 在灰结节、视束和大脑脚之间的三角形区域内穿入脑实质, 弯向内行, 经乳头体核前缘至丘脑内侧部, 再经乳头丘脑束前面膝状弯曲折向外上方行, 达内囊而分布(图版 II, 图 1, 图 24)。

结节丘脑动脉从后交通动脉中段发出的占  $82.50 \pm 4.25\%$ , 由前段发出的占  $12.70 \pm 3.70\%$ , 另有 4 例占  $5.00 \pm 3.70\%$ , 其中二例后交通动脉缺如, 结节丘脑动脉直接发自颈内动脉; 两例后交通动脉非常纤细, 其结节丘脑动脉一例从脉络膜前动脉发出; 一例从大脑前动脉发出<sup>[34]</sup>。

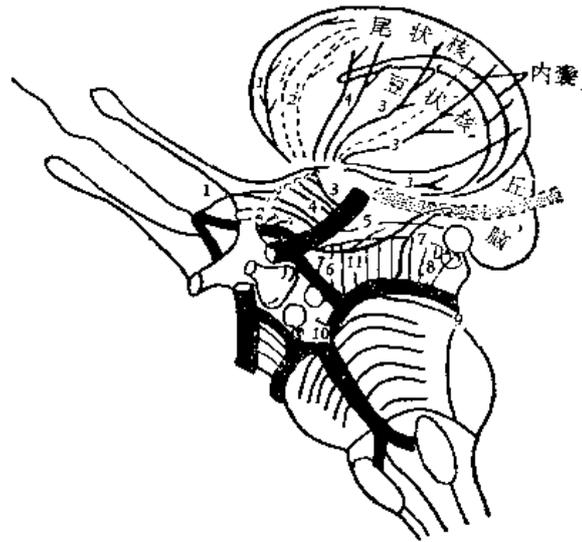


图 24 脑底诸动脉及其中央动脉模式图

1. 返动脉 2. 中央短动脉 3. 前外侧中央动脉外侧支 4. 前外侧中央动脉内侧支 5. 纹状体内囊动脉 6. 结节丘脑动脉
7. 脉络膜后外动脉 8. 丘脑膝状体动脉 9. 脉络膜后内动脉
10. 丘脑穿动脉 11. 脉络膜前动脉

### (五) 脉络膜前动脉 (A. choroidea anterior)

过去对脉络膜前动脉曾有许多研究<sup>[35][36][37]</sup>, 对其发出部位意见极不一致, Otom<sup>[35]</sup> 认为从颈内动脉发出的最多。现把中国人、日本人、美国人和意大利人的一些资料综合列为

表 II.3 脉络膜前动脉发出部位比较

人种	作者	例数	半球数	发出部位				缺如
				颈内动脉	大脑中动脉	后交通动脉	大脑前、中动脉分叉部	
意大利	Cavatorti	100	200	41.5%	58.5%	0	0	0
美国	Carpenter Herman	33	60	76.6%	11.7%	6.7%	3.3%	1.7%
		74	74	85.0%	8.0%	0	7.0%	0
日本	Otomo	389	778	99.2%	0	0.4%	0.4%	0
中国	毛增荣	100	200	94.00±1.68%	0	0.50±0.49%	5.5±1.61%	0
	曾司鲁、袁龙庆	40	80	98.75±1.75%	0	1.25±1.26%	0	0
	长谷部		166	100.0%	0	0	0	0

表 II.3。

从表 II.3 可以看到,中国人、日本人及美国人的脉络膜前动脉绝大多数是从颈内动脉发出,意大利人则以从大脑中动脉发出的较多。

毛增荣<sup>[29]</sup>报告了中国人两例一侧的脉络膜前动脉特别粗大,而其同侧的后交通动脉和大脑后动脉均极细小。因此该侧的脉络膜前动脉代替大脑后动脉供应了该侧颞下面及枕叶内面的血液。

脉络膜前动脉从颈内动脉发出后,一般向后越过视束前部,至大脑脚前缘又斜向外,再越过视束,在海马回钩附近,经脉络膜裂入侧脑室下角(图 24, 25),形成脉络膜丛,与脉络膜后外动脉吻合,向后上绕经侧脑室中央部,在室间孔与第三脑室脉络丛相接。

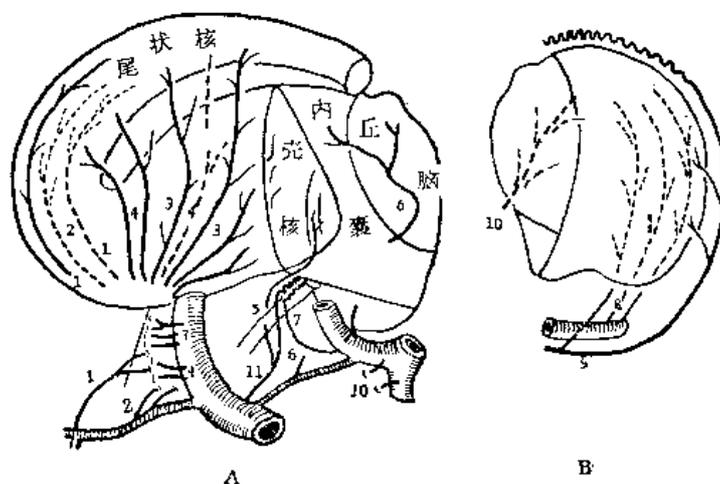


图 25 纹状体、丘脑及内囊动脉的模式图  
(乳头体后部冠切示各动脉的行程)

- A. 左侧面及切面前半 B. 切面后半及左侧面(尾状核及豆状核已除去)
1. 返动脉
  2. 中央短动脉
  3. 前外侧中央动脉外侧支
  4. 前外侧中央动脉内侧支
  5. 纹状体内囊动脉
  6. 结节丘脑动脉
  7. 脉络膜后外动脉
  8. 丘脑膝状体动脉
  9. 脉络膜后内动脉
  10. 丘脑穿动脉
  11. 脉络膜前动脉

脉络膜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 支中央动脉。皮质动脉分布于海马回及海马回钩。中央动脉之中的一支,在视束外侧分为数小支穿入外侧膝状体、大脑脚、乳头体及灰结节。另两支穿视束外侧和视束,叫纹状体内囊动脉。此

外还发支至尾状核、杏仁核和海马等处。

纹状体内囊动脉 (The striato-capsular arteries):

纹状体内囊动脉是供应纹状体和内囊的中央动脉,有  $97.50 \pm 1.75\%$  是从脉络膜前动脉发出,仅有  $2.50 \pm 1.75\%$  直接从颈内动脉发出<sup>[34]</sup>(图 24)。一般有两支,一支穿视束斜向后外达苍白球;另一支,在视束外侧向后行于视束外侧的一个囊状狭隙内,再向后外,经内囊后支及豆状核下缘沿视辐射向后行,经过中也发 1—2 支至苍白球<sup>[34]</sup>。

脉络膜前动脉和纹状体内囊动脉分布范围是:内囊后肢、内囊膝部、尾状核、苍白球、杏仁核、丘脑、丘脑下部、乳头体、灰结节、外侧膝状体、视束、红核、黑质、大脑脚、豆状襻、侧脑室脉络膜丛、海马、海马回及海马回钩等部。

Herman 等<sup>[36]</sup>用注射和切片透明方法研究了脉络膜前动脉的分布范围,发现其分布范围变化很大,主要是供应了苍白球、内囊后肢、豆后部、视束、外侧膝状体及大脑脚等部。有些还供应了内囊膝部、丘脑、丘脑下部、尾状核、杏仁核及颞叶下面的皮质,特别是海马回钩。

脉络膜前动脉,在蛛网膜下腔行程最长,管径较小,容易发生栓塞,所以临床上苍白球和海马发病较多。

## (六) 大脑前动脉 (A. cerebri anterior)

大脑前动脉,过去有许多研究<sup>[29,30,38,39]</sup>,一般认为大脑前动脉和前交通动脉的形态变异较大。Brandt<sup>[38]</sup>观察了 304 个脑,发现大脑前动脉和前交通动脉有形态变异的占 21.05%。

### 1. 大脑前动脉的行程位置

大脑前动脉是供应大脑半球内侧面主要动脉。一般在大脑外侧裂内侧端正对前穿质处由颈内动脉分出、水平向前内,横过视神经的上面进入大脑纵裂内,与对侧的平行,经胼胝体下回附近斜向前上,绕过胼胝体膝部至其背面,沿胼胝体沟向后行,达胼胝体压部的稍前方,直角弯曲向上,移行为楔前动脉(图版 II, 图 2)。

在视交叉前上方,左右大脑前动脉在脑底部入大脑纵裂处,以前交通动脉相连。因此把大脑前动脉分为交通前段与交通后段。

### 2. 大脑前动脉交通前段

我们对大脑前动脉交通前段的管径进行了测量,30 例中国儿童脑的大脑前动脉交通前段的管径,平均右侧  $2.42 \pm 0.13$  毫米,左侧  $2.59 \pm 0.12$  毫米;73 例成人脑的大脑前动脉交通前段的管径平均左侧  $3.20 \pm 0.09$  毫米,右侧  $2.71 \pm 0.09$  毫米,都是左大于右<sup>[30]</sup>。

大脑前动脉交通前段左右侧管径比较,综合中国人的资料与日本人、德国人比较,列为表 II.4。

从表 I.4 可以看到,大脑前动脉交通前段的管径,以左、右等大的较多。左、右不等大时,以左侧大于右侧的较多。

左、右不等大的各例中,一侧大脑前动脉的交通前段极为纤细而对侧则很粗大,并发支至两侧的大脑半球内侧面,这样,两侧大脑半球内侧面的血液均靠发育粗大的一侧来供应,Kirgis<sup>[40]</sup>称此为三分叉的动脉,并认为这种三分叉的动脉与动脉瘤的发生有密切关系。

表 II.4 大脑前动脉交通前段左右侧管径比较

人种	作者	例数	左 > 右	左 = 右	左 < 右
中国人	宫下	133	29.3%(39)	63.2%(84)	7.5%(10)
	邱治民等	50	66.0%(33)	4.0%(2)	30.0%(15)
	董雅占	87	19.54%(17)	47.13%(41)	33.33%(29)
	毛增荣	100	27.0%(27)	50.0%(50)	23.0%(23)
	曾司鲁、李旭光	103	33.98%(35)	54.37%(56)	11.65%(12)
	小计	473	31.92%(151)	49.26%(233)	18.82%(89)
日本人	Hasebe, 永井	177	24.9%(44)	62.1%(110)	13.0%(23)
德国人	Mitterwallner	360	14.4%(52)	74.5%(268)	11.1%(40)

表 II.5 大脑前动脉交通前段发育不良的出现率

	作者	调查数	发育不良的例数		百分率
			左	右	
中国人	毛增荣	100		8	8.00
	宫下	133		10	7.50
	董雅占	123	6	2	6.50
	曾司鲁等	103		6	5.83
	蔡振邦	63			1.40
	李吉	200	4	8	6.00
	臧旭	200	5	17	11.00
	小计	922		70	7.59
苏联人	Крутачев	202		5	2.48
日本人	Hasebe	83		3	3.61

综合中国人资料与外国人进行比较列表 II.5。

从表 II.5 可以看到，一侧大脑前动脉交通前段发育不良极为纤细的，外国人也有报道<sup>[32]</sup>，但中国人出现率较高，922 例当中出现了 70 例占 7.59%<sup>[28,30]</sup>。有侧别记录的，各人种的统计，都以右侧发育不良的最多，极个别的例外。在这种情况下，当进行脑血管造影时，若从纤细的一侧注射造影剂，两侧大脑前动脉将均不显充盈。反之，若从粗大一侧注射造影剂时，两侧大脑前动脉将均同时充盈。临床上进行颈内动脉结扎时，对于这种结构上的变异情况，应该给予重视。

我们把大脑前动脉交通前段一侧发育不良极为纤细的六例，注意观察了对大脑前动脉交通后段和颈内动脉管径的影响。比较结果列表 II.6。

从表 II.6 可以看到，大脑前动脉交通前段左右侧管径差异很大，而同一脑左右侧大脑前动脉交通后段的管径又可以接近一致，是由发育特好的一侧直接发出左右侧大脑前动脉交通后段。交通前段发育不良极纤细的一侧的颈内动脉都相应地较小，而大脑前动脉交通前段发育粗大的一侧的颈内动脉均较粗大。

大脑前动脉交通前段，有的先分为两干，旋复合并，中间留有一小窗样(所谓岛状)的也不罕见。国人董占雅、毛增荣、曾司鲁、李旭光等 652 例的观察<sup>[28,29,30]</sup>共发现有 10 例，占 1.53±0.47%。

表 II.6 一侧大脑前动脉发育不良与有关各动脉管径的关系 (毫米)

标本号数	大脑前动脉近侧段		大脑前动脉远侧段		颈内动脉	
	左	右	左	右	左	右
33	4.0	1.0	3.4	3.4	7.0	5.0
37	2.8	0.2	2.2	2.2	4.9	4.0
44	4.3	0.5	3.6	3.7	6.1	4.0
51	4.7	1.0	4.0	4.1	5.8	4.0
76	3.3	0.1	2.7	2.6	4.5	3.5
103	5.0	1.0	3.7	3.6	7.0	5.2

一侧大脑前动脉交通前段完全缺如的,毛增荣 200 例当中发现了一例。左右大脑前动脉完全合并成为大脑前总动脉的,毛增荣也报道过 4 例<sup>[29]</sup>。

### 3. 大脑前动脉交通后段与干型

我们观察了 204 例中国人大脑前动脉交通后段,发现在胼胝体膝部附近分为两个等大干的有 46 例,占  $22.06 \pm 2.90\%$ ,被命名为大脑前动脉的双干型(图版 II,图 3);其他 158 例只有一干的,命名为单干型,占  $77.94 \pm 2.90\%$ (图版 II,图 2)。若按年龄分别统计,儿童的双干型达  $33.33 \pm 6.80\%$ 。双干型的分为上、下两干,下干的行程位置与单干型的相同;上干则经扣带沟斜向后上方行,最后分为 2—4 个皮质动脉<sup>[30]</sup>。

一般放射诊断学、脑血管造影和部分人体解剖学,把大脑前动脉的皮质动脉叙述有胼胝体周围动脉,和胼胝体缘动脉<sup>[24,41,42]</sup>。胼胝体周围动脉先向前上,绕胼胝体膝部再沿胼胝体上面水平向后。胼胝体缘动脉,在上者上方约一厘米处并与之平行向后。这种脑血管造影所见,与多数解剖学对大脑前动脉皮质动脉的描述极不一致。给工作上造成了困难,现特对照进行一些说明。胼胝体周围动脉(A. pericallosa)相当于双干型的下干,或相当于单干型的本干。胼胝体缘动脉(A. callosamarginalis)相当双干型的上干,或相当于单干型的额前内侧动脉、额中内侧动脉与额后内侧动脉的共干。根据我们的统计<sup>[30]</sup>,大脑前动脉双干型的虽只占  $22.06 \pm 2.90\%$ ,这是因为我们只把两干基本等大的才定为双干型,稍小于主干的则列为额前内侧动脉、额中内侧动脉与额后内侧动脉三支共干,其中也有两支共干的。我们的观察,额前内侧动脉与附近支共干的达  $52.95 \pm 1.27\%$ ,还有仅额中、额后内侧动脉共干的,所以脑血管造影时所见到的胼胝体缘动脉是相当恒定的。

大脑前动脉交通后段的皮质动脉,主要是供应本侧大脑半球内侧面。但是也有些交叉支配的变异,即从右侧大脑前动脉交通后段发支至左半球内侧面;或左侧大脑前动脉交通后段发支至右半球内侧面。这种交叉支配的变异,在中国人脑亦不罕见,我们 103 例当中出现 9 例,占  $10.00 \pm 3.16\%$ <sup>[30]</sup>。我们进一步把 9 例左右侧交叉支配的变异标本比较观察了大脑前动脉交通前段、交通后段和前交通动脉的关系,发现有两种不同情况。

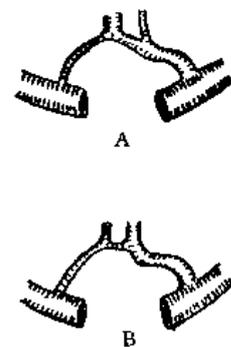


图 26 大脑前动脉近侧段与远侧段管径异常关系  
A. 交叉粗大 B. 同侧粗大

第一种情况是：大脑前动脉交通前、后段的管径，左右侧均不对称，交通前段与交通后段各有一侧有较粗大的干，且呈交叉状态，即交通前段左侧粗大，交通后段是右侧较粗大(图 26A)，前交通动脉亦随同较粗大，且是由交通前段粗大的一侧斜向交通后段粗大的一侧，交通后段粗大的一侧再发支至对侧半球内侧面(表 II.7)。

第二种情况是：大脑前动脉交通前段与交通后段左右侧同样不对称，但较粗大的干不呈交叉状态，即交通前段和交通后段都是左侧较粗大(图 26B)，并由左侧较粗大的交通后段发支至右侧半球内侧面(表 II.7)。

表 II.7 大脑前动脉发支至对侧半球各例交通前与交通后段管径的关系(毫米)

	标本号数	大脑前动脉交通前段		大脑前动脉交通后段		前交通动脉	异常支配
		左	右	左	右		
交通前段与交通后段交叉粗大	20	3.4	2.8	2.8	3.4	2.5	右交通后段发支至左半球
	55	3.9	2.3	2.9	3.8	3.0	同上
	66	4.6	3.0	3.3	4.6	3.6	同上
	81	3.0	3.6	3.6	2.9	2.5	左交通后段发支至右半球
	87	4.9	3.0	3.3	4.7	3.0	右交通后段发支至左半球
交通前段与交通后段同侧粗大	5	1.4	2.0	1.4	2.0	2.0	同上
	11	2.5	3.5	2.2	2.8	2.1	同上
	49	3.5	2.4	2.5	2.2	2.0	左交通后段发支至右半球
	50	4.3	2.5	4.0	2.5	2.2	同上

从表 II.7 可以看到，中国人大脑前动脉交通后段皮质动脉的交叉支配出现率不低，占  $10.00 \pm 3.16\%$ ，对于临床上的诊断分析颇有参考价值。

#### 4. 大脑前动脉的皮质动脉

大脑前动脉的皮质动脉，一般解剖学、神经解剖学、只简单地分为眶支、额支和顶支<sup>[9]</sup>，临床神经病学和脑血管疾病学对皮质动脉的叙述亦极简单。国人资料，有李吉<sup>[43]</sup>和我们对大脑前动脉的皮质动脉进行了较详细的观察与统计，命名也完全一致，都是按分布部位及行走方向的命名原则，并参照 Orneev<sup>[44]</sup> 把大脑前动脉的皮质动脉顺序命名为眶后动脉、眶前动脉、额极动脉、额前内侧动脉、额中间内侧动脉、额后内侧动脉、旁中央动脉、楔前动脉及胼胝体动脉等九支。

(1) 大脑前动脉皮质动脉的出现率及支数：大脑前动脉各皮质动脉出现率及支数综合列为表 II.8。

从表 II.8 可以看到，大脑前动脉各皮质动脉颇为恒定，绝大多数都是 1 支，2 支的极少，3 支的非常少，有时也有缺如的，缺如比较多的为眶前动脉占  $10.29 \pm 2.12\%$ ，其次是眶后动脉与胼胝体动脉各占  $4.91 \pm 1.50\%$ 。

这些皮质动脉，绝大多数是本侧大脑前动脉发出的，但还有少数是从对侧大脑前动脉或胼胝体正中动脉发出(见本节七，前交通动脉)。103 例中，从对侧大脑前动脉发出的有 9 例，占  $10.00 \pm 3.16\%$  (右侧大脑前动脉发至左半球的 6 例；左侧大脑前动脉发至右半球的 3 例)，从胼胝体正中动脉发出的 3 例。这种交叉和异常支配，主要是额后动脉、旁中央动脉和楔前动脉的供给区。当大脑前动脉阻塞时的定位分析诊断，应该考虑这种交叉和

表 II.8 大脑前动脉皮质支出现率及支数比较 (204 例)

名称	侧 别	出 现 支 数			缺 如
		1	2	3	
眶后动脉	左 (102)	94.12±2.33%(96)	0.98±0.98%(1)		4.90±2.14%(5)
	右 (102)	93.14±2.51%(95)	1.96±1.38%(2)		4.90±2.14%(5)
	左+右(204)	93.62±1.71%(191)	1.47±0.84%(3)		4.90±1.50%(10)
眶前动脉	左 (102)	90.19±2.94%(92)			9.80±2.94%(10)
	右 (102)	88.23±3.19%(90)	0.98±0.98%(1)		10.78±3.07%(11)
	左+右(204)	98.21±2.17%(182)	0.49±0.66%(1)		10.29±2.12%(21)
额极动脉	左 (102)	98.03±1.38%(100)	0.98±0.98%(1)		0.98±0.98%(1)
	右 (102)	94.11±2.33%(96)	4.90±2.14%(5)		0.98±0.98%(1)
	左+右(204)	96.07±1.35%(196)	2.94±1.17%(6)		0.98±0.70%(2)
额前内侧	左 (102)	93.13±2.51%(95)	6.86±2.51%(7)		
	右 (102)	93.13±2.51%(95)	6.86±2.51%(7)		
	左+右(204)	93.13±1.77%(190)	6.86±1.71%(11)		
额侧中内侧	左 (102)	88.23±3.99%(90)	10.78±3.07%(11)	0.98±0.98%(1)	
	右 (102)	86.27±3.40%(88)	11.76±3.19%(12)		1.96±1.38%(2)
	左+右(204)	87.25±2.33%(178)	11.27±2.21%(23)	0.49±0.66%(1)	0.98±0.70%(2)
额后内侧	左 (102)	92.15±2.65%(94)	6.86±2.59%(7)		0.98±0.98%(1)
	右 (102)	90.19±3.07%(92)	5.88±2.33%(6)	1.96±1.38%(2)	1.96±1.38%(2)
	左+右(204)	91.17±1.98%(186)	6.37±1.17%(13)	0.98±0.70%(2)	1.47±0.84%(3)
旁中央动脉	左 (102)	94.11±2.33%(96)	5.88±2.33%(6)		
	右 (102)	90.19±2.94%(92)	9.80±2.94%(10)		
	左+右(204)	92.15±1.88%(188)	7.84±1.88%(16)		
楔前动脉	左 (102)	86.27±3.40%(88)	9.80±2.94%(10)	1.96±1.38%(2)	1.96±1.38%(2)
	右 (102)	84.31±3.60%(86)	12.74±3.27%(13)	0.98±0.98%(1)	1.96±1.38%(2)
	左+右(204)	85.29±2.47%(174)	11.27±2.21%(23)	1.47±0.84%(3)	1.96±0.97%(4)
胼胝体动脉	左 (102)	96.08±1.92%(98)			3.92±1.92%(4)
	右 (102)	94.12±2.33%(96)			5.88±2.33%(6)
	左+右(204)	95.09±1.50%(194)			4.91±0.50%(10)

异常支配的情况。

(2) 大脑前动脉各皮质动脉的行程位置及分布范围(图版 II, 图 2):

① 眶后动脉 (A. orbitalis posterior): 通常在前交通动脉前方 4—5 毫米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, 出现率达 95.09 ± 1.50%, 其中以独立干发出的占 66.17 ± 3.31%, 与附近支共干的占 28.92 ± 3.17%。

② 眶前动脉 (A. orbitalis anterior): 一般在距前交通动脉 4—10 毫米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, 出现率达 88.70 ± 2.21%, 其中独立干发出的占 42.64 ± 3.36%, 与附近支共干发出的占 47.06 ± 3.49%。

③ 额极动脉 (A. frontopolaris): 多数在胼胝体膝部以下与大脑前动脉主干成锐角发出, 再成 U 形弯曲, 向前行达额极, 分布于额极内、外侧部, 出现率达 99.01 ± 0.70%, 其中独立干发出的占 40.19 ± 3.36%, 与附近支共干的占 58.82 ± 3.44%。

④ 额前内侧动脉 (A. frontalis anteriomedialis): 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,成锐角发出的继又U形弯曲向上,再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,末稍扩布至额中回上半或上缘的前部,出现率100%,其中独立干发出的占 $47.05 \pm 1.27\%$ ,与附近支共干发出的占 $52.95 \pm 1.27\%$ 。

⑤ 额中间内侧动脉 (A. frontalis intermediomedialis): 通常在胼胝体膝部上方或其稍后方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深入至额上沟,末稍扩布至额中回中部的上缘或上半。分布于扣带回、额上回内、外侧面及额中间上缘或上半的中部。出现率 $99.1 \pm 0.70\%$ ,其中独立干发出的占 $60.78 \pm 3.31\%$ ,与额前或额后动脉共干的占 $38.23 \pm 3.40\%$ 。

⑥ 额后内侧动脉 (A. frontalis posteriomedialis): 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。发出后均向上后方行,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个分支,前位支深入至额上沟后部,后位支达中央前沟上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1/4部分。出现率达 $98.52 \pm 0.84\%$ ,其中独立干发出的占 $66.17 \pm 3.31\%$ ,从胼胝体正中动脉发出的占 $0.98 \pm 0.70\%$ ,与附近支共干发出的占 $31.36 \pm 3.25\%$ 。

⑦ 旁中央动脉 (A. paracentralis): 通常在胼胝体后或中部从大脑前动脉主干发出,向后斜过扣带回入扣带沟,再往后行至旁中央小叶分为2—3支,并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1/4部分。该动脉100%出现,以独立干从本侧大脑前动脉主干发出的占 $80.39 \pm 2.77\%$ ,与前后位动脉共干的占 $0.49 \pm 0.16\%$ ,从对侧大脑前动脉干发出的占 $1.48 \pm 0.84\%$ 。

⑧ 楔前动脉 (A. precunealis): 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,经顶下沟至楔前回,并越过上内缘至顶上小叶深入至顶间沟。有时该动脉有两支,后支的行程与一支的相同;前支多在胼胝体的后部从大脑前动脉主干发出,斜过扣带回及沟,沿缘支上行再分为前、后两支,分别至旁中央小叶与楔前叶。分布至扣带回后部、楔前叶前2/3、顶上小叶及顶下小叶上缘。该动脉出现率达 $98.03 \pm 1.38\%$ 。为大脑前动脉主干直接延续的占 $89.22 \pm 2.17\%$ ,与附近支共干的占 $2.94 \pm 1.17\%$ ,从胼胝体正中动脉发出的占 $1.47 \pm 0.84\%$ ,从对侧大脑前动脉发出的占 $4.41 \pm 1.43\%$ 。

⑨ 胼胝体动脉 (A. callosum): 据 Орнев<sup>[41]</sup>的记载,该动脉有25%达顶枕裂移行为顶枕动脉。我们观察中国人脑204个半球,出现的 $95.09 \pm 1.50\%$ 完全细小。多数在胼胝体压部前方,从大脑前动脉主干下缘发出纤细的胼胝体动脉,沿胼胝体沟向后行,深入至沟内,分布至胼胝体及附近的皮质。极少数的有小支达顶枕裂与距状裂汇合处,从来未看见移行为顶枕动脉的。出现的 $95.09 \pm 1.50\%$ 当中,从主干下缘发出的占 $89.70 \pm 2.21\%$ ,从对侧大脑前动脉发出的占 $3.92 \pm 1.35\%$ ,从胼胝体正中动脉发出的占 $1.47 \pm 0.84\%$ 。

大脑前动脉的分布范围,大脑前动脉皮质动脉,主要分布于楔前回前2/3以前的半球内侧面,(详本章第四节),但是大脑半球内侧面额叶后部、旁中央小叶及楔前叶等部的血液供应,有些来自对侧大脑前动脉或来自胼胝体正中动脉。

(3) 大脑前动脉各皮质动脉的管径: 大脑前动脉各皮质动脉的管径,测定结果见表 II. 9。

表 II.9 大脑前动脉皮质支管径统计 (毫米)

年 龄	侧 别	眶后动脉	眶前动脉	额极动脉	额前内 侧动脉	额中间内 侧动脉	额后内 侧动脉	旁中央 动脉	楔前动脉	胼胝体 动脉
成 年	左(72)	0.59 ±0.06	0.99 ±0.05	1.25 ±0.08	1.57 ±0.08	1.71 ±0.09	1.55 ±0.06	1.52 ±0.05	1.48 ±0.05	0.65 ±0.10
	右(72)	0.69 ±0.05	0.96 ±0.06	1.29 ±0.05	1.52 ±0.05	1.49 ±0.06	1.66 ±0.06	1.46 ±0.05	1.35 ±0.05	0.61 ±0.05
儿 童	左(30)	0.48 ±0.06	0.53 ±0.06	0.64 ±0.10	1.05 ±0.09	0.98 ±0.05	0.95 ±0.11	1.12 ±0.09	1.23 ±0.10	0.42 ±0.07
	右(30)	0.42 ±0.08	0.61 ±0.08	0.87 ±0.08	1.28 ±0.08	1.11 ±0.09	1.05 ±0.09	1.13 ±0.10	1.14 ±0.09	0.60 ±0.09

从表 II.9 可以看到大脑前动脉各皮质动脉的管径, 成人的较儿童的粗大, 左右侧粗细差异不明显。

### 5. 大脑前动脉造影的解剖分段与分支<sup>[24]</sup>

大脑前动脉在动脉造影时的解剖分段, 一般分为 A1—A5 段(图 19, 20)。

A1 段: 为分出后至前交通动脉的一段, 在侧位片上往往与大脑中动脉重迭; 在前后位片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、眶后动脉。

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 段发出胼胝体边缘动脉, 支配大脑半球内侧面的上部。

A4 段、A5 段: 为胼胝体周围动脉段, 沿胼胝体上缘向后行, 相当额叶部分为 A4 段, 相当于顶叶部分为 A5 段。

在前后位片上, 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。

### 6. 大脑前动脉的中央动脉

大脑前动脉交通前段发出一群小的中央动脉, 过去对这群动脉的发出部位、行程、分布有过许多研究<sup>[34,37,45,46,47,48]</sup>; 但对这些动脉穿入脑实质以后的行程位置观察较少。我们曾在 80 侧中国人脑对这些中央动脉脑外的发出部位、行程、穿入位置和脑实质内的行程关系, 进行了较全面的观察<sup>[39]</sup>。大脑前动脉的中央动脉又叫前内侧丘纹动脉, 可分为返动脉和中央短动脉两群。

(1) 返动脉 (A. recurrens): 也叫中央长动脉 (A. centralis longa), 又叫 Heubner 氏动脉, 属于前内侧丘纹动脉 (Aa. thalamostriatae anteromediales) 的一个支。

返动脉在大脑前动脉平前交通动脉外侧缘发出的占 81.25±4.34% (图 27a), 在其稍前发出的占 8.75±3.17%, 在其稍后发出的占 1.25±1.26%, 从前交通动脉外侧缘发出的皮质支发出的占 8.75±3.17% (图 27b)。我们还发现发出部位较特殊的一例, 在前交通动脉稍后方, 从两侧大脑前动脉内侧缘各发出一个小支, 向后 Y 字形吻合成返动脉, 转向右侧(图 27f)。Ahmed<sup>[49]</sup> 发现一例从前交通动脉的前面及后面各发出一小支以后再吻

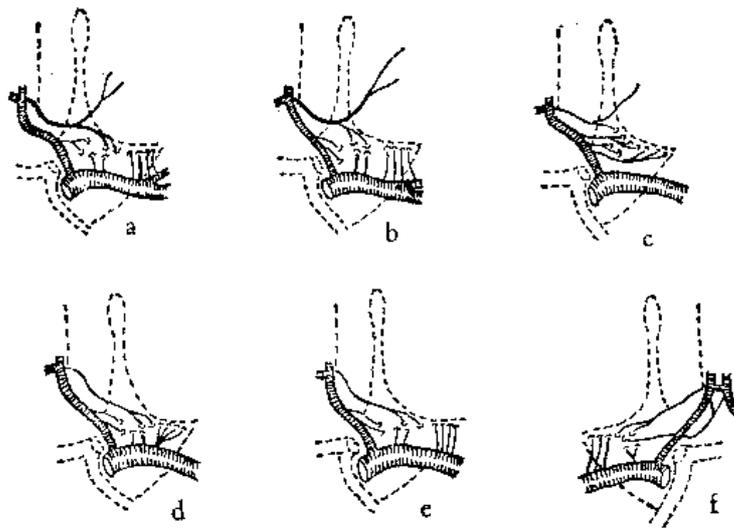


图 27 大脑前、大脑中动脉各中央动脉的几种形式

合成返动脉。他还报道了 12 个脑的观察,就有 2 例一侧缺乏返动脉。

返动脉发出以后,返向后外行,多在直回下面横过,达嗅结节附近分为 2—3 个小支,至前穿质,在前内侧嗅裂内侧端穿入(图 24, 25, 27)。该动脉一般都在行程中发出 1—2 支小的皮质动脉至眶部内侧部的皮质。

返动脉分为 2—3 个小支穿入脑实质以后,外侧小支经壳核前端的外侧面弧形上行,穿过内囊前支至尾状核外侧部;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(图 24, 25)。供应壳核前端、尾状核头及两者之间的内囊前肢和眶面内侧部的皮质。

从发生上看,返动脉是原始嗅动脉的剩件,出现颇为恒定。发育良好的占  $96.25 \pm 2.11\%$ , 仅  $3.75 \pm 2.11\%$  较为纤细。一支的占  $90.00 \pm 3.36\%$ ; 二支的  $10.00 \pm 3.36\%$ 。

(2) 中央短动脉 (*A. centralis brevis*): 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 个较大的支(纤细的有 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(图 27)。两支均沿尾状核头内侧面弯向后上方行,一支经前连合前面;另一支经其后面,直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。中央短动脉还有一些纤细支向内侧至视上部和胼胝体膝等处<sup>[29]</sup>。

中央短动脉以 1—2 支的最多,占  $83.75 \pm 4.05\%$ ; 3 支的占  $6.25 \pm 2.72\%$ ; 缺如的占  $10.00 \pm 3.36\%$ 。凡是一支的,均分成两支穿入脑实质。我们发现特殊的一例,有 3 支均发育特好,完全代替了大脑中动脉前外侧的中央动脉(图 27c)。

## (七) 前交通动脉 (*A. communicans anterior*)

### 1. 前交通动脉的位置及类型

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,但形式极为复杂,变异较多,国内外有过许多研究<sup>[28—30]</sup>。一般分为简单型(前交通动脉是一根横行或斜

表 II.10 前交通动脉类型比较 (%)

人种	作者	例数	简单型	复杂型								合计
				完全缺如	一处融合	两侧大脑前动脉合或干	网型	二支或V型	Y型	三支或1字型等	一横支前面融合	
中国人	宫下	133	43.6% (58)	0.8% (1)	4.5% (6)	3.0% (4)	7.5% (10)	20.3% (27)	9.0% (12)	11.3% (15)	0	56.4% (75)
	邱治民等	162	67.9% (110)	0	0	0	22.2% (36)			9.9% (16)	0	32.1% (52)
	蔡振邦	63	74.6% (47)	0	0	1.6% (1)	0	15.9% (10)		7.9% (5)	0	25.4% (16)
	甄雅南	123	57.7% (71)	0	2.4% (3)	0.8% (1)	29.3% (36)			9.8% (12)	0	42.3% (52)
	毛增荣	100	44.4% (44)	2.0% (2)	6.0% (6)	4.0% (4)	4.0% (4)	22.0% (22)	7.0% (7)	11.0% (11)	0	56.0% (56)
	曾司登等	103	54.40% (56)	0	1.94% (2)	0	6.80% (7)	17.50% (18)	10.68% (11)	8.74% (9)	0	45.60% (47)
	李吉	200	50.0% (100)	6.5% (13)	1.5% (3)	3.0% (6)	0.5% (1)	20.0% (40)	9.0% (18)	8.5% (17)	1.0% (2)	50.0% (100)
	蔡振邦等△	117	55.56% (65)	0.85% (1)	0	0	6.84% (8)	18.80% (22)	16.24% (19)	1.71% (2)	0	44.44% (52)
	小计	1001	55.04% (551)	1.70% (17)	2.00% (20)	1.60% (16)	30.77% (308)			8.70% (87)	0.20% (2)	44.96% (450)
日本人	Hasebe	83	39.8% (33)	0	0	1.2% (1)	34.9% (29)	10.9% (9)	13.3% (11)	0	0	60.2% (50)
欧洲人	*	1727	81.76% (1412)	0.23% (4)	1.91% (23)	1.10% (19)	3.30% (57)	11.29% (195)		0.41% (7)	0	18.24% (315)

\* 根据 Krynauw, De Vriese, Cavatorti, Longo, Windle, Stopford, Blackburn, Fawcett 的观察结果综合的。

△ 这数字是编者根据分型计算的。

的)和复杂型(包括二支以上和各种各样的型式或无前交通动脉的)。

我们 103 例中,简单型的有 56 例,占 54.40±4.91%<sup>[30]</sup>。其中 6 例是左侧大脑前动脉近侧段特别粗大,向前分出左右侧大脑前动脉远侧段,右侧仅以一细支连至颈内动脉,我们把它统计为斜行的前交通动脉,有的学者把这种情况列为无前交通动脉。其余 47 例为复杂型,占 45.60±4.91%。其中以 2 支和横 V 字形的最多,占 17.50±3.70%;横 Y 字形的次之,占 10.68±3.05%;3 支和 1 字形的占 8.74±2.78%;网形及其他的占 6.80±2.48%;左右大脑前动脉内侧壁一处融合的 1.94±1.34%。综合部分国人和外国人资料见表 II.10,可以看到前交通动脉的简单型,欧洲人最多,中国人次之,日本人最少,复杂型以两支前交通动脉的较多。

## 2. 大脑前动脉与前交通动脉的关系

大脑前动脉交通前段的管径变异,对前交通动脉的类型影响极大,Alper<sup>[50]</sup>认为前交通动脉与大脑前动脉的变异与动脉瘤的发生有关。毛增荣<sup>[29]</sup>在 100 例中国儿童脑的研究中,把大脑前动脉交通前段与前交通动脉联合起来作了较详细的分型,分成以下一些类型

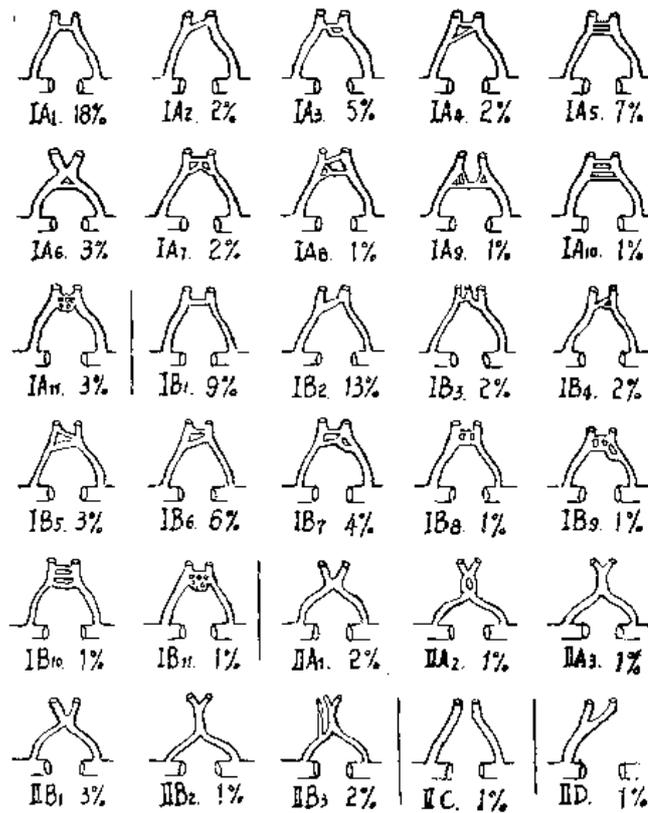


图 28 大脑前动脉与前交通动脉的类型(100例)

(图 28):

I. 左右大脑前动脉之间有前交通动脉的。

A: 左右大脑前动脉交通前段等大的:

IA<sub>1</sub>: 前交通动脉是横位的, 一条, 占 18%。

IA<sub>2</sub>: 前交通动脉是斜位的, 一条, 占 2%。

IA<sub>3</sub>: 前交通动脉成 Y 字形, 主干横位, 由其中部发一小支到一侧的大脑前动脉, 占 5%。

IA<sub>4</sub>: 前交通动脉成 V 形, 主干横位, 另一支细而斜, 占 2%。

IA<sub>5</sub>: 前交通动脉是平行横位的, 二条, 占 7%。

IA<sub>6</sub>: 前交通动脉的前方, 左右大脑前动脉内侧壁汇合于一点, 旋即分开, 形成 X 字型, 占 3%。

IA<sub>7</sub>: 前交通动脉成 K 字形, 主干横位, 由其中部发出 2 支, 弓形分别连至左右大脑前动脉, 占 2%。

IA<sub>8</sub>: 前交通动脉除斜位的一条外, 后方另有一 Y 字形的动脉, 占 1%。

IA<sub>9</sub>: 前交通动脉的主干居横位, 由此发出 3 条短支, 一条斜行到左侧大脑前动脉, 2 条斜行到右侧大脑前动脉, 占 1%。

IA<sub>10</sub>: 前交通动脉是平行等粗的, 3 条, 占 1%。

IA<sub>11</sub>: 前交通动脉成网状, 占 3%。

B: 左右大脑前动脉交通前段不等大的:

I<sub>B1</sub>: 前交通动脉是横位的,一条,占 9%。

I<sub>B2</sub>: 前交通动脉是斜位的,一条,占 13%。

I<sub>B3</sub>: 一侧大脑前动脉很细,其血流主要来自对侧的分支,此支与固有的细小大脑前动脉之间有一条横位的前交通动脉,占 2%。

I<sub>B4</sub>: 前交通动脉成 Y 字形,主干斜位,另一支细小成弓形,占 2%。

I<sub>B5</sub>: 前交通动脉成 V 字形,均处斜位,占 3%。

I<sub>B6</sub>: 前交通动脉有 2 条,一横一斜,占 6%。

I<sub>B7</sub>: 前交通动脉有 2 条,平行横位,一侧大脑前动脉有岛,岛的中点连后方一条前交通动脉,占 4%。

I<sub>B8</sub>: 前交通动脉成横位的 H 形,占 1%。

I<sub>B9</sub>: 前交通动脉成横位的 H 形,一侧大脑前动脉有岛,岛的中点连后方的前交通动脉,占 1%。

I<sub>B10</sub>: 前交通动脉有 3 条,前 2 条平行横位,后一条成弓形,占 1%。

I<sub>B11</sub>: 前交通动脉成网状,占 1%。

II. 左右大脑前动脉之间没有前交通动脉的:

II<sub>A</sub>: 左右大脑前动脉交通前段等大,内侧壁直接融合的。

II<sub>A1</sub>: 左右大脑前动脉成 X 形的,占 2%。

II<sub>A2</sub>: 左右大脑前动脉两次汇合于一点,其间围成岛,成双 X 形的,占 1%。

II<sub>A3</sub>: 左右大脑前动脉汇合成一总干,行一段以后再分开的,占 1%。

II<sub>B</sub>: 左右大脑前动脉交通前段不等大,直接融合:

II<sub>B1</sub>: 左右大脑前动脉成 X 形的,占 3%。

II<sub>B2</sub>: 左右大脑前动脉汇合成一总干,行一段以后再分开的,占 1%。

II<sub>B3</sub>: 同 II<sub>B2</sub>,但一侧另有一条大脑前动脉的,占 2%。

II<sub>C</sub>: 左右大脑前动脉等大,不直接融合的;占 1%。

II<sub>D</sub>: 一侧缺大脑前动脉交通前段,交通后段由对侧分出,无前交通动脉的,占 1%。

### 3. 前交通动脉发出的分支

前交通动脉的后缘,一般都发出 2—4 个纤细支,向后至丘脑下部和乳头体前外侧面穿入。

前交通动脉的前缘,不少的情况下也发出分支,叫胼胝体正中动脉 (A. mediana corporis callos),有的叫正中额叶动脉或第三大脑前动脉。这个动脉,有的细小,仅至胼胝体下回附近;有的粗大,行于两个大脑前动脉之间,绕过胼胝体膝以上向后至某一侧半球内侧面,发出 2—3 个皮质支。我们 103 例中发现有胼胝体正中动脉的 20 例,占  $19.42 \pm 3.89\%$ 。一般都较细小,仅分布至一侧半球的胼胝体下回附近。粗大的仅发现 3 例,在左右大脑前动脉之间绕过胼胝体膝部向后分为旁中央动脉和楔前动脉两个皮质动脉的,有两例。另一例,除发出上述两支以外,还发出胼胝体动脉。

胼胝体正中动脉,各国均有报道。把部分中国人和外国人的资料综合为表 II.11。

从表 II.11 可以看出,胼胝体正中动脉,日本人出现率最高,中国人次之,欧洲人最低。

表 II.11 胼胝体正中动脉出现率比较

人种	中国人							日本人	欧洲人
	宫下	邱治民等	蔡振邦	董雅占	毛增荣	曾司鲁 李旭光	小计	*	**
观察例数	133	162	63	123	100	103	684	248	1532
出现例数	17	7	4	5	8	20	61	33	55
出现率	12.8%	4.32%	6.3%	4.1%	8.0%	19.42%	8.92%	13.3%	3.59%

\* 作者根据 Hasebe, 永井, 板桥的观察结果综合的。

\*\* 作者根据 Крыначев, Mitterwallner, Longo, Blackburn, Fawcett 等的观察结果综合的。

### (八) 大脑中动脉 (A. cerebri media)

大脑中动脉是颈内动脉在大脑外侧裂内侧端正对前穿质处分出大脑前动脉以后的延续段, 主要分布于大脑半球的背外侧面。分布范围较广, 又是脑动脉中发生血液循环障碍较多的动脉。

#### 1. 大脑中动脉的行程、位置及类型

大脑中动脉分出以后, 立即进入大脑外侧裂内, 向外上方, 行于脑岛表面, 略呈 S 形、弓形或平直的三类型, 以略呈 S 形的为最多, 占 53.8%, 本干长平均为 2.2 厘米<sup>[51]</sup>。

Chadzypanagiotis<sup>[52]</sup> 报道了猫的大脑中动脉有二干型和三干型。人的大脑中动脉, 过去未见提到干型问题。韩永坚、姚新福把大脑中动脉分为二干型、三干型和总干型, 二干型占 47.5%。我们对 180 侧中国人大脑中动脉的研究<sup>[30]</sup>, 观察到大脑中动脉在岛阈附近分为两个等大干的达 60.00 ± 3.65%, 因此, 把它定为双干型(图版 III, 图 1)。上干水平向后上, 一般有三个分支, 主要到额叶及顶叶; 下干主要分支到颞叶、枕叶及顶叶。不分为两个等大干的定为单干型(图版 III, 图 2), 占 40.00 ± 3.65%。单干型是由干的上下缘分支到上述各叶。

若按年龄分析, 成人 124 个半球中, 双干型占 55.65 ± 4.64% (69 侧), 单干型占 44.35 ± 4.64% (55 侧); 儿童 56 个半球, 双干型占 69.64 ± 6.15% (39 侧), 单干型占 30.36 ± 6.15% (17 侧)。显示了儿童的双干型多于成年人。根据种系发生和个体发生, 大脑中动脉是来自外侧嗅动脉的两个支, 所以双干型在儿童出现率稍高。

#### 2. 大脑中动脉的皮质动脉

大脑中动脉的皮质动脉, 各家命名极不一致, 特别是脑血管造影, 对各皮质动脉的命名更不相同, 给读者造成了很大困难。一般解剖学教科书记载, 多简单地分为眶支、额支、顶支和颞支<sup>[9, 53]</sup>。我们过去的研究, 是按各皮质动脉行于各脑沟各回的位置和方向而命名, 与 Огнев<sup>[54]</sup> 和韩永坚<sup>[55]</sup> 的命名基本一致。现在再参照根据 NA 第四版修订的《中国人体解剖学名词》讨论稿规定的名词(简称新名词), 把大脑中动脉的皮质动脉分为, 由上干发出: 眶额外侧动脉、中央前沟动脉、中央沟动脉、中央后沟动脉及顶下动脉; 由下干发出: 颞极动脉、颞前动脉、颞中动脉、颞后动脉及角回动脉等。顶下动脉与角回动脉是上干和下干相互移行的分支, 可以从上干发出, 也可以从下干发出, 在 60.00 ± 3.65% 的双干

型中,角回动脉发自下干的占  $35.00 \pm 3.50\%$ ,从上干发出的只  $25.00 \pm 2.33\%$ ,所以列为下干的分支,顶下动脉从上干发出的占  $42.80 \pm 3.68\%$ ,下干发出的只  $17.20 \pm 2.81\%$ ,所以列为上干的分支。在单干型,这些皮质动脉分别从总干上下缘发出。

新名词有顶前、顶后动脉,无颞极动脉。根据我们的观察,顶下动脉的出现率  $98.30 \pm 0.95\%$  都是一支,2支的只占  $1.70 \pm 0.95\%$ ,不便再分为顶前、顶后动脉,所以沿用顶下动脉。颞极动脉的出现也极为恒定,1支的  $96.60 \pm 1.22\%$ ,2支的  $2.80 \pm 1.22\%$ ,3支的  $0.60 \pm 0.57\%$ ,所以,仍保留颞极动脉的命名。

一般脑血管造影<sup>[24,25]</sup>和一些解剖学参考书<sup>[5,7]</sup>把大脑中动脉的皮质动脉分为额顶升动脉和外侧裂动脉,前者再分为中央前沟动脉、中央沟动脉和顶前动脉;后者分为顶后动脉,角回动脉和颞后动脉。

我们认为大脑中动脉各皮质动脉,解剖学上的命名与脑血管造影的命名基本是一致的,脑血管造影所命名的额顶升动脉和外侧裂动脉,与我们所定的双干型比较,上干相当于额顶升动脉,下干相当于外侧裂动脉。在单干型时,额顶升动脉相当于中央前沟动脉,中央沟动脉、中央后沟动脉及顶下动脉的共干,总干为外侧裂动脉。这样使解剖学上命名与脑血管造影时的命名吻合起来,就能更好地理解 and 解释脑血管造影时的复杂多变的各种形式。

#### (1) 大脑中动脉各皮质动脉的出现率及支数:

我们180侧的统计结果列为表II.12。

从表II.12可以看到,大脑中动脉各皮质动脉均以一支的最多,2支的极少。只有眶额外侧动脉2支的稍多,达  $25.50 \pm 3.24\%$ 。

#### (2) 大脑中动脉各皮质动脉的行程、位置及分布范围:

① 眶额外侧动脉 (A. orbitofrontalis lateralis): 可以从大脑中动脉上干或总干发出,发出后向上后方行,在前升支与水平支附近分为前、后两支。前支沿水平支向前,分布于眶部外侧半;后支沿前升支上行分为2—3支,分布于三角部、盖部及额中回前部。出现眶额外侧动脉的  $97.20 \pm 1.22\%$  当中,以独立干发出的占  $58.30 \pm 3.67\%$ ,与附近支共干的占  $38.90 \pm 3.63\%$ 。

② 中央前沟动脉 (A. sulci precentralis): 从大脑中动脉上干或总干发出后,均斜向后上方行,多分为2—3个分支,前部分布至盖部的后部及额中回后部,后部分布于中央前回下  $3/4$ 。该动脉出现率100%,以独立干发出的占  $41.70 \pm 3.67\%$ ,与附近支共干发出的  $58.30 \pm 3.67\%$ 。

③ 中央沟动脉 (A. sulci centralis): 从大脑中动脉上下或总干发出后向上弯过封锁中央沟下部的回,沿中央沟上行。有一些是经中央沟前缘或后缘上行,分布于中央沟下  $3/4$  前后缘的皮质。该动脉极恒定,100%的出现,绝大多数是一支,占  $97.20 \pm 1.22\%$ ,其余为2支。以独立干发出的占  $53.90 \pm 3.71\%$ ,与附近支共干发出的占  $46.10 \pm 3.71\%$ 。

④ 中央后沟动脉 (A. sulci postcentralis): 从大脑中动脉单干型的上缘或双干型上干发出,或为上干的终支。发出后,经中央后沟上行,或经中央后回后缘上行,达上部弯曲向后,深入至顶间沟。分布于缘上回及顶上小叶下缘。恒定地出现,以独立干发出的占  $91.1 \pm 2.12\%$ ,与附近支共干发出的占  $8.90 \pm 2.12\%$ 。

⑤ 顶下动脉 (A. parietalis inferior): 在双干型,顶下动脉多为上干的终支,有时可

表 II.12 大脑中动脉皮质支的出现率及支数统计 (180 例)

名称	侧别	出现支数			缺如
		1	2	3	
眶额动脉	左 (90)	72.30±4.71%(65)	20.00±4.21%(18)	3.30±1.88%(3)	4.40±1.26%(4)
	右 (90)	62.20±5.11%(56)	31.10±4.87%(28)	5.60±2.46%(5)	1.10±1.29%(1)
	左+右(180)	67.30±3.46%(121)	25.50±3.24%(46)	4.40±1.52%(8)	2.80±1.22%(5)
中央前沟	左 (90)	93.30±2.63%(84)	6.70±2.63%(6)		
	右 (90)	95.60±2.15%(86)	4.40±2.15%(4)		
	左+右(180)	94.40±1.70%(170)	5.60±1.70%(10)		
中央沟动脉	左 (90)	96.70±1.88%(87)	3.30±1.88%(3)		
	右 (90)	97.80±1.54%(88)	2.20±1.54%(2)		
	左+右(180)	97.20±1.22%(175)	2.80±1.22%(5)		
中央后沟	左 (90)	95.60±2.15%(86)	4.40±2.15%(4)		
	右 (90)	98.90±1.09%(89)	1.10±1.09%(1)		
	左+右(180)	97.20±1.22%(175)	2.80±1.22%(5)		
顶下动脉	左 (90)	98.90±1.09%(89)	1.10±1.09%(1)		
	右 (90)	97.80±1.54%(88)	2.20±1.54%(2)		
	左+右(180)	98.30±0.95%(177)	1.70±0.95%(3)		
颞极动脉	左 (90)	97.80±1.54%(88)	2.20±1.54%(2)		
	右 (90)	95.60±2.15%(86)	3.30±1.88%(3)	1.10±1.09%(1)	
	左+右(180)	96.60±1.22%(174)	2.80±1.22%(5)	0.60±0.57%(1)	
颞前动脉	左 (90)	100.00%(90)			
	右 (90)	98.90±1.09%(89)	1.10±1.09%(1)		
	左+右(180)	99.40±0.57%(179)	0.60±0.57%(1)		
颞中动脉	左 (90)	100.00%(90)			
	右 (90)	98.90±1.09%(89)	1.10±1.09%(1)		
	左+右(180)	99.40±0.57%(179)	0.60±0.57%(1)		
颞后动脉	左 (90)	96.70±1.88%(87)	3.33±1.88%(3)		
	右 (90)	98.90±1.09%(89)	1.10±1.09%(1)		
	左+右(180)	97.80±1.09%(176)	2.20±1.09%(4)		
角回动脉	左 (90)	97.80±1.54%(88)	1.10±1.09%(1)		1.10±1.09%(1)
	右 (90)	96.70±1.88%(87)	1.10±1.09%(1)		2.20±1.54%(2)
	左+右(180)	97.20±1.22%(175)	1.10±0.77%(2)		1.70±0.95%(3)

以是下干的终支。分出后沿大脑外侧裂后支上行,越过缘上回深入至顶间沟,分布于缘上回及顶上小叶下缘,顶下动脉出现比较恒定,以独立干分出的占 91.10±2.12%,与附近的动脉共干的占 8.90±2.12%。

⑥ 颞极动脉 (A. temporalis polaris): 从大脑中动脉双干的下干或单干的下缘发出,向前外下行,至颞极外面绕至内面而分布。恒定出现,以独立干发出的占 62.80±3.60%,与附近支共干发出的占 37.20±3.60%。

⑦ 颞前动脉 (A. temporalis anterior): 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,达颞中沟及颞下回上缘而分布。恒定出现,以独立干发出的占 45.60±3.60%,与附近支共干发出的占 54.40±3.60%。

⑧ 颞中间动脉(A. temporalis intermedius): 从大脑中动脉双干的下干或单干下缘发出,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,末梢扩布至颞下回上缘。恒定出现,以独立干发出的占  $57.80 \pm 3.68\%$ ,与附近支共干发出的占  $42.20 \pm 3.68\%$ 。

⑨ 颞后动脉(A. temporalis posterior): 从大脑中动脉双干的下干或单干下缘发出,多在大脑外侧裂后端浅出,越过颞上回斜往后下,直达月状沟前部,或至枕外侧沟。沿途分出3—4支,分布于颞上、颞中回后部、颞下回后部的上缘及枕叶外侧面月状沟以前部分。出现恒定,以独立干发出的,占  $77.80 \pm 3.09\%$ ,与附近支共干的,占  $22.20 \pm 3.09\%$ 。

⑩ 角回动脉(A. gyri angularis): 多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,越过角回深入至顶间沟后部,分布于角回及顶上小叶后部的下缘,有时伸展至顶枕裂外侧端。出现的  $97.80 \pm 1.09\%$  中,以独立干发出的,占  $87.20 \pm 2.49\%$ ,与附近支共干的,占  $10.60 \pm 2.29\%$ 。

### (3) 大脑中动脉各皮质动脉的管径

大脑中动脉各皮质动脉的管径,我们180侧测量的结果列为表II.13。

表 II.13 大脑中动脉皮质支管径统计(毫米)

年龄	侧别	眶额动脉	中央前沟动脉	中央沟动脉	中央后沟动脉	顶下动脉	角回动脉	颞后动脉	颞中动脉	颞前动脉	颞极动脉
成年	左(62)	1.72 ±0.05	1.85 ±0.06	1.82 ±0.06	1.82 ±0.05	1.78 ±0.07	1.88 ±0.06	1.76 ±0.06	1.61 ±0.05	1.56 ±0.05	1.46 ±0.05
	右(62)	1.77 ±0.05	1.89 ±0.06	1.75 ±0.06	1.75 ±0.06	1.74 ±0.06	1.82 ±0.06	1.77 ±0.04	1.58 ±0.05	1.54 ±0.05	1.44 ±0.05
儿童	左(28)	1.36 ±0.07	1.45 ±0.07	1.41 ±0.06	1.46 ±0.05	1.46 ±0.07	1.46 ±0.06	1.38 ±0.06	1.33 ±0.06	1.50 ±0.07	1.16 ±0.06
	右(28)	1.46 ±0.06	1.46 ±0.06	1.42 ±0.07	1.44 ±0.07	1.55 ±0.07	1.52 ±0.06	1.45 ±0.06	1.40 ±0.08	1.44 ±0.08	1.20 ±0.07

从表II.13可以看到各皮质动脉的管径的平均数左右差异甚小,但成人的明显地较儿童的粗大。还可以看到,大脑外侧裂上缘各动脉的管径均较大,成人的在1.72至1.88毫米之间,角回动脉最粗,平均1.88毫米,这些是临床上搭桥吻合术多选用的动脉。

### 3. 大脑中动脉造影的解剖分段<sup>[24]</sup>

大脑中动脉造影时,也分为五段(图19、20)

M<sub>1</sub>段-眶后段: 从颈内动脉分出后,在前后位片,水平向外行,长约3厘米。

M<sub>2</sub>段-岛叶段: 从M<sub>1</sub>末端改为向后上方行的一段,在岛叶表面,故叫岛叶段。该段发出颞前动脉。

M<sub>3</sub>段-为从M<sub>2</sub>基部发出向中央沟上升的升动脉,升动脉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、中央前沟动脉和顶前动脉(中央后沟动脉),如同蜡台合样,叫蜡台动脉。

M<sub>4</sub>和M<sub>5</sub>段-为从M<sub>2</sub>末端向后分布于大脑外侧裂上下缘的部分,分为顶后(下)动脉、角回动脉和颞后动脉, M<sub>2</sub>、M<sub>4</sub>、M<sub>5</sub>合称为大脑外侧裂动脉组。正常情况下, M<sub>2</sub>、M<sub>4</sub>和M<sub>5</sub>三段均在床突-顶骨线(即前床突与人字缝尖上方2公分处的连线)的上方,年龄越大,

该三段越与该线接近。

#### 4. 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 (Aa. centrales anterolaterales), 又叫前外侧丘纹动脉 (Aa. thalamostriatae anterolaterales), 还有的叫豆纹动脉, 也有的叫内侧和外侧穿动脉<sup>[34]</sup>。

大脑中动脉的中央动脉, 过去有过许多研究<sup>[34, 58, 57]</sup>, 但各家命名不完全一致。这些中央动脉在脑实质内的行程位置研究的较少。我们在 80 例中国人脑动脉的观察, 经用多种方法对这些中央动脉的发出部位及脑外脑内的行程位置进行了较详细的观察<sup>[34]</sup>。大脑中动脉的前外侧中央动脉明显地可分为内外两群, 分别叫内侧支和外侧支。

(1) 前外侧中央动脉的外侧支: 前外侧中央动脉外侧支, 为从大脑中动脉起点 1 厘米以外部位发出的中央动脉, 也叫外侧纹体动脉<sup>[40]</sup>, 也有叫外侧穿动脉<sup>[29, 34]</sup>。以 1—4 支的最多, 占  $87.50 \pm 3.70\%$ , 其他有 5、6 或 7 支的, 极个别的缺如。发出时如为一支, 也多分为 3—5 支, 穿入脑实质(图 27)。这群外侧支, 完全从大脑中动脉主干发出的占  $72.50 \pm 4.99\%$ ; 以一些支起于主干, 还有一些支起于分干或起于皮质动脉的, 占  $17.50 \pm 4.25\%$  (图 27a, b); 完全起于皮质动脉的, 占  $8.75 \pm 3.17\%$ , 缺如的  $1.25 \pm 1.26\%$ 。缺如的由大脑前动脉的中央动脉分支代替。外侧支的支数综合为表 II.14。

表 II.14 大脑中动脉的外侧穿动脉支数统计

支数	1	2	3	4	5	6	7	缺如
百分率	$15.00 \pm 3.99\%$	$23.75 \pm 4.76\%$	$33.75 \pm 4.79\%$	$15.00 \pm 3.99\%$	$7.50 \pm 2.95\%$	$2.50 \pm 1.75\%$	$1.25 \pm 1.26\%$	$1.25 \pm 1.26\%$
例数	(12)	(19)	(27)	(12)	(6)	(2)	(1)	(1)

外侧支的穿入部位, 恒定整齐地沿着前内侧嗅裂外侧端排列, 最外侧一支是在前、后内侧嗅裂拐角处穿入(图 27a, b)。各中央动脉穿入后成扇状排列, 经壳核浅层或表面弧形上行, 且穿过内囊达尾状核体部(图 24, 25, 图版 III, 图 4、图版 III, 图 3)。各支排列的顺序也极恒定, 一般从外向内, 外侧位的两支斜向后行, 并且多以第二支排列最后, 最外的一支位置稍前, 所以外侧两支呈交叉状态。第 3 支经壳核中部浅层, 第 4 支经壳核前部浅层上行, 第 4 支多分深浅两支, 深支经壳核与苍白球之间上行。如有第五支, 第 3 第 4 支多为深浅关系, 第 5 支经壳核前部上行。有 6 支和 7 支的, 其中 1—2 支极短, 只至浅层。

(2) 前外侧中央动脉的内侧支: 从大脑中动脉起始部 1 厘米以内发出的中央动脉, 为前外侧中央动脉内侧支, 有些教科书叫内侧纹体动脉, 有的叫内侧穿动脉<sup>[29, 34]</sup>。全部由大脑中动脉起始部 1 厘米以内发出的有  $75.00 \pm 4.34\%$ , 分别从颈内动脉和大脑中动脉发出的  $8.75 \pm 3.77\%$ , 完全从颈内动脉发出的, 占  $6.25 \pm 2.72\%$ , 缺如的, 占  $10.00 \pm 3.36\%$ 。这群内侧支的支数, 在我们 80 例的统计见表 II.15。从表 II.15 可以看到, 1—2 支的最多, 共占  $62.50 \pm 5.31\%$ , 5 支的极少, 占  $2.50 \pm 1.75\%$ 。

这群内侧支, 一般在前内侧嗅裂内侧端, 返动脉穿入部位的稍后方穿入(图 27a, b)。穿入后, 1 支经壳核前部浅层, 并分支至深层。另 1 支经壳核中部深层上行(图 24, 25)。各支均穿过内囊至尾状核。其他一些小支只至壳核腹侧部。在返动脉发育较差时, 内侧支有分支至壳核前端。这群动脉缺如时, 由中央短动脉或返动脉发支代替。

表 II.15 大脑中动脉的内侧穿动脉支数统计

支数	1	2	3	4	5	缺如
百分率	33.75±4.79%	28.75±5.06%	16.25±4.13%	8.75±3.17%	2.50±1.75%	10.00±3.36%
例数	(27)	(23)	(13)	(7)	(2)	(8)

大脑中动脉的前外侧中央动脉是供应纹状体和内囊的一群主要动脉，所以有的称之为豆纹动脉，容易破裂出血，因而特名为 Charcat 氏脑出血动脉。实际上这群小动脉的许多支都经豆状核穿过内囊到尾状核，其中任何一支出血，都会导致对侧半身不遂和感觉消失。损害范围，主要决定出血的部位，所以只限于某一支是脑出血动脉的讲法是不确切的。

## 第二节 椎基底动脉 (A. vertebralis-basilaris)

椎基底动脉，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。由两个大的椎动脉汇合成一个大的动脉，在人体内是唯一的，这也是脑血液供应的一个特点。基底动脉分支供应大脑后部、小脑和脑干。

脑干内有许多上行及下行的神经传导束、脑神经核及维持醒觉和调节体内环境稳定的中枢，所以对椎基底动脉的血液供应，基础和临床各科均极重视，过去曾经有过很多研究<sup>[29,58-61]</sup>。

### 一、椎动脉 (A.vertebralis)

#### (一) 椎动脉的行程位置 (图 18)<sup>[29,58]</sup>

左右椎动脉均在颈根部从左右锁骨下动脉发出，沿前斜角肌内侧缘向后上方行短距离，入第六颈椎横突孔(偶有经第四、五或第七颈椎横突孔的)，上行于第一至第六颈椎横突孔构成的骨管隧道内，达寰椎横突孔上面弯向后内，绕过寰椎后弓，穿寰枕后膜及硬脊膜经枕骨大孔入颅内，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。

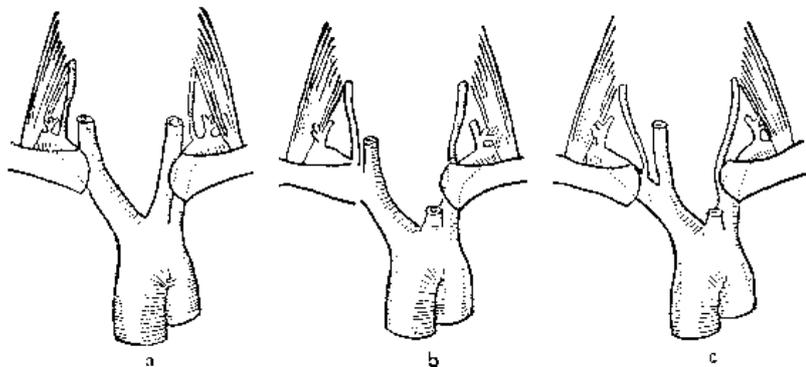


图 29 椎动脉起始正常型

- a. 椎动脉的起始点位于锁骨下动脉弓状弯曲的上方 b. 位于锁骨下动脉移行于弓状弯曲并绕过胸膜顶处 c. 位于锁骨下动脉的内侧壁上。

椎动脉起始部位，往往是脑血管疾患的好发处，因此椎动脉的造影也越来越多被应用。国内邹宁生和林鸿仪<sup>[62]</sup>进行过椎动脉起始部位的观察。正常型椎动脉在锁骨下动脉第一段范围内起始的占 96.50±1.3%，其中距前斜角肌内侧缘 15 毫米以内起始的占 79.50%，距 16—20 毫米起始的占 14%，距 21—30 毫米发出的占 3% (图 29)。异常型占 3.50±1.3%，最常见的是起于左颈总动脉与左锁骨下动脉之间的主动脉弓上的占 2%，还有从无名动脉末端发出的占 0.5%，与锁骨下动脉共干发出的占 0.5%。双起源的占 0.5%，其中较大的一支起于左锁骨下动脉起始段的内侧面，另一较小的支起自其上段的内侧面，至第五颈椎横突孔处汇合成一干(图 30)。

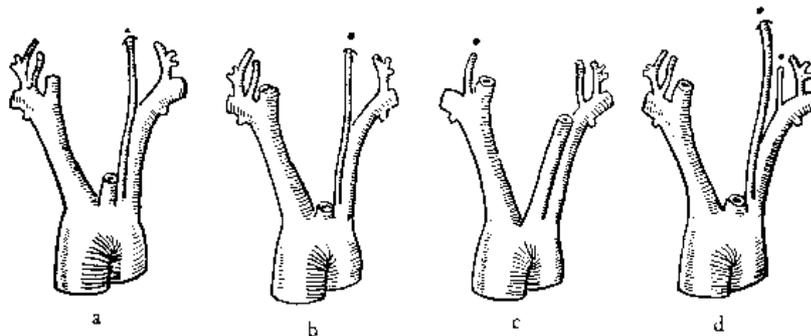


图 30 椎动脉起始异常型

- a. 左侧椎动脉直接起自主动脉弓 b. 左侧椎动脉与左锁骨下动脉共干起自主动脉弓 c. 右侧椎动脉从头臂干末端发出 d. 椎动脉双起源

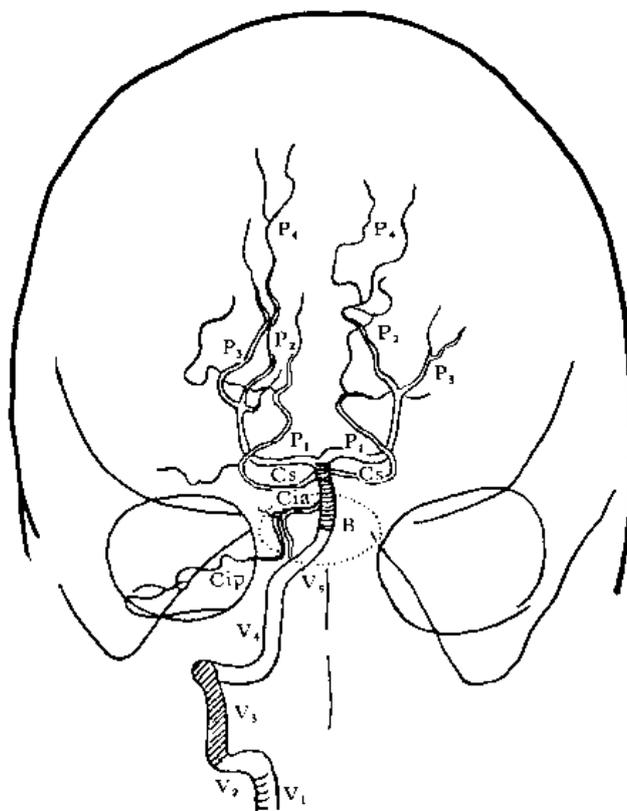


图 31 椎动脉造影(前后位)

V<sub>1</sub>—V<sub>4</sub>. 椎动脉的分段 P<sub>1</sub>—P<sub>3</sub>. 大脑后动脉的分段  
Cia. 小脑下前动脉和内听动脉 Cip. 小脑下后动脉

椎动脉进入颈椎横突孔的位置，以从第六颈椎横突孔进入的最多，占  $93.5 \pm 1.7\%$ ；从第五颈椎横突孔进入的  $3.5 \pm 1.3\%$ ；从第四颈椎横突孔进入的  $2.0 \pm 0.9\%$ ；从第七颈椎横突孔进入的  $1.0 \pm 0.7\%$ 。

Wikinson<sup>[60]</sup> 对椎动脉的管壁进行了研究，指出椎动脉的外膜与中膜，从颅外进入到颅内有明显的转变。主要是管壁变薄，伴有该两层的弹性纤维逐渐消失。

## (二) 椎动脉造影的解剖分段<sup>[24]</sup>

椎动脉造影也分为五段，在前后位片上最为清楚(图 31, 32)。

V<sub>1</sub>段：在前后位片，见椎动脉垂直上升，是在各颈椎横突孔上升的一段。

V<sub>2</sub>段：在前后位片，横行向外的一段，是从枢椎横突孔开始，出孔后横行向外的一段。侧位片上是重迭的。

V<sub>3</sub>段：从 V<sub>2</sub> 外端弯曲向上，再垂直上行至环椎横突孔为止的一段。

V<sub>4</sub>段：从 V<sub>3</sub> 上端急弯，水平向内行一小段，再弯向上垂直上行入枕骨大孔的一段。

V<sub>5</sub>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。

V<sub>5</sub>段发出小脑下后动脉，在前后位片上先垂直上升再弯曲垂直下行。在侧位片上，成向上开口的锐角，再向外形成向上再向下的弯曲。

V<sub>3</sub>、V<sub>4</sub>段有与枕动脉吻合的交通支。

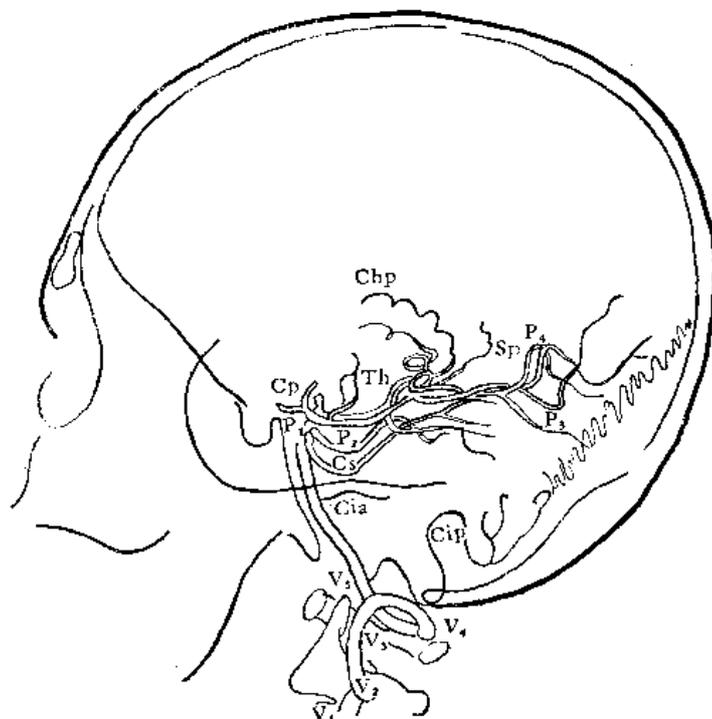


图 32 椎动脉造影(侧位)

V.椎动脉 Cs.小脑上动脉 Cp.后交通动脉 Chp.脉络膜后动脉 Cia.小脑下前动脉+内听动脉 P.大脑后动脉 Cip.小脑下后动脉 Th 丘脑穿动脉 Sp 胛胝体压部分支

### (三) 椎动脉的应用解剖

(1) 椎动脉细而长,行程迂曲,在椎骨间的关系改变时,如头过度后仰或迴旋时,均可影响到椎动脉变狭或阻塞,导致脑干缺血。

(2) 颈椎的骨关节炎,可以引起骨赘的形成,骨赘突入横突孔,可以压迫椎动脉。

(3) 椎动脉绕过寰椎后弓时极为弯曲,在头迴旋运动时,寰椎与枕骨形成剪刀式的作用,压迫椎动脉。正常情况下,对侧是可以代偿的。如某一侧因病或先天性狭窄,在进行迴旋运动时,另一侧将因压迫导致暂时性的脑干缺血。

(4) Whiplash 关节脱臼,或颈过度伸展的损伤(如手法治疗或进行气管插管),均有可能造成椎动脉的损伤。

### (四) 椎动脉颅内段的管径

椎动脉颅内段的管径,国内、外都有许多报道。综合国内和国外部分资料进行比较,列表 II.16。

从表 II.16 可以看到,中国人和日本人的左右椎动脉的管径都是左大于右的最多,左等于右的次之,左小于右的最少。欧洲人则左等于右的比左大于右的为多。

表 II.16 各种族椎动脉左右侧管径比较

人种	作者	例数	左>右	左=右	左<右
中国人	宫下	133	42.1±4.28%(56)	42.10±4.28%(56)	15.80±3.16%(21)
	邱治民	34	61.8% (21)	8.80% (3)	29.40% (10)
	毛增荣	100	49.00±4.99%(49)	34.00±4.73%(34)	17.00±3.76%(17)
	钟世镇	96	46.88±5.09%(45)	32.29±4.77%(31)	20.83±4.14%(20)
	曾司鲁,李旭光	103	52.42±4.82%(54)	28.16±4.43%(29)	19.42±3.90%(20)
	小计	466	48.28±2.32%(225)	32.83±2.17%(153)	18.89±1.81%(88)
日本人	长谷部	59	47.50% (28)	39.00% (23)	13.50% (8)
	永井	68	42.70% (29)	29.40% (20)	27.90% (19)
	Hasebe	81	49.38% (40)	35.80% (29)	14.82% (12)
	小计	208	46.63±3.45%(97)	34.62±3.30%(72)	18.75±2.71%(39)
欧洲人	*	451	32.37±2.20%(146)	42.80±2.33%(193)	24.83±2.03%(112)

\* 作者根据 Ehrman, Mori, Loewenfeld, Davy, Longo, Stopford 的结果综合的。

椎动脉颅内段的管径,我们按年龄进行了统计。成年人平均左侧 4.01±0.10 毫米,右侧 3.59±0.12 毫米;儿童平均左侧 3.02±0.16 毫米,右侧 2.81±0.18 毫米。儿童与成人均左侧大于右侧。

### (五) 椎动脉颈部的分支

#### 1. 脊髓支 (Rami spinalis)

有 5—6 支,每节的支都经椎间孔入椎管,分为两支。1 支伴神经根而行,供应脊髓及其膜,并与其他脊髓动脉吻合;另一支分升支及降支,与上、下位同类的动脉吻合。

## 2. 肌支 (Rami musculares)

在椎动脉弯过后弓处发出, 供应该区深层肌, 并与枕动脉吻合。

## (六) 椎动脉颅内段的分支

### 1. 脑膜支 (Ramus meningeus)

有 1—2 支平枕大孔处发出, 在小脑窝脑膜与骨之间分支供应骨及小脑镰。

### 2. 脊髓后动脉 (A. spinalis posterior)

最多是从小脑下后动脉发出, 但有时也可在延髓侧面从椎动脉发出。发出后先绕过延髓向后, 再沿脊髓后面下降。如有两支, 即在脊神经后根的前后面下行。

### 3. 脊髓前动脉 (A. spinalis anterior)

一般在椎动脉合并前附近的内侧面发出, 斜向前内, 约平橄榄体下端与对侧的连合成一单干, 沿脊髓前正中裂下降, 接受各节段动脉的脊髓支。

脊髓前动脉汇合的形式是多种多样的。我们在 103 例的统计<sup>[63]</sup>, 以左右支合并为一支脊髓前动脉的最多, 占  $46.66 \pm 5.76\%$ , 2 支平行下降, 其间有一个横吻合支的占  $14.67 \pm 4.09\%$ , 有两个横行吻合支的占  $4.00 \pm 2.26\%$ , 没有吻合支的占  $18.67 \pm 4.50\%$ 。在左右椎动脉合并角下缘发出一个单干脊髓前动脉的占  $9.33 \pm 3.35\%$ 。还有 K 形, 网形等不规则形的  $6.67 \pm 2.89\%$ 。

脊髓前动脉一般发出 1—5 支延髓动脉, 以 2 支的最多, 多经前正中裂穿入, 也有经橄榄体表面, 下方, 后缘或盲孔穿入的。这些延髓动脉还分支至第 IX、第 X、第 XI 对脑神经根。

### 4. 延髓动脉 (Rami ad medullam oblongatam)

直接从椎动脉发出的延髓动脉, 一般都有 1—3 支<sup>[30]</sup>。其中以发出一支的最多, 占  $48.33 \pm 6.45\%$ , 发出 2 支的次之, 占  $25.00 \pm 5.59\%$ , 发出 3 支的最少, 仅占  $16.67 \pm 4.81\%$ , 不发出延髓动脉的占  $10.00 \pm 3.87\%$ 。

从椎动脉发出的延髓动脉, 多是从延髓后外侧沟穿入, 占  $81.76 \pm 4.99\%$ , 经前正中裂穿入的占  $8.33 \pm 3.56\%$ 。这些延髓动脉, 在未穿入脑实质以前, 均发出分支供应舌咽、迷走及副神经根。

此外, 椎动脉还发出一个细长小支绕过延髓侧面, 分布于后髓帆等处, 出现率占  $28.33 \pm 5.82\%$ 。还有一些椎动脉发出一些小支经盲孔及延髓脑桥沟穿入, 占  $8.33 \pm 3.56\%$ 。这两种支均未统计在延髓动脉内。

### 5. 小脑下后动脉 (A. cerebelli inferior posterior)

小脑下后动脉是椎动脉最大的分支, 过去有过很多研究<sup>[54, 61, 64—66]</sup>, 一般认为小脑下后动脉的行程是迂曲的, 侯竞存<sup>[64]</sup>报道最多的可以有六个襻曲。根据我们的观察, 小脑下后动脉近侧部恒定地有一个大的襻曲, 发出部位不同, 襻曲的方向也不同。发自基底动脉的

小脑下后动脉,其近侧襻曲全部是凸向外;发自椎动脉的,其近侧襻曲凸向外的占 3/4,凸向上外的占 1/4。这种襻曲的局部位置正在脑桥小脑角的范围,临床手术时应该注意(图版 IV, 图 33)。

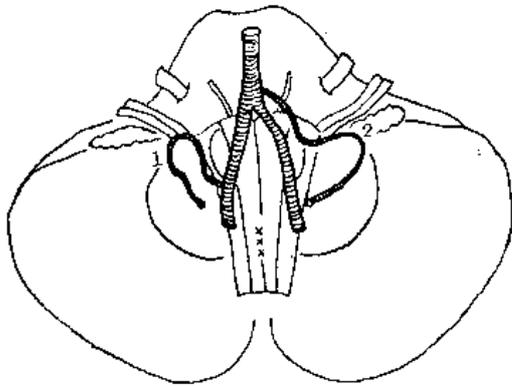


图 33 小脑下后动脉的近侧襻曲  
1. 凸向上的襻曲 2. 凸向上外的襻曲

小脑下后动脉通常约平橄榄下端附近从椎动脉发出,经第 IX、第 X 及第 XI 对脑神经根丝之前,向后上方行。至绳状体附近,发出脉络膜支后,再弯向后下达小脑扁桃体内侧面中部分为内、外两个二级分支。

(1) 内侧支即下蚓动脉 (*A. vermis inferior*), 在正中线附近分为前、后两支,前支细小;后支较粗大,沿蚓垂、蚓锥的侧面向后达蚓叶、蚓结节。有时达山坡下缘与上蚓动脉形成明显粗大的动脉吻合。

合。

(2) 外侧支 (*Rami laterales*) 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为数支,斜向后外,远达水平裂,末梢扩布至下半月叶与小脑上动脉吻合。

小脑下后动脉分布于小脑扁桃体内侧面,下外侧面后部,二腹叶、薄叶等的内侧部及下半月叶(图版 IV, 图 34)。还发支从下内侧面及后面穿至齿状核。

小脑下后动脉多数是椎动脉发出,但也有的从基底动脉发出,有时缺如。当从基底动脉发出时,应与强度发育的小脑下前动脉区别。Orneva 的意见,以分布至下蚓部的为小脑下后动脉,未分布至下蚓部的为强度发育的小脑下前动脉<sup>[54]</sup>。小脑下后动脉的发出部位,国人钟世镇<sup>[56]</sup>统计资料列为表 II, 17。

从表 II.17 可以看到,小脑下后动脉以从椎动脉发出的最多,占  $74.04 \pm 3.04\%$ 。

钟世镇<sup>[56]</sup>还报道了中国人小脑下后动脉,有些有较大的支与邻近的动脉形成吻合。如右侧小脑下后动脉分支与右侧小脑下前动脉吻合(图 35A);左侧小脑下后动脉与同侧迷路动脉吻合(图 35B)。还有在一侧椎动脉发出两支小脑下后动脉的根,该两根再合并为一支(左侧 2 例,右侧 1 例,图 35C)。

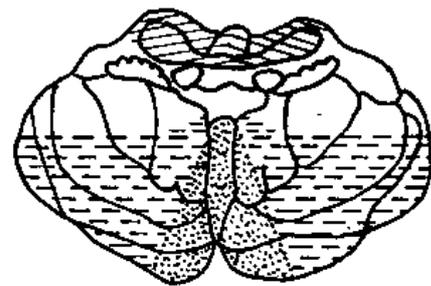


图 34 小脑下前动脉与小脑下后动脉分布范围  
空白示小脑下前动脉 黑点示小脑下后动脉内侧支 水平点线示小脑下后动脉外侧支

小脑下后动脉还发支至延髓,供应下橄榄核以后和面神经核以外的区域。

## 二、基底动脉 (*A. basilaris*)

基底动脉是由左右椎动脉在脑桥下缘合并而成,经脑桥基底动脉沟上行至脑桥上缘

表 II.17 小脑后下动脉的来源统计

来源		标本数	%
两侧均来自椎动脉		61	58.65±4.83
左侧起于基底动脉右侧起于椎动脉		4	3.86±1.89
右侧起于基底动脉左侧起于椎动脉		2	1.92±1.35
一侧缺少共 31 例 (29.80±4.47%)	左缺	右侧起于椎动脉	11
		右侧起于基底动脉	3
	右缺	左侧起于椎动脉	15
		左侧起于基底动脉	2
两侧缺少		6	5.77±2.29
总计		104	100.00

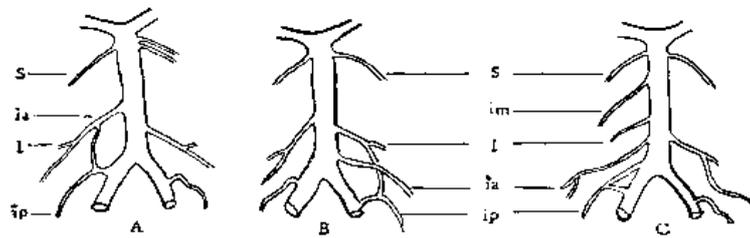


图 35 小脑后下动脉干的吻合支

S.小脑上动脉 im.小脑下中动脉 l.内听动脉 ia.小脑下前动脉 ip.小脑后下动脉

再分为左右大脑后动脉。

(一) 基底动脉的起始部位 (左右椎动脉合并处)

基底动脉的起始部位有高有低, 现把国人部分资料综合为表 II.18。

表 II.18 基底动脉起始部位的比较

作者	例数	脑桥部	桥延交界部	延髓部
宫下	133	48.90±4.34%(65)	40.60±4.26%(54)	10.50±2.72%(14)
毛增荣	100	14.00±3.47%(14)	46.00±4.98%(46)	40.00±4.89%(40)
钟世镇	104	34.60±4.66%(36)	53.90±4.89%(56)	11.50±3.13%(12)
李旭光、曾司奇	103	49.51±4.92%(51)	29.13±4.48%(30)	21.36±4.40%(22)
合计	440	37.73±2.31%(166)	42.27±2.36%(186)	20.00±1.91%(88)

从表 II.18 可以看到, 基底动脉以平桥延交界处起始的最多, 占 42.27±2.36%; 平脑桥下部起始的次之, 占 37.73±2.31%, 平延髓上部的较少, 占 20.00±1.91%。

我们对 103 个中国人脑的基底动脉的起始部位, 进行了成人与儿童的比较, 列表为 II.19。

从表 II.19 可以看到, 成人脑的基底动脉, 以从脑桥下部起始的最多, 占 57.50±5.53%; 儿童脑的基底动脉则以平桥延交界处起始的最多, 占 47.83±10.39%, 平延髓上部的次之, 占 30.43±9.59%。毛增荣观察的 100 例都是儿童, 也是平桥延交界处起始的最多, 占 46.00±4.98%, 平延髓上部的次之, 占 40.00±4.89%, 这些资料, 共同显示了随

表 II.19 基底动脉起始部位统计

	脑桥部	桥延交界处	延髓部
成年 (80)	57.50±5.53%(46)	23.75±4.76%(19)	18.75±4.37%(15)
儿童 (23)	21.74±8.59%(5)	47.83±10.39%(11)	30.43±9.59%(7)
合计 (103)	49.50±4.92%(51)	29.13±4.48%(30)	21.36±4.04%(22)

年龄的增长,基底动脉的起始部位有逐渐上移现象。

### (二) 基底动脉的管径

我们在 103 例中国人脑中分别测量了基底动脉上、中、下三段的管径,测量结果列为表 II.20。

表 II.20 基底动脉各段管径的比较 (毫米)

	上段管径 (40)	中段管径 (103)	下段管径 (40)
成年	4.42±0.15(31)	4.51±0.10(80)	5.43±0.20(31)
儿童	3.30±0.18(9)	3.35±0.14(23)	3.85±0.12(9)

从表 II.20 可以看到,不论成人或儿童,基底动脉的管径,都是下段最粗,中段次之,上段较小。可能是该动脉由下往上逐渐分支有关。

### (三) 基底动脉的弯曲和异常

基底动脉并非完全是直的,有的有一个或两个弯曲。我们在 103 个中国人脑进行了观察,结果见表 II.21。

表 II.21 基底动脉弯曲情况统计

年 龄	直 行	一 弯 曲		二 弯 曲
		凸 向 左	凸 向 右	
成年(80)	46.25±5.57%(37)	12.50±3.70%(10)	35.00±5.33%(28)	6.25±2.72%(5)
儿童(23)	69.57±9.59%(16)	13.04±7.01%(3)	17.39±7.90%(4)	
合计(103)	51.46±4.92%(53)	43.69±4.89%(45)		4.85±2.13%(5)

从表 II.21 可以看出,儿童的基底动脉以直行的稍多;成人的以一个弯曲的稍多,且多凸弯向右侧(图版 IV 图 2)。毛增荣<sup>[29]</sup> 100 例童尸的观察,直行的基底动脉只占 45.00±4.97%,比我们的 69.75±9.59% 较低。一般都认为基底动脉的弯曲与左右椎动脉的管径有关。左、右椎动脉管径等大的,基底动脉以直的为多;椎动脉的管径左侧大于右侧时,基底动脉则多凸弯向右;椎动脉右大于左时,基底动脉则多凸弯向左(图版 IV 图 2)。根据我们的统计,弯曲的基底动脉以凸弯向右的稍多,与上述椎动脉左大于右的较多是一致的。

有些基底动脉干有“小窗”或“岛”存在的现象,综合中国人脑 307 个标本,共发现 17 例,占 5.53%,其中有些较大,纵长达 0.35 厘米,另有 2 例仅在表面现有凹陷,内腔有中隔,这些都是发生过程纵长神经动脉愈合不完全的遗迹。

基底动脉与椎动脉干之间,有时有交通支存在,我们和钟世镇各发现一例<sup>[55,61]</sup>。

三叉动脉:是胚胎发育过程的剩件,是颈内动脉海绵窦段与基底动脉上1/3之间的交通动脉(图8)。

在听区和颅底部有时偶尔有舌下动脉和耳动脉,都是基底动脉与颈内动脉之间的交通动脉,是发育过程的剩件。

#### (四) 基底动脉造影

基底动脉造影,在前后位片上,原则上基底动脉位于正中线上,但往往可见一或两个弯曲。但是大脑后动脉的分叉点必须位于中线(图31),如这个分叉点偏于一侧,提示一侧小脑有占位性病变。

在侧位片上,基底动脉发出的小脑上动脉和大脑后动脉都是向下开放的锐角。

#### (五) 基底动脉的分支

##### 1. 小脑下前动脉 (A. cerebelli inferior anterior)

小脑下前动脉的出现率及发出部位较不恒定,把我们206例的出现率及来源列为表II.22。从表II.22可以看出,小脑下前动脉可以从基底动脉,椎动脉及小脑下后动脉发出,其中以从基底动脉下1/3段发出的最多,占 $66.49 \pm 3.29\%$ 。钟世镇<sup>[58]</sup>则按每脑左右侧发

表 II.22 小脑下前动脉出现率及发出部位统计 (414 例)

作者	侧别	基底动脉发出			小脑下后动脉	椎动脉	缺如	合计
		上 1/3	中 1/3	下 1/3				
钟世镇	左		20	79		2	3	104
	右		9	90		1	4	104
曾司鲁等	左		16	67	8	4	8	103
	右	1	9	70	15	3	5	103
合计	左+右	1	54	306	23	10	20	414
%		1.24	13.04	73.92	5.55	2.42	4.83	100

出小脑下前动脉的情况进行了统计,现列为表II.23,也是从基底动脉下1/3段发出的最多。毛增荣<sup>[29]</sup>的观察,小脑下前动脉从基底动脉下1/3段发出的达 $72.50 \pm 3.42\%$ 。小脑下前动脉缺如的,毛增荣<sup>[29]</sup>未曾发现,我们206例发现8例,钟世镇208例出现7例。

小脑下前动脉发出部位,左右侧完全对称的,无论成人或儿童均比较少,我们103例只有 $33.98 \pm 4.67\%$ 。

小脑下前动脉左右侧管径的比较,以左右等大的较多。国人资料,毛增荣<sup>[29]</sup>、钟世镇<sup>[58]</sup>和我们,分别统计为 $61.00 \pm 4.87\%$ ;  $58.58 \pm 4.95\%$ ;  $76.19 \pm 6.57\%$ 。

小脑下前动脉的行程位置及分支:小脑下前动脉发出以后,均向后外方斜行,一般横过位听神经和面神经的前面,有时横过其后面或穿过两个神经根之间,达绒球外上方弯向下内,形成一个凸向外的襻(图版IV,图1)。最后分为内侧和外侧两个二级分支,分布于

表 II.23 小脑下前动脉的来源统计

来源	标本数	%	
两侧均来自基底动脉 (共 96 例, 占 92.32±2.61%)	左侧起于基底动脉中段, 右侧起于基底动脉下段	13	12.50±3.24
	右侧起于基底动脉中段, 左侧起于基底动脉下段	4	3.85±1.89
	两侧均起于基底动脉中段	5	4.81±2.10
	两侧均起于基底动脉下段	74	71.16±4.44
两侧均起源于椎动脉	左侧起于椎动脉, 右侧起于基底动脉下段	1	0.96±0.96
	右侧缺如, 左侧起于基底动脉中段	2	1.92±1.35
	右侧缺如, 左侧起于基底动脉下段	1	0.96±0.96
	左侧缺如, 右侧起于基底动脉下段	2	1.92±1.35
	两侧均缺如	1	0.96±0.96
	总计	104	100.00

小脑下面的前外侧部。

(1) 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。发育特好时, 可绕过绒球向内达小脑扁桃下面, 再弯向外而分布。

(2) 外侧支较细小, 沿脑桥臂向外行, 经小脑边缘达水平裂。

小脑下前动脉起始段还发出一些小支至脑桥、延髓、及 VI、VII, VIII 对脑神经根。在小脑前外侧缘还发出小支绕过脑桥臂深入至齿状核。有 77.50±2.95% 的情况下发出迷路动脉。

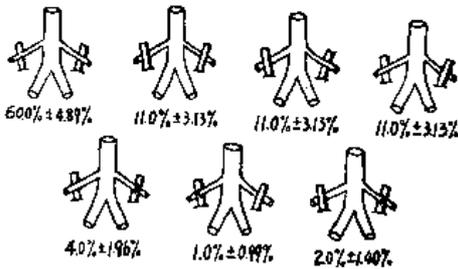


图 36 小脑下前动脉与展神经的关系 (100 例)

小脑下前动脉一般分布于 VI VII VIII 对脑神经根、绒球、下半月叶、薄叶、二腹叶的前外侧部 (图 32)。但变异较大 (见本章第七节)。

毛增荣<sup>[29]</sup>注意观察了小脑下前动脉起始段与展神经的交叉关系。小脑下前动脉行经展神经腹侧的占 73.00±3.14%, 行于展神经背侧的占 23.50±2.99%, 穿过展神经的占 3.50±1.29% (图 36)。

## 2. 迷路动脉 (A. labyrinthi) 或内听动脉 (A. auditiva interna)

迷路动脉是细长的动脉, 可以从基底动脉下段发出, 但最多是从小脑下前动脉发出的。根据毛增荣和我们的统计, 迷路动脉从小脑下前动脉发出的分别占 72.50±3.25% 和 77.50±2.95%。从基底动脉下段发出的, 分别为 19.00±2.77% 和 15.00±2.53%。其他还有起自小脑下后动脉、小脑下中动脉、小脑上动脉和椎动脉等。

迷路动脉发出后, 伴位听神经入内听道, 居面神经与位听神经之间, 分为蜗支与前庭支入内耳。

迷路动脉在内耳与颈内动脉系的分支有微细的吻合。这个动脉血流减少时, 可以引起恶心、呕吐及眩晕等平衡障碍, 如同时失听, 提示为椎基底动脉的疾病。

### 3. 小脑下中动脉 (A. cerebelli inferior media)

小脑下中动脉较为罕见,一般都是从基底动脉发出,左、右侧均可出现,两侧同时出现的较少。国人钟世镇 208 例的观察<sup>[58]</sup>,左侧出现  $7.68 \pm 2.61\%$ ; 右侧出现  $9.60 \pm 2.89\%$ 。我们观察了 206 例,左侧出现  $5.34 \pm 1.56\%$  (11 例),右侧出现  $4.37 \pm 1.55\%$  (9 例)。其中 14 例(左 8,右 6)从小脑下前动脉上方发出,占  $6.80 \pm 1.75\%$ ; 6 例(左 3,右 3)占  $2.91 \pm 1.17\%$  从小脑下前动脉下方发出。

小脑下中动脉出现时,等于小脑下前动脉的一个分支,其分布范围,与 1 支小脑下前动脉无明显差异。

### 4. 脑桥动脉 (Aa. pontis)

脑桥动脉为基底动脉两侧缘及后面发出的动脉,一般左右侧各有 3—7 支,以 4—5 支的最多,发出后沿脑桥前而向外侧行,有些在前外侧而穿入,有些在后外侧穿入。

从基底动脉后壁(近脑面)发出 1—15 支更为纤细的小动脉,从基底动脉沟缘穿入脑实质内。上端及下端还有一些纤细支,分别穿入脚间窝,盲孔和延髓脑桥沟内(详第六节)。Duvernoy<sup>[68]</sup>对这些脑桥动脉进行了更详细和细致的研究,根据这些动脉穿入的部位,分别命名为脑桥前内侧动脉、脑桥前外侧动脉、脑桥外侧动脉和脑桥后动脉(见下章)。一般脑桥前内侧动脉和前外侧动脉属于旁正中动脉,脑桥外侧动脉属于短环旋动脉,脑桥后动脉属于长环旋动脉。

### 5. 小脑上动脉 (A. cerebelli superior)

国人小脑上动脉的出现率及来源,根据钟世镇<sup>[58]</sup>和我们的观察,综合列表 II.24。可以看到,小脑上动脉以每例各一支起于基底动脉的最多;一侧有两支的,多数均从基底动脉发出,也可以其中有一支从大脑后动脉发出。毛增荣<sup>[29]</sup>还报道过从脉络膜后内动脉发出小脑上动脉的一例。

表 II.24 小脑上动脉支数类型统计

支 数			2 支	3 支			4 支				5 支
类 型	发自 基底 动脉	左	1	2	1	1	2	1	1	2	2
		右	1	1	2	1	2	2	1	1	2
	发自 大脑 后动脉	左				1		1		1	1
		右							2		
钟世镇 (104 例)			69	10	16	1	4	1	1	1	1
肖冠群等 (103 例)			72	9	16	1	5				
合 计 (207 例)			68.10% (141)	25.60% (53)			5.82% (12)				0.48% (1)

钟世镇<sup>[58]</sup>报告了特殊的一例,左右侧各有从基底动脉上端发出的两支小脑上动脉,另在左侧从大脑后动脉还发出了第三支小脑上动脉。

我们把左右侧各有一支小脑上动脉的定为单干型；把左右侧各有两支的定为双干型；把一侧为一个支，另一侧为两个支的定为混合型。在 103 例国人脑动脉观察的结果，列为表 II.25。从表 II.25 可以看到，中国人小脑上动脉无论成人或儿童均以左右侧各为一支的单干型为最多，占  $69.90 \pm 4.52\%$ 。

表 II.25 小脑上动脉干型统计

年 龄	单 干 型	双 干 型	混 合 型
成 年 (80)	$66.25 \pm 5.28\%$ (53)	$5.00 \pm 2.44\%$ (4)	$28.75 \pm 5.06\%$ (23)
儿 童 (23)	$82.61 \pm 7.91\%$ (19)	$4.35 \pm 4.28\%$ (1)	$13.04 \pm 7.01\%$ (3)
合 计 (103)	$69.90 \pm 4.52\%$ (72)	$4.86 \pm 2.13\%$ (5)	$25.24 \pm 4.76\%$ (26)

小脑上动脉的管径，以左右侧各一支的进行比较，各家均以左右等大的为最多。

小脑上动脉的行程及分支：小脑上动脉多从基底动脉最上段近大脑后动脉根部发

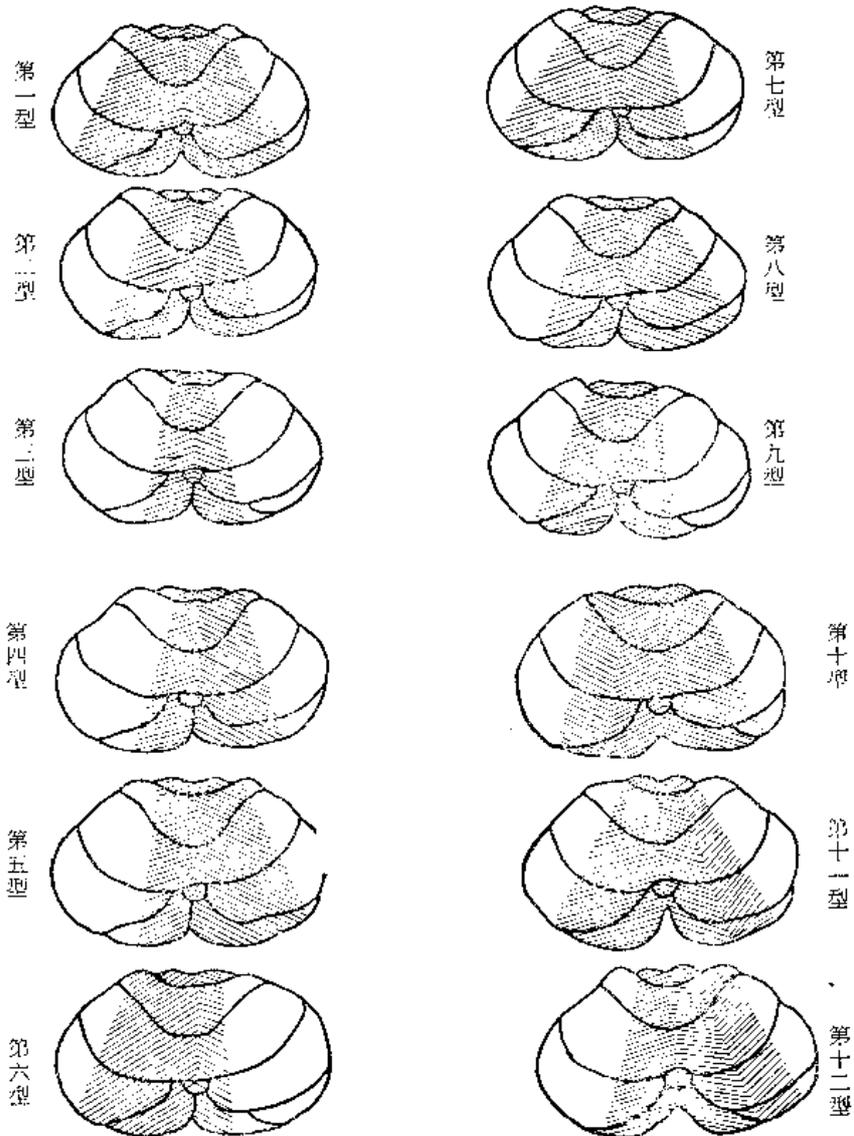


图 37 小脑上动脉内、外侧支分布范围的类型

出,恒定地伴大脑后动脉下缘绕大脑脚向后行。除发出一些小支至脑桥上外侧面、大脑脚及下丘外,一般均在大脑脚后外侧面或中脑外侧沟处分为内侧和外侧两个二级分支,也有分为内、中、外三支的(图版 IV, 图 3)。

(1) 内侧支: 较大,向后内行,在小脑上缘内侧部与上丘侧面之间分为 2—3 个分支。最内侧的一支叫上蚓动脉 (*A. vermis superior*), 在山顶前缘分为前、后两支。前支向前至小脑舌及中央叶; 后支向后, 一般再分为两个小支, 一个小支伴中线的一侧沿山顶、山坡、蚓叶至蚓结节, 往往与下蚓动脉之支形成明显的吻合; 另一小支, 沿上蚓与半球之间向后行。内侧支的其他分支, 分布于中央叶翼、前、后方叶及上半月叶的内侧部。

(2) 外侧支: 较小, 行于三叉神经根的后外侧, 经小脑前上缘外侧部至小脑上面而后行, 分为数支, 分布于前、后方叶及上半月叶的外侧部。极少数的, 可以发支至小脑下面的下半月叶、薄叶及二腹叶的外侧部(图版 IV, 图 3)。

表 II.26 小脑上动脉供应范围变异表 (103 例)

型 别	左 侧	右 侧	%
第一型	内>外	内>外	29.13±4.48(39)
第二型	内=外	内=外	9.71±2.91(10)
第三型	内<外	内<外	7.77±2.60(8)
第四型	内>外	内=外	4.85±2.13(5)
第五型	内=外	内>外	7.77±2.60(8)
第六型	内=外	内>外	4.85±2.13(5)
第七型	内<外	内=外	1.94±1.35(2)
第八型	内<外	内>外	14.56±3.48(15)
第九型	内>外	内<外	14.56±3.48(15)
第十型	内=中=外	内>外	2.91±1.65(3)
第十一型	内>外	内=中=外	0.97±0.97(1)
第十二型	内=外	内=中=外	0.97±0.97(1)

说明: 内为内侧支; 外为外侧支; 中为中支。

小脑上动脉内、外侧支的发育程度变化颇大, 供应范围也随同变化。我们对 103 例国人资料作了详细分析, 归纳为 12 个类型, 见表 II.26 (图 37)。可以看出, 左、右内侧支均大于外侧支的最多, 占 29.13±4.48%。

小脑上动脉各分支还可以发出一些小支深入至实质, 从上内、上前及上后穿入至齿状核。

### 三、大脑后动脉 (*Arteria cerebri posterior*)

大脑后动脉在脑桥上缘由基底动脉分出后, 伴动眼神经和小脑上动脉的上方, 绕大脑脚向后行, 越过海马沟经海马裂向后, 再横过海马回后端深入距状裂, 再向后分为距状裂动脉与顶枕动脉(图版 II, 图 3)。

大脑后动脉分出后, 向外行一短距离, 即与后交通动脉吻合, 助成大脑动脉环。一般以与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。

### (一) 大脑后动脉交通前段

大脑后动脉交通前段的管径变化较大,不少情况下,大脑后动脉交通前段的管径可以比交通后段小得很多。平均管径,成人与儿童的交通前段均小于交通后段。我们测量了102例中国人脑大脑后动脉交通前段的管径,儿童平均左侧 $2.58 \pm 0.13$ 毫米,右侧 $2.69 \pm 0.12$ 毫米;成人平均左侧 $3.02 \pm 0.09$ 毫米,右侧 $3.09 \pm 0.09$ 毫米。左侧与右侧的比较,综合部分国人资料与外国人的资料进行比较<sup>[28,29,32]</sup>,列为表 II.27。

表 II.27 大脑后动脉交通前段左右侧管径比较

人种	作者	例数	左 > 右	左 = 右	左 < 右
中国人	宫下	130	10.8%(14)	77.7%(101)	11.5%(15)
	邱治民等	48	47.92%(23)	6.25%(3)	45.83%(22)
	董雅占	87	21.84%(19)	58.62%(51)	19.54%(17)
	毛增荣	100	22.0%(22)	58.0%(58)	20.0%(20)
	曾司鲁,李旭光	102	15.69%(16)	64.71%(66)	19.61%(20)
	小计	467	20.13%(94)	59.74%(279)	20.13%(94)
日本人	永井、坂桥	165	10.3%(17)	84.9%(140)	4.8%(8)
苏联人	Круначев	202	35.6%(72)	31.2%(63)	33.2%(67)

从表 II.27 可以看到,大脑后动脉交通前段的管径,左侧与右侧等大的较多。

大脑后动脉交通前段有时也有小窗存在,我们与董雅占<sup>[28]</sup>各发现一例。

### (二) 大脑后动脉交通后段

大脑后动脉交通后段的管径变化较小,我们进行了103例中国人脑的观察,左右侧基本对称。平均成人后段管径左侧 $3.27 \pm 0.07$ 毫米,右侧 $3.23 \pm 0.07$ 毫米;儿童平均左侧 $2.72 \pm 0.14$ 毫米,右侧 $2.64 \pm 0.14$ 毫米。

毛增荣在100例中国儿童脑进行了大脑后动脉交通后段管径左、右侧比较,左>右的 $2.00 \pm 1.40\%$ ,左=右的 $92.00 \pm 2.71\%$ ;左<右的 $5.00 \pm 2.18\%$ 。

### (三) 大脑后动脉交通前、后段与后交通动脉的关系

从发生过程来看,大脑后动脉是颈内动脉发出的分支,椎基底动脉发育以后,血液改由基底动脉而来,因此大脑后动脉交通前、后段与后交通动脉的关系较为复杂,对这方面的研究也较多。

(1) 我们在103例中国人脑的比较观察,大脑后动脉交通前、后段与后交通动脉的关系有以下三种情况:

① 大脑后动脉交通后段直接来自交通前段,后交通动脉则细小或缺如,共出现 $75.73 \pm 2.99\%$  (156例)。

② 大脑后动脉交通后段直接来自后交通动脉,大脑后动脉交通前段则细小,共出现 $10.68 \pm 2.15\%$  (22例)。

③ 大脑后动脉交通后段由交通前段与后交通动脉两个等大的干汇合而成,占13.59

±2.59% (28例)。

(2) 毛增荣<sup>[29]</sup>对大脑后动脉交通前、后段与后交通动脉之间的关系在 100 例中国儿童脑进行了比较详细的分析(图 38)。

I. 大脑后动脉交通前段与交通后段等粗,且左右粗细相等的:

I<sub>1</sub>. 后交通动脉较粗左右等大,但小于大脑后动脉交通前段,占 30%。

I<sub>2</sub>. 后交通动脉很细而左右等大的,占 14%。

I<sub>3</sub>. 后交通动脉很细,但左右粗细不等的,占 7%。

II. 大脑后动脉交通前段与交通后段等粗,但左右粗细不等,后交通动脉细而左右相等的,占 1%。

III. 大脑后动脉交通前段与交通后段不等粗,但左右对称的:

III<sub>1</sub>. 后交通动脉很粗且左右等大,成为大脑后动脉交通后段直接连续的,占 5%。

III<sub>2</sub>. 后交通动脉与大脑后动脉交通前段等粗,且左右亦等大的,占 2%。

IV. 大脑后动脉交通前、后段不等粗,左右亦不相等的:

IV<sub>1</sub>. 后交通动脉左右不等大,小的后交通动脉与大的大脑后动脉交通前段相等(右侧)的占 3%。

IV<sub>2</sub>. 后交通动脉左右不等大,小的后交通动脉与小的大脑后动脉交通前段相等,大的亦相等,占 1%。

IV<sub>3</sub>. 后交通动脉左右不等大,但都大于大脑后动脉交通前段的,占 1%。

IV<sub>4</sub>. 后交通动脉左右等大,且与左侧细的大脑后动脉交通前段等大的,占 1%。

IV<sub>5</sub>. 后交通动脉左右等大,且与右侧粗的大脑后动脉交通前段等大的占 1%。

V. 大脑后动脉左右粗细不相等,而一侧的交通前段与交通后段等大,成其主流,另一侧的不等大。

V<sub>1</sub>. 大脑后动脉交通前、后段不等粗的一侧,后交通动脉粗大成为大脑后动脉交通后段的主流,占 10%。

V<sub>2</sub>. 大脑后动脉交通前后段不等粗的一侧,后交通动脉较粗,且与同侧的大脑后动脉交通前段等大的,占 9%。

V<sub>3</sub>. 大脑后动脉交通前后段不等粗的一侧,后交通动脉并不特别粗的占 7%。

VI. 大脑后动脉交通前段左右粗细不相等,而一侧的交通前后段等大,成为主流,另一侧的大脑后动脉交通前段与后交通动脉两次吻合。

VI<sub>1</sub>. 两次吻合的一侧,后交通动脉很粗,成其主流,大脑后动脉交通前段很细,分两支距离 1.4 厘米汇于后交通动脉的占 1%。

VI<sub>2</sub>. 两次吻合的一侧,后交通动脉很粗,成其主流,大脑后动脉交通前段较小,分出两

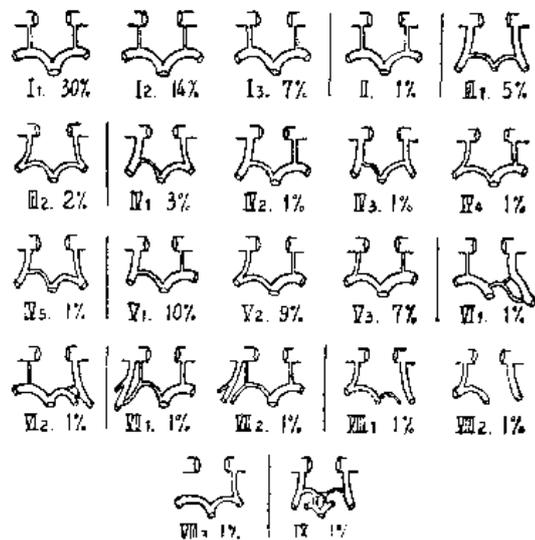


图 38 大脑后动脉交通前、后段与后交通动脉的关系(100例)

支先后连于后交通动脉,其主干直接到达第三脑室脉络膜丛,占1%。

VII. 大脑后动脉交通前段左右粗细不等,而一侧的交通前后段等大,成其主流,另一侧的主流来自脉络膜前动脉。

VII<sub>1</sub>. 主流来自脉络膜前动脉的一侧,大脑后动脉交通前段与后交通动脉等粗,汇合后再注入至脉络膜前动脉的,占1%。

VII<sub>2</sub>. 主流来自脉络膜前动脉的一侧,大脑后动脉交通前后段等粗,后交通动脉很细,汇入大脑后动脉以后不注入粗的脉络膜前动脉中,而单独到丘脑,中脑及脉络膜丛等处的,占1%。

VIII. 大脑后动脉交通前段左右粗细不等,而一侧的大脑后动脉交通前段与后交通动脉等粗,另一侧的大脑后动脉与后交通动脉不相交通。

VIII<sub>1</sub>. 大脑后动脉交通前段与后交通动脉不相交通的一侧,后交通动脉很粗,成其主流,大脑后动脉交通前段细小,只到中脑、丘脑及脉络膜丛的占1%。

VIII<sub>2</sub>. 大脑后动脉交通前段与后交通动脉不相交通的一侧,后交通动脉很粗,成其主流,缺乏大脑后动脉交通前段的占1%。

VIII<sub>3</sub>. 大脑后动脉内侧部与后交通动脉不相交通的一侧,大脑后动脉很粗,缺乏后交通动脉的占1%。

IX. 大脑后动脉交通前段与交通后段不等粗,左右也不相等,其间有0.5厘米长的横支相连,而后交通动脉粗大左右相等,成其主流的占1%。

(3) 董雅占<sup>[28]</sup>发现一中国人脑的大脑后动脉交通前段与后交通动脉均细小,吻合后仅至中脑后侧而分布。另由

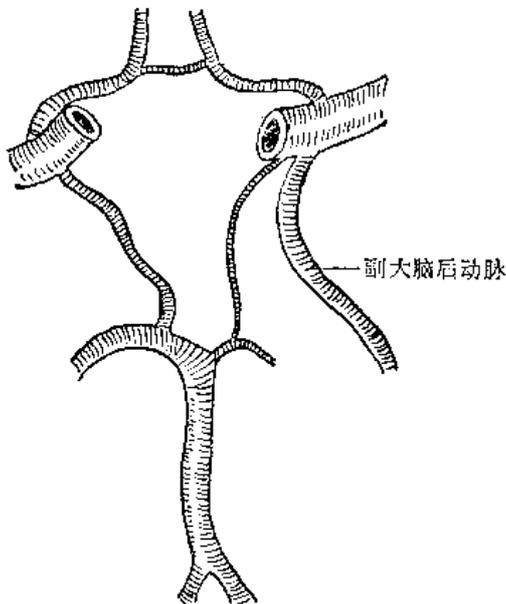


图 39 副大脑后动脉

颈内动脉发出一粗大的“副大脑后动脉”代替了大脑后动脉交通后段(图 39)。

#### (四) 大脑后动脉的皮质动脉

大脑后动脉的皮质动脉,过去有过一些研究<sup>[49,50]</sup>, Огнев<sup>[41]</sup>认为大脑后动脉的皮质分支极不恒定,并分为集中型和分散型。我们 180 例中国人脑动脉的观察,大脑后动脉的皮质分支比较恒定地有五个分支。

##### 1. 大脑后动脉的皮质分支的名称及出现率:

大脑后动脉皮质分支的名称,出现率及支数,列表 II.28。

从表 II.28 可以看出大脑后动脉的皮质支亦极恒定,大多数为一支,二支的较少,三支的极少见。

表 II.28 大脑后动脉皮质支出现率及支数统计 (180 例)

名称	侧别	出现支数			缺如
		1	2	3	
颞下前动脉	左 (90)	73.30±4.66%(66)	26.70±4.66%(24)		
	右 (90)	77.80±4.35%(70)	20.00±4.12%(18)	2.20±1.54%(2)	
	左+右(180)	75.50±3.20%(136)	23.40±3.08%(42)	1.10±0.78%(2)	
颞下中动脉	左 (90)	78.90±4.30%(71)	20.00±4.12%(18)	1.10±1.09%(1)	
	右 (90)	82.20±4.03%(74)	17.08±4.03%(16)		
	左+右(180)	80.50±2.94%(145)	18.90±2.91%(34)	0.60±0.57%(1)	
颞下后动脉	左 (90)	83.30±3.93%(75)	14.50±3.71%(13)	2.20±1.54%(2)	
	右 (90)	85.60±3.70%(77)	12.20±3.44%(11)	2.20±1.54%(2)	
	左+右(180)	84.50±2.77%(152)	13.30±2.52%(24)	2.22±1.54%(4)	
距状裂动脉	左 (90)	96.70±1.88%(87)	3.33±1.88%(3)		
	右 (90)	95.60±2.16%(86)	4.40±2.16%(4)		
	左+右(180)	96.10±1.44%(173)	3.90±1.44%(7)		
顶枕动脉	左 (90)	90.00±3.16%(81)	10.00±3.16%(9)		
	右 (90)	90.00±3.16%(81)	10.00±3.16%(9)		
	左+右(180)	90.00±2.23%(162)	10.00±2.23%(18)		

2. 大脑后动脉皮质分支的行程、位置及分布范围:

(1) 颞下前动脉 (A. temporalis inferior anterior): 在海马回沟处以独立干从大脑后动脉发出的占 71.70±3.35%, 与附近支共干发出的占 28.30±3.25%。发出后, 行向前外, 越过海马回前部, 分为前、后两支, 达颞下回前部绕至背外侧面。在其根部发出一些小支深入至海马裂。

(2) 颞下中间动脉 (A. temporalis inferior intermedius) 在海马裂中部以独立干从大脑后动脉发出的有 40.00±3.65%, 与附近支共干发出的占 60.00±3.65%。发出后, 经海马回中部入侧付裂, 分为 2—3 支, 向外分布至梭状回及颞下回中部。

(3) 颞下后动脉 (A. temporalis inferior posterior): 在海马裂后部以独立干从大脑后动脉发出的占 38.30±3.62%, 与附近支共干发出的占 61.70±3.62%。发出后越过海马回及侧付裂后部, 斜向后外达梭状回后部及舌回, 并绕至枕叶背外侧面。Orlov<sup>[54]</sup> 记载枕支、舌回支及梭状回支均可以单独发出。我们所见至舌回和梭状回及枕部各支, 均为颞下后动脉的分支, 未见单独发出的。

(4) 距状裂动脉 (A. calcarina) 有 60.00±3.65% 为大脑后动脉的终支, 与前、后位共干的占 40.00±3.65%。大脑后动脉多在海马裂后部越过海马回, 深入至距状裂底部至顶枕裂汇合处, 分为距状裂动脉与顶枕动脉。距状裂动脉沿裂向后行, 绕至枕极外面, 达月状沟或枕外侧沟以后部分而分布。

(5) 顶枕动脉 (A. parietooccipitalis) 据 Orlov<sup>[54]</sup> 记载, 顶枕动脉有 25% 是从大脑前动脉发出。我们 108 例的观察, 该动脉有 76.10±3.10% 为大脑后动脉终支之一, 与附近支共干的 23.90±3.13%。该动脉发出后, 沿顶枕裂底部向上外行, 分布于楔叶及楔前叶后部, 并绕至背外侧面。

### 3. 大脑后动脉各皮质支的管径:

大脑后动脉各皮质支的管径,经测定列为表 II.29。

表 II.29 大脑后动脉皮质支管径统计 (毫米)

年 龄	侧 别	颞下前动脉	颞下中动脉	颞下后动脉	距状裂动脉	顶枕动脉
成 年	左(62)	1.42±0.06	1.45±0.06	1.50±0.06	1.43±0.05	1.69±0.06
	右(62)	1.36±0.06	1.48±0.05	1.64±0.06	1.46±0.07	1.87±0.09
儿 童	左(28)	1.19±0.07	1.24±0.09	1.39±0.07	1.33±0.08	1.42±0.09
	右(28)	1.15±0.08	1.35±0.09	1.42±0.07	1.45±0.08	1.40±0.08

从表 II.29 可以看到,大脑后动脉各皮质支的管径,成人较儿童为粗,但左、右侧差异不明显。

### (五) 大脑后动脉的中央动脉

大脑后动脉的中央动脉,一般从交通前段发出,经脚间窝穿入的属于后内侧中央动脉(有些来自后交通动脉);从交通后段发出(有些从交通前段发出)的,属于后外侧中央动脉。国人这方面资料较少,毛增荣<sup>[29]</sup>对这些动脉的支数及发出部位有过报道,我们进一步对这些中央动脉穿入脑实质以后的行程,位置和安排规律进行了研究<sup>[34]</sup>。

#### 1. 后内侧中央动脉 (Aa. centrales posteriomediales)

有的叫后穿动脉<sup>[29,34]</sup>。一般从大脑后动脉交通前段发出 3—7 支小的中央动脉,总的叫脚间窝动脉<sup>[68]</sup>。穿入至灰结节,乳头体和丘脑的,属后内侧中央动脉,其中 1—2 支最大,叫丘脑穿动脉。另有一些小支向下至中脑,为中脑前内侧和前外侧动脉。

#### 丘脑穿动脉 (A. thalamoperferantes)

从大脑后动脉交通前段根部发出,是后内侧中央动脉中较粗大的一支。多每侧一支,有时只从一侧发出两支,但仍分别至本侧和对侧穿入。有时从一侧发出一个粗短的干,再分为两支,分别至左、右两侧。

丘脑穿动脉由后穿质穿入脑实质后,立即分出一个支,平丘脑底部行向后上方。本干在平丘脑下部沟处向外行,经中间质块后下部转向外上方直达内囊(图 24, 图版 IV, 图 4)。我们在脑厚片造影所见,与 George<sup>[69]</sup> 动脉造影方法所显示的基本一致。

#### 2. 后外侧中央动脉 (Aa. centrales posteriolaterales)

后外侧中央动脉,一般从大脑后动脉交通后段发出,也有从交通前段发出的,包括以下几支:

(1) 丘体动脉 (A. collicularis): 多从大脑后动脉交通前段发出,伴小脑上动脉绕大脑脚向后行,分布于四丘体及松果体。经过中还发小支至大脑脚,有时还分支至小脑上蚓。

丘体动脉,一支的占 90.00±3.00%。

(2) 脉络膜后外动脉 A. chorioidea posterior lateralis: 一支的最多占 81.25±4.35%

(65例), 2支的占  $18.75 \pm 4.35\%$  (15例)。恒定地在大脑脚外侧面从大脑后动脉交通后段发出。在80例中, 直接从大脑后动脉本干发出的占  $93.75 \pm 2.72\%$ , 从皮质支发出的占  $5.00 \pm 2.44\%$ , 从脉络膜后内动脉发出的占  $1.25 \pm 1.26\%$ 。

脉络膜后外动脉从大脑后动脉发出后, 向外行, 在海马回钩附近进入脉络膜裂至侧脑室下角, 形成脉络膜丛, 由丛发支至尾状核及丘脑。在未进入脉络膜裂以前往往发出膝状体丘脑动脉(图24)。

(3) 脉络膜后内动脉 (*A. chorioidea posterior medialis*): 脉络膜后内动脉, 一支的占  $97.50 \pm 1.75\%$ , 二支的只占  $2.50 \pm 1.75\%$ 。在80例中, 从大脑后动脉交通后段接近后交通动脉吻合处的内侧发出的, 占  $70.00 \pm 5.02\%$ ; 在近上丘部附近发出的有  $23.75 \pm 4.76\%$ ; 在大脑后动脉交通前段后缘发出的最少, 占  $6.25 \pm 2.72\%$ 。

脉络膜后内动脉, 发出后沿大脑后动脉内侧与一接近等大的丘体动脉伴行, 绕大脑脚向后行(图24, 25)。至上丘附近弯向上行, 进入大脑横裂, 沿丘脑上面和第三脑室顶向前, 形成第三脑室脉络膜丛。沿途发出一些小支至大脑脚、膝状体、丘脑枕、丘脑上面及松果体。是松果体血液供应较恒定的来源。

(4) 丘脑膝状体动脉 (*Aa. thalamogeniculatcs*): 一般有1—6支, 3—4支的最多, 占  $66.25 \pm 4.79\%$ ; 1—2及5—6支的共  $33.75 \pm 4.79\%$ 。主要是发自大脑后动脉交通后段, 但各支全部从大脑后动脉本干发出的, 只占  $28.75 \pm 5.06\%$ ; 分别从大脑后动脉本干和脉络膜后内动脉发出的占  $37.50 \pm 5.32\%$ ; 分别从大脑后动脉本干和脉络膜后外动脉发出的占  $8.75 \pm 3.17\%$ ; 从大脑后动脉与丘体动脉发出的, 占  $7.50 \pm 2.95\%$ ; 从大脑后动脉、脉络膜后内动脉及丘体动脉发出的, 占  $50.00 \pm 2.44\%$ ; 从大脑后动脉与松果体动脉发出的占  $2.50 \pm 1.75\%$ ; 从大脑后动脉与脉络膜后内、后外动脉发出的, 占  $2.50 \pm 1.75\%$ ; 还有  $7.50 \pm 2.95\%$  共6例, 分别从各种不同的动脉发出。

所有这些丘脑膝状体动脉, 其中一些小支, 仅至内, 外侧膝状体和丘脑枕部穿入而分

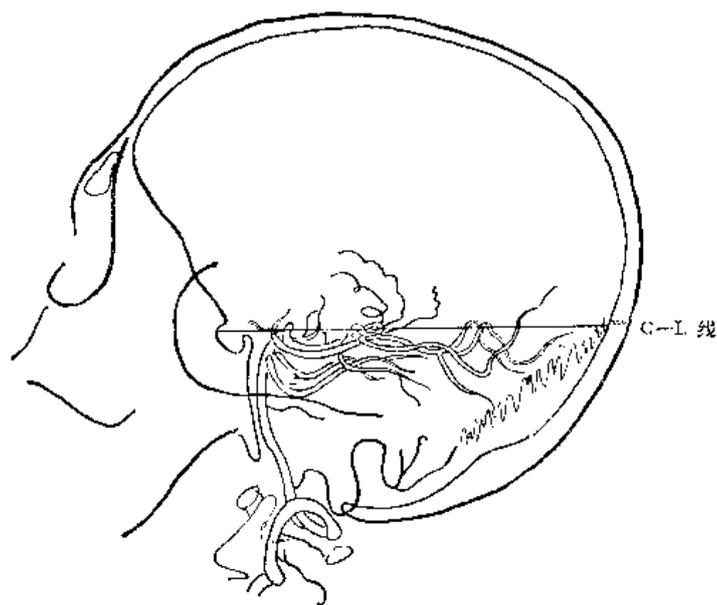


图40 前床突—人字缝连线(C-L线)

1. 大脑后动脉 2. 小脑上动脉

布。另有 3—4 支较大,在内侧膝状体后缘或内、外侧膝状体之间穿入,沿丘脑后外侧上行,成凹向前的弧形弯曲向前行(图 25)。

(5) 松果体动脉 (A. pinealis) 见第五节。

### (六) 大脑后动脉造影的解剖分段 (图 31, 32)

大脑后动脉造影一般分为四个解剖分段。

P<sub>1</sub> 段: 在前后位片是水平向外的一段。

P<sub>2</sub> 段: 是围绕中脑上行的一段。侧位片这一段微向下凸弯,并发出脉络膜后内动脉。

P<sub>3</sub> 段: 为从 P<sub>2</sub> 段向外发出的颞支。

P<sub>4</sub> 段: 为从 P<sub>2</sub> 段向上发出的顶枕裂动脉和距状裂动脉。

(1) 前后位片, P<sub>2</sub> 与 P<sub>4</sub> 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。

(2) 大脑后动脉,一般在侧位片 C-L 线(前床突到人字缝顶点的连线)之下,(图 40),颅后凹肿瘤时,大脑后动脉可以上移至 C-L 线以上。

### (七) 大脑后动脉的应用解剖

(1) 动眼神经在大脑后动脉与小脑上动脉之间,这两对动脉任何一支发生动脉瘤时,均可能压迫动眼神经,导致眼球运动障碍。

(2) 由于颅内压增高发生海马症时,大脑后动脉可以受小脑幕游离缘的压迫,引起枕叶的梗死,发生双关性偏盲。如两侧枕叶梗死,将导致皮质性失明,但瞳孔对光反射存在。

(3) 丘脑膝状体动脉阻塞,结果是丘脑综合症,即痛、温感觉消失,并伴随有特殊的不愉快感觉。

## 第三节 大脑动脉环 (Circulus arteriosus cerebri)

颈内动脉与椎基底动脉入颅后,在大脑底部借前、后交通动脉连接,形成一个多角形的大脑动脉环。又叫 Willis 氏环。这个大脑动脉环的形态结构,国外有过很多报道<sup>[70-74]</sup>。国内也有不少的研究<sup>[75-79]</sup>,对于大脑动脉环的类型及其变异做了大量的工作。

### 一、大脑动脉环的组成

大脑动脉环是由成对的大脑前动脉交通前段、颈内动脉、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所组成。一般认为大脑动脉环的变异性较大,主要表现在各组成动脉管径的很大的可塑性。

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,因而给与脑血液供应有较大的代偿潜能。Roger<sup>[80]</sup>指出:大脑动脉环的各吻合动脉,在正常情况下血液是不会混流的。注入放射性物质于一侧的颈内动脉,只见于颈内动脉系各动脉内,不会倒

流于其他范围,也不会流入于本侧的大脑后动脉。这种情况,同样显示于正常脑血管造影时。所以他认为大脑动脉环的存在,在正常情况下是无重要意义,只是在某一管道被阻塞时起到代偿调节作用。

Lazorthes<sup>[81]</sup>指出,大脑动脉环各段管径变异的复杂形式,与颈内动脉系和椎基底动脉系在脑底部受压迫作用有密切关系的。在发育过程中,环的各段是具有很大的调节作用,当某一段动脉发育不良时,另一段必然发育较强以代偿之。

由于大脑动脉环各段管径变异复杂,而其代偿潜能也有不同。因此各种变异的形式和代偿潜能的估计,对临床的诊断治疗都有很大的参考价值。

## 二、大脑动脉环的类型

大脑动脉环是多角形的动脉吻合环,一般把各动脉连结成完整无缺的,称为闭锁型;把有一部缺失未连结成环的,称为开放型。综合中国人的1205例的资料,列为表II.30,以闭锁型的最多占96.3%;开放型当中,多数是后交通动脉缺乏的。毛增荣<sup>[29]</sup>的观察分别发现前交通动脉、大脑前动脉交通前段和后交通动脉缺乏的各一例。

表 II.30 大脑动脉环闭锁型与开放型统计 (%)

作者	调查数	闭锁型	开放型
邱治明等	162	97.53%(158)	2.47%(4)
蔡振邦	117	99.15±0.85%(116)	0.85±0.85%(1)
董雅占	123	100%(123)	
毛增荣	100	97.00±1.71%(97)	3.00±1.71%(3)
曾司色等	103	96.12±1.91%(99)	3.88±1.91%(4)
李吉	200	97.00%(194)	3.00%(6)
臧旭	200	91.50%(183)	8.50%(17)
翁嘉颖	100	95.00±2.18%(95)	5.00±2.18%(5)
刘冠豪	100	95.00±1.94%(95)	5.00±1.94%(5)
合计	1205	96.3%(1160)	3.7%(45)

大脑基底动脉环的分型方法,各家意见不完全一致。邱治民等<sup>[27]</sup>根据 Крупачев 的意见把大脑基底动脉环分成前、后两部。前部由两侧大脑前动脉交通前段和前交通动脉所组成,后部由两侧后交通动脉和大脑后动脉交通前段所组成。前部和后部均再区分为干线型,弥散型和中间型,后部还有开放型。

Гиндле<sup>[82]</sup>按种系发生史把人的大脑基底动脉环分为近代型、原始型、过渡型、混合型及发育不全型五型。

我们同意按种系发生史来分型,但主要以动脉环后部各组成动脉的变异为依据,因此不把动脉环前部各组成动脉变异混在一起,以后交通动脉缺乏的列入发育不全型,五型的区分如下:

第 I 型——近代型: 两侧大脑后动脉交通前段的管径比后交通动脉粗大,成为大脑后动脉交通后段的主要来源(图 41)。

第 II 型——原始型: 两侧大脑后动脉交通前段的管径比后交通动脉细小,后交通动

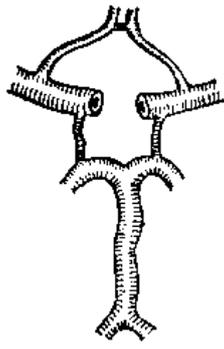


图 41 大脑动脉环近代型

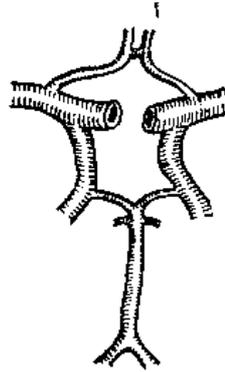


图 42 大脑动脉环原始型

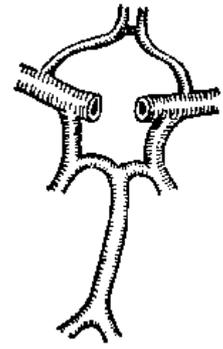


图 43 大脑动脉环过渡型

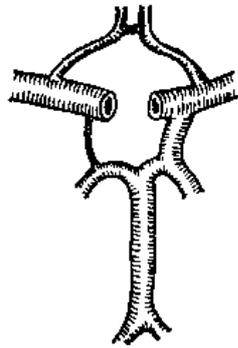


图 44 大脑动脉环混合型

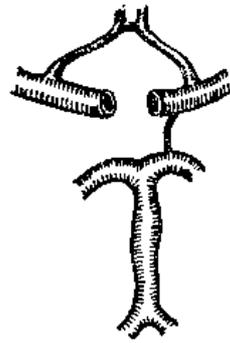


图 45 大脑动脉环发育不全型

脉成为大脑后动脉交通后段的主要来源(图 42)。

第 III 型——过渡型：两侧大脑后动脉交通前段与后交通动脉的管径接近等大，相差不超过 0.4 毫米的(图 43)。

第 IV 型——混合型：一侧属于上述某一型；对侧又属于上述其他一型。因此本型有三种搭配情况：(1) 一侧属原始型，另侧属近代型；(2) 一侧属原始型，另侧属过渡型；(3) 一侧属近代型，另侧属过渡型(图 44)。

第 V 型——发育不全型：一侧或两侧后交通动脉缺乏，另侧属于其他型(图 45)。

综合臧旭<sup>[83]</sup>李吉<sup>[84]</sup>和我们的国人资料把五型出现率列为表 II.31。

表 II.31 大脑动脉环的类型 (%)

作者	调查数	近代型	原始型	过渡型	混合型	发育不全型	其他
曾司鲁等	103	62.13±4.78 (64)	5.85±2.30 (6)	6.80±2.48 (7)	21.35±4.04 (22)	3.88±1.91 (4)	
臧旭	200	67.50 (135)	4.50 (9)	10.00 (20)	12.00 (24)	5.50 (11)	0.50 (1)
李吉	200	63.00 (126)	3.50 (7)	4.50 (9)	26.50 (53)	2.50 (5)	
合计	503	64.61% (325)	4.37% (22)	7.16% (36)	19.70% (99)	3.98% (20)	0.20% (1)

从表 II.31 可以看到，中国人的大脑动脉环，以近代型的为最多，占 64.61%；其次是混合型占 19.70%；过渡型占 7.16%；原始型占 4.37%；发育不全型占 3.98%；其他 0.20%

是颈内动脉发出大脑后动脉。若以侧计,在 1006 侧中近代型有 756 侧占 75.15%。

### 三、大脑动脉环各类型与大脑前、中动脉单干型和双干型的关系

我们进一步观察了大脑动脉环各种类型与大脑前、中动脉单干型与双干型的关系,综合列为表 II.32 和 II.33。

表 II.32 大脑基底动脉环各种类型与大脑前动脉干型的关系 (204 例)

大脑前动脉干型	近代型		原始型		过渡型		混合型		不全型	
	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
单干型	50	48	5	4	6	6	17	18	2	2
双干型	14	16	0	1	1	1	5	4	2	2

表 II.33 大脑基底动脉环各种类型与大脑中动脉干型的关系 (180 例)

大脑中动脉干型	近代型		原始型		过渡型		混合型		不全型	
	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
单干型	22	15	2	2	3	4	10	9	2	3
双干型	35	42	2	2	4	3	8	9	2	1

从表 II.32 可以看到大脑前动脉除发育不全型的 4 例单干型与双干型均各出现 2 例外,其他各型均以单干型的为多。从表 II.33 可以看到大脑中动脉,除近代型的双干型占多数外,其他各型,单干型与双干型基本上是平均出现。

### 四、大脑动脉环各类型的颈内动脉与基底动脉管径的关系

由于大脑动脉环的类型不同,直接影响到颈内动脉与基底动脉的管径发生变化。我们测定了该两动脉的管径,并比较了动脉环各类型与该两动脉管径之间的倍数关系,列为表 II.34。

从表 II.34 可以看到,近代型的大脑动脉环,其左、右颈内动脉管径的总和为基底动脉管径的 2.46 倍;原始型为 3.78 倍;过渡型为 2.40 倍。显示了原始型脑的血液来源,颈内动脉是最主要的。

表 II.34 大脑基底动脉环各种类型与颈内和基底动脉管径的关系

	近代型	原始型	过渡型
左右颈内动脉管径总和的均数	8.63	12.45	7.30
基底动脉管径的均数	3.50	3.30	3.04
倍数关系	2.46	3.78	2.40

### 五、大脑动脉环的代偿潜能

许多学者用实验证明,大脑动脉环是一种具有代偿潜在能力的结构,但是各种类型的

大脑动脉环的代偿潜在能力差异很大。临床进行颈总动脉与颈内动脉结扎的时候，应该认真考虑和分析大脑动脉环的类型。下面把大脑动脉环代偿潜能较差的几种类型进行分析，提供临床参考。

(1) 在原始型大脑动脉环：该侧半球的血液主要靠该侧颈内动脉供给，当该侧大脑后动脉交通前段极端细小时，其代偿的潜能是很小的。若骤然结扎颈内动脉，可能无法代偿其血液供应<sup>[86]</sup>。Gillilan<sup>[87]</sup> 曾经报道，原始型大脑动脉环的患者进行颈内或颈总动脉结扎时，会引起严重的视觉损害。

(2) 后交通动脉缺乏或管径小至 1.0 毫米以下时，其代偿潜能亦小。Berry<sup>[88]</sup> 曾统计脑软化患者，发现后交通动脉细小的占 49%。后交通动脉细小至 1.0 毫米以下，我们 103 例当中出现 20 例，占  $19.42 \pm 3.90\%$ ；后交通动脉缺乏的出现 4 例，占  $3.88 \pm 1.91\%$ 。国人后交通动脉缺乏和细小的出现率不低，值得注意。

(3) 一侧大脑前动脉交通前段发育不良时，两侧半球内侧面的血液主要来自对侧发育良好的大脑前动脉，倘突然结扎该侧的颈内动脉或颈总动脉，两侧半球内侧面的血液供应将无法代偿。像这样一侧大脑前动脉发育不良的，国人 922 例当中出现了 70 例，占 7.59%；(见本章第一节)。

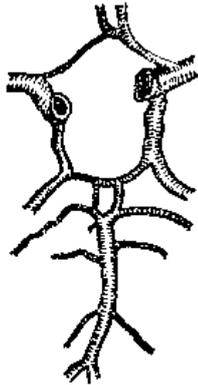


图 46 大脑动脉多发变异

(4) 大脑动脉环前半和后半多发性变异的例子，代偿潜能最差。我们在 103 例的观察中，发现一例(图 46)。在动脉环的前半，颈内动脉的管径左 7.0 毫米，右 5.2 毫米，左侧大脑前动脉交通前段特别粗大，管径 5.0 毫米，向前分出左、右侧两个大脑前动脉交通后段，而右侧大脑前动脉交通前段为一细小吻合支，管径 1 毫米，是属于右侧大脑前动脉发育不良型。在环的后部，左右大脑后动脉是左右后交通动脉的延续段，属于原始型的缺大脑后动脉交通前段。仅在左右大脑后动脉之间连一长 9.5 毫米的横支，管径 1.5 毫米，从横支上再有二小支连至左右小脑上动脉。左支长 4.2 毫米，管径 1.8 毫米，右支长 5.5 毫米。后半的这种变异，毛增荣也报道了一例。从发生上讲是纵长神经丛动脉的头端未曾合并，成为部分的双基底动脉。这种环前半和后半多发性变异，若结扎左侧颈内动脉，左右半球内侧面及整个的左半球的血液供应将无法代偿。

## 六、大脑动脉环与各大脑动脉的关系

许多学者观察<sup>[72, 84, 85]</sup>在大脑底部构成动脉环的各动脉，变异性较大，而分布于大脑半球的各动脉的变异性较小，左、右基本对称。如大脑前动脉交通前段的变异较交通后段多见，左右侧大脑前动脉交通前段发育不良的诸例中更为明显，该数例的交通后段的管径左右侧接近一致。动脉环的后部，大脑后动脉交通后段也比较恒定，不管来自大脑后动脉交通前段或来自后交通动脉，左、右侧的管径基本接近一致。大脑后动脉交通前段及后交通动脉的变异性很大，左右侧之间的变异也大。这些情况与 Gillilan<sup>[87]</sup> 所谓动脉组合 (Arterial complex) 区的变异性最大的意见是一致的。他认为构成动脉环的各动脉变异性较大的原因，主要是在发生过程中，调节左右两半球平衡血液供给的结果，因而出现了各种类

型的动脉环。Lazorthes 等<sup>[81]</sup>进一步指出,三个大脑动脉范围内,各皮质支吻合的大小,数目和排列,在发生过程中及至成年都是一致的。但是构成动脉环各段动脉口径差异则很大,主要是由于脑重压迫该动脉环的结果。这也表现了动脉环的各段在发生过程中具有很大的可塑性。

## 第四节 大脑的动脉

人的神经管前端高度发展,最后形成左、右大脑半球,在外形和内部结构的安排上都与脑干和脊髓不同。但是,大脑半球的血液供给还保持脑干阶段的基本形式。仍包括旁中央动脉,短环旋动脉和长环旋动脉三种类型。不过由于大脑和小脑的发展,使长环旋动脉更加延长,和位置上发生了改变,形成了诸大脑动脉和诸小脑动脉。

进入大脑半球脑实质的血管,没有大血管出入的门,而是从脑表面的血管网分支直接穿入。按其部位不同,可分为两大类。一类是长环旋动脉发展的各大脑动脉的皮质动脉。在脑表面反复分支形成弥漫的软脑膜血管网。由软脑膜血管网发出皮质动脉和髓质动脉穿入至皮质和皮质邻近的髓质。另一类,包括旁中央动脉和短环旋动脉,从脑底部、主要是前穿质和脚间窝,由下向上穿入,叫中央动脉,(即穿动脉),供给基底神经节和附近的髓质。

### 一、大脑动脉的皮质动脉

大脑半球的皮质,主要由大脑前动脉,大脑中动脉及大脑后动脉的皮质动脉供应。脑底的中央动脉,如大脑前动脉发出的返动脉和脉络膜前动脉也发出一些皮质动脉。各大脑动脉的皮质动脉的名称,出现率及行程位置,已分别在各大脑动脉项内叙述过。

各大脑动脉的分布范围,过去有过许多研究,意见不完全一致。Beever<sup>[89]</sup>指出,在各大脑动脉分别注射时,因为动脉末梢有吻合,所以不能真正代表各动脉的分布范围。他设计用多种颜色以同样的压力,同时分别注射于各大脑动脉,然后观察其分布范围。我们在整体内注射蛋白银珠,标本上各动脉末梢支的分布范围极为清楚。观察结果,与 Beever 的基本一致。

#### (一) 大脑前动脉皮质动脉的分布范围

大脑前动脉皮质动脉分布范围,包括大脑半球内侧面楔前回前 2/3 以前的全部,并绕过半球上内缘达半球背外侧面的额上回,额中回上缘或上半,中央前、后回上 1/4、顶上小叶,顶下小叶上缘及眶面内侧半等区域的皮质及胼胝体(图 47A、B, 48a、b)。

大脑前动脉皮质动脉与大脑中动脉皮质动脉交错区域是额中回上缘或上半,中央前、后回上 1/4 与 3/4 交界处及顶下小叶上缘等处。

大脑前动脉皮质动脉与大脑后动脉皮质动脉交错区域,是在顶上小叶后部及楔前回前 2/3 与后 1/3 交界处。

大脑半球内侧面的额叶后部,旁中央小叶及楔前回前 2/3 区域的血液供应,有时可能来自对侧大脑前动脉,或来自胼胝体正中动脉。临床定位分析应予注意。

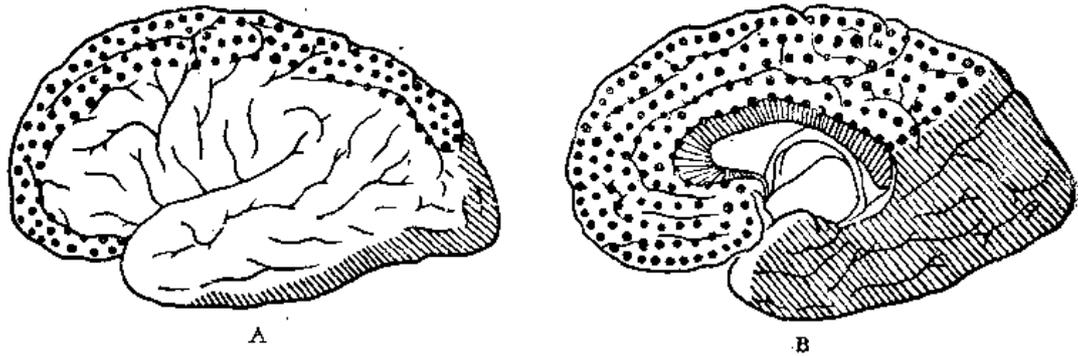


图 47 大脑各动脉皮质支分布范围

A 背外侧面(左侧), B 内侧面(右侧)

点区大脑前动脉 斜线区大脑后动脉 空白区大脑中动脉

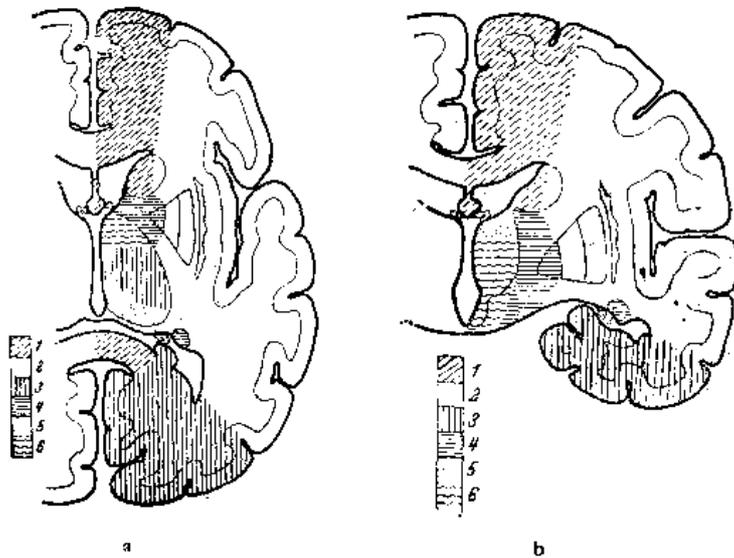


图 48 大脑血管分布模式图

1. 大脑前动脉 2. 大脑中动脉 3. 大脑后动脉 4. 脉络膜前动脉  
5. 脉络膜后动脉 6. 后交通动脉

当大脑前动脉被阻塞时,随其阻塞部位不同、出现的症状也不同。如在分双干以前或发出额前与额中动脉共干以前部位阻塞(胼胝体边缘动脉发出以前),将会导致对侧小腿以下瘫痪及伴有皮质性感觉消失。对侧头面及上肢躯干等部不致损害。

## (二) 大脑中动脉皮质动脉的分布范围

大脑中动脉皮质动脉的分布范围,主要是大脑半球背外侧面。包括额中回以下,中央前、后回下 3/4、顶下小叶、枕叶月状沟或枕外侧沟以前,颞叶颞下回上缘或上半以上,眶部外侧半,颞极内,外侧面及脑岛的皮质(图 47A、B, 48a、b)。

大脑中动脉与大脑前动脉皮质动脉交错区见前,大脑中动脉与大脑后动脉皮质动脉交错区,是颞下回上缘或上半和枕叶月状沟或枕外侧沟附近的皮质。

大脑中动脉及其皮质动脉发生血栓或栓塞的机会比颈内其他任何动脉都多。在发出中央动脉以后阻塞时,主要表现为供应范围内皮质机能丧失,出现对侧严重的偏瘫,对侧半身感觉障碍(上肢严重)。如在优势半球,伴有运动性失语症和失写及失读症。

### (三) 大脑后动脉皮质动脉的分布范围

大脑后动脉皮质动脉的分布范围,是大脑半球颞叶下面及枕叶内侧面为主,包括海马回,梭状回、颞下回、舌回、穹窿回峡、楔状回、楔前回后 1/3 及顶上小叶后部(图 47A、B)。

大脑后动脉的皮质动脉与大脑前动脉的皮质动脉和大脑中动脉的皮质动脉交错区均见前。

大脑后动脉皮质动脉发生阻塞时,主要表现为视皮质梗死,发生偏盲。

## 二、大脑皮质的血管构筑

大脑前动脉,大脑中动脉及大脑后动脉的皮质支的末梢分支,遍布整个大脑半球的面,互相吻合,形成弥漫的软脑膜血管网。因此末梢的血液是互相沟通的。由软脑膜血管网发出短的皮质动脉和长的髓质动脉,穿入至皮质各层,长的髓质动脉还可以穿过皮质到达皮质下的白质。

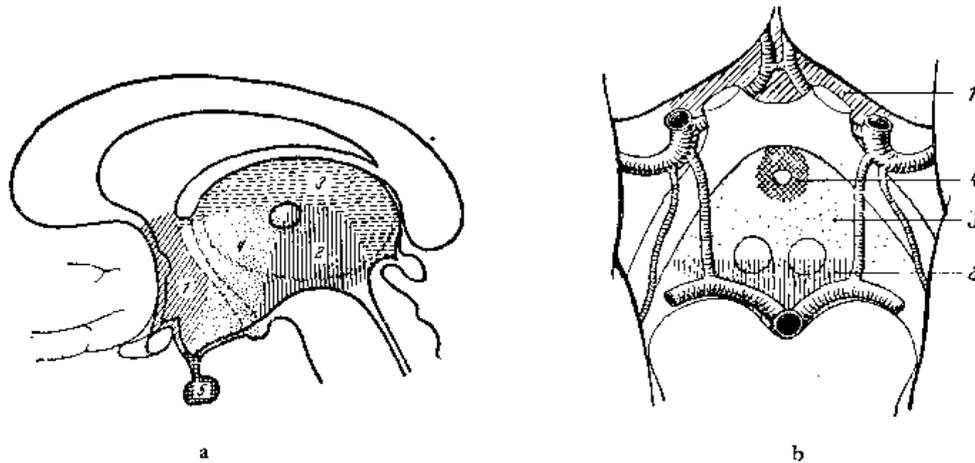


图 49 间脑血管分布模式图

a: 1. 大脑前动脉 2. 大脑后动脉 3. 脉络膜前、后动脉 4. 后交通动脉 5. 颈内动脉  
b: 1. 大脑前动脉 2. 大脑后动脉 3. 后交通动脉 4. 颈内动脉

Gänshirt<sup>[4]</sup> 指出: 穿入皮质的动脉,由其穿入部位不同而有区别。回顶的长髓质动脉是直的,直接经过皮质到达髓质,叫直根动脉(Pfahlwurzel arterie);从沟深部穿入的动脉,穿入至皮质与髓质交界处,成锐角弯曲,所以叫镰刀动脉(Sensen arterie)(图 50)。

过去一般认为皮质动脉和髓质动脉与脑底诸中央动脉是不吻合的终动脉<sup>[53,91]</sup>,并认为两者之间有一个缺血带<sup>[23]</sup>。现在许多实验证明,否认中枢神经系统内终动脉的存在。

Огнев<sup>[90]</sup> 报道了血管膜(注:软脑膜)的动脉和静脉,穿过脑实质与脑室室管膜的血管构成丰富的血管吻合。有的发现在脑沟的深部软膜动脉间的端端吻合和枝形吻合。Измаилова<sup>[91]</sup> 报道长的髓质动脉可以到达侧脑室壁和基底神经节。

Pfeifer 也曾证明猫皮质动脉有支至基底神经节。

### (一) 皮质动脉和髓质动脉(图 51)

Измаилова<sup>[91]</sup> 采用染色物质进行动脉内注射,以大体和微体方法观察了皮质各层的

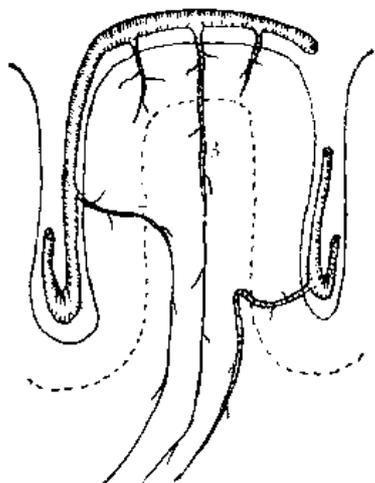


图 50 穿入脑内动脉的类型  
1. 皮质动脉 2. 新月形动脉  
3. 直根形动脉 4. 镰刀形动脉

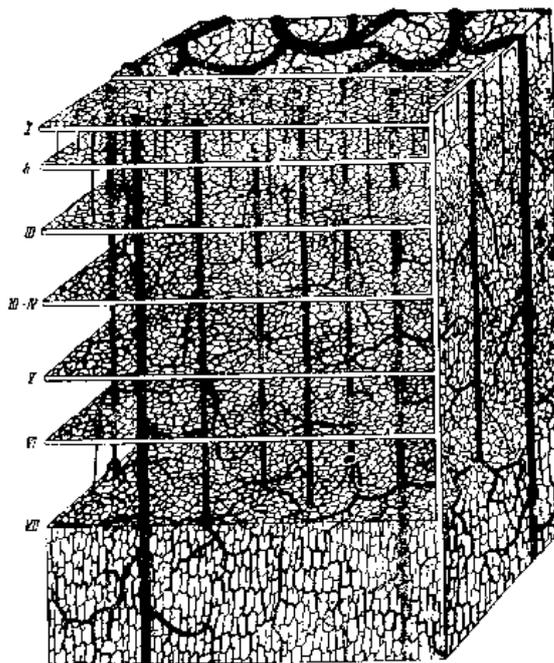


图 51 大脑皮层的血管构筑模式图

血管构筑。

由软脑膜血管网垂直穿入的皮质动脉和髓质动脉，它们的口径，距离及分支的特征都有区别。

### 1. 皮质动脉

皮质动脉也可以分为短的和长的皮质动脉。

(1) 短皮质动脉：口径约 15—20 微米，穿入至皮质 I—II<sub>1</sub> 层，以 1—2 级分支构成一薄层的毛细血管网。II—III<sub>1</sub> 层的血管襻是不规则形、多角形或卵圆形。

(2) 长皮质动脉：口径约 40—50 微米，穿入至皮质深部第 VII 层，供应 III<sub>2</sub> 至 VII 层。发出 3—4 级分支，构成等边三角形血管网，网的血管襻呈圆形，卵圆形和不规则形。这些动脉穿至皮质与髓质交界处成 T 字形分叉，或成直角弯曲，与髓质的神经纤维平行。

### 2. 髓质动脉：

也分长的和短两种。

(1) 短髓质动脉：口径约 60—65 微米，穿入至皮质中间部开始分支，至皮质深部 IV 至 VII 层，及至皮质与髓质交界处才分出较大的分支，主要至与脑回一致的髓质。

(2) 长髓质动脉：口径约 100 微米，穿过皮质到达侧脑室的壁和基底神经节，口径几乎没有变化，直至皮质深部及皮质与髓质交界处才发出分支。以 5—6 级分支构成网，网襻呈圆形、卵圆形或不规则形。

因此，脑的各区和皮质各层的血管构筑均不完全相同，而与细胞构筑是一致的。

## (二) 皮质各层的血管构筑 (图 51)

(1) 皮质第 I 层和第 II 层：有大量从软膜血管网穿入皮质动脉和髓质动脉的横切

面,每平方毫米约有 20—30 个,其中有口径较大的髓质动脉,有 5—6 个口径稍小的长皮质动脉,还有 17—18 个口径微小的短皮质动脉。

在皮质第 I 层和第 II 层内,主要是短皮质动脉 1—2 级(口径 5—6 微米)分支构成血管网。长皮质动脉和髓质动脉在该两层都不发出分支。

(2) 在皮质第 III 层外部,短皮质动脉形成星形的终末支这一层的第一级分支较大,约 10—12 微米,并叉生第二级分支,第二级分支再发出弓形的三级分支。以第二和第三级分支构成血管网,网罍呈圆形或卵圆形。

第 III 层深部,血管的横切面明显减少至每一平方毫米,只有 7—8 个。主要是短皮质动脉消失的缘故。在这层由长皮质动脉发出二至三级分支,口径近似短皮质动脉,约 15—17 微米,互相构成毛细血管网。网眼稀的区域,每个血管罍内有 2—3 个神经细胞。在血管网稠密的区域,神经细胞即较稀少。反之,在神经细胞堆集的区域,又未见稠密的血管网。

(3) 在皮质第 III 层与 IV 层交界和 IV 层与第 V 层交界的区域,髓质动脉开始发出第一级分支,口径约 20—30 微米;第二级分支的口径,约 13—17 微米;第三级分支的口径约 10—12 微米。这些分支均未参加构成血管网。仅至第四级至第六级分支才参加构成血管网,呈等边三角形的网。网罍为圆形或卵圆形,约 50—60×70—80 微米。所以髓质动脉供应范围广阔,平均为 400—500 微米。

(4) 无粒区的长皮质动脉的直径、长度和分支的区域都达到更加大的范围。髓质动脉第一至第四级分支的方向是从第 V 层到第 VII 层再至深层延伸。

所以每一个细胞构筑区的各层的血管构筑是不完全相同的。各个细胞构筑区的同一层的血管构筑也不相同。

### (三) 皮质毛细血管的密度

脑内血管的分布,曾有过许多研究。许多人认为灰质的毛细血管的密度超过白质,还认为灰质毛细血管与白质毛细血管的密度的比是 3:1。Eayrs<sup>[92]</sup>指出:皮质各区的血管密度也是不一致的,并观察到顶区血管密度最大,海马最少。同一个区皮质各层的血管密度也不相同,有人认为第四层(内颗粒层)血管密度最大,多形层最贫乏。但是过去观察材料主要是动物,人的资料较少。

毛增荣<sup>[93]</sup>曾观察国人幼儿大脑皮质各分析器核心部的毛细血管的密度。分别对中央前回、中央后回、距状裂的两侧、颞横回、额极及海马回等区进行了测量统计,得到了以下结论:

(1) 大脑皮质和髓质的毛细血管形成一个互相紧密联系的血管网。皮质的血管较细,毛细血管网比髓质的丰富和稠密,网眼不规则,行走也没有一定的规律。髓质的血管稍粗,血管网虽也不规则,但是行走方向基本上与神经纤维的走行方向是平行的。

(2) 毛增荣以毛细血管长度来表示单位面积内的血管密度。皮质 6 层毛细血管的平均长度是 541.3 毫米/立方毫米,而髓质毛细血管的平均长度只有 167.7 毫米/立方毫米。皮质与髓质毛细血管密度的比是 3.26:1。皮质中毛细血管最少的第一层的密度也比髓质的多一倍以上。

(3) 大脑皮质各区血管的密度也不相同,毛增荣测量了中国幼儿中央前回(运动分析

器核心部)毛细血管的长度平均值为 86.97 毫米/立方毫米;中央前回(感觉分析器核心部)平均值为 813.33 毫米/立方毫米,距状裂两侧(视觉分析器核心部)平均值为 722.96 毫米/立方毫米;颞横回(听觉分析器核心部)平均值为 644.05 毫米/立方毫米;额极附近平均值为 601.44 毫米/立方毫米;海马回(嗅觉分析器核心部)平均值为 424.74 毫米/立方毫米。

(4) 大脑皮质各层的毛细血管密度也不相同。在中央前回,第 I 层为 317.3 毫米/立方毫米,第 II 层 529.2,第 III 层 649.7,第 IV 层 706.5,第 V 层 567.9,第 VI 层 477.1 立方毫米。可以看出,以第 IV 层和第 VI 层毛细血管的密度最大。

#### (四) 大脑皮质血管的数目和管径

Rhodes 观察过大脑皮质每一平方厘米,皮质血管的数目,新生儿约有 10 支,数星期后的婴儿则每一平方厘米超过 100 支,说明在出生后数星期内这些血管生长迅速<sup>[4]</sup>。

Harnarine-Singh 等<sup>[31]</sup>研究了三个正常人脑的新皮质(女 2,男 1)从动、静脉的大小和数量上比较观察相邻皮质区的血液供应。自每个脑的 Brodman 氏 3 区及 4 区取十二个标本,三个脑共计 36 块,发现在 875 平方毫米面积内含有 5452 支动脉和 1034 支静脉。动脉的管径为 15—140 微米,平均为 30 微米,大于 70 微米极少。静脉管径为 15—19 微米,少数大于 47 微米。每平方毫米皮质内大多数接受 3—10 (0—16 支)支动脉。静脉较稀少,一般每平方毫米内 0—2 支。在同一脑的不同皮质区,每一平方毫米内含动脉的数目差别和管径大小的差别较大,而在不同脑的同一皮质区内含动脉的数目的差别和管径大小的差别较小。

### 三、各大脑动脉的中央动脉(至纹状体、内囊及丘脑的动脉)

(图 24, 25, 48a, b、49a、b)

纹状体和内囊的动脉供应,主要来自各大脑动脉在脑底部发出的中央动脉和脉络膜动脉。过去对这些动脉的研究,有的仅对各中央动脉发出部位,支数,排列形式及穿入部位进行了描述<sup>[29,37,94,95]</sup>;有的用分别注射的方法,观察各群中央动脉的分布范围<sup>[89,96]</sup>;也有的从基底神经节的进化发展讨论了这些动脉的分布范围<sup>[97]</sup>。但是对这些动脉穿入脑实质以后的行程、位置和排列形式研究较少,仅见 Метальникова<sup>[96]</sup>进行了一些观察。国内谭曾鲁和李世校等<sup>[98,99]</sup>对间脑的动脉有较全面的研究;臧玉涓<sup>[100]</sup>观察了猫外侧膝状体的血液供应。我们采用了血管造影,厚切片透明,显微镜下解剖及血管重建模型的方法,较详细的观察了这些中央动脉在脑实质内的行程和位置,沟通了这些动脉外部形态与脑实质内分布范围的关系,初步观察到这些中央动脉在脑实质内的安排规律<sup>[54]</sup>。

各大脑动脉所发出的中央动脉,已详各大脑动脉项内。一般把这些中央动脉按穿入部位共分为几群<sup>[9]</sup>。(1) 前内侧群:由大脑前动脉和前交通动脉发出。(2) 左右前外侧群,由大脑中动脉和颈内动脉发出。(3) 后内侧群,由大脑后动脉交通前段和后交通动脉发出。(4) 左、右后外侧群,由大脑后动脉交通前段和交通后段发出。供给纹状体及内囊的动脉,包括来自颈内动脉的脉络膜前动脉;来自大脑前动脉的返动脉和短中央动脉;来自大脑中动脉的前外侧中央动脉的内侧支和外侧支;来自后交通动脉的结节丘脑动脉;来

白大脑后动脉的后内中央动脉,后外中央动脉(包括丘脑穿动脉),脉络膜后外、后内动脉等。这些动脉的出现率、发出位置,穿入部位及在脑实质内的行程位置和分布范围等、曾详述于上述各该动脉项内。现再综合这些动脉的整个安排和各结构的动脉供应。

### (一) 供应纹状体及内囊各动脉在脑实质内的安排形式

供应纹状体及内囊的各动脉在脑实质内的安排形式,过去有一些报道。Ayer<sup>[48]</sup> 提到这些动脉贴近外侧壁,有些向前、有些向后,因此形成扇形。Licrse<sup>[104]</sup> 在猫脑血管研究中,发现这些动脉进入脑实质以后,均呈弓形弯曲、外侧壁的弯曲度更大,因此形成隧道样。隧道外侧壁是由大脑中动脉的前外侧中央动脉构成,内侧壁是由大脑前动脉发出的中央动脉构成。我们的观察,可以看见大脑中动脉的各中央动脉在壳核浅层排列成扇形,弯向内,(图 25, 图版 III, 图 3)。我们更从一侧大脑半球来看,这些中央动脉排列形式极似一个血管囊。外侧壁较强大,由大脑中动脉所发出的前外侧中央动脉及大脑前动脉的返动脉外侧的一支排列成扇状;内侧壁是后交通动脉所发的结节丘脑动脉及大脑后动脉交通前段所发的丘脑穿动脉;前面是大脑前动脉所发出的返动脉和中央短动脉;后面是大脑后动脉所发出的丘脑膝状体动脉和脉络膜后内动脉;下面是脉络膜前动脉所发的纹状体内囊动脉和一些短小的中央动脉等。各中央动脉都弓形向上环抱,外侧向上内;内侧向上外;后面向上内;前面向上后,所以很像一个血管囊(图 24, 图版 II, 图 1, 图版 III, 图 4)。若左、右大脑半球联合来看,因为左、右侧均以外侧壁各支较强大,所以像一个花篮(图版 III, 图 4、图版 IV, 图 4)。这种安排形式,在我们血管重建模型上清楚地可以看出。

### (二) 纹状体及内囊的动脉分布

#### 1. 尾状核的动脉

尾状核头部及尾状核的前部,恒定地由大脑前动脉的返动脉和中央短动脉供应。头的前缘及外侧缘主要是由返动脉供给,内侧面主要是由中央短动脉供应(图 25, 48a、b)。

尾状核体,主要是由大脑中动脉的前外侧中央动脉经壳核浅及深层上行,穿过内囊到达尾状核体(图 25, 48a、b)。

尾状核尾,主要是由脉络膜前动脉及脉络膜后外动脉供给。

#### 2. 杏仁核的动脉

主要由脉络膜前动脉供应。

#### 3. 豆状核的动脉

壳核的绝大部分是大脑中动脉的前外侧中央动脉供应,前端则多由大脑前动脉的返动脉供给。在极少见的情况下,中央短动脉代替了大脑中动脉的前外侧中央动脉。我们在 80 例(以侧为例)中,仅发现 1 例,占  $1.25 \pm 1.26\%$  (图 28c)。苍白球主要是由大脑中动脉前外侧中央动脉内侧支及外侧支的深支供应,后部接受了纹状体内囊动脉的供应(图 25, 48a、b)。

#### 4. 屏状核的动脉

屏状核主要是由大脑中动脉的支供应。

## 5. 内囊的动脉

内囊位于豆状核,尾状核与丘脑之间,前、后、上、下各方面所占范围较广,而其血液来源也较复杂。从这些中央动脉的安排形式来看,内囊是接受内、外侧各动脉的末梢支。在尾状核头与豆状核前端之间的内囊纤维,主要是大脑前动脉的返动脉及大脑中动脉前部的前外侧中央动脉供应。贴近尾状核体的内囊纤维,在上部主要是大脑中动脉的前外侧中央动脉供应;下部主要是由丘脑穿动脉及结节丘脑动脉供应。内囊后下部的纤维,主要由纹状体内囊动脉供应(图 24, 25, 48a、b)。

### (三) 纹状体、内囊内部的动脉构筑

李世校和谭曾鲁<sup>[9]</sup>观察了不同年龄,不同性别人脑纹状体和内囊的动脉构筑。

#### 1. 尾状核的动脉构筑

动脉自腹侧进入尾状核,以锐角发出 1—4 级序支,第一级序支口径 140—450 微米,第二级为 95—300 微米,第三级为 50—230 微米,第四级为 40—80 微米;毛细血管 6.2—12.5 微米。最后形成圆形、卵圆形或多角形网眼的毛细血管网。毛细血管密度每 0.5 厘米内通过 12 支(64 倍镜下,在 100 微米厚的切片上,测量 20 个视野的平均数)。

#### 2. 壳核的动脉构筑

动脉由核的腹侧进入,较迂曲,以锐角或直角发出 1—4 级序支,口径在第一级序支为 90—560 微米;二、三级为 90—190 微米;四级为 47—94 微米。各级分支交织成网,网眼为圆形、三角形和多角形。毛细血管的密度,每 0.5 厘米通过 15 支。毛细血管的口径,成人 5.0—7.5 微米;儿童为 7.5—10.0 微米。

#### 3. 苍白球的动脉构筑

动脉较细,由腹侧穿入,立即以锐角或直角分为 1—3 级序支,口径在第一级序支为 250—400 微米;第二级为 150—200 微米;第三级为 50—100 微米,毛细血管为 7.5—13 微米。毛细血管网稀疏不均,内段较稀,白质纤维处更稀,网眼较大,约为  $95 \times 140$  微米,多呈梭形或多角形。毛细血管密度,每 0.5 厘米通过 11 支。

#### 4. 内囊的动脉构筑

动脉进入内囊后发 1—3 级序支,口径第一级序支为 95—140 微米;第二级为 45—95 微米;第三级为 40—55 微米。毛细血管网呈长方形,沿纤维平行,网眼 105—190 微米。毛细血管密度每 0.5 厘米通过 6 支。

纹状体与内囊的各级序支与胼胝体及皮质之间有广泛的吻合,儿童的吻合更为丰富,所以认为纹状体和内囊终动脉是不存在的。脑内动脉存在广泛的吻合正是适应其机能的需要。

## 第五节 间脑的动脉

间脑的动脉,过去有许多动物实验性研究。谭曾鲁<sup>[98]</sup>进行了 24 个人的间脑动脉研究,认为丘脑下部是种系发生较古老的部分,主要由颈内动脉供应;丘脑是新发展的部分,血液主要由椎动脉系统供应。还认为颈内动脉系统各小动脉之间有侧支吻合,在间脑内以及间脑附近的血管均有吻合,不同意丘脑内是终末动脉。

### 一、丘脑的动脉

丘脑发展较晚,是间脑的主要部分,血液供应特别丰富。

谭曾鲁<sup>[98]</sup>报道过,丘脑的血液主要来自大脑后动脉、后交通动脉、脉络膜前动脉及脉络膜后动脉。并认为丘脑的动脉分为前、后、内、外四群。大脑前动脉与大脑中动脉供应丘脑前核。后交通动脉和脉络膜前动脉供应内侧核及前核。前核动脉最少,外侧核和后核动脉最多,主要由大脑后动脉发支供应。大脑前、中动脉是否供应丘脑的问题,过去有过争论,谭曾鲁肯定了大脑前动脉和大脑中动脉是有一些支供应丘脑。

我们的观察,丘脑是由大脑后动脉发出的丘脑穿动脉、丘脑膝状体动脉、脉络膜后内动脉、脉络膜后外动脉及颈内动脉发出的脉络膜前动脉供应。我们在厚切片血管重建模型上,明显地看见大脑前动脉的中央短动脉,沿尾状核头的内侧缘上行直达尾状核体的前部平丘脑前结节平面,这些中央动脉在脑实质的行程位置详本章第一、二节(图 25, 49a、b, 48a、b)。

### 二、丘脑下部的动脉

丘脑下部的动脉,主要来自颈内动脉的各分支,但也有来自大脑后动脉的分支。各支在各种结构的周围有多种形式的吻合,颈内动脉系与椎动脉系之间也存在显著的吻合。所以丘脑下部血液供应的代偿潜能较大。

供应丘脑下部的动脉,发自颈内动脉干、大脑前动脉、脉络膜前动脉、后交通动脉及大脑后动脉(图 48a、b, 49a、b)。

#### (一) 乳头体部的动脉

从前交通动脉发 2—4 个小支至乳头体前外侧;从大脑后动脉发数小支至乳头体后内侧部,还有后交通动脉的另支,共同构成网。乳头体核部血管最密集。

#### (二) 灰结节及漏斗部的动脉

从左、右后交通动脉和左、右颈内动脉发出约 10—20 纤细支,经结节部穿入,形成稠密的血管网,并下延至漏斗部。这些血管网的支与乳头体部及视交叉部的动脉支吻合。

#### (三) 视交叉及视束的动脉

谭曾鲁的观察,视交叉是由颈内动脉主干,后交通动脉、大脑中动脉和大脑后动脉供

给营养,各动脉的分支至视交叉部均再分为交叉前支和交叉后支,形成广泛的吻合网。在视交叉内,动脉的分支成干线样与束平行,有些成T字形或V字形分支。

视束接受颈内动脉、大脑中动脉、脉络膜前动脉,后交通动脉及大脑后动脉的分支供应。这些动脉分支在视束内成干线样分为T字形与神经平行,并形成稀疏的网,与外侧膝状体和大脑脚的动脉吻合。

#### (四) 终板的动脉

终板的动脉来自大脑前动脉和前交通动脉,共有2—4个小的分支,各支穿入终板后成横行配布。

### 三、丘脑后部的动脉

丘脑后部的动脉主要来自大脑后动脉的脉络膜后内、外动脉和脉络膜前动脉的分支。

臧玉焯<sup>[100]</sup>观察过猫的外侧膝状体的血液供应,观察到脉络膜前动脉供应腹外侧膝状体核,形成网,有少数支至背侧核的前背极。大脑后动脉发出脉络膜后外动脉和脉络膜后内动脉,分出较大的前支与中支,多从外侧穿入背侧核,吻合成网,也有部分的小支至腹侧核。

内侧膝状体主要由大脑后动脉的丘脑膝状体动脉和脉络膜后内动脉供应,在内侧膝状体核内吻合成网。

Duvernoy<sup>[68]</sup>把内侧膝状体和外侧膝状体核均列为血管分布高密度的核群。外侧膝状体核在冠状切面的切片,可见血管网呈纹理状,可能是因为细胞分层的关系。

### 四、丘脑上部的动脉

主要由大脑后动脉发出的脉络膜后内动脉、丘体动脉及松果体动脉供应。

松果体的动脉供应,Абдурахманов<sup>[102]</sup>、谭曾鲁<sup>[98]</sup>及Метальникова<sup>[96]</sup>等均有报道,但意见不完全一致。Абдурахманов<sup>[102]</sup>对人的松果体的血液供应进行了较详细的观察。他统计了松果体的动脉来自脉络膜后内动脉的最多,也有来自丘体动脉及丘脑膝状动脉的。一般脉络膜后内动脉绕大脑脚向后,在丘脑枕上前部发出1—2个小支。每支至松果体边缘分为前、后两支。前支较小至松果体腹面;后支较大,至松果体背面。

我们在80例中国人脑动脉的观察,松果体的动脉,与丘体动脉共干从大脑后动脉交通前段发出的最多,占 $58.75 \pm 5.50\%$  (47例);从脉络膜后内动脉发出的占 $25.00 \pm 4.84\%$  (20例);直接从大脑后动脉交通后段发出的占 $11.25 \pm 3.54\%$  (9例)。其他极少数的是从小脑上动脉、丘脑膝状体动脉及后交通动脉发出,占 $5.00 \pm 2.44\%$  (4例)。

松果体小叶间隔内;分布有薄壁的毛细血管层,伸入至小叶实质细胞间,形成毛细血管襻或环,末端膨大,略呈篮状,靠近实质细胞。Gusek和Santoro报告大白鼠和绵羊松果体毛细血管内皮细胞是有窗孔的,直径为 $500 \text{ \AA}$ 左右。

## 五、丘脑底部的动脉

主要由大脑后动脉发出的丘体动脉和丘脑穿动脉发出的分支供应。Duvernoy<sup>[68]</sup>记载,丘脑底核内侧部的血管分布特别稠密,甚至超过黑质;外侧区较稀。

## 第六节 脑干的动脉

脑干的动脉,主要由椎基底动脉供应,一般把基底动脉分支穿入脑实质的动脉分为长环旋动脉、短环旋动脉和旁正中动脉<sup>[3]</sup>。Ortner<sup>[203]</sup>和Duvernoy对脑干的血管进行了较详细的研究。Duvernoy按照这些血管穿入的部位和供应范围,把脑干的动脉分为前群(旁正中动脉)、外侧群(短环旋动脉)和后群(长环旋动脉)三群,对各动脉在脑实质内的行程位置、分布范围和血管构筑有过全面的研究。

### 一、中脑的动脉

中脑的动脉,主要来自大脑后动脉、脉络膜后内动脉、丘体动脉、小脑上动脉、基底动脉、丘脑穿动脉和脉络膜前动脉。可分为前群、外侧群和后群的动脉(图53)。

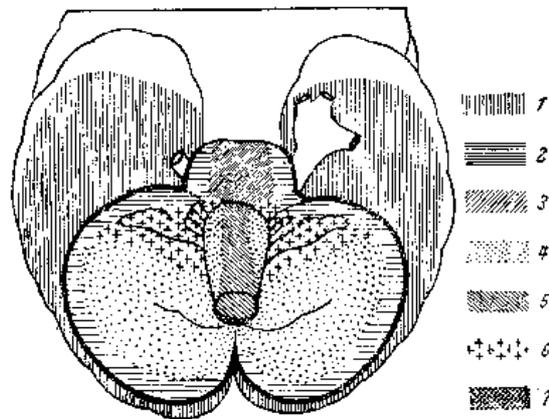


图52 大脑动脉环后段血管分布

1. 大脑后动脉 2. 小脑上动脉 3. 基底动脉的旁正中动脉 4. 小脑下后动脉  
5. 脊髓前动脉和椎动脉的旁正中动脉 6. 小脑下前动脉 7. 脊髓后动脉

#### (一) 中脑前群的动脉

供应中脑前群的动脉是属于脚间窝的动脉,但脚间窝的动脉并不是全部至中脑,其上群是至丘脑的丘脑穿动脉,下群是至脑桥被盖部的。其它由后正中沟和中脑内侧沟穿入的是属于中脑前内侧动脉。

##### 1. 中脑前内侧动脉

主要是从大脑后动脉交通前段发出,有时从丘体动脉、脉络膜后内动脉或小脑上动脉

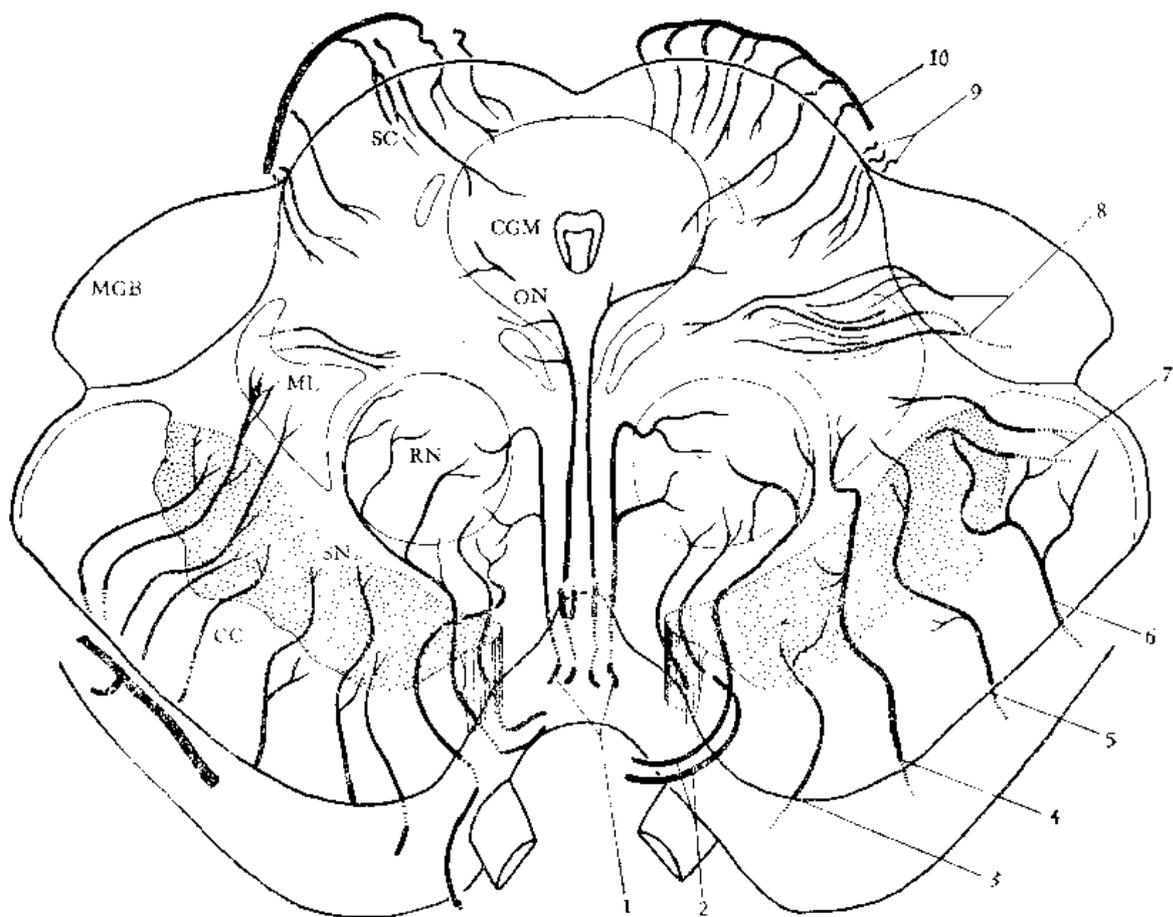


图 53 中脑的动脉分布

1、2.中脑前内侧动脉 3、4、5、6.中脑前外侧动脉 7、8.中脑外侧群的动脉 9、10.中脑后群的动脉 CC. 大脑脚 MGB. 内侧膝状体 ML. 内侧丘系 ON. 动眼神经核 CGM. 中央灰质 RN. 红核 SC. 上丘 SN. 黑质

的分支发出。经脚间窝的正中沟穿入的较大,可以分为长动脉和短动脉。长动脉直向后,供应动眼神经核、滑车神经核和中脑水管周围的灰质。短动脉只至红核的内侧部。

这群动脉的另一支,经中脑内侧沟穿入,先弯向内,以后又弯向外行(图 53),供应黑质的内侧部、红核外侧区和内侧丘系。

## 2. 中脑前外侧动脉

主要由四丘体动脉和脉络膜后内动脉发出,有时也可来自大脑后动脉和脉络膜前动脉。主要在大脑脚下部,在上部的很少,且与静脉紧密伴行,经大脑脚前外侧面皱纹之间穿入,行程稍弯曲,供应大脑脚、黑质和内侧丘系,甚至到达红核的外侧部。

## (二) 中脑外侧群的动脉

又叫中脑外侧沟动脉和上、下丘臂动脉。一般由小脑上动脉、脉络膜后内动脉和四丘体动脉发出多支,经中脑外侧沟和上、下丘臂穿入,供应范围较小,不超过外侧丘系、中脑被盖束和其周围的网状结构。

### (三) 中脑后群的动脉

主要由小脑上动脉和四丘体动脉发出的分支,在上下丘表面形成稠密的血管网,由网直接发支穿入上下丘,长动脉达中脑水管周围灰质,短动脉不超过中间带。

### (四) 中脑的血管构筑

#### 1. 中脑顶盖的血管构筑

Duvernoy<sup>[68]</sup> 记载,下丘是血管分布高密度的核。上丘的血管分布密度较稀,仅为下丘的 1/3。

#### 2. 中脑被盖的血管构筑

中脑被盖有许多血管分布稠密的神经核。滑车神经核是血管分布高密度核。动眼神经核的血管分布更稠密, Khan 认为动眼神经核在整个脑干内血管密度是最大的核,左右主核之间的 Perlia 氏中央核血管分布也是高密度核。红核的血管分布特别稠密,但在血管分布稠密区环绕一个血管分布稀疏区,形成一个背向开口的新月形。稠密区与红核大细胞部基本一致。黑质也是血管分布高密度核,致密部比网状部更稠密。中缝核和脚间核是血管分布中等密度核,中央灰质的血管分布是低密度的。

中脑综合征,由血管病发生的较少,多见于肿瘤和局限性脑炎。

## 二、脑桥的动脉

脑桥的动脉,主要来自基底动脉的脑桥动脉,小脑上动脉和小脑下前动脉也发支供应。按其穿入部位和供应范围也可分为前群、外侧群和后群(图 54, 55)。

### (一) 脑桥前群的动脉

#### 1. 脑桥前内侧动脉

每侧有 3—4 支,从基底动脉发出,或与前外侧动脉共干发出,还有基底动脉上下端背而发出的脚间窝下群动脉和盲孔动脉等。据 Огнера 统计,脑桥最上部,从正中线穿入的动脉约 15 条,从脑桥下部穿入的动脉约 18 条。这些动脉浅层行程盘曲,上下分支互相吻合,左右侧之间也有吻合。各动脉沿脑桥基底沟边缘穿入,长动脉由前直行向后,供应被盖部各结构。来自脚间窝下群的动脉,穿入后弯向下行,分布于脑桥被盖上区,供应脑桥颅侧网状核。来自盲孔的动脉,穿入后弯向上行,分布于脑桥被盖下区,供应脑桥尾侧网状核、面神经核和内侧纵束。中间各脑桥动脉分布于被盖中区,供应展神经核和被盖网状结构。其短动脉主要供应皮质脊髓束内侧区。

#### 2. 脑桥前外侧动脉

多从基底动脉发出,或与前内侧动脉共干发出,横行向外,上下支之间无吻合,于脑桥基底部前面穿入,主要至皮质脊髓束及其前区和外侧区,也供应脑桥核,有时供应内侧丘系。

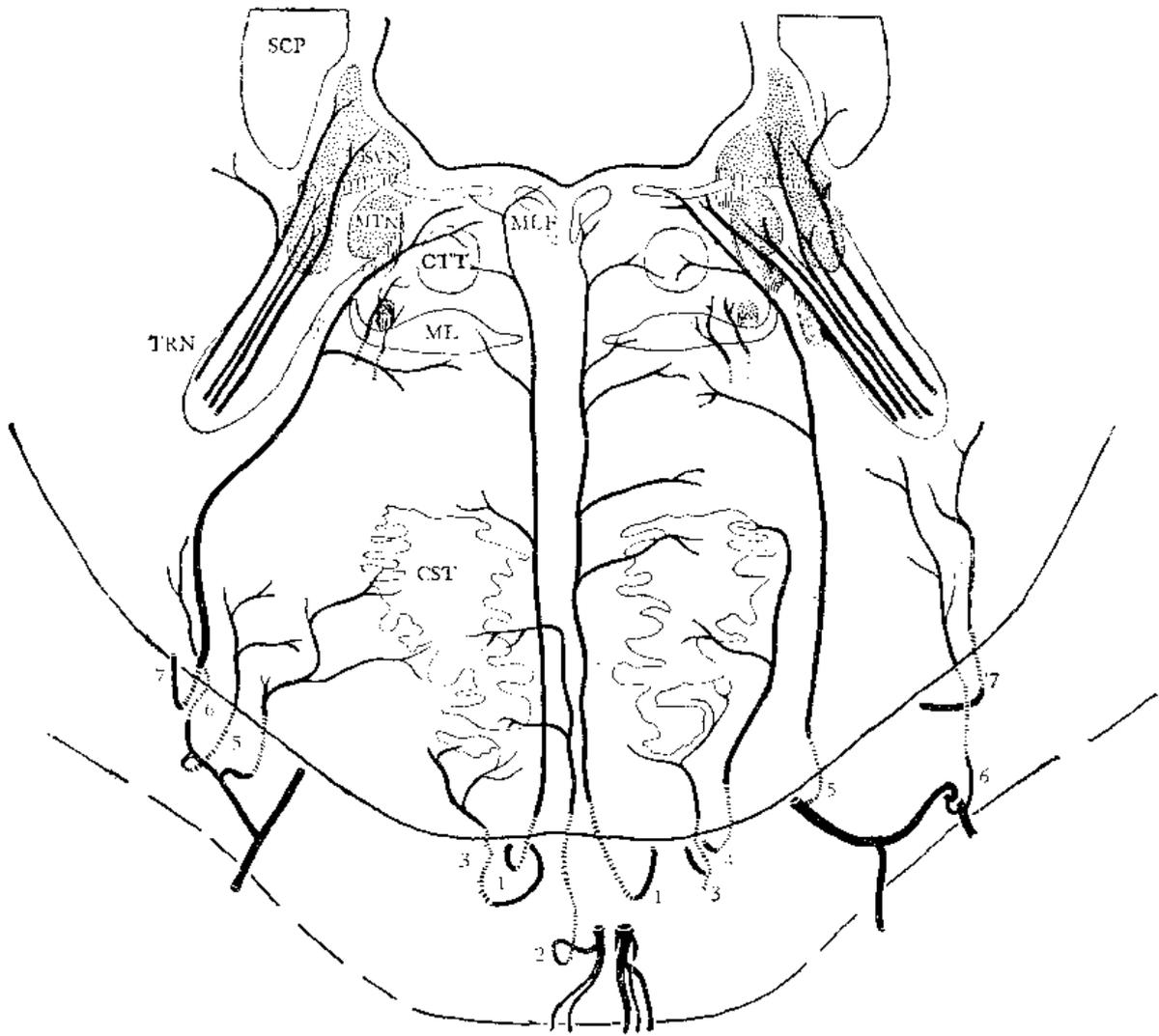


图 54 脑桥的动脉分布

CST. 皮质脊髓束 CTT. 被盖中央束 ML. 内侧丘系 MLF. 内侧纵束 MLN. 三叉神经运动核  
 SCP. 小脑上脚 SVN. 前庭上核 TRN. 三叉神经 1,2. 脑桥前内侧动脉 3,4. 脑桥前外侧  
 动脉 5,6,7. 脑桥外侧动脉

脑桥前群动脉的血栓形成, 可以出现脑桥基底内侧综合征 (Foville 氏综合征)。主要因病灶侧的展神经根丝和皮质脊髓束的供血不足, 可以出现病灶侧展神经核下瘫和对侧上运动神经元瘫痪, 即对侧偏瘫。

## (二) 脑桥外侧群的动脉

脑桥外侧群的动脉分为前区动脉(三叉神经根前面的区域)、下区动脉(三叉神经根下部与 VII VIII 对脑神经根之间的区域)及后区动脉(三叉神经根后面与小脑上脚之间的区域)。

### 1. 脑桥外侧前区动脉

常见有上、下外侧动脉, 有时为一支再分为两支, 偶而有 3—4 支。脑桥上外侧动脉,

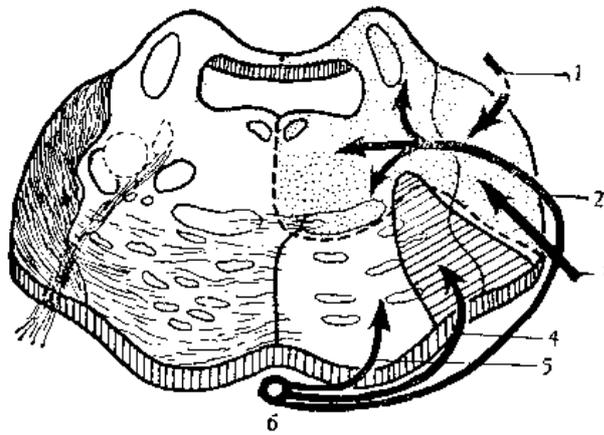


图 55 脑桥动脉分布范围模式图

1.小脑上动脉 2.长旋动脉 3.小脑前下动脉 4.短旋动脉 5.旁正中动脉 6.基底动脉

从基底动脉发出，向下行至外侧面前区上部穿入。脑桥下外侧动脉，从基底动脉下段发出，有时从小脑下前动脉发出，于三叉神经前下部穿入。各动脉穿入后，长动脉可达脑桥被盖中间平面，向前供应皮质脊髓束前部，向后供应三叉神经感觉核和运动核及外侧丘系和其核。

### 2. 脑桥外侧下区动脉

多由小脑下前动脉发出，向下行的支，成延髓外侧凹动脉的上支和后支。至脑桥的动脉，多在延髓脑桥沟穿入，向上行达脑桥被盖下部平面，供应橄榄上核、面神经核、外侧丘系，有时达外展神经核的外侧部和中央被盖束。这些动脉损害，出现脑桥外侧症候群，包括面神经核和位听神经核的侵害。

### 3. 脑桥外侧后区动脉

来自小脑上动脉的分支或直接从基底动脉发出，在外侧面与小脑上脚之间的沟内穿入，供应脑桥上上部被盖的外侧，包括脑桥咀侧网状核、中央被盖束、外侧丘系、部分小脑上脚和蓝斑核。

脑桥基底外侧综合征（Millard-Gubler 氏综合征），很少是由血管病造成，多数是由于脑炎或肿瘤而发生。

## （三）脑桥后群的动脉

来自小脑上动脉，经小脑上脚穿入，有些经下丘隐窝或前髓帆系带隐窝穿入。供应小脑上脚、蓝斑核上端和三叉神经中脑束。

## （四）脑桥的血管构筑

### 1. 脑桥基底部的血管构筑

脑桥部的皮质脊髓束的血管网，比延髓皮质脊髓束的稍稠密，内侧丘系的血管网，与皮质脊髓束的相同。脑桥核是血管分布高密度的核。

## 2. 脑桥被盖部的血管构筑

上下平面稍有不同。

脑桥被盖下平面，展神经核、三叉神经感觉主核和上橄榄核都是血管分布高密度核，上橄榄核几乎与外侧膝状体血管分布同样稠密。三叉神经运动核、前庭上核、前庭内侧核和面神经核是属于血管分布中等密度核。

被盖上部有一些血管分布稠密的核，小的外侧丘系核、上橄榄核连续部的血管分布类似下橄榄核。蓝斑核是血管分布中等密度核，脑桥咀侧网状核、脑桥尾侧网状核和中缝核是血管分布中等密度核。小脑上脚血管分布是低密度的。

## 三、延髓的动脉

延髓的动脉来自脊髓前动脉、脊髓后动脉、椎动脉、基底动脉、小脑下前动脉和小脑下后动脉，分别详各动脉项内。Duvernoy 根据穿入部位在脑内的行程和分布范围，分为前群、外侧群和后群(图 56, 57)。

### (一) 延髓前群的动脉

也分为前内侧动脉和前外侧动脉。

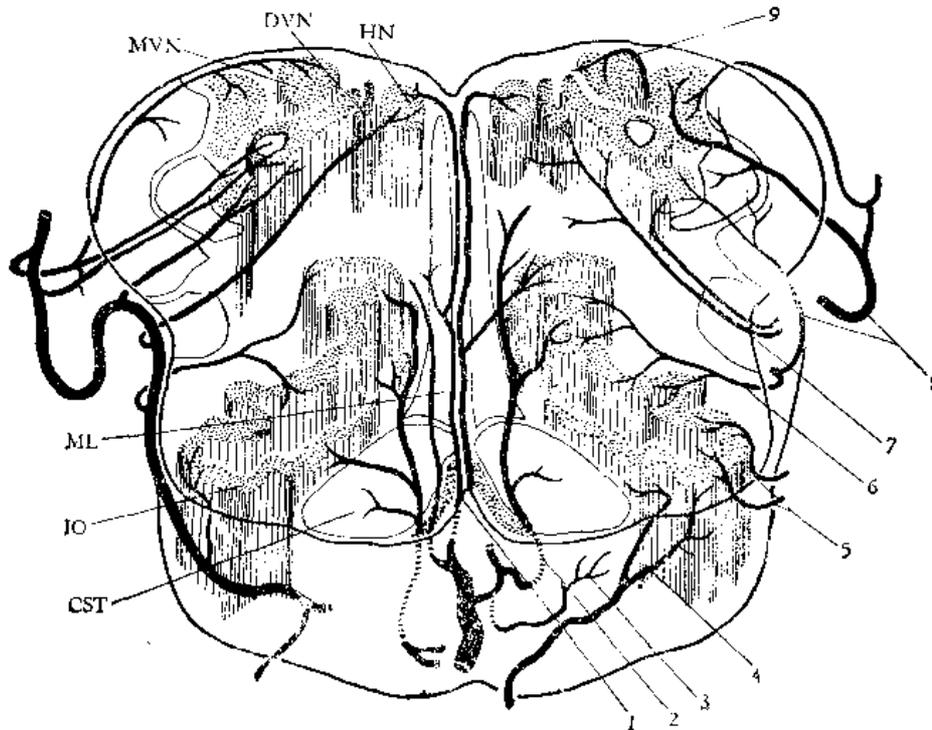


图 56 延髓的动脉分布

1, 2. 延髓前内侧动脉 3, 4. 延髓前外侧动脉 5, 6, 7, 8. 延髓外侧动脉 9. 延髓后动脉  
CST. 皮质脊髓束 IO. 下橄榄核 ML. 内侧丘系 HN. 舌下神经核  
MVN. 前庭内侧核 DVN. 迷走神经背运动核

### 1. 延髓前内侧动脉或叫前正中动脉

起于脊髓前动脉,包括其左右支后面发出的分支,约有1—5支,上下各支互相吻合,沿前正中裂排列,Огнева称这些支为沟动脉<sup>[109]</sup>。穿入延髓后,分长动脉和短动脉。长动脉较大,由前向后穿过内侧丘系,达第4脑室底,行程轻度弯曲,发支供应舌下神经核、前置核、下橄榄背侧副核、内侧丘系和中央网状结构。短动脉较小,穿内侧丘系到下橄榄内侧副核和下橄榄核内侧部。

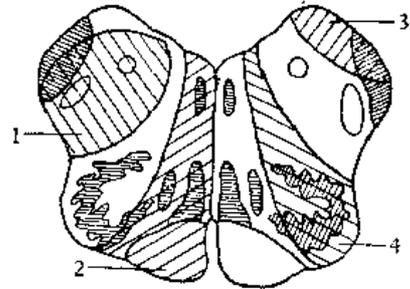


图 57 延髓动脉分布模式图

1. 小脑下后动脉 2. 脊髓前动脉  
3. 脊髓后动脉 4. 椎动脉

### 2. 延髓前外侧动脉

也起自脊髓前动脉,可以与前内侧动脉共干发出,横过锥体,沿延髓前外侧沟穿入,互相间无吻合,主要供应皮质脊髓束和下橄榄核内侧部。有些支可达延髓外侧部。

延髓前内侧动脉和延髓前外侧动脉,属于旁正中动脉,都是来自脊髓前动脉。脊髓前动脉血栓形成时,主要是病灶侧的舌下神经核和皮质脊髓束供血不足,所以出现橄榄前综合征。临床表现的特点是病灶侧舌下神经下运动神经元瘫痪和对侧上运动神经元瘫痪,同时伴有对侧本体感觉障碍。

## (二) 延髓外侧群的动脉

主要至延髓前外侧沟与后外侧沟之间的外侧区。根据这些动脉与舌咽神经和迷走神经的关系,可分为上支、中支、下支和后支。Огнева观察从外侧面穿入的动脉有10—12支,其中由小脑下后动脉发出的有8支。

### 1. 延髓外侧动脉上支

有来自基底动脉和小脑下前动脉两组。发自基底动脉的分支,横过展神经前面,发自小脑下前动脉的分支,垂直向下,均至橄榄后方延髓外侧凹的上部穿入。

### 2. 延髓外侧动脉中支

由小脑下后动脉或椎动脉发出,有1—3支,至延髓外侧凹中部穿入。

### 3. 延髓外侧动脉下支

由小脑下后动脉或椎动脉发出,这些动脉穿过副神经根丝之间,在延髓外侧凹下部穿入。

### 4. 延髓外侧动脉后支

由小脑下前动脉在小脑中脚处发出,螺旋形盘曲,穿行于面神经与位听神经之间,经延髓外侧凹的后外部穿入。

上述上、中、下各支穿入后直行，长动脉达第4脑室底，也供应舌下神经核、迷走神经核、孤束核、三叉神经脊束和核、疑核、下橄榄核外侧部和背下橄榄侧副核。短动脉供应脊髓丘脑束和脊髓小脑前束。延髓外侧动脉后支，在延髓下部供应楔束核，在延髓上部，绕小脑下脚，供应蜗神经前、后核及前庭核。

延髓外侧动脉的中支和下支，都是来自椎动脉和小脑下后动脉，而且是延髓外侧动脉的主要来源。临床上延髓外侧综合征（Wallenberg氏综合征）较为多见，主要是由于椎动脉或小脑下后动脉血栓形成，造成延髓后、上、外侧部一个三角形软化区。第四脑室底的舌下神经核和迷走神经背核还接受前群动脉供应。主要受损的是三叉神经根、三叉神经脊束和核、疑核、脊髓丘脑束和脊髓小脑前束，因而临床表现主要是同侧面部痛温觉障碍、对侧半身感觉障碍、同侧咽喉肌轻瘫和同侧共济失调等。

### （三）延髓后群的动脉

来自脊髓后动脉和椎动脉的分支，沿延髓后外侧沟排列，并穿入脑实质。在延髓关闭部，一些小支穿至薄束核和楔束核。也有支达孤束核、迷走神经背核和三叉神经脊束核的下段。在延髓中部，一些小动脉迂曲进行，供应极后区、迷走神经核和孤束核附近各核。有一些支至前庭内侧核。

### （四）下橄榄核的血液供应

Гудкова<sup>[104]</sup>进行了较详细的观察，他报道下橄榄核的动脉供应，主要来自椎动脉和小脑下后动脉，其次还有来自基底动脉和脊髓前动脉的分支。他把橄榄分为上、中、下三部，上部的动脉来自椎动脉和基底动脉，中部和下部的动脉主要来自小脑下后动脉，也有一些来自椎动脉和脊髓前动脉的分支。

所有供应下橄榄核的小动脉，可以区分为两群：

#### 1. 橄榄内侧动脉

这群动脉经延髓前外侧沟穿入，由下橄榄核门进入核内，形成稠密的血管网，好像一个血管橄榄。

#### 2. 橄榄外侧动脉

橄榄外侧动脉约有5—6支，分布于下橄榄核表面，与橄榄内侧动脉的分支互相吻合。

### （五）延髓的血管构筑

延髓的血管构筑，白质与灰质不同。

#### 1. 延髓白质的血管构筑

延髓白质由灰质分为内侧带和外侧带。内侧带包括皮质脊髓束和内侧丘系。前者的血管网是纵行排列，密度较低，在锥体交叉处血管网和神经纤维一样，也是斜行的。后者的血管网是横行排列，密度较高。

外侧带包括小脑下脚、脊髓丘脑束和三叉神经脊束,血管分布密度较低,而以小脑下脚的供应最低。

## 2. 延髓灰质的血管构筑

延髓的灰质可以分为前、中、后三区。

(1) 延髓灰质前区: 为橄榄区,包括下橄榄核、下橄榄内侧副核和下橄榄背侧副核,均属于血管分布高密度核。

(2) 延髓灰质中区或中央区: 与网状结构的范围一致,除网状外侧核属于血管分布高密度核外,其他核的血管网无法区分。

(3) 延髓灰质后区或空周部: 后区下部是关闭部,主要为薄束核、楔束核、楔状内侧副核,均属血管分布高密度核。后区上部为敞开部,在第四脑室底深面的舌下神经核、中介核、迷走神经背核、孤束核和前庭核,血管分布都是高密度核。中介核和迷走神经背核的血管网是纵行排列的。

一般认为神经核团血管密度不是与神经元数目多少成比例,而是与突触的数目成比例,所以可以认为血管分布高密度的核群是神经活动活跃的中心。

Огнева<sup>[103]</sup> 对脑桥与延髓内部的血管进行了观察,报道脑桥与延髓内白质的血管结构特点,与大脑和脊髓内白质血管结构特点相似。而灰质内存在大量血管,各脑神经核和下橄榄核的血管结构,与大脑皮质的血管结构相似,成网形的结构,互相吻合,并无所谓“终动脉”的存在。

脑干血液供应障碍,主要是由于椎基底动脉的疾病或阻塞。因为脑干内有上行及下行的传导束及脑神经核的存在,所以椎基底动脉的疾病,可以引起各种各样的综合征,导致吞咽、发音及眼球运动障碍。如眼球运动诸核及内侧纵束的缺血,会有复视的出现。如某一小支阻塞,可以限定某一区域的某些结构功能丧失。

## 第七节 小脑的动脉

小脑的动脉供应,主要来自基底动脉和椎动脉,各小脑动脉的出现率、支数、发出部位、行程位置及分布范围,均曾详述于第二节椎基底动脉项内。现再以每个小脑为单位,对各小脑共有动脉的数目及其相互关系进行综合讨论。

### 一、小脑动脉的数目

每个小脑,一般是有 6 支小脑动脉(即小脑上动脉、小脑下前动脉及小脑下后动脉各一对),但是变异性很大,有时有 8—9 支,有时只有 3 支或 4 支。即使同为 6 支或 7 支小脑动脉,而其组成类型亦不完全相同。我们 103 例的分析,最少的只有 3 支,最多的有 8 支,但以 6 支的最多,占  $46.60 \pm 4.92\%$ 。其组成类型亦不完全相同,其中以小脑上动脉、小脑下前动脉及小脑下后动脉各 2 支(左右各一支)的最多。但是也有 6 支中,有 3 支小脑上动脉、2 支小脑下前动脉和一支小脑下后动脉的;还有小脑上动脉及小脑下前动脉左、右各一支(一对),另有一支小脑下后动脉和一支小脑下中动脉的。一个小脑有 7 支小

脑动脉的,情况更复杂,共有五种组成类型。其中以小脑下前动脉和小脑下后动脉各一对,小脑上动脉有3支的较多,占19.42%;小脑上动脉、小脑下前和下后动脉各一对,还有一支小脑下中动脉的占7.80%;另有三种组成类型出现率较少。一个小脑有8支小脑动脉的,有三种组成类型,出现率均甚少。各种支数的组成类型见表 II.35。

表 II.35 小脑动脉支数统计 (103 例)

支 数		3		4		5		6			7				8			
类 型	小脑上动脉	2		2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	4	2	4	3
	小脑下前动脉				1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2
	小脑下中动脉										1	1	1			2		1
	小脑下后动脉	1		2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2
例 数		1		1	1	4	8	45	1	2	8	2	1	20	1	2	4	2
合 计		1		2		12		48			32				8			
%		0.97 ±0.97		1.94 ±1.35		11.65 ±3.17		46.60±4.92			31.07±4.56				7.77±2.64			

苏联人小脑动脉的支数,据 *Огнева*<sup>[103]</sup> 和 *Крулачев*<sup>[61]</sup> 的统计,最少的有4支,最多的只有7支。

## 二、各小脑动脉支数的变异关系

根据我们的观察,一般有以下几种情况:

(1) 一般一侧有两支小脑上动脉时,基本上等于一支小脑上动脉的内侧支和外侧支。即上位的小脑上动脉相当于内侧支,下位的相当于外侧支,其分布范围变化不大。

(2) 小脑下前动脉缺如或发育细小时,主要由小脑下后动脉强度发育来代替其血液供应。极少情况下,是小脑上动脉的外侧支发支代替供应。

(3) 小脑下后动脉一侧缺如时,下蚓部主要是由对侧小脑下后动脉发支代替供应。其余部分则由本侧小脑下前动脉发支代替供应。

(4) 小脑下中动脉出现时,等于小脑下前动脉的一个分支。分布范围,与一支小脑下前动脉的分布范围变化不大。

## 三、左、右侧各小脑动脉管径总和的比较

为了观察各小脑动脉左、右侧管径的关系,我们把缺少一侧小脑下前动脉或缺少一侧小脑下后动脉的除外,比较观察了左、右侧各小脑动脉管径的总和。比较结果,左、右侧等大的最多,其余左大于右或左小于右的一些例子,较大的一侧都是有两支小脑上动脉的。

## 四、三对小脑动脉分布范围的关系(图 33, 图版 IV, 图 3)

三对小脑动脉分布范围的关系,在正常发育情况下,各动脉分布范围是相对恒定的。小脑上动脉,不管内、外侧支粗细变化如何,总是分布于小脑上面的全部,水平裂以前的部

分。小脑下前动脉与小脑下后动脉分布于小脑下面，但是两个动脉的分布范围变异性颇大。一般小脑下前动脉小于小脑下后动脉的最多，占  $62.18 \pm 3.88\%$ ；小脑下前动脉大于小脑下后动脉的较少，占  $28.20 \pm 3.60\%$ ；两个动脉分布范围等大的最少，占  $8.74 \pm 1.96\%$ 。

小脑下前动脉与小脑下后动脉分布于小脑下面的范围，变异情况是多种多样的。一般小脑下前动脉分布于小脑下面的前外侧部。小脑下后动脉分布于小脑下面的后内侧部。我们对这两动脉分布于小脑下面的范围变化情况，进行了较详细的分析，综合为表 II, 36。

表 II.36 小脑下前/后动脉分布小脑下面的范围变异情况

		小脑下前动脉 < 小脑下后动脉					小脑下前动脉 小脑下后动脉	小脑下前动脉 > 小脑下后动脉							
分布小脑下面的范围	小脑下前动脉占	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	0	$\frac{1}{3}$	缺如	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$
	小脑下后动脉占	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	全部	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$ 加 小脑上 动脉 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$
左 侧		22	27	5	5	2	4	6	1	19	10	0	12	0	0
右 侧		32	23	5	3	2	1	11	0	11	10	1	2	2	2
合计 % (206 例)		$60.19 \pm 3.41$ (124)					$2.43 \pm 1.07$ (5)	$8.74 \pm 1.96$ (18)		$28.64 \pm 3.15$ (39)					

从表 II.36 可以看到，在小脑下面，以小脑下后动脉分布范围较大的占多数。占下面  $\frac{2}{3}$  的，左侧有  $21.36 \pm 4.04\%$ ，右侧有  $31.07 \pm 4.56\%$ ；占下面  $\frac{3}{4}$  的，左侧有  $26.22 \pm 4.33\%$ ，右侧有  $22.33 \pm 4.10\%$ ；占整个下面全部的，左侧有  $4.85 \pm 2.13\%$ ，右侧有  $2.91 \pm 1.66\%$ 。

## 五、小脑动脉的分类

Крупачев<sup>[69]</sup> 按照各小脑动脉的局部解剖学原则进行了分类，给与了这些动脉及其分支分布范围的正确概念。现把它的分类列为表 II.37。表内把小脑上动脉的分支区分为中脑部的分支、脑桥部的分支和小脑部的分支。把小脑下前动脉和小脑下后动脉从基底动脉发出的，其分支都区分为脑桥部、脑桥小脑部和和小脑部。把小脑下后动脉从椎动脉发出的，其分支区分为延髓部和小脑部。小脑下中动脉则有脑桥部和脑桥小脑部的分支。

## 六、小脑动脉的局部解剖学关系

Крупачев<sup>[105]</sup> 注意到小脑动脉在脑桥小脑角的范围内复杂的局部解剖学关系。当小脑下前动脉强度发育和小脑下后动脉高位发出(从基底动脉发出)的情况下，这两个动脉干在脑桥小脑角范围内经过，且形成弧形或宽大的动脉襻状弯曲，值得临床注意。这些动脉干，多数是横过脑桥前下面、小脑中脚、绒球、二腹叶和扁桃体等部。在绒球部出现两个动脉干的，左侧有  $12\%$ ，右侧  $24\%$ 。Крупачев 指出，脑桥、小脑中脚、绒球和扁桃体四个

表 11.37 小脑动脉的分类 (引自 Крупачев)

名 称	部 分	分 支	分 布 区 域	
小脑上动脉 (由基底动脉发出少数由大脑后动脉发出)	脑 桥 部	脑 桥 支	脑桥上下侧面	
	中 脑 部	脚 支 四丘体支	大脑脚 下丘	
	小 脑 部	蚓 支 核 支 小 叶 支	上蚓及前髓帆 齿状核 上叶有时到小脑半球前外侧面	
小脑下前动脉 (由基底动脉发出少数由小脑下后动脉发出)	脑 桥 部	脑 桥 支 延 髓 支	脑桥前外侧面 延髓脑桥沟、下橄榄体	
	脑桥小脑部	根 支 脚 支 绒 球 支	VI VII VIII 脑神经根和内听动脉 小脑中脚 绒球和旁绒球结构	
	小 脑 部	小 叶 支	二腹叶前外侧面, 下半月叶, 有时至小脑下面前和后部, 齿状核。	
小脑下后动脉	椎动脉发出	延 髓 部	根 支 后外侧支	IX X 脑神经根 延髓后外侧面及小脑下脚
		小 脑 部	蚓 支 核 支 小 叶 支	下蚓、后髓帆及第四脑室血管丛 齿状核 小脑扁桃、二腹叶、下半月叶有时至这些叶内面
		脑 桥 部	脑 桥 支	脑桥前下面
	基底动脉发出	脑桥小脑部	根 支	IX X 脑神经根, 有时至 VII VIII 脑神经根
		小 脑 部	蚓 支 核 支 小 叶 支	下蚓、后髓帆第四脑室血管丛 齿状核 小脑扁桃、二腹叶、下半月叶
		脑 桥 部	脑 桥 支 延 髓 支	脑桥前下面 延髓脑桥沟
小脑下中动脉 (由基底动脉发出)	脑桥小脑部	根 支 脚 支 旁绒球支 小 叶 支	V 脑神经根有时至 VII VIII 脑神经根至小脑中脚 至旁绒球结构有时至绒球 绒球邻近前外侧面、二腹叶、下半月叶	

区域, 常有动脉干。

## 七、小脑齿状核的动脉

Огнєв<sup>[106]</sup> 和 Григоровский 对小脑齿状核的动脉进行了观察, 但对其来源, 意见不完全一致。Григоровский 否认小脑下前动脉和小脑下后动脉对小脑齿状核的供应。我们采用蛋白银注射、血管造影、厚切片透明及解剖显微镜下解剖等方法, 观察了中国人齿状核动脉的供应, 证明小脑上动脉、小脑下前动脉和小脑下后动脉均有支供应小脑齿状核。而且观察到各小动脉穿入部位及行程。

### (一) 小脑齿状核动脉的数目及来源(图版 IV, 图 5)

小脑齿状核上面的动脉主要来自小脑上动脉,也有来自小脑下前动脉的分支,一般有 4—8 支,以 5—6 支的最多。下面的动脉有 2—6 支,以 3—5 支的最多,主要来自小脑下后动脉的分支,也有发自小脑下前动脉的分支。个别情况下,也有上面的分支绕至下面的。

### (二) 小脑齿状核动脉的排列形式

小脑齿状核动脉是向心性的,无论上面或下面的动脉,均从各方面向核集中(图版 IV, 图 5),好像一个血管囊样。小脑上动脉的分支,可以从上前、上内及上后三个方面穿入核内。其中以上前的支最为恒定,一般有 3—4 支。这些支由小脑上动脉外侧支或内侧支发出,沿结合臂背面向后下行,经齿状核门及前端入核。上内面的支多由上蚓动脉发出,垂直穿过皮质,再斜向外,至小脑齿状核。上后面的支,多自小脑半球后上沟穿入,斜穿皮质向前,由核后端穿入。

小脑下前动脉多在小脑前外侧缘发出分支,深入绕过脑桥臂于小脑齿状核前外侧穿入。有时这些支可由小脑上动脉发出。在小脑外侧缘发出的分支,穿至齿状核的下面,由外侧缘穿入至核。

小脑下后动脉发出的齿状核动脉,一般从齿状核下面的内侧及后面穿入。内侧部的支,由下蚓动脉发出,经小脑扁桃体与下蚓之间穿入,再向外至核。后部的支,经后下沟穿皮质向前,经齿状核后端穿入。下前面与外侧面的支,可以由小脑下前动脉发出,也可以由小脑下后动脉发出,穿过皮质至齿状核。

小脑齿状核接受三对小脑动脉的供应,其中以小脑上动脉发出至核的支最多,也较粗大,所以小脑上动脉是供应小脑齿状核最主要的动脉。

## 第八节 脑动脉的吻合和侧副循环

动脉的吻合和侧副循环,是代偿器官血液供应的重要结构。脑动脉的吻合和侧副循环的知识与临床诊断和治疗都有重要关系。Долго-Сабыров 派对脑的侧副循环,做了很多工作和贡献<sup>[107]</sup>。Hill 曾把狗的两条颈总动脉和两条椎动脉同时结扎,都未引起致命的脑缺血。曾小鲁<sup>[108]</sup>一次把家兔两条颈总动脉和两条椎动脉结扎,均在数小时内死亡。但一次只结扎两条颈总动脉和一侧的椎动脉,家兔的脑可以由所剩一侧的椎动脉和出现甲状腺下动脉来代偿供应。临床上为了治疗的需要,可以进行颈总动脉或颈内动脉结扎。这些事实,都充分说明哺乳动物和人的脑动脉均有广泛的动脉吻合和侧副循环,并且有高度的可塑性。但是其中也存在有变异和物种的特殊性。

在人脑的动脉吻合,最突出的是脑底部大的动脉吻合所形成大脑动脉环。一致认为大脑动脉环是人脑血液供应的重要调节结构。至于脑内的动脉吻合和侧副循环问题,曾有过许多争论。根据近来的研究,对过去认为脑内“终动脉”的见解,已经给予否定<sup>[98,103,107]</sup>。认为颈内动脉各分支之间,有系统内的吻合,颈内动脉与颈外动脉和椎动脉之间还有广泛的系统间吻合。但是,尽管如此,在人类颈内或颈总动脉结扎时,仍有 40% 的例子导致脑机能的严重紊乱,并约有 24% 的例子导致死亡<sup>[107]</sup>。这说明大脑动脉之间虽有吻合存在,

由于各脑动脉之间的吻合形式变异较大,其代偿能力也不完全相同。

脑动脉的吻合, Kaplan<sup>[109]</sup> 区分为颅外动脉吻合、颅内动脉吻合和颅内颅外之间的吻合。主要的还是直接供应大脑血液的颈内动脉与椎基底动脉之间系统间吻合和颈内动脉各分支之间及椎动脉各分支之间的系统内吻合。而颈内动脉与颈外动脉在眼眶、鼻腔与口腔之间也形成广泛的吻合,在一定条件下,也具有侧副循环的通路作用。根据血管的高度可塑性,临床上可以充分利用,促进其发展,提高侧副循环的代偿能力。所以把脑动脉的主要吻合通道和补助供应来源,均综合作简单介绍。

## 一、脑底部的动脉吻合

### (一) 大脑动脉环 (Circulus arteriosus cerebri)

大脑动脉环是脑底最大的也是最重要的动脉吻合,其构成形式,见第三节。大脑动脉环的存在,对脑血液供应的调节起重要作用,它保证了三对大脑动脉左右侧基本平衡的血液供应。但是构成环的各动脉干的管径变异性很大,因而其代偿潜能也有较大的差异,临床上颇有参考价值。对于大脑动脉环的组成、变异、类型、代偿潜能和相互之间的关系,详见本章第三节。

### (二) 延髓动脉环 (Circulus arteriosus bulbaris)

左、右椎动脉在脑桥下缘汇合形成基底动脉之前,各发出一支脊髓前动脉在正中线汇合。左、右椎动脉与脊髓前动脉共同构成菱形的延髓动脉环。这个动脉环,在人因为脊髓前动脉细小,代偿潜能不大。其他哺乳类如狗的脊髓前动脉较粗,具有一定的代偿作用。

## 二、脑周围的动脉吻合 (图 58)

在脑周围软脑膜内是否存在动脉吻合问题,过去有过争论。后来经过许多实验证明,比较肯定地认为各大脑动脉皮质支的末梢在软脑膜内形成弥漫的软脑膜血管网,彼此互

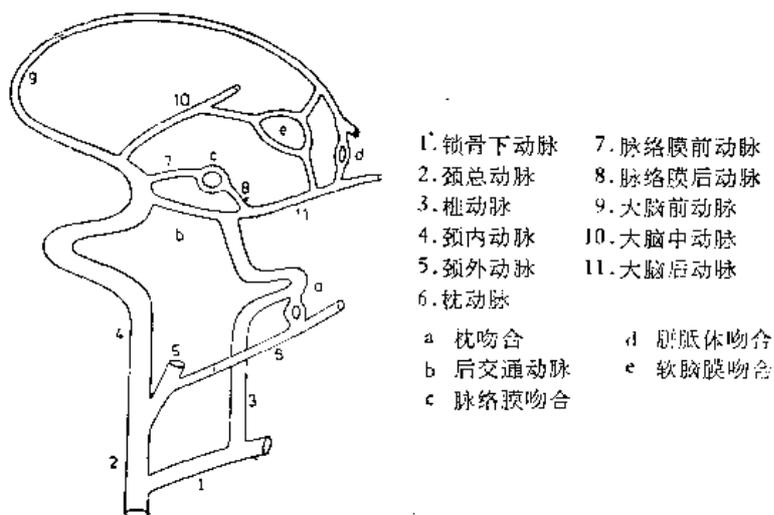


图 58 颅内动脉吻合模式图

相沟通。Van Den Eeken<sup>[4]</sup>指出,在脑沟深部可发现许多软膜动脉间的吻合,有端端吻合和枝形吻合等形式。这种吻合的形态、数目、局部位置等有很大的个体差异,一般多见于三条大脑动脉血液供应区的交错区。每个大脑动脉分支之间也有这种吻合。软膜动脉吻合的血流方向,随局部血压的关系而不同,因而有生理条件下的波动。

(1) 大脑前动脉的分支与大脑中动脉的分支吻合,具体存在于下述动脉分支之间:

1) 大脑前动脉的额前内侧动脉、额中内侧动脉及额后内侧动脉等的分支,与大脑中动脉的眶额动脉的分支之间有吻合。

2) 大脑前动脉的额后内侧动脉的分支与大脑中动脉的中央前沟动脉的分支之间有吻合。

3) 大脑前动脉的旁中央动脉的分支,与大脑中动脉的中央沟动脉的分支之间有吻合。

4) 大脑前动脉的楔前动脉的分支与大脑中动脉的顶下动脉的分支之间有吻合。

这些动脉吻合的存在,当大脑前动脉或大脑中动脉阻塞时,理论上应该可能借这些动脉吻合互相代偿。但临床上在某一动脉突然阻塞时,往往不能完全代偿,而出现供应范围的缺血症状。由于有这些吻合的存在,所以在一定时间内,又可以改善这种缺血情况,机能逐步得到恢复。

(2) 大脑中动脉的分支与大脑后动脉分支间的吻合:

1) 大脑中动脉的顶下动脉及角回动脉的分支与大脑后动脉的顶枕动脉的分支之间有吻合。

2) 大脑中动脉的颞后动脉的分支与大脑后动脉的距状裂动脉的分支之间有吻合。

3) 大脑中动脉的颞前动脉的分支与大脑后动脉的颞下前动脉的分支之间有吻合。

4) 大脑前动脉的楔前动脉的分支与大脑后动脉的顶枕动脉的分支之间有吻合。

### 三、脑内动脉吻合

过去,cohneim<sup>[4]</sup>结扎一支皮质动脉,见其供应范围发生软化灶,因此他认为进入脑内的动脉是“终动脉”。还有许多学者也认为脑底部的中央动脉穿入至基底神经节是彼此不相吻合的“终动脉”,而与皮质支软脑膜血管网发出的长动脉和短动脉也各成独立系统,不相吻合<sup>[4]</sup>。但是后来有许多研究,否认“终动脉”的存在。Огнева<sup>[109]</sup>、Долго-Сабуров<sup>[12]</sup>等工作,均否定“终动脉”的存在。Kaplan<sup>[109]</sup>认为穿至基底细胞团的中央动脉侧副吻合是充足的。他指出大脑前动脉所发的返动脉与大脑中动脉发出的前外侧中央动脉之间的侧副吻合是存在的,还记录了脉络膜前动脉的中央动脉与大脑后动脉交通前段的中央动脉之间、大脑后动脉交通前段的中央动脉与直接起自颈内动脉的中央动脉之间的侧副吻合。谭曾鲁<sup>[98]</sup>报道了间脑内颈内动脉系各小动脉之间和颈内动脉系与椎动脉系之间均有丰富的侧支吻合,否认该部分“终动脉”的存在。Pfeifer<sup>[4]</sup>发现猫皮质动脉有至基底神经节的小支。Von Den Bergh<sup>[4]</sup>注意到胎儿和新生儿脑内的动脉吻合比成人多见和广泛,认为在生活过程中,吻合逐渐减少了。

Kaplan<sup>[109]</sup>还指出,在前脑的脉络膜前动脉和大脑后动脉,包括大脑后动脉交通前段的侧副吻合,广泛存在于整个丘脑下部、整个膝状体、侧脑室脉络膜丛及颞叶内侧面的表

面。在后脑,小脑下前动脉与小脑下后动脉之间有广泛的侧副吻合,在它们分布范围可以彼此互相超越。在整个后脑底面、第四脑室脉络膜丛及小脑表面都有吻合。

在前脑,大脑前、大脑中及大脑后动脉之间,大脑后动脉的中央动脉与脉络膜丛之间均见有横过中线的吻合。在后脑,横过中线的吻合见于小脑上动脉、小脑下前动脉、小脑下后动脉和前髓帆区域。但从基底动脉两侧发出的内、外侧中央动脉,无论在表面或穿入脑实质以后,均未见横过中线的吻合。

Anderson<sup>[330]</sup> 用甲基丙烯酸甲脂制作了腐蚀铸型标本,以扫描电子显微镜观察了牛和马大脑和小脑内微血管系的立体形象。发现了牛和马脑内微血管系,在同一血管的分支或相邻细动脉之间有三个不同平面的吻合:即毛细管前细动脉之间的吻合、沿细动脉各段之间的吻合和软脑膜小动脉之间的吻合。他还根据各级吻合管的管径和从吻合管发出微血管的种类,把吻合管分为三种类型:

(1) 第 I 型占 50%,吻合管的管径 12—17 微米,从吻合管发出的是毛细血管。

(2) 第 II 型占 20%,吻合管的管径为 35—45 微米,从吻合管发出的是毛细管前细动脉。

(3) 第 III 型占 30%,吻合管的管径为 60—70 微米,从吻合管发出的是细动脉。

观察结果,他认为未进入毛细血管床的动脉和细动脉之间的血液彼此可以互相流动,这种形态结构的特点,是脑内毛细血管网之间改善缺氧的分流机制。Sharrer<sup>[31B33]</sup> 也指出,人和动物脑内,前毛细血管以前,有大量的动脉吻合。

根据以上的一些报道,脑动脉之间的吻合是广泛存在的。但是,临床上许多因某一个动脉支的骤然阻塞,而出现机能紊乱或组织软化,也是临床经常出现的。这就说明解剖结构上动脉吻合虽然存在,但代偿机能还不充足。若阻塞是逐渐形成的,使侧副吻合有发展的时间,是可以由不能代偿而达到代偿。

#### 四、颈内动脉的分支与颈外动脉的分支之间的吻合(图 59)

(1) 颈内动脉的眼动脉与颈外动脉分支的吻合:

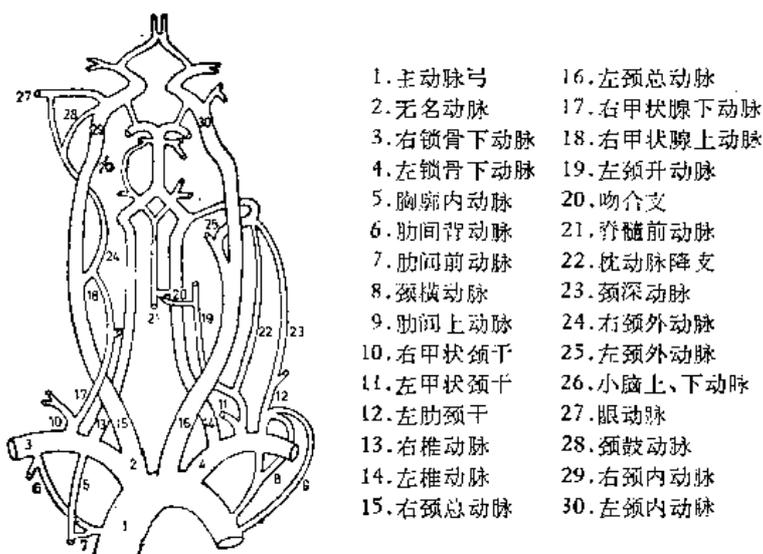


图 59 颈外动脉吻合模式图

- ① 眼动脉的眶上动脉的分支与颞浅动脉的分支之间有吻合。
  - ② 眼动脉的鼻背动脉与面动脉的内眦动脉之间有吻合。
  - ③ 眼动脉的泪腺动脉分出的颞支和颞支与上颌动脉的颞深前动脉的分支之间有吻合。
  - ④ 泪腺动脉的脑膜返支与上颌动脉的脑膜中动脉的分支之间有吻合。
  - ⑤ 眼动脉的筛前动脉所发鼻前外侧动脉的分支与上颌动脉所发蝶颌动脉的鼻后外侧动脉的分支之间有吻合。
  - ⑥ 筛前动脉的鼻中隔前动脉的分支与上颌动脉的蝶腭动脉的鼻中隔后动脉之间有吻合。
- (2) 颈内动脉的颈鼓动脉的分支与颈外动脉的茎乳动脉和脑膜中动脉的分支有吻合。
- (3) 颈内动脉的翼突管动脉与颈外动脉的腭大动脉的分支之间有吻合。
- 因为颈内动脉与颈外动脉之间有以上的一些吻合，所以海绵窦动静脉瘘或该段颈内动脉瘤的患者，在眼动脉发出处的近端或远端结扎颈内动脉，均不会造成大脑功能的紊乱和失明。

## 五、颈外动脉分支与椎动脉分支之间的吻合

颈外动脉的分支与椎动脉在横突孔构成的椎动脉管内的分支吻合。

## 六、颈外动脉分支与锁骨下动脉分支之间的吻合

颈外动脉的分支与锁骨下动脉的分支之间也有丰富的吻合。在颈总动脉受阻时，也可以经过锁骨下动脉的分支间接通至颈内动脉。

## 七、颈内动脉与基底动脉间胎生血管的遗留

胚胎发育的过程中，脑血管的衍化，不断发生变化，有些机能性血管，仅在发育过程中出现，为了适应发展的需要，旋即退化，有些未曾退化，成为侧副通道。

### 1. 原始三叉动脉 (A. trigemina primitiva)

在三叉神经半月节附近，是颈内动脉海绵窦段与基底动脉上三分之一处之间的交通动脉，比较多见。胚胎的 28 天时，在第一对动脉弓处的背主动脉与后脑腹侧面的神经血管丛之间有交通动脉。后交通动脉未连结前，这条交通动脉是后脑血液供应的主要来源，基底部的动脉发展以后，才逐渐退化。若未退化，保留在成体内，叫原始三叉动脉，也是一个侧副循环的吻合动脉(图 8)。

### 2. 原始耳动脉 (A. otica primitiva)

在听区，较少见，偶而保留在颅底颈内动脉与基底动脉下 1/3 之间。

### 3. 原始舌下动脉 (A. hypoglossal)

在颅底部舌下神经部位,颈内动脉与椎动脉之间的吻合动脉。

## 附: 脑膜中动脉 (A. meningea media)

供应脑膜的动脉来源很多,有脑膜中动脉、颈内动脉的分支、筛前筛后动脉的分支、咽升动脉的分支、泪腺动脉的分支、枕动脉的分支和硬脑膜副动脉的分支。其中以脑膜中动脉为最大,不但与颈内动脉有广泛的吻合,而且与脑浅层动脉最贴近,对颅脑外科更有重要意义。钟世镇<sup>[110]</sup>认为颅内外动脉吻合术,脑膜中动脉是颇为理想的选用动脉。所以附此给予介绍。

脑膜中动脉是上颌动脉的重要分支,穿过棘孔入颅内,在颞鳞的血管沟内行向前外一定距离,分为额支和顶支。

额支 (Ramus frontalis) 较大,横过蝶骨大翼,达顶骨蝶角的骨管内或沟内,以后分支至硬膜和骨的内面,一些支向上达颅顶,另一些支向后达枕区,其中一支在冠状缝后 1.5 厘米处上升,它的经过大致与中央前沟一致。

顶支 (Ramus parietalis) 在颞鳞部弯向后,直达乳突角前一些距离,分支供应脑膜后部,与对侧脑膜中动脉和前、后脑膜动脉的分支吻合。

脑膜中动脉分为额支和顶支,具有进化意义,在类人猿是顶支发达,至现代人额支才高度发达。赵一清<sup>[111]</sup>观察了国人男性 389 例脑膜中动脉的分支部位,分为低位、中位和高位三类。低位分支的总干是从棘孔至分支点在 20 毫米以内,占 51.8%;中位分支,总干长在 20—30 毫米之间,占 22.9%;高位分支的总干长在 30—45 毫米之间,占 25.3%。

赵一清还以顶孔支发出部位进行分型,共分九型。第 I 型额支在翼点高位发顶孔支,顶支无顶孔支,占  $45.8 \pm 1.70\%$ ;第 II 型是顶支发有顶孔支,额支无顶孔支,占  $22.9 \pm 1.48\%$ ;第 III 型是额支和顶支各发出一顶孔支,占  $28.8 \pm 1.55\%$ 。其它六型均甚少。

赵一清还比较观察了 248 例中国女性的脑膜中动脉<sup>[112]</sup>,按同样分型,也是 I、II、III 型最多。I 型  $38.3 \pm 2.0\%$ ,II 型  $28.2 \pm 1.9\%$ ,III 型  $30.2 \pm 1.9\%$ 。显出了第 I 型女性低于男性,第 II 型女性高于男性,有明显的性别差异。

再从骨管的出现率与长度等的观察,也有明显的性别差异。骨管均出现于额支,其出现率男的 71.5%,女的 83.5%。骨管长度男的 16.1 毫米,女的 20.0 毫米。入骨点,女的比男的稍前稍高,出骨点女的比男的稍后稍高。

据李旭光观察 1478 例脑膜中动脉的结果,脑膜中动脉额支骨管的出现率占 60.83%。骨管通过翼区中点者最多,占 44.27%,通过其下方者次之,通过其后方者又次之,通过其前方者最少。临床上对脑膜中动脉施行手术时,必须考虑到脑膜中动脉额支的骨管与翼区的位置关系<sup>[156]</sup>。

脑膜中动脉分支点的颅外测定,颇有临床应用价值,经测定低位分支的均在颞弓以下,该动脉位于颞蝶缝两侧 3—4 毫米以内。中位分支点在颞弓以上,动脉平均位置在额颞缝外侧点后方 25.4 毫米,颞弓中点上缘上方 10.6 毫米。高位分支平均位于额颞缝外侧点后方 23.5 毫米,颞弓上缘中点上方 16.8 毫米。

## 第三章 脑静脉系统

脑的静脉多不与脑动脉伴行，管壁较薄，且无瓣膜。脑静脉血的回流，主要都汇集至硬膜静脉窦，再经颈内静脉回流至心脏。

### 第一节 脑的静脉

脑的静脉包括大脑的静脉、间脑的静脉、脑干的静脉和小脑的静脉。

大脑的静脉又分为浅、深两群，浅群是收集脑浅层的血液；深群是收集脑深部实质内的血液，包括大脑半球髓质深层、基底神经节及脑室部分的血液。因为脑静脉的广泛连结，所以也包括一些丘脑、脑干和小脑的属支。Ferner<sup>[23]</sup>认为：大脑半球浅群静脉与深群静脉之间有分水界区域（图60），相当于脑皮质动脉与中央动脉之间的缺血带。静脉分水界约在大脑半球髓质厚度中点偏外的区域，在此以外的髓质和皮质的血液，导出至皮质浅静脉；在此以内的髓质、基底神经节及脑室等部的血液汇入于脑深静脉，浅群与深群的静脉各自连结成网。但据我们的观察，大脑浅深两群静脉在脑内的配布是互相交错，并无明显的分水界。从大脑浅静脉内注射颜料，可以出现于脑深静脉内，说明大脑浅静脉与深静脉之间是有吻合的<sup>[15]</sup>。

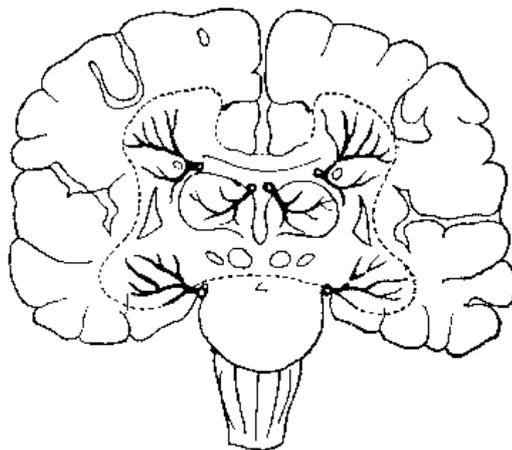


图 60 脑内静脉的分水界

#### 一、大脑浅静脉 (Venae cerebri superficiales)

大脑浅静脉，是导出大脑皮质及其邻近髓质的静脉血。从皮质穿出的皮质小静脉，互相连结，形成软膜静脉网，以后再集成较大的支，在软膜内行一短程，穿至蛛网膜下腔，再吻合成较大的静脉。按部位区分为大脑上静脉、浅大脑中静脉和大脑下静脉。这些静脉，形态比较复杂多变，中国人这方面的资料较少，仅冯固<sup>[15]</sup>进行了比较详细的研究。

##### (一) 大脑上静脉 (Vv. cerebri superiores)

大脑上静脉，收集半球背外侧面和内侧面的血液，所以包括内侧群和外侧群。

###### 1. 大脑上静脉内侧群

一般近胼胝体附近开始，沿半球内侧面上行，达上缘转向外，与外侧群吻合共同开口

于上矢状窦。在穿过硬脑膜下间隙时,有蛛网膜包绕,长约 0.2—0.3 厘米,形成袖口套样,最后穿入上矢状窦附近的静脉陷窝内<sup>[11]</sup>。

## 2. 大脑上静脉外侧群

收集半球背外侧面的血液。

(1) 大脑上静脉外侧群的数目: 大脑上静脉外侧群的数目,由于研究标准不统一,所以各家结果亦不一致。冯固<sup>[13]</sup>以大脑半球上缘为界,在上缘处为两条,至穿入静脉窦时又合并为一个开口的,即按两支大脑上静脉统计,窦的开口即按一个开口计算。他统计结果,国人大脑上静脉,最少的只有 3 支,最多的有 14 支,其中以 7—9 支的较多,7 支的占 19.2%, 8 支的占 15.6%, 9 支的占 18.0%。

冯固还对同一个大脑左、右侧两个半球大脑上静脉外侧群的数目进行了比较,在 83 个大脑的分析统计,同一个大脑左、右侧大脑上静脉的数目相同的占 22.9%, 相差 1 支的占 26.5%, 相差两支的占 25.3%, 极少数的左右侧相差 5—9 支。

大脑上静脉在上矢状窦的开口数目,最少的有三个开口,最多的有 12 个开口,其中以 6 个和 7 个开口的较多,6 个开口的占 18.0%, 7 个开口的占 24.1%。同一个大脑左右侧开口数目的比较,也是以左右侧相等和相差 1—2 个开口的为最多,共占 81.9%(图 61)。

大脑上静脉外侧群各支的名称,一般按部位命名,包括额前静脉(Vv. prefrontales)、额静脉(Vv. frontales)、顶静脉(Vv. parietales)和枕静脉(Vv. occipitales)等四组,每组 1—3 支不等,有时也有某一组缺如。

### (2) 大脑上静脉汇入上矢状窦的方向:

大脑上静脉汇入上矢状窦的方向, Toole<sup>[3]</sup>、Warwick<sup>[9]</sup> 和冯固<sup>[13]</sup>等观察过,在额区成直角,向后其角度逐渐减小,到顶叶后部几乎与窦平行。因此,这些静脉的血流方向与上矢状窦血流方向相反。造成这种排列形式的因素,主要是在发生过程中,大脑向后发展的结果。这种排列形式,在颅内压增高时,有助于防止薄壁的大脑静脉的踏陷。Hempel<sup>[4]</sup>等进一步描述,大脑上静脉入窦的方向,前、中、后组的情况不同。前组静脉与上矢状窦顺血流方向大于直角;中组静脉入窦时,介于顺血流和逆血流方向 45° 之间;后组静脉,却与血流方向相反,大于 45°, 穿入上矢状窦。

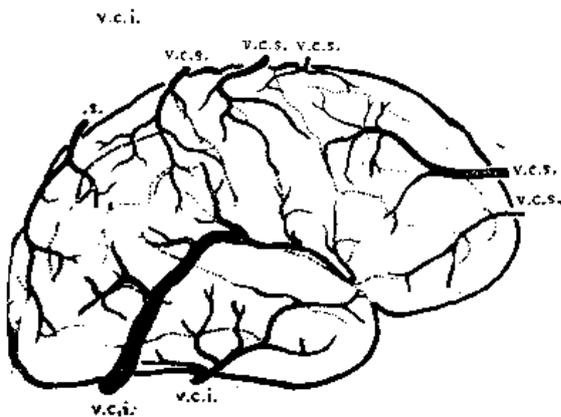


图 61 大脑浅静脉  
(示大脑上静脉)

v.c.i. 大脑下静脉 v.c.s. 大脑上静脉

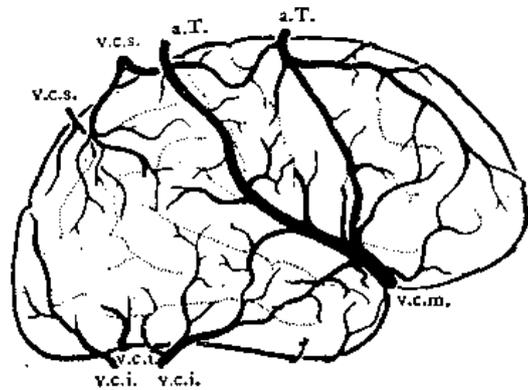


图 62 大脑浅静脉  
(示浅大脑中静脉)

a. T. Trolard 氏吻合 v. c. m. 浅大脑中静脉

这些静脉穿入上矢状窦壁时,一般都是斜穿,在开口处的内皮皱襞形成半月状瓣膜装置,有防止血液倒流的作用。但窦内血压高于静脉血压时,窦内过于充盈,半月瓣样的皱襞即失去作用。

## (二) 浅大脑中静脉 (*V. cerebri media superficialis*)

浅大脑中静脉发展到类人猿时才开始发达,是大脑静脉中唯一与动脉伴行的静脉,位于大脑外侧裂内,收集大脑外侧裂附近的额、顶、颞叶的血液,行向前下方达大脑底面,汇入于海绵窦或蝶顶窦。浅大脑中静脉可以与大脑上静脉吻合,形成 Trolard 氏吻合,也可与大脑下静脉吻合,形成 Labbe 氏吻合(图 62)。

冯固统计了中国人的浅大脑中静脉,每个半球以 1—3 支的最多,占 85.6%;特别纤细的占 9.6%;缺如的占 4.2%。有时大脑中浅静脉可以强度发育,约占 2.4%,几乎收集半球背外侧面近 1/2 的范围。

## (三) 大脑下静脉 (*Vv. cerebri inferiores*)

大脑下静脉是大脑浅静脉较小的一组静脉,导出颞叶及枕叶外侧面和下面的血液。中国人脑每个大脑半球有 1—7 支,以 2—3 支的为最多,占 74.8%。大脑下静脉一般在大脑半球背外侧面下部,由前上斜向后下方(图 63)。穿入横窦的开口数为 1—2 个。颞叶下面的血液有时导入岩下窦或基底静脉。

## (四) 大脑半球背外侧面的静脉吻合

大脑半球背外侧面的静脉吻合,一般以分支间的纤细吻合为多,以粗干显著的吻合很少,冯固把这些吻合分为 7 种类型。

### 1. 大脑上静脉分支间互相的吻合

冯固在 160 个半球,只发现 54 个半球有大脑上静脉分支间的吻合,占 33.8%,其中 5 个半球为干间吻合,49 个半球为支间吻合(图 64)。

### 2. 大脑上静脉与浅大脑中静脉之间的吻合

大脑上静脉与浅大脑中静脉之间的吻合叫上吻合静脉 (*V. anastomotica superior*),是连通上矢状窦与颅底静脉窦之间的通道。因多位于大脑半球背外侧面的前部,所以又叫前大吻合静脉。这种吻合静脉, Trolard 氏在 1870 年首先记载,他规定凡是沿大脑外侧裂后支行向后上方汇流于上矢状窦后 1/3 处的大脑上静脉与浅大脑中静脉之间的吻合叫 Trolard 氏静脉。冯固<sup>[13]</sup>综合各家的意见,把 Trolard 氏规定范围内的大脑上静脉与浅大脑中静脉的吻合叫 Trolard 氏静脉,把在这个范围以外该两者的吻合叫为 Trolard 氏吻合。冯固将 160 个半球的统计,有 Trolard 氏静脉的占 13.1%,有 Trolard 氏吻合的占 77.5%,他更进一步把 124 个半球有 Trolard 氏吻合的,按照 Umezana 的分类方法,把这些吻合分为四个类型,综合为表 III.1。

从表 III.1 可以看到, Trolard 氏吻合以沿中央前沟而行的最多,沿大脑外侧裂前升支或水平支行的次之,沿中央沟行的较少,沿中央后沟或其后方行的最少。

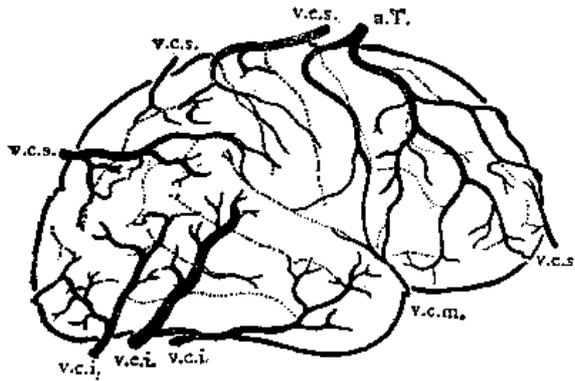


图 63 大脑浅静脉  
(示大脑下静脉)

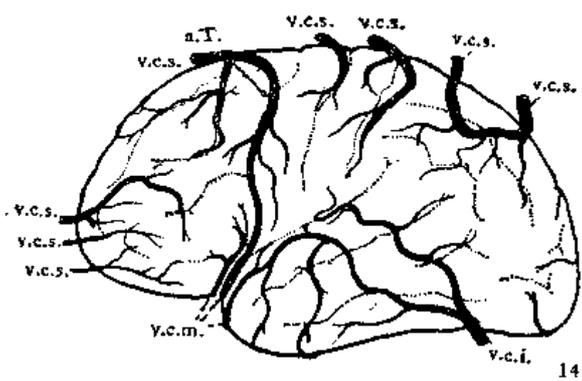


图 64 大脑浅静脉  
(示大脑上静脉分支之间的吻合)

表 III.1 前上吻合静脉类型统计表 (引自冯固)

大脑上、中静脉吻合类型	半球侧别数			合计* (半球数)
	左侧	右侧	左右侧同时存在	
I 型: 沿大脑外侧裂前水平支或前升支而行	14	16	40(即20个脑)	70
II 型: 沿中央前沟而行	21	12	44(即22个脑)	77
III 型: 沿中央沟而行	13	15	22(即11个脑)	50
IV 型: 沿中央后沟或其后方而行	11	9	6(即3个脑)	26

\* 160 例有 124 个半球有吻合存在,有的半球有两种类型(51 个半球)、三种类型(20 个半球)或四种类型(2 个半球)。

Cruveihier 对 Trolard 氏静脉提出了另一种意见, Cruveihier 把经过中央沟的大脑上静脉叫 Cruveihier 氏静脉, Sperine 和 Heden 把 Cruveihier 氏静脉与浅大脑中静脉吻合的称为 Trolard 氏静脉。因此临床上又把 Trolard 氏静脉的位置粗略地定为与中央沟一致(图 62)。

### 3. 浅大脑中静脉与大脑下静脉之间的吻合:

冯固在 160 例的观察, 浅大脑中静脉与大脑下静脉之间的吻合发现 103 例, 一支的

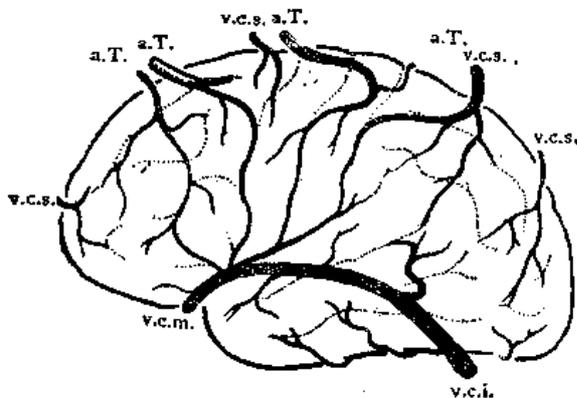


图 65 大脑浅静脉  
(示 Trolard 吻合)

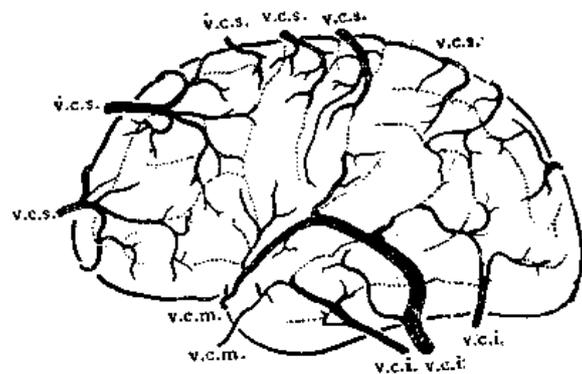


图 66 大脑浅静脉  
(示浅大脑中静脉与大脑下静脉之间的吻合 I 型)

最多,两支的次之,三支的极少。按其吻合部位可以分为三型:

第 I 型: 起于大脑外侧裂后支向后下方行的浅大脑中静脉的支与大脑下静脉吻合, 占 19.4% (图 66)。

第 II 型: 浅大脑中静脉的支在颞上沟前 1/3 处与大脑下静脉吻合, 占 42.5% (图 67)。

第 III 型: 为中间型, 浅大脑中静脉两个支分别同第 I 和第 II 型的一样与大脑下静脉的一支吻合(图 68)。

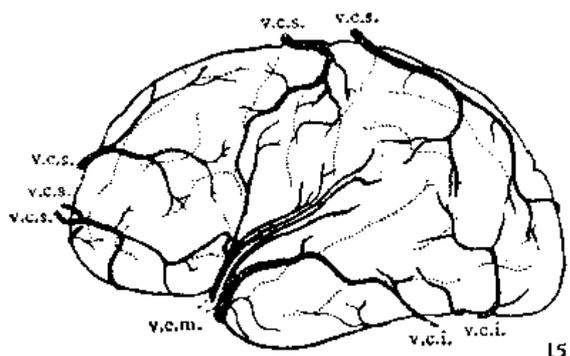


图 67 大脑浅静脉  
(示浅大脑中静脉与大脑下静脉的吻合 II 型)

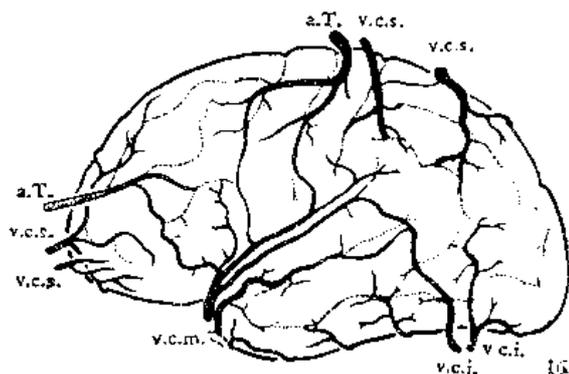


图 68 大脑浅静脉  
(示浅大脑中静脉与大脑下静脉的吻合 III 型)

#### 4. 大脑上静脉与大脑下静脉之间的吻合

大脑上静脉与大脑下静脉之间的吻合, 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道, 叫下吻合静脉 (V. anastomotica inferior), 1978 年 Labbe 氏首先描述, 所以又叫 Labbe 氏吻合。因位于大脑半球背外侧面后端, 所以又叫后吻合静脉。各家描述不完全一致, 冯固把下吻合静脉综合为三型:

(1) 第 I 型: Labbe 氏吻合。为大脑上、下静脉的分支在大脑外侧裂后支后方与枕横沟之间的吻合 (图 69), 占 10.6%, 一般是一支, 偶有两支。

(2) 第 II 型: Labbe 氏静脉。为位于上者前方, 从 Trolard 氏吻合点发出分支斜向后与大脑下静脉吻合, 汇入于横窦, 形成大脑上静脉、浅大脑中静脉和大脑下静脉间的吻合, 占 16.9% (图 70)。

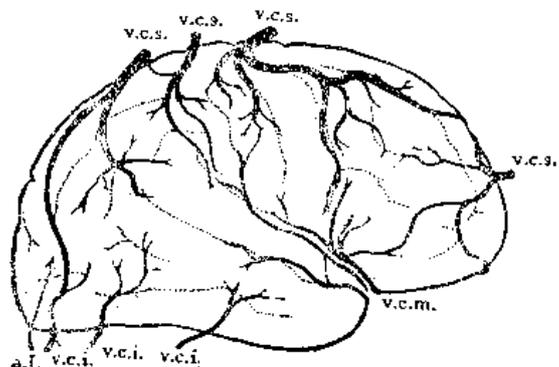


图 69 大脑浅静脉  
(示第 I 型 Labbe 氏吻合 a.L. = Labbe 氏吻合)

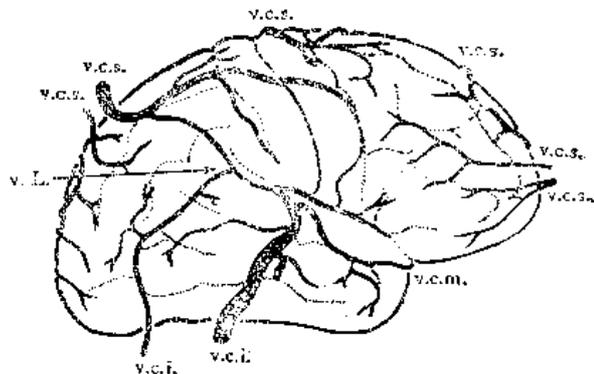


图 70 大脑浅静脉  
(示第 II 型 Labbe 氏静脉 VL = Labbe 氏静脉)

(3) 第 III 型: Labbe 氏吻合的变形, 其吻合部位远离 Labbe 氏吻合的范围, 大脑上静脉与大脑下静脉的分支在大脑外侧裂后支的后端或上前方吻合(图 71), 占 1.9%。

5. 大脑上、下静脉与浅大脑中静脉之间的吻合

见 Labbe 氏吻合第 II 型。

6. 浅大脑中静脉之间的吻合

较为少见, 一般都是两支浅大脑中静脉互相吻合, 有的吻合后与大脑上静脉吻合成为 Trolard 氏静脉。有的吻合后汇入于大脑下静脉, 再注于横窦(图 72)。

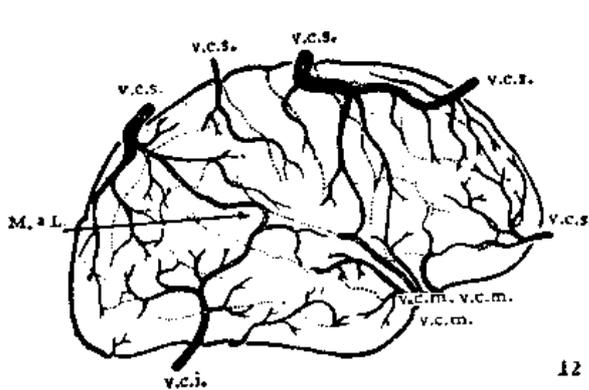


图 71 大脑浅静脉

(示第 III 型 Labbe 吻合变型  
MAV = Labbe 吻合变型)

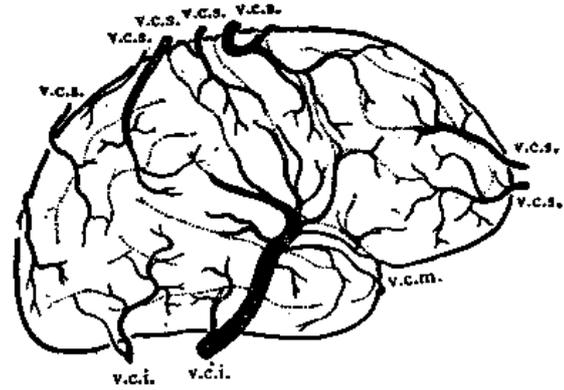


图 72 大脑浅静脉

(示浅大脑中静脉间的吻合)

7. 大脑下静脉之间的吻合

更为少见。

## 二、大脑深静脉 (Venae cerebri profundales)

大脑深静脉是导出大脑半球实质深部的静脉血液的一群静脉。包括基底神经节、深部髓质及脑室旁的静脉血。这群静脉的特点, 是从周围流向中央, 最后集中于 Galen 氏大脑大静脉, 汇注于直窦。

大脑深静脉, 在一般教科书叙述较简单, 多未明确各支的收集范围。Ferner<sup>[23]</sup> 较详细地观察了各小静脉的收集范围。

### (一) 大脑大静脉 (V. cerebri magna) 或 Galen 氏静脉(图 73, 74, 75, 76)

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、右大脑内静脉合并开始, 继又接受左、右基底静脉, 急转向上绕过胼胝体压部以锐角注入于直窦。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。

脑中央局限性肿瘤, 大脑半球浅层的动脉和静脉均不致受影响, 但往往可以引起大脑

大静脉的移位。

## (二) 大脑内静脉 (Vv. cerebri internae)

大脑内静脉左右各一，是导出大脑半球深部静脉的主干(图 73—76)。一般在室间孔后缘室管膜下开始，由丘纹上静脉、透明隔静脉和脉络膜上静脉汇合而成。左、右侧的大脑内静脉并行经第三脑室顶两层脉络膜组织之间向后行，在胼胝体压部前下面，左右侧大脑内静脉合并为大脑大静脉。

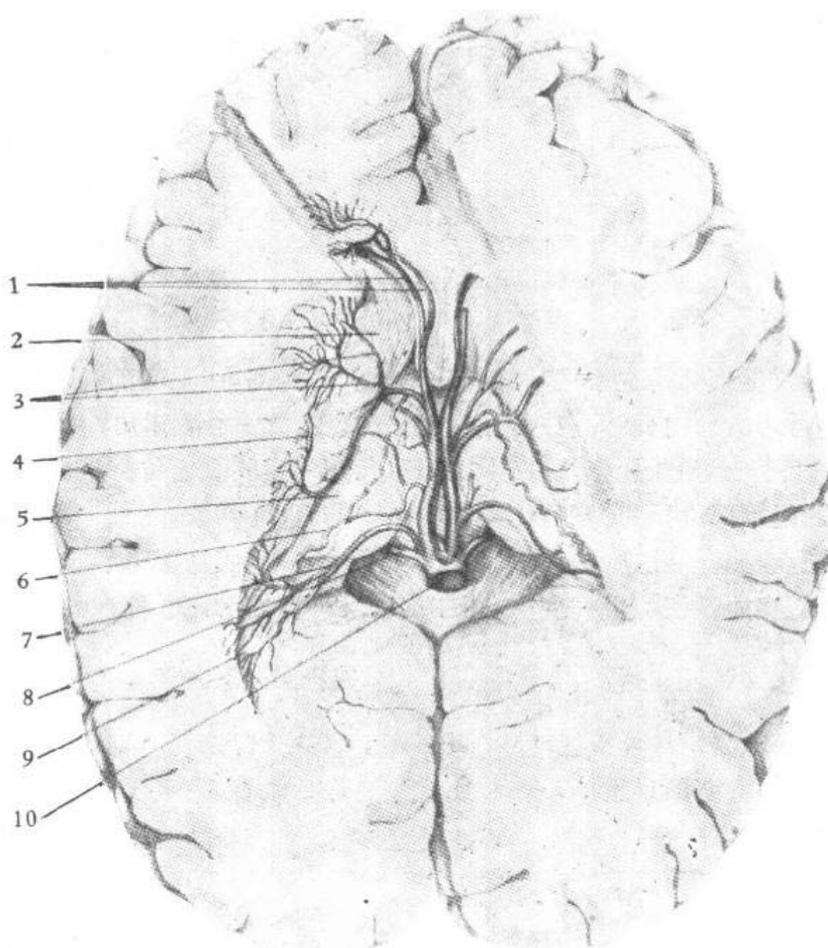
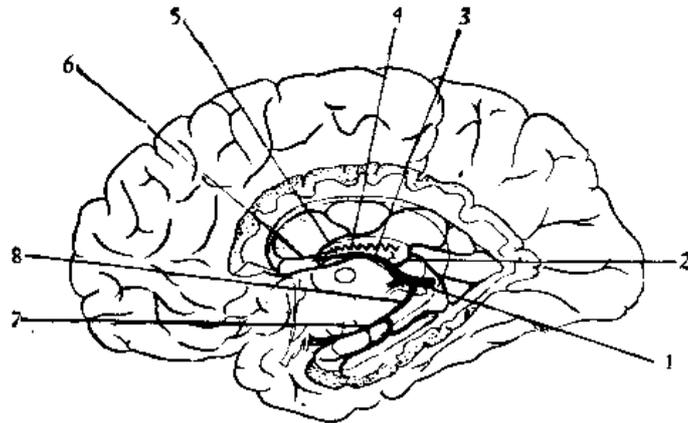


图 73 人大脑深静脉的注射标本

1. 透明隔静脉 2. 尾状核头 3. 丘纹上静脉前支 4. 丘纹上静脉后支 5. 丘脑 6. 脉络膜上静脉  
7. 后角静脉(侧室内侧静脉) 8. 大脑基底静脉 9. 后角 10. 大脑大静脉

大脑内静脉的形成，我们观察了 50 个半球的结果，像一般所叙述的那样，由丘纹上静脉、透明隔静脉和脉膜上静脉三支在室间孔后缘室管膜下汇合形成的只占  $38.00 \pm 6.88\%$  [115]。其他是由丘纹上静脉只接受脉络膜上静脉，或丘纹上静脉只接受透明隔静脉而形成，或由丘纹上静脉单独在室间孔后缘弯曲向内后方而形成。有少数情况，丘纹上静脉缺如或发育不良，由侧室内侧静脉经丘脑前  $1/3$  或中  $1/3$  处弯曲向内后方而形成大脑内静脉(图 74)。

大脑内静脉起始部位：50 个半球有  $80.00 \pm 5.66\%$  从室间孔后缘室管膜下开始，由 3 支或 2 支合成；平丘脑前  $1/3$  处起始的占  $12.00 \pm 4.60\%$ ；平丘脑中  $1/3$  处起始的占



大脑内的静脉内侧面观

图 74 颅内静脉

(大脑深静脉的模式图)

1. 大脑大静脉 2. 后角静脉 3. 大脑内静脉 4. 脉络膜上静脉 5. 丘纹上静脉  
6. 透明隔静脉 7. 侧室下静脉 8. 基底静脉

8.00 ± 3.84%。

由于丘纹上静脉是位于尾状核与丘脑之间的沟内,由后向前,至室间孔后缘弯曲向内后下方,移行为大脑内静脉。在脑血管造影时,显示一个静脉角,因此大脑内静脉的起始部位,也就是静脉角的顶点,临床上以静脉角作为室间孔定位标准。根据我们的观察,大脑内静脉的起始部位,平丘脑前 1/3 和中 1/3 的有 20.00%,这种情况表现为静脉角后移,静脉角的顶点与室间孔之间有 1—2 厘米的距离。一般情况下静脉角的位置和形状是比较恒定,当脑实质性占位性病变时,往往影响静脉角的形态和位置。

### 1. 丘纹上静脉 (V. thalamostriata superior)

丘纹上静脉又叫终纹静脉 (V. terminalis) (图 73, 74, 75)。Ferner<sup>[23]</sup> 认为丘纹上静脉,并不是如过去所谓只收集丘脑和纹状体的静脉血液,它主要是收集额叶后部及顶叶前部的静脉血液,所以正确的命名,应该是额顶内静脉。

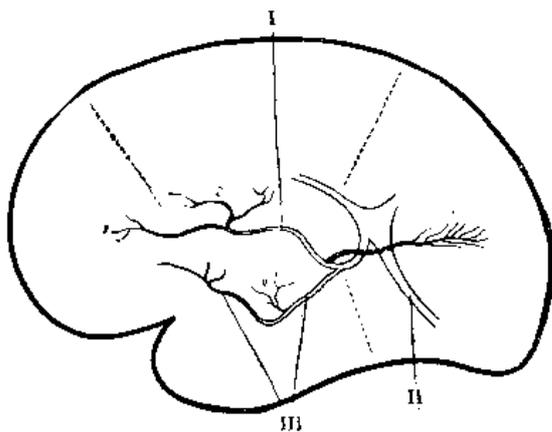


图 75 脑深静脉侧面投影

1. 透明隔静脉 2. 丘纹上静脉 3. 后角静脉 4. 侧室下静脉  
I 大脑内静脉 II 直窦 III 基底静脉

丘纹上静脉是由前、后两支合成。前支(终纹前静脉<sup>[119]</sup>,或尾核前静脉),收集额叶前部髓质和尾状核的静脉血液,在室管膜下越过尾状核头部行向后内与后支汇合。后支(终纹后静脉)<sup>[119]</sup>位于尾核与丘脑之间的沟内,收集额叶后部、顶叶前部和纹状体的静脉血液。这些部位的小静脉集成3—4支侧室外侧静脉,从侧脑室中央部外侧向内横过尾状核体部 (Truex 和 Carpenter<sup>[119]</sup> 称尾状核横静脉) 汇入丘纹上静脉后支。该支

沿尾状核与丘脑之间的沟内向前行,接受前支,至室间孔后缘的室管膜下,再弯向内下后

方移行为大脑内静脉。

侧室外侧静脉的外侧端深入至半球白质内再 T 字形分叉与前后位的分支互相连接而成纵形吻合静脉, Truex 和 Carpenter<sup>[119]</sup> 称尾核纵静脉。半球深部髓质的小静脉, 成辐射状向纵行吻合静脉集中。其中一些长的小静脉可以伸到近皮质处, 并与浅群静脉的分支形成吻合, 成为脑实质内的吻合静脉(图版 IV, 图 6)<sup>[115, 119]</sup>。

丘纹上静脉有时发育不良或缺如, 其收集范围的一些小静脉集成外侧直静脉, 由前向后, 汇入于侧室内侧静脉, 或与侧室内侧静脉合成共干, 再弯向后内形成大脑内静脉。

## 2. 透明隔静脉 (V. septi pellucidi)

透明隔静脉又叫侧室前静脉(图 73, 74), 导出额叶前部髓质和胼胝体前面的血液, Ferner<sup>[23]</sup> 认为正确的命名应该是额内静脉。这个静脉常有几个小支, 穿经胼胝体膝部, 再沿透明隔由前上斜向后下, 汇合成一个干, 在室间孔后缘与丘纹上静脉和脉络膜上静脉汇合成大脑内静脉。其汇合形式较为复杂, 根据我们 50 个半球的观察统计, 透明隔静脉与丘纹上静脉(有些还同时有脉络膜上静脉参加)汇合形成大脑内静脉的占 50.00%; 直接注入于大脑内静脉前部、中部或后部的占 42.00%; 注入于脉络膜上静脉或注入于丘纹上静脉的各占 4.00%。

透明隔静脉的支数, 一般只有一支, 参与丘纹上静脉汇合成大脑内静脉。但有时另有一支于透明隔后部穿过穹窿注入于大脑内静脉前部、中部或后部。

## 3. 侧室内侧静脉 (V. atrii (ventriculi lateralis) medialis)

侧室内侧静脉又叫后角静脉, 也有的叫侧脑室静脉<sup>[55]</sup>(图 74, 75), 收集顶叶后部和枕叶深部髓质的静脉血液。Ferner<sup>[23]</sup> 认为正确的命名, 应该叫顶枕内静脉。一般有数小支, 在侧脑室中央部的后部和后角室管膜下, 行向前越过尾状核, 经丘脑后部上面斜向前内, 汇入于大脑内静脉后部。

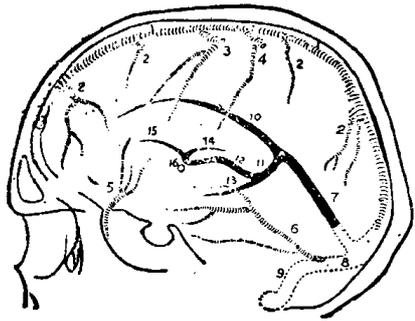
侧室内侧静脉的汇流情况, 根据我们 50 个大脑半球的脑深静脉的观察, 汇入于大脑内静脉后端的占 48.00%, 缺如的占 36.00%, 直接汇入于大脑大静脉的 4.00%, 汇入于基底静脉的或汇入于大脑内静脉前部的各占 2.00%。较特殊的有以下几种情况: (1) 侧室内侧静脉与外侧直静脉合成共干, 在丘脑中部弯向内后成为大脑内静脉的占 4.00%; (2) 侧室内侧静脉在丘脑中部弯向内后形成大脑内静脉, 在弯曲处接受较小的外侧直静脉的占 2.00%; (3) 侧室内侧静脉单独在丘脑中部弯向内后形成大脑内静脉的占 2.00%。以上三种情况的静脉角是由侧室内侧静脉与大脑内静脉共同构成, 而且位置也向后移。

侧室内侧静脉缺如时, 其收集范围的血液有三种流向: (1) 这些属支流向前, 成为丘纹上静脉的一个属支; (2) 流向下前, 成为侧室下静脉的一个属支; (3) 其所属小支分别向前和向下前汇流于上述两个静脉。

## 4. 脉络膜静脉 (V. choroidea)

脉络膜静脉极为迂曲, 包埋于脉络膜丛内, 主要接受脉络膜丛内的血液, 可以分为脉络膜上静脉和脉络膜下静脉, 在椎动脉造影时, 均可显影。

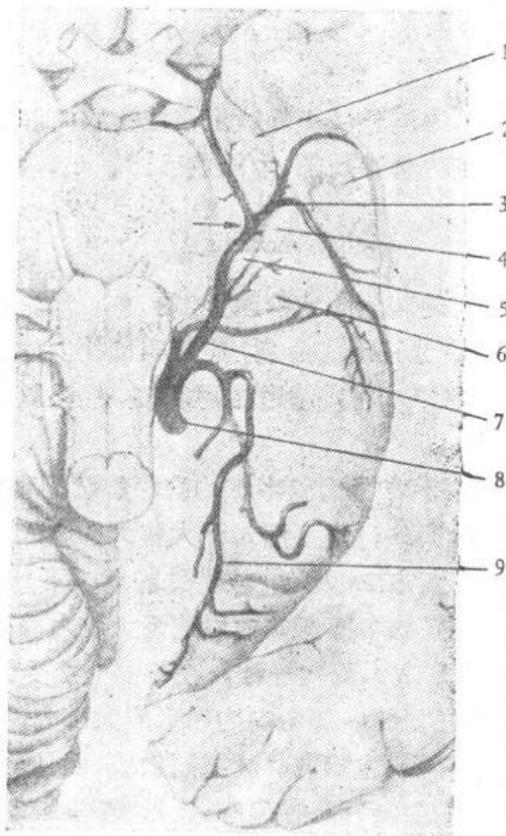
脉络膜上静脉 (V. choroidea superior): 脉络膜上静脉位于侧脑室中央部和三角部的



- |          |            |
|----------|------------|
| 1. 上矢状窦  | 9. 横窦—乙状窦  |
| 2. 升静脉组  | 10. 下矢状窦   |
| 3. 大吻合静脉 | 11. 大脑大静脉  |
| 4. 中央沟静脉 | 12. 大脑内静脉  |
| 5. 外侧裂静脉 | 13. 大脑基底静脉 |
| 6. 后吻合静脉 | 14. 丘纹上静脉  |
| 7. 直窦    | 15. 透明隔静脉  |
| 8. 窦汇    | 16. 室间孔    |

图76 正常脑静脉期像

脉络膜丛内，为大脑内静脉的属支。其主干在室间孔后缘室管膜下与丘纹上静脉和透明隔静脉汇合形成大脑内静脉的约占 52.00%。其他可以不达室间孔而汇入于丘纹上静脉、透明隔静脉、侧室内侧静脉或汇入于大脑内静脉前段、中段或后段，其汇流的情况较为复杂。



- |           |
|-----------|
| 1. 视束     |
| 2. 下角脉络膜丛 |
| 3. 侧室下静脉  |
| 4. 外侧膝状体  |
| 5. 内侧膝状体  |
| 6. 丘脑枕    |
| 7. 基底静脉   |
| 8. 大脑大静脉  |
| 9. 皮质静脉   |

图77 大脑基底静脉

在三角部和中央部的脉络膜丛内，还有一些脉络膜静脉的分支，可以汇入于丘纹上静脉或侧室内侧静脉。还有一些分支可以穿穹窿脚下缘，经脉络膜裂直接汇入至大脑内静脉或大脑大静脉。

脉络膜下静脉 (V. choroidea inferior): 脉络膜下静脉比较小，为基底静脉的属支，包埋在侧脑室下角的脉络膜丛内，向前下汇入于侧室下静脉，或直接汇入于基底静脉。

### 5. 尾核静脉 (Vv. nuclei caudati)

尾核静脉包括有尾核前静脉、尾核头静脉、尾核横静脉和尾核纵静脉。

尾核前静脉、尾核横静脉及尾核纵静脉见 106 页 1. 丘纹上静脉项内。

尾核头静脉, 位于尾核头的后内侧, 是一个恒定的小支, 向后上汇入于丘纹上静脉前支、后支或透明隔静脉。

### 6. 丘脑上静脉 (V. thalamic superior)

丘脑上静脉是由丘脑上面和内侧面后上部一些小支汇集而成, 在丘脑髓纹后部的稍下方穿出, 平行向后一短程, 汇入于大脑内静脉的后端(图 74, 78)。也有汇入于大脑大静脉、基底静脉、脉络膜上静脉或侧室内侧静脉。

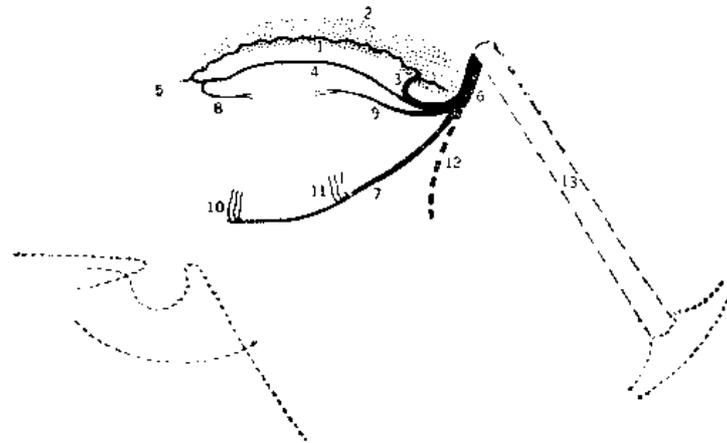


图 78 脑深静脉造影模式图  
(示丘脑的静脉)

1. 脉络膜上静脉 2. 脉络膜丛 3. 后角静脉 4. 大脑内静脉 5. 静脉角 6. 大脑大静脉 7. 基底静脉 8. 丘脑前静脉 9. 丘脑上静脉 10. 丘脑下静脉  
11. 丘脑后静脉 12. 小脑中央前静脉 13. 直窦

### (三) 基底静脉 (V. basalis)

基底静脉又叫 Rosenthal 氏静脉, 由大脑前静脉、深大脑中静脉合成, 并接受丘纹下静脉、侧室下静脉、大脑脚静脉、中脑外侧静脉和其他一些属支。由前穿质附近开始, 行向后内, 经脚间窝外侧, 在脚周围池内绕大脑脚向后上方行, 穿过内侧膝状体与外侧膝状体之间汇入于大脑大静脉(图 74, 75, 76, 77)。基底静脉的整个行程可以分为三段: 由前穿质行向后内至大脑脚前面为第一段, 叫前段; 绕过大脑脚至中脑外侧沟为第二段, 叫中段或大脑脚段; 从中脑外侧沟至汇入于大脑大静脉叫第三段或中脑段。主要收集脑岛附近、嗅区、眶面、颞叶深部髓质、豆纹区、丘脑、丘脑上部和丘脑下部视前区等部的血液。

基底静脉在脚间窝外侧接大脑脚静脉, 借后交通静脉与对侧基底静脉交通, 还与中脑外侧静脉及脑桥中脑前静脉有广泛的吻合。行经大脑脚外侧海马回沟前缘时接受侧室下静脉后, 管径明显增粗, 所以侧室下静脉是基底静脉的重要来源。

基底静脉的汇流有许多异常情况, 可以汇入于直窦或横窦, 有时汇入于大脑内静脉, 或通过中脑外侧静脉汇注于岩上窦。基底静脉各段可能断裂或缺如, 最常见的是第一段

与第二段之间断裂,第一段向前向下汇入于海绵窦或蝶顶窦,第二第三段仍向后导入于大脑大静脉。第二段与第三段之间的断裂,第一第二段汇入于中脑外侧静脉,或经大脑脚静脉借后交通静脉至对侧基底静脉,第三段仍汇入于大脑大静脉,极少数的情况下,第三段的各属支可分别导出。根据我们 50 个半球大脑深静脉的观察,大脑前静脉与深大脑中静脉不汇注于基底静脉,直接注入于附近硬膜静脉窦的,分别占 30% 或 32%,显示了基底静脉前段缺如。

基底静脉的行程中显著弯曲向下,低于海马回沟时,侧位造影,看起来像出现了小脑幕疝 (Transtentorial herniation)。

### 1. 大脑前静脉 (Vv. cerebri anteriores)

一般资料,对大脑前静脉的描述均较简单,多记载与大脑前动脉伴行<sup>[32,42,43]</sup>。根据我们的观察,大脑前静脉一般均很细小,由胼胝体膝部上下附近皮质一些小支汇合而成,行于大脑前动脉后方约 0.5—0.8 厘米处在视交叉上方有交通静脉与对侧同名静脉相连,以后转向外后,至前穿质再接受眶额静脉和嗅回静脉,与深大脑中静脉合成基底静脉。50 个半球的大脑深静脉的观察,大脑前静脉与深大脑中静脉合成基底静脉的 68.00%; 只有 2.00% 大脑前静脉单独形成基底静脉。与深大脑中静脉合成干或单独汇入于附近硬膜静脉窦的占 30.00%<sup>[43]</sup>。

大脑前静脉主要收集眶回后部、嗅回、胼胝体膝部附近皮质及旁嗅区等范围的血液。

(1) 眶额静脉 (V. orbitofrontalis): 在眶面浅面向后行,过眶面后缘至前穿质,汇入于大脑前静脉或深大脑中静脉。

(2) 嗅回静脉 (V. gyri olfactorii): 从嗅球附近起始,沿嗅沟后行,越过嗅回至前穿质附近汇入于大脑前静脉或深大脑中静脉。

### 2. 深大脑中静脉 (Vv. cerebri media profunda)

深大脑中静脉位于大脑外侧裂深部,由沿脑岛后界沟的后脑岛静脉、沿脑岛中央沟的中央脑岛静脉和位于脑岛前界沟的前脑岛静脉等汇合而成,有时有中央前脑岛静脉加入。导出脑岛附近皮质的血液,向下至前穿质附近接受丘纹下静脉后与大脑前静脉汇合成基底静脉。50 个半球的大脑深静脉的观察,与大脑前静脉汇合成基底静脉的占 68.00%,其他与大脑前静脉汇合成干或分别注入于附近的硬膜静脉窦的占 32.00%<sup>[43]</sup>。

### 3. 丘纹下静脉 (Vv. thalamostriatae inferiores)

丘纹下静脉导出丘脑外侧面前部和纹状体附近的血液,集成短干,或几个短支成扇状排列经前穿质穿出立即汇入于深大脑中静脉或基底静脉。据 50 个半球的大脑深静脉的观察,丘纹下静脉汇入于深大中静脉的占 82.00%,其他汇入于基底静脉或大脑前静脉。

### 4. 侧室下静脉 (V. ventricularis inferior)

侧室下静脉又叫下角静脉(图 77),导出颞叶深部髓质的血液。Ferner<sup>[23]</sup> 认为正确的命名应为颞下内静脉。由侧脑室下角室管膜下的一些小支汇集而成(有时从后角来一些

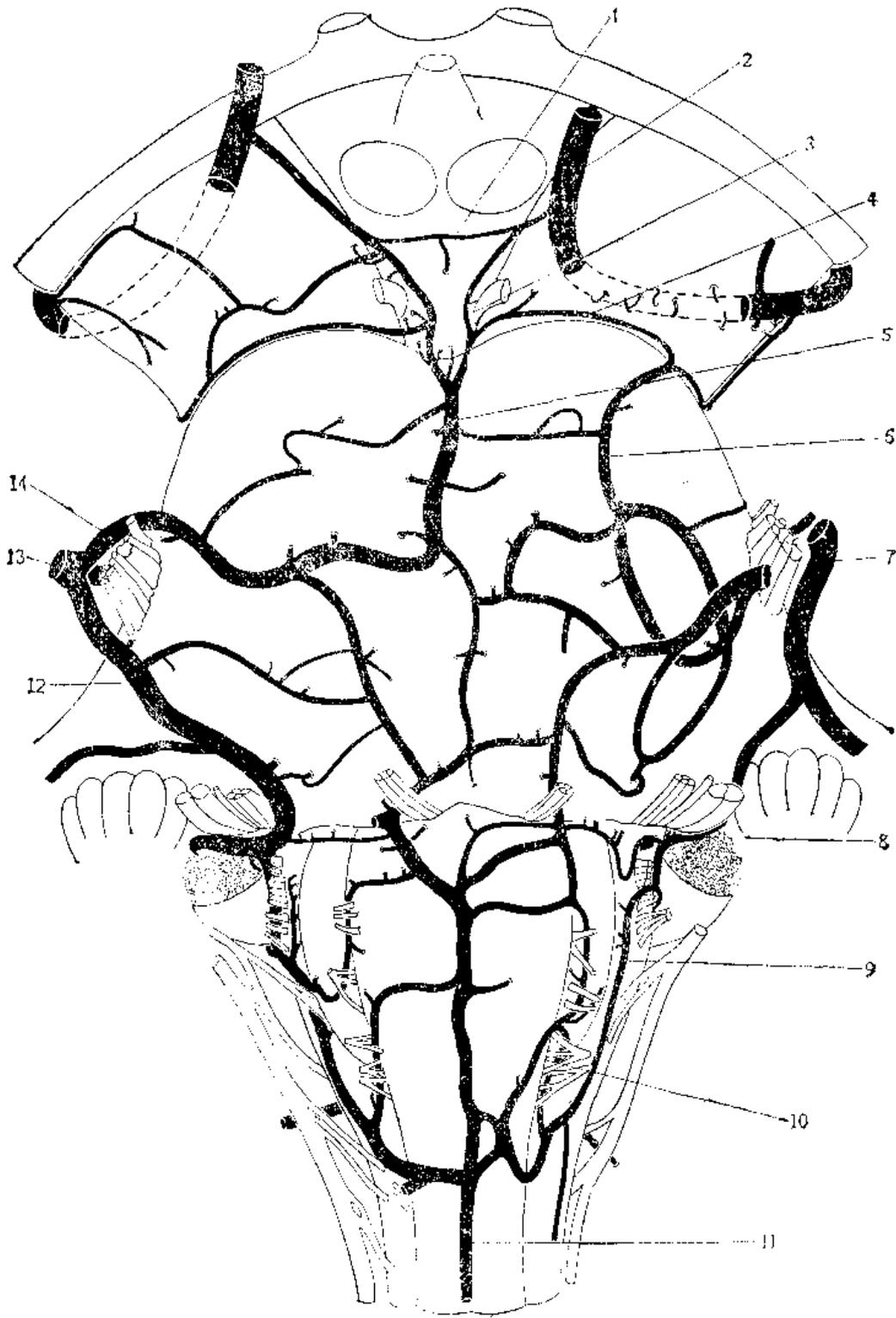


图79 脑干前面的静脉

1. 后交通静脉 2. 基底静脉 3. 颈内静脉 4. 脑桥中脑沟静脉 5. 脑桥中脑前静脉 6. 脑桥前外侧静脉 7. 小脑前静脉 8. 延髓脑桥沟静脉 9. 延髓外侧静脉 10. 延髓前外侧静脉 11. 延髓前正中静脉 12. 脑桥外侧静脉 13. 岩静脉 14. 脑桥横静脉

小支参与组成),下行至海马回沟后缘弯向外,穿出脉络膜裂至大脑脚外侧面汇入于基底静脉。汇入处的管径往往比基底静脉前段粗大。

#### 5. 大脑脚静脉 (Vv. pedunculares)

大脑脚静脉,又叫脚间静脉,为脑桥中脑前静脉的中脑部。接受中脑内侧群的一些静脉,并与中脑外侧静脉连接(图 79)。

#### 6. 海马回静脉 (V. gyri hippocampi)

海马回静脉,由海马回和海马回沟浅面许多小支汇集而成,在大脑脚外侧面注入于基底静脉。

### (四) 脑底静脉环 (Circulus venosus basalis cerebri)

脑底静脉环位于脑底,前方由交通静脉连接左右大脑前静脉,后方由后交通静脉连接左右大脑脚静脉,两侧有左右基底静脉等共同连接成静脉环。易国柱<sup>[116]</sup>报告了脑底静脉环,环的前部组成相同,环的后部,他把左右基底静脉汇入于大脑大静脉而构成环。所以他认为脑底静脉环的位置比大脑动脉环的位置偏后、较深且范围较大。脑底静脉环和大脑动脉环都是动静脉瘤好发部位。

### (五) 其他幕上的一些静脉<sup>[117]</sup>

#### 1. 大脑枕静脉 (V. cerebri occipitalis)

大脑枕静脉由大脑枕叶背外侧面上部的一些小静脉汇集而成,沿上矢状窦侧缘向前上行,至顶枕裂附近汇入于上矢状窦。

#### 2. 枕背静脉 (V. occipitalis dorsalis)

枕背静脉由枕叶后部及背侧面下部的一些小静脉汇集而成,可以是一支或多支,汇入于横窦。

#### 3. 枕内侧静脉 (V. occipitalis medialis)

枕内侧静脉由楔叶和楔前叶一些小静脉汇集而成,汇入于大脑大静脉或直窦。

#### 4. 大脑后静脉 (V. cerebri posterior)

大脑后静脉又叫胼胝体周围后静脉,或叫胼胝体背静脉。接受大脑纵裂内侧面的一些小支,从胼胝体背面开始,向后经过胼胝体中部和后部,弯向下越过胼胝体压部汇入于大脑大静脉。

### (六) 大脑深静脉造影的解剖与临床应用 (图 75, 76)

(1) 大脑大静脉汇入于直窦处,形成向下开放的锐角。在第三脑室后部的占位性病变,可以影响这个静脉角开大,变为直角或钝角。

(2) 大脑内静脉和大脑大静脉在前后位造影片上,对于大脑深部的占位性病变的诊

断颇为重要。一般大脑深部的占位性病变,在动脉期,大脑前动脉不致移位,至静脉期,大脑内静脉会向对侧移位。

(3) 在前后位片上,丘纹上静脉位于大脑内静脉的外上方,并向内下以锐角与大脑内静脉汇合。因其位置相当于侧脑室的外侧壁,当侧脑室扩大时,该汇合的静脉角则开大成为直角或钝角。

(4) 在侧位片上,丘纹上静脉经尾状核与丘脑之间的沟内前行,至室间孔后缘处形成一个急剧的锐角弯曲,叫静脉角。在大脑深部任何占位性病变,均可以引起这个静脉角形态的改变。

(5) 在海马疝的患者,静脉造影时,可以看见基底静脉随同向下移位。有时小脑幕的锐缘可以压迫基底静脉,往往引起中脑水肿,甚至出血。

### 三、间脑的静脉

人间脑的静脉,研究资料较少,因为位置的关系,间脑的动脉供应和静脉导泄与大脑中央动脉和大脑深静脉的关系密切,有些前面曾经叙述过,垂体的动脉和静脉见第五章。丘脑上部、丘脑后部的静脉与中脑的静脉有关,见本节四。现仅将丘脑的静脉简单综合介绍于下。

丘脑的静脉(图78)

丘脑的静脉分为两群导出,丘脑的上部和丘脑内侧部的静脉导入大脑内静脉或大脑大静脉;丘脑的外侧部和下部的静脉是导入于基底静脉或中脑后静脉<sup>[114,117]</sup>。

#### 1. 丘脑上静脉

见本节二。

#### 2. 丘脑下静脉 (V. thalamic inferior)

丘脑下静脉是由丘脑下面、外侧下部及前面下部的一些小静脉汇集而成,横过后穿质与中脑后静脉或大脑脚静脉连接或汇入于基底静脉。

#### 3. 丘脑前静脉 (V. thalamic anterior)

丘脑前静脉由丘脑上面和内侧面前部的一些小静脉汇集而成,向前在室间孔附近汇入于大脑内静脉或透明隔静脉。

#### 4. 丘脑后静脉 (V. thalamic posterior)

丘脑后静脉是由丘脑下外侧部和后部的一些小静脉汇集而成,注入于基底静脉或中脑后静脉。

### 四、脑干的静脉

人脑干的静脉,以前有过一些研究<sup>[68,114,117,118]</sup>。Duvernoy<sup>[68]</sup>进行了较细致的工作,把中

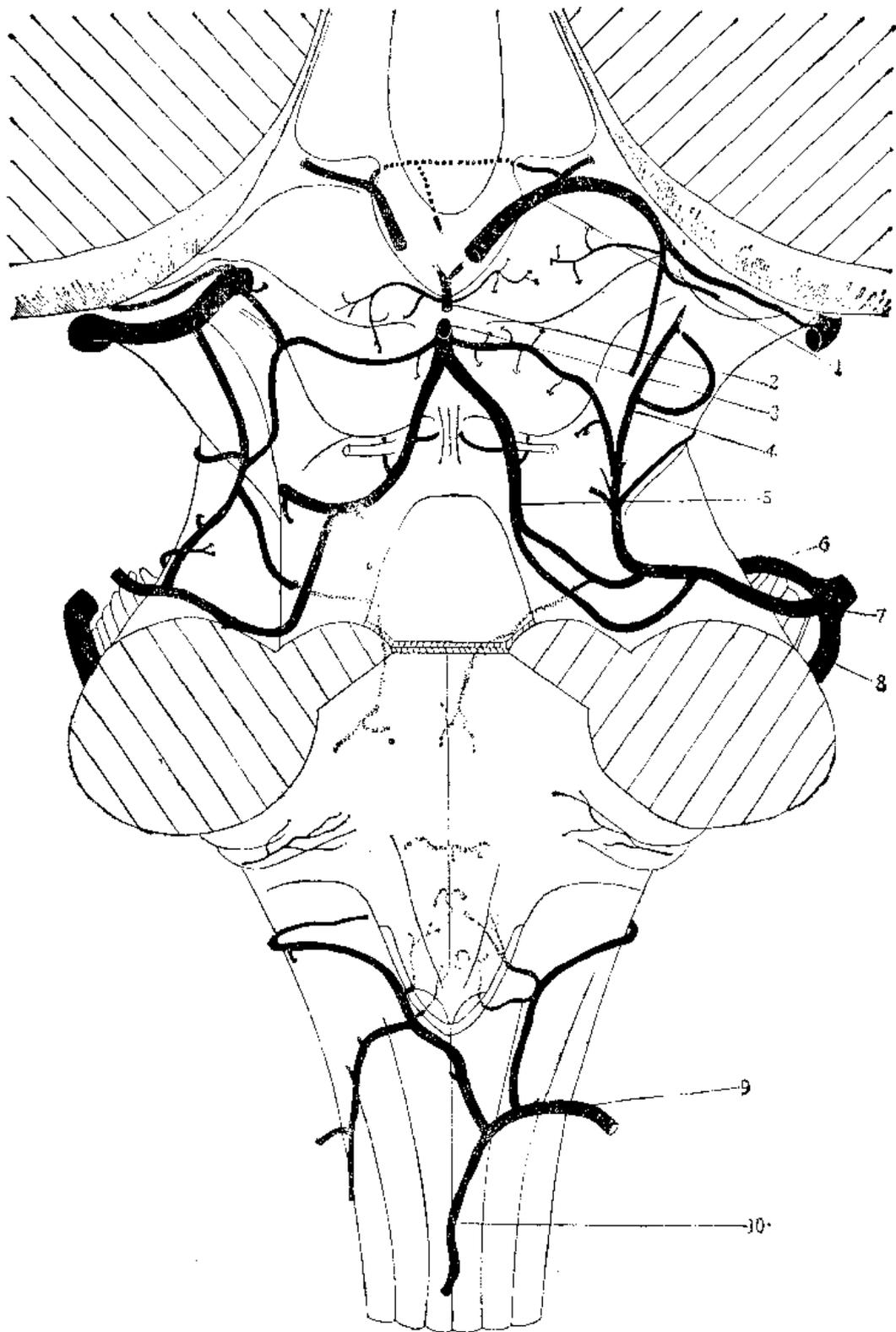


图 80 脑干后面的静脉

1. 付基底静脉 2. 丘体上正中静脉 3. 中脑背侧静脉 4. 中脑外侧静脉 5. 小脑上脚静脉 6. 脑桥横静脉 7. 岩上静脉和中脑外侧静脉 8. 脑桥外侧静脉 9. 小脑延髓池静脉 10. 延髓后正中静脉

脑、脑桥和延髓各分为前群、外侧群和后群的静脉,均从内部的流向描述至导出后的汇注情况(图 79, 80)。

### (一) 中脑的静脉

中脑的静脉可分为前群、外侧群及后群。前群和外侧群汇入于基底静脉,后群汇入于大脑大静脉。

#### 1. 中脑前群的静脉

中脑前群的静脉可以分为中脑前内侧群和中脑前外侧群的静脉(图 79, 80)。

(1) 中脑前内侧静脉: 主要收集中脑前内侧群动脉分布范围的血液,但很少导出动眼神经核和滑车神经核的血液(该两核的动脉是由中脑前内侧动脉供应)。一般由脚间窝穿出汇入于大脑脚静脉(图 53)。

(2) 中脑前外侧静脉: 中脑前外侧静脉与相应的动脉伴行,于中脑内侧沟穿出,汇入于大脑脚静脉。

#### (3) 大脑脚静脉 (*Vv. pedunculares*):

大脑脚静脉左右各一支,位于大脑脚内侧向下续于脑桥中脑前静脉,并与脑桥中脑沟静脉连接。左右大脑脚静脉之间有后交通静脉相连,向上汇入于基底静脉。主要接受中脑前内侧静脉和中脑前外侧静脉。

#### 2. 中脑外侧群的静脉(图 79, 80)

(1) 中脑内部外侧静脉 (*V. mesencephalica interna lateralis*): 中脑内部外侧静脉与中脑内部外侧动脉的行程同样弯曲,但收集范围比动脉分布的范围较大,以一些小支从中脑外侧沟穿出,汇入于中脑外侧静脉(图 53)。

(2) 中脑外侧静脉 (*V. mesencephalica lateralis*): 中脑外侧静脉是中脑外侧面的主要静脉,位于中脑外侧沟,与脑桥中脑沟静脉、小脑上脚静脉和丘体间静脉连接,下续于脑桥外侧静脉,向上汇入于基底静脉的后段。

(3) 脑桥中脑沟静脉 (*V. sulci pontomesencephalici*): 脑桥中脑沟静脉,位于同名沟内,为前连大脑脚静脉,后接中脑外侧静脉之间的吻合静脉。

#### 3. 中脑后群的静脉

(1) 中脑后群内部的静脉,根据其穿出部位分为下述两群:

① 丘体周围静脉 (*V. pericolliculi*): 丘体周围静脉与供应丘体的动脉一样,弯曲向内行,有短静脉和长静脉。短静脉导出丘体浅层的静脉血,长静脉收集丘体深层的血液,穿经中央灰质,横过丘体,汇入于浅层静脉网。

② 丘体中央静脉 (*V. colliculi centralis*): 丘体中央静脉有数支,以丘体中央静脉收集范围较广,导出中央灰质和丘体大部分的血液,有时导出动眼神经核和滑车神经核的血液。两侧丘体中中央动脉在中脑水管后方合成一支,于垂直的丘体间沟穿出,汇入于丘体上正中静脉。

(2) 丘体上正中静脉 (*V. colliculi mediana superior*): 丘体上正中静脉接受丘体中中

央静脉等，于上丘丘体间沟正中线上穿出，汇入于前中央静脉，或直接汇入于大脑大静脉。

(3) 前中央静脉 (*V. precentralis*): 前中央静脉又叫中脑背侧静脉，位于左右丘体间的正中沟内，是左右小脑上脚静脉在下丘间正中沟汇合的粗干静脉，向上汇入于大脑大静脉(图 80)。

(4) 小脑上脚静脉 (*V. cerebellar peduncle superior*): 小脑上脚静脉，左右各一，起自中脑外侧面，与中脑外侧静脉连接，沿小脑上脚斜向后上，至下丘正中线上与对侧同名静脉汇合，形成前中央静脉。行程中接受一些从实质穿出的小静脉，其中最大的属支有蓝斑下静脉汇入(图 80)。

(5) 丘体间静脉 (*V. intercollicularis*):

丘体间静脉，左右各一，前连中脑外侧静脉，横行向后，约平横的丘体间沟处汇入于前中央静脉。

(6) 中脑后静脉 (*V. mesencephalica posterior*): 中脑后静脉又叫副基底静脉，从大脑脚外侧面起始，往往与中脑外侧静脉或大脑脚静脉相连，伴基底静脉绕大脑脚向后行，汇入于大脑大静脉或其属支。

## (二) 脑桥的静脉

脑桥的静脉与脑桥的动脉一样分为前群、外侧群及后群。在脑内的分布，基本上与相应动脉一致，但穿至浅层，各群静脉之间吻合较多，也没有象动脉的排列那样整齐。

### 1. 脑桥前群的静脉

脑桥前群的静脉，在脑实质内和动脉一样也分为脑桥内部前内侧静脉和脑桥内部前外侧静脉。但被盖下部的内侧群的静脉向下导入于盲孔静脉；被盖上部的内侧静脉向上导入于大脑脚静脉；中部的内侧静脉汇入于脑桥中脑前静脉。脑桥内部的前外侧静脉，比相应的动脉较长，收集范围也较大(图 54, 30)。

脑桥前群静脉穿出至浅层，有两条纵静脉和一条横静脉，并互相连接。

(1) 脑桥中脑前静脉 (*V. pontomesencephalica anterior*): 脑桥中脑前静脉有的称为脑桥前正中静脉，位于脑桥基底沟内，接受脑桥内部前内侧静脉各支，向下续于延髓前正中静脉，向上至中脑分为两支，易名为大脑脚静脉，两侧借脑桥横静脉和脑桥延髓沟静脉与脑桥前外侧静脉和脑桥外侧静脉连接。

(2) 脑桥前外侧静脉 (*V. pontis anterolateralis*): 脑桥前外侧静脉接受脑桥内部前外侧静脉，粗细不均匀，在展神经根附近较为清楚，向下与延髓前外侧静脉相续，并与脑桥中脑前静脉和脑桥外侧静脉连接。

(3) 脑桥横静脉 (*V. pontis transversae*): 脑桥横静脉连接脑桥中脑前静脉和脑桥外侧静脉，管径较大，汇入于基底静脉丛或岩上窦。有时绕三叉神经根吻合成环，再汇入至岩上窦。

### 2. 脑桥外侧面的静脉(图 80, 54)

脑桥外侧面的静脉，在脑实质内的收集范围，与相应的动脉分布相似，在脑浅层也和动脉一样分为前、后、下三区。

(1) 脑桥外侧面前区的静脉,从三叉神经前面穿出,汇入于脑桥横静脉,再经岩上窦导出。

(2) 脑桥外侧面后区的静脉,从三叉神经后面穿出,汇入于中脑外侧静脉的下段,再经岩上窦导出。

(3) 脑桥外侧面下区的静脉,在三叉神经与面神经和位听神经之间穿出后经脑桥外侧静脉汇入于岩上窦。

(4) 脑桥外侧静脉 (*Vv. pontis laterales*), 位于脑桥外侧而,下续于延髓外侧静脉,接受脑桥外侧面下区的静脉、脑桥横静脉及延髓脑桥沟静脉等,斜向外上,经过脑桥小脑角,汇入于岩上静脉。因此,在脑桥小脑角肿瘤摘除时,如损伤这支静脉或损伤第四脑室外侧隐窝的静脉,可能引起致命性的出血。

### 3. 延髓脑桥沟静脉 (*V. sulci bulbopontinus*)

延髓脑桥沟静脉,位于同名沟内,是前连延髓前正中静脉,后接脑桥外侧静脉的横行吻合静脉。

## (三) 延髓的静脉

延髓的静脉也分为前群、外侧群及后群(图 79, 80)。

1. 延髓前群的静脉: 延髓前群的静脉,包括延髓前正中静脉、延髓前外侧静脉和延髓横静脉。

(1) 延髓前正中静脉 (*V. medullae oblongatae medianae anterior*): 延髓前正中静脉位于延髓前正中裂,隐于脊髓前动脉和延髓前内侧动脉的深面。向下与脊髓前正中静脉相续,向上移行为脑桥中脑前静脉,并借延髓横静脉与延髓前外侧静脉相连接。

延髓前正中静脉主要收集延髓内部中线两侧的内侧丘系、皮质脊髓束及中央网状结构的血液,由短的延髓前内侧静脉导出,汇入于该静脉。在上部的延髓前内侧静脉,从盲孔穿出,特名为盲孔静脉,收集脑桥被盖下部的血液。

(2) 延髓前外侧静脉 (*V. medullae oblongatae anterolaterales*):

延髓前外侧静脉位于橄榄前沟,被舌下神经根丝所遮盖,以延髓横静脉与延髓前正中静脉连接,向上移行为脑桥前外侧静脉。

延髓前外侧静脉收集相应动脉供应范围的血液,主要是皮质脊髓束的浅部和外侧部,还接受一支橄榄体静脉,导出下橄榄核内侧部及背侧副橄榄核的血液。

2. 延髓外侧窝的静脉:

延髓外侧窝的静脉与动脉不同,是直行的,有纵行和横行的。在舌咽和迷走神经根内侧纵行的叫橄榄后静脉,在这些神经根外侧的叫延髓外侧静脉。横位的叫延髓脑桥沟静脉,位于同名沟附近,与橄榄后静脉共同或分别汇入于延髓外侧静脉。

延髓外侧静脉在舌咽和迷走神经根丝的外侧上行,穿过面神经和位听神经之间至脑桥移行为脑桥外侧静脉。下端借延髓横静脉与延髓前外侧静脉和延髓前正中静脉连接。

内部的延髓外侧静脉和延髓内部外侧动脉一样,也分为上、中、下和后群,穿出后,分

别汇入于延髓外侧静脉、橄榄后静脉和延髓脑桥沟静脉。

### 3. 延髓后部的静脉

(1) 延髓后部静脉一般较大,常有下列主要的二支:

① 中央后静脉 (V. centralis posterior): 中央后静脉导出舌下神经核、迷走神经背核及孤束核的血液,左右侧各汇成一小支,均向后行,在延髓门部附近合成为中央后静脉,因此又称门静脉,汇入于后正中静脉或下角缘静脉(图 80、II 57)。

② 左侧(右侧)后静脉 (V. sinistra (dextra) posterior): 左侧(右侧)后静脉主要收集第四脑底的一些小支,有时收集范围较大,甚至可以收集舌下神经核、迷走神经背核和孤束核上部的血液,在室管膜下,注入于下角缘静脉。

(2) 延髓后部的浅静脉:

① 后正中静脉 (V. mediana posterior): 后正中静脉位于延髓后面下部后正中沟内,向上分为左右两支,沿第四脑室下角带延伸,叫下角缘静脉,横过延髓外侧面,在延髓外侧窝汇入于延髓外侧静脉。有时绕过小脑下脚向外行,叫小脑下脚静脉,也汇入于延髓外侧静脉,向下与小脑延髓池静脉连接。

② 小脑延髓池静脉 (V. cisternae cerebellobulbaris): 由延髓后面的一些小静脉汇合形成,汇入于枕窦。常与后正中静脉和小脑下脚静脉连接。

## 五、颅后窝和小脑的静脉

小脑的静脉由胚胎时后脑背侧静脉和后脑腹侧静脉发育而来。成体的小脑静脉各家的分类和命名极不统一。Warwick<sup>[9]</sup> 一般解剖学<sup>[55,121]</sup>都把小脑静脉分别称小脑上静脉和小脑下静脉。由于脑血管造影的发展,特别是近年来,许多国家,对椎动脉造影已成为许多医学中心诊断过程的一个常规。Takahashi<sup>[21]</sup> 根据小脑和脑干一些静脉汇流的情况,分为上群、前群和后群。上群主要汇入至大脑大静脉,前群汇入岩静脉至岩上窦,后群汇入至窦汇或直窦。

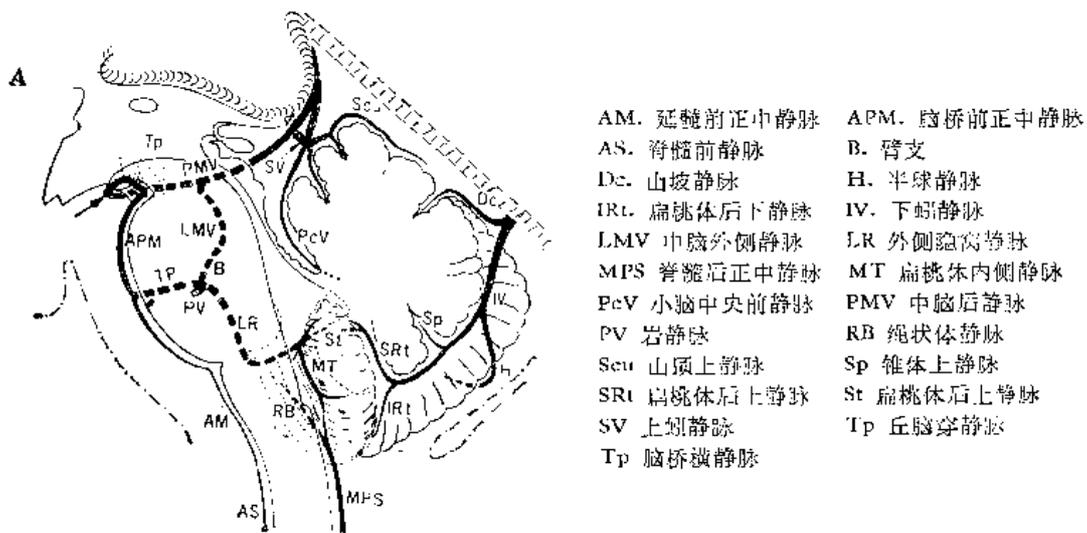


图 81 小脑和脑桥静脉

### (一) 上群的静脉 (图 81 III 23):

#### 1. 小脑中央前静脉 (V. cerebellar precentralis)

小脑中央前静脉,起自中央叶两侧区域的两个小支,至小脑中央叶和小脑舌之间的前中央裂处合成为小脑中央前静脉,向上向前达第四脑室顶的后面,再转向后上并汇入于大脑大静脉。这个静脉在下丘与中央叶之间形成一个钝角,叫丘体中央角,角的顶为丘体中央点(图 80)。

小脑中央前静脉,往往有变异。小脑中央叶两侧的支,可以不吻合,也可以汇入于上蚓静脉。

#### 2. 上蚓静脉 (V. vermicular superior)

上蚓静脉是小脑上面前部一些小静脉支在原裂处汇集而成,所以也可以称为山顶上静脉。形成后,沿山顶向上达山顶尖端转向后上,在小脑前中央静脉的前面汇入于大脑大静脉。有时与小脑中央前静脉合成一干再汇入于大脑大静脉(图 81)。

### (二) 前群的静脉 (图 81)

#### 1. 岩静脉 (V. Petrosa)

岩静脉起于小脑前角,接受脑干来的脑桥横静脉、小脑上脚静脉、小脑半球上静脉、水平裂静脉、半球下静脉和第四脑室外侧隐窝静脉等,汇入于岩上窦。

#### 2. 半球上静脉 (V. hemispherica superior)

半球上静脉经常成对,起自小脑上面前部各裂,各支可以直接汇入于岩静脉前角;各支也可以先合成一个支再汇入于岩静脉前角,还可以与水平裂静脉相连接。

#### 3. 水平裂大静脉 (V. fissura horizontalis magna)

水平裂大静脉,是小脑半球下面最大的静脉,导出小脑半球下面前部的血液。起于水平裂的后部,走向脑桥小脑角,汇入于岩静脉的前角。

#### 4. 半球下静脉 (V. hemispherica inferior)

小脑静脉的前群有几支半球下静脉,在半球下面各裂内,多各支分别直接汇入于岩静脉。

#### 5. 扁桃体内侧静脉 (V. tonsillae medialis)

扁桃体内侧静脉起自小脑扁桃体内侧面,经小脑延髓裂汇入于岩静脉。

#### 6. 第四脑室外侧隐窝静脉 (V. recessus lateralis ventriculi quarti)

第四脑室外侧隐窝静脉起于小脑扁桃体内侧,同小脑扁桃体内侧静脉一样行向前外,恒定地经第四脑室外侧隐窝进入脑桥小脑角,再经绒球下方,向上越过小脑中脚,汇入于岩静脉前角。

### (三) 后群的静脉 (图 81)

#### 1. 下蚓静脉 (V. vermian inferior)

下蚓静脉由上后扁桃体小支、下后扁桃体小支及扁桃体内侧支等在锥体的下方汇合形成,在蚓旁沟沿下蚓向上后方汇入于直窦或横窦。

脑静脉造影时,下蚓静脉显示一个向内后方凸起的弓形弯曲,一般位于正中线的外侧 2—5 毫米处,或位于枕骨内板的前方 5—10 毫米处。

#### 2. 锥体上静脉 (V. suprapyramidalis)

锥体上静脉行于小脑锥体与蚓结节之间的锥体上裂内,汇入于下蚓静脉。

#### 3. 山坡静脉 (V. delivalis)

山坡静脉多起于原裂,向后下汇入于下蚓静脉。

#### 4. 半球下静脉 (V. hemispherica inferior)

半球下静脉,除有几支各自汇入于岩静脉外,还有几支导出小脑半球下面后部的血液,汇入于下蚓静脉。位于小脑半球下面外侧部的半球下静脉,行向上越过小脑半球后下面,汇入于横窦的外侧部。

## 第二节 硬膜静脉窦 (Sinus venosi Durales)

脑新陈代谢后的静脉血,无论深层或浅层的静脉血都集中经硬膜静脉窦回流,经颈内静脉导入心脏。因此,硬膜静脉窦的栓塞,必然引起大脑郁血或出血,所以硬膜静脉窦的连通关系,具有很大的临床意义。

硬膜静脉窦是位于两层硬脑膜之间的静脉道,窦壁的外层是由致密的胶原纤维所组成,坚韧无弹性;内层是由疏松的细胶原纤维构成。窦腔内表面衬有内皮,与静脉的内皮相续,但无瓣膜。在大脑静脉和小脑静脉汇入静脉窦的入口处具有瓣膜装置,如半月瓣,小梁和中隔等,有调节入窦血流的作用<sup>[120]</sup>。人的硬膜静脉窦可分为后上群与前下群。后上群包括上矢状窦、下矢状窦、左右横窦、左右乙状窦、直窦、窦汇、左右岩鳞窦及枕窦等;前下群包括海绵窦、海绵间窦、左右岩上、岩下窦、左右蝶顶窦及基底窦等,此外,还有旁窦、大脑镰静脉和小脑幕静脉。

### 一、上矢状窦 (Sinus sagittalis superior) (图 77, 78)

上矢状窦位于大脑镰凸缘附着处,前从鸡冠开始,沿颅内面的矢状沟向后行,至近枕内隆凸处,多偏向右移行为右横窦,也有的后端分叉,分别移行于左、右横窦(详后窦汇)。

上矢状窦的横切面呈三角形,由前向后逐渐增大。左右侧壁有大脑上静脉的开口,还有突入的蛛网膜颗粒。每侧还有三个静脉陷窝 (Venous lacunae), 是窦壁较薄的扩大部分(图80)。顶静脉陷窝最大,枕静脉陷窝次之,在前的额静脉陷窝最小。Балясов<sup>[120]</sup> 记录

了：儿童静脉陷窝不明显，成年的静脉陷窝发育良好；到老年，这些静脉陷窝有彼此连续的倾向，每侧几乎成一个长形的陷窝<sup>[9]</sup>。静脉陷窝接受大脑上静脉的开口，每个静脉陷窝可接受1—3个静脉。静脉陷窝内有许多纤维横过，还有许多柱状、中隔状或弓形的蛛网膜颗粒从下突入至陷窝内。窦的下角也有许多横行纤维束横过。

Balo<sup>[121]</sup> 经用组织学方法研究，观察到上矢状窦后半窦壁内有一个海绵状间隙系统（窦汇及直窦也有），类似阴茎海绵体组织，为一种膨胀式结构，是由结缔组织包绕的间隙，约50—100微米的直径，但无平滑肌纤维。这个海绵状间隙系统，介于窦的内皮覆盖物与硬膜之间，多存在于一侧，而且是间隔存在，每段约1—2厘米长，有海绵样间隙存在处的窦壁增厚。这个间隙系统可以在神经调节下由硬脑膜的小动脉的充血而充满，当海绵状间隙充满时，则阻滞脑血液的流出，必然导致脑内静脉的郁血。一般上矢状窦由海绵状间隙的充满而阻滞，将引起大脑皮层的充血。直窦阻滞，引起大脑大静脉区域的被动充血，并引起脑脊髓液的分泌增加。当海绵状间隙系统空虚时，则促进脑血液的导出。因此，这种海绵状间隙系统对脑的血液循环的调节和脑脊液的产生具有重要意义。

上矢状窦接受大脑半球浅层的血液，在后端还接受经顶孔导入颅骨骨膜的静脉，静脉陷窝处导入板障静脉和硬脑膜静脉的血液。上矢状窦起始部与鼻静脉有吻合，在儿童较明显。

上矢状窦的栓塞是最多见的，常可由小儿脱水、头部外伤、皮质血栓性静脉炎及横窦的血栓等引起。在上矢状窦最前部栓塞可以不出现病状，如在顶部栓塞可以引起脑皮质被动充血，颅内压增高及视乳头水肿等严重症状。

上矢状窦可与头皮静脉、板障静脉和鼻腔的静脉交通，这些部位的化脓性感染，有可能引起上矢状窦的传染性血栓形成(图78)。

## 二、直窦 Sinus rectus (图74, 75, 77, 79)

直窦位于大脑镰与小脑幕结合处的两层硬脑膜之间，开始部明显膨大，向后下行，近枕内隆凸处偏向左移行为左横窦，或入窦汇，或分叉为左右两支，参与左、右横窦。胡启仁<sup>[124]</sup>和 Балясов<sup>[120]</sup> 报道有三分支、四分支甚至五分支的。直窦除接受大脑大静脉和下矢状窦外，还直接接受小脑幕静脉和小脑静脉，这些静脉开口处都有半月瓣<sup>[120]</sup>。

直窦的横切面也呈三角形，左、右侧壁横径约3—8毫米，底壁3—18毫米。窦内有许多横行纤维，和有H形或网状的小梁。从组织学的观察，也有海绵状间隙系统(见上)。

Balo<sup>[122]</sup> 报道，在直窦底壁，大脑大静脉汇入的角上有一个松果腺上蛛网膜体的小结节，从窦的底壁突出，高4毫米，宽2.5毫米。他认为这个小结节似有球状瓣的作用，控制大脑大静脉的血液的流出，可以影响侧脑室脑脊液的分泌作用。

因直窦位于大脑镰附于小脑幕处，当颅后窝有肿瘤时，脑静脉造影，可见直窦位置升高。又当出生时损伤直窦，颅后窝发生的血肿，可以致命。小脑肿瘤手术时，容易损伤直接汇入直窦的小脑静脉和小脑幕静脉，应予注意<sup>[120]</sup>。

## 三、下矢状窦 (Sinus sagittalis inferior, 图76, 77)

下矢状窦在大脑镰下缘后半或后2/3处的两层硬膜内，后部稍增大。接受大脑镰静

脉、偶有大脑半球内侧面的静脉汇入。

#### 四、横窦 (Sinus transversus) (图 75, 80, 81)

横窦是一对大的硬膜静脉窦,位于小脑幕附着缘两层硬脑膜之间,容于颅骨内面的横窦沟内。从枕内隆凸开始,一般右横窦多续于上矢状窦;左横窦续于直窦。但也可以共同起于窦汇,或由上矢状窦与直窦分叉,分别形成左、右横窦,类型极为复杂(见后)。横窦从起始部开始后,在小脑幕附着缘弧行向前外,并轻度凸向上弯曲,至近颞骨岩部底急弯向下移行为乙状窦。横窦口径,由后向前逐渐增大,一般右侧大于左侧。横窦横切面呈三角形,窦内有小梁和中隔等。窦壁也有海绵状间隙系统(见前)。

横窦除接受上矢状窦和直窦的血液以外,经过中还接受大脑下静脉, Labbe 氏吻合静脉、小脑及脑干的静脉、导静脉和板障静脉的血液,在移行为乙状窦处附近,还接受岩上窦的血液。

颅骨内面左右侧的横窦沟,在爱克司光平片上可以看出其大小,临床上常借此来判定左右横窦的大小。Browning<sup>[123]</sup> 比较观察了横窦沟容积大小与横窦容量的关系,显示了横窦的容量与颅骨横窦沟容积之间近一半是不一致的。有 11% 左、右横窦的容量是相等的,而其横窦沟可以一侧是浅的,另一侧是深的,甚至另一侧是缺如的。有 32% 左、右横窦沟是相等的,而其两侧横窦的容量是不一致的,其一侧的容量可以是另一侧容量的 1.5 倍至 4 倍。所以凭横窦沟来判定横窦容量的大小是不可靠的。

左、右横窦横断面的面积,胡启仁<sup>[124]</sup>报道左横窦平均为 17.39 平方毫米;右横窦平均为 25.96 平方毫米,右侧横窦明显大于左侧横窦。

左、右横窦面积的大小,许多学者进行了比较,现把国人资料与部分外国人的资料进行比较,列为表 III.2,以供参考。

从表 III.2 可以看到,左右横窦除左右侧接近相等的以外,以右侧偏大的最多,特别是右侧大于左侧三倍以上的占 26%;左侧大于右侧的只 4%。当左横窦过小,右横窦发生急性阻塞时,或右侧颈内静脉结扎,可能发生脑静脉的回流障碍,引起严重的脑郁血。临床统计,右横窦栓塞较为多见,可能是右横窦较大,发生栓塞时,临床症状严重,容易发现。左横窦较小,当发生栓塞时,可由较大的右横窦代偿,所以较不容易发现。

表 III.2 左右横窦一侧偏大统计表

种族	作者	例数	一侧横窦偏大数				
			左右侧偏大例数	左侧偏大	右侧偏大	左侧偏大三倍以上	右侧偏大三倍以上
中国人	陈义爵等	50	28	7	21	1	10
	胡启仁	50	33	13	25	3	16
	合计	100	61	20	46	4	26
外国人	Edwards	50	46	21	25	1	1
	Woodhall	100	52	13	39	3	4
	Gibbs & Gibbs	25	19	6	13	1	5
	Browning	100	80	29	51	7	19

## 五、乙状窦 (Sinus sigmoideus) (图 76, 80)

乙状窦位于颞骨乳突部乙状沟内两层硬脑膜之间,在横窦离开小脑幕处开始,沿乙状沟弯曲向下内行,横过颈静脉突转向前,至颈静脉孔,终于颈内静脉上球。

乙状窦上部仅以薄骨片与鼓房及乳突小房相隔,乳突小房的感染,有可能波及于乙状窦,引起乙状窦栓塞。

乙状窦可由髁管的导静脉与头皮的静脉交通,头皮的感染也有可能波及至乙状窦。

## 六、枕窦 (Sinus occipitalis) (图 81)

枕窦是位于小脑镰附着缘的最小静脉窦,从枕骨大孔边缘上行至窦汇或其他静脉窦。陈义蔚等报道了中国人的枕窦有 1—6 条,其中以一条的最多,占 74%,其最小的管径仅 0.09 毫米,最大的达 10 毫米,而且直接移行为左横窦。胡启仁统计了中国人枕窦汇流情况是:汇流于窦汇的 6%,汇流于直窦及其分支的占 72%,汇流于左横窦起始部的 16%;汇流于右横窦的 4%,直接移行为左横窦的 2%。枕窦还可与乙状窦连结,一般都绕过枕骨大孔边缘再与乙状窦相连。枕窦还可与椎静脉丛交通。

Блясов<sup>[120]</sup> 报道枕窦的变异性最大,缺少枕窦的占 8%,有不少例子枕窦为横型,还有半数例子有几个分支汇入于窦内。

## 七、窦汇 (Confluens sinuum)

窦汇是诸硬膜静脉窦在枕内隆凸处汇流的联合形式,各家意见不一致。可以归纳有三种讲法:(1) 窦汇是由上矢状窦、直窦、枕窦在枕内隆凸处汇合并与左右横窦相连<sup>[121]</sup>;(2) 把上矢状窦与直窦汇合处膨大或仅把上矢状窦后端膨大处称窦汇;(3) 把上矢状窦、直窦和横窦汇集之处叫窦汇。实际上这几个硬膜静脉窦在枕内隆凸处的汇流情况极为复杂,形式多样。从许多学者的研究资料看来,其分型是包括窦汇区这几个硬膜静脉窦各种汇集形式。

窦汇的汇合形式复杂,对临床诊断和治疗工作关系密切,因此国内外有过许多研究。Padget<sup>[8]</sup> 从胚胎发生阐明窦汇的形成。Balo 证明了窦汇壁内也有海绵样间隙组织的存在<sup>[122]</sup>, Browning 测量了各硬膜静脉窦的容量和与颅骨横窦的关系<sup>[123]</sup>。国内有胡启仁<sup>[124]</sup>、陈义蔚<sup>[125]</sup>、易国柱<sup>[126]</sup>、王务迪等<sup>[127]</sup>、唐韬孟<sup>[128]</sup>和湖北医学院<sup>[129]</sup>进行过这方面的研究。各家对窦汇的分型方法不完全一致,我们同意以上矢状窦和直窦血流方向为依据,以胡启仁的分型为基础,稍加补充,综合分为六型,并把国人陈义蔚、胡启仁、易国柱和王务迪等的统计综合为表 III.3。

第 I 型——窦汇型:相当于陈蔚义等、易国柱、唐韬孟及湖北医学院等的简单型,即上矢状窦、直窦和左右横窦汇合于枕内隆凸处。国人 442 例,窦汇型占 19.00% (图 86A)。该型有关诸窦的横断面,平均面积按上矢状窦、直窦、左横窦及右横窦的顺序,陈义蔚等的测量平均为 19.80, 7.80, 19.40, 47.80 平方毫米;胡启仁的测量平均为 23.04, 6.94, 15.87,

表 III.3 窦汇类型统计表 (%)

作者	例数	第 I 型 窦汇型	第 II 型 双分支型	第 III 型 上矢状窦分支 型直窦偏侧		第 IV 型 直窦分支型 上矢状窦偏侧		第 V 型 单偏侧型		第 VI 型 双偏侧型	
				L 亚型	R 亚型	L 亚型	R 亚型	L 亚型	R 亚型	L 亚型	R 亚型
陈义蔚等	50	22% (11)	26% (13)	18% (9)	2% (1)		22% (11)	2% *(1)	8% *(4)		
胡启仁	50	6% (3)	16% (23)	8% (4)		8% (4)	26% (13)		2% (1)		4% (2)
易国柱	200	21.5% (43)	35.5% (71)	15.5% (31)		27.5% (55)					
王务迪等	142	19.01% (27)	29.85% (42)	16.90% (24)		26.71% (38)		6.34% (9)		1.41% (2)	
小结	442	19.00% (84)	33.71% (194)	15.61% (69)		27.38% (121)		3.39% (15)		0.90% (4)	
Hempel <sup>△</sup>		24.6%	26.6%	14.4%		25.4%		8.6%			
Browing	100	36% (36)	24% (24)	16% (16)		24% (24)					

\* 原文列在上矢状窦偏侧型, 本书作者按内容调整。

△ 引自参考文献[4]

33.11 平方毫米。窦汇型右横窦比左横窦大 1 倍以上。

第 II 型——双分支型: 上矢状窦与直窦均分为左右两支, 分别汇合成为左横窦和右横窦(图 86B1, B2), 国人 442 例, 本型占 33.71%。有关各窦的横断面积, 按上矢状窦、直窦、左横窦、右横窦的顺序, 陈义蔚等测量是 23.00, 8.00, 25.00, 27.00 平方毫米; 胡启仁测量为 21.77, 7.19, 18.77, 20.71 平方毫米。由此可以看出, 双分支型左右横窦的横断面积平均数很接近。

第 III 型——上矢状窦分支、直窦偏侧型: 即上矢状窦分为左右两支, 直窦不分支偏向左侧或右侧。因此又把偏左的定为 L 亚型, 偏右的定为 R 亚型, 国人 442 例, 本型占 15.61% (图 86C1, C2)

上矢状窦分支(一般都是左支小, 右支大), 直窦偏流于左侧的 L 亚型, 有关各窦的横断面积, 按上矢状窦、直窦、左横窦、右横窦顺序, 陈义蔚等测量为 21.70, 6.70, 17.90, 29.90 平方毫米; 胡启仁测量为 20.95, 9.64, 8.41, 25.68 平方毫米。可以看出, 右横窦仍明显地大于左横窦。

第 IV 型——直窦分支、上矢状窦偏侧型: 即直窦分为左右两支, 上矢状窦不分支偏向左侧或右侧, 所以也分为 L 或 R 亚型。国人 442 例, 本型占 27.83% (图 86D1, D2), L 亚型有关各窦的横断面积, 按上矢状窦、直窦、左横窦、右横窦的顺序, 胡启仁为 18.21, 7.26, 33.68, 9.79 平方毫米, 显示了左横窦明显地大于右横窦, 说明上矢状窦的流向, 决定了该侧横窦的大小。R 亚型有关各窦的横断面积, 陈义蔚等测量为 17.00, 8.30, 15.50, 27.70 平方毫米; 胡启仁测量为 21.10, 8.05, 10.61, 35.71 平方毫米, 显示了右横窦明显地大于左横窦。

第 V 型——单偏侧型: 即上矢状窦和直窦均不分支, 分别偏流于相反的一侧。可分

为上矢状窦偏流于左侧，直窦偏流于右侧的L亚型，和上矢状窦偏流于右侧，直窦偏流于左侧的R亚型(图86E1, E2)。国人442例，本型占3.39%，有关各窦的横断面的面积，以上矢状窦偏流侧最大。这种单偏侧型，提示了左、右颈内静脉在颅内无大的吻合，临床上更有重要的意义。

第VI型——双偏侧型：即上矢状窦与直窦同偏流于左侧或右侧，这种类型较少见，仅王务迪等和胡启仁各报告了2例(图86F)。

窦汇的各种类型，综合国人资料与外国人的进行比较列为表III.3。可以看出国人的窦汇，双分支型比外国人的出现率稍高，外国人未见双偏侧型。

综上六型，还可以看出上矢状窦以偏流于右侧的较多，而直窦则以偏流于左侧的较多，提示了脑深部的静脉血以导向左横窦为主。

从各窦横断面积来看，绝大多数是右横窦明显大于左横窦。

## 八、海绵窦 (Sinus cavernosus) (图82, 87)

海绵窦左右各一，位于蝶鞍两侧两层硬脑膜之间，前起于眶上裂内侧端，后至颞骨岩部的尖端，平均长约2厘米，宽1厘米。左右海绵窦之间，鞍膈前后附着缘前面含有海绵间前窦，后面含海绵间后窦，连同左右海绵窦，环绕垂体，形成环窦。在蝶鞍底部还有海绵间下窦(详第五章第五节)。海绵窦内衬有一层内皮，窦内有許多细纤维交织，因而命名为海绵窦。颈内动脉和其周围围绕的许多交感神经纤维经过海绵窦内的内侧部前行，但隔有内皮。在内皮与颈内动脉下外侧之间有展神经通过。

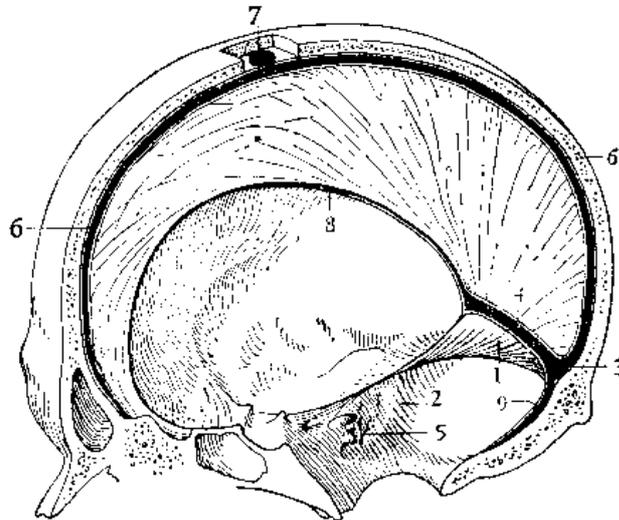


图82 硬脑膜隔和硬膜静脉窦

- 1.横窦 2.乙状窦 3.窦汇 4.直窦 5.迷路静脉 6.上矢状窦  
7.静脉陷窝 8.下矢状窦 9.枕窦

海绵窦的上壁厚约0.5—1毫米，固定于蝶小翼、前、后床突及鞍背，移行为鞍膈。海绵窦内侧壁仅由0.1—0.5毫米厚的纤维层所构成，上方与垂体囊相融合；下方以薄骨片(约0.5—4.0毫米)与蝶窦相隔。Michailow<sup>[4]</sup>研究了这薄骨片的厚度，小于1毫米的占42%，1—2毫米的占31%，3毫米以上的占27%。海绵窦的外侧壁，可区分为两层，外层

是一层致密结缔组织；内层为细的疏松结缔组织和大量的网状纤维所构成，内层内自上而下有动眼神经、滑车神经、三叉神经的眼神经和上颌神经穿过，与窦仅隔以内皮（图 87）。因此海绵窦的局部关系比其他静脉窦较为复杂，当海绵窦栓塞时，运动眼球的三对脑神经均受压迫，表现眼球僵直。

海绵窦胚胎发生过程原来是一个静脉网，以后出现部分间隙和陷窝，成为耳前窦的前部，明确的结构，在出生以后才开始形成。Michailow<sup>[4]</sup> 观察了 8 岁以下儿童的海绵窦处，多属静脉网，仅 15% 显示有静脉间隙，从来未见有统一的腔。在成人的海绵窦，有一个统一腔的占 69%，内有许多结缔组织小梁，窦由许多静脉间隙所组成的仅 27%，没有统一的腔。有 4% 还是静脉网，充分反映了个体发生的过程。

海绵窦除由海绵间窦左右相通外，还通过汇集的许多分支与颅外静脉有广泛的连系（图 82）。

### 1. 海绵窦与颅外静脉的吻合

(1) 眼上静脉 (Vena ophthalmica superior): 眼上静脉起于眼睑内侧分的后面，向前与面前静脉吻合；向后经眶上裂注入于海绵窦。

(2) 眼下静脉 (Vena ophthalmica inferior): 由眶底和眶内侧壁前部的静脉网汇成，接受下直肌、下斜肌、眼睑和泪囊的静脉，沿下直肌上面而后行，与眼上静脉合并或单独注入海绵窦。眼下静脉有小支经眶下裂与翼肌静脉丛吻合，与颅外静脉交通。

(3) 导静脉 (Venae emissariae): 通过卵圆孔的导静脉，与颅外翼肌静脉丛吻合，向内汇入海绵窦。

### 2. 海绵窦在颅内也有广泛的静脉吻合 (图 82)

(1) 海绵窦接受浅大脑中静脉及大脑下静脉，可以通过下大吻合静脉和前大吻合静脉，与横窦和上矢状窦交通。

(2) 经岩上窦与横窦交通。

(3) 经岩下窦通至颈内静脉。

(4) 接受蝶顶窦。

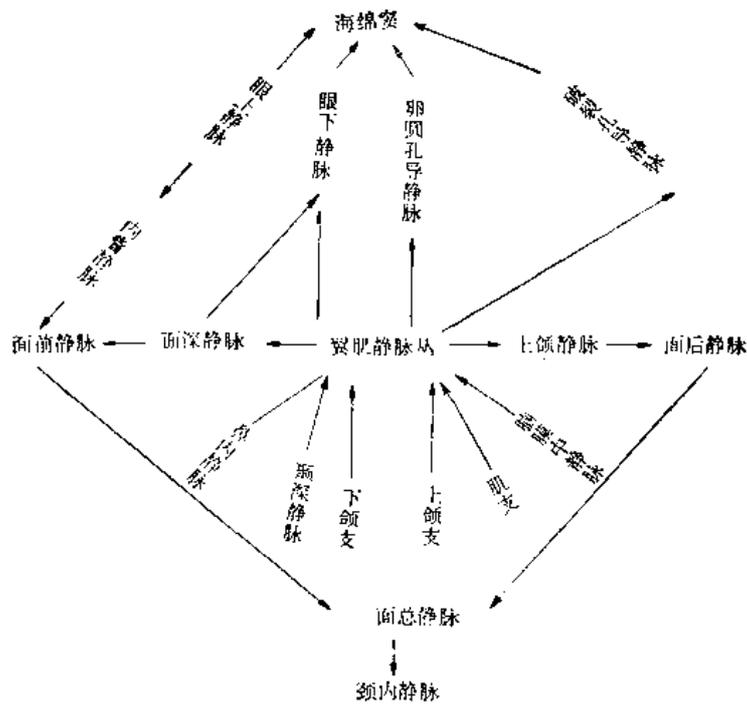
(5) 有时接受脑膜中静脉的额支。

海绵窦内无瓣膜，且不能收缩，其血液的排出，靠颈内动脉扩张性搏动的一些作用和重力及头位置的影响。海绵窦与颅内和颅外交通的一些静脉亦无瓣膜，可以逆流，所以眼、面部、鼻旁窦、咽及牙齿的感染，均可能波及到海绵窦。海绵窦与翼肌静脉丛的关系如下表（127 页）。

海绵窦内有颈内动脉通过，有时会产生海绵窦颈内动脉瘘。

## 九、蝶顶窦 (Sinus sphenoparietalis) 或小翼窦 (图 82)

蝶顶窦左右成对，位于蝶骨小翼后缘两层硬脑膜之间，但存否不定。接受附近硬脑膜静脉，有时接受硬脑膜中静脉的额支，开口于海绵窦前端。



## 十、岩上窦 (Sinus petrosus superior, 图 82)

岩上窦是狭小的静脉窦,位于颞骨岩部上缘岩上沟两层硬脑膜之间,左右成对,内侧端过三叉神经之上,与海绵窦后上部相通,外侧端终于横窦末段。

## 十一、岩下窦 (Sinus petrosus inferior, 图 82)

岩下窦左右成对,起于海绵窦后下部,在岩枕裂上两层硬脑膜之间,向后行,于颈内静脉孔前面入颈内静脉上球。接受迷路静脉和延髓、脑桥和小脑下面的静脉小支。

岩下窦伴同咽升动脉的脑膜支,位于颈内静脉孔的前内侧;乙状窦伴同枕动脉的脑膜支,位于颈内静脉孔的后外侧,二者中间有第 IX、第 X 及第 XI 对脑神经。

## 十二、基底静脉窦 (Sinus venosi basilaris, 图 82) 或 基底静脉丛 (Plexus venosi basilaris)

基底静脉窦是位于斜坡两层硬脑膜之间的几个内在连结的静脉道,与海绵窦、岩上窦和岩下窦相通连,向下与椎静脉丛交通。

## 十三、岩鳞窦 (Sinus petrosquamous)

岩鳞窦位于颞骨鳞部与岩部相接处后部的沟内或骨管内,两层硬脑膜之间,向后开口

于横窦，前面通过颞孔与下颌后静脉交通。岩鳞窦可以全部导出至下颌后静脉，也可以缺如。

#### 十四、旁窦 (Parasinuses)

旁窦过去未见记载，Балясов<sup>[120]</sup> 发现有些脑在上矢状窦和直窦旁边有这种旁窦，且与上矢状窦和直窦平行，也是在两层硬脑膜之间的静脉道，长约 2—5 厘米，横径 0.2—0.4 厘米，壁的构造，与硬膜静脉窦相类似。大脑静脉、小脑静脉和硬脑膜静脉都可以汇入旁窦，由旁窦再注入硬膜静脉窦。

#### 十五、大脑镰静脉 (Vv. falcis cerebri)

大脑镰静脉是由大脑镰内一些小静脉汇集的静脉干，向上汇注于上矢状窦，向下汇注于下矢状窦。有时大脑镰静脉成为上矢状窦与直窦间的吻合静脉，有时偶有大脑静脉汇入至大脑镰静脉(图 88)。

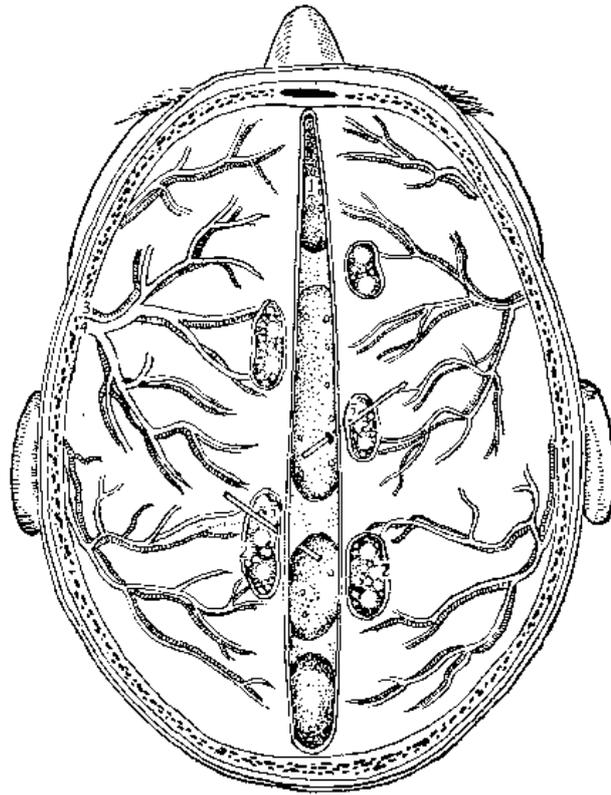


图 83 上矢状窦与静脉陷窝

1. 上矢状窦 2. 蛛网膜颗粒 3. 脑膜中动脉的分支 4. 脑膜中静脉的分支 5. 静脉陷窝

#### 十六、小脑幕静脉 (Vv. tentorii cerebelli) (图 88, 89)

小脑幕静脉是在小脑幕内充盈的静脉管道，长约 2—50 毫米，横径约 2—12 毫米。每

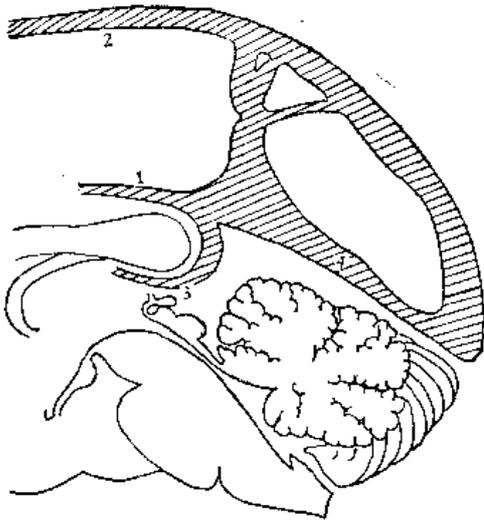


图 84 上矢状窦与直窦的连合  
1. 下矢状窦 2. 上矢状窦  
3. 大脑大静脉 4. 直窦

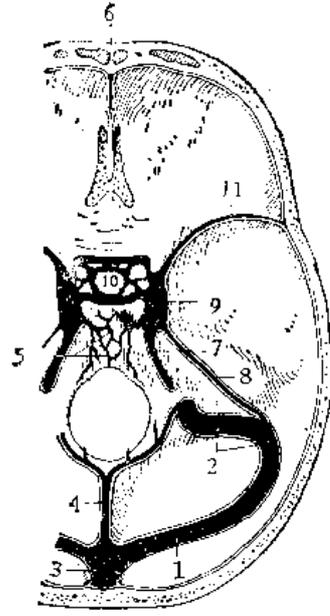


图 85 颅底硬膜静脉窦  
1. 横窦 2. 乙状窦 3. 窦汇 4. 枕窦 5. 基底静脉窦  
6. 上矢状窦 7. 岩下窦 8. 岩上窦 9. 海绵窦  
10. 海绵间前后窦 11. 蝶顶窦

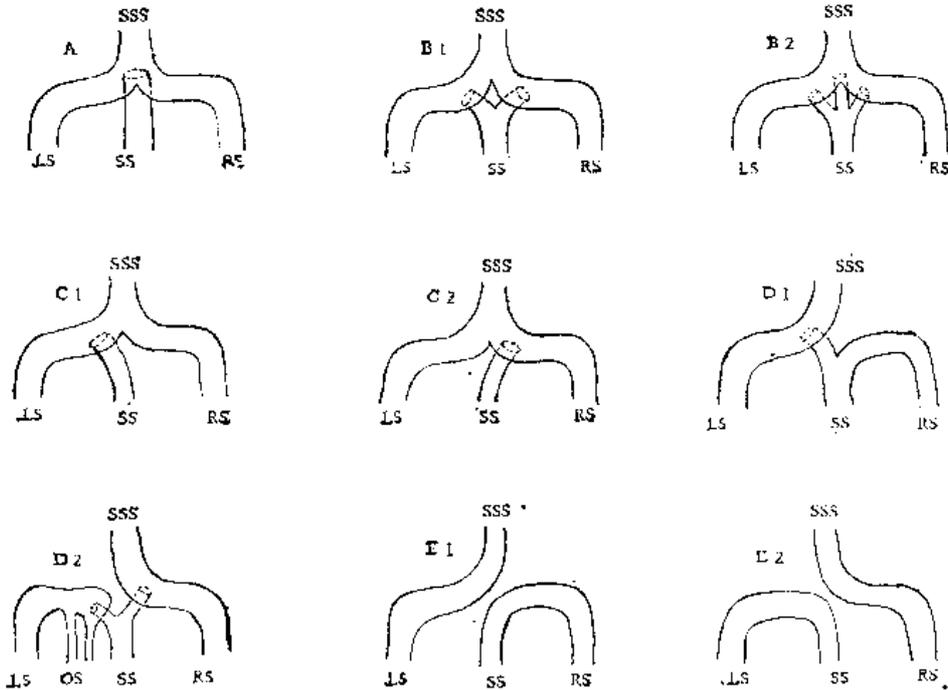
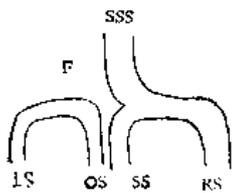


图 86 窦汇



A: 窦汇型 B1. 双分支型 B2. 三分支型 C1. 上矢状窦分支直窦偏左型 C2. 上矢状窦分支直窦偏右型 D1. 直窦分支上矢状窦偏左型 D2. 直窦分支上矢状窦偏右型 E1. 上矢状窦偏左直窦偏右型 E2. 上矢状窦偏右直窦偏左型 F. 双偏右型  
SSS 上矢状窦 OS 枕窦 LS 左横窦 RS 右横窦 SS 直窦

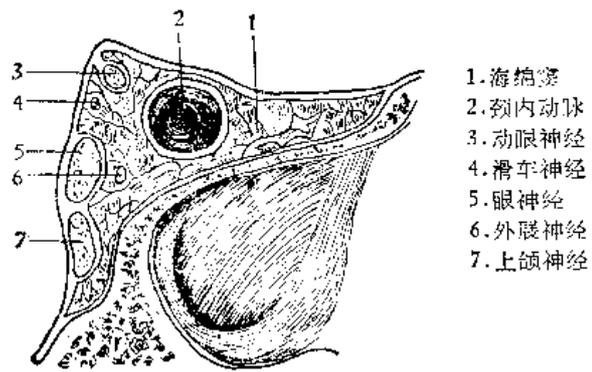


图 87 海绵窦

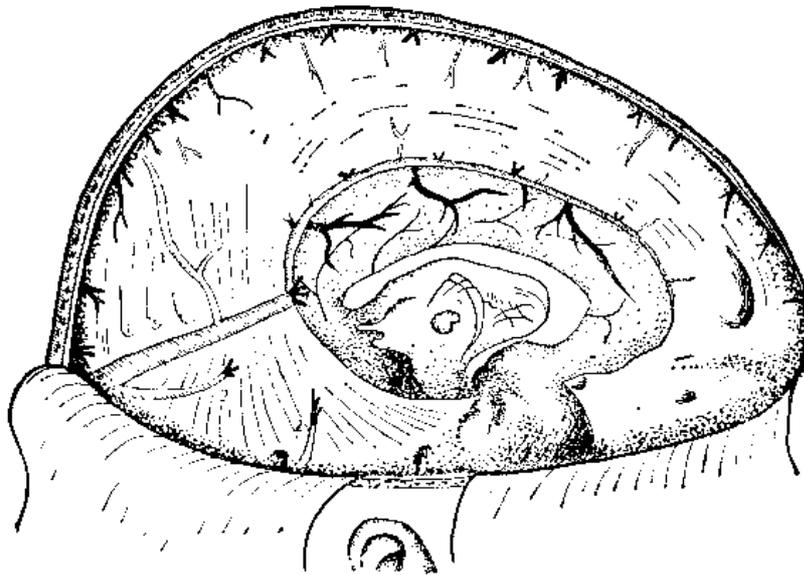


图 88 大脑横静脉

1. 吻合静脉 2. 小脑幕静脉

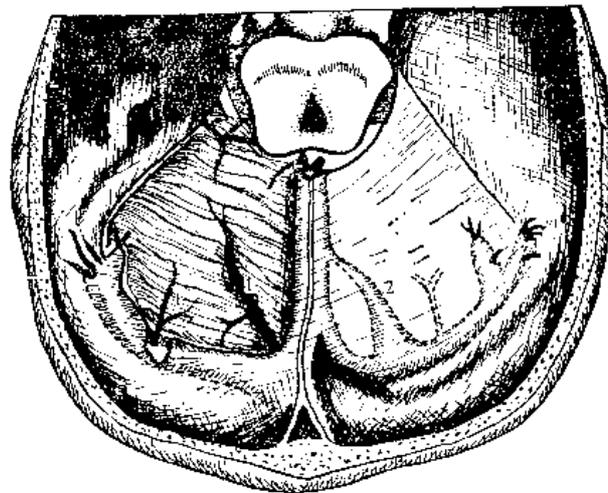


图 89 小脑幕静脉

1. 小脑幕静脉 2. 吻合静脉

侧约 1—6 条,呈水平位,略带弯曲,横切面呈扁平卵圆形,每条小脑幕静脉,收集 1—4 条大脑静脉或小脑静脉。

小脑幕静脉收集大脑半球枕叶下面及后面的静脉、小脑上面的静脉、小脑下面部分的静脉、脑桥和第四脑室的静脉。收集大脑的静脉行于小脑幕的上面,收集小脑的静脉行于小脑幕的下面。

小脑幕静脉注入硬膜静脉窦的情况,根据 Отнев 的统计是:汇入于横窦的占 34% (其中以一支注入的占 50%; 2 支注入的 30%; 3 支注入的占 20%); 汇入于直窦的占 28%; 汇入于直窦与横窦交角处的占 31% (主要是小脑下面和蚓部的血液); 汇入于岩上窦的只有 7%。

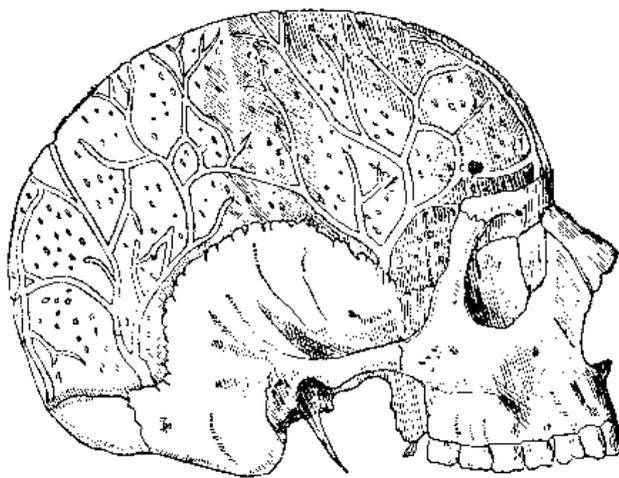


图 90 板障静脉

1. 额板障静脉 2. 额前板障静脉 3. 额后板障静脉 4. 枕板障静脉

## 十七、脑膜中静脉 (Vena meningea media, 图 83)

脑膜中静脉在颞骨鳞部与顶骨内面的骨沟或骨管内,伴脑膜中动脉行,分为额、顶两大干。一般这个静脉深陷在骨沟内,动脉多未陷入。所以当骨折时,静脉较易受损。脑膜中静脉的属支向上可以经邻近的静脉陷窝与上矢状窦交通,向下集中为额、顶两干。额干可以通过卵圆孔达翼肌静脉丛,也可以汇入于蝶顶窦或海绵窦;顶干多经棘孔汇入翼肌静脉丛。此外,有些小支,可接受一些大脑下静脉的支与板障静脉及浅大脑中静脉交通。

其他一些硬脑膜静脉,均是由硬脑膜静脉丛开始,汇集于硬脑膜外层,注入于上矢状窦的静脉陷窝或其他硬膜静脉窦。

## 第三节 脑的静脉吻合

脑的静脉吻合,比脑的动脉吻合更加丰富,数目更多。因为脑静脉无瓣膜,随局部压力的改变,脑静脉内的血液可以逆行流注,临床意义更大。导静脉也是脑静脉的一种吻合形式,而且是属于颅内与颅外之间的静脉吻合。

## 一、大脑半球浅层的静脉吻合

大脑半球浅层静脉的吻合非常丰富，保证了大脑半球浅层血液回流广泛的侧副通道(详本章第一节)。

## 二、左右大脑半球之间的静脉吻合

### 1. 大脑大静脉

左、右大脑半球通过大脑内静脉和基底静脉，汇流于大脑大静脉，是脑深静脉左、右最大的吻合道(详本章第二节)。

### 2. 窦汇

窦汇是左右大脑半球浅深层静脉血液最大最集中的静脉吻合，也是左右颈内静脉在颅内最大的静脉吻合，其吻合形式是多种多样的(见本章第三节)。

### 3. 基底静脉环

见本章第二节。

## 三、颅内颅外的静脉吻合

颅内颅外的静脉吻合，除乙状窦直接汇流于颈内静脉外，还有导静脉、静脉丛和板障静脉等，形成颅内颅外静脉广泛的吻合和交通。

### (一) 导静脉 (*Venae emissariae*)

导静脉是贯穿颅骨孔、管的静脉，借此建立了颅外静脉与颅内静脉窦之间的交通。这些静脉在胚胎发生的晚期是有瓣膜的，维持血液从颅外流向颅内。成年人的静脉瓣退化了，所以血液可以由颅外流向颅内，也可以由颅内流向颅外。偶见成年人的导静脉仍有静脉瓣存在。这些导静脉有些是恒定的，有些不恒定，往往缺如。

#### 1. 乳突导静脉 (*V. emissaria mastoidea*)

乳突导静脉，是把枕静脉和耳后静脉经乳突孔连至乙状窦的导静脉。

#### 2. 顶导静脉 (*V. emissaria parietalis*)

顶导静脉是把颅顶盖的静脉和颞浅静脉的支通过顶孔连至上矢状窦的导静脉。

#### 3. 髁后导静脉 (*V. emissaria condylaris posterior*)

髁后导静脉是把椎外静脉丛经过髁管连至乙状窦的导静脉。

#### 4. 盲孔导静脉 (V. emissaria foraminis caeci)

盲孔导静脉是一个通过盲孔的小静脉, 连结鼻腔的静脉至上矢状窦。儿童较明显, 在成人仅出现 1%。

#### 5. 枕导静脉 (V. emissaria occipitalis)

枕导静脉是通过枕隆突的小静脉, 连结枕静脉至窦汇, 亦接受枕板障静脉, 有时缺如。

#### 6. 岩鳞导静脉 (V. emissaria petrosquamous)

连结颈外静脉的下颌后静脉至横窦。

#### 7. 蝶孔(或 Vesalius 氏)导静脉

蝶孔导静脉通过同名孔连结翼肌静脉丛至海绵窦。

#### 8. 破裂孔导静脉 (V. emissaria foraminis lacri)

破裂孔导静脉是通过破裂孔的 2—3 支小导静脉, 连结海绵窦与翼肌静脉丛和咽静脉之间。

### (二) 静脉丛 (Plexus venosus)

静脉丛是以丛状的小静脉, 环绕神经干或血管干连结颅内静脉窦与颅外静脉丛, 也是一种导静脉的形式。

#### 1. 舌下管静脉丛 (Plexus venosus canalis hypoglossi)

是通过舌下神经管的一些丛状静脉, 连结于乙状窦与颈内静脉之间, 有时为单个的导静脉而不成静脉丛。

#### 2. 卵圆孔静脉丛 (Plexus venosus foraminis ovalis)

卵圆孔静脉丛是通过卵圆孔连结海绵窦与翼肌静脉丛之间的导静脉丛。

#### 3. 颈内动脉静脉丛 (Plexus venosus caroticus internus)

颈内动脉静脉丛是伴随颈内动脉的一些小静脉通过颈内动脉管连结颈内静脉与海绵窦的静脉。

#### 4. 椎内静脉丛 (Plexus venosi vertebrales internus)

椎内静脉丛, 是位于椎管内硬脊膜与椎管内骨膜之间的静脉丛, 上至枕骨大孔, 下达骶骨尖, 占椎管全长, 可分为前后两部。前部叫椎前窦, 位于椎体、椎间盘后面和后纵韧带的两侧, 窦壁菲薄, 在椎体处膨大, 平椎间盘处较狭小, 有横的吻合支, 并接受椎间孔的静脉。后部位于椎弓和黄韧带的前面, 亦由两条纵行静脉干组成, 其间有横的吻合支。

椎内静脉从收集椎骨及脊髓的静脉血并与椎外静脉相通连。向下经骶前孔与盆底静脉形成广泛的吻合,向上经枕骨大孔与基底丛和枕窦通连,因此构成了上下腔静脉系的通道,盆腔肿瘤,寄生虫或感染,有可能不经体静脉和肺循环,直接经椎内静脉丛转移至颅内。

### (三) 颅内颅外小静脉的吻合

(1) 面前静脉经面深静脉至翼肌静脉丛与海绵窦之小支经卵圆孔静脉丛形成吻合。或经翼肌静脉与眼下静脉吻合,间接通入海绵窦。

(2) 眶上静脉经内眦静脉与眼静脉吻合,间接通入海绵窦。

### (四) 板障静脉 (Vv. diploicae)

板障静脉是穿行于颅骨板障内的扁平静脉道,管壁非薄,仅由一层由弹性组织支撑的内皮所组成,也无瓣膜。在颅骨用放射性物质造影时,板障静脉比较透明,宽约3—4毫米。新生儿无板障静脉,约至两岁左右,随板障的发展而板障静脉也开始发生。

板障静脉,一方面与颅外面的静脉和骨膜的静脉交通;另一方面又和颅内硬膜静脉窦及硬脑膜的静脉交通。人颅骨内比较规则,可以认清的板障静脉,按部位有以下数支:

#### 1. 额板障静脉 (V. diploica frontalis)

额板障静脉位于额骨眶上孔以上的骨质内,出眶上孔汇入于额内侧静脉,向内穿内板与上矢状窦通连。

#### 2. 颞前板障静脉 (V. diploica temporalis anterior)

颞前板障静脉主要位于颞骨后部和颞骨前部,也有来自顶骨的支。它穿过蝶骨大翼,内连蝶顶窦,外与颞深前静脉吻合。

#### 3. 颞后板障静脉 (V. diploica temporalis posterior)

颞后板障静脉位于顶骨内,下降至顶骨乳突角的孔或经乳突孔与颅外静脉相连,向内穿内板,汇入横窦。

#### 4. 枕板障静脉 (V. diploica occipitalis)

枕板障静脉是最大的板障静脉,限于枕骨内,向外开口于枕静脉,向内入于横窦近窦汇处,或入于枕导静脉。

其他还有许多小的板障静脉,在近上矢状窦边缘,穿过颅骨内板,汇入于静脉陷窝。

由于上述颅内颅外各种形式的静脉吻合,颅内颅外静脉的广泛交通,更因缺乏瓣膜,所以颅外感染有可能经过导静脉或静脉丛进入至颅内,引起严重的硬膜静脉窦栓塞。

## 第四章 脑血管的组织结构

### 第一节 脑动脉的微细结构

颅内动脉的管壁层次与颅外动脉一样,也分为内膜、中膜与外膜(图 91, 92)。但颅内动脉的中膜与外膜远较管径同等大小的颅外动脉为薄,而内膜的厚度则基本相同。颅内颅外动脉中膜内的肌纤维与结缔组织所占的百分比也有不相同。

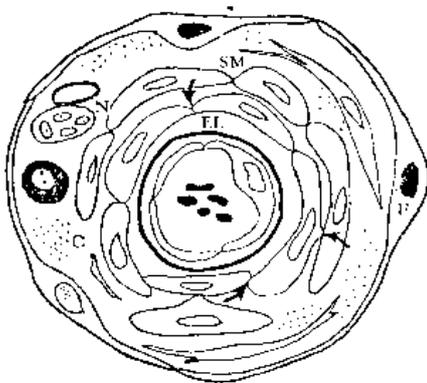


图 91 大脑外动脉(基底动脉)模式图  
EL: 内弹性膜 SM: 平滑肌细胞 箭头: 膜对膜接触 C: 外膜(成于胶原纤维) N: 外膜神经束。位于血管壁的最外层,并由此神经束向肌层方向发出成束的小分枝。 F: 血管壁、外缘分界清楚,成于长梭状的纤维细胞。

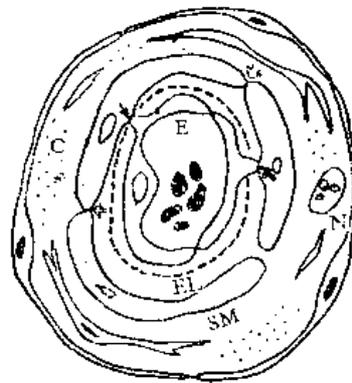


图 92 软脑膜细动脉模式图  
E: 内皮 SM: 平滑肌 黑箭头: 肌内皮连接(膜对膜接触) C: 胶原纤维 N: 无髓神经(在外膜内) EL: 弹性组织残余 空箭头: 平滑肌细胞间的接触。 内皮细胞穿透基膜或弹性膜的残余而与平滑肌形成膜状接触。

以颅内的基底动脉与颅外的肠系膜上动脉为例,这两个动脉的管径大小相似,而管壁的肌纤维和结缔组织所占百分比却明显不同。肠系膜上动脉的中膜约有 35 层平滑肌,而基底动脉则为约 20 层。在肠系膜动脉内肌组织成分约仅占 63%,胶原纤维 33%,弹性纤维 4%;相反地,在管壁很薄的基底动脉中膜内肌组织约占 85%,胶原纤维约 12.5%,弹性纤维 2.5%。Lang 观察过颈内动脉和椎动脉,从颅外至颅内,其中膜内肌组织与结缔组织百分比递变情况<sup>[4]</sup>,结果如下(见下页):

由表可见,血管的被动成分(结缔组织)与主动成分(肌纤维)相比,脑内动脉壁的被动成分明显减少,主动成分明显增加。脑动脉外膜内纤细的胶原纤维和弹性纤维都是横行排列,而没有纵行排列的支持结构,因为血管壁外有脑脊液作用于血管壁,可以适应血管内的压力。

动脉的收缩和舒张,可将运动波传给脑脊液,后者又将波动传给静脉。在正常条件下,脑脊液不仅是脑的衬垫,而且能够传送脑的血压波动,所以可将它看为动、静脉之间的功能联系。

颈内动脉		弹性成分	胶原纤维和基质	肌成分
颈段		18	18	62*
岩上升部		8	26	66
岩横部		9	13	78
海绵窦部		5	21	74
蛛网膜下腔部		3	22	75
椎动脉		弹性成分	胶原纤维和基质	肌成分
椎前部		18	22	60
硬膜外部	} 颈颅移行段	10	25	65
硬膜内部		4	25	71
颅内部		2	18	80

\* 2% 人为的裂缝未计在内。

## 一、颅内脑外动脉的微细结构<sup>[132]</sup>

### (一) 内膜 (Tunica intima)

血管腔面覆以单层无孔内皮,内皮细胞间呈覆瓦状连接,相邻两内皮细胞间约有1—2微米相覆盖,实际细胞间隙约 200 Å。内皮细胞核附近胞浆最多,其余部分很薄。在核旁有少量线粒体和粗面内质网,核附近有高尔基氏器。尚有张力原纤维或微管、溶酶体和小泡<sup>[133]</sup>。用钌红 (ruthenium red) 染色可显示内皮细胞游离面有一层粘多糖或粘蛋白,基底面有一层电子密度中等、厚 500—700 Å 的基膜 (basement membranc),其外形随内皮细胞基底面变化,基膜与内皮细胞基底面之间,隔以一层电子密度较低、厚约 400 Å 并含有胶原细丝的基质。在毛细血管开口处,细动脉的内皮细胞较其他部分者厚。

Dahl 等描述蛛网膜下腔动脉的内弹性膜由两种成分组成,一为少量与内皮的基膜直接相连的有机“基质”,呈细片状或细纤维状;一为其外侧与中膜交界处的弹性纤维束,束间的窗孔内充满基质。内膜含有个别平滑肌纤维,内膜的肌纤维和基质随年龄而增加<sup>[4]</sup>。Maynard, Schlutz, Pease<sup>[134]</sup>, Dahl, Nelson 和 Flora<sup>[135,136]</sup> 等曾先后观察了脑膜动脉,详细描述了内皮下层的两种成分,一为代表基膜的均质粘多糖,一为由直径约 20 毫微米的球状单位 (globular units) 组成的无定形弹性蛋白,用磷钨酸可显示这些成分,一致认为内皮下层有一完整的弹性膜,并随细动脉口径减小而逐渐变薄,至直径小于 50 微米而中膜仅有一层平滑肌的终末细动脉时,内弹性膜完全消失。Dahl 描述内弹性膜为一层有弹性组织沉积的均匀基质,紧接内皮与中膜,常见弹性膜内有不同程度的缺损。他把内皮下层作为区别动脉与细动脉的标准。照例,动脉的内弹性膜完整,而细动脉的内弹性膜常为肌和内皮细胞 (myo-endothelial cell) 的紧密连接所割断而不完整,甚至没有。内膜中尚有个别平滑肌纤维,相隔一定距离可见小的肌性内膜增厚。在脑外动脉分支处,则见内膜内有几乎环行的平滑肌垫。

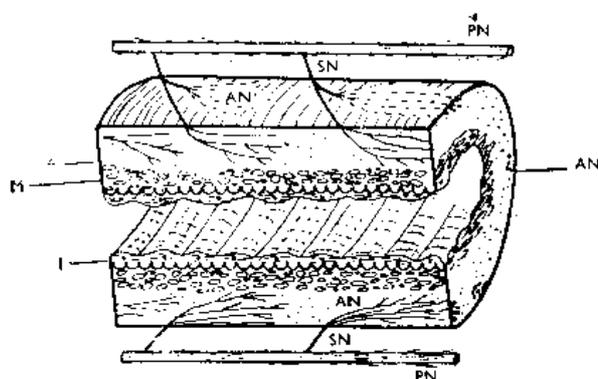
### (二) 中膜 (Tunica media)

基底动脉中膜由 10—12 层平滑肌作同心排列,各层为嵌有胶原纤维、网状纤维和弹性纤维的糖蛋白包膜 (envelope) 所分隔。当血管口径变小时,肌层减少,至小的软膜细

动脉时,仅一层平滑肌<sup>[132]</sup>。在所有血管的中膜平滑肌细胞间有散在的弹性膜和少量胶原纤维。除了小动脉中的平滑肌呈环行外,一般作低螺旋形排列。血管的平滑肌细胞比内脏的平滑肌细胞(约 $3-5 \times 30-60$ 微米)小,胞浆内含致密体(dense body)和肌微丝(myofilament),大多是错综散在的肌动蛋白丝(actin filament)( $30-100 \text{ \AA}$ )[粗丝或肌凝蛋白丝(myosin filament)在固定标本中未见到,可能在收缩时形成]。肌微丝与原浆膜上的致密体(约 $400-900 \times 2000-5000 \text{ \AA}$ )密切联系(Warwick<sup>[9]</sup>描述在紧靠细胞膜处最常见到肌丝集中的梭形致密体);血管内平滑肌细胞含吞饮小泡较其他部位的平滑肌细胞内为少,而粗面内质网及核糖体较多;且有线粒体及与细胞长轴平行的微管;高尔基氏器小,靠近细胞核。细胞核呈椭圆形,常位于细胞中央。肌膜由原浆膜及其外的基膜组成<sup>[132]</sup>。在肌细胞两端没有基膜的结构,因此相邻的肌细胞间形成缝隙连接(gap junctions, nexses),称为平滑肌细胞的膜对膜接触(membrane-to-membrane contact)或肌与肌连接(myo-my junctions),这是胞膜去极化时阻力较低的通路。终末细动脉(terminal arteriole)的平滑肌细胞为2—3个环行细胞所代替,成为毛细血管前括约肌。除了这些平滑肌细胞间的缝隙连接外,平滑肌细胞与内皮细胞借指状或杵状突起穿过弹性膜或基膜的残余,形成许多肌和内皮连接,这些紧密连接有利于兴奋和信息的传递<sup>[136, 138]</sup>。中膜基质内含有大量硫酸软骨素;细胞只有一种平滑肌细胞,它可能维持和产生胶原纤维及弹性纤维<sup>[132]</sup>。许多平滑肌细胞表面有含线粒体或线粒体样的结构及聚集的小泡形成的赘瘤<sup>[132]</sup>。

### (三) 外膜 (Tunica adventitia)

外膜包括三种主要成分,即含巨噬细胞的疏松结缔组织、神经和营养血管。结缔组织内大多数为纵行或部分环行的胶原纤维束。典型的脑外动脉外界明显,为与成纤维细胞相似的长梭形细胞突所形成的膜。在血管进入大脑皮质处,此外界膜与软脑膜的细胞之间有一膜性连接(后述)。光镜和电镜均显示脑外血管的神经供应丰富,血管愈大者(如基底动脉),外膜外有神经束伴行,这些神经束每隔一定距离,向血管壁内发出节段分支。外膜外神经和节段神经形态一样而大小不同,当节段神经穿入外膜外界时,失去神经外衣而变为外膜神经,后者又向肌膜方向发出分支,但不入肌膜。在基底动脉横切面上,常可见外膜的外围部分有15—16个这种外膜神经束。每一神经束内含6—40条有髓纤维和许多无髓纤维,所以在围绕整个外膜内有数百条有髓和无髓神经纤维。在大脑中动脉的边



PN: 外膜外神经 SN: 节段神经  
AN: 外膜神经 I: 内膜  
M: 中膜 A: 外膜  
外膜外神经在外膜外组织内与血管长轴伴行,在一定间隔内发出节段神经进入血管壁后,在外膜内分枝为外膜神经。

图 93 基底动脉的神经支配模式图

缘支皮质动脉内有髓纤维较少,但见大量无髓纤维;当这些血管口径减小时,神经纤维数量也减少,没有成束的纤维包围血管周围;当动脉管径大小接近细动脉时,已没有有髓纤维,仅见单独的无髓纤维束局限于管壁的一小部分。然而,即使是小至15微米左右的、仅有一层平滑肌的细动脉,其在软膜内的脑外段始终有神经纤维。神经纤维都见于血管外膜,而中膜则没有。从未见到膜性的神经肌肉连接(junctions)或接触(contacts)。Dahl<sup>[137]</sup>的研究中见到神经膜与平滑肌细胞之间最小的距离约20毫微米。脑外动脉的神经支配模式图见图93。对于血管壁上神经纤维的功能意义尚有争论,一般教科书及Warwick<sup>[9]</sup>等认为无髓神经纤维大多是传出纤维,组成血管的收缩神经,不断传导神经冲动,保证血管的运动张力(vasomotor tone)。外膜内的神经纤维分支穿外弹性膜的窗孔,达肌膜的外层。一条无髓神经末梢的分布范围较广,在分布范围内,轴突外面没有神经膜细胞包绕,或仅有部分轴突为它所包绕。轴突内含线粒体和许多直径30—100毫微米的小泡,其中等小泡中心的电子密度高,为典型的肾上腺素激导性突触。这种末梢与肌细胞相距60—400毫微米,比其它部位的无髓纤维与平滑肌细胞之间的突触间隙为大,比骨骼肌的神经-肌肉连接更大得多;一个末梢区可管几个平滑肌细胞,一个平滑肌细胞也可接受一个以上的轴突分布。一般认为递质能扩散通过包围大多数平滑肌表面的基膜,兴奋过程经相邻肌细胞间阻力低的肌与肌连接,进一步扩展至中膜深层。有髓神经纤维是传入纤维,终止于膨大的卷曲末梢(图94)<sup>[137]</sup>。

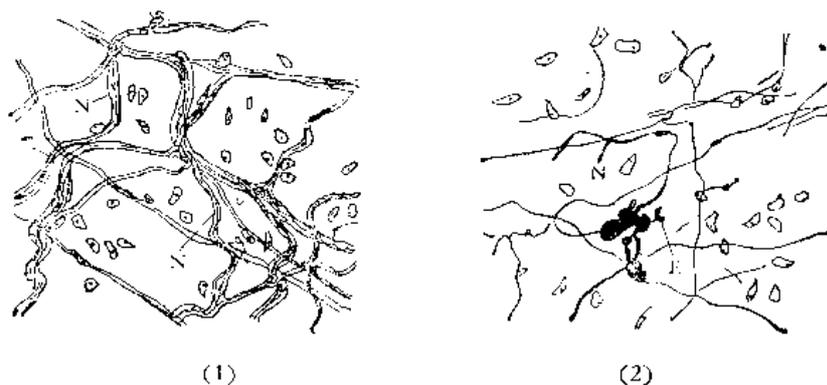


图 94

- (1) 大脑动脉的神经支配——外膜内的神经丛 N 神经  
 (2) 大脑静脉的神经支配——外膜内的感觉神经及其末梢 N 神经, E 神经末梢

## 二、脑内动脉的微细结构

大脑皮质内的血管只见到细动脉、微静脉(venule)和毛细血管。穿入大脑皮质的动脉起自蛛网膜下腔的主要分布血管。在穿入前,这些血管在蛛网膜下腔行一短程,当血管穿入脑实质后,血管周围还留有一个间隙,叫血管外周间隙(Perivascular space),由软膜和胶质膜所形成,Cragg<sup>[138]</sup>称之为蛛网膜下腔。电镜观察它的范围,向内至中膜肌纤维的基膜,向外至血管外周神经胶质细胞的基膜,内含规则的多突的外膜细胞(adventitial cells)。当血管口径减小时,血管外周间隙便逐渐消失,神经组织的基膜和血管基膜合并,故在毛细血管与周围大脑组织间已无明显间隙(图版IV,图7)。

## (一) 细动脉 (arteriole)

Wolfgang Roggendorf<sup>[136]</sup> 等用猫、狗和大白鼠的顶叶和枕叶, 对大脑内细动脉作了较详细的描述, 并与动脉及中间细动脉 (metarteriole) 相比较。

细动脉内皮与毛细血管内皮相似, 相互重叠, 微丝(直径 5—10 毫微米)和吞饮小泡更明显, 这些结构常位于靠近内皮下层处。

内皮下层的内、外侧为基膜。在只有一层肌细胞的细动脉中内皮下层厚约 0.13 微米, 不含弹性物质; 中膜有 2—3 层平滑肌细胞的细动脉中, 内皮下层厚 0.26—0.33 微米, 含有内弹性膜的断片。有许多肌和内皮的两层单位膜的紧密连接, 将内皮下层割断。内皮细胞与平滑肌细胞间除单个相互重叠的突起外, 尚有许多镶嵌的紧密连结。

中膜厚度相当恒定。在较小的细动脉(直径 20 微米)中, 只有 1 或 2 个平滑肌细胞围成血管壁, 平滑肌细胞核圆形或卵圆形, 核外围有许多细胞器。在血管横切面上见到肌微丝被横切; 在胞膜下特别是靠近外膜的胞膜下, 有大量间以吞饮小泡的附着装置, 它们在细动脉收缩时起骨骼作用。肌细胞之间常有肌和肌的 (myomyal) 紧密连接。内皮细胞外的结缔组织支架与内皮细胞的基膜、肌纤维等组成一个整体<sup>[4]</sup>。

外膜内含外膜细胞、神经束及胶原纤维, 将血管与神经组织分隔。在直径较大和有一层以上平滑肌的细动脉中, 其外膜细胞的突起几乎覆盖整个血管周径; 而在较小的细动脉中, 肌膜和神经组织之间常只有少数小的外膜细胞突。这些外膜细胞的核长形, 胞浆内含很多细胞器: 高尔基器、有时扩大呈空泡状的内质网、游离的核糖体和微丝。外膜内的神经束或包以外膜细胞或为裸露的。Dahl<sup>[137]</sup> 观察了同等大小(约 15 微米, 均含一层平滑肌)的脑内和脑外细动脉, 在脑外血管的外膜中见到神经纤维, 脑内者则无。他认为当脑外动脉移行为脑内动脉时, 其规则的外膜为蛛网膜下腔所代替, 故可能已没有让神经纤维到达脑内血管的通路。然而, Cervos 等<sup>[139]</sup> 观察了猫大脑内大多数 (86 例中有 57 例) 细动脉外膜内有神经束, 多数有两束, 束内有 2—10 个轴突, 神经束与肌细胞之间隔以 80 毫微米以上的间隙。神经束内的轴突可分为三类: 无小泡、少小泡和多小泡的, 并认为多小泡的轴突为植物性神经的功能性突触。猫脑内细动脉的神经支配与别的动物其它器官内的一样。

## (二) 中间细动脉 (metarterioles)

中间细动脉直径小于 15 微米, 内皮与脑内其它血管无异。肌膜只有一层细胞, 甚至盖不住整个血管周径; 不典型的肌细胞内含有许多细胞器: 高尔基器发育良好, 有时内质网扩大, 肌微丝不明显, 没有附着装置。内皮下层为许多肌和内皮紧密连接所割断。在中间细动脉内平滑肌细胞和内皮细胞的突起间的紧密连接比一般的伸得更长。

## (三) 细动脉和中间细动脉的主要特点

Wolfgang Roggendorf<sup>[136]</sup> 观察猫、狗、大白鼠脑内血管, 并参阅 Dahl 等前人所作研究, 对脑内动脉的结构主要特点, 小结如下:

### 1. 细动脉 (arteriole)

(1) 内皮下层无完整的内弹性膜, 可含碎裂的弹性物质。

- (2) 所有动脉都有一层连续完整的中膜,中膜最厚的有三层平滑肌细胞。
- (3) 当血管口径减小时,外膜细胞层逐渐变小,且断断续续。

## 2. 中间细动脉 (metarteriole)

- (1) 肌细胞较简单而不典型,细胞器较多而无附着装置。
- (2) 肌膜为断续的单层细胞。
- (3) 肌和内皮紧密连接的数量和长度均增加。

### (四) 脑内血管的细胞间连接

关于肌和肌及肌和内皮连接的功能意义,至今尚是推测的。Dahl 认为脑外血管可受神经支配或化学调节,而脑内血管的张力 (vasomotor tone) 则仅受化学调节,最可能是通过肌内皮的紧密连接起作用。Roggendorf 等用生理数据对这个推测作了进一步解释:由于细胞间连接处的电阻小和离子从一个细胞可以经紧密连接至另一个细胞而引起的被动运动,所以他们认为:

- (1) 细胞与细胞间可能传递一种代谢信息 (metabolic information)。
- (2) 肌和肌紧密连接可传递细胞之间的冲动。
- (3) 兴奋的冲动也可能传到内皮细胞,并暗示内皮细胞有收缩能力。

## 三、脑动脉的年龄变化

近来, Dahl<sup>[39]</sup> 描述了人的脑外动脉粥样硬化开始时的形态变化,并对脑动脉的年龄变化作了进一步研究。用小脑下动脉粥样硬化斑附近的血管壁标本,重点研究弹性膜的变化,发现内皮连续无间断,在内皮细胞与内弹性膜之间的内皮下层基质增加,基质内可见原纤维和嗜溴酸物质,内弹性膜渐变为不规则、薄弱且断裂。在中膜内见到靠近弹性膜

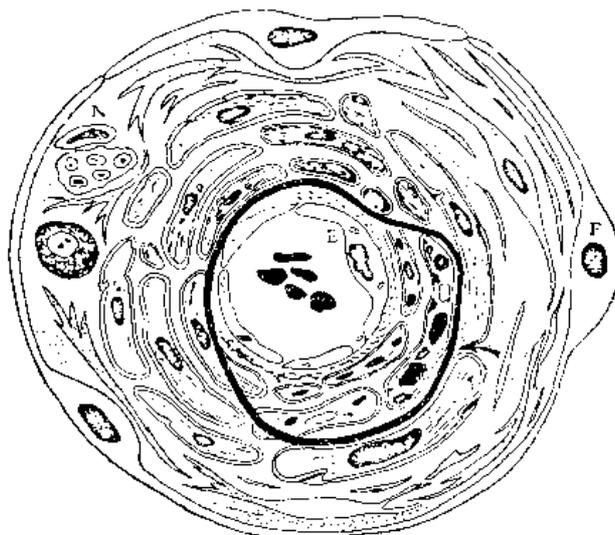


图 95 大脑动脉模式图示弹性膜的复制(箭头)

E: 内皮 N: 神经 F: 长棱形的纤维细胞形成的血管外界。  
部分中膜并入内膜,内皮下的虚线表示最初的弹性膜

的平滑肌细胞间有弹性组织碎片,这些碎片及完整的弹性膜的小分枝可侵入肌层,在中膜内形成一新月形的线(图 95)[即弹性膜的复制(reduplication)]。内膜内常见典型的具有平滑肌细胞特点的长细胞。中膜的平滑肌细胞内偶可含脂滴。在老年人,没有动脉粥样硬化斑的血管的弹性膜内可以见到退行性变化及基质和胶原纤维增加,但没有弹性膜的复制及脂滴的沉积。

Albert<sup>[341]</sup> 在观察弹性组织的发育时指出,发育中的弹性膜包含纤维性的和无定形的两种成分,纤维成分出现较早,而无定形成分则在发育后期才出现于纤维性基质中,成熟的弹性组织中无纤维性成分。根据这些特点,可以提出在动脉粥样硬化斑中见到的平滑肌细胞,可能是由于弹性膜在中膜内复制而被并入粥样硬化斑的,并非如 Stemerman<sup>[342]</sup> 等氏所说的系由平滑肌细胞迁入或早就存在于内膜的。弹性膜在肌层内复制的机理也对常见的内膜病灶增生(focal proliferation),伴以广泛的中膜移位而致肌层大为变窄提供了可能的解释。Dahl 最后着重指出动脉粥样硬化血管内见到的一些早期变化,类似发生过程中内膜有缺陷部位的形象。

## 第二节 脑静脉的微细结构

脑静脉壁也比颅外静脉为薄。大或中等静脉的内皮,外有一层弹性膜,再外面为结缔组织,结缔组织内弹性纤维形成细网,内外层弹性纤维网的网眼大,而中层的小,网眼内有各种不同走向的胶原纤维穿入。在结缔组织内层中可发现个别环行的平滑肌纤维,但硬膜静脉窦及大多数脑静脉内无平滑肌,因此也无中膜。

脑的浅静脉内弹性纤维发育良好,尤以大脑的浅静脉更厚;基底静脉弹性纤维变稀,丘纹上静脉内也少;脉络丛的小静脉内则较多。大脑内静脉和大脑大静脉内有粗的胶原纤维<sup>[33]</sup>。小静脉中膜缺乏肌纤维和明显的细胞及结缔组织支架,其主要结构是基膜和成纤维细胞。

Roggendorf 等<sup>[36]</sup> 观察脑内直径较大的静脉,只有一层很薄的肌细胞。微静脉中膜与中间细动脉相似,分化较差,平滑肌细胞互相重叠,有时并不完全覆盖内皮细胞。由于微静脉直径大,故易与细动脉区别。小的微静脉肌细胞为周细胞所代替,故难与毛细血管鉴别。

## 第三节 脑内毛细血管结构的特点与脑屏障

### 一、脑内毛细血管结构的特点

脑内毛细血管结构的特点,主要表现在内皮细胞无窗孔,内皮细胞之间的紧密连接和基膜胶质膜的存在,因而阻挡了台盼蓝、荧光示踪物质、大分子物质和一些代谢产物的透过,构成了血-脑屏障的物质基础。

#### (一) 脑内毛细血管内皮的特点

##### 1. 脑内毛细血管的内皮细胞

无窗孔,且细胞体内核糖体和微丝在许多部位显得增厚。脑内毛细血管内皮细胞内

缺乏收缩性蛋白,故不会收缩。

Herrlinger 等<sup>[143]</sup>首次报道了死后 15 分钟以内老人视皮质微静脉和毛细血管内皮细胞内有棒状微管小体 (microtubular bodies), 是一种包以单位膜的原浆形成物,直径约 0.1 微米,长约 0.5 微米,内含有不同数量的微管,其外径为 170 毫微米,嵌在电子密度中等至透明的基质中,但对其功能尚未确定。

脑毛细血管内皮含有调节运输的氧化酶,水解酶,脱氢酶和三磷酸腺苷酶,还有二羟苯丙氨酸脱羧酶和单胺氧化酶等,有阻挡作用<sup>[149,150]</sup>。

心脏、肾脏和骨骼肌的毛细血管内皮细胞内吞饮小泡很多,对运输大分子物质有重要作用。脑内毛细血管内皮细胞内吞饮小泡很少,在正常情况下,不靠吞饮小泡运输物质入脑组织<sup>[159]</sup>,只有在脑毛细血管内皮经放射线照射或受损害之后才有较多的吞饮小泡,吞饮作用加强,吸收较大分子物质<sup>[154]</sup>。Tusques<sup>[144]</sup>用电镜观察了正常人脑的活检,见脑内毛细血管内皮有双重入胞作用的机制,即微吞饮 (micropinocytosis) 和吞饮作用 (pinocytosis)。吞饮作用的吞饮小泡可碎裂为微细的出胞小泡 (microexocytosis vesicles)。

## 2. 脑毛细血管内皮细胞间的紧密连接 (tight junction)

脑毛细血管内皮细胞之间连接处呈覆瓦状,互相重叠,形成一个完整的带,围绕整个毛细血管壁,因而把内皮细胞之间的间隙完全堵塞,但据电镜观察仍有 100—200 Å 的孔隙。同时由于这种内皮细胞内缺乏收缩性蛋白,不会收缩,不能使细胞间隙加宽。大分子物质,如辣根过氧化物酶 (HRP, 分子量 43,000) 和中性镧 (Lanthanum) 不能从血液中入脑组织。

## 3. 脑血管内皮的基膜

常无裂隙, Dodson<sup>[145]</sup>用电镜观察,发现大脑不同区域内的毛细血管基膜内有周细胞。周细胞的特点是:染色质聚于核膜附近、整个胞浆较稀、有粗面及光面内质网、高尔基氏器、线粒体、游离核糖体、一些多泡体 (Multivesicular bodies)、数量不等的空泡以及偶而见到中心粒。Tusques<sup>[144]</sup>描述脑毛细血管的基膜明显,在内皮和周围实质间有内皮样小胶质样细胞,有时位于基膜外面,有时突入神经组织内。Boyd<sup>[153]</sup>也用电镜观察了大白鼠大脑皮质,发现脑毛细血管基膜破裂后,周细胞可以进入神经组织内,并变为巨噬细胞,故提出周细胞有变为小胶质细胞的可能性。

## 4. 脑毛细血管外的胶质膜

光镜下可以看到星状胶质细胞粗突起末端扩大成脚板贴附于脑毛细血管的外周 (图 96), 形成脑毛细血管外周的胶质膜,胶质膜的其他突起贴附于邻近神经元的胞体、树突或轴突。有人认为少突胶质细胞也参与胶质膜的形成<sup>[151]</sup>。电镜观察也证明脑毛细血管外周这种胶质膜的存在,并可以看见星形胶质细胞与脑毛细血管内皮之间有 200 Å 的间隙。这些观察都说明脑毛细血管与神经元之间不直接接触。但 Schultz<sup>[147]</sup>在电镜下看到大白鼠大脑皮质内一个神经元被毛细血管穿入。Scharer<sup>[146]</sup>在光镜下见到人的运动皮质内也有毛细血管穿入神经元内,胡人义<sup>[136]</sup>也报道了家兔皮质神经元的树突与血管有紧密联系。都未阐述其作用机制。

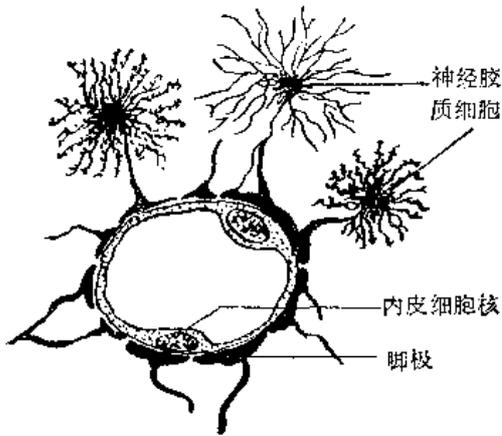


图 96 胶质细胞“脚板”与毛细血管的关系

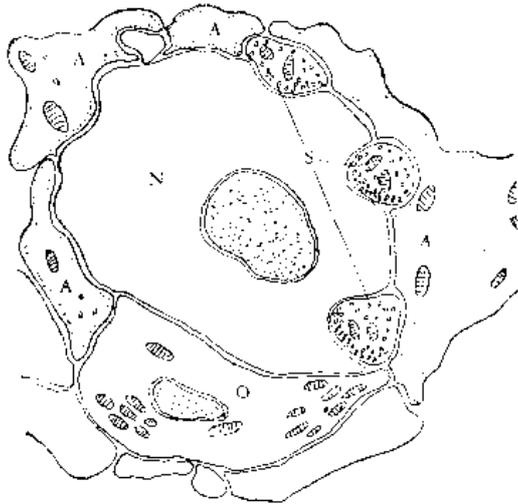
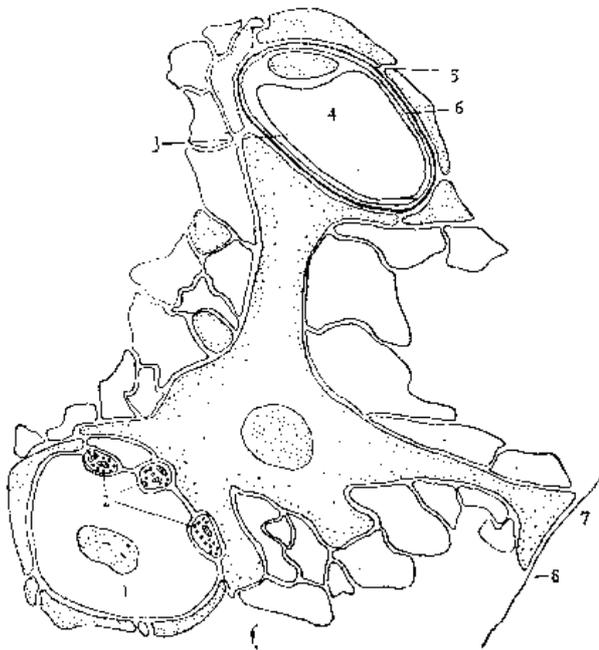


图 97 神经细胞表面模式图  
A 星状细胞的突起 S 突触 N 神经原

## (二) 脑血管周围间隙 (perivascular space)

脑血管的外周有血管周围间隙,或称 Virchow-Robin 氏间隙,是由软膜和胶质膜所围成。过去认为血管外周隙是沿小血管和毛细血管一直延伸至神经细胞外隙,因而相信每个神经元周围的细胞外液与血管周围间隙和蛛网膜下腔的脑脊液是交流的,并设想这个连续的血管外周隙系统代替了引流淋巴的功能(脑内无淋巴管系统)。



1. 神经元
2. 突触
3. 血管屏障
4. 毛细血管腔
5. 基膜
6. 内皮
7. 脑脊液
8. 软膜胶质膜

图 98 星状细胞和中枢神经系统灰质内其他成份之间的关系模式图

经电镜的观察证实,神经细胞的外周表面附着许多胶质细胞的突起(图 97),细胞与细胞之间只有极狭窄的细胞外隙,宽约  $100-200 \text{ \AA}$ 。脑血管外周的软膜鞘组织至接近脑毛细血管水平处已合并于细动脉和小静脉的外膜,脑小血管外周隙到了毛细血管水平已

不存在(图 98), 包裹毛细血管的基膜外的是一层胶质膜, 是由星形胶质细胞突起的脚板所组成<sup>[59]</sup>。过去认为血管周围间隙一直沿毛细血管伸至神经细胞外隙的意见是错误的, 是由于制片时脑组织收缩所致的人为现象。

## 二、脑屏障

脑屏障的概念是从 Goldman 的两个实验而提出的。第一个实验: 从动物血管注射台盼蓝 (trypan blue) 后, 发现动物无中毒现象, 全身和脉络膜丛都染成蓝色, 只有脑组织未染上蓝色。第二个实验: 直接注入少量台盼蓝入动物蛛网膜下腔的脑脊液内, 结果动物产生惊厥而死亡, 其脑组织也染上蓝色。因此 Goldman 认为, 一定有一道屏障阻挡血液循环中的染料入脑组织内, 并错误地断定屏障是在脉络丛。

以后许多学者相继进行了许多研究, Walter 经过了很多实验和临床观察, 最后推断存在于脑和脊髓的屏障有三个: (1) 血-脑屏障 (B.B.B.); (2) 血-脑脊液屏障 (B.L.B.); (3) 脑脊液-脑屏障 (L.B.B.) [图 99]。Walter 的观点以后得到许多人的实验的支持。B.B.B. 和 B.L.B. 及 L.B.B. 三者的位置和超微结构均不同, 但功能上是密切相关的, 都是维持脑内内环境的相对恒定, 带有保护性的调节机制。Friedmann 和 Elkele [引自 159] 发现不同电荷的染料, 透过 B.B.B. 和 B.L.B. 时的通透性是不同的, 硷性染料(带阳电荷物质)较容易透过 B.B.B., 酸性染料(带阴电荷物质)较易透过 B.L.B.。注入 Na、K、P 及其他物质, 透过 B.L.B. 较 B.B.B. 快。

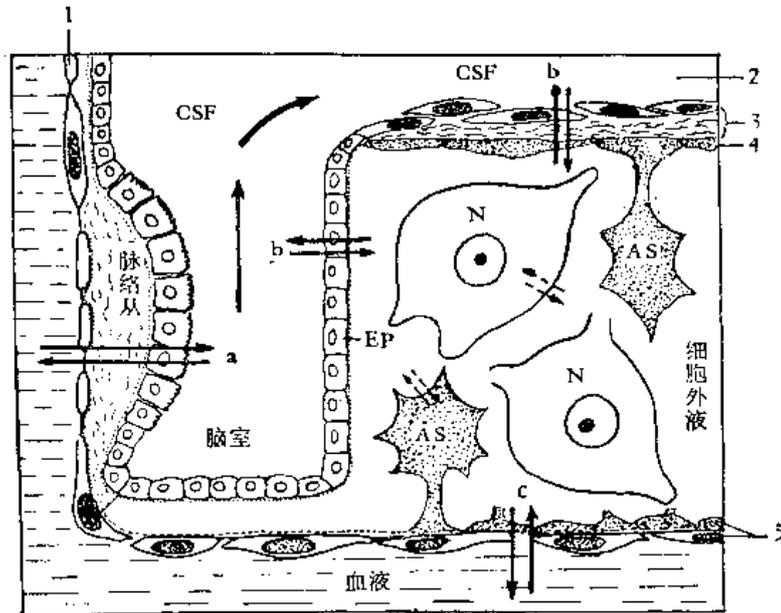


图 99 与脑有关的三个屏障 (BBB、BLB、LBB) 示血液、脑脊液和脑细胞外液之间的关系

1: 脉络丛毛细血管的有孔内皮细胞 2: 蛛网膜下腔 3: 软膜 4: 胶质膜  
5: 脑毛细血管内皮、基膜、胶质膜。CSF: 脑脊液 AS: 星形胶质细胞  
EP: 室管膜细胞 N: 神经细胞 箭头表示水和溶质在两液体部门之间进行扩散: (a) 透过血-脑脊液屏障 (BLB), (b) 透过脑脊液-脑屏障 (LBB), (c) 透过血-脑屏障 (BBB)。粗箭头示 CSF 流动方向, 虚线箭头示细胞与细胞外液之间进行交换。

## (一) 血-脑屏障 (Blood-brain-barrier, B.B.B.)

在血液与脑之间一种有选择性阻止某些物质入脑的屏障叫血-脑屏障。

### 1. 血-脑屏障的形态学基础

上面提到的脑毛细血管结构特点,从生理意义上讲就是血-脑屏障的形态学基础。

(1) 脑毛细血管的内皮细胞无窗孔和内皮细胞间的紧密连接,是血-脑屏障重要的结构基础。因此大分子物质不易透过。有人用辣根过氧化物酶(H.R.P.)和中性镧等示踪观察,证明这些物质不能透过脑毛细血管壁进入脑组织。最近又有人注射微过氧化物酶(microperoxidase),分子量2000<sup>[160]</sup>,这种更小的粒子也被内皮阻止通过。Stern和Gantier进行了许多实验,证明碘化物、氰亚铁盐酸、水杨酸盐、肾上腺素等不能进入到脑组织,也不能进入到脑脊髓液,所以认为许多物质从血液进入到脑组织之间有一道屏障,是机体一种保护性机制。

Backer和Nachman指出皮肤和肌肉毛细血管内皮细胞含有肌动球蛋白(Actomyosin)。在感染发炎时,释放出组织胺,可以引起收缩性蛋白收缩,使细胞间隙加宽,因而血管渗透性也增加。脑毛细血管和小的动静脉的内皮细胞内缺乏收缩性蛋白,故不会收缩,对组织胺,五羟色胺或去甲肾上腺素均不发生反应。

毕成武等<sup>[158]</sup>曾用浓缩尿素和高渗氯化钠液注入颈总动脉置换血液,吸引脑内毛细血管内皮细胞的水分,使其皱缩,从而打开连续性内皮细胞间的紧密连接,使染料蛋白质复合物能够通过内皮细胞间隙从血液进入神经元。实验证明:脑毛细血管内皮细胞之间的紧密连接,是阻挡染料蛋白质复合物进入神经元内的屏障所在。

(2) 脑内毛细血管外的胶质膜,也被认为是血-脑屏障的重要基础。有人<sup>[159]</sup>在进行过敏性脑炎的研究中,观察到只有血管和胶质膜均受损伤时,台盼蓝才能进入脑组织。若只损伤血管,染料则被阻挡在胶质膜的边界。还有人<sup>[159]</sup>观察到铁蛋白颗粒进入胶质细胞内,因而设想星形胶质细胞具有分布物质的功能,等于其他器官的结缔组织。还有人提出星形胶质细胞在血管和神经元之间起代谢中介作用,即从毛细血管渗透出来的物质,通过星形胶质细胞才转给神经元。Coulter<sup>[152]</sup>假设血-脑屏障是在星形胶质细胞脚板内的一种运输机制(transfer mechanism),这种脚板能把经毛细血管壁出来的水分和一定的物质如葡萄糖、氨基酸和大颗粒物质等泵回去。这种假设从星形胶质细胞的脚板内聚有大量供给所需能量的线粒体看来,是与这种假设相符。但化学、生理和胚胎学方面的证据不支持星形胶质细胞是血液和神经元之间物质交换的中介。例如血管内注射尿素,阻挡它渗透入脑的主要屏障是在毛细血管而不是在胶质膜;在胶质细胞未发育好的大白鼠胚胎内,血-脑屏障的功能已经很明显;而且,实际上胶质膜只包裹毛细血管面积的50—85%,两个星形胶质细胞的脚板间有裂隙。这些观察不同意血管外周胶质膜是血-脑屏障的主要结构基础,但也不排除胶质细胞有主动性运输某些物质的可能性,即对血-脑屏障有辅助作用。

### 2. 细胞外隙和基质

血液与细胞之间的物质交换都是通过细胞外液进行的。一般器官都有明显的细胞间

隙,但中神经系统的细胞间隙很窄,约100—200 Å,神经元和胶质细胞的胞体,突起和血管几乎占了所有的空隙,电镜下可见星形胶质细胞与血管内皮之间仅隔200 Å宽的间隙,内含一层基膜而无结缔组织纤维。一般认为脑细胞外隙大约小于25% (有人认为只有6—15%)。这样小的细胞外隙显然会阻碍液体的流动和大分子物质的移动,而影响毛细血管的渗透性。近来电镜发现星形胶质细胞紧密连接之间也有缝隙连接(gap-junction),进一步限制了细胞外液的流动。近年来化学、生化、生理、电镜和示踪剂的研究都证明细胞外隙尽管很狭小但仍然是运输物质的重要通路,与血-脑屏障的现象有密切关系。

有人提出细胞外的基质可能由星形胶质细胞产生,电镜证明细胞外隙含有粘多糖或粘蛋白(PAS阳性物质),但中神经系统内的基质与血-脑屏障的关系目前还不清楚,有人认为能阻止离子的活动而妨碍血-脑屏障的功能,但也有人指出细胞外的粘多糖有吸水能力而能促进离子和小分子的扩散<sup>[159]</sup>。

### 3. 细胞膜

有人观察到脑毛细血管内皮细胞的胞膜和血管外周胶质细胞的胞膜都能阻挡活体染料透过,故认为血-脑屏障的重要结构基础是细胞膜。Weatherby<sup>[159]</sup>曾观察到一些能透过脑毛细血管的物质也能透过人造的含卵磷脂和脑磷脂的胶态膜(colloidal membrane),而不能从血液透入脑的物质也不能透过胶态膜,故提出组成血-脑屏障的隔膜是含有类脂的膜,多年来研究得出细胞膜结构学说是液态镶嵌模型(fluid-mosaic model),认为细胞膜的结构是液态脂质双层中镶嵌着球形蛋白质的膜,与调节血-脑屏障的选择性,渗透性关系密切。

由上可知,血-脑屏障是各种结构联合起来的,一般认为脑血管的内皮细胞和内皮细胞间紧密连接是血-脑屏障的主要结构和功能基础,神经胶质细胞起辅助运输作用,基膜和极狭小的细胞外隙也可能有关系<sup>[148,149]</sup>。

血-脑屏障,除了上述脑毛细血管内皮、神经细胞膜和细胞外隙的形态结构的特点,形成了血液与脑组织之间的某些屏障作用外,这些结构的生理生化特性,如细胞膜的亲脂性,与物质的电离程度和细胞膜的载体运输机制等都是影响血-脑屏障的重要因素。

有人提出血-脑屏障机制中,有把已进入脑组织的某些物质主动地“泵”回去的现象。例如有机酸(青霉素为一种有机酸)一进入脑组织后即被泵回血液,结果等于不透过血-脑屏障。“泵”也是耗能的主动运输过程,特别是将有毒物质排出中神经系统之外,属于血-脑屏障的一调节机制。

Ingvar<sup>[157]</sup>用非常敏感的测量技术,测血-脑屏障机制的调节,发现大脑在功能上的活动区内局部血流增加。

## (二) 血-脑脊液屏障(blood-cerebro-spinal fluid barrier B.L.B.)

血液与脑脊液之间一种有选择性阻止某些物质入脑脊液内的屏障叫血-脑脊液屏障。Møltgard<sup>[161]</sup>将活性染料台盼蓝注入血液内,与血蛋白结合成为大分子复合物。因为脉络丛的毛细血管内皮细胞有窗孔,大分子物质可以透过而从血液扩散到脉络丛的间质内,但由于脉络丛上皮细胞顶部之间有紧密连接而阻挡大分子染料入脑脊液,故提出血-脑脊液屏障的位置是在脉络丛上皮细胞的紧密连接(图100)。Davis等<sup>[155]</sup>将细胞色素C注入大

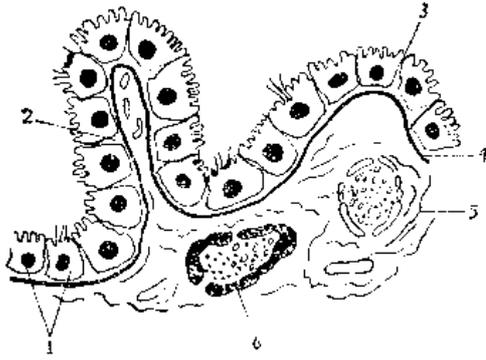


图 100 脉络丛上皮细胞顶部之间的紧密连接

- |          |             |
|----------|-------------|
| 1. 脉络丛上皮 | 2. 细胞间隙     |
| 3. 紧密连接  | 4. 基膜       |
| 5. 结缔组织  | 6. 有窗孔的血管内皮 |



图 101 缺乏脑屏障的特殊区

- |              |          |
|--------------|----------|
| 1. 终板的血管器官   | 2. 穹窿下器  |
| 3. 后连合下器     | 4. 松果体   |
| 5. 丘脑下部的正中隆起 | 6. 垂体神经部 |
| 7. 延髓的极后区    |          |

血管内皮伸出许多微绒毛,并有高度吞饮活动。

有些特殊区的室管膜上皮有紧密连接限制扩散作用,但激素可通过这些区的室管膜在脑脊液和血液之间进行双向的运输,如丘脑下部正中隆起处的室管膜输送促甲状腺激素释放激素,促黄体生成激素释放激素和抗利尿激素,从第三脑室的脑脊液经垂体门脉系统供应垂体前叶。脑的特殊区以外的室管膜上皮无紧密连接,故脑室与脑组织之间的大分子物质交换不受限制,药物注入脑室后能立即起作用。

# 第五章 脑垂体的血液供应

半个多世纪以来许多学者曾对人体和动物做了不少关于脑垂体的血液循环的研究。Stanfield<sup>[163]</sup>作了人的脑垂体连续切片,对脑垂体的解剖和血液循环作了较详细的描述,并对脑垂体一些结构给与了命名。最近国内房子钦<sup>[164]</sup>观察了国人垂体的血液供应,并就垂体血液供应的机能意义作了简要的讨论。由于脑垂体的血液供应与它的结构特点有关,故先根据 Stanfield 的研究资料,对脑垂体与血流途径密切相关的结构作一描述。

## 第一节 脑垂体的解剖学

### 一、柄 (stalk): (图 102, 103)

垂体柄包括神经柄和结节部。神经柄为自丘脑下部伸到垂体后叶里的一个神经组织柱,其上端形似一锥体的底,位于第三脑室漏斗底部。当其下端进入垂体时,向后方弯曲并与后叶上端的组织溶合,此弯曲部叫膝 (genu) (图 103), McConnell<sup>[165]</sup>称为垂体内柄 (intrapituitary stalk) 或低位漏斗茎 (lower infundibular stem)。Xuereb 等<sup>[166]</sup>把膝的下面与后叶前面的上部之间的区域叫膝下角 (subgenual angle)。

结节部是位于神经柄的前面和侧面上方的腺泡层。其上端是在神经柄前面和视交叉后面之间的一个不连续的薄片,下行渐变厚,进入垂体以后移行于前叶。

在柄的下半段,结节部的后部内有一纤维血管组织 (fibrovascular tissue),称为“结节隔” (tuberalis septum), 其上部薄,至柄下端渐变厚,后方与神经柄分界明显,但前方与结

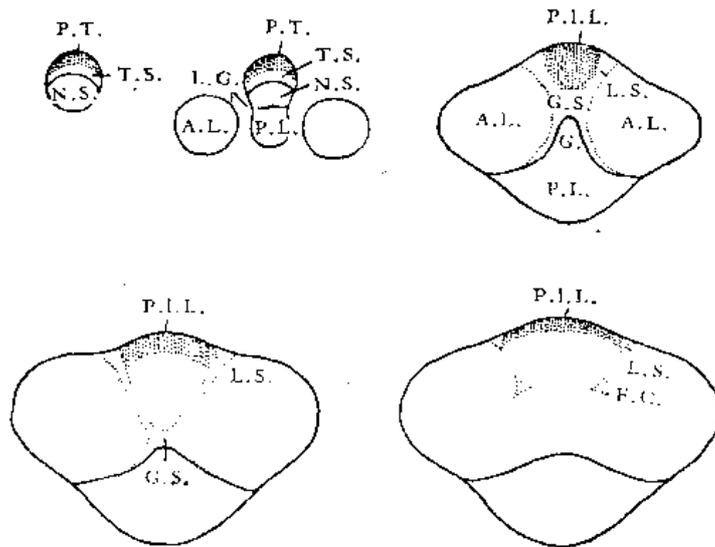


图 102 (I) 脑垂体上部和垂体柄的连续横切示间隔及纤维核心 (每片相隔 1 毫米)

A.L. 前叶 L.G. 纒沟 (Loral 沟) P.I.L. 纒间部 F.C. 纤维核心 L.S. 纒隔 P.L. 后叶 G. 膝 N.S. 神经柄 P.T. 结节部 G.S. 膝隔 T.S. 结节隔

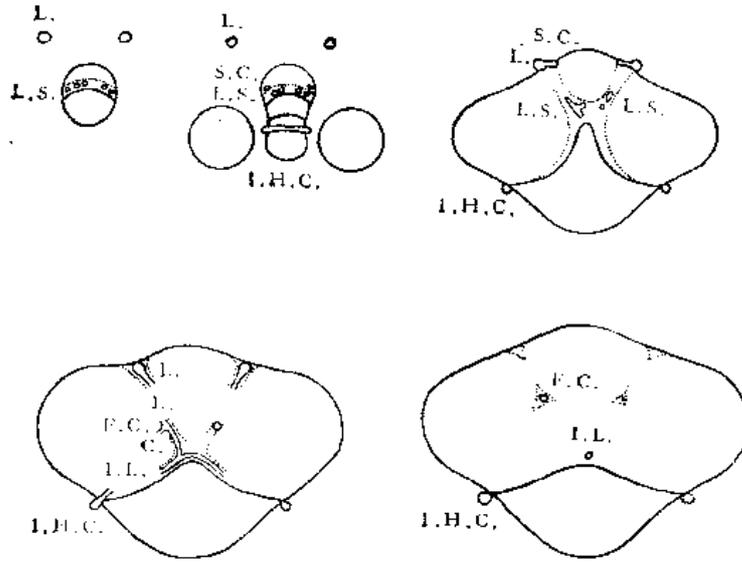


图 102 (2) 脑垂体上部和垂体柄的连续横切示血管 (每片相隔 1 毫米)

L. 纒动脉(小梁动脉) S.C. 被囊下动脉 I.H.C. 垂体下动脉 C. 交通支 I.L. 叶间动脉  
(其余说明如前图)

节部之间无明显境界。结节隔呈半月形，伸入垂体，盖于神经柄膝的前面和侧面，位于膝和前叶的基质之间，称为“膝隔”(genual septum) (图 102, 103)，内含所有的垂体门脉血管和几枝重要动脉。膝下角下面的膝隔连接一个单层上皮囊，该囊分隔前叶与后叶，是人类垂体中间部的残余。

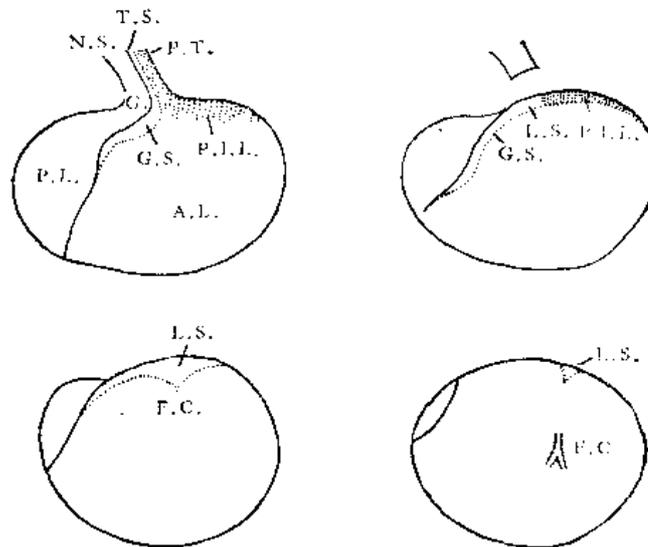


图 103 脑垂体和垂体柄的连续矢切(自近中线开始,相距 1 毫米)  
(说明如前图)。

## 二、纒隔 (loral septa) (或称小梁隔)

前叶前部外侧表面向上突出于柄与垂体连接的平面以上，所以在柄的止点两侧各有一浅沟，称为纒沟或小梁沟 (loral groove)。此沟在前叶前部的表面向前外侧伸出 2—3 毫

米，两侧缰动脉在沟的前端进入前叶。缰沟为两侧缰隔的表面标志，若将前叶作冠状切面，缰隔后方与膝隔的侧缘合并，将含有缰动脉的纤维血管组织鞘引向后方至柄的底部。

在前叶的上表面、缰沟之间、结节部的下端有一由柄向前伸出的舌样的腺组织，叫做“缰间部”（pars interloraries），其两侧为缰隔所包，但在下方它与前叶的主质间无明显界限。它主要由嫌色细胞组成，内含许多较大的血窦（图 102, 103）。

### 三、纤维核心 (fibrous core)

前叶有两个侧部，每个侧部的内、中 1/3 处有一个纤维核心，是由疏松纤维组织形成的垂直柱形结构，高 1.5—2 毫米，上端各与缰隔的下缘相连，向内移行于膝隔的外侧缘。纤维核心的一般形状，象连根的树干，上端狭小，下行时渐变宽，最后由宽阔的基部发出分支的纤维组织突起，进入前叶基质上半部，并向各方向分散。偶见横行的纤维束将左右两侧的纤维核心联系起来。纤维核心含一条动脉和数条大的窦样血管。

## 第二节 脑垂体的动脉

脑垂体的动脉供应非常丰富，主要有垂体上动脉、垂体下动脉和下被囊动脉。

### 一、垂体上动脉 (A. hypophysialis superior)

颈内动脉在前床突内侧穿出硬膜，发出一组垂体上动脉，一般每侧以 1—3 个短干起始，分为四条小动脉（图 104、以 A、B、C、D 表示），每条直径约 0.5 毫米，自颈内动脉发出后，向上向内行至视神经的下表面，可以在颈内动脉和视交叉之间任何一点分叉。

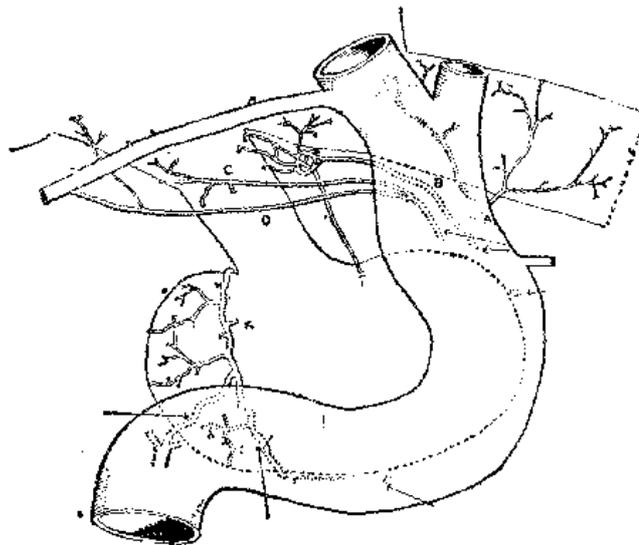


图 104 脑垂体侧面观示垂体上动脉（部分为颈内动脉所盖住）

McConnell 观察过 100 侧垂体上动脉（50 例），共干和分支形式归纳如下表（ABCD 示四条小动脉起自一总干；A-B C-D 示 A、D 单干而 BC 共干）：

排 列 方 式			数 目
AB	CD		60
ABCD (总干)			20
A	BC	D	7
A	B	CD	4
ACD	B		2
AC	B		2
AB	C		1
ABD	BC		1
AB	BCD		1
A	ABDC		1
A	AB	ACD	1

最后四例示 A 或 B 有两个甚至多个起点。两侧血管常对称。

血管 A 向上、向内侧行，达视神经下缘，供应视神经、视交叉，并和大脑前动脉分支吻合。血管 D 行于视神经和视交叉的下缘，供应视束前部的下面。颈内动脉和后交通动脉也向内侧发出 4—10 分支，供应视束、灰结节、乳头体和后穿质，这些动脉最前方的分支与 D 动脉分支吻合。

供应脑垂体前叶和柄的主要动脉为 B 和 C。有些作者将 B 称为前群动脉，C 称为侧群或后群动脉。它们行经视神经下缘，在视交叉下缘及垂体柄之间的蛛网膜下腔分支并和对侧的相应分支形成丛，似衣领样围住柄的上半段(图 105)。垂体柄前方的血管丛从中点朝上伸向漏斗，发出 1—4 分支供应视交叉的下面；柄后方的动脉伸向上方并盖于正中隆起表面。

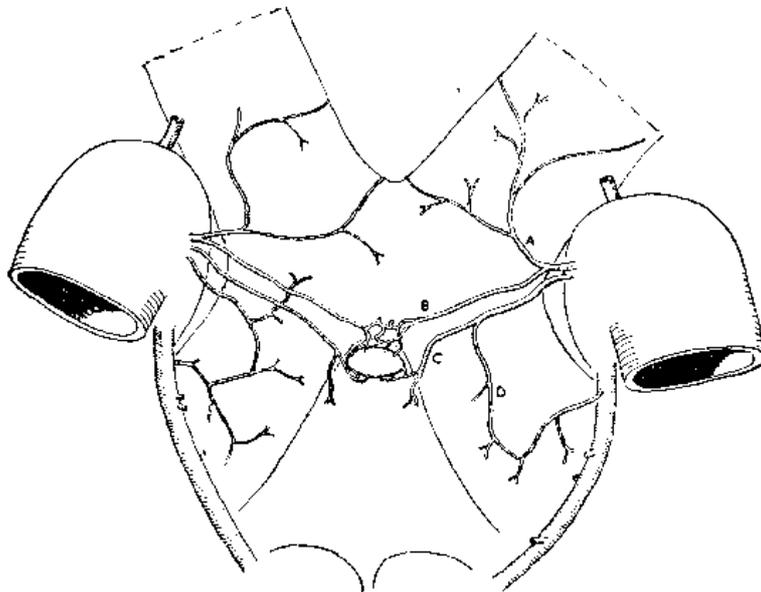


图 105 视交叉和下丘脑的下面观。示垂体上动脉

垂体上动脉穿入柄和正中隆起发出的主要分支有：

#### 1. 短柄动脉 (short stalk arteries)

这些动脉从垂体上动脉丛发出，在柄内行一短程后，沿柄的长轴向上、下行，位置较表

浅,大多数终止于神经柄内的毛细血管丛(图 107)。

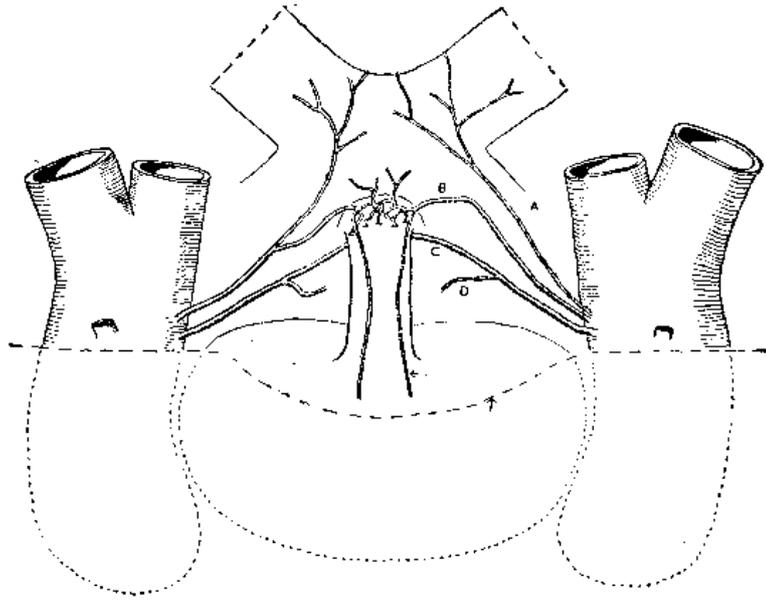
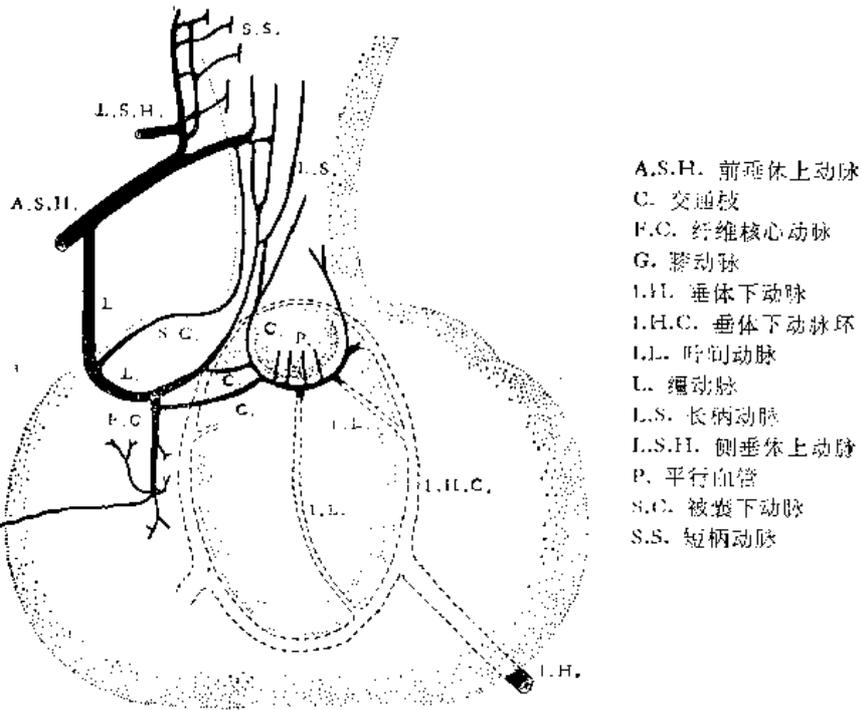


图 106 脑垂体和柄的前面观。示垂体上动脉



- A.S.H. 前垂体上动脉
- C. 交通枝
- F.C. 纤维核心动脉
- G. 鞍动脉
- I.H. 垂体下动脉
- I.H.C. 垂体下动脉环
- I.L. 时间动脉
- L. 纒动脉
- L.S. 长柄动脉
- L.S.H. 侧垂体上动脉
- P. 平行血管
- S.C. 被囊下动脉
- S.S. 短柄动脉

图 107 脑垂体动脉的基本形式

## 2. 纒动脉 (loral artery)

起自前群垂体上动脉后,在蛛网膜下腔呈纒状下行至前叶(图 106,107),每侧动脉在距柄的前方和侧方各 2 毫米处向下行,在纒沟前端距中线约 2 毫米的两侧穿入前叶的上缘。当它穿入前叶的被囊时,发出“被囊下动脉”(图 107),进入前叶实质后,在纒隔深部边缘纤维组织内向后向内达膝隔外侧部,在此向下发出一支“纤维核心动脉”,然后进入膝

隔,并从这里向上到垂体柄;最后分为二至三条长柄动脉,在结节隔内向上行。

纒动脉的分支有:

(1) 被囊下动脉 (A. subcapsularis): 被囊下动脉自纒动脉发出后在纒沟表面下方向后行至柄的下端,然后向上在结节部表面与垂体上动脉丛的一个长的下降支吻合,分支至结节部和神经柄。被囊下动脉常有变异,有时缺如。

(2) 纤维核心动脉: 在纤维核心的基质内下行,离开纤维核心而分布于前叶基质内,下端分为几条与细动脉大小相似的小分支,这些动脉可被纤维组织包绕一段距离,无明显肌膜,但有一薄层内弹性膜。有些动脉可达前叶下面外侧端,其中有许多回返支,向下行不久便折向上进入前叶前半部,终止于薄壁的细动脉窦 (arteriolar sinus)。

(3) 长柄动脉 (long stalk arteries): 是纒动脉在膝隔内的最终分支,每侧有二、三条,在结节隔内偶在结节部实质内向上行。在结节隔内常与来自垂体下动脉环的叶间动脉的分支相吻合(图 107)。当长柄动脉向上行时,发出“平行血管”,穿入膝和神经柄的下端。长柄动脉行至柄的中途常与来自垂体上动脉干的大分支相吻合。这些吻合支由此向上,渐穿入神经柄,末端形成毛细血管球。

两侧纒动脉之间及其分支之间常有横行吻合,最常见的吻合部位是纒动脉向上行至膝隔内并分为长柄动脉的地方。

垂体上动脉可发白大脑动脉环的后交通动脉,最近房子钦的观察给予证明,他也报导了纒动脉并非恒常存在。

## 二、垂体下动脉 (A. hypophysialis inferior)

垂体下动脉(图 107, 108)由脑膜垂体动脉(见第二章第一节)分出后,行向内侧,穿过海绵窦而达垂体后叶的侧面,在前叶与后叶之间的沟内中 1/3 与下 1/3 交界处分为一个上支和一个下支。上、下支在叶间沟内行程蜿蜒曲折,在脑垂体腺部的上、下方与对侧的同名动脉吻合,形成动脉环,此环的上端位于柄的后方。自垂体下动脉环发出后叶支,被囊支和叶间动脉。

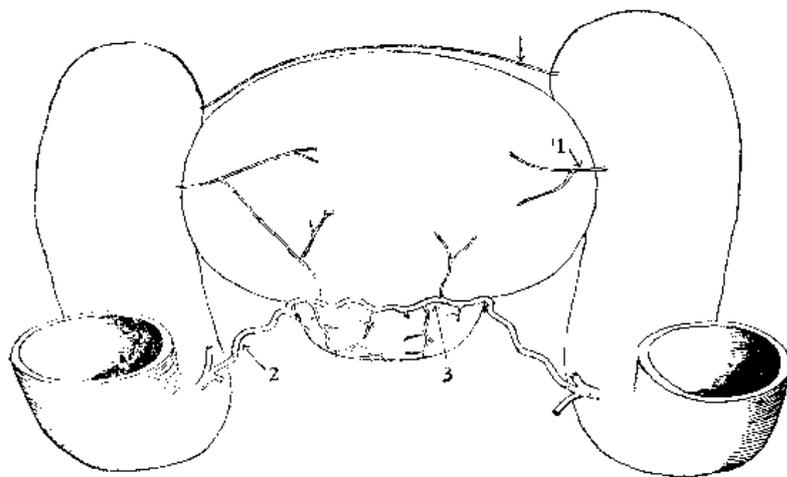


图 108 脑垂体和颈内动脉下面观  
1. 下被囊动脉 2. 垂体下动脉 3. 垂体下动脉环

### 1. 后叶支

大多数(每侧 5—10 条)立即穿入后叶,走向中央,分为广泛的毛细血管网。

### 2. 被囊支

约有 2—3 条,在后叶的被囊表面向后行走,分支,并与对侧的相应血管吻合,最后穿入实质,分支参与总的毛细血管网。后叶的这个毛细血管网的上部向前与膝部的“平行”血管相连,但似乎不与前叶的血窦直接相通。此外,垂体下动脉环下部发生少数细动脉,向前穿入前叶下表面的被膜,分布于基质。

### 3. “叶间动脉”

为起自垂体下动脉环的大分支,穿入前、后叶之间,经常每侧有一支,最常见的起自环的上 1/3 处,在两叶之间走向内侧至膝下角,沿途发出许多小分支,大部分穿入后叶的总毛细血管网;偶有一支穿入前叶基质至纤维核心。叶间动脉达膝下角时在中线上吻合,并发出 2—3 条膝动脉,膝动脉在膝的前方和外侧发出上升的分支,供应膝下部。McConnell 将向上和向后通过膝的小动脉群称为“平行血管”,它们与表面成直角,互相平行于隔内。在膝下部的平行血管来自垂体下动脉的叶间动脉和它们发出的膝动脉;在膝上部的平行血管来自长柄动脉和长柄动脉与膝动脉之间的吻合(图 107, 109)。

从叶间动脉的吻合支或从侧膝动脉常发出“交通动脉”,在膝隔的外侧缘向外向前至纤维核心的上部,与纒动脉或纤维核心动脉相吻合(图 110)。

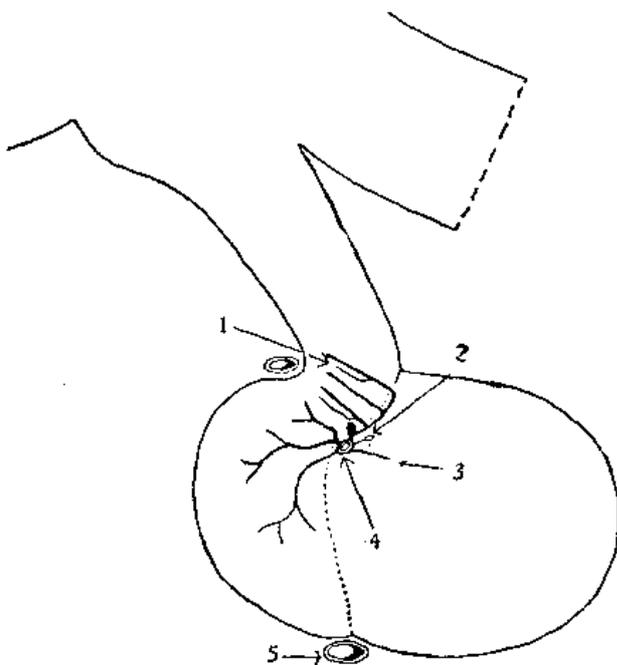


图 109 脑垂体正中矢状切面。示叶间动脉的分布

1. 平行血管 2. 长柄动脉的横行吻合 3. 纤维核心动脉 4. 叶间动脉 5. 垂体下动脉环

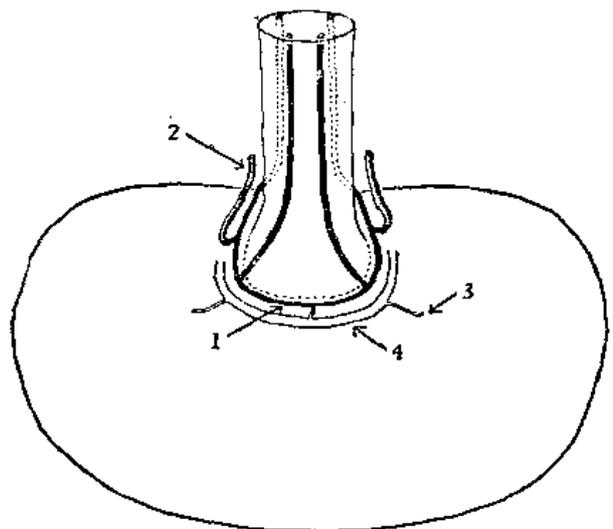


图 110 脑垂体冠状切面。示膝周围的血管

1. 长柄动脉的横行吻合 2. 纒动脉 3. 纤维核心动脉 4. 叶间动脉的吻合

### 三、下被囊动脉 (A. capsularis inferior)

下被囊动脉自颈内动脉海绵窦段发出后,在前叶下表面硬膜内与垂体下动脉的分支吻合,并在垂体外侧端分支供应其实质(图 108)。

### 四、脑垂体动脉的变异

垂体动脉的变异很多,主要表现于某些分支缺如,某些吻合支有时大有时小,尤其是以下几条动脉的吻合变异较多: 纒动脉与叶间动脉的吻合; 纒动脉经长柄动脉或被囊下动脉与垂体上动脉从的吻合; 叶间动脉经膝动脉和长柄动脉的吻合。根据文献所载,有以下几种情况:

1. Stanfield<sup>[163]</sup> 从 12 个人脑的 24 侧中,发现仅 6 侧的垂体动脉中具有上述基本形式,其它尚有以下几种变异:

(1) 无被囊下动脉的有 17 侧。

(2) 无纒动脉的有 4 侧,其中 2 侧纒动脉由被囊下动脉所代替; 1 侧为一叶间动脉所代替,并发出一个粗交通支与纤维核心动脉吻合,又经膝动脉与长柄动脉吻合; 1 侧纒动脉和叶间动脉都缺如,长柄上动脉起自垂体上动脉,在柄内下降,终止于其下端; 纤维核心动脉由垂体下动脉环下部的一个分支发出,后者在前叶内上升,进入纤维核心的下端。

(3) 纒动脉吻合变异的有: 两侧纒动脉在纒隔内直接吻合的有 1 例; 两侧纒动脉在膝下角内经横交通动脉相吻合,即在长柄动脉下端的吻合有四例; 一侧纒动脉与对侧被囊下动脉吻合的有 1 例。

(4) 叶间动脉不存在或不达膝下角的有 4 侧,其中 3 侧的膝动脉由纒动脉经交通动脉发出; 另 1 侧由长柄动脉供应膝动脉而无动脉至纤维核心。

(5) 长柄动脉单独发自垂体上动脉的有 4 侧,虽在柄内下行,但与下面血管无联系。纒动脉供应纤维核心,并经交通动脉与叶间动脉或膝动脉吻合。

(6) 至纤维核心的动脉不存在或不发达的有 3 侧。至纤维核心的动脉仅为交通动脉所供应、与纒动脉无联系的有 1 侧。纤维核心动脉之间直接吻合的有 1 例。

(7) 交通动脉不存在或不发达的有 2 例。

2. McConnell<sup>[165]</sup> 氏报告 100 例中有 4 例无主干的前支和后支; 有 2 例的垂体下动脉以二个根起自颈内动脉,在达脑垂体以前两根合并; 有 2 例的上支直接发自颈内动脉。

3. 房子钦<sup>[164]</sup> 在他所作的 14 例中两侧纒动脉同时存在的有 7 例,其中两侧纒动脉来自同侧垂体上动脉发出的有 2 例,且有 1 例两侧纒动脉均不进入垂体前叶而在鞍隔前进入硬膜内; 两侧及一侧缺如的各 3 例; 有三条纒动脉的 1 例,是由左侧垂体上动脉发出前、后两条纒动脉。有 1 例来自后交通动脉的垂体上动脉发出纒动脉,由垂体柄的后上方向前下方,绕垂体柄的外侧到垂体柄下端前外侧,穿鞍隔入垂体前叶。

## 五、有关垂体动脉的一些意见

### (一) 纒动脉和长柄动脉

McConnell 描述垂体上动脉穿入柄处发出的长柄动脉(图 111), 向下行与膝隔内的纒动脉吻合; 而 Xuereb 等及 Stanfield 的研究, 认为长柄动脉是纒动脉的上升终支。Xuereb 等称纒动脉为“至小梁的动脉”; Stanfield 把“小梁”描述为“纒隔”。Xuereb 等叙述“在小梁的这条动脉大而迂曲, 不发出到基质去的分支, 但它有时有一小分支至其余的纤维组织”。Stanfield 认为这一小分支可能指他所描述的“纤维核心的动脉”, 故提出这是一条重要而常见的动脉, 它下行至纤维核心下端, 并以分支入基质而告终。Warwick<sup>[9]</sup> 采用了小梁动脉(trabecular arteries) 这一名词。

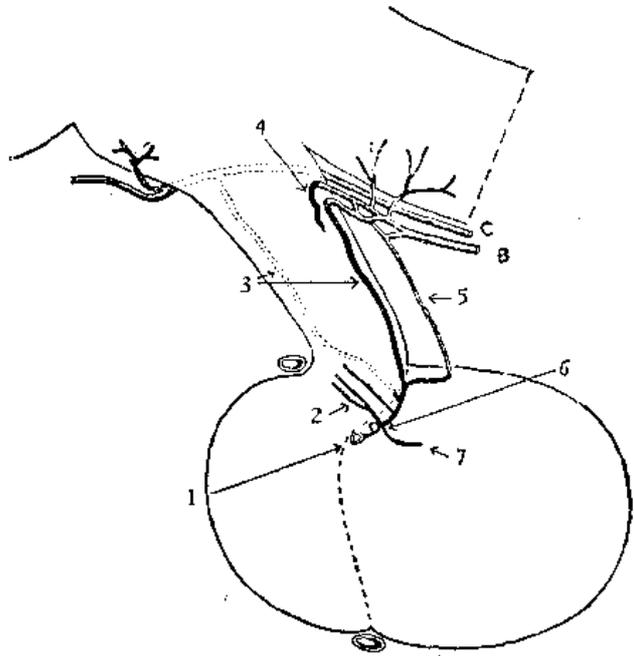


图 111 脑垂体正中矢状切面。示垂体上动脉的分支  
1. 叶间动脉的吻合 2. 平行血管 3. 长柄动脉  
4. 短柄动脉 5. 纒动脉 6. 长柄动脉的  
横行吻合 7. 至纤维核心的分支

### (二) 垂体上动脉和垂体下动脉间的吻合

一般同意在膝隔内这两个血管系统有大小及数量不等的吻合, 大致可分为纒动脉和叶间动脉之间在纤维核心上端的吻合以及长柄动脉和叶间动脉之间在膝隔的内侧和外侧的吻合。

### (三) 前叶基质内的终动脉

Xuereb 等认为没有去前叶的终动脉; Stanfield 研究证明前叶基质内确有终动脉, 大多数发自单支纤维核心动脉, 后者发出细长的动脉分布于整个前叶的上半部; McConnell 亦认为有终动脉的存在并指出这些终动脉的来源最常见的是自纤维核心动脉的小分支, 但还有发自下被囊动脉的一支到外侧极的小动脉或自垂体下动脉环的叶间分支发出的小动脉, 穿入前叶边缘部。此外, 下被囊动脉到外侧极的一个小分支还可与来自纤维核心的一个终支吻合。

## 第三节 垂体柄的毛细血管

### 一、毛细血管球或丛

短柄动脉和长柄动脉分支的末端形成毛细血管球样的结构称为“血管球”(gomitoli), 房子钦译为“棕丝”, (为 Fumagalli 1941 年所命名)。<sup>[164][167]</sup> 血管球位于神经柄的上半段和

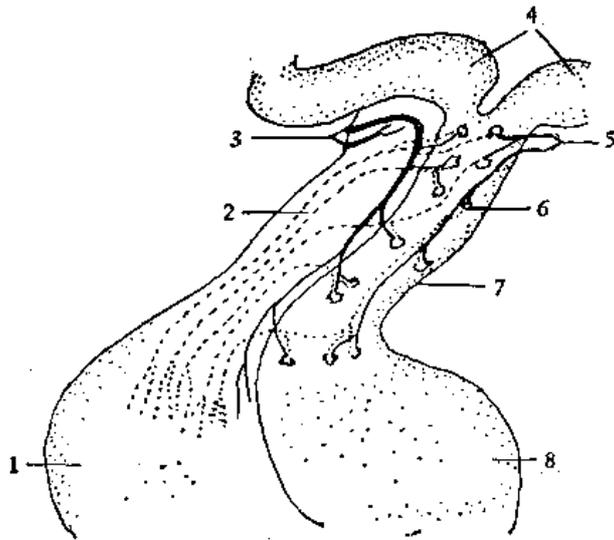


图 112 脑垂体的门脉循环

1. 前叶 2. 门静脉(蔓状血管网) 3. 垂体上动脉前群 4. 正中隆起 5. 垂体上动脉后群  
6. 毛细血管球 7. 漏斗柄 8. 神经部

正中隆起。在神经柄的各段组织内它们呈纵行排列；在正中隆起内它们自软膜表面垂直向上伸向第三脑室底，但并不到达第三脑室，这里的血管球排成楔形，与神经柄相连，此楔形组织向后逐渐变狭而局限于中线，最后突然消失。含血管球的组织和附近脑组织的界限分明（附近脑组织的毛细血管和脑其余部分的一样），无血管吻合（图版 IV，图 8）。

每一血管球长约 1—2 毫米，宽 50—100 微米，呈梭形、球形或多角形，包括一条位于神经胶质膜内的中央动脉，中央动脉周围有一圈略呈纵行螺旋形的窦状毛细血管。中央动脉在一定距离上发出很短的细动脉，开

口于窦状毛细血管。这些细动脉极短，几乎直接开口于毛细血管，管壁内无内弹性膜，但有一层强厚的括约肌。因此，中央动脉主要终于其本身的毛细血管球，偶而可延伸一小血管至较远的组织。血管球的毛细血管互相交通成丛，在其外侧的一定地点，发出毛细血管进入神经柄的组织，参与蔓状血管网（pampiniform network）的形成（图 112）。

血管球最早由 Tello<sup>[160]</sup> 所描述，并为以后所有研究垂体血管解剖的学者所证实。这些结构的功能尚不清楚，但它们确象是一种机械装置，以控制动脉血流入蔓状血管网，再到门脉。

## 二、蔓状血管网

McConnell 把分布于柄的绝大部分的毛细血管网称为蔓状血管网。它在柄的上段不明显，但因有来自血管球的毛细血管逐渐加入，愈到下面数量愈多。

柄的上半段收集蔓状血管网的毛细血管，通过纤维血管隔（fibrovascular septa）而达神经柄表面，互相连接形成小的表面窦（门脉窦）。在神经柄下 1/3 段的前面和膝部，常有三、四个大的血管隔。柄下段和膝部的蔓状血管网内的血窦经血管隔而通向表面。

## 第四节 垂体门脉系

Popa & Fielding<sup>[169]</sup> 及 Pietsch<sup>[170]</sup> 分别发现了垂体门脉，最初认为这些血管是将前叶血窦内的血液带到丘脑下部的毛细血管或柄的毛细血管丛，以后许多学者（Wislocki and King<sup>[171]</sup>、Wislocki<sup>[172, 173, 174]</sup>、Green and Harris<sup>[175, 177]</sup>、Green<sup>[176]</sup><sup>[178]</sup>、McConnell<sup>[165]</sup>、Xuereb 等<sup>[166]</sup> 研究证明这些血管是组成正中隆起和柄的大片毛细血管的导行血管，作为前叶血液供应的主要来源。有些学者 Romeis<sup>[179]</sup>、Pfeifer<sup>[180]</sup>、Spanner<sup>[181]</sup> 根据注射标本和组织学观察，

指出门脉内的血流方向可随前叶和柄内的压力差别而改变；但从解剖基础上看这是不可能的。目前一般认为自正中隆起、漏斗和垂体柄的血管球开始，经蔓状血管网、门脉窦至垂体前叶细胞间的血窦构成垂体门脉系统。门脉窦沿神经柄表面向下行，根据它们与神经柄的关系，常分为前、后门脉窦(图 113)。

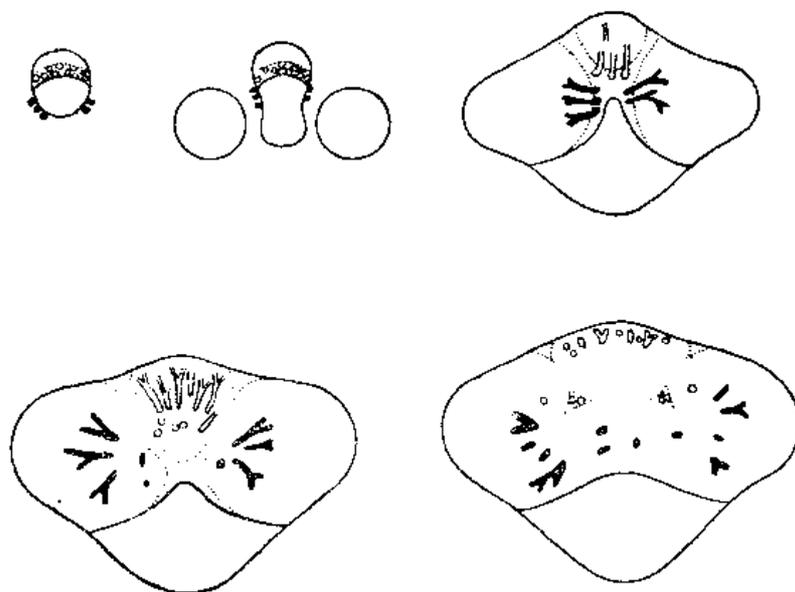


图 113 垂体柄和脑垂体的连续横切(每片相隔一毫米)  
前门脉窦空白,后门脉窦黑色。

## 一、后门脉窦 (Posterior portal sinuses)

从正中隆起的下表面开始有 2—3 个小窦，沿神经柄的后缘下降，分支又重新互相连接，接受由蔓状血管网向表面发出的小窦，在柄的下 1/3 集合为 5—6 支直径达 200 微米的垂体门脉窦，排列在沿柄周围后缘 2/3 处。这些较大的门脉窦壁内有少量肌纤维，门脉窦沿柄的表面下降，偶而伸入实质，接近下端时向两侧分开并斜向前方，在柄与脑垂体相连处失去肌层，立即分支入前叶的两侧部。每侧尚有 1—2 个门脉窦继续下降至前叶中心，直至接近垂体下缘时才向外侧分支。

## 二、前门脉窦 (Anterior portal sinuses)

这些窦的行程远较后门脉窦为短。它们在神经柄上段的前外侧缘和结节部腺泡间的结节隔上端集成一排小窦，成为结节隔内的主要血管。这一组门脉窦在神经柄的下段和膝的上部，增加了与平行血管伴行的血窦，并接受了这些区域的蔓状毛细血管网的血窦，所以窦的数目逐渐增多。

前窦数量较后窦多得多，在柄与垂体相连处共有 20—30 个。它们的口径较后窦小得多，管壁较厚，肌肉组织更多，并常含大量弹性纤维。

前门脉窦有三种分布形式：

(1) 大部分在柄的下端转向前,在前叶表面下方的纒间部逐一急转向下,进入前叶实质,分布在前叶上部及前部。

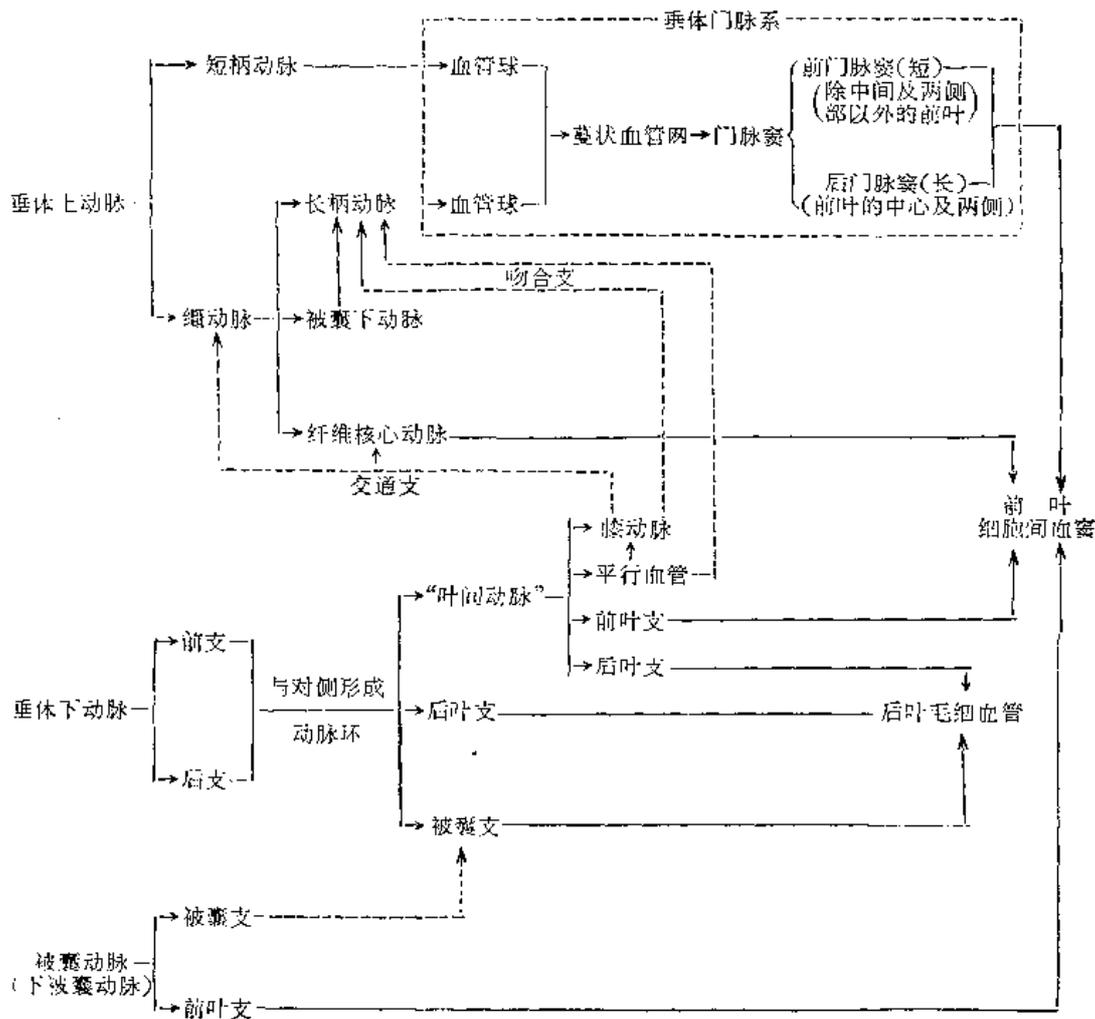
(2) 有 4—5 个位于结节隔外侧缘的前门脉窦转向外侧,与后门脉窦伴行,进入前叶的前外侧。

(3) 少数最后方的前门脉窦向下行人膝隔,接受来自膝部的小分支,其中有几支继续下降,分布于前叶的后部。有一组重要的门脉窦进入两侧纤维核心,分为许多薄壁的窦,伴随动脉下降,最后经纤维核心发出的放射状细长纤维突而分布于前叶。这些纤维核心的血窦较它们的起点——前门脉窦大得多。

前、后门脉窦穿入垂体前叶实质,在前叶分泌细胞索和团之间分支。电镜下窦壁的内皮细胞均有窗孔,有利于分泌物进入血液。

一般认为,丘脑下部垂体束的神经纤维可释放神经分泌物质,渗入正中隆起的毛细血管,再经垂体门脉进入前叶以调节其功能。丘脑下部与结节部和正中隆起之间只有毛细血管吻合,缺乏其它的吻合,故丘脑下部的血管不参与垂体门脉系。(附:脑垂体的血液供应表解)。

附:脑垂体的血液供应表解



## 第五节 脑垂体的静脉

大多数学者认为脑垂体后叶的静脉注入附近硬膜静脉窦,属于体静脉系,而前叶和垂体柄的静脉则不然。Popa 和 Fielding<sup>[169]</sup> 认为垂体前叶静脉通过一系列门静脉经垂体柄向上至丘脑下部,而 Wislocki、King<sup>[171,173]</sup> 和 Green、Harris<sup>[177]</sup> 等证实垂体门静脉的血液向下流,经附近静脉窦而人体静脉系。关于接受垂体静脉的血窦方面的描述较少,Ridley 早在 1695 年把海绵窦的内侧部和通过脑垂体前方和后方的血窦合起来称为“环状窦”(Sinus circularis)。以后的两个世纪内关于海绵窦的记载较为简单,如 Winslow (1749)、Haller (1757)、Bell 和 Bell (1826)、Cruveilhier (1842)、Sappey (1869) 和 Sperino (1884) 等都认为海绵窦由复杂的血管腔隙网组成,形似海绵,故有其名<sup>[182]</sup>。

Xuereb 等<sup>[166]</sup>描述了垂体的静脉分为上组、前下组和外侧组,分别注入“上环状窦”(Sinus circularis superior)、“垂体下窦”(Sinus subhypophysealis)及两侧的海绵窦(Sinus cavernosus)。

Green<sup>[182]</sup>用不同颜料分别注入颈内静脉和颈总动脉,并做脑垂体及其附近结构的连续切片,对脑垂体的静脉引流作了较详细的描述。

### 一、脑垂体前叶的静脉

脑垂体前叶的静脉引流部位和形式与动脉完全不同。毛细血管窦在腺内形成复杂的网,在被囊下的腺实质内分为20个分离的引流区,每一区内的毛细血管窦在接近腺的表面时相互汇合,形成10—20条较大的静脉,这些静脉常形成1至3条主干,在到达被囊时略呈弯曲,斜行穿过被囊,有时单独穿过被囊(图114—116)。由前叶出来的静脉可分为外侧群、上群和前下群。

#### (一) 垂体外侧静脉 (Vv. hypophyseales lat.)

垂体外侧静脉(图114)包括外侧端组及其上、下方各一组静脉。

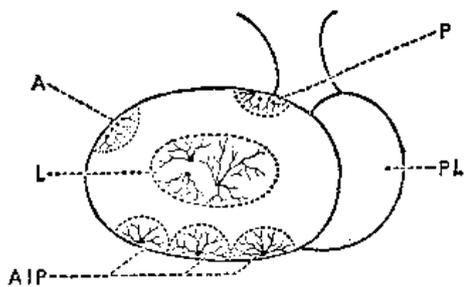


图114 脑垂体前叶外侧面的静脉引流

自前下外侧缘发出的  
AIP. 前、中间和后三亚组 L. 自前叶外侧  
极发的静脉 A. 自上外侧缘发出的前亚组  
P. 自上外侧缘发出的后亚组 PL. 后叶

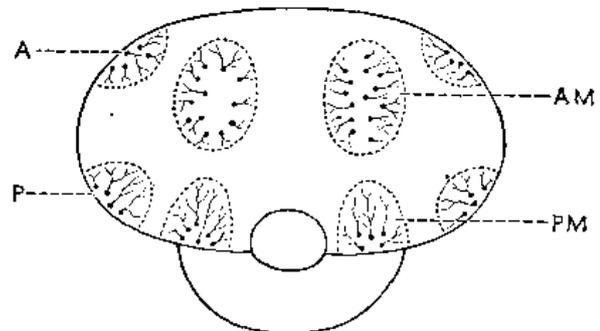


图115 脑垂体前叶上面的静脉引流

P. 自上外侧缘发出的后亚组 A. 自上外侧缘  
发出的前亚组 AM. 垂体上静脉的前内侧组  
PM. 垂体上静脉的后内侧组

### 1. 外侧端组

围绕外侧端的微静脉汇集成 1—3 支直径 0.2 毫米的静脉，向下行，上部的血管常在外侧端穿出被囊，注入海绵窦内侧上部，下部的在其下方 2 毫米处出囊，注入海绵窦内侧下部。

### 2. 上外侧缘组

自上外侧缘穿出的静脉(图 114)又可分为前、后二亚组：

(1) 前亚组导出前叶前缘和上外侧缘交界处附近的血液(图 114, 115)，约有 6—10 支静脉分别穿出被囊，然后向前向上注入上丛状窦的前部。

(2) 后亚组导出前叶上外侧缘周围距前、后叶交界处前方不远处的血液(图 114, 115)，流向后上方，穿出被囊时为 5—10 条相互靠近的血管，然后汇成一个较大的静脉干，注入上丛状窦的后部。

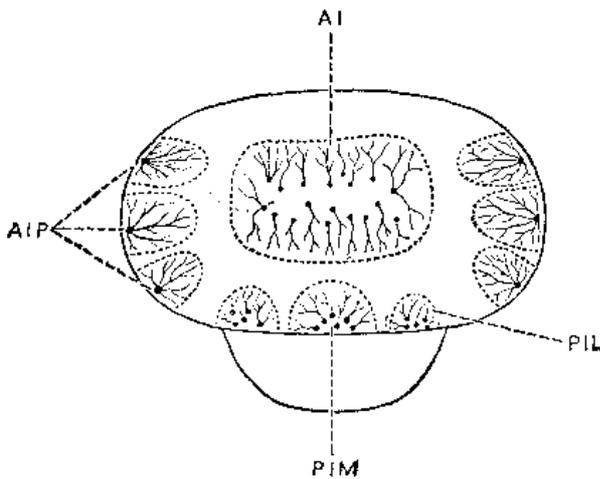


图 116 脑垂体前叶前下面的静脉引流

AIP 自前下外侧缘发出的前、中间和后三亚组 AI 垂体前下静脉前组 PIL 垂体前下静脉后外侧组 PIM 垂体前下静脉后内侧组

### 3. 下外侧缘组

来自下外侧缘的静脉又分为前亚组、中间亚组和后亚组，导出前叶的下外侧部(图 114, 115)的血液。各组的静脉窦集合形成直径 0.1—0.2 毫米的单干，向后行于被囊内。静脉干穿出被囊后，

向后向下汇入相应的静脉窦：前亚组汇入前下丛状窦，中间亚组汇入海绵间下窦，后亚组汇入后静脉网。

## (二) 垂体上静脉 (Vv. hypophyseales superior)

垂体上静脉包括两组主要血管(图 115)，一组位于前内侧，一组位于后内侧，导出前叶上部的血液。

1. 前内侧组的属支向上行至垂体表面，斜穿被囊。离垂体时，微静脉分为向前外侧和向后外侧行的两组平行血管，在行程中逐渐汇合，最后形成直径 0.2—0.4 毫米的迂曲管道，汇入上丛状窦。

2. 后内侧组的属支向上、稍向后，斜穿被囊后相互平行至后外侧，汇合成直行的静脉干，多数注入上丛状窦后部。

## (三) 垂体前下静脉 (Vv. hypophyseales anteroinferior)

垂体前下静脉(图 116)包括前组、后内侧组和后外侧组三个主要部分，导引前叶下部血液。

1. 前组静脉斜穿被囊后,即汇合成静脉干,紧贴垂体表面向后行,达前下表面的前1/3与中1/3交界处向前注入前下丛状窦。

2. 后外侧组的静脉收集叶间沟前方下表面外侧部的血液。微静脉分别穿过被囊,立即汇集成一静脉干,注入海绵间下窦。

3. 后内侧组的静脉导引前、后叶间沟前方下表面内侧部的血液(图 116),其行程有三种方式:

1) 各微静脉分别穿出被囊并单独注入海绵间下窦。

2) 各微静脉分别穿出被囊但汇合成单干,注入海绵间下窦。

3) 各微静脉在前叶实质内汇合成少数大静脉干,单独或进一步汇合后穿出被囊,注入海绵间下窦。

在血管穿出被囊处可见腺组织疝,腺组织疝最常见于伴随垂体前下静脉的后内侧组,也常见于前叶上外侧缘组的后亚组静脉。

## 二、脑垂体后叶的静脉

垂体后叶的静脉与垂体下动脉分支伴行而出脑垂体。后叶毛细血管汇合成微静脉,走向边缘,仅在后叶外侧部 0.5—1 毫米处可见到汇合后的静脉,故后叶静脉较前叶少。

导引后叶的主要静脉组在前、后叶交界附近的外侧表面前方穿出。离垂体后,外侧表面上半部来的微静脉向上行,汇合成一直径 0.2—0.3 毫米的大静脉干,注入海绵间后窦。来自外侧表面下半部的微静脉向下行,汇成静脉干,注入垂体下静脉或直接入后静脉网的附近部分。

## 三、垂体柄的静脉

在垂体柄与丘脑下部之间的血管联系仅限于毛细血管。因此,垂体柄的静脉仅为蔓状血管网和至前叶的垂体门脉窦,故认为白垂体柄没有直接入脑的静脉。但也有人提出,在垂体柄的近侧部有 2—3 支浅静脉导入基底静脉<sup>[5]</sup>。

## 四、脑垂体周围静脉窦 (Sinus venosus peripituitaris)

脑垂体附近有两组静脉窦,即海绵间窦及丛状窦。海绵间窦为海绵窦之间的横行连接,丛状窦为脑垂体表面的血管网,将脑垂体的血液导出至海绵间窦和海绵窦。

### (一) 海绵间窦 (Sinus intercavernosus)

海绵间窦分为三组,即海绵间前窦、海绵间后窦和海绵间下窦。

#### 1. 海绵间前窦 (Sinus intercavernosus anterior)

海绵间前窦横位于蝶鞍前缘的两层硬脑膜之间(图 117),其后面与垂体前叶的前面接触,中线处直接位于鞍隔下面,外侧部在垂体前叶与颈内动脉的上升段之间略向下行。

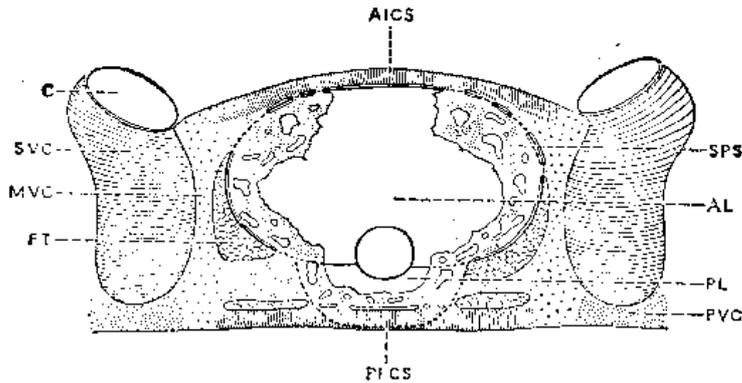


图 117 脑垂体和附近的静脉窦(上面观)

FT 脂肪组织 MVC 海绵窦的内侧部 SVC 海绵窦的上部 C 颈内动脉  
 AICS 海绵间前窦 SPS 上丛状窦 AL 前叶 PL 后叶 PVC 海绵窦的  
 后部 PICS 海绵间后窦

大多数在到达垂体外侧缘向下向后,汇入海绵窦内侧的前上部。

海绵间前窦一般为单独的窦隙,无小梁分隔,整体观略呈卵圆形,横切面形态不一,垂直径为 2 毫米,前后径为 1 毫米,接受来自上丛状窦及蝶鞍前缘和鞍隔内小静脉的血液。

### 2. 海绵间后窦 (Sinus intercavernosus posterior)

海绵间后窦位于鞍背上部的前方(图 117),在中线上靠近后叶上面的后部,其外侧由脂肪垫与前叶的外侧端相隔。在多数例子中,此窦常汇入海绵窦内侧的后上部。海绵间后窦形状不一,基本上为长方形或三角形,较海绵间前窦小,不为小梁所分隔。其垂直径通常为 1.5 毫米,前后径 1 毫米。海绵间后窦与上丛状窦(图 117)和后静脉网(图 119)相通,并接受来自后叶外侧面前部的静脉、一些小的硬膜静脉及鞍背外侧部的一些骨静脉 (V. osseous)。

### 3. 海绵间下窦 (Sinus intercavernosus inferior)

海绵间下窦约平垂体后叶前方 1 毫米处,位于蝶鞍底(图 118),汇入海绵窦两侧的下部。海绵间下窦呈卵圆形,垂直径通常为 1 毫米,前后径 1.5 毫米。窦内有少数纤细的小梁,但并不为小梁所分隔。

海绵间下窦接受前下丛状窦、后静脉网和垂体前下静脉的后内侧组和后外侧组;它在后叶外侧缘接受与垂体下动脉伴行的静脉;还接受来自蝶鞍后侧部的骨静脉、蝶窦粘膜、附近硬膜和脂肪组织的许多小静脉。

## (二) 丛状窦 (Sinus plexiformis) 和静脉网 (venosus reticularis)

丛状窦和静脉网包括垂体前叶下面的前下丛状窦,前叶和后叶上面的上丛状窦和后叶后面的后静脉网。丛状窦由窦隙组成而后静脉网由静脉网组成。

### 1. 上丛状窦 (Sinus plexiformis superior)

上丛状窦由紧贴垂体上表面的血窦网组成(图 117),位置和大小多变,垂直径通常为

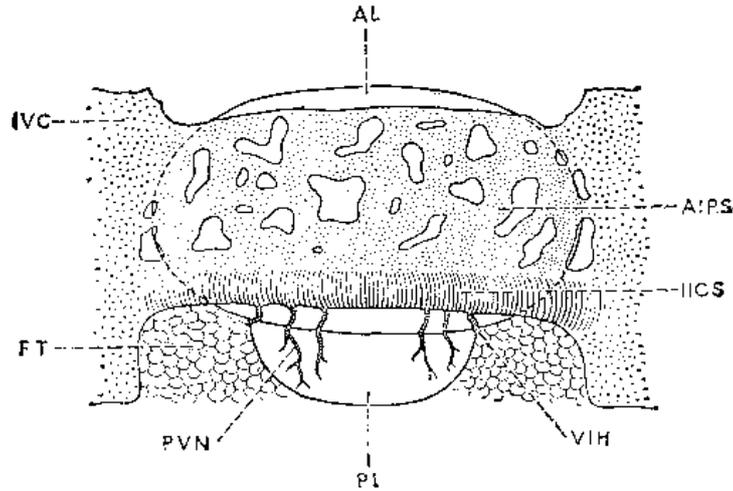


图 118 脑垂体和附近的静脉窦(下面观)

FT 脂肪组织 IVC 海绵窦的下部 AL 前叶 A:PS 前下丛状窦  
IICS 海绵间下窦 VIH 垂体下静脉 PL 后叶 PVN 后静脉网

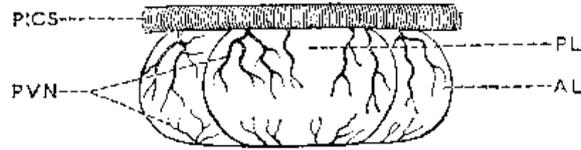
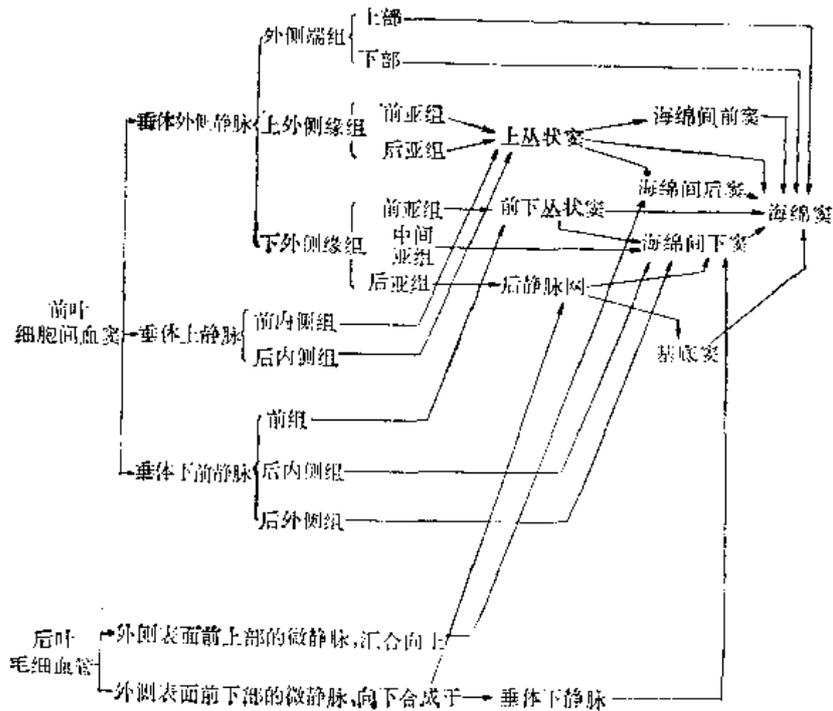


图 119 脑垂体后面观,示后静脉网上部汇入海绵间后窦  
PVN 后静脉网 PICS 海绵间后窦 PL 后叶 AL 前叶

0.3—0.4 毫米,此窦向前方汇入海绵间前窦、向外侧汇入海绵窦内侧部、后方与海绵间后窦相通。上丛状窦的主要属枝为垂体上静脉,但也接受鞍隔来的小静脉。

脑垂体的静脉表解



## 2. 前下丛状窦 (Sinus plexiformis anteroinferior) (图 118)

前下丛状窦由形状、大小、数目不等的血窦网组成,平均垂直径约 0.2 毫米,位于前叶的前下表面和蝶鞍底部之间,向后汇入海绵间下窦,向外汇入海绵窦的下部。前下丛状窦的主要属枝为来自前叶的下外侧缘组的垂体静脉前亚组和垂体前下静脉的前组;也接受蝶鞍的骨静脉和蝶窦粘膜的静脉。

## 3. 后静脉网 (Venusus reticularis posterior)

后静脉网由覆盖垂体后叶后面和下面及垂体前叶外侧端后面的静脉丛组成(图 118, 119),通过海绵间下窦和海绵间后窦之间,向上汇入海绵间后窦(图 119),向下入海绵间下窦(图 118),向后入基底窦。后静脉网的主要属支为垂体前叶和后叶后面的静脉,也接受来自前叶下外侧缘的静脉、鞍背上部的骨静脉和蝶窦粘膜静脉。(附:脑垂体的静脉表解)。

## 参 考 文 献

- [1] Hamilton, W. J., Boyd, J. D. and Mossman, H. W.: Human Embryology. 4th ed., The Macmillan Press Ltd., The Williams & Wilkins Co., 1978.
- [2] Arcey, L. B.: Developmental Anatomy, 6th ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia and London, 1957.
- [3] Toole, J. F. and Patel, A. N.: Cerebrovascular disorders, 1974.
- [4] Gänshirt, H.: Der Hirnkreislauf. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1972.
- [5] Allsopp, G. and Gamble, H. J.: Light and electron microscopic observations on the development of the blood vascular system of the human brain. *J. Anat.* (London), **128** (3): 461—477, 1979
- [6] Patten, W.: Human Embryology, 2nd ed., The Blakiston Company, New York, Toronto, 1950.
- [7] Padget, D. H.: The development of the cranial arteries in the human embryo. *Contr. Embryol.*, **32**: 205—261, 1948.
- [8] Padget, D. H.: The cranial venous system in man in reference to development, adult configuration and relation to the arteries. *Am. J. Anat.*, **98**: 307, 1956.
- [9] Warwick, R. and Williams, P. L.: Gray's Anatomy, 35th ed., Longman Group Ltd., Great Britain, 1973.
- [10] Dahl, V.: The ultrastructure of capillaries in cerebral tissue of human embryo. A preliminary report. *Danish Medical Bulletin*, **10**: 196—199, 1963.
- [11] Hauw, J. J., Berger, B. and Escourrolle: Electron microscopic study of the developing capillaries of the human brain. *Acta Neuropathologica*, **31**: 229—242, 1975.
- [12] Hauw, J. J., Berger, B. and Escourrolle: Ultrastructural observations on human cerebral capillaries in organ culture. *Cell. and Tissue Research*, **163**: 133—150, 1975.
- [13] Povlishock, J. T., Martínez, A. J. and Moosy, J.: The fine structure of blood vessels of the telencephalic germinal matrix in the human fetus. *Am. J. Anat.*, **149**: 439—452, 1977.
- [14] Allsopp G. and Gamble H. J.: An electron microscopic study of the pericytes of the developing capillaries in human fetal brain and muscle. *J. Anat.*, **284**: 155—168, 1979.
- [15] Humphrey: The development of the human amygdala during early embryonic life. *J. of Comp. Neurol.*, **132**: 135—166, 1968.
- [16] Strong, L. H.: The early embryonic pattern of internal vascularization of the mammalian cerebral cortex. *J. of Comparative Neurology*, **123**: 121—138, 1964.
- [17] Caley, D. W. and Maxwell, D. S.: Development of the blood vessels and extracellular spaces during postnatal maturation of rat cerebral cortex. *J. of Comp. Neurol.*, **138**: 31—48, 1970.
- [18] Wolff, J. and Bar, T.: Seamless endothelia in brain capillaries during development of the rat's cerebral cortex. *Brain Research*, **14**: 17—24, 1972.
- [19] Miodonski, A.: The angioarchitectonics and cytoarchitectonic (impregnation Mode Golgi Cox) structure of the fissural frontal neocortex in dog. *Excerpta Med. Anat. Anthropol. Embryol. & Histol.* (1881), 1975.
- [20] Malinsky, J.: Development of the brain barrier and the blood vessel bed in the spinal cord of man. *Excerpta Med. Anat. Anthropol. Embryol. & Histol.* (1479), 1974.
- [21] Noback, C. R.: Blood Circulation. The nervous system. 2th ed. 28—32, 1977. McGraw-Hill Book Company, New York.
- [22] Wallace, S.: The cavernous branches of internal carotid artery. *Am. J. Roent. Rad. Therapy & Nucl. Med.*, **101**: 34—46, 1976.
- [23] Ferner, H.: Anatomische und Phlebographische Studien der Inner Hirnvenen des Menschen. *Zeits. für Anat. und Entwickl.* Bd. 120, 481—491, 1958.
- [24] 吉林医大第一临床学院神经外科: 颈动脉造影实用神经外科 115, 1977, 吉林人民出版社。
- [25] 王忠诚: 脑血管造影术。人民卫生出版社, 1965。
- [26] 宫下公平: 中国人的脑底动脉。 *J. Oriental Medicine*, **22**: 345—368, 1935.
- [27] 邱治民、冯元富: 中国人大脑动脉环 (Willis 氏环) 的结构。 *解剖学报*, **1**(3): 307—315, 1955。
- [28] 董雅占: 中国人脑动脉环的初步观察。 *解剖学报*, **3**(1): 41—48, 1958。
- [29] 毛增荣: 脑底诸动脉及其分枝。 *解剖学报*, **3**(2): 103—120, 1958。
- [30] 曾司鲁、李旭光: 国人脑动脉系统的研究。 I. 大脑外部的动脉。 *解剖学报*, **8**(2): 259—281, 1965。

- [31] Hasebe, K.: Arteria der Hirnbasis. "Das Arterien system der Japaner" *Von. Asach*, 13. Bd. 1. 11—134, 1928.
- [32] Крупачев, И. Ф. и Металлиникова, Н. Н.: Структура виллеза круг. кровоснабжение центральный и периферической нервной системы человека. 88—96, 1955.
- [33] 引自 [21].
- [34] 曾司鲁、袁龙庆: 国人脑动脉系统的研究 (II) 纹状体、丘脑及内囊的动脉。解剖学报, 9(2): 258—268, 1966.
- [35] Otom, E.: The anterior choroidal artery. *Arch. Neurol.*, 13: 656—658, 1965.
- [36] Herman, L. H., Fernando, O. U. and Gurdjan, E. S.: The anterior choroidal artery. Anatomical study of its area of distribution. *Anat. Rec.*, 154. (1). 95—101, 1966.
- [37] Abbie, A. A.: The clinical significance of anterior choroidal artery. *Brain*, 58(3): 233—246, 1933.
- [38] Brandt, R. A.: Anatomical variations of the anterior cerebral and communicating arteries. *Neurobiologia*, 38: 31—40, 1975.
- [39] Godinov, V. M.: The arterial system of the brain. *Am. J. Anthropol.*, 13: 359—388, 1929.
- [40] Kirgis, H. D., Fisher W. L.: Aneurysma of the anterior communicating artery and gross anatomy of the circle of Willis. *J. Neurosurg.*, 25. 73—78, 1966.
- [41] Stehhens, W. E.: Aneurysma and anatomical variation of cerebral arteries. *Arch. Pathol.*, 75: 45, 1963.
- [42] 吴恩惠: 颅脑五官 X 线诊断学。天津人民出版社。1975。
- [43] 李吉、刘随森、曹郁琦: 大脑前动脉分支的研究。中国解剖学会 1978。学术年会论文汇编。233, 1978。
- [44] Огнев, Б. В.: Артериальное кровоснабжение коры больших полушария мозга человека. Кровоснабжение коры головного мозга в норме и патологии. 5—29, 1952, Москва.
- [45] Gillilan, L. A.: Intracerebral arteries of the human brain. *Anat. Rec.*, 136: 197, 1960.
- [46] 张为龙: Willis 氏环前部的显微解剖学。解剖学报, 11(2): 151—160, 1980。
- [47] Pertinutter, D. & Rhoton, A. L.: Microsurgical anatomy of the anterior cerebral anterior communicating recurrent artery complex. *J. Neurosurg.*, 45(3): 259—272, 1976.
- [48] Ayer, J. B. & Atken, H. F.: Note on the arteries of corpus stratum. *Med. & Surg. Jour.*, 156: 768—769, 1909.
- [49] Ahmed, D. S. & Ahmed, R. H.: The recurrent branch of anterior cerebral artery. *Anat. Rec.* 157: 699, 1967.
- [50] Alper, B. J.: Circle of Willis in cerebral vascular disorders. The anatomical structure. *Arch. Neurol.*, 8: 398—402, 1963.
- [51] 韩永坚: 大脑动脉皮质支的调查 I. 大脑中动脉。中国解剖学会学术讨论会论文摘要。78, 1964。
- [52] Chadzypanagiotis, D.: Arteries on the surface of the cerebral hemisphere in the cat. *Folia Morphol.*, 33(4): 385—398, 1974.
- [53] Carpenter, M. B.: Human neuroanatomy. 7th ed., 600—630, 1976. The Williams and Wilkins Company, Baltimore.
- [54] Огнев, Б. В.: Кровоснабжение коры мозжечка. Кровоснабжение коры головного мозга норме и патологии. 30—53, 1952, Москва.
- [55] 河北新医大学: 人体解剖学。人民卫生出版社。1978。
- [56] Шапиро, Б. И.: О вариациях ветвей средней мозговой артерии у человека. *Нейроморфолог. Исслед.* 28: 69—77, 1962.
- [57] Shellshear, J. L.: The basal arteries of the fore brain and their functional significance. *Jour. of Anat.*, 55: 27—35, 1920.
- [58] 钟世镇: 椎动脉颅内段、基底动脉及其主要分支的观察。解剖学报, 3(3): 177, 1958。
- [59] 李之琨: 颈内动脉、椎动脉的颅内段分支的初步观察。中国解剖学会学术讨论会论文摘要。85, 1964。
- [60] Wikinson, I. M. S.: The vertebral artery: Extracranial and Intracranial Structure. *Arch. Neurol.*, 27: (5) 392—396, 1982.
- [61] Крупачев, И. Ф.: Артерии мозжечка. Кровоснабжение центральный и периферической системы человека. Изд. А. М. Н. 147—192, 1982.
- [62] 邹宁生、林鸿仪: 椎动脉起始部的观察。解剖学报, 9(1): 120, 1966。
- [63] 李旭光、曾司鲁: 国人脑动脉系统的研究 (IV) 椎动脉颅内段及基底动脉。解剖学报, 13 (1): 1—7, 1982。
- [64] Крупачев, И. Ф.: О классификации артерия мозжечка. *Вопросы нейрохирургии*, 6: 14—16, 1957.
- [65] Russell, G. W.: Observations on the vascular supply of the human brain. I. The vertebral and basilar arteries and their cerebellar branches. *Anat. Rec.*, 136: 269—270, 1960.
- [66] 侯克存、戴义华: 人类小脑的动脉。中国解剖学会学术讨论会论文摘要。153, 1964。
- [67] 曾司鲁、李旭光: 国人脑动脉系统的研究 (III) 小脑的动脉。解剖学报, 12 (2): 113—121, 1981。

- [68] Duvernoy, H. M.: Human Brain Stem Vessels. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York. 1978.
- [69] George, A. E., Raybald, C. H., Salamen, G. & Kriobeff, I. L.: Anatomy of thalamoperforating arteries with special emphasis on arteriography of the third ventricle, part I. *Am. J. Roentgenol.*, **124**(2): 220—230, 1975.
- [70] Fawcett, E. and Blackford, J. W.: The circle of Willis. An Examination of 700 specimens. *J. Anat. and Physiol.*, **40**: 63—70, 1906.
- [71] Howe, W. C.: Anomalies in the circle of willis. *Am. Surg.*, **38**: 878—887, 1903.
- [72] McCullough, A. W.: Some anomalies of the cerebral arterial circle (of Willis) and related vessels. *Anat. Rec.*, **142**: 537—543, 1962.
- [73] Hollinshead, W. H.: Circle of Willis. *Anat. for Surg.* 1; Head and Neck **36—40**, 1954.
- [74] Alpers, B. J. & Berry, R. G.: Anatomical studies circle of Willis in normal brain. *Arch. Neurol. Psych.*, **81**: 409—441, 1959.
- [75] 蔡振邦: 中国人脑底动脉环的观察。中国解剖学会学术讨论会论文摘要。80, 1964。
- [76] 翁嘉颖: 脑底动脉环及其分支的观察。中国解剖学会学术讨论会论文摘要。79, 1964。
- [77] 臧旭: 脑底动脉环的类型与高血压性脑出血的关系。中华医学杂志, **54**(12): 779, 1974。
- [78] 蔡振邦: 国人威利氏环的初步观察。中国解剖学会武汉分会解剖学通讯, **1**(2): 127—132, 1955。
- [79] 刘冠豪: 脑底动脉环的观察及其临床意义的探讨。中国解剖学会学术讨论会论文摘要。79, 1964。
- [80] Roger, L. A.: The function of the circulus arteriosus of Willis. *Brain*, **70**: 171—178, 1947.
- [81] Lazonthes, G. & Gonaze, A.: Cerebral arterial circle of Willis and cortical arterial anastomoses *Bull. Ass.*, **57**: 158—533, 1973.
- [82] Гиндзе, В. К.: Артериальная система головного мозга человека и животных. *Медгиз. М.*, 68—78, 1947.
- [83] 臧旭: 脑底动脉环的类型与脑内病变的关系。中华医学杂志, **55**(3): 200, 1975。
- [84] 李占: 脑基底动脉环的类型。解剖通报, (1): 23, 1966。
- [85] Beevor, C. E.: The cerebral arterial supply brain. **30**: 402—425, 1907
- [86] Крупацев, И. Ф. и Метальникова, Н. Н.: Структура виллизива круга. Кровоснабжение цент. и периф. нервной сист. человека. 88—96, 1950.
- [87] Gillilan, L. A.: Significant superficial anastomosis in the arterial blood supply to the human brain. *J. of Comp. Neurol.*, **112**: 55—74, 1959.
- [88] Beery, R. G.: Discussion of collateral circulation of the brain. *Neurol.*, **11**(4): 20—22, 1961.
- [89] Beevor, C. E.: On the distribution of the different arteries supplying the human brain. *Phil. Roy Soc. B* **200**: 1—56, 1909.
- [90] Огнев, В. В.: О внутримозговом кровообращении. Кровоснабжение центральной и периферической нервной системы человека. 219—223, 1955.
- [91] Измаилова, И. В.: Ангиоархитектоник коры большого мозга человека. *Архив Анат. Гист. и Эмбр.* **34**(6): 38, 1957.
- [92] 引自 [91]。
- [93] 毛增荣: 幼儿大脑皮层各分析器核心部的毛细血管密度。解剖学报, **4**(3—4): 153, 1959。
- [94] Alexander, L.: The vascular supply of the strio-pallidum. *Assoc. Res. Nerv. and Ment. dis. proc.* **21**: 77—132, 1942.
- [95] Young, A. P. & Karnosh, L. J.: The anterior perforating arterioles and their relation to the internal capsule. *Dis. Nerv. Syst.*, **10**: 99—103, 1949.
- [96] Метальникова, Н. Н.: Артериальные сосуды полосатого тела зрительно бугра и внутренней капсулы мозга человека. Кровоснабжение центральной и периферической нервной системы человека. 97—141, 1950. Москва.
- [97] Abbie, A. A.: The morphology of fore-brain arteries with special reference to evolution of the basal ganglion. *Jour. of Anat.*, **68**: 433—470, 1934.
- [98] Тянь Цзэн-Лу: Артерии промежуточного мозга. *Архив. Анат. Гист. и Эмбр.*, **34**: 47—54, 1957.
- [99] 李世棧、酒增魯: 人类纹状体、内囊的动脉。北京医学院学报, (3): 179, 1975。
- [100] Tsang Yu-Chuan.: The blood supply of the lateral geniculate body in rat. *Jour. of Comp. Neurol.*, **61**: 553—562, 1935.
- [101] Lierse, W.: Die Gefäßversorgung der Stammganglion im Gehira der Katze. *Anat. Anz.*, **109**: 358—368, 1961.
- [102] Абдурахманов, Ф. А.: Источники артериального кровоснабжения шишковидной железы «эпифиза» человека. *Архив Анат. Гист. и Эмбр.*, **42**: 53—55, 1962.
- [103] Огнева, С. М.: Микроскопические внутримозговые сосуды предолговатого мозга и варолиева

- моста. Кровоснабжение центр. и перифер. нервной системы. 165—192, 1950. Москва.
- [104] Гудкова, Н. А.: О кровоснабжении нижней оливы. *Архив. Анат. Гист. и Эмбр.*, 42(2): 66, 1962.
- [105] Крупачев, И. Ф.: К топография артерии мозжечкового угла. *Вопросы нейрохирургии*, 6(2): 17—18, 1957.
- [106] Огнев, Б. В.: Кровоснабжение зубчатого ядра мозжечка человека. Кровоснабжение центральной и периферической нервной системы человека, 213—218, 1950. Москва.
- [107] Долго-Сабуров, Б. А.: Анастомозы и пути окольного кровообращения у человека. Государственное издательство ленинградское отделение, 1956.
- [108] 曾小春: 结扎兔颈总动脉及椎动脉的侧付循环. *解剖学报*, 8(1): 141, 1965.
- [109] Kaplan, H. A.: Collateral circulation of the brain. *Neurol.*, 11: 9—15, 1961.
- [110] 钟世镇等: 颅内外动脉吻合有关血管的外科解剖. *中国解剖学会 1978 年学术年会论文汇编*. 35, 1978.
- [111] 赵一清: 中国人脑膜中动脉在颅内的分布类型与颅外测定. *解剖学报*, 1(3): 317—330, 1955.
- [112] 赵一清: 中国人女性脑膜中动脉的研究. *复旦学报——自然科学*, (1): 231, 1957.
- [113] 冯固: 大脑半球外侧面的静脉及其吻合. *解剖学报*, 5(3—4): 313, 1962.
- [114] Takahashi, M.: Atlas carotid angiography. First ed. Igaku Shoin LTD. Tokyo. 58—67, 1977.
- [115] 曾司鲁、袁龙庆、李旭光: 国人大脑深静脉的观察. *解剖学报*, 13(3): 244—250, 1982.
- [116] 易国柱: 脑底静脉和脑底静脉环的形态学观察. *中国解剖学会学术讨论会论文摘要*. 82, 1964.
- [117] Takahashi, M.: Atlas vertebral angiography. Igaku Shoin LTD. Tokyo.
- [118] Tournade, A., Maillot, C. & Kolike, J. G.: The superficial veins of the human brain stem. *Arch. Anat.*, 55(2): 233—281, 1975.
- [119] Truex A. B. and Carpenter, B. A.: Blood supply of the central nervous system. Strong and Elwyn's Human neuroanatomy. 69—90. E. & S. Livingstone Limited Edinburgh and London. 1964.
- [120] Балаясов, К. Д.: Строение венозных синусов черепной головного мозга. Кровоснабжение центральной нервной системы человека. 38—80, 1955.
- [121] 张密: 人体解剖学, 342, 人民卫生出版社, 1960.
- [122] Baló, J.: Dura venous sinus. *Anat. Rec* 106: 319—325, 1950.
- [123] Browning, Henry.: The confluence of dural venous sinus. *Am. J. Anat.*, 39(3): 307—309, 1953
- [124] 胡启仁: 国人硬脑膜静脉窦的初步观察. *武汉医学院院报*, 2: 148, 1959.
- [125] 陈义群, 林鸿仪: 关于国人脑膜静脉窦的初步研究. *解剖学报*, 2(1): 65—74, 1957.
- [126] 易国柱: 中国人硬脑膜静脉窦汇区的形态学特征. *中国解剖学会学术讨论会论文摘要*. 83, 1964.
- [127] 王务迪等: 国人硬脑膜静脉窦的观察. *中国解剖学会学术讨论会论文摘要*. 82, 1964.
- [128] 唐福孟: 国人硬脑膜静脉窦汇类型的初步观察. *中国解剖学会学术讨论会论文摘要*. 84, 1964.
- [129] 湖北医学院人体解剖教研组: 国人硬脑膜静脉窦的形态分析. *中国解剖学会学术讨论会论文摘要*. 84, 1964.
- [130] Anderson, B. G. & Anderson, W. D.: Shunting in intracranial microvasculature demonstrated by SEM of corrosion-casts. *Am Jour. of Anatomy*, 135(4): 617—624, 1978.
- [131] Harnarine-singh, D. et al.: Sizes and numbers of arteries and veins in normal human neopallium. *J. Anat.*, 111(1): 171—179, 1972.
- [132] Dahl, E.: Microscopic observations on cerebral arteria. The cerebral vessel wall. 15—21, 1976 edited by J. Cervos-Navarro et al., Raven Press, New York, 1976.
- [133] Greep, R. D. and Weiss, L.: Histology, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 1973.
- [134] Maynard, E., Schultz, R. and Pease, C. D.: Electronmicroscopy of the vascular bed of rat cerebral cortex. *Am. J. Anat.*, 100: 409—434, 1957.
- [135] Dahl, E., Nelson, E. and Flora, G.: Electron-microscopic observation on normal human intracranial arteries. *Neurology*, 15: 132—140, 1965.
- [136] Roggendorf, W. et al.: The ultrastructural criteria of intracerebral arterioles. *The Cerebral Vessel Wall*, 1976.
- [137] Dahl, E.: The innervation of the cerebral arteries. *J. Anat.*, 115: 53—63, 1973.
- [138] Cragg, B. G.: Ultrastructural features of human cerebral Cortex. *J. Anat.*, 121(2): 331—362, 1976.
- [139] Cervos-Navarro, J. et al.: Electron microscopic evidence for innervation of intracerebral arterioles in the cat. *Neurology (Minneap)*, 24(3): 282—286, 1974.
- [140] Dahl, E.: Electronmicroscopic observations on human intracranial arteries: Changes seen with aging and atherosclerosis, *The Cerebral Vessel Wall*, 1976.
- [141] Albert, E. S.: Developing elastic tissue. An electron microscopic study. *Am. J. Pathol.*, 69: 89—102, 1972.
- [142] Stemberman, M. B. and Ross, R.: Experimental arteriosclerosis. 1. Fibrous plaque formation in

- primates. An electron microscope study. *J. Exp. Med.*, **136**: 769—789, 1972
- [143] Herrlinger, H. et al.: Endothelial microtubular bodies in human capillaries and venules. *J. Anat.*, **118**(2): 205—209, 1974.
- [144] Tusques, J. et al.: Ultrastructure of the capillaries of the normal human cerebral cortex, *Bull. Anat.*, **53**: 161. 427—436, 1974.
- [145] Dodson, R. F.: Electron microscopy of microvascular pericytes in the brain. *Cytobiol.* (Cambridge), 1973.
- [146] Scharrer, E.: The blood vessels of the nervous tissue. *Quarterly Review of Biology*, **19**: 308—318, 1944.
- [147] Schultz, R. L.: An intraneuronal capillary in rat cerebral cortex. *J. of ultrastructure Res.* **20**: 422—432, 1967.
- [148] 上海第一医学院主编: 组织胚胎学, 人民卫生出版社, 1978。
- [149] 广西医学院等九院: 人体解剖学(试用协作教材), 1975。
- [150] Douath, T. et al.: Interpretation of the monoamine, barrier mechanism of cerebral capillaries (Hungarian) *Excerpta Med. Anat. Anthropol. Embryol. & Histol.* (182), 1976
- [151] 武汉医学院第二附属医院外科: 颅脑损伤, 1975。
- [152] 引自 [133]。
- [153] Boyd, J. et al.: An ultrastructural study of the relationship between pericytes and cerebral macrophages. *Acta Anat.* (Basel), **95**(4): 598—608, 1976.
- [154] Royneers, H. et al.: An ultrastructural quantitative method for the evaluation of the permeability to horseradish peroxidase of cerebral cortex endothelial cell of the rat. *Mol-cell Tissue Res.* **157** (1): 93—99, 1976.
- [155] Davis, D. A. et al.: The blood brain barrier of the rat choroid plexus. *Anat. Rec.*, **181**(4): 779—790, 1975.
- [156] 李旭光: 中国人颅骨翼区的研究。中国解剖学报, **9**(1): 109—119, 1966。
- [157] Ingvar, D. H.: Cerebral blood flow metabolism in complete apallie syndroms, in states of severe dementia and in akinetic mutism. *Acta Neurol. Scand.*, **49**: 233—244, 1973.
- [158] 毕成武等: 关于渗透开放血脑屏障的实验研究。中国解剖学会 1978 年学术年会论文汇编 77 页。
- [159] 许天禄: 血——脑屏障概念的发展。广东解剖学通报, **1**(1): 1—12, 1979。
- [160] Baricra Krew Mozg: Structure and function of the blood brain barrier. *Excerpta Med. Anat. Anthropol. Embryol. & Histol.* (2915), 1974.
- [161] 胡人义: 家兔大脑皮层内树突与血管的联系。解剖学报, **6**(3): 304—310, 1963。
- [162] Møllgaard, K. et al.: Complex tight junctions of epithelial and of endothelial cells in early fetal brain. *J. Neurocytol.*, **4**(4): 453—468, 1975.
- [163] Stanfield, J. P.: The blood supply of the human pituitary gland. *J. Anat.*, **94**(2): 257—273, 1960.
- [164] 房子钦: 人类垂体血液供应的观察。中国解剖学会 1978 年学术会议论文汇编: 234, 1978。
- [165] McConnell, E. M.: The arterial blood supply of the human hypophysis cerebri. *The Anat. Rec.*, **115**(2): 175—201, 1953.
- [166] Xuereb, G. P. et al.: (1) The arterial supply and venous drainage of the human hypophysis cerebri, (2) The hypophyseal portal system of vessels in man. *Quart. J. Exp. Phys.*, **39**: 199—218, 219—227, 1954.
- [167] Fumagalli, Z.: La vascularizzazione dell'ipofisi umana. *Z. Anat.*, **111**: 266—306, 1941.
- [168] Tello, P.: Algunas observaciones sobre la histología de la hipófisis humana. *Trab. Lab. Invest. Biol. Univ. Madrid*, **10**, 145—184, 1912. 引自 [163]。
- [169] Popa, G. T. and Fielding, U.: A portal circulation from the pituitary to the hypothalamic region. *J. Anat.* London, **65**: 88—91, 1930.
- [170] Pietsch, K.: Aufbau und Entwicklung der parstuberulis des Menschlichen Hirnanhangs in ihren Beziehungen zu den übrigen Hypophysenteilen *Z. Mikr-Anat. Forsch.*, **22**: 227—258, 1930.
- [171] Wislocki, G. B. and L. S. King: The permeability of the hypophysis and hypothalamus to vital dyes, with a study of the hypophyseal blood supply. *Am. J. Anat.*, **68**: 421—472, 1936.
- [172] Wislocki, G. B.: The vascular supply of the hypophysis cerebri of cat. *Anat. Rec.*, **69**: 361—387, 1937.
- [173] Wislocki, G. B.: The vascular supply of the hypophysis cerebri in the Rhesus monkey and man. *Proc. Asso. res. nerv. ment. Dis.*, **17**: 48—68, 1938.
- [174] Wislocki, G. B.: Further observations on the blood supply of the hypophysis cerebri of the Rhesus monkey. *Anat. Rec.*, **72**: 137—150, 1938.

- [175] Green, J. D. and Harris G. W.: The neurovascular link between the neurohypophysis and adenohypophysis. *J. Endocrinol.*, 5: 136—146, 1947.
- [176] Green, J. D.: The histology of the hypothyseal stalk and median eminence in man with special reference to blood vessels, nerve fibers and a peculiar neurovascular zone in this region. *Anat Rec.*, 100: 273—288, 1948.
- [177] Green, J. D. and Harris G. W.: Observations on the hypophysis-portal vessels of the living rat. *J. Physiol.*, 108: 359—361, 1949.
- [178] Green, J. D.: The comparative anatomy of the hypophysis with special reference to its blood supply and innervation. *Am. J. Anat.*, 88: 225—311, 1951.
- [179] Romeis, B.: Innersekretorische Drüsen. II. Hypophyse. In *Handb. d. mikr. Anat. d. Menschen.* ed. by W. von Mollendorff, 6/iii, 1—625, Berlin: Springer, 1940. 引自 [163].
- [180] Pfeifer, R. A.: Neue Ergebnisse über die Angioarchitektomik der Hypophyse. Leipzig: Geest and Portig, 1951. 引自 [163].
- [181] Spanner, R.: Die Hypophyseo-hypothalamischem Pfortadern, ihr Anteil an der Steuerung der Durchblutung der menschlichen Hypophyse. *Verh. anat. Ges.*, Marburg. 50: 168—181, 1952. 引自 [163].
- [182] Green, H. T.: The venous drainage of the human hypophysis cerebri. *Am. J. Anat.*, 100: 435—469, 1957.

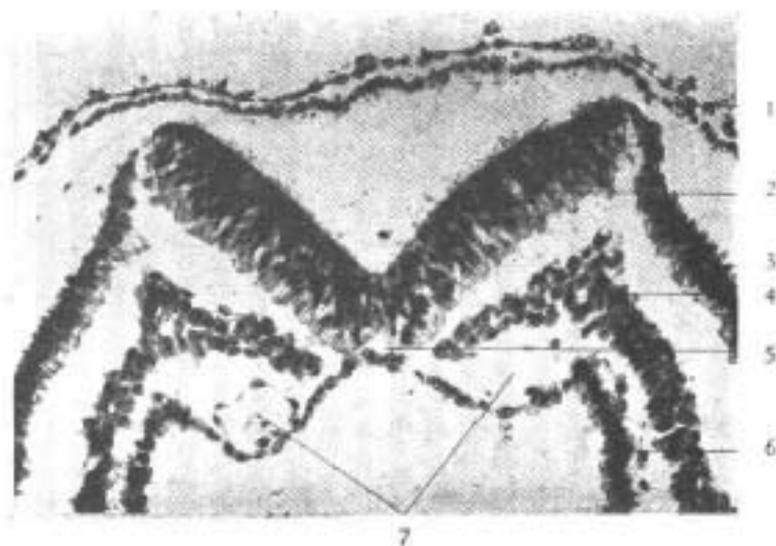


图1 5体节人胚横切(1.5毫米,约21天)

1.羊膜 2.神经板 3.表皮外胚层 4.中胚层 5.脊索 6.内胚层 7.脊主动脉

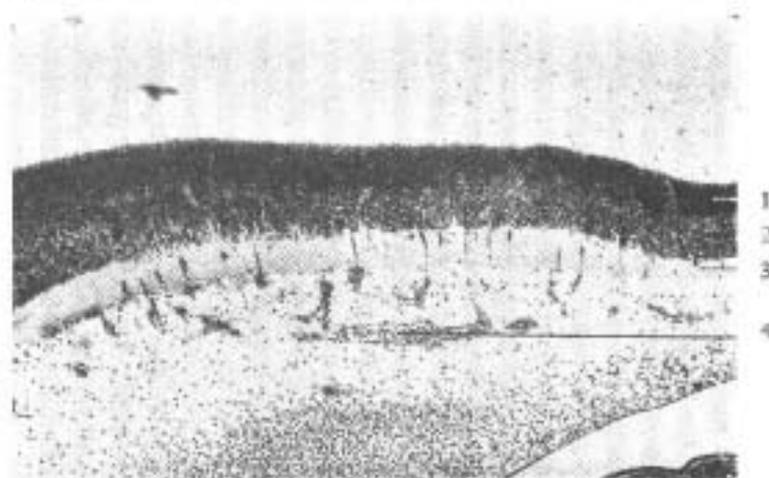


图2 7毫米人胚后脑矢状切面

1.室管膜层(繁殖层) 2.外套层(分化层) 3.边缘层 4.神经血管

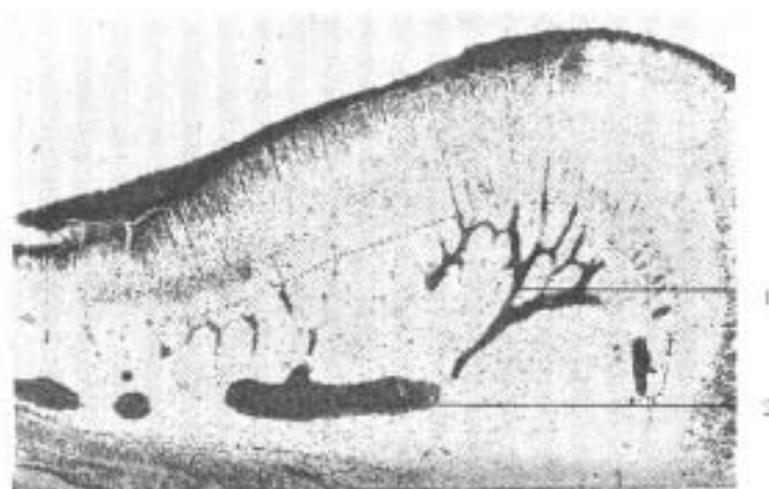


图3 10毫米人胚后脑矢状切面

1.大脑外动脉的弓形吻合 2.基底动脉

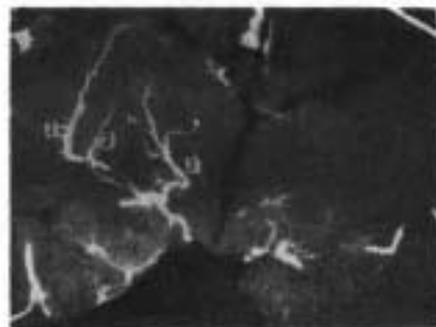


图1 结节丘脑动脉

1. 大脑中动脉的前外侧中央动脉的外侧支 2. 大脑中动脉的前外侧中央动脉的内侧支 3. 结节丘脑动脉

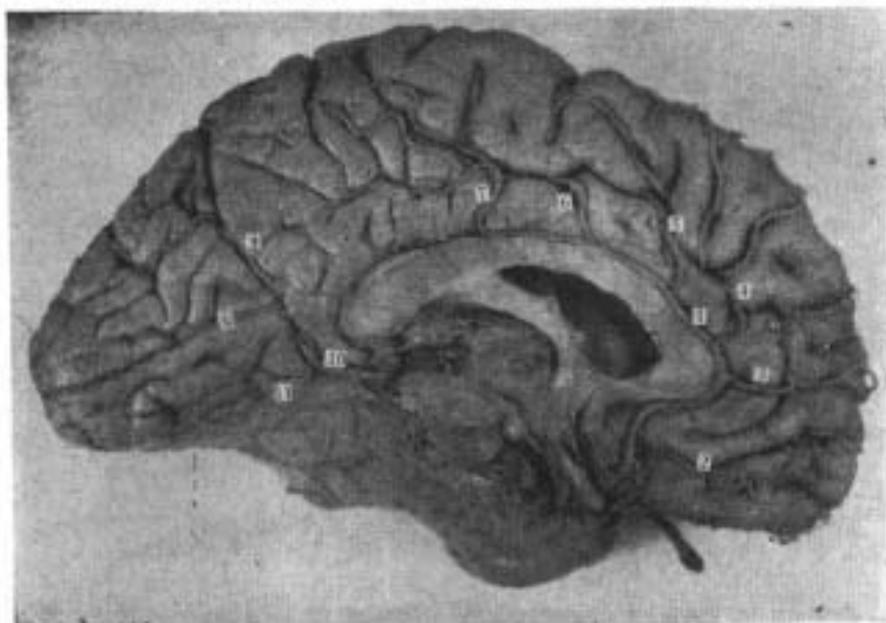


图2 大脑半球(左内侧面)显示大脑前动脉单干型

1. 大脑前动脉本干或胼抵体周动脉 2. 额板动脉 3. 额前内侧面动脉 4. 额中间内侧面动脉 5. 额后内侧面动脉 6. 旁中央动脉 7. 楔前动脉 8. 顶枕动脉 9. 距状裂动脉 10. 大脑后动脉 11. 颞下后动脉

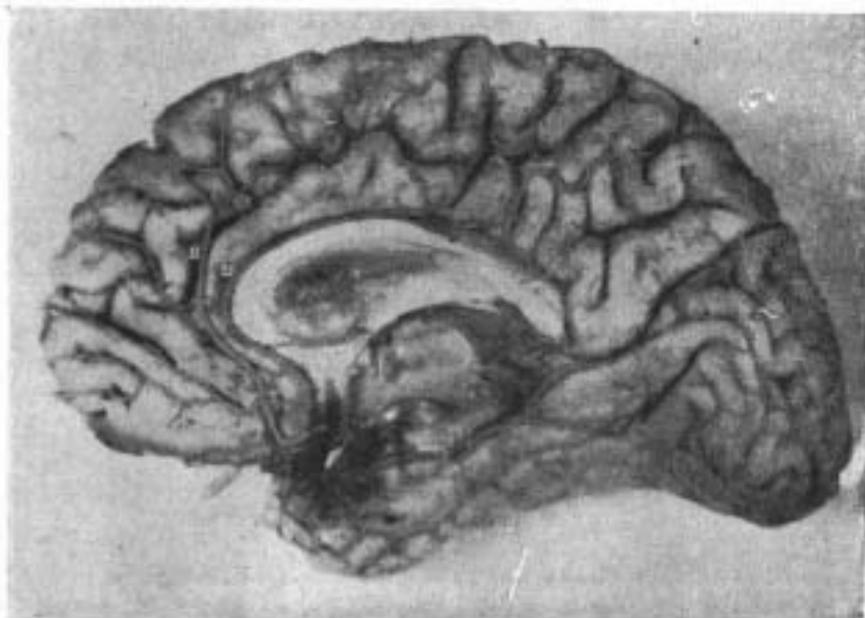


图3 大脑半球(右内侧面)显示大脑前动脉双干型

1. 大脑前动脉上干 2. 大脑前动脉下干

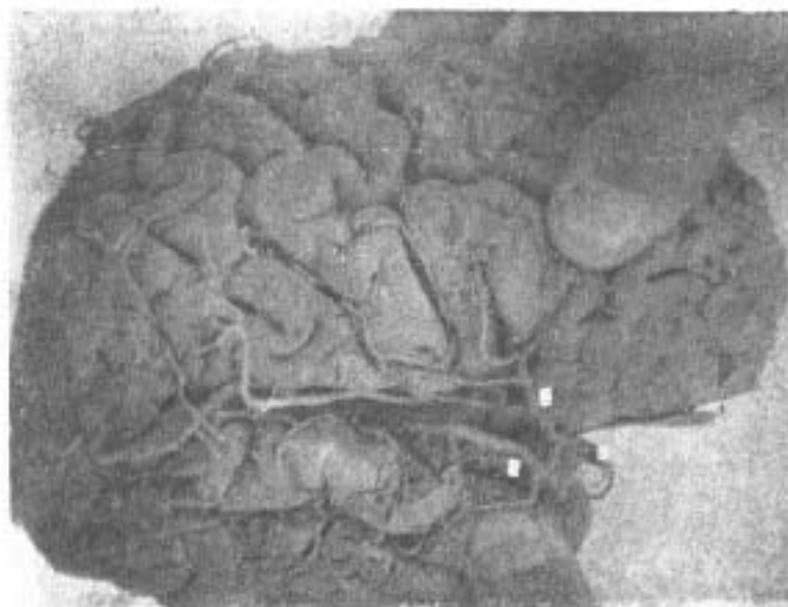


图1 大脑半球(右)背外侧观(显示大脑中动脉主干型)  
1. 大脑中动脉 2. 大脑中动脉上下 3. 大脑中动脉下干

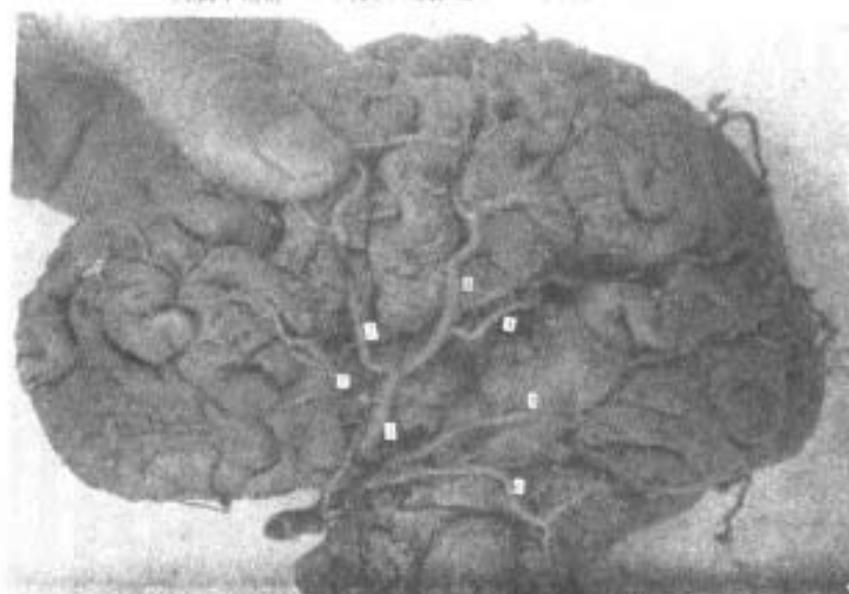


图2 大脑半球(左)背外侧观(显示大脑中动脉主干型)  
1. 大脑中动脉主干 2. 中央前动脉 3. 中央沟动脉 4. 后下动脉  
5. 角回动脉 6. 基后动脉 7. 取前外侧动脉



图3 脑血管造影(去脑高皮质后)  
显示中央动脉(右侧位)

- 1. 前外侧中央动脉
- 2. 前外侧中央动脉
- 3. 椎状体丘脑动脉
- 4. 蛛网膜后内动脉

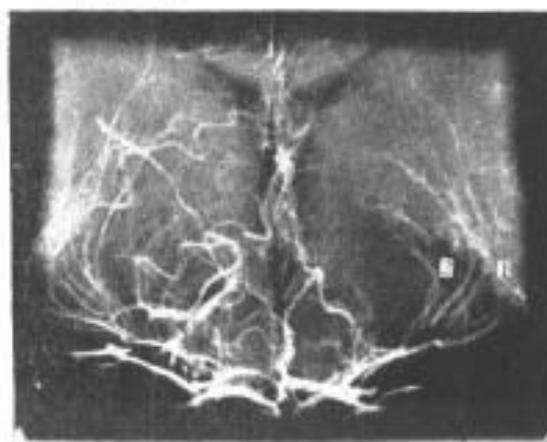


图4 脑血管造影(去皮质后)  
显示中央动脉(前后位)

- 1. 前外侧中央动脉浅层的分支
- 2. 前外侧中央动脉浅层的分支



图1 椎基底动脉和小脑动脉

1.小脑下后动脉近侧侧曲 2.小脑下后动脉的伴曲



图2 基底动脉的弯曲

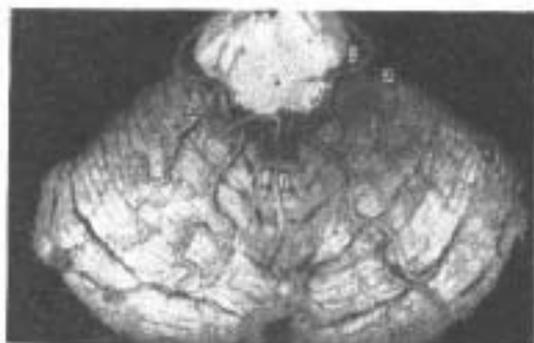


图3 小脑上动脉的分支

1.内侧支 2.外侧支 3.上后动脉

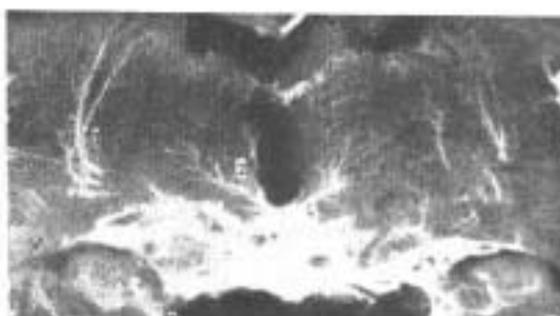


图4 中脑穿动脉(1) 粗米厚切片摄影

1.大脑中动脉的中央外部动脉 2.丘脑穿动脉



图5 小脑标本(示由椎动脉)

1.小脑上动脉内侧支的分支(沿结合臂穿入)  
2.小脑上动脉内侧支的分支(经后上裂穿入)  
3.上后动脉外侧支的分支(经原裂穿入)  
4.小脑上动脉外侧支的分支



图6 颈长吻合静脉与横窦(半球冠切面)

1.颈长吻合静脉切断面  
- 髓质神经, 放射状排列  
2.侧脑室  
3.桥柱体



图7 大白鼠小脑的毛细血管电镜结构



图8 胼体柄的上部(图的右侧为柄上端,右半部及沿柄的表面有丛状血管,丛状毛细血管见于图左上方)



图1 椎基底动脉和小脑动脉

1.小脑下后动脉近侧侧曲 2.小脑下后动脉的伴曲



图2 基底动脉的弯曲



图3 小脑上动脉的分支

1.内侧支 2.外侧支 3.上蚓动脉

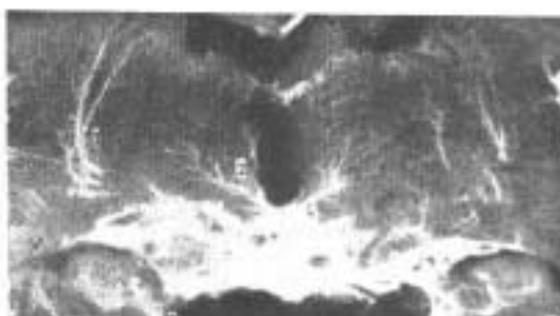


图4 正侧位动脉片(厘米厚切片造影)

1.大脑中动脉的中央外侧动脉 2.丘脑穿动脉



图5 小脑标本(示两核动脉)

1.小脑上动脉内侧支的分支(沿结合臂穿入)  
2.小脑上动脉内侧支的分支(经后上裂穿入)  
3.上蚓动脉外侧支的分支(经原裂穿入)  
4.小脑上动脉外侧支的分支



图6 颈长吻合静脉与横窦静脉(半球冠切面)

1.颈长吻合静脉切断面  
- 横窦静脉, 放射状排列  
2.侧脑室  
3.桥柱体



图7 大白鼠小脑的毛细血管电镜结构



图8 胼体柄的上部(图的右侧为柄上端,右半部及沿柄的表面有丛状血管,簇状毛细血管见于图左上方)



图1 椎基底动脉和小脑动脉

1.小脑下后动脉近侧侧曲 2.小脑下后动脉的伴曲



图2 基底动脉的弯曲



图3 小脑上动脉的分支

1.内侧支 2.外侧支 3.上后动脉

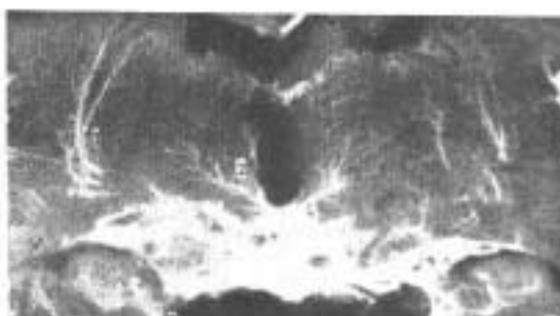


图4 正侧位动脉片(厘米厚切片造影)

1.大脑中动脉的中央外侧动脉 2.丘脑穿动脉



图5 小脑标本(示两核动脉)

1.小脑上动脉内侧支的分支(沿结合臂穿入)  
2.小脑上动脉内侧支的分支(经后上裂穿入)  
3.上后动脉外侧支的分支(经原裂穿入)  
4.小脑上动脉外侧支的分支



图6 颈长吻合静脉与横窦(半球冠切面)

1.颈长吻合静脉切断面  
- 横窦静脉, 放射状排列  
2.侧脑室  
3.桥柱体



图7 大白鼠小脑的毛细血管电镜结构



图8 胼体柄的上部(图的右侧为柄上端,右半部及沿柄的表面有丛状血管,丛状毛细血管见于图左上方)