

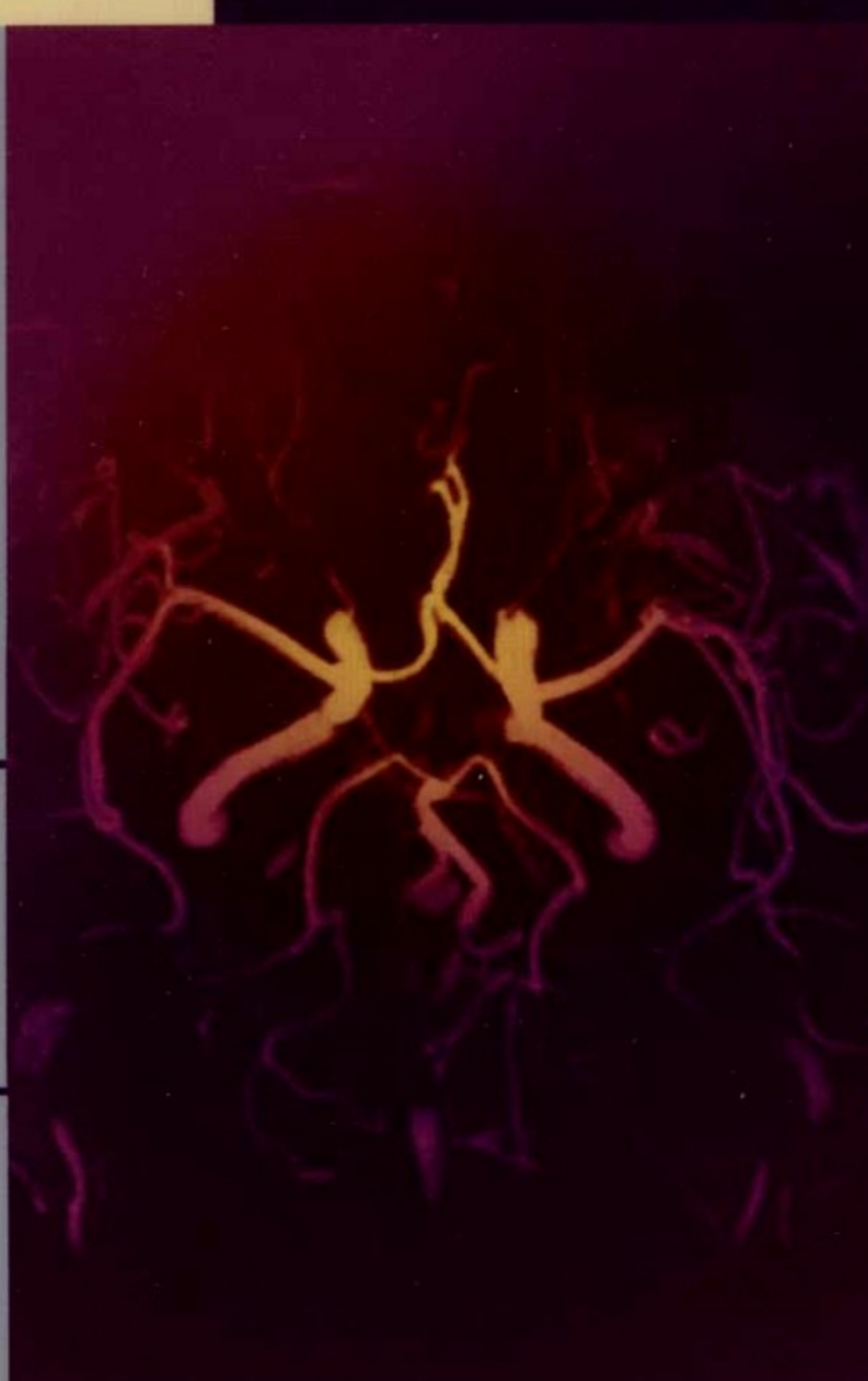
脑血管病临床手册系列

总主编 王拥军

脑血管病

影像学

手册



Manual of Imaging Studies of Cerebrovascular Diseases

主 编 高培毅



人民卫生出版社

脑血管病临床手册系列

临床脑血管解剖手册

脑血管病国际疾病分类手册

脑血管病临床检查与诊断手册

□ 脑血管病影像学手册

经颅多普勒超声诊断手册

急性脑血管病医疗手册

卒中单元操作手册

脑血管病重症监护与治疗手册

缺血性脑血管病二级预防手册


脑血管病药物手册

脑卒中吞咽障碍临床手册

脑血管病量表手册

策划编辑 / 孟昭美

责任编辑 / 孟昭美 成丽丽

封面设计 /  大漢方園

版式设计 / 何美玲

责任校对 / 常淑玉

ISBN 978-7-117-10309-1



9 787117 103091 >

定 价：49.00 元

脑血管病临床手册系列

脑血管病

影像学

手册



Manual of Imaging Studies of Cerebrovascular Diseases

总 主 编 王拥军

主 编 高培毅

编 者 (以姓氏拼音排序)

陈 谦 刘光锐 马 丽 尚京伟

隋滨滨 孙胜军 王效春 薛 静

詹 炯 周 剑

总主编助理 张 婧

人民卫生出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

脑血管病影像学手册/王拥军总主编. —北京: 人民卫生出版社, 2008. 9

ISBN 978-7-117-10309-1

I. 脑… II. 王… III. 脑血管疾病-影像诊断-手册 IV. R743.04-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 083852 号

脑血管病影像学手册

总主编: 王拥军

主编: 高培毅

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮编: 100078

网址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印刷: 北京汇林印务有限公司

经销: 新华书店

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.75

字数: 177 千字

版次: 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-10309-1/R·10310

定价: 49.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

本书受“十一五”国家科技支撑计划重大项目——“缺血性卒中急性期病因诊断、临床分型及规范治疗”资助（课题编号：2006BAI01A11）

课题负责人：王拥军

课题负责单位：首都医科大学附属
北京天坛医院

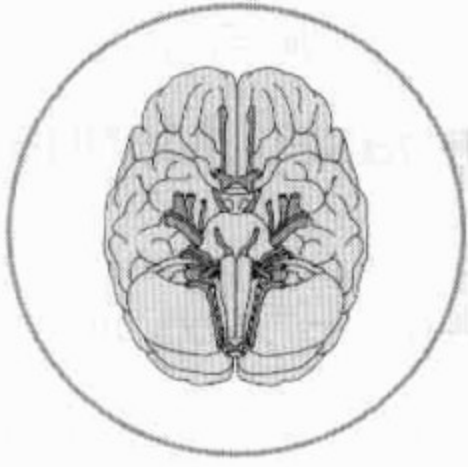


脑血管病临床手册系列编委会

(以姓氏拼音排序)

董可辉	高培毅	龚浠平
刘丽萍	陆菁菁	王春雪
王伊龙	杨中华	张 婧
赵性泉	赵志刚	郑华光





序

2003年3月美国专科医生委员会(ABMS)批准美国精神病学和神经病学委员会(ABPN)关于设立血管神经病学资格考试的申请。从此一个新的学科正式产生,这就是血管神经病学(vascular neurology)。血管神经病学是特定的医学领域,它利用临床检查、影像、介入技术、药物对中枢神经系统缺血和出血性疾病进行评价、监护、治疗和预防。血管神经病学医师参与血管病的多学科医疗,包括流行病学、基础科学、临床神经病学、神经影像、重症监护、血管内介入治疗、神经血管外科、神经外科、神经超声、脑血流与代谢、神经行为、神经康复。同时血管神经病学医师获得中枢神经系统血管支配及其病变时改变的详尽知识,并且管理门诊、病房、监护室的卒中患者。血管神经病学的产生把脑血管病的临床推向一个全新的阶段。

2004年,我和姜卫剑教授、高培毅教授在首都医科大学为研究生开设了《血管神经病学》的课程,反响之好,超出了我的想象。之后,结合血管神经病学的基本理论,我在全国进行了多场脑血管病分层诊断和处理的讲座,在与全国各地的医生交流中,

我深深体会到我们缺乏一套具有操作性的脑血管病临床手册,于是我和我的同事们着手编写了这套《脑血管病临床手册 (A Protocol-based Manual for Cerebrovascular Diseases)》。

这套脑血管病临床手册一共由 12 个分册组成,内容包括解剖、诊断、临床治疗等各个方面。各个部分自成一册,目的是便于临床医生携带查阅。这 12 本手册的内容分别是:

1. 临床脑血管解剖手册
2. 脑血管病国际疾病分类手册
3. 脑血管病临床检查与诊断手册
4. 脑血管病影像学手册
5. 经颅多普勒超声诊断手册
6. 急性脑血管病医疗手册
7. 卒中单元操作手册
8. 脑血管病重症监护与治疗手册
9. 缺血性脑血管病二级预防手册
10. 脑血管病药物手册
11. 脑卒中吞咽障碍临床手册
12. 脑血管病量表手册

脑血管病临床手册是以北京天坛医院脑血管病中心的医疗模式为基础撰写的,难免会有偏颇之处,也不一定适合所有的医院,它仅供大家在医疗实践过程中参考。

这套手册也是国家“十一五”课题“缺血性卒中急性期病因诊断、临床分型及规范治疗(课题编号:2006BAI01A11)”的重要产物,它是在研究后

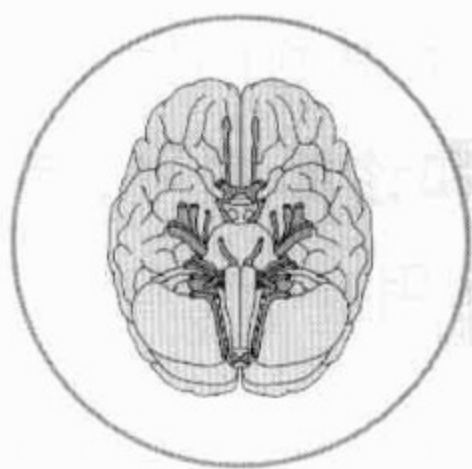
期临床医疗质量持续改进的重要参考工具。

在此感谢全国从事脑血管病医疗实践的医生,是你们的问题给了我写作的灵感和动力。感谢我的同事们,是你们在临床不断的探索逐渐完善了今天的医疗模式。感谢所有的编者,你们的忘我工作让天坛医院脑血管病医疗经验变成可以供大家参考的资料。感谢科技部、卫生部在国家科技支撑计划中给予的支持。

王拥军

2008年6月



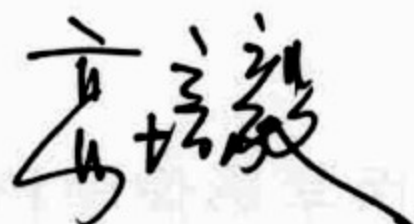


前 言

医学影像学检查技术从传统的X线平片、气脑造影、脑室造影和血管造影发展到今日的数字减影血管造影(DSA)、计算机体层摄影(CT)和磁共振成像(MRI),历尽百年沧桑。医学影像学诊断也从传统意义上的单纯形态学定位、定性逐渐向形态学与功能相结合方向发展。但是,在医学影像技术飞速发展的今天,如何合理地运用这些技术,更好地为临床和患者服务是我们不得不面临的一个重要问题。《脑血管病影像学手册》一书切合需求,应运而生。本书的著者、编者长期工作在医学影像学临床第一线,具有丰富的影像学诊断经验。书中所有内容均是在著者多年临床实践的积累和丰富、宝贵的实践经验基础之上,并参阅了国内外最新资料编写而成。全书内容丰富,图文并茂,是一本理想的脑血管疾病影像学检查及诊断的“快速入门”教材和实用的参考资料。

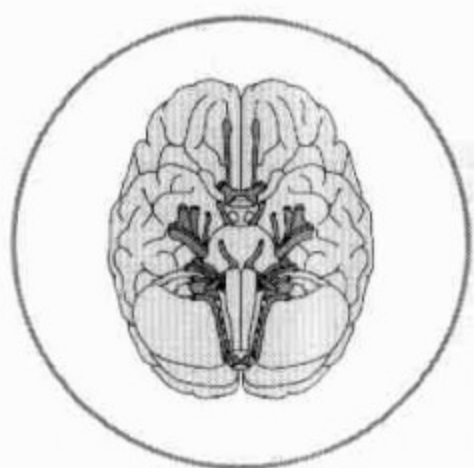
本书语言精练,文字流畅,编排上层次分明、重点突出。作者本着“有话则长,无话则短”的原

则,从临床实践的视角出发,重点介绍了脑血管病的影像学方法和影像学诊断。相信本书的问世,必定对提高脑血管疾病影像学检查和诊断水平,丰富世界医学文库起到良好的促进作用。



2008年6月





目 录

第一章 急性缺血性脑血管病	1
一、超急性期脑梗死	2
(一) 检查方法选择原则	2
(二) 影像检查目的	3
(三) 影像检查流程	4
(四) CT 一站式检查模式	4
(五) MR 一站式检查模式	29
(六) CT/MR 混合式检查模式	44
(七) 诊断报告基本要求	45
二、急性期、亚急性期和慢性期脑梗死	45
(一) 检查方法选择原则	45
(二) 影像检查目的	46
(三) CT 检查	46
(四) MR 检查	47
(五) 图像解读	48
(六) 诊断报告基本要求	52
第二章 缺血性脑血管病	55
一、短暂性脑缺血发作(TIA)	55

(一) 检查方法选择原则	55
(二) 影像检查目的	55
(三) 影像检查流程	55
(四) 影像学检查方法及基本要求	56
(五) 图像解读	61
(六) 诊断报告基本要求	65
二、缺血性脱髓鞘改变	66
(一) 检查方法选择	66
(二) 影像检查目的	66
(三) 影像检查流程	66
(四) 图像解读	67
(五) 诊断报告基本要求	73
第三章 脑出血	74
一、急性期脑出血	74
(一) 检查方法选择原则	74
(二) 影像检查目的	75
(三) CT 检查	75
(四) MR 检查	76
(五) 图像解读	76
(六) 诊断报告基本要求	86
二、非急性期脑出血	86
(一) 检查方法选择原则	86
(二) 影像检查目的	87
(三) CT/MR 扫描基本要求	87
(四) 图像解读	87
(五) 诊断报告基本要求	95

第四章 脑静脉及静脉窦血栓形成	97
(一) 检查方法选择原则	98
(二) 影像检查目的	98
(三) 影像检查流程	98
(四) CT 检查	99
(五) MRI 检查模式	101
(六) 图像解读	102
(七) 诊断报告基本要求	111
第五章 脑血管畸形	114
一、动静脉畸形	114
(一) 检查方法选择原则	114
(二) 影像检查目的	115
(三) CT 检查	115
(四) MR 检查	116
(五) DSA 检查	117
(六) 图像解读	117
(七) 诊断报告基本要求	119
二、硬脑膜动静脉漏	120
(一) 检查方法选择原则	120
(二) 影像检查目的	120
(三) 影像检查	121
(四) 图像解读	121
(五) 诊断报告基本要求	125
三、脑静脉畸形	125
(一) 检查方法选择原则	125

(二) 影像检查目的	126
(三) 影像检查流程	126
(四) 图像解读	126
(五) 报告基本要求	127
四、海绵状血管瘤	128
(一) 检查方法选择原则	128
(二) 影像检查目的	128
(三) 影像检查流程	129
(四) 图像解读	129
(五) 诊断报告基本要求	131
第六章 动脉瘤	132
一、单纯动脉瘤	132
(一) 检查方法选择原则	133
(二) 影像检查目的	133
(三) 影像检查流程	133
(四) CT 检查	133
(五) MR 检查	135
(六) DSA 检查	139
(七) 诊断报告基本要求	143
二、动脉瘤合并出血	143
(一) 检查方法选择原则	144
(二) 影像检查目的	144
(三) 影像检查流程	144
(四) CT 检查	145
(五) MR 检查	145
(六) DSA 检查模式	147

(七) 诊断报告基本要求	148
第七章 其他脑血管病	149
一、概述	149
(一) 大动脉炎	149
(二) 颅内血管炎	150
(三) CAA	150
(四) CADASIL	150
(五) Moyamoya 病	150
二、影像学检查	151
(一) 检查方法选择原则	151
(二) 影像检查目的	151
(三) CT 检查模式	152
(四) MRI 检查模式	153
(五) 图像解读	154
(六) 诊断报告基本要求	165
第八章 特殊结构及功能的 影像学评价	166
一、脑血管形态的影像学评价	166
(一) 脑血管解剖	166
(二) 影像检查方法选择原则	174
(三) CT 血管成像(CTA)	174
(四) MR 血管成像(MRA)	183
(五) 数字减影血管造影(DSA)	188
二、颈动脉血管形态影像评价	195
(一) 检查方法选择原则	196

(二) 影像检查目的	196
(三) 适应证和禁忌证	197
(四) 影像检查流程	197
(五) MRA	198
(六) CTA 血管造影	202
(七) DSA 血管造影	205
(八) 图像解读	205
(九) 影像报告要求	207
三、颈动脉粥样硬化斑块 MRI 评价	208
(一) 影像检查目的	208
(二) 适应证和禁忌证	208
(三) 扫描技术	208
(四) 常用扫描程序及参数	209
(五) 图像解读	209
(六) 影像报告要求	215
四、颈动脉管壁切应力 MRI 评价	216
(一) 简介	216
(二) MR 检查目的	216
(三) 适应证和禁忌证	216
(四) 扫描程序及参数	217
(五) 图像后处理	219
(六) 图像解读	224
(七) 影像报告要求	224
五、吞咽功能的 fMRI 评价	225
(一) 基本原理	225
(二) 功能磁共振检查	226
(三) 图像解读及影像报告要求	227

六、脑白质纤维束 MRI 评价	227
(一) DTI 基本原理	229
(二) 白质纤维束成像	230
(三) 图像解读及影像报告	231
七、脑血管储备功能的 CT 评价	233
(一) 脑血管储备功能的途径及 代偿过程的分期	233
(二) 血管扩张激发试验	235
(三) CT 灌注评估脑血管储备能力的应用	236
(四) 图像解读	239
(五) 影像报告要求	239
八、脑梗死前期脑局部低灌注 影像学评价	239
(一) 影像检查目的	244
(二) 影像检查	244
(三) CT 检查	244
(四) MR 检查	245
(五) 图像解读	245
(六) 诊断报告基本要求	265
九、血管内膜剥脱/溶栓/支架置入治疗后 影像学评价	270
(一) 影像检查目的	270
(二) 检查方法选择及流程	270
(三) 影像学检查流程及基本要求	272
(四) 图像解读	279
(五) 诊断报告基本要求	292

第一章

急性缺血性脑血管病

脑卒中是严重危害人类健康的常见病、多发病,具有发病率高、死亡率高、致残率高和复发率高等特点。我国每年有 195 万人新发生的卒中患者,每年 156 万人死于卒中,存活的患者达 500 万~700 万人。每年用于卒中的直接花费及间接花费高达几百亿,给发展中的中国带来沉重的负担。

缺血性卒中占卒中的 80%左右,是重要的急症,早期规范救治成为影响患者预后的决定性因素。近年来,已经获得了许多卒中防治的循证医学证据,如超早期的急性缺血性卒中的溶栓治疗,早期抗血小板聚集药物治疗等。

随着现代医学影像技术的迅猛发展,通过影像学检查已经能够客观的评价缺血半暗带脑组织的存在和范围,这使得区分受累脑组织的病理生理学亚型成为可能,从而促进了从依赖时间窗到急诊影像学检查结果指导临床制订个体化治疗方案的理念和技术的转变。因此,影像指导下的溶栓治疗使得“Time is Brain”逐渐向“Physiology is Brain”转变。

一、超急性期脑梗死

超急性期脑梗死是可以治疗的。根据美国心脏病协会(AHA)和欧洲卒中促进协会(EUSI)公布的指南显示,3小时时间窗内给予tPA静脉溶栓治疗(A级推荐,一级证据)是改善急性缺血性卒中结局最有效的治疗方法。

早期、快速的影像学检查对超急性期脑梗死患者的治疗至关重要。通过对影像学资料的研读,可以全面了解超急性期脑梗死患者可逆和不可逆脑组织的特征、脑动脉供血方式和脑组织血流灌注状况等,为临床决策急性缺血性脑卒中患者的个体化溶栓治疗方案,扩大溶栓时间窗提供十分重要的信息。

根据发病时间,脑梗死分为超急性期(0~6小时)、急性期(6~24小时)、亚急性期(24小时至2周)和慢性期(>2周)。

(一) 检查方法选择原则

超急性期脑梗死影像学检查方法必须符合下述条件:检查设备可以立即投入使用;检查时间较短;该方法可以提供脑血管形态学信息和脑局部组织灌注信息;舒适、安全;患者在检查过程中易于监控。

特别提示

1. 超急性期脑梗死时选择CT还是MR关键要看哪一种设备更可用和易用;循证医学研究表明,从MRI获得的绝大多数信息,从CT

检查中也可获得。

2. CTA 原始图像与 DWI 比较 CT 原始图像显示超急性期不可逆脑缺血区大小与 DWI 发现的异常区域没有区别 ($P=0.601$, *Wilcoxon*)。CT 原始图像显示超急性期不可逆脑缺血区体积与 DWI 发现的异常体积没有区别 ($P=0.2719$, *Wilcoxon*)。CT 原始图像显示超急性期不可逆脑缺血区体积与 DWI 发现的异常体积明显相关 ($P<0.0001$, $r=0.922$, *Spearman*)。
3. CTP 与 DWI 比较 CTP 显示超急性期不可逆脑缺血区大小与 DWI 发现的异常区域没有区别 ($P=0.5862$ for TTP, $P=0.6417$ for CBV, *Wilcoxon*)。
4. CTP 与 CTA 原始图像比较 CTP 的 CBV 参数图显示超急性期不可逆脑缺血区大小与 CTA 原始图像发现的异常区域没有明显区别 ($P=0.1159$, *Wilcoxon*)。

(二) 影像检查目的

超急性期脑梗死影像学检查的目的除了明确诊断外,还必须为临床下一步治疗提供重要信息。

1. 除外出血和其他非缺血性病变。
2. 是否有新鲜梗死灶? 什么部位? 多大面积?
3. 血管是否闭塞? 哪支血管?
4. 有无可挽救区域——缺血半暗带?
5. BBB 是否破坏?

(三) 影像检查流程

CT 平扫(non-contrast CT scan, NCCT)由于应用广泛、检查时间短、检查费用较低,以及可准确检出蛛网膜下腔出血和脑实质出血等优点,已经成为急性脑卒中中的一线(first-line)影像学检查方法。

大量研究证明,平扫 CT 检出超急性期脑梗死病灶的能力与 MR 的 T₂WI 检出能力相当,可以检出 6 小时内(超急性期)的脑缺血灶。更为重要的是,CT 检查不仅能发现超急性期脑梗死病灶,还能对静脉或动脉溶栓治疗及其预后评估提供重要信息。

在脑卒中临床实践中,CT 最常用于除外脑出血和检出脑梗死。此外,NCCT 还有助于提示由于动脉再灌注损伤而出现的出血转化(hemorrhagic transformation)。

超急性期脑梗死患者急诊影像学检查流程见图 1。

(四) CT 一站式检查模式

CT 一站式检查模式(a one-stop shop CT procedure)包括 CT 平扫(non-contrast CT scan, NCCT)、CT 灌注成像(CT perfusion, CTP)和 CT 血管成像(CT angiography, CTA)。

1. 禁忌证 有碘制剂过敏史;体内安装心脏起搏器者;严重心、肾功能障碍者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者;无急诊科医师陪同的患者。

2. 检查中止 在检查过程中躁动,无法继续扫描;检查过程中出现严重对比剂过敏反应者;

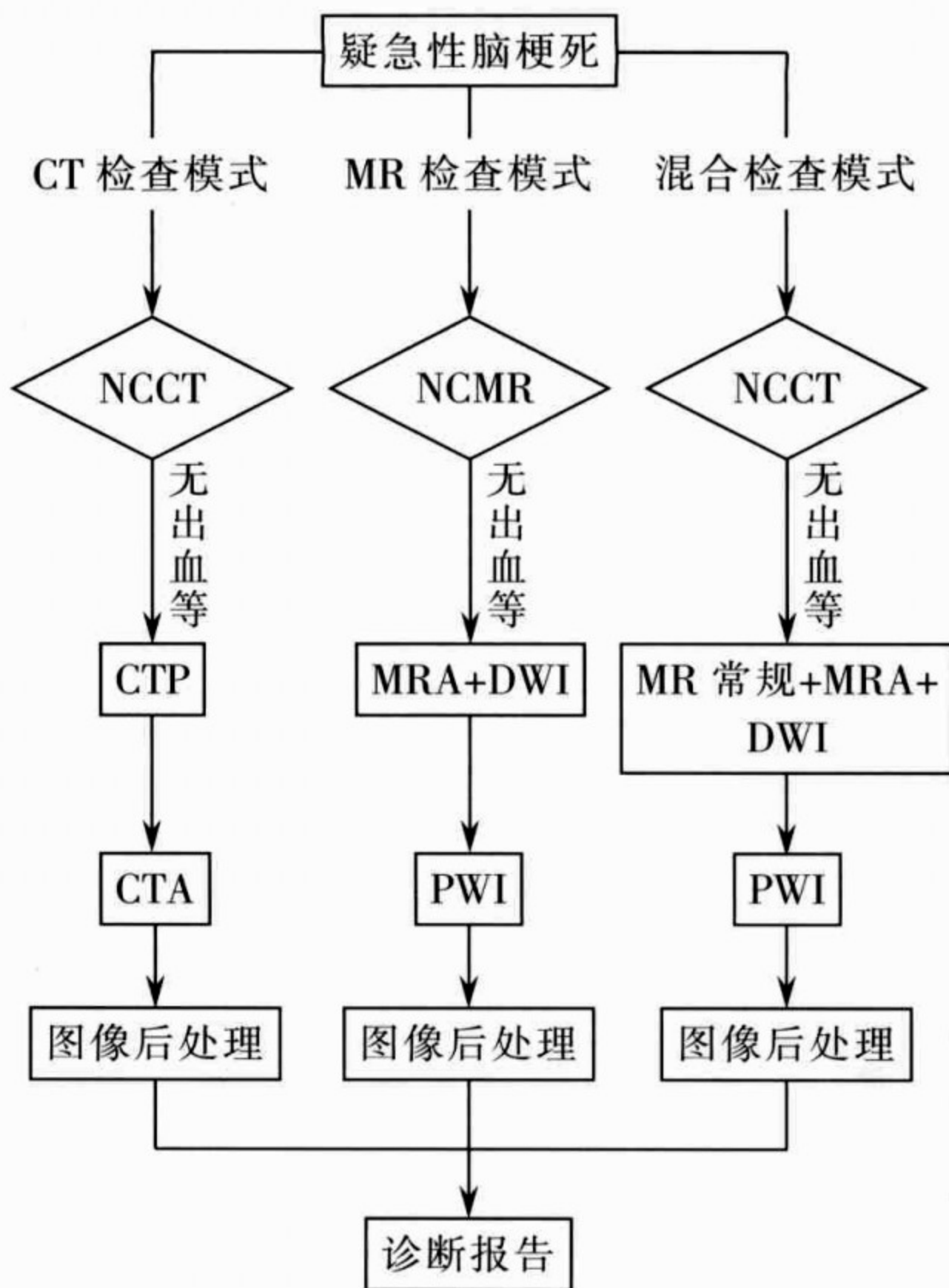


图 1 影像学检查流程图

NCCT 发现脑出血或其他病变，将不进行 CTP 和 CTA 检查；NCCT 在常规窗宽/窗位发现低密度责任病灶时（提示梗死灶已经进入血管源性水肿时期，BBB 破坏），将不进行 CTP 和 CTA 检查；NCCT 和 CTP 原始图像显示 ASPECTS 评分 < 3 分者将不进行 CTA 检查；患者病情加重需要立即停止检查进行抢救者。

3. 扫描参数和程序基本要求(表 1-1~表 1-10)

表 1-1 CT 扫描参数参考(西门子 16 层螺旋 CT)

	对比剂	层厚(mm)	螺距	管电压 (kV)	管电流 (mA)	旋转时 间(s)	扫描 部位	视野 (cm)
平扫	无	4.5/9.0	N/A	120	310	2.5	头	22
头 CTA	4ml/s,总量 30ml,8 秒 延迟; 3ml/s, 总量 60ml,20 秒延迟	4.0	1.15	100	140	0.5	头	20
颈 CTA	4ml/s, 总量 90ml, 22 秒延迟	5.0~6.0	1.15	100	250	0.5	颈	30
CTP	8ml/s,总量 40ml,5 秒 延迟	12	N/A	80	209	1	头	22

医学参考
PDG

表 1-2 NCCT 扫描参数优化

采用高速螺旋 CT 扫描的注意事项
螺距 < 1
较慢的床移动速度 (5 ~ 8mm/s)
快速旋转时间 (0.5 ~ 0.8s/r)
尽可能高的空间分辨力

表 1-3 CTP 优缺点 (与 MR 灌注成像相比)

优 点	缺 点
费用低	扫描范围小
检查时间短	碘对比剂过敏危险
对重症患者易于观察	X 线照射
可用于无法做 MR 检查的患者	图像后处理相对复杂
较高的空间分辨力	
定量脑血流信息	

表 1-4 CTP 参数图

CBF ($\text{ml} \cdot 100\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	CBV ($\text{ml} \cdot 100\text{g}^{-1}$)	MTT(s)	TTP(s)
脑血流量	脑血容量	平均通过 时间	峰值时间
每 100g 脑组 织每分钟的脑 血流量 (ml)	每 100g 脑 组织的脑血 容量 (ml)	通过病灶 的平均时 间 (s)	从注射对比剂 开始扫描到脑 内最大峰值 的时间 (s)

表 1-5 脑组织正常灌注参数值

	CBF ($\text{ml} \cdot 100\text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	CBV ($\text{ml} \cdot 100\text{g}^{-1}$)	MTT(s)
灰质	60	4	4
白质	25	2	4.8

表 1-6 CTP 检查失败原因

扫描原因	图像后处理原因
扫描过程中患者头部移动	动脉感兴趣区选择不恰当
连续扫面没有包括增强曲线回到基线	静脉感兴趣区不恰当
扫描范围的层面中没有包括大动脉血管	

表 1-7 CTA 扫描参数优化

采用高速螺旋 CT 扫描的注意事项
小螺距(0.5 ~ 0.6)
慢速床移动(5 ~ 7mm/s)
快速旋转(0.4 ~ 0.5s/r)
最大的矩阵
较厚的图像重建

表 1-8 降低 CTA 照射剂量的策略

	优点	缺点
低毫安(mAs)	减少照射剂量	图像噪声大
薄层伴低毫安	减少照射剂量 可重建任意较厚的层面	原始图像上出现条纹
球管自动调节	减少照射剂量	扫描设置复杂

表 1-9 单层 CT 和多层排 CT 优缺点比较

单层 CT	多层 CT
标准的对比剂剂量	对比剂剂量较少
检查时间较长	检查时间短
层面较厚,分辨力较低	层面较薄,分辨力高

表 1-10 CTA 检查对比剂应用策略

	优点	缺点
高碘浓度	血管显示好	对比剂量过大
高流速	增强峰值高	必须选择大的静脉 血管损伤
大剂量	增强峰值高	碘剂量过大
等渗对比剂	肾脏损害小	费用较高 粘度增加
盐水跟踪	减少对比剂用量 可减少大血管的 条纹伪影 增加密度差别	需双筒高压注射器
固定延迟	使用简单	不适合 64 排 CT
团对比剂示踪	适合不同患者	技术复杂,耗时
小剂量示踪 试验	适合不同患者	技术复杂 需 10 ~ 15ml 对比剂
Fleischmann 多期注射	均匀的增强平台	需团注示踪试验
Bae 多期注 射法	均匀的增强平台	根据患者设多个条件 需有指数衰减的高 压注射器

(1) NCCT

- 1) 目的:排除脑内出血以及其他病变。
- 2) 设备:多层螺旋 CT(建议 8 层螺旋 CT 以上)。
- 3) 定位:以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描,避免晶状体直接照射。
- 4) 范围:从后颅窝底部向上扫描,直至脑突面最高点。
- 5) 层厚:至少为 8~10mm 层厚,连续扫描。幕下结构建议采用 3~5mm 层厚连续扫描。

(2) CTP

- 1) 目的:显示梗死区和缺血半暗带;扩大 3 小时静脉溶栓治疗时间窗和 6 小时前循环动脉溶栓治疗时间窗;其他治疗的筛选,例如高血压治疗或高压氧治疗;为无法确定准确发病时间(“wake up” stroke)患者进行合理处置提供信息。
- 2) 层面选择:根据所使用多层螺旋 CT 的实际情况,选择 1~4 层进行 CTP 扫描。根据平扫 CT 结果,在可疑病变区域选择感兴趣层面进行扫描。为了保证质量,幕上病变尽可能选择基底节层面和侧脑室体部层面进行 CTP 扫描。
- 3) 对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl,用量 50ml。
- 4) 注射器:流率设置为 8ml/s,注射总时间为 5~6 秒。
- 5) 穿刺针:建议至少采用 20GA×1.16in(1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中

静脉穿刺。

6) 扫描:启动高压注射器注入对比剂的同时进行 CTP 扫描(图 2)。

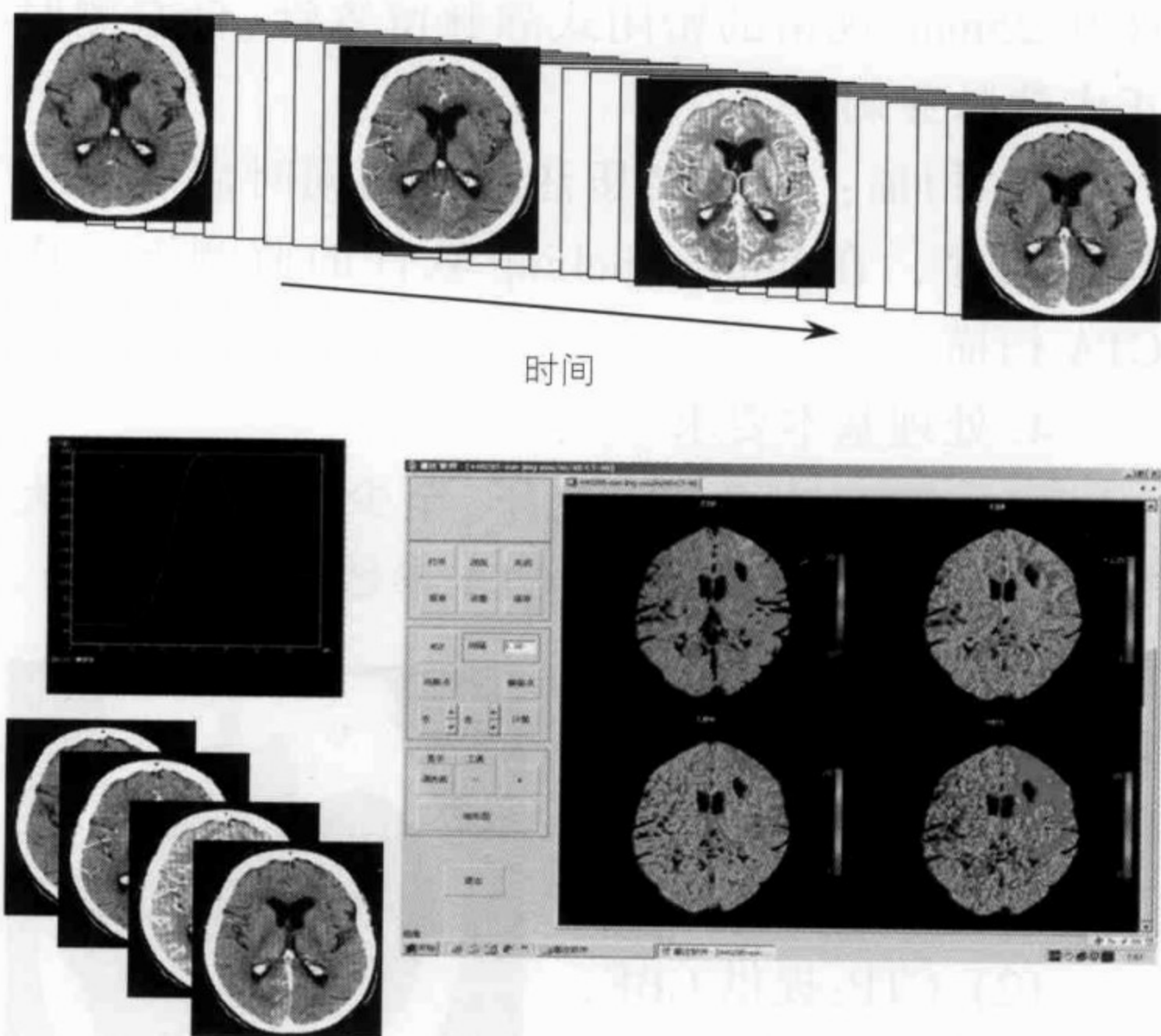


图 2 CTP 扫描示意图

在外周静脉快速注入碘对比剂,对感兴趣区的层面进行连续扫描,利用这些层面的数据进行图像后处理,最后计算出 CBF、CBV、MTT 和 TTP 等参数图

(3) CTA

1) 目的:显示 ICA 颅内段、MCA、ACA、基底动脉和 PCA 血管狭窄或闭塞状况。

2) 范围:全脑。

3) 对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl,用量 90ml。

4) 高压注射器：流率设置为 4ml/s 注入 30ml, 然后以 3ml/s 注入 60ml。

5) 静脉穿刺针：建议至少采用 22GA×1.0in (0.9×25mm) 规格的密闭式静脉留置针, 自右侧肘正中静脉穿刺。

6) 扫描：启动高压注射器的同时启动 CTA 扫描程序, 在 bolus tracking 软件的监测下完成 CTA 扫描。

4. 处理基本要求

(1) CTA: 在急诊状态下, 至少提供一个最大密度投影重建 (MIP) 的 CTA 参数图像 (图 3)。MIP 图的优点为图像处理速度快, 血管狭窄或闭塞的显示受人为因素影响最少。

(2) CTP: 提供 CBF、CBV、MTT、TTP 和 PS 参数图 (图 4)。

(3) CTP 原始图像: 提供增强最为明显的一张 CTP 的原始图像用于观察新鲜梗死区 (图 5)。



图 3 正常 CTA MIP 图
(最大密度投影重建图)

5. 图像解读 (表 1-11~表 1-13)

(1) 新鲜梗死区 (infarct core)

1) NCCT: 脑皮层、基底节、岛叶的灰-白质分界消失。其中岛叶的灰-白质交界消失又称为岛带征阳性 (外囊结构显示不清, 岛叶皮层密度与外囊

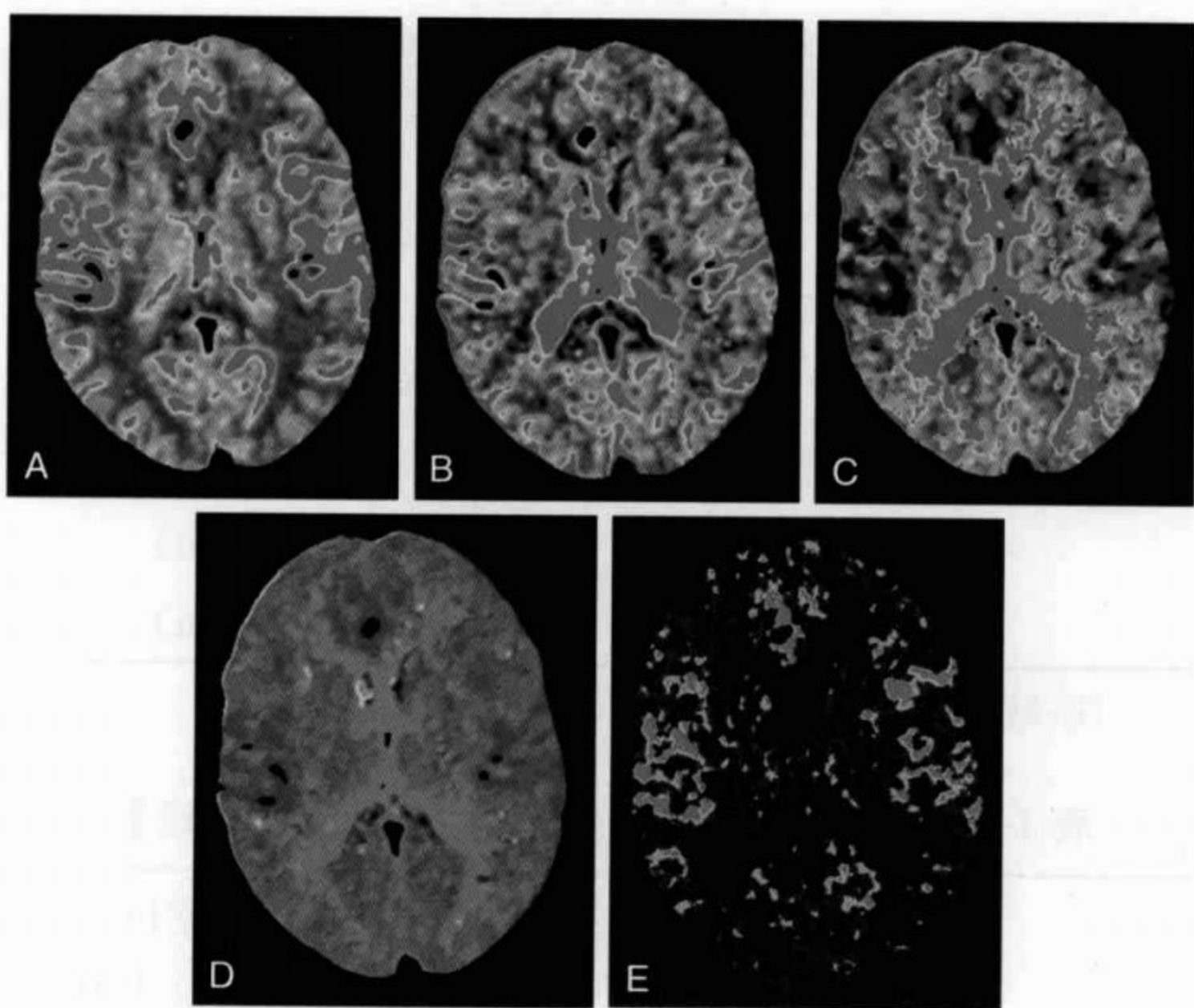


图 4 正常 CTP 参数图,依次为 CBF、CBV、MTT、TTP 和 PS 参数图

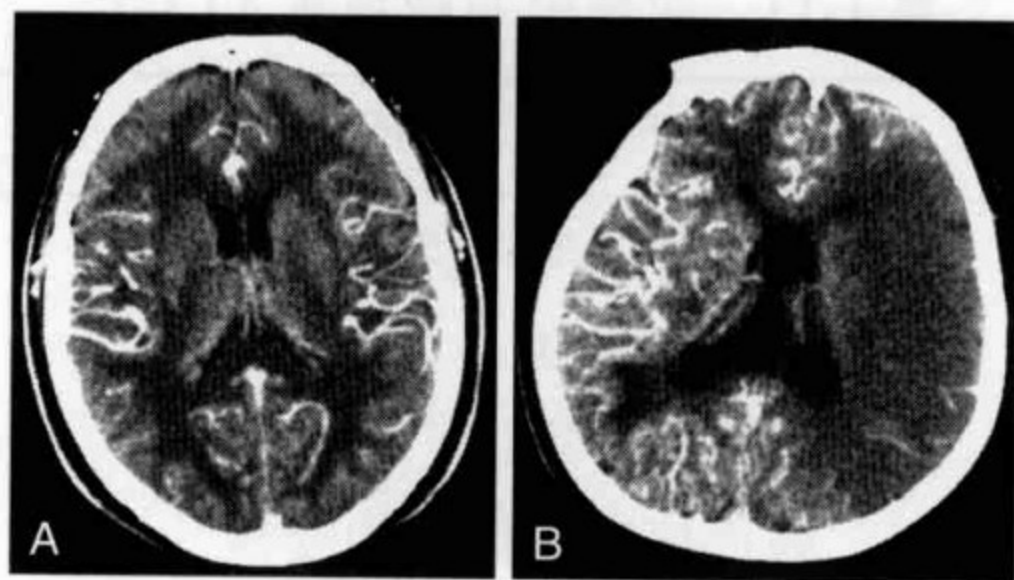


图 5 CTP 原始图

A. 为正常 CTP 原始图像 B. 为超急性期脑梗死患者 CTP 原始图像, 见左侧 MCA 分布区大面积低密度区, 提示不可逆脑损伤区域

表 1-11 脑部常见组织 CT 值

<0	0	>0
空气 < -1000Hu	水	骨、金属 > 1000Hu
脂肪(-30 ~ -70Hu)		点状钙化(30 ~ 500Hu)
		血(60 ~ 100Hu)
		灰质(30 ~ 35Hu)
		白质(20 ~ 25Hu)
		肌肉(20 ~ 40Hu)

注:脑组织水分每增加 1%,CT 值增加 2.5Hu

表 1-12 超急性期脑梗死软读片窗宽/窗位设置

	标准窗宽/窗位设置 (窗宽 80Hu,窗位 20Hu)	非标准窄窗宽设置 (窗宽 8Hu,窗位 32Hu)
敏感性	57%	71%
特异性	100%	100%

表 1-13 超急性期脑梗死 NCCT

影像表现
局部脑实质内低密度区
岛带征阳性
壳核低密度
脑皮层肿胀伴脑沟变浅
灰-白质交界区变模糊
大脑中动脉条状高密度

一致)(图 6、图 7);大脑皮层脑沟(包括侧裂)消失或变窄(图 8);脑室或基底池受压;Willis 环血管表现为节段性高密度影。正常大脑中动脉(MCA)

的 CT 值大概为 40Hu, 当 MCA 出现条形高密度影 (80Hu 左右) 称为“高密度大脑中动脉征” (hyperdense MCA sign) (图 9); 大脑中动脉侧裂段远端分支 (M2 或 M3) 出现点状高密度影则称为“大脑中动脉点征” (MCA-dot sign)。高密度血管影与健侧正常血管影 CT 值之比 >1.2 高度提示血栓形成。血栓形成造成的血管高密度影需与血管壁钙化或高血球容积血症所致的高密度影相鉴别。

2) CTP: CTP 原始图像见区域性低密度影改

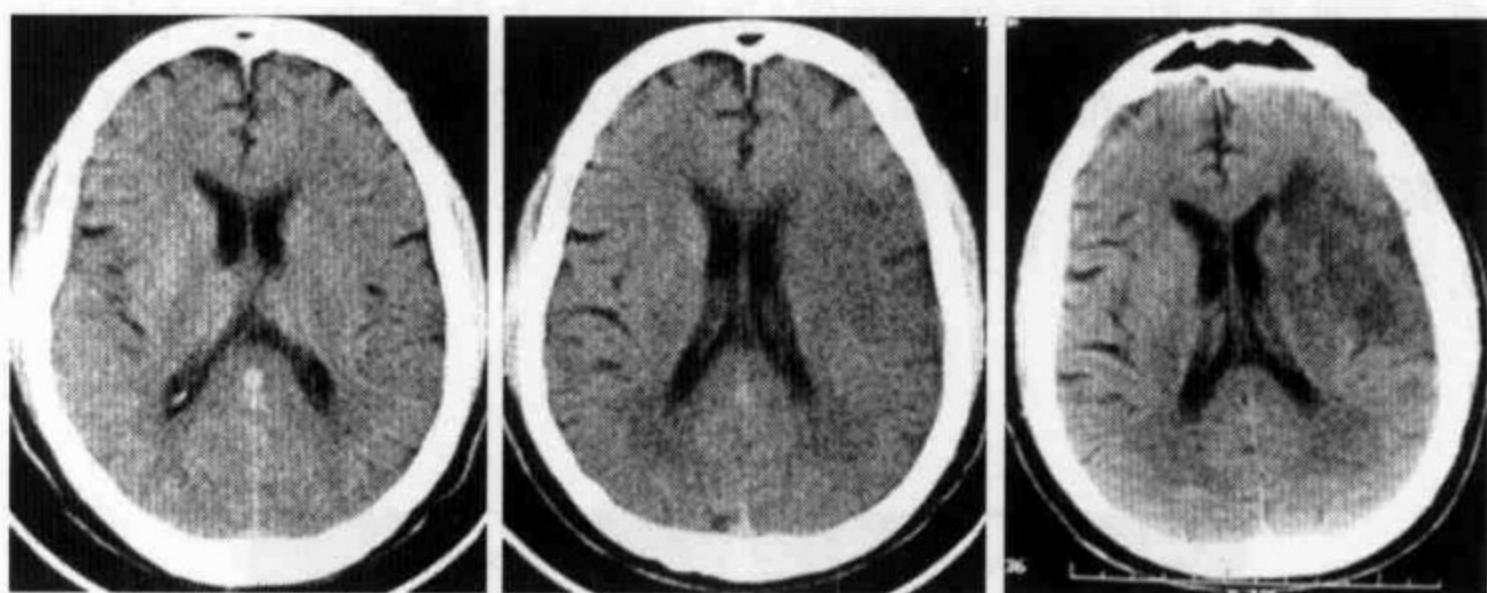
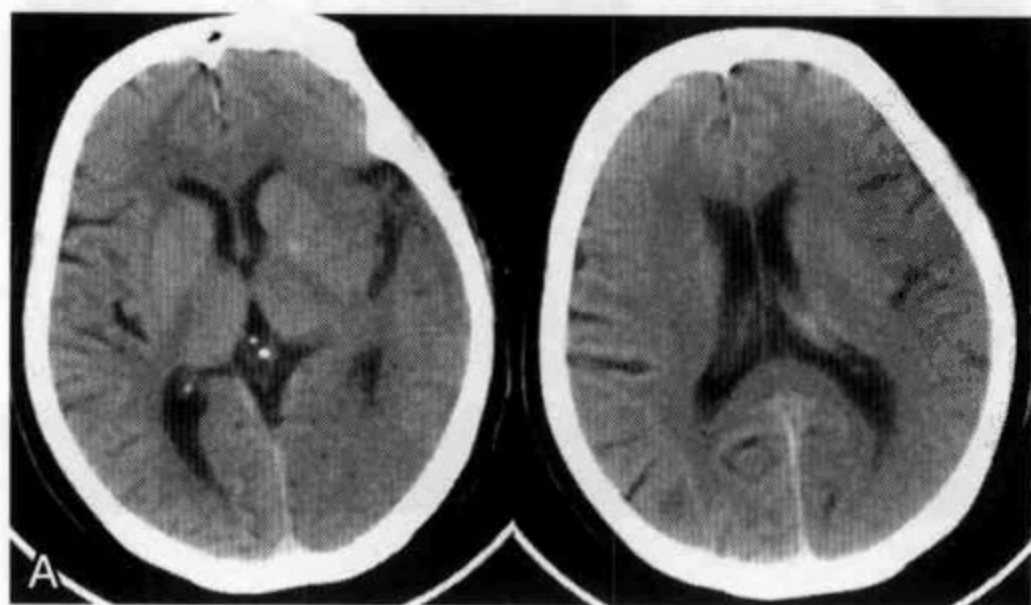


图 6 超急性期脑梗死 (岛带征阳性)

男性 63 岁, 发病 3 小时 (左), 10 小时 (中) 及 15 天 (右) NCCT 检查。发病 3 小时 NCCT 见左侧额叶盖部脑皮质肿胀, 脑沟变浅; 与右侧相比, 左侧岛叶皮质密度减低。左侧外侧裂远端可见条索样高密度血管影, 提示侧支循环 (PCA 端-端吻合) 建立, 血流缓慢



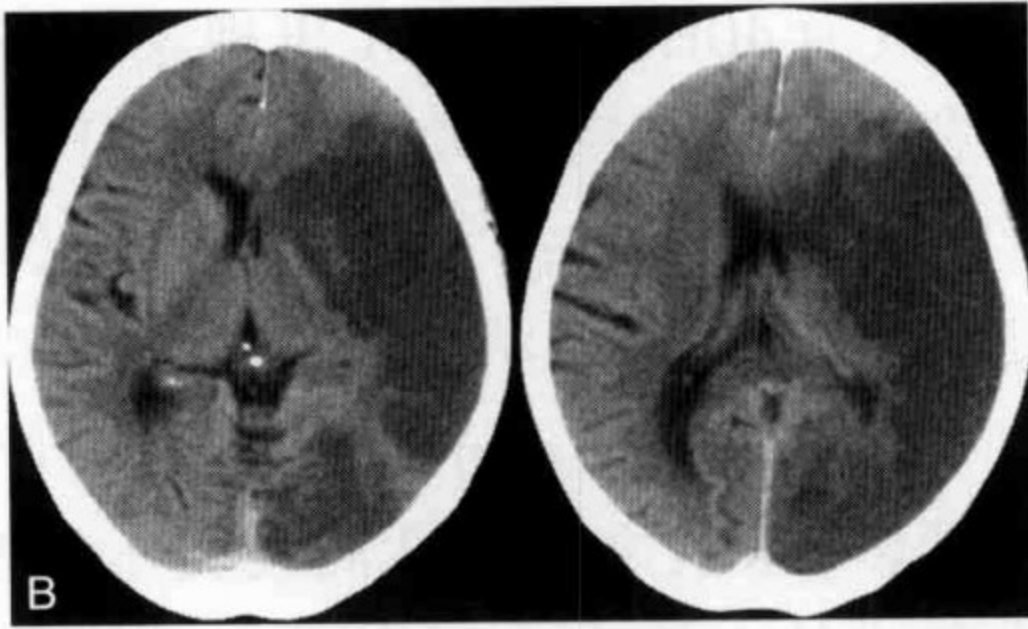
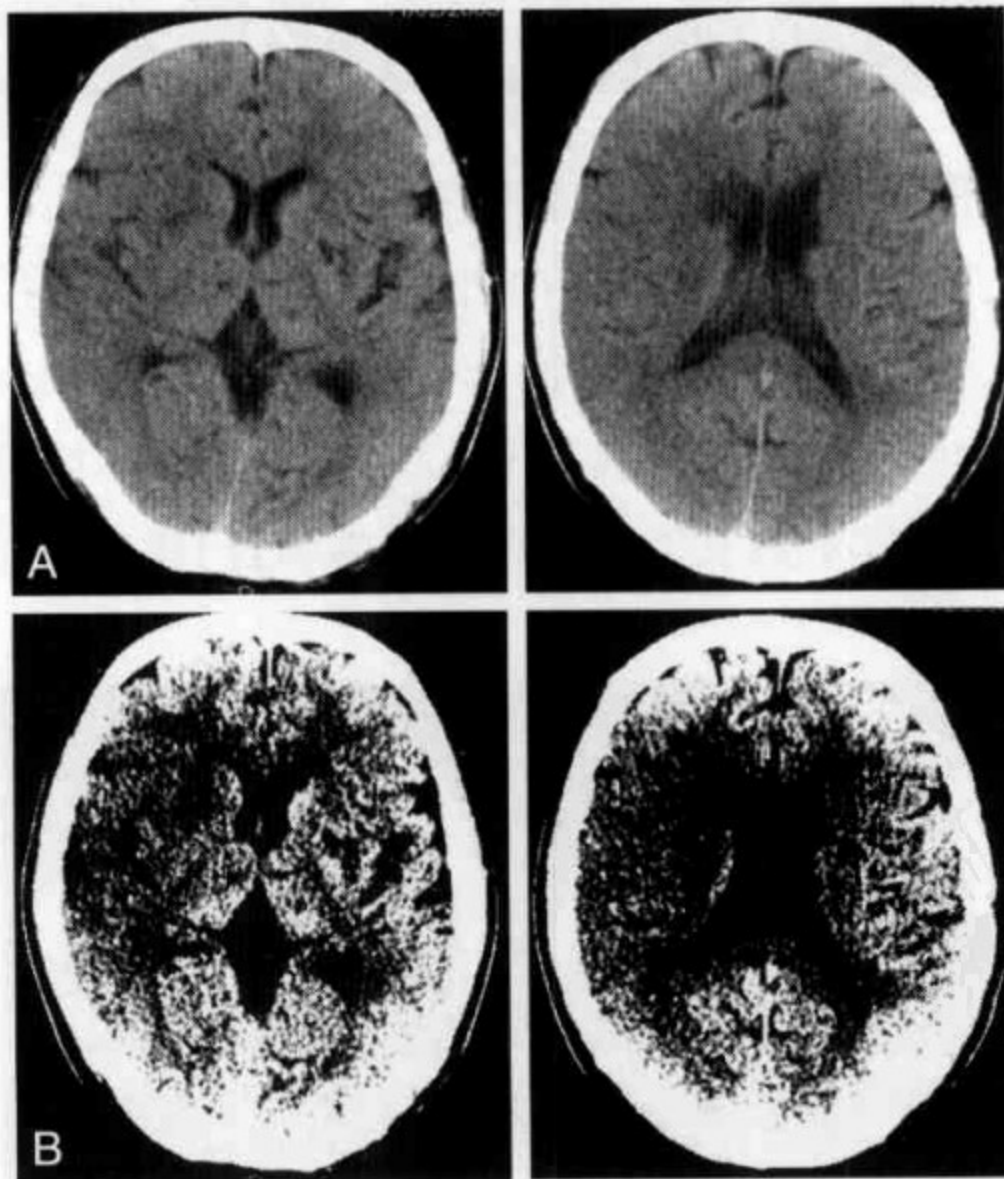


图7 超急性期脑梗死(岛带征阳性)

女性 37 岁 A. 发病 5 小时 NCCT 见左侧颞顶枕部皮层明显肿胀,脑沟消失,皮层下的灰白质交界区显示不清;左侧岛叶密度减低,与外囊分界不清,提示出现“岛带征”。左枕叶(PCA 分布区)和左颞顶(MCA 分布区)同时受累,提示左侧 PCA 起自同侧 ICA,血管闭塞发生在 ICA 发出 PCA 之前 B. 3 天后 NCCT 见上述区域大面积梗死灶



知识
积累
PDG

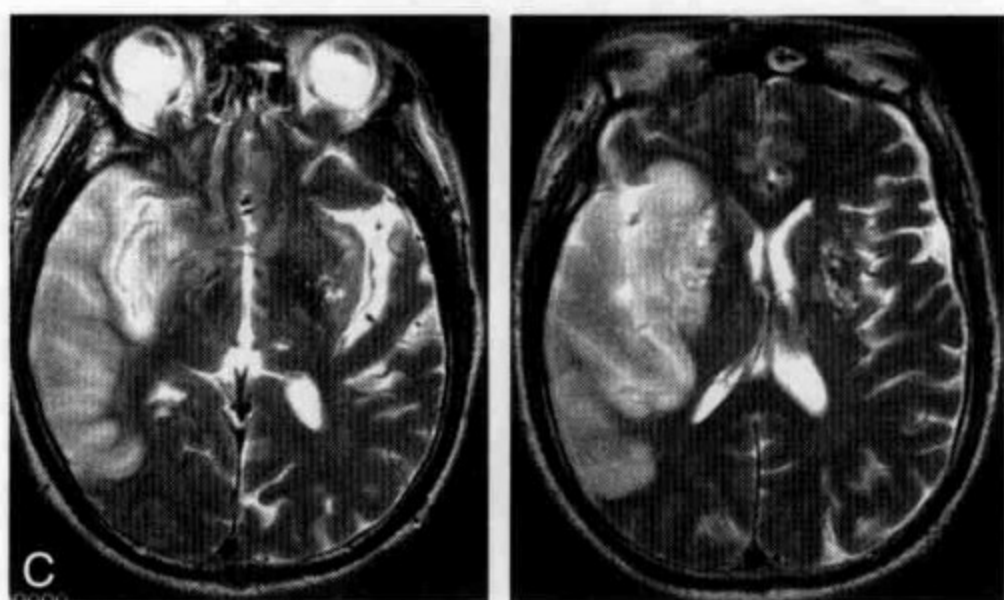


图 8 超急性期脑梗死(大脑皮层脑沟消失)

男性 51 岁,发病 4 小时 NCCT(A),调整窗宽/窗位(W=10Hu,C=32Hu)后观察(B),2 天后 MR T2WI 检查(C)

变提示为梗死区(图 10);CBV 参数图明显低 CBV 区域(图 11)。

3) CTA:CTA 原始图像上区域性低密度影改变提示为梗死区(图 12)。

(2) 缺血半暗带(penumbra):又称中风可挽救区。传统缺血半暗带模型和新缺血半暗带模型见图 13、图 14。MTT 或 CBF 异常区域大于 CTA 原始图像(CTA-SI)或 CTP 原始图像(CTP-SI)异常区域的部分为缺血半暗带。

缺血半暗带 CBF 阈值 (Schaefer et al. AJNR Jan 2006): 梗死:CBF 下降 $>80\%$; 缺血半暗带:CBF 下降 $>66\%$; 良性供血不足:CBF 下降 $<50\%$ 。

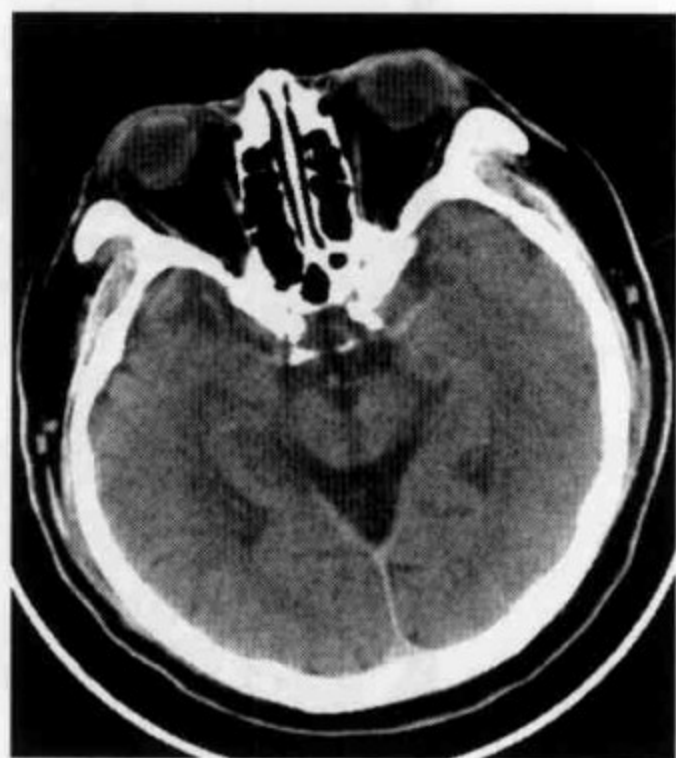


图 9 高密度大脑中动脉征 NCCT 见左侧大脑中动脉水平段密度增高,提示血栓形成

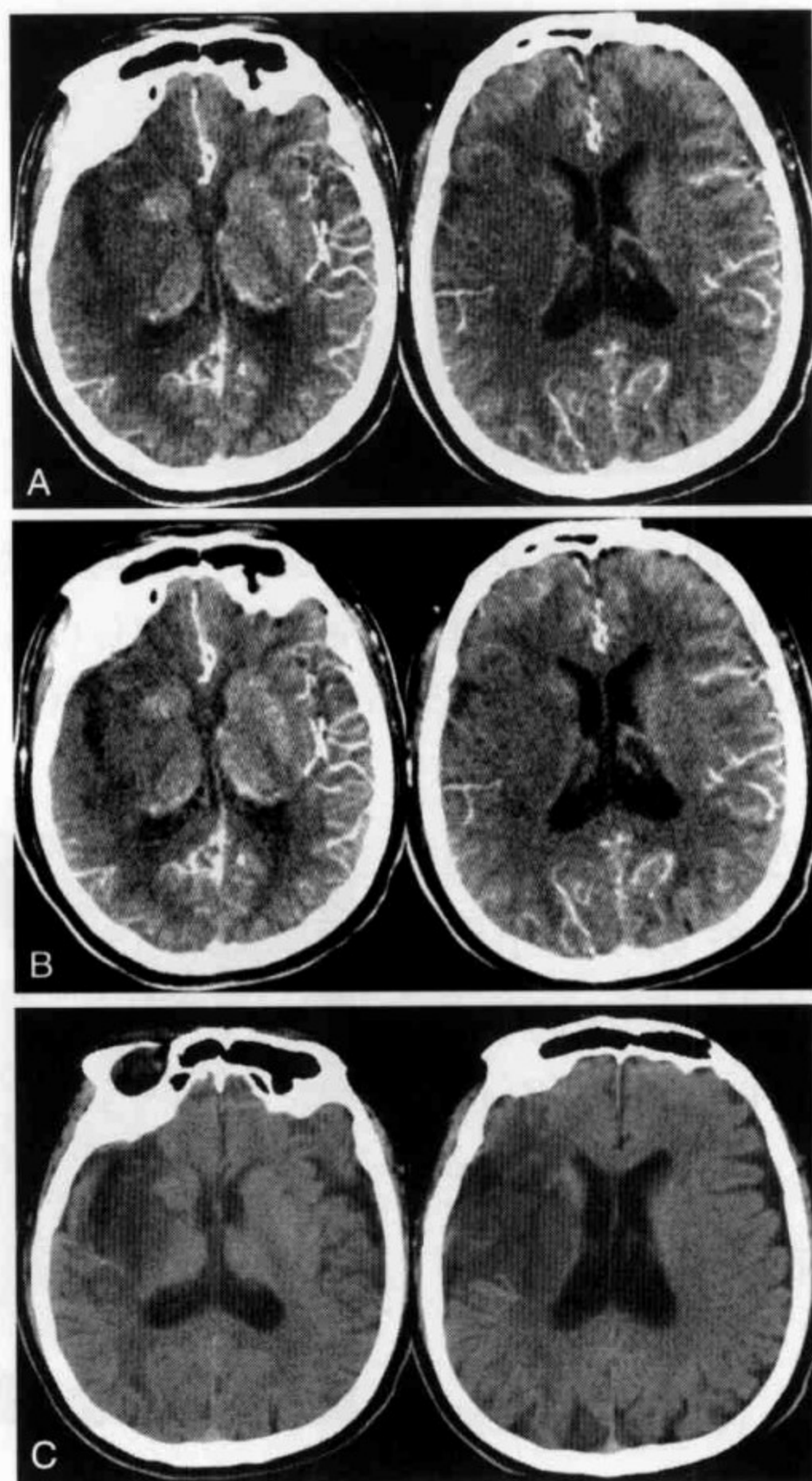


图 10 CTP 原始图像判断超急性期脑梗死不可逆损害

男 53 岁,发病 3 小时。上排(A)为 CTP 原始图像,见右侧岛叶、右侧额叶盖部区域性低密度影改变;中排(B)用红线勾画出不可逆损害区(infarction core);下排(C)为 7 天后 NCCT 复查片。CTP 原始图像显示的低密度区为梗死期,与最终梗死区一致性较好。CTP 原始图像可用于超急性期脑梗死不可逆损害的判别

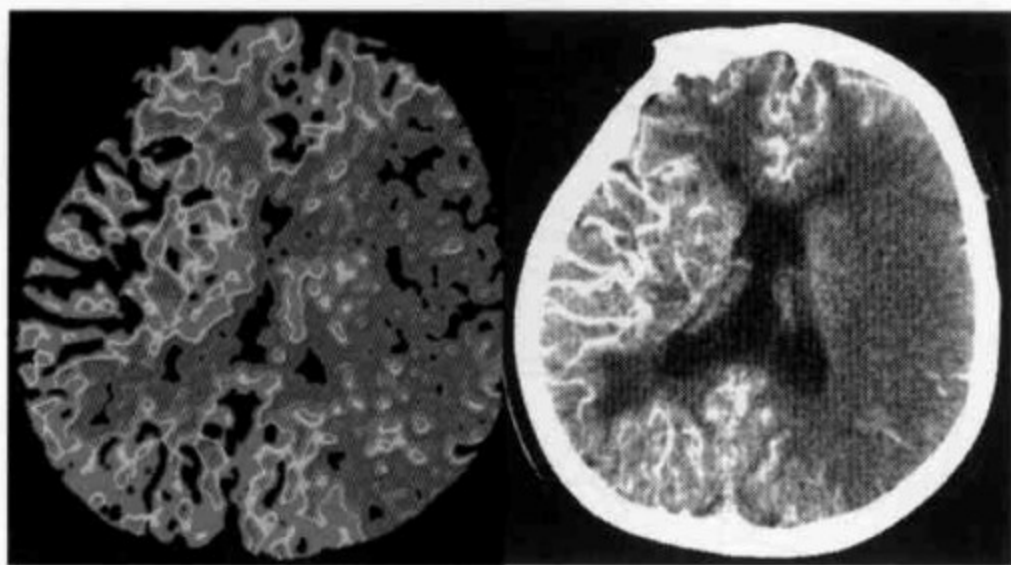


图 11 左侧为 CBV 参数图,见左侧 MCA 分布区低 CBV 灌注区;右侧为 CTA 原始图像,见相同区域低密度改变,提示不可逆损害

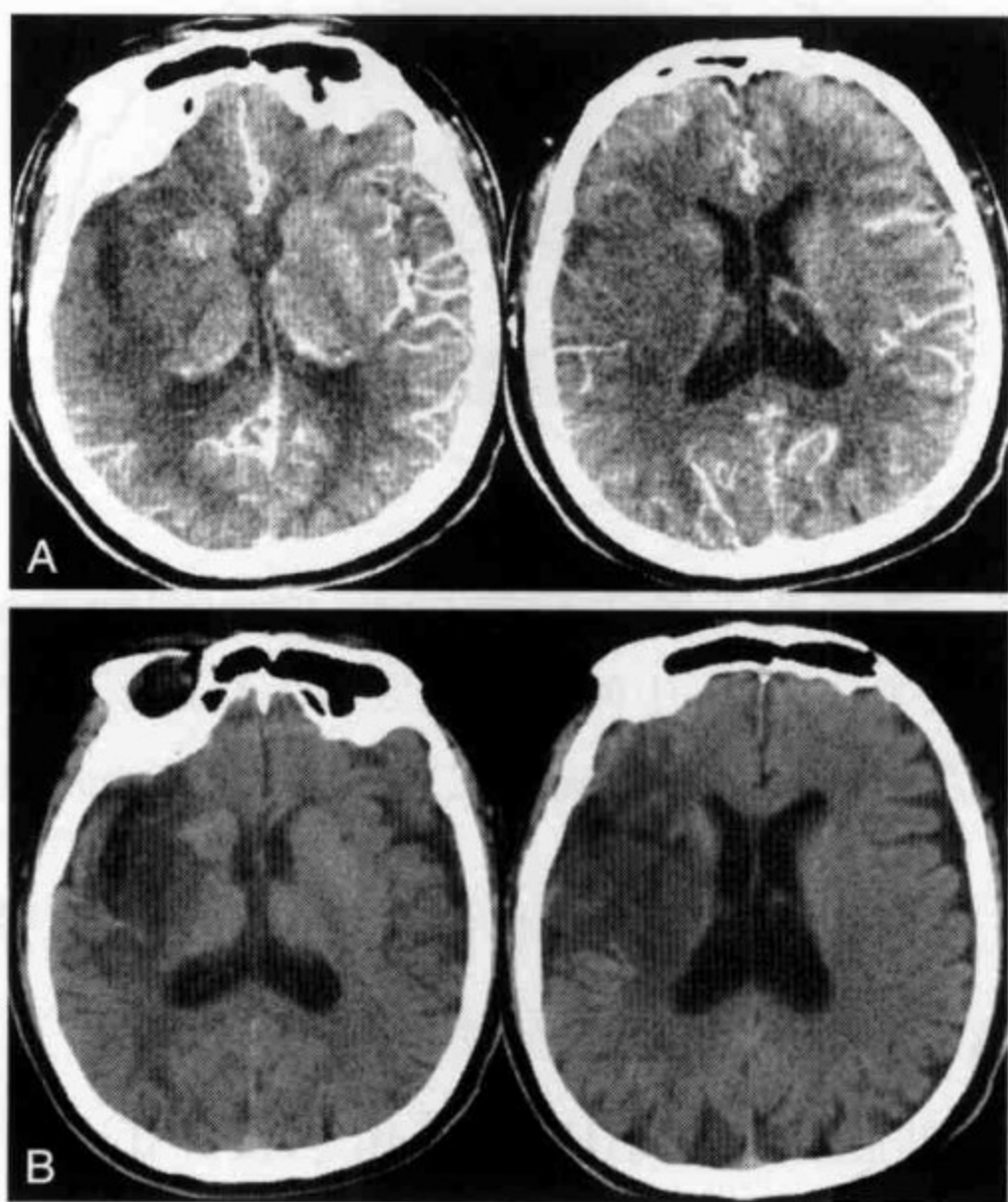


图 12 超急性期脑梗死(大脑皮层脑沟消失)

男 53 岁,发病 3 小时。上排(A)为 CTA 原始图像,见右侧岛叶、右侧额叶盖部区域性低密度影改变;下排(B)为 7 天后 NCCT 复查片。CTA 原始图像显示的低密度区为梗死期,与最终梗死区一致性较好

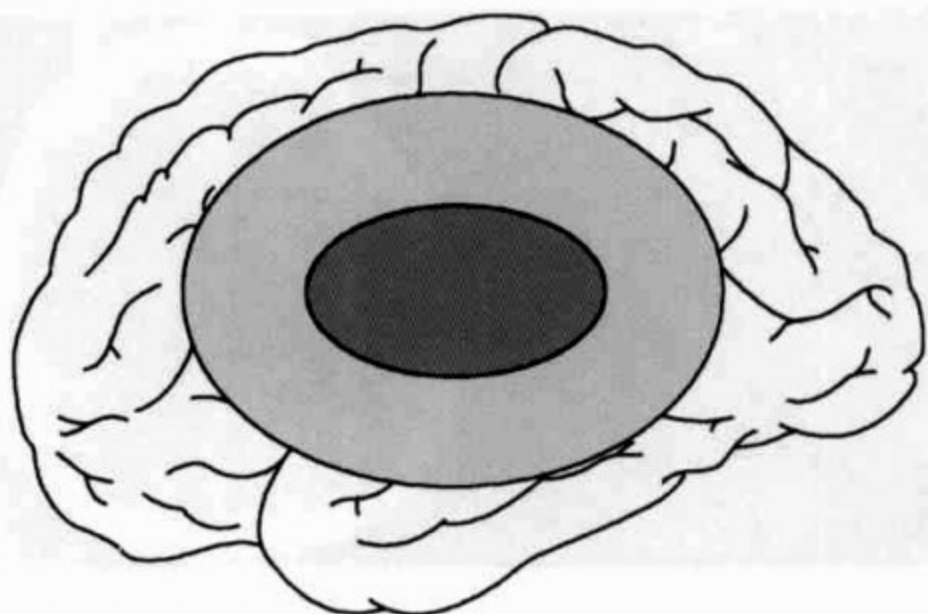


图 13 传统缺血半暗带模型 (traditional penumbra model)
中心紫色区域为梗死区, 周边黄色区域为缺血半暗带。缺血半暗带区域大于梗死区域称为错配 (mismatch)

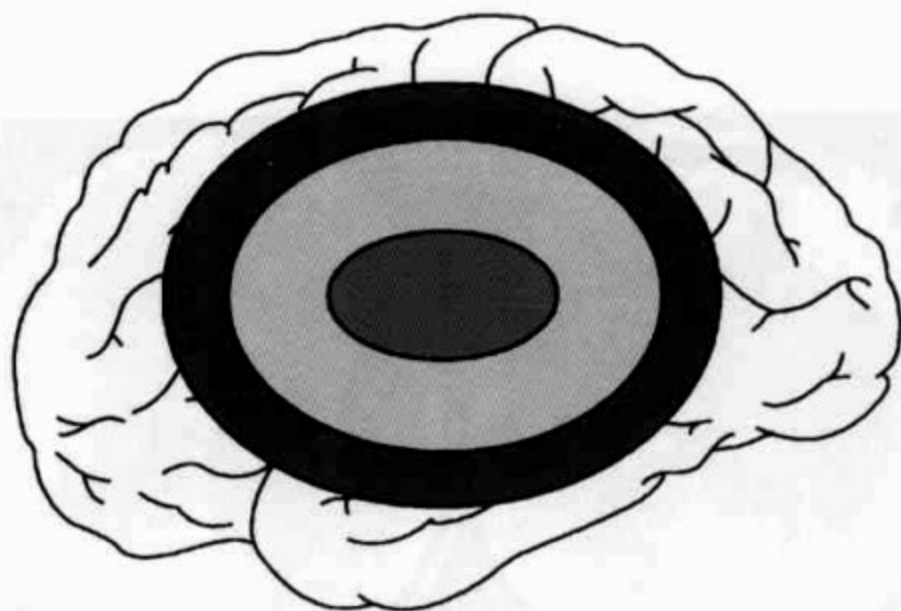


图 14 新缺血半暗带模型 (new penumbra model)
中心蓝色区域为梗死区, 中间浅蓝色区域为缺血半暗带。周边深蓝色区域为良性供血不足区 (benign oligemia)

(3) 错配 (mismatch): MTT 或 CBF 异常区域大于 CTA-SI 或 CTP-SI 异常区域则称之为错配。

(4) 血脑屏障 (BBB) 评价: CTP 的 PS 参数图像显示新鲜梗死区 PS 值增高, 或 NCCT 标准窗宽/窗位显示低密度区域则提示该区域 BBB 破坏。

(5) ASPECTS (Alberta Stroke Program Early CT Score) 评分法: 正常脑组织为 10 分, 每增加一个异常区域则减一分 (图 15); ASPECTS 评分的临

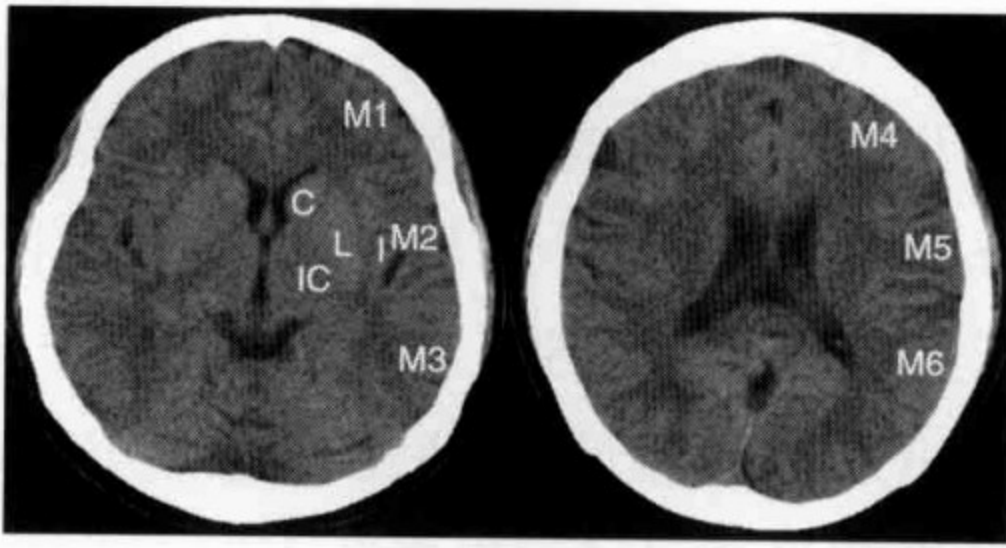


图 15 ASPECTS 评分

ASPECTS 评分法将 NCCT 显示大脑中动脉分布区分为 10 个亚区。正常表现为 10 分,每累及一个亚区则减去 1 分。10 个亚区为: C=尾状核头部, L=壳核, IC=内囊, I=岛叶; M1、M2、M3、M4、M5 和 M6 分别为大脑中动脉分布区的不同位置的脑皮层

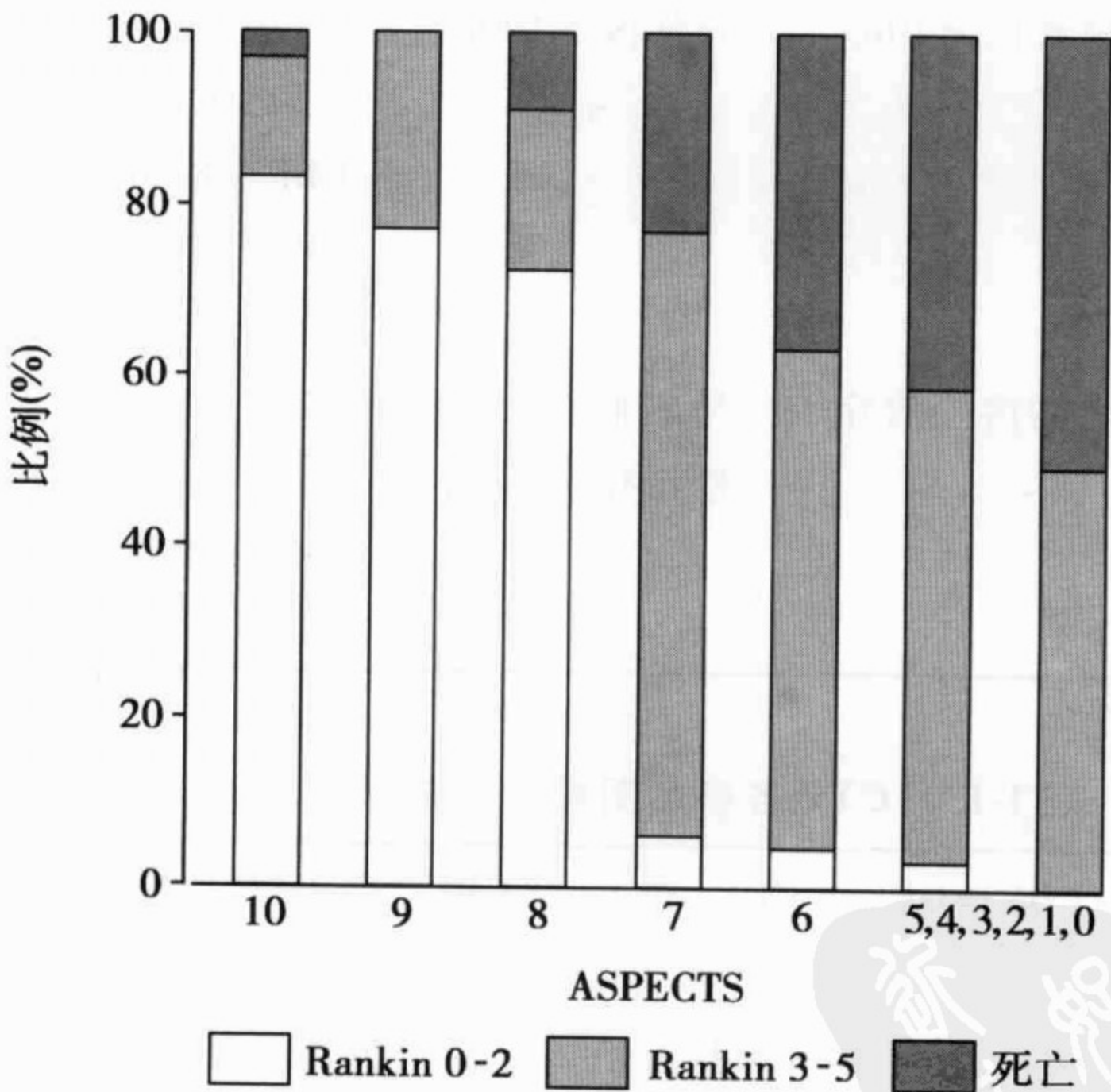


图 16 ASPECTS 评分与患者预后的关系

ASPECTS 分值越高,患者预后越好,ASPECTS 分值<7 分患者预后较差。Rankin 量表用于评价患者生活自理状况,0 为生活完全自理

床意义见图 16。

(6) 北京天坛医院急性脑缺血错配分型(表 1-14):分为良性型、恶性型和目标型(图 17~图 19),临床意义见表 1-15。

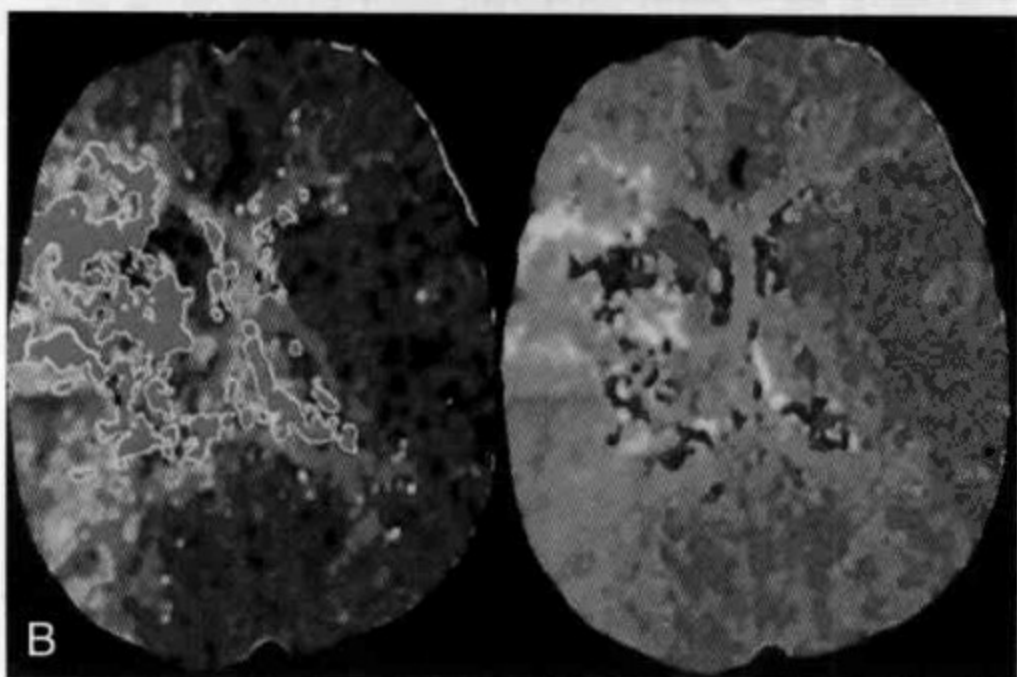
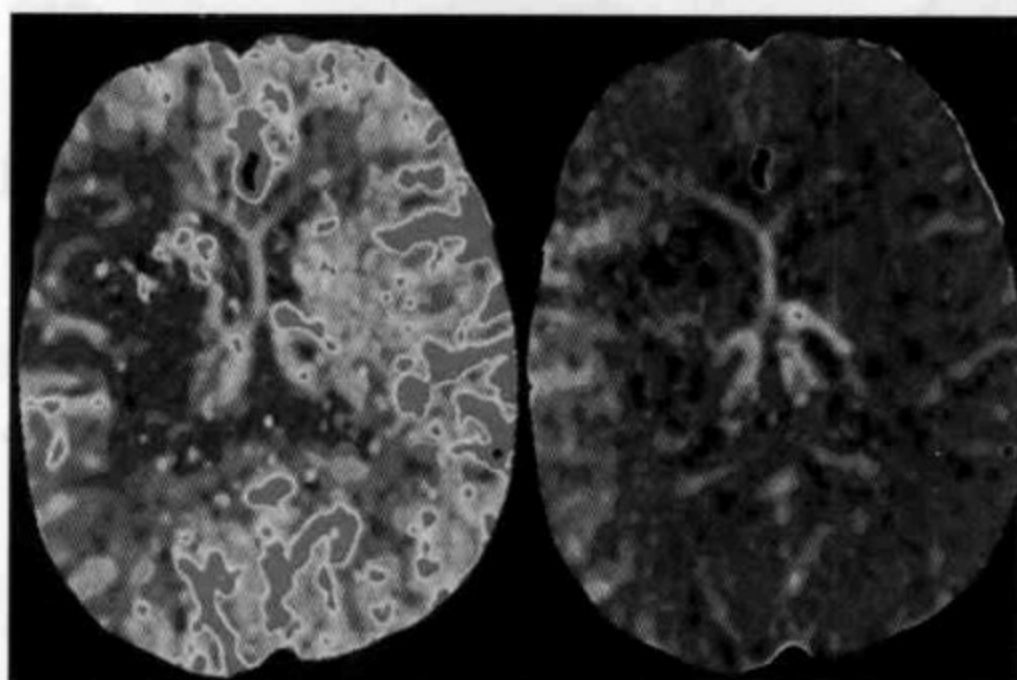
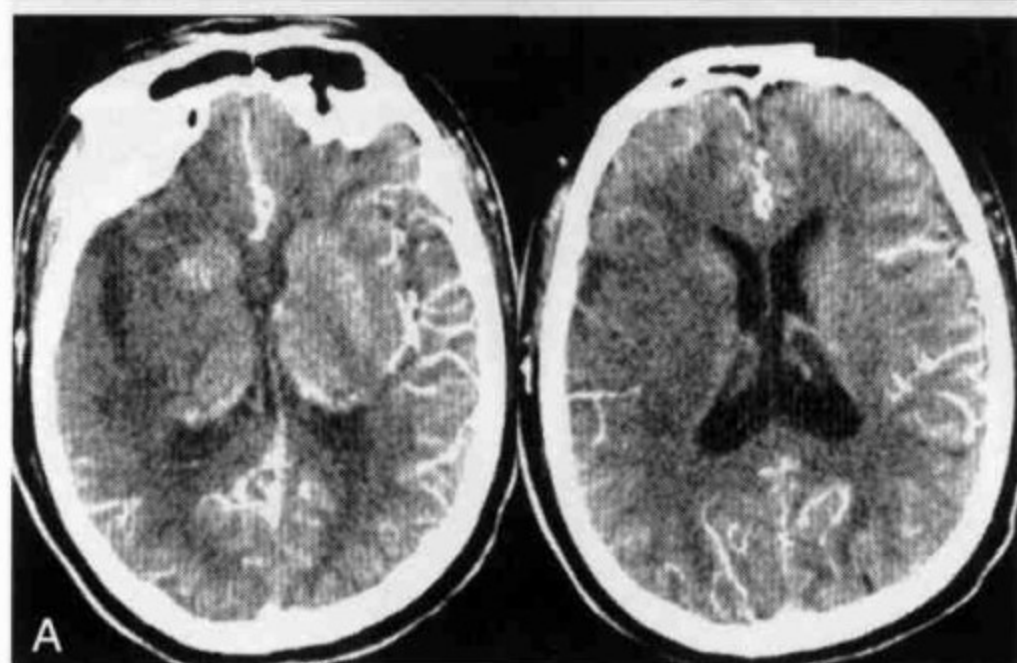
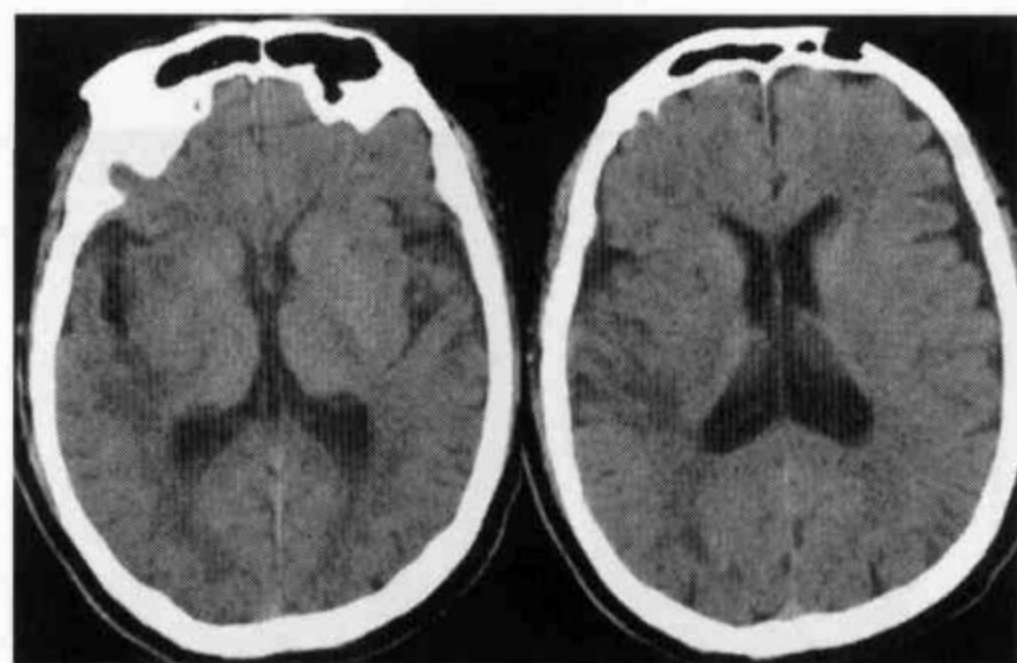
(7) NCCT 超急性期脑梗死预后以及溶栓治疗预后的评估见表 1-16 和表 1-17。

表 1-14 北京天坛医院急性脑缺血错配(mismatch)分型

良性型	恶性型	目标型
CBV 或 CTA-SI 异常区 < 10ml	CBV 或 CTA-SI 异常区 > 100ml	CBV 或 CTA-SI 异常区 > 10ml 至 < 100ml; CBF 或 MTT > CBV 或 CTA-SI 120%
无需溶栓治疗	易出血,不能溶栓治疗	如果有 MCA 主干闭塞,则溶栓治疗;否则不溶栓治疗

表 1-15 CTP 各参数图异常区域解读(Gonzalez 法)

CBV = CBF	CBV(较大) < CBF	CBV(较小) < CBF
不管病灶大小,均无需溶栓治疗	根据发病时间和病灶大小,如果 CBV > 100ml 则不溶栓	适合溶栓治疗;发病时间过长则不溶栓治疗



知
雅
齋
PDG

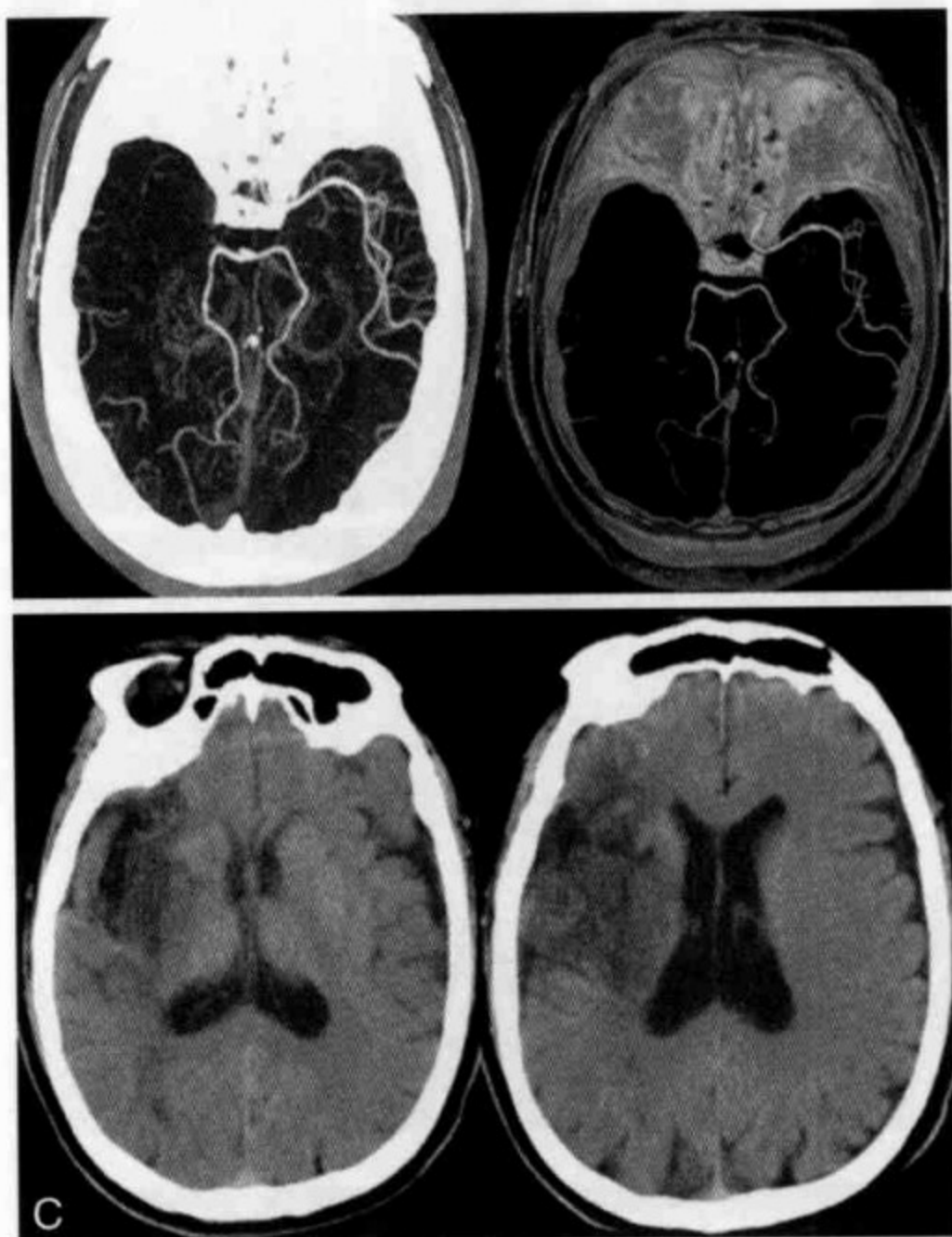
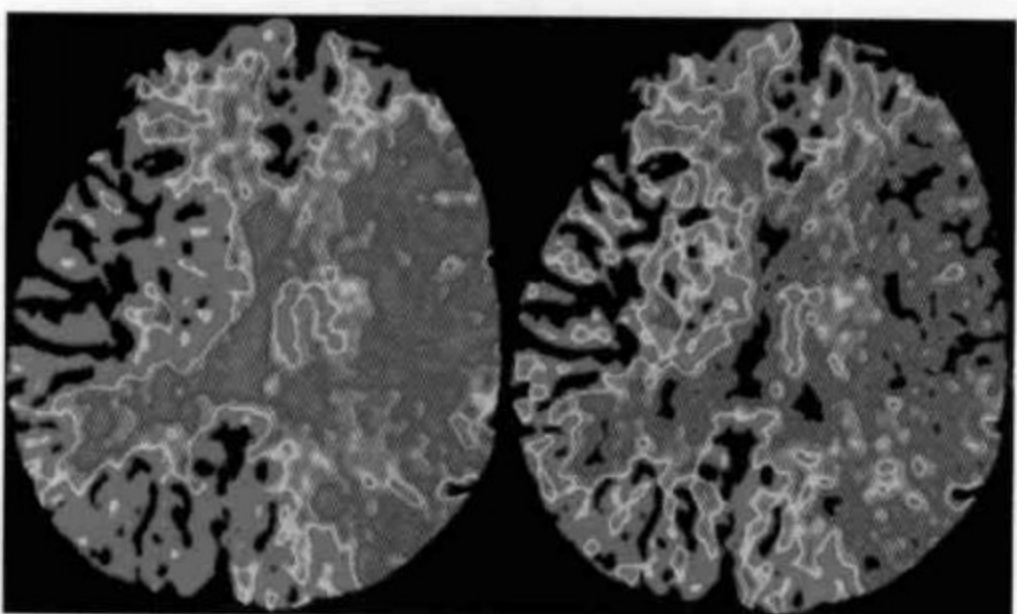
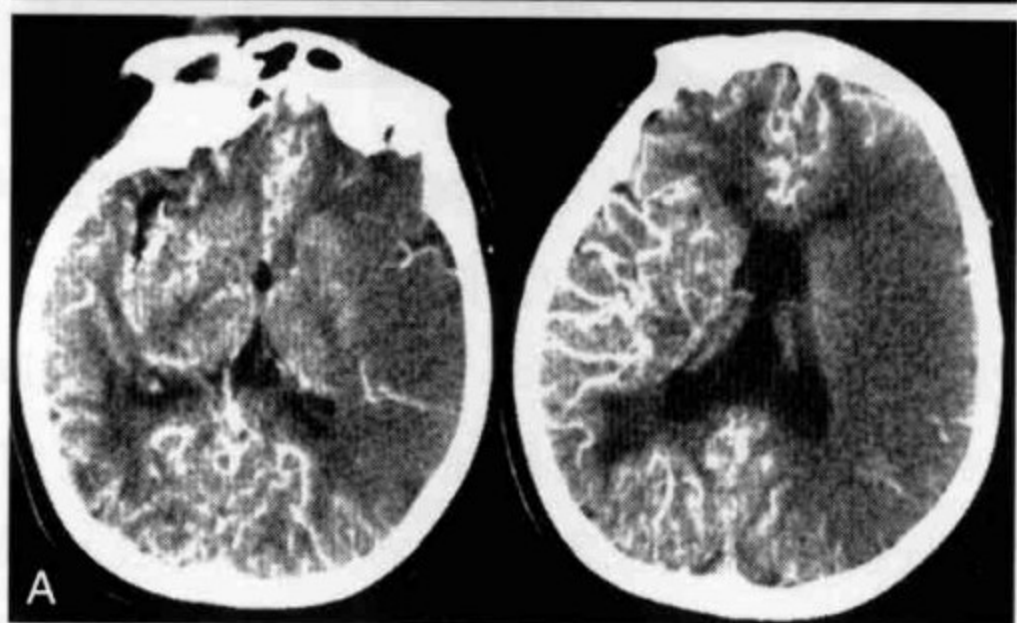
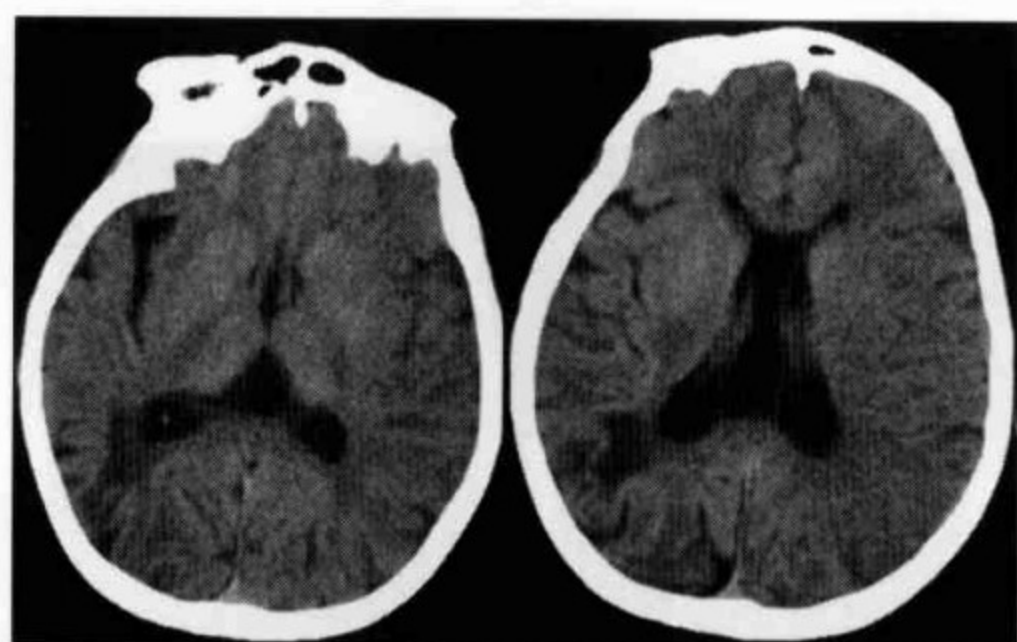


图 17 “目标型”超急性期脑梗死急诊一站式 CT 检查和 NCCT 随访

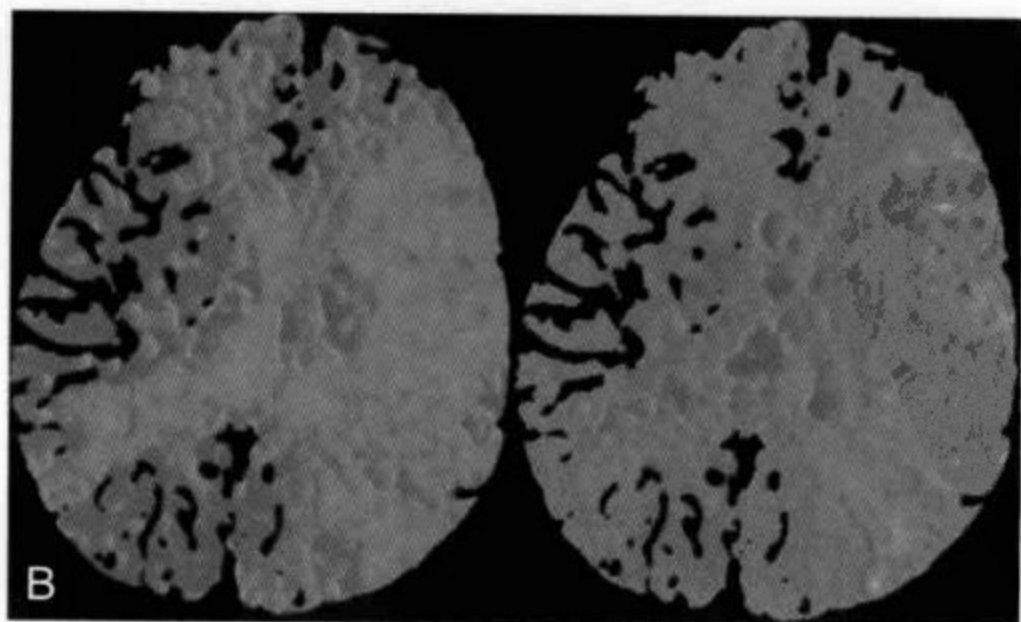
男 53 岁,发病 3 小时。A. NCCT 见右侧岛叶、壳核、内囊后肢以及额叶盖部肿胀,岛带征阳性,ASPECT 评分为 6 分。CTP 原始图像见上述区域呈稍低密度低灌注改变 B. CTP 的 CBF 和 CBV 参数图见右侧岛叶、壳核和内囊区后肢脑血容量明显下降,MCA 分布区脑血流量明显下降。CTP 的 MTT 和 TTP 参数图见右侧 MCA 分布区血流明显减慢 C. CTA 图像见右侧 MCA 起始部闭塞。复查 NCCT 见梗死灶与 CTP 原始图像异常区域一致

CBF 参数图显示的异常低灌注区>CTP 原始图像异常低密度区和 CBV 参数图异常低血容量区,提示存在缺血半暗带。北京天坛医院急性脑缺血错配分型为目标型,CTA 显示同侧 MCA 起始端闭塞,符合 tPA 静脉溶栓入组的影像学标准



CBF

CBV



MTT

TTP

知
舟
PDG

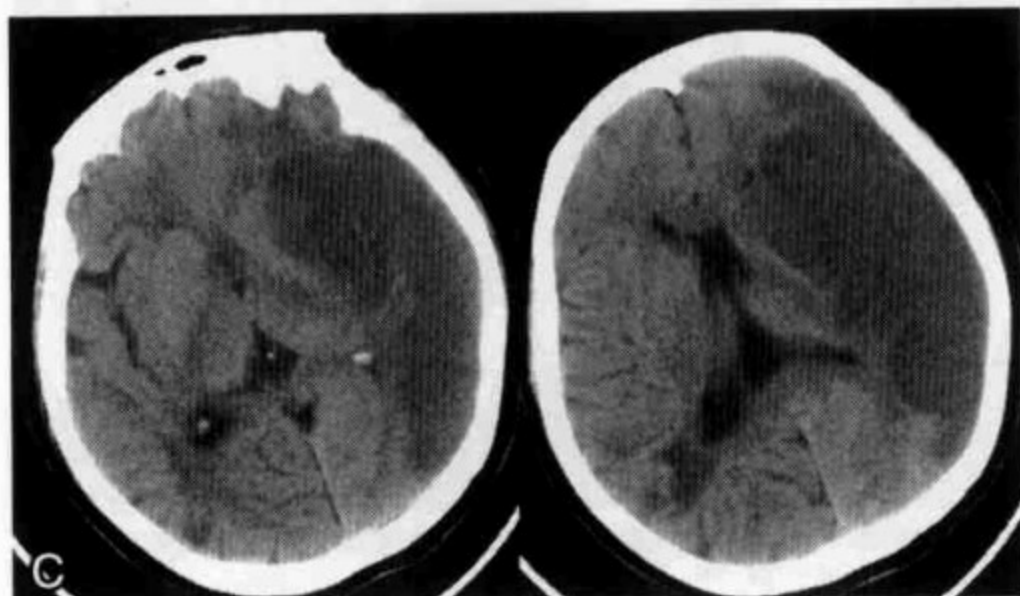
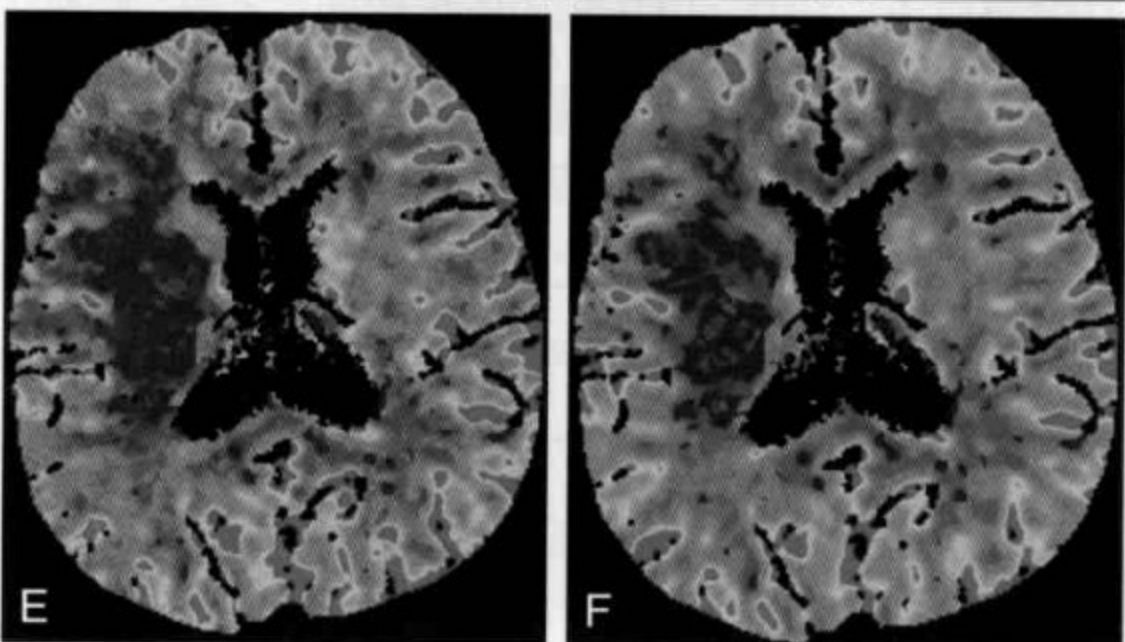
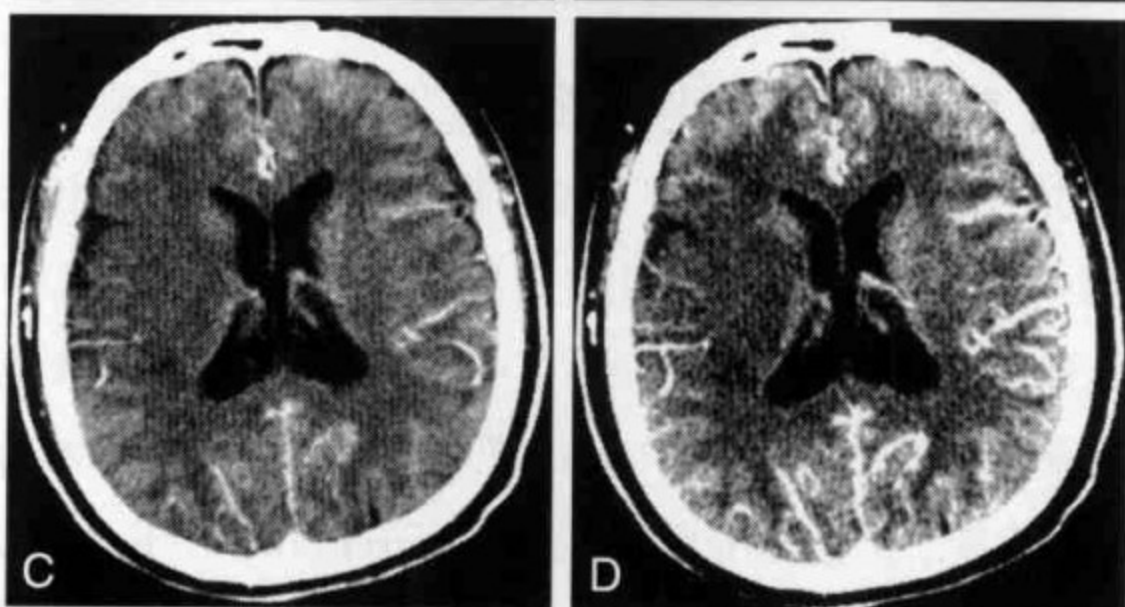
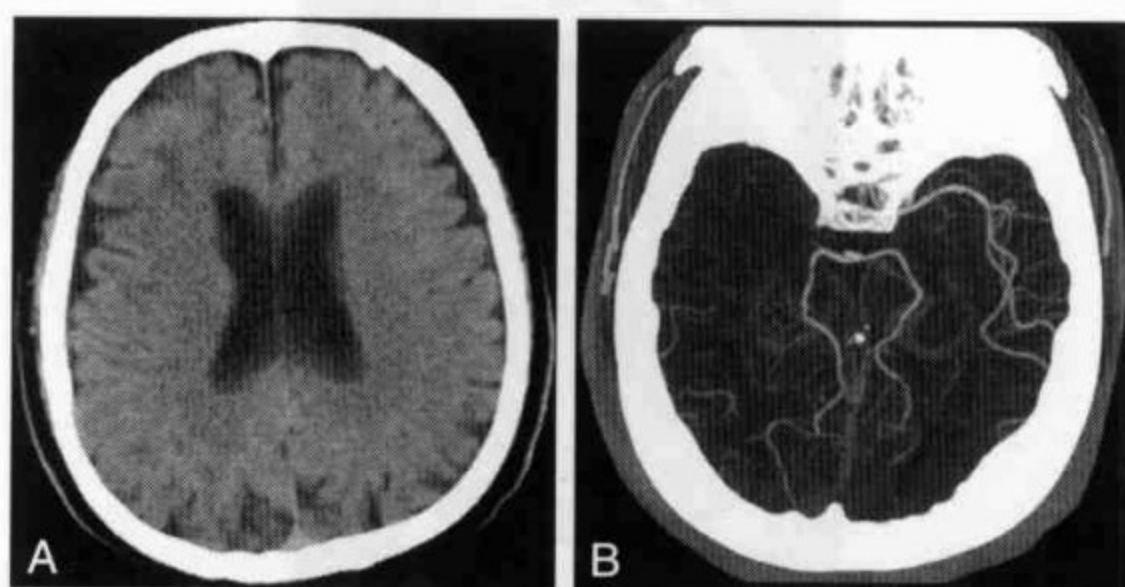


图 18 “恶性型”超急性期脑梗死 NCCT、CTP 检查和 NCCT 随访

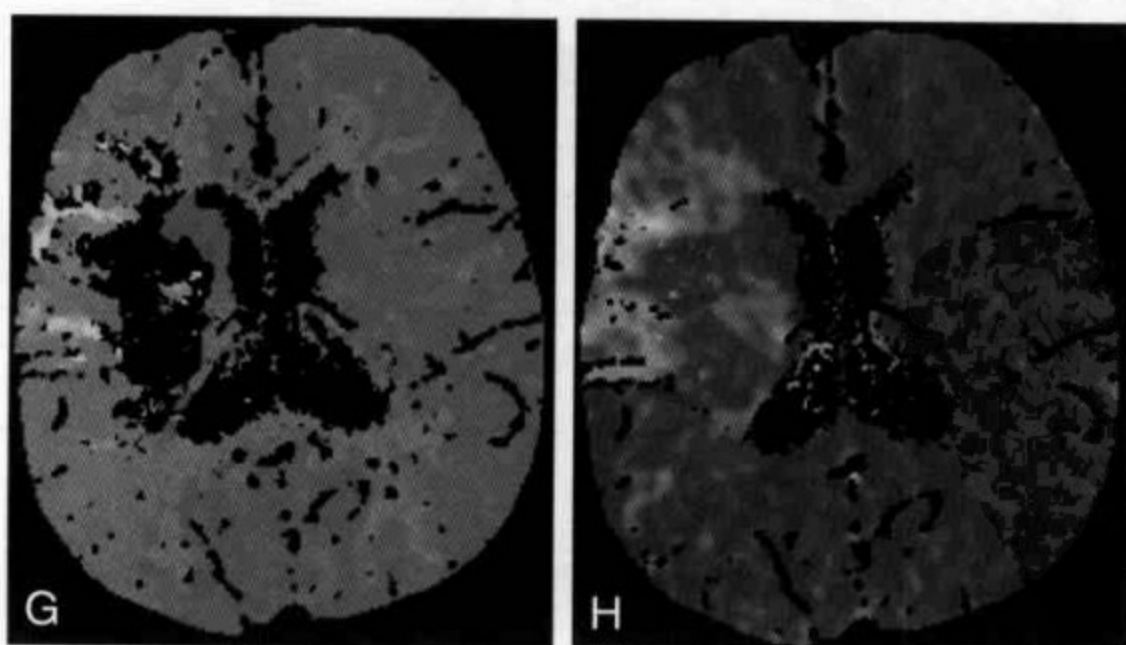
女 65 岁,发病 2.5 小时。A. 急诊 NCCT 检查发现右侧颞枕交界区皮层下有一约 2.5cm 大小不规则性低密度影,邻近脑室可见扩大,考虑为陈旧性缺血灶;左侧 MCA 分布区脑皮层明显肿胀,脑沟可见变浅,左侧外侧裂受压变窄,左侧岛叶和外囊分界不清,岛带征阳性。考虑为左侧 MCA 分布区大面积梗死,ASPECTS 评分 <3 。CTP 原始图像见左侧 MCA 分布区大面积低密度影改变,考虑为不可逆损害(infarct core) B. CTP 参数图,依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。CBV 参数图显示左侧 MCA 分布区大面积灌注减低区,病灶面积大小与 CTP 原始图像一致,考虑为不可逆损害。CBF、MTT 和 TTP 参数图异常灌注区位置及大小与 CBV 和 CTP 原始图像一致,无错配(no mismatch),提示无缺血半暗带存在

由于新鲜梗死区明显 $>$ MCA 分布区的 $1/3$,同时无缺血半暗带,故不适合 tPA 溶栓治疗。该病例一站式 CT 检查中止,未行 CTA 检查 72 小时后 NCCT 复查(C)见左侧 MCA 分布区大面积梗死灶,与急诊 CTP 原始图像和 CBV 参数图提示的不可逆损害区域一致



CBF

CBV



TTP

PS

知
道
就
能
PDG

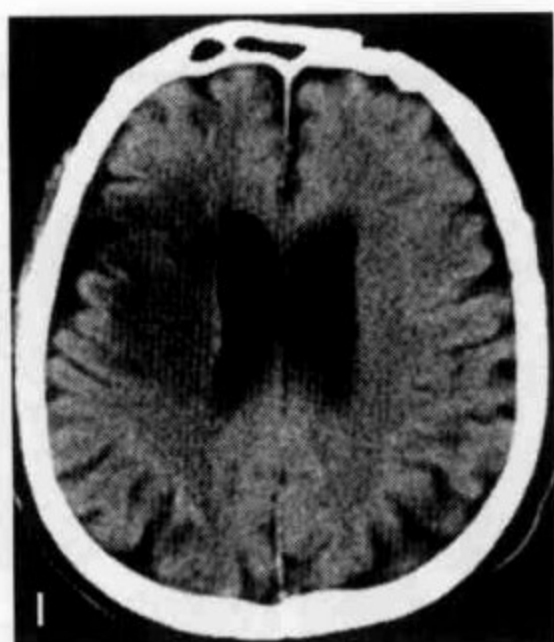


图 19 超急性期脑梗死(无缺血半暗带)

发病 3 小时。A. 为急诊 NCCT 检查,见右侧额叶和顶叶该部皮层肿胀,局部脑沟变浅,皮层下灰-白质交界模糊;考虑为右侧 MCA 分布区梗死,ASPECTS 评分 7 B. 为 CTA 图像,见右侧 MCA 起始部闭塞。CTA 原始图像(C)和 CTP 原始图像(D)见右侧 MCA 分布区有一低密度影改变,考虑为不可逆损害(infarct core) E. F. G. H. CTP 参数图,依次为 CBF、CBV、TTP 和 PS 参数图。CBV 参数图显示右侧 MCA 分布区灌注减低区,病灶面积大小与 CTP 原始图像一致,考虑为不可逆损害。CBF 参数图低灌注区与 CBV 异常区面积一致,提示无错配(no mismatch),即无缺血半暗带。TTP 参数图异常灌注区大于 CBV 和 CBF 参数图异常区,考虑为良性供血不足区域。PS 参数图见异常低灌注区域内有 PS 值增高区,提示局部 BBB 破坏 I. 复查 NCCT 见最终梗死区与初诊 CBV 参数图、CTA 原始图和 CTP 原始图异常区一致

虽然该新鲜梗死区<MCA 分布区的 1/3,ASPECTS 评分为 7 分,但无缺血半暗带,故不适合 tPA 溶栓治疗

表 1-16 超急性期脑梗死 NCCT 对预后的评估

提示预后较差的 NCCT 表现
MCA 条形高密度影
早期异常低密度区大于 MCA 分布区 50%
ASPECTS 评分 < 7

表 1-17 超急性期脑梗死溶栓治疗的 NCCT 评估

提示溶栓预后较差的 NCCT 表现
异常低密度区大于 MCA 分布区 1/3
ASPCTS 评分 < 7

特别提示

超急性期脑梗死患者在 NCCT 检查的基础上,加作 CTA 检查,临床医师在研读 CTA 图像后,原先决定行 tPA 溶栓治疗的患者中有 3% 不作溶栓治疗,原先不作溶栓治疗的患者中 2% 改行溶栓治疗;如果仔细研读 CTA 原始图像,原先决定行 tPA 溶栓治疗的患者中有 7% 不作溶栓治疗;原先不作溶栓治疗的患者中 12% 改行溶栓治疗。

(五) MR 一站式检查模式

MR 一站式检查模式 (a one-stop shop MR procedure) 包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MRA、DWI 和 PWI。

1. 禁忌证 有钆制剂过敏史;体内安装心脏起搏器者;严重心、肾功能障碍者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者;无急诊科医师陪同的患者。

2. 检查中止 在检查过程中躁动,无法继续扫描;检查过程中出现严重对比剂过敏反应者;MR 常规检查发现脑内出血或其他病变将不进行 DWI 和 PWI。需要立即停止检查进行抢救者。

3. 扫描参数和程序基本要求(表 1-18~表 1-21)

**表 1-18 3.0T MAGNETOM Trio 磁共振成像
设备 PWI 扫描参数(供参考)**

参数名称	参 数
序列(Sequence)	单次激发梯度回波 EPI 序列
重复时间(TR)	1400ms
回波(TE)	32ms
翻转角(Flip angle)	90°
扫描野(Field of view)	23cm
矩阵(Matrix)	256 × 256
层厚(Slice thickness)	5mm
层间距(interslice gap)	1mm
层数(number of slice)	19
层面重复数(Number of time points)	50
对比剂用量(Contrast material)	30ml
注射速率(Injection rate)	5ml/s
注射开始时间(Injection delay)	扫描启动后 5 秒开始注射

表 1-19 MR PWI 检查失败原因

扫描原因	图像后处理原因
扫描过程中患者移动	灌注参数绝对值不可靠
对比剂注射时间延误	
对比剂分散	
体内金属或空气的磁敏感影响	

表 1-20 MR DWI & PWI 检查失败原因

扫描原因	图像后处理原因
扫描过程中患者移动	灌注参数绝对值不可靠
对比剂注射时间延误	
对比剂分散	
体内金属或空气的磁敏感影响	

表 1-21 超急性期脑梗死 DWI 与其他方法准确性比较

检查方法	敏感性	特异性
CT	38% ~ 45%	82% ~ 96%
常规 MRI	18% ~ 46%	70% ~ 94%
DWI	88% ~ 100%	88% ~ 100%
DWI 假阴性	脑干或深部灰质核团腔隙性梗死灶 DWI 为阴性, PWI 为阳性的梗死灶	
DWI 假阳性	T ₂ 透过效应 (shine through) 其他可以导致弥散减低的病变, 例如脱髓鞘病变和不强化的肿瘤等	

MR 平扫:

(1) 目的: 排除脑内出血以及其他病变, 明确有无新鲜梗死灶。

(2) 设备: 1.5T 以上 MR 成像设备, 且具有 DWI 和 PWI 检查程序和后处理程序。

(3) 定位: 矢状面 T₁WI 定位后, 以听-眶上线之间的连线为基准平面进行横断面扫描。

(4) 范围: 从后颅窝底部向上扫描, 直至脑突

面最高点。层厚:至少为 8~10mm 层厚,连续扫描。横断面图像至少包括 T_1WI 、 T_2^* 、DWI 和 ADC 图像。

(5) MR PWI:

- 1) 目的:显示梗死区和缺血半暗带。
- 2) 感兴趣层面选择:根据所使用 MR 成像设备的实际情况,进行全脑覆盖的 MR 灌注扫描。
- 3) MR 对比剂:根据患者体重采用钆对比剂。
- 4) 高压注射器:流率设置为 3ml/s,注射总时间为 5~6 秒。
- 5) 静脉穿刺针:建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。
- 6) 扫描:启动高压注射器注入对比剂的同时进行 MR 灌注扫描。

4. 图像后处理基本要求

- 1) DWI:需有 B 值为 0、1000 的参数图。
- 2) MRA:提供 3D-TOF 血管图像。
- 3) MR 灌注成像:提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

5. 图像解读(表 1-22~表 1-29)

1) 新鲜梗死区:DWI 和 ADC 参数图分别表现为高信号区和低信号区;上述区域在 T_2WI 图像显示正常(图 20、图 21)。

2) 缺血半暗带:CBF 参数图异常区域与 DWI 和 ADC 参数图中异常区域的大小一致称之为错配阴性,提示无缺血半暗带存在(图 22)。CBF 参

表 1-22 北京天坛医院急性脑缺血
MR 错配 (mismatch) 分型

良性型	恶性型	目标型
DWI 异常区 < 10ml	DWI 异常区 > 100ml	DWI 异常区 > 10ml ~ < 100ml, CBF 或 MTT > DWI 异常区 120%
无需溶栓治疗	易出血, 不溶栓治疗	如果 MCA 主干闭塞, 则溶栓治疗; 否则不溶栓治疗

表 1-23 MR PWI 各参数图异常及临床意义 (Gonzalez 法)

DWI = CBF	DWI(较大) < CBF	DWI(较小) < CBF
不管病灶大小, 均无需溶栓治疗	根据发病时间和病灶大小, 如果 DWI > 100ml 则不溶栓	适合溶栓治疗; 发病时间过长则不溶栓治疗

表 1-24 DWI 和 PWI 显示病灶差异的意义

类型	原因	提示
PWI 显示病灶, DWI 无	近端闭塞和严重狭窄, 侧支循环对缺血半暗带供血	随着再灌注时间和侧支循环状况变化, DWI 可能出现异常; 适合再灌注治疗
PWI > DWI	近端闭塞或严重狭窄, 侧支循环对部分缺血半暗带供血	随着再灌注时间和侧支循环状况变化, DWI 异常区域可能扩大; 适合再灌注治疗
PWI = DWI	通常为腔隙性梗死或远端闭塞; 有时近端闭塞也可出现	整个异常区域都为不可逆损伤, 无缺血半暗带

续表

类型	原因	提示
PWI < DWI	近端、远端闭塞和腔隙性梗死	缺血组织已经出现再灌注,无缺血半暗带
PWI 阴性, DWI 阳性	近端、远端和腔隙性梗死	尽管很小的病灶 PWI 无法显示,但缺血组织已经出现再灌注,无缺血半暗带

表 1-25 超急性期脑梗死水分子弥散减低的原因

序号	理论
1	钾、钠泵失调,离子梯度消失;细胞外水分子向细胞内转运
2	由于细胞肿胀导致细胞外间隙减少和细胞外间隙通路扭曲增加
3	由于其它细胞成分分解和残片导致细胞内黏度增加
4	细胞运动性减低
5	细胞内间隙通路扭曲增加
6	温度下降
7	细胞膜通透性增加

表 1-26 DWI 异常表现及其病理基础

脉冲序列	超急性期 (0 ~ 6 小时)	急性期 (6 ~ 24 小时)
表观弥散系数变化基础	细胞毒性水肿	细胞毒性水肿
各向同性弥散(DWI)	高信号强度	高信号强度

续表

脉冲序列	超急性期 (0 ~ 6 小时)	急性期 (6 ~ 24 小时)
表观弥散系数(ADC)	低信号强度	低信号强度
指数化弥散系数(EXP)	高信号强度	高信号强度
B 值 = 0(T ₂ WI)	等信号强度	高信号强度
部分各向异性(FA 值)	高数值	高或低数值

表 1-27 DWI 可逆性病灶

	描 述
DWI 可逆性病灶定义	超急性期 DWI 显示异常病灶,但影像学随诊显示正常的病灶
DWI 可逆性病灶的常见原因	通常发生在超急性期脑梗死病灶 tPA 溶栓治疗后 静脉梗死 偏瘫型偏头痛(hemiplegic migraine) 短暂性完全遗忘症(transient global amnesia) 癫痫持续状态(status epilepticus)
DWI 可逆性病灶部位	白质区多于灰质区
tPA 溶栓治疗后 DWI 可逆性病灶发生率	12% ~ 33%
ADC 值	DWI 可逆性病灶的 ADC 值通常高于不可逆病灶 可逆性病灶: $(663 \sim 732) \times 10^{-6} \text{mm}^2/\text{s}$ 不可逆病灶: $(608 \sim 650) \times 10^{-6} \text{mm}^2/\text{s}$

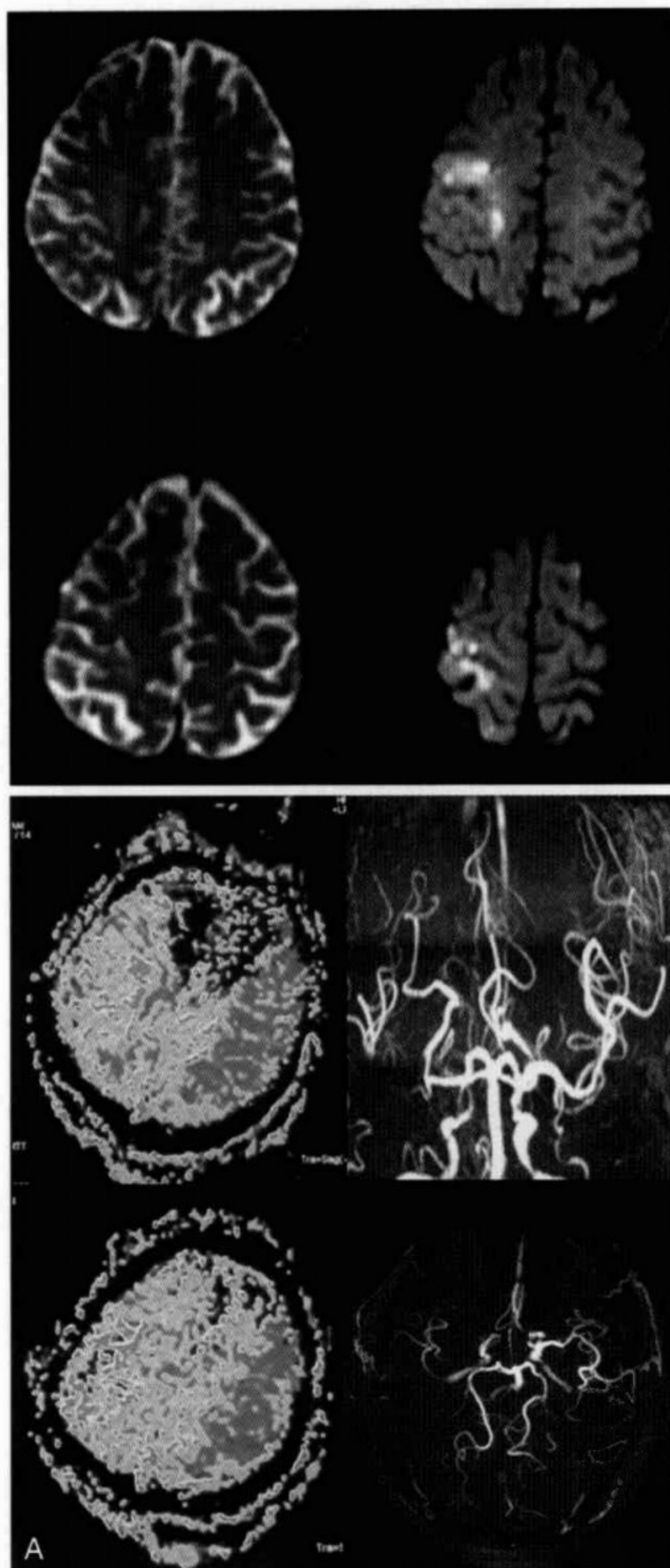
表 1-28 MR DWI 和 PWI 表现及其意义

脉冲序列	临床意义
DWI	<p>异常区为不可逆损害的梗死区,最终梗死区常大于 DWI 异常区 20%</p> <p>溶栓治疗后,部分 DWI 异常区(特别是白质区)可能恢复</p> <p>ADC 值可能是一个重要指标(ADC 比值的阈值为 0.8),预示可逆性损伤、出血转化和脑组织的生存能力</p>
CBV	<p>通常与 DWI 异常区相同</p> <p>异常区与最终梗死区一致性较好</p> <p>当 CBV 异常区 > DWI 异常区,CBV 异常区通常与梗死区一致</p> <p>CBV 下降 50%,提示脑梗死</p> <p>CBV 升高通常为不稳定状态,可能有梗死,也可能无梗死</p>
CBF	<p>近端血管闭塞时,异常灌注区通常大于 DWI 异常区</p> <p>常常高估最终梗死区</p> <p>最好的区别梗死和缺血半暗带的参数(CBF 比值的阈值为 0.35)</p> <p>最好的提示出血转化的参数</p>
MTT	<p>近端血管闭塞时,异常灌注区通常大于 DWI 异常区,导致夸大了缺血半暗带</p> <p>常常高估最终梗死区</p> <p>MTT 在区分梗死区和缺血半暗带的价值上还存在争议</p>
TTP	<p>近端血管闭塞时,异常灌注区通常大于 DWI 异常区</p> <p>6~8 秒的 TTP 异常区与最终梗死区相关</p>

表 1-29 出血转化危险因素

影像表现	临床因素	脑血管因素	治疗因素
PWI 显示 CBF 很低	NIHSS 评分较高	侧支循环建立	抗凝治疗
ADC 值 $< 550 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ 的区域较大	血小板较低	早期再灌注	溶栓治疗
DWI 异常区较大	高血糖	栓子性脑梗死	
T2* 序列有陈旧性微出血灶	高血压		
NCCT 显示低密度区大于 MCA 分布区 1/3			
早期脑实质强化			

医学知识
PDG



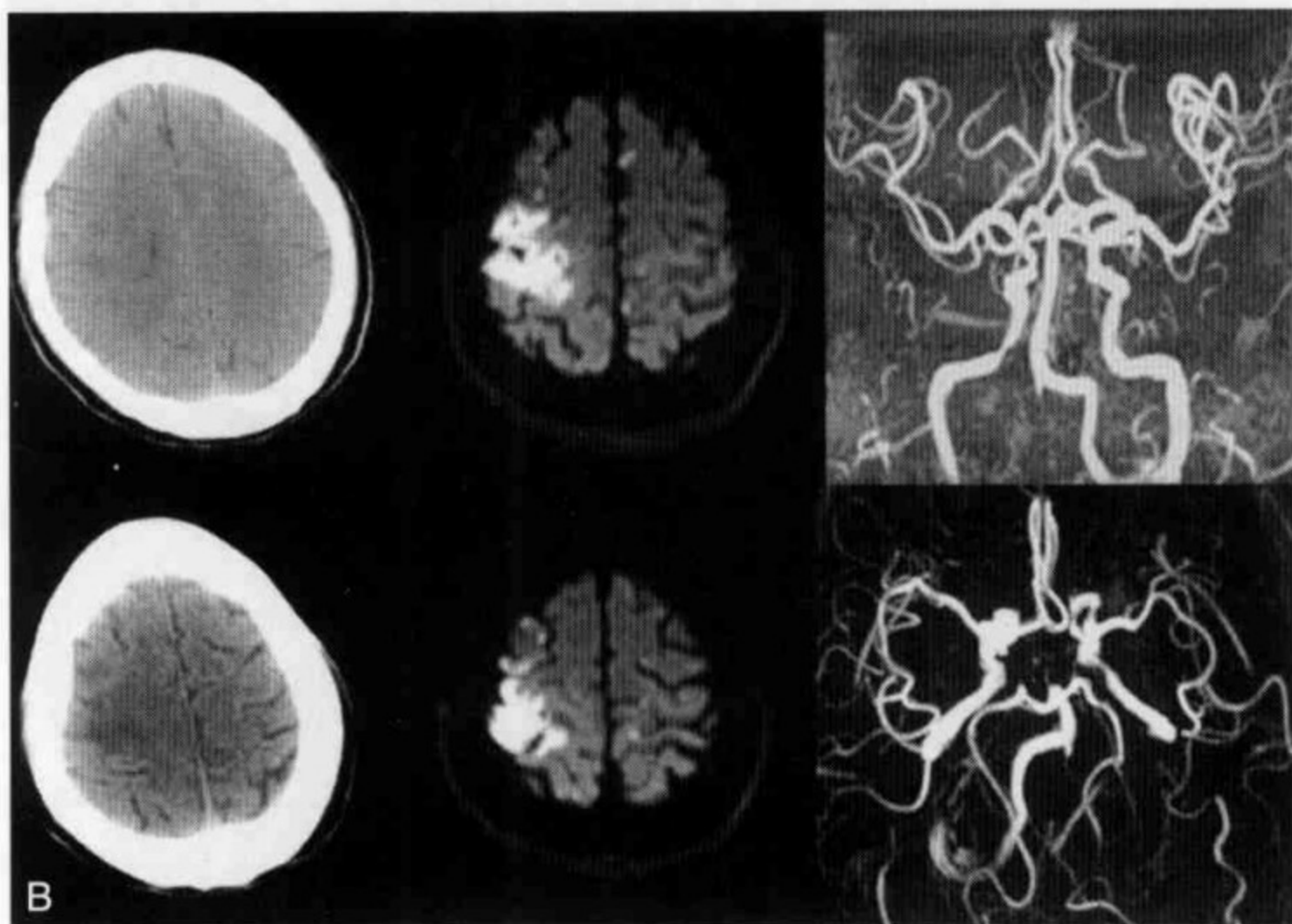
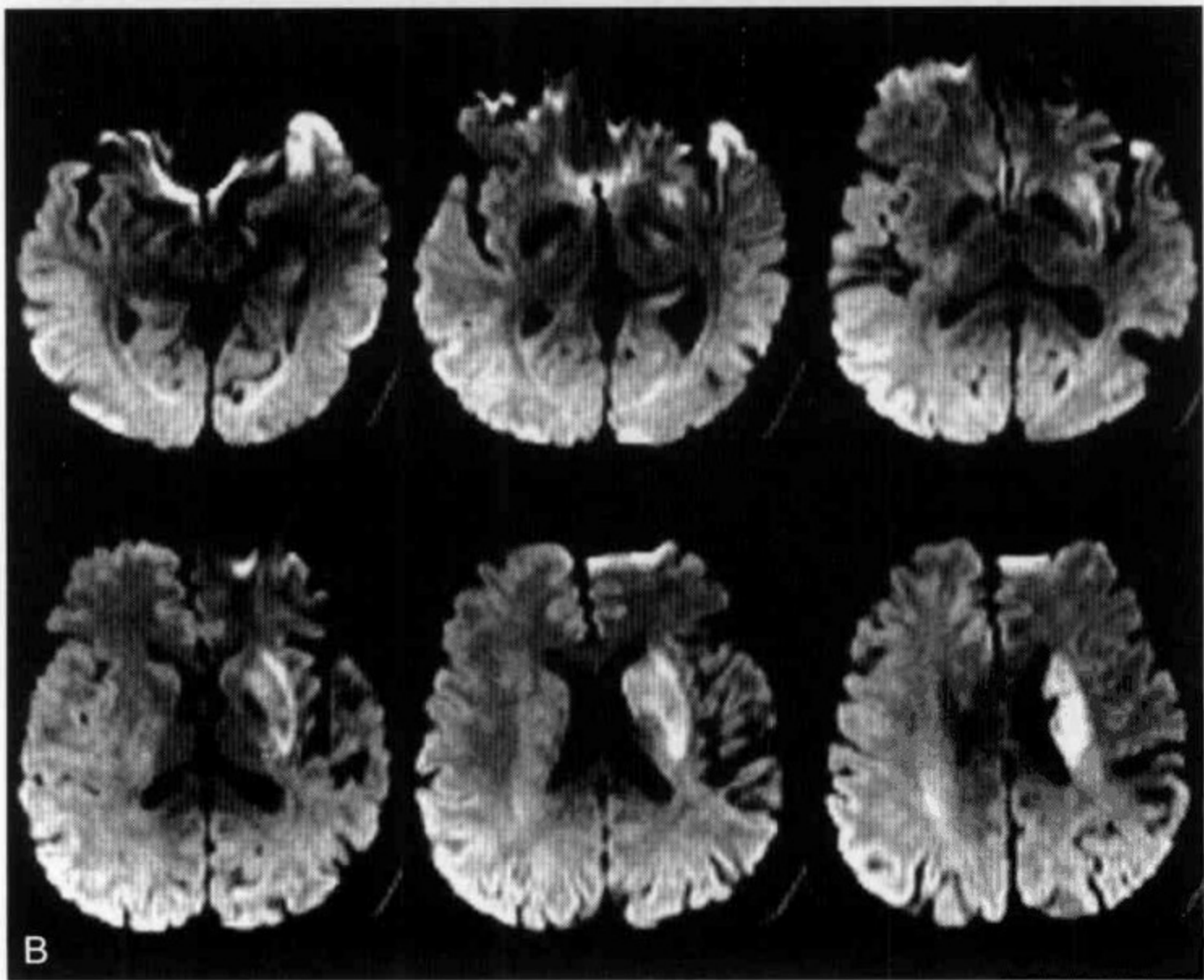
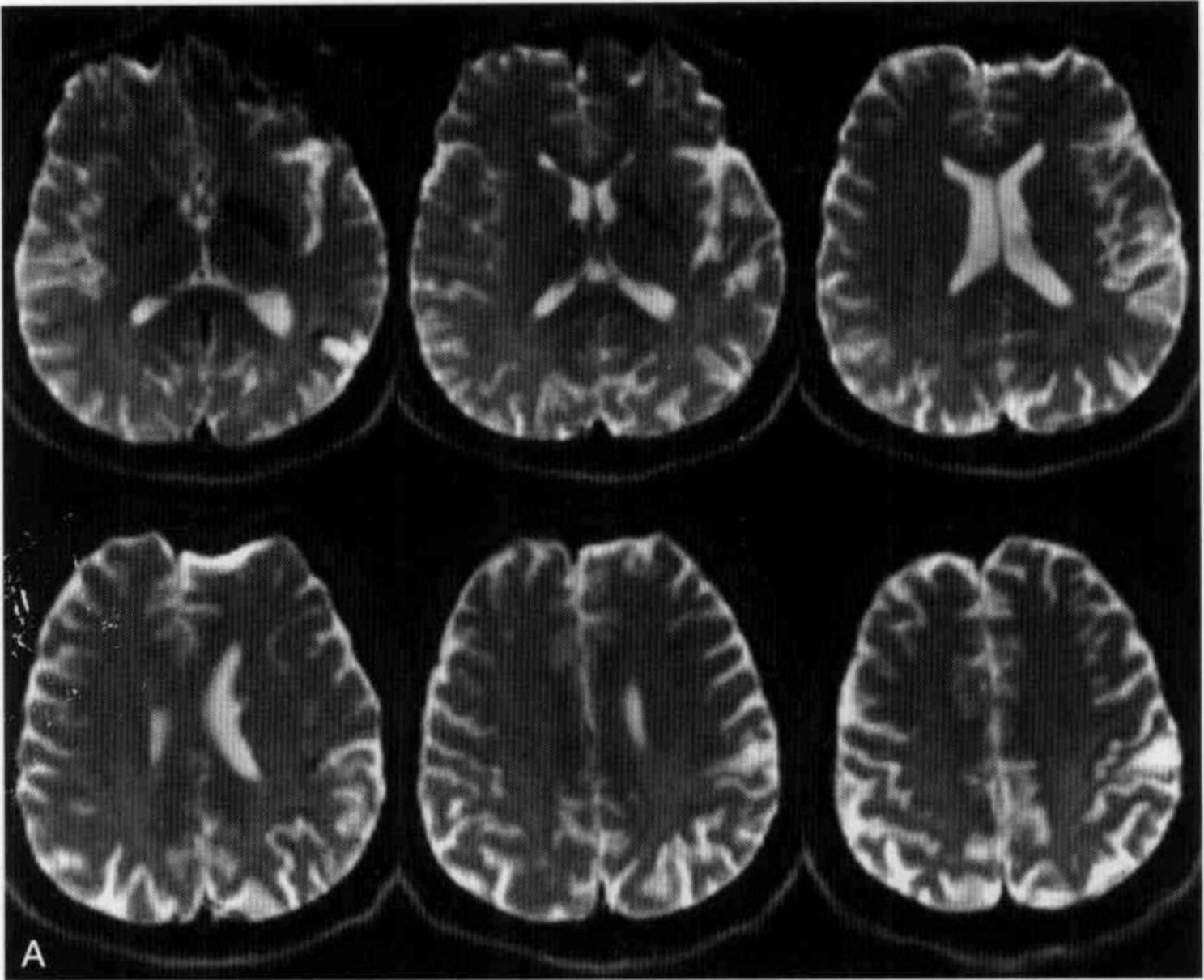
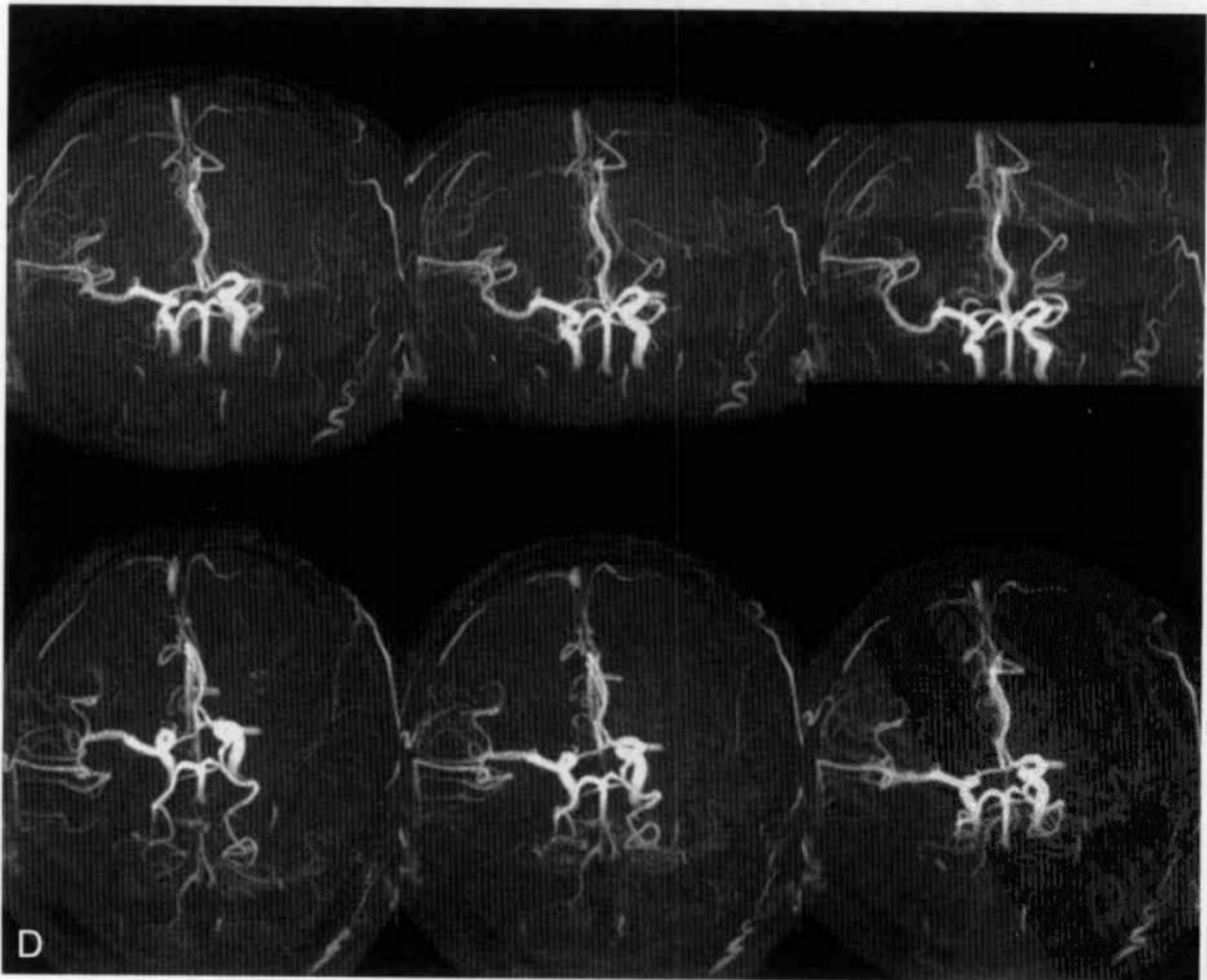
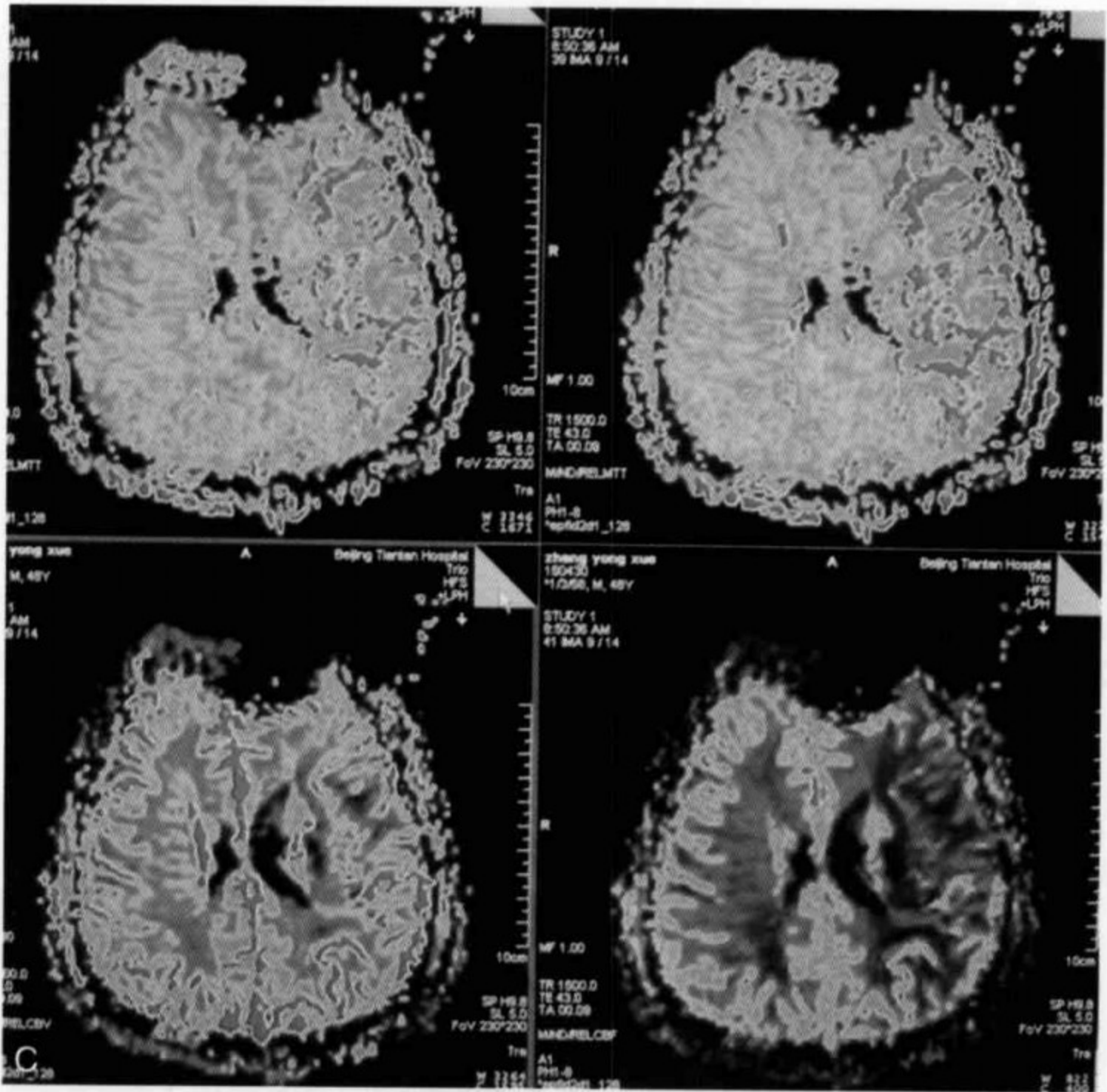
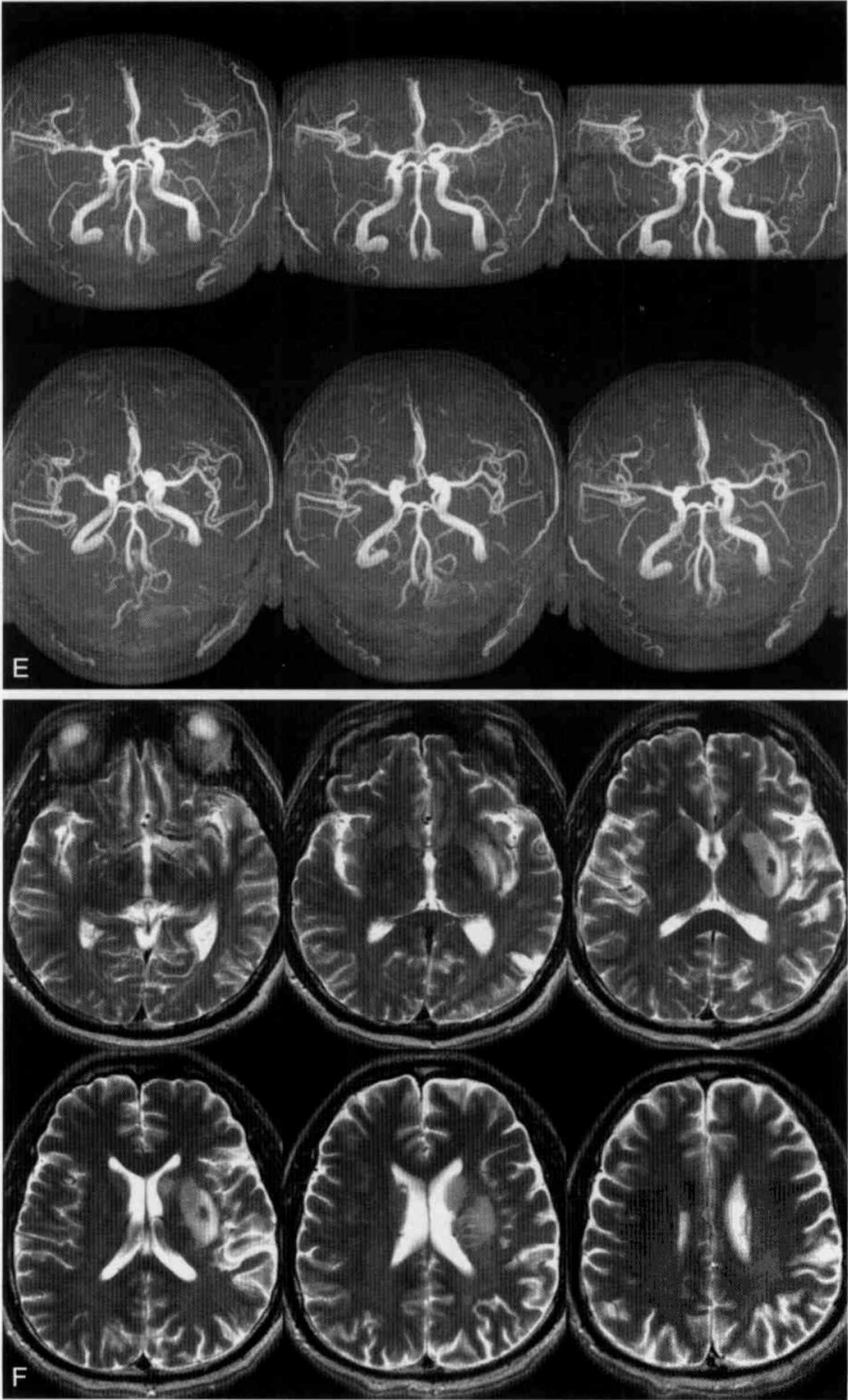


图 20 “目标型”超急性期脑梗死溶栓治疗前后一站式
MR 检查和 NCCT 随访

A. 为发病 3 小时 MR 图像，从左至右分别为 T₂WI、DWI、MTT 和 MRA 图。T₂WI 未见明确异常病灶；DWI 见右侧额叶后部皮层呈局限性高信号强度改变，提示新鲜梗死灶。PWI 见右侧 MCA 分布区异常低灌注，面积>DWI 异常区域，提示存在缺血半暗带；MRA 见右侧 MCA 起始部闭塞。根据北京天坛医院错配分型标准，该病灶为目标型，同侧 MCA 主干闭塞，符合 tPA 静脉溶栓入组标准 B. 为静脉 tPA 溶栓治疗后 24 小时 NCCT、MR DWI 和 MRA 图像。MRA 显示血管再通，右侧额叶后部梗死区呈低密度区改变 (NCCT) 和弥散异常区改变 (DWI)







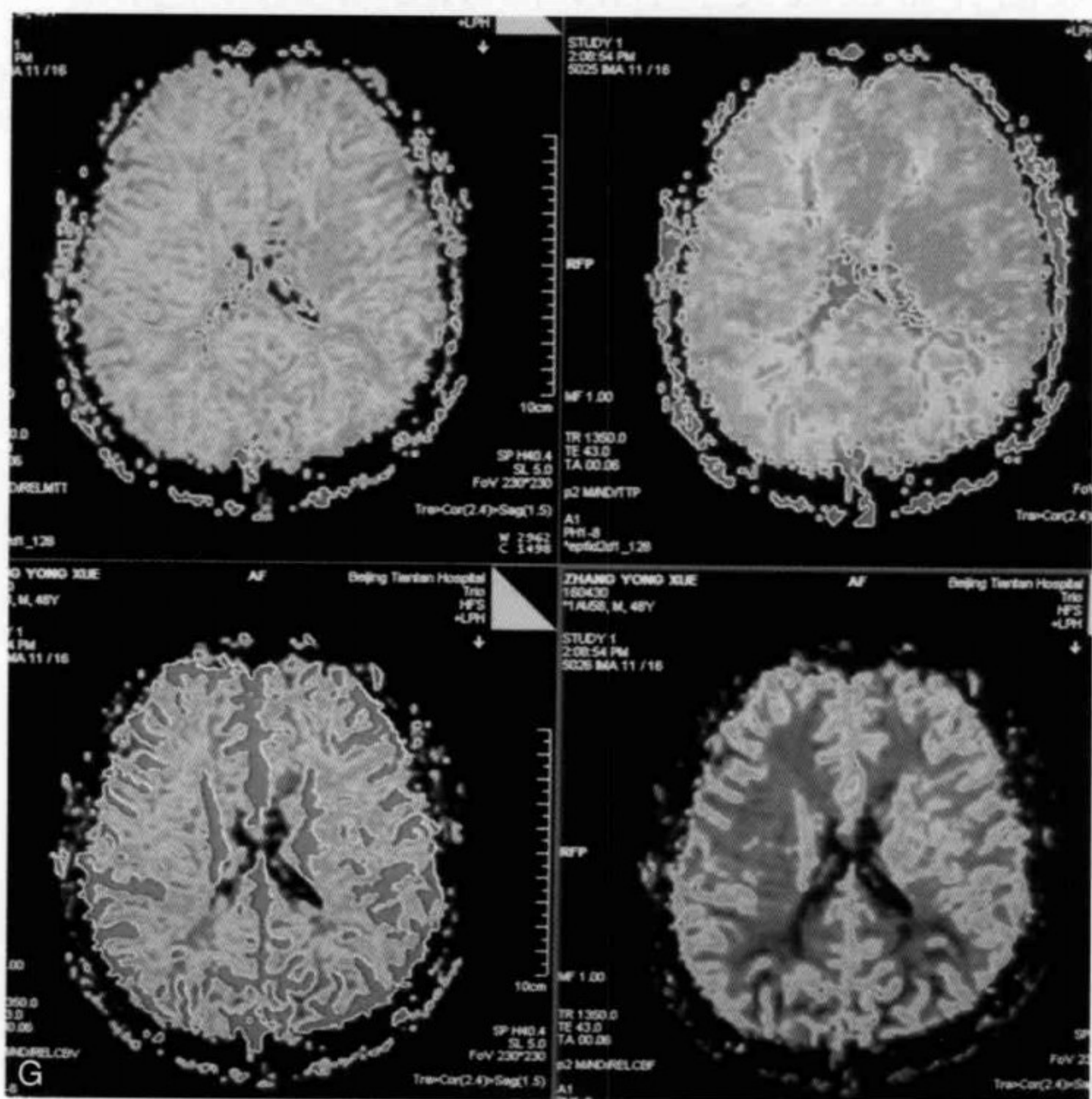


图 21 “目标型”超急性期脑梗死溶栓治疗前后一站式 MR 检查

A. T₂WI 未见异常信号影 B. DWI 见左侧壳核和尾状核体部弥散减低区,提示不可逆损害(infarct core) C. PWI 见左侧 MCA 分布区大面积 CBF 和 CBV 减低区,MTT 和 TTP 显示低灌注区血流缓慢 D. MRA 见左侧 MCA 起始部闭塞 E. 复查 MRA 显示左侧 MCA 再通 F. 复查 T₂WI 见梗死区大小无明显变化 G. 复查 PWI 显示梗死区周围缺血区消失

根据北京天坛医院错配分型,该病灶为目标型,MRA 显示同侧 MCA 主干血管闭塞,符合静脉 tPA 溶栓入组标准。复查 MRA 显示左侧 MCA 再通,PWI 显示梗死区周围缺血区消失。T₂WI 见梗死区大小无明显变化

数图异常区域大于 DWI 和 ADC 参数图中异常区域时称之为错配阳性，大于的异常区域为缺血半暗带(图 23)。

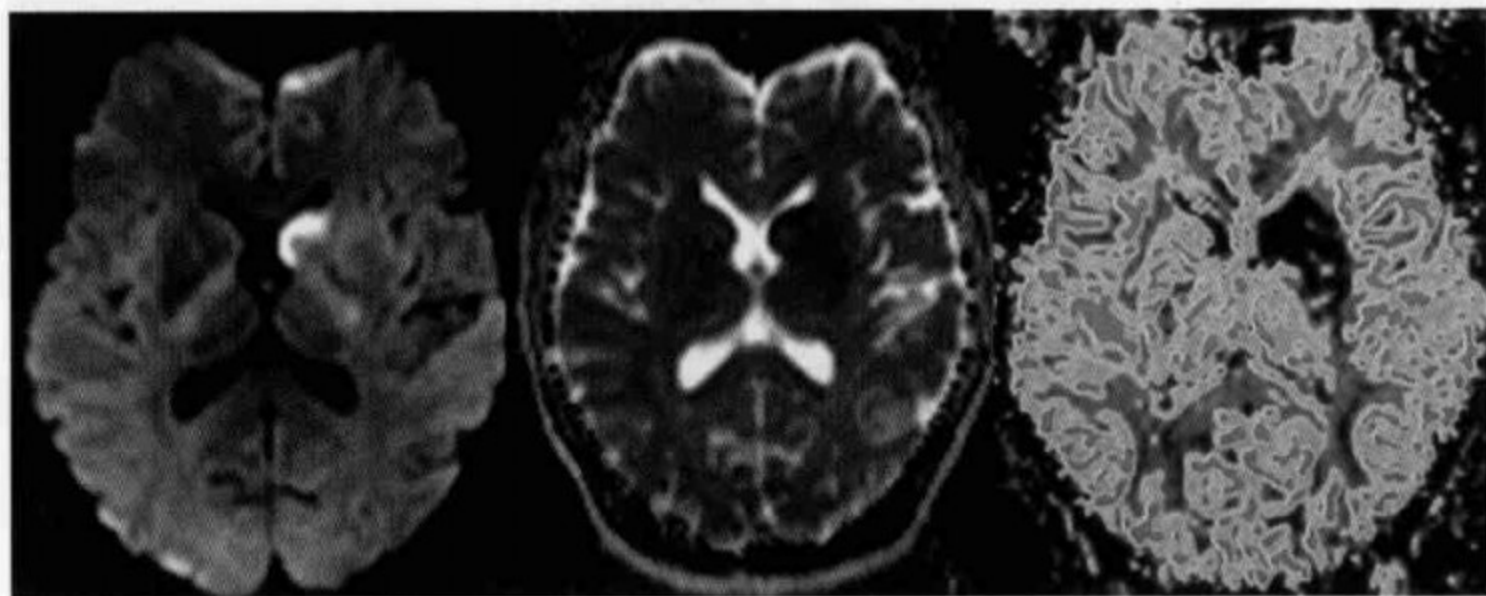


图 22 错配阴性

从左至右分别为 DWI、ADC 和 CBF 参数图

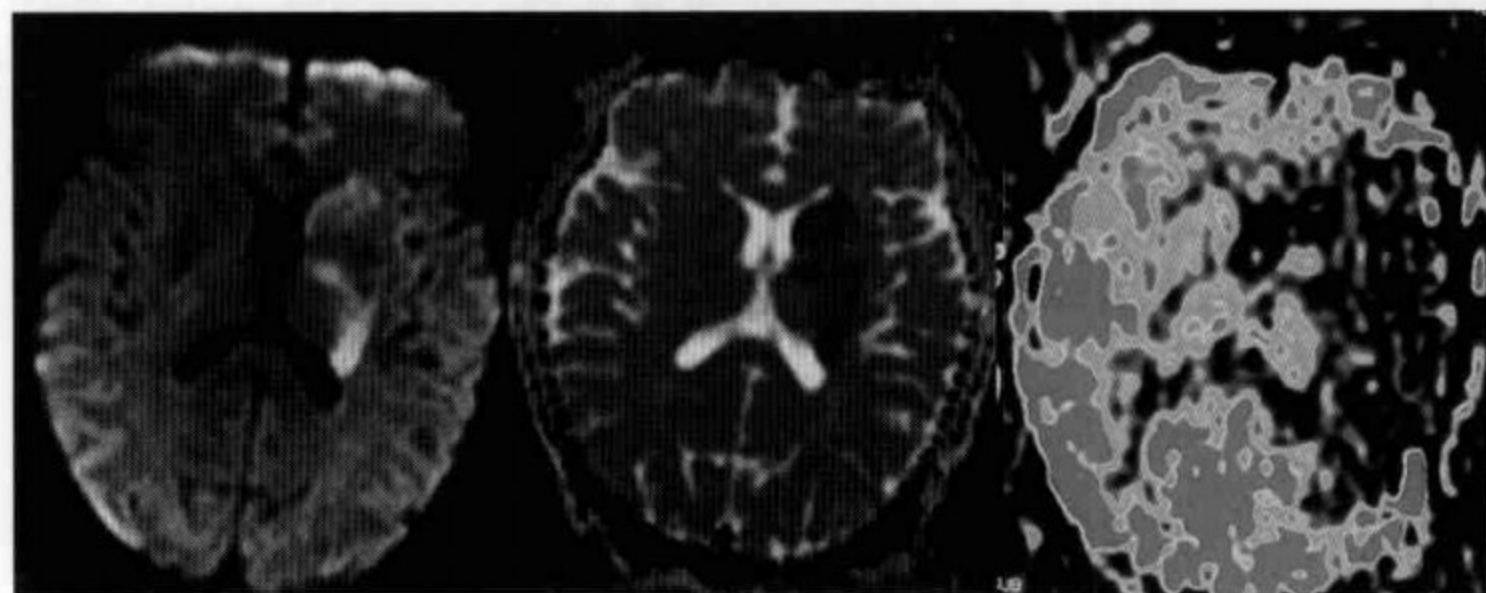


图 23 错配阳性

从左至右分别为 DWI、ADC 和 CBF 参数图

T₂WI 图像上新鲜梗死区信号增高提示该区域 BBB 破坏,进入血管源性水肿阶段。

北京天坛医院急性脑缺血 MR 错配分型:良性型、恶性型和目标型。

(六) CT/MR 混合式检查模式

CT/MR 混合式检查模式包括 CT 平扫、T₁WI、

T₂WI、FLAIR、MRA、DWI 和 PWI。各种扫描参数(供参考)见表 1-1 和表 1-2。

1. 禁忌证 有对比剂过敏史;体内安装心脏起搏器者;严重心、肾功能障碍者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者;无急诊科医师陪同的患者。

2. 检查中止 在检查过程中躁动,无法继续扫描;检查过程中出现严重对比剂过敏反应者;需要立即停止检查进行抢救者。

3. 扫描参数和程序基本要求 CT 平扫没有发现脑出血或其他病变者进入 MR 检查程序。具体要求见 MR 部分。

4. 图像后处理基本要求 见 CT 和 MR 图像解读部分。

5. 图像解读 见 CT 和 MR 图像解读部分。

(七) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:①除外出血和其他非缺血性病变;②是否有新鲜梗死灶?什么部位?多大面积?③血管是否闭塞?哪支血管?④有无可挽救区域——缺血半暗带?如果有缺血半暗带,进行缺血半暗带错配分型。⑤ASPECTS 评分。⑥BBB 是否破坏?

二、急性期、亚急性期和慢性期脑梗死

(一) 检查方法选择原则

1. 检查设备可以立即投入使用。
2. 检查时间较短。

3. 该方法可以提供脑血管形态学信息和脑局部组织灌注信息(急性期)。

4. 舒适、安全。

5. 患者在检查过程中易于监控。

(二) 影像检查目的

急性期脑梗死影像学检查的目的除了明确诊断外,还必须为临床下一步治疗提供重要信息:①是否有新鲜梗死灶?什么部位?多大面积?②新鲜梗死区的病理状态,包括是细胞毒性水肿时期还是血管源性水肿?③如果新鲜梗死区为细胞毒性水肿期,则需进一步检查并了解:有无可挽救区域——缺血半暗带?④血管是否闭塞?哪支血管?

(三) CT 检查

CT 检查包括 NCCT、CTP 和 CTA,其中 CTP 和 CTA 作为备选。

NCCT 为急性脑卒中的一线(first-line)影像学检查方法。在脑卒中临床实践中,CT 最常用于除外脑出血和检出脑梗死。此外,NCCT 还有助于提示由于动脉再灌注损伤而出现的出血转化。

在临床实践中,NCCT(常规窗宽/床位)如果发现新鲜梗死灶表现为低密度区,提示梗死区已经进入血管源性水肿期,局部脑组织血脑屏障(BBB)破坏,不宜进行 tPA 静脉溶栓治疗。此时,将不推荐 CTP 和 CTA 的检查。如果出现脑局部皮层、基底节、岛叶的灰-白质分界消失、大脑皮层脑沟(包括侧裂)消失或变窄以及 Willis 环血

管表现为节段性高密度影等超急性期脑梗死 CT 征象,病变区无密度减低,则考虑为梗死区仍处于细胞毒性水肿期。此时推荐进行 CTP 和 CTA 检查,为临床决策 tPA 静脉溶栓治疗提供信息。

1. CT 检查目的

(1) NCCT:明确诊断,初步确定梗死区病理状态。

(2) CTP:显示梗死区和缺血半暗带;扩大 3 小时静脉溶栓治疗时间窗和 6 小时前循环动脉溶栓治疗时间窗;为无法确定准确发病时间(“wake up”stroke)患者进行合理处置提供信息。

(3) CTA:显示 ICA 颅内段、MCA、ACA、基底动脉和 PCA 血管狭窄或闭塞状况。

2. 图像后处理基本要求

(1) CTA:在急诊状态下,至少提供一个最大密度投影重建(MIP)的 CTA 参数图像。

(2) CTP:提供 CBF、CBV、MTT、TTP 参数图。

(3) CTP 原始图像:提供增强最为明显的一张 CTP 的原始图像用于观察新鲜梗死区。

(四) MR 检查

MR 检查包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MRA、DWI 和 PWI,其中 PWI 作为备选方案。

常规 T₂WI 和 FLAIR 图像上,梗死灶如果表现为高信号影,提示该区域已经进入血管源性水肿期,不宜进行 tPA 静脉溶栓治疗。此时,将不推荐 PWI 检查。如果 DWI 图像上表现脑局部

弥散下降,常规 T₂WI 和 FLAIR 图像上为阴性,则提示梗死区仍处于细胞毒性水肿期。此时推荐进行 PWI 检查,为临床决策 tPA 静脉溶栓治疗提供信息。

1. MR 检查目的 常规检查用于排除脑内出血以及其他病变,明确有无新鲜梗死灶。PWI:显示梗死区和缺血半暗带。

2. 图像后处理基本要求 DWI:需有 B 值为 0、1000 的参数图;MRA:提供 3D-TOF 血管图像;MR 灌注成像:提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

(五) 图像解读

1. NCCT 表现

(1) 超急性期(0~6 小时):脑皮层、基底节、岛叶的灰-白质分界消失,岛带征阳性;大脑皮层脑沟(包括侧裂)消失或变窄;脑室或基底池受压;Willis 环血管表现为节段性高密度影。

(2) 急性期(6~24 小时):梗死区逐渐出现低密度改变(图 24、图 25);脑局部肿胀明显。

(3) 亚急性期(1 天至 2 周):梗死区为低密度改变,占位征象逐渐减轻(图 26);可在 2~6 周时出现“模糊效应”(CT fogging effect),梗死灶在复查 NCCT 图像消失。脑梗死区由于局部水肿,急性期表现为低密度影;随着水肿的吸收,以及梗死区巨噬细胞浸润和新生毛细血管,病灶局部密度增高,与正常脑组织密度相似。这一现象成为“模糊效应”。后期,逐渐变为低密度影。

(4) 慢性期(>2 周):低密度软化灶(图 27);

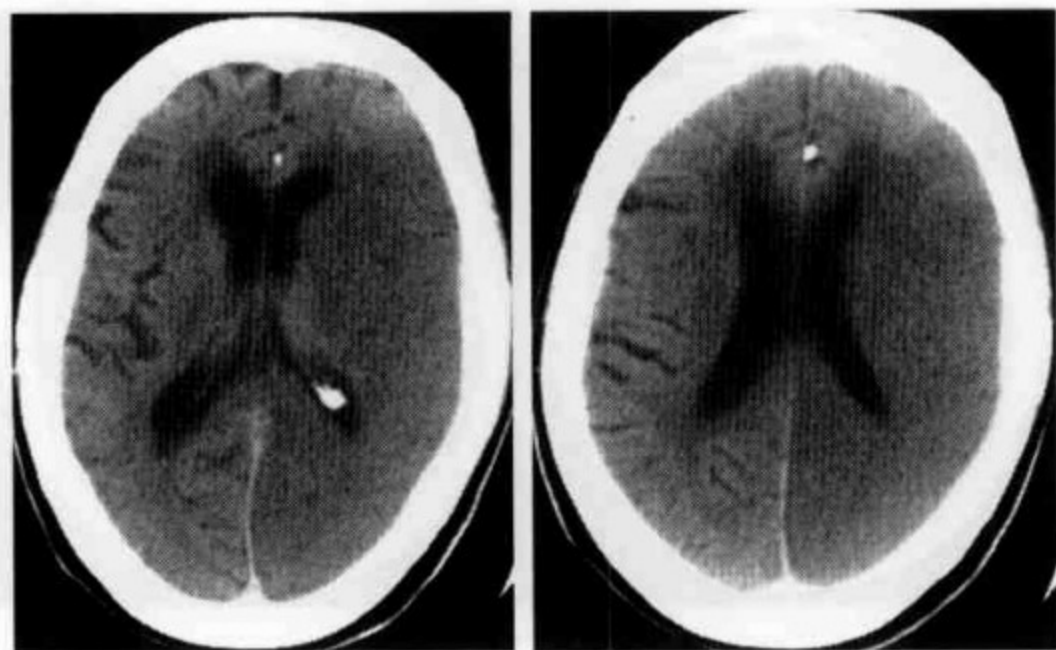


图 24 急性期脑梗死

NCCT 见左侧 MCA 和 PCA 分布区密度均匀性减低, 脑组织明显肿胀, 脑沟消失; 同侧侧脑室轻微受压变小。MCA 和 PCA 同时受累, 考虑左侧 PCA 发自同侧 ICA, 血管闭塞出位于发出 PCA 之前

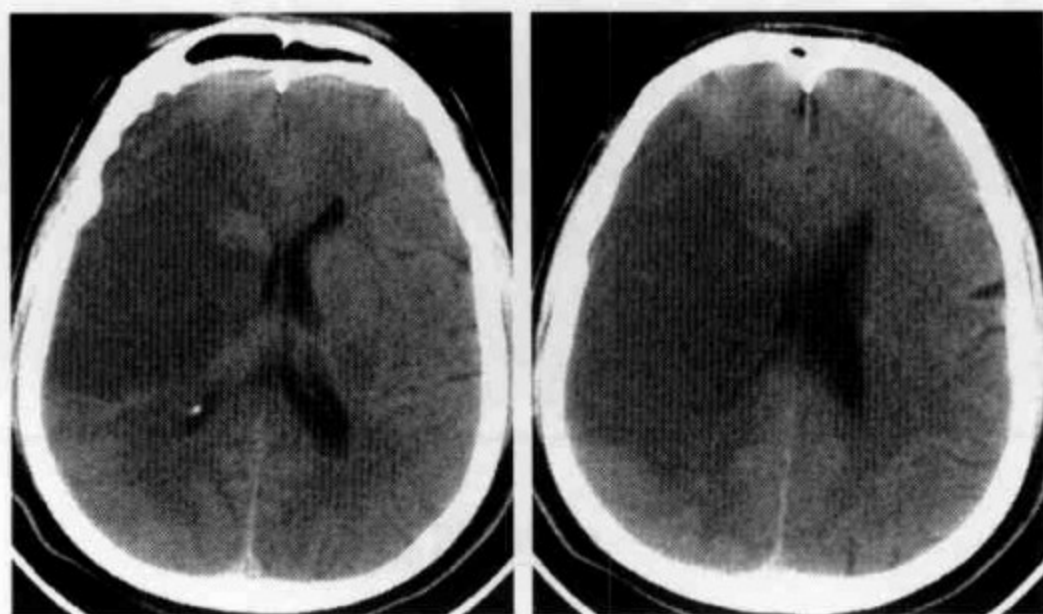


图 25 急性期脑梗死

NCCT 见右侧 MCA 分布区密度均匀性减低, 脑组织明显肿胀, 脑沟消失; 同侧侧脑室可见受压变小

邻近脑室或脑池扩大; 华勒变性; 局部脑萎缩改变。

2. 传统 MR 表现

(1) 超急性期(0~6 小时): ①T₂WI: 病变大血管“流空”影消失(梗死后数分钟可出现); ②FLAIR: 病变大血管呈高信号影(梗死后数分



图 26 亚急性期脑梗死

NCCT 见右侧 MCA 分布区密度均匀性减低,脑组织明显肿胀,脑沟消失;同侧侧脑室可见受压变小

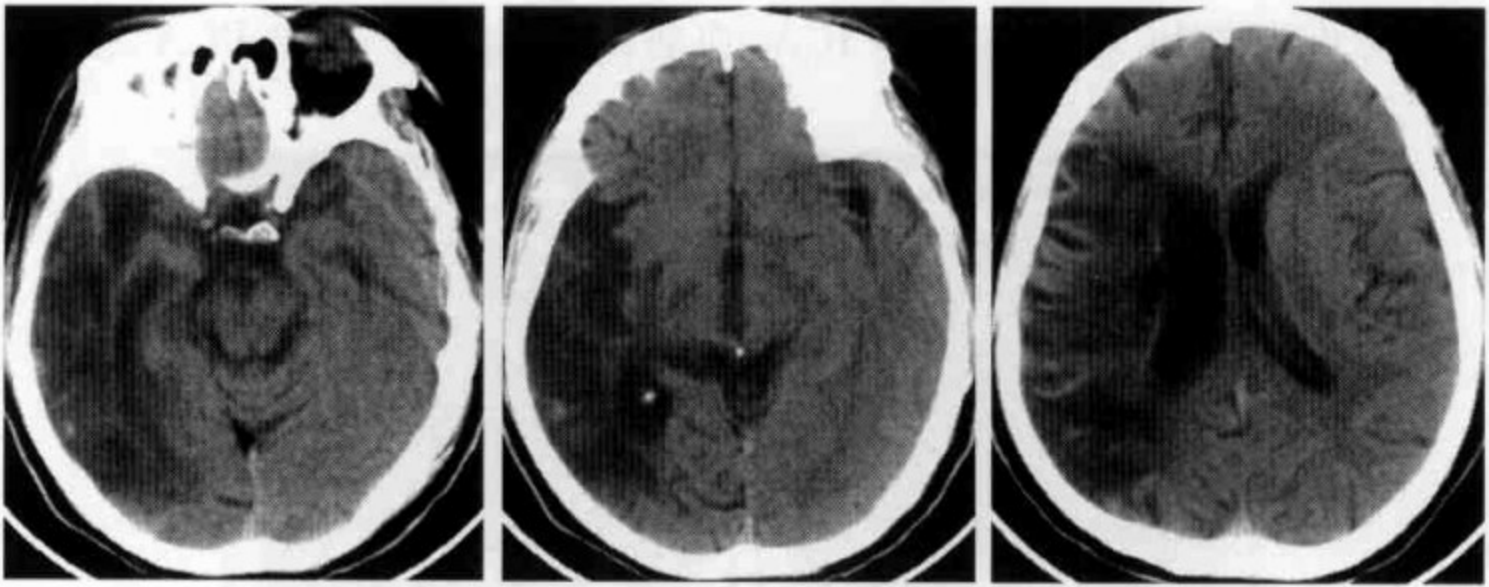


图 27 慢性期脑梗死

NCCT 见右侧 MCA 分布区密度均匀性减低;邻近脑沟增宽,同侧侧脑室可见扩大。右侧大脑脚体积明显缩小,提示华勒变性

钟可出现);③ T_2^* :可见磁化伪影(blooming susceptibility)(梗死后数分钟可出现);④ T_1 WI 增强:动脉强化影(2 小时可出现,持续 1 周);⑤这个时期,脑实质内无异常发现。

(2) 急性期(6~24 小时):①超急性期的血管异常改变持续存在;② T_2 WI 和 FLAIR:受累皮层呈脑回样高信号影,脑沟消失(90%在 24 小时内出现)(图 28);③ T_2 WI:可见皮层下低信号

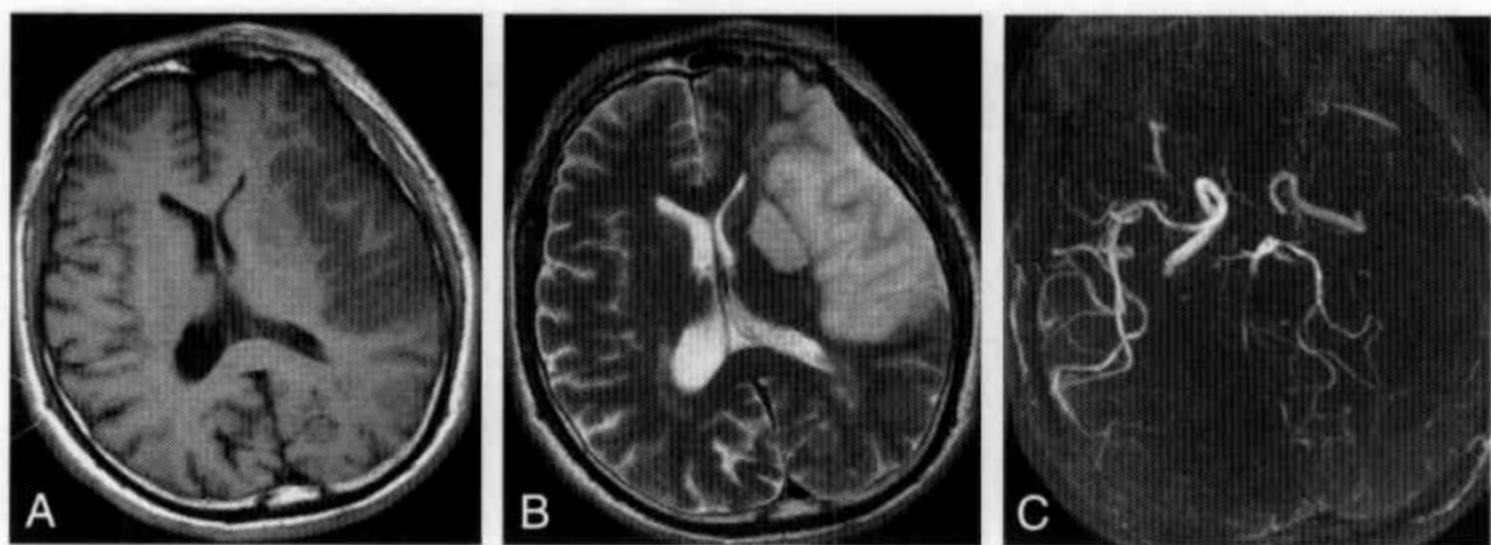


图 28 急性期脑梗死

T_1 WI 和 T_2 WI(A,B)见左侧 MCA 分布区异常长 T_1 、长 T_2 信号影, 脑组织肿胀, 脑沟闭塞, 同侧侧脑室体部可见受压变小, 中线结构右移; MRA(C)见左侧 MCA 和右侧 PCA 缺支

影; ④ T_2^* : 由于淤血 (petechial bleed) 造成的脑回样磁化影 (在急性期或亚急性期任何时间都可出现); ⑤脑实质内无强化影。

(3) 亚急性期 (1 天至 2 周): ① T_2 WI 和 FLAIR: 受累皮层呈脑回样高信号影, 脑沟消失 (3~5 天为最高峰, 1 周后开始减轻; MR 模糊效应罕见, 2 周时出现); ② T_1 WI: 可见由于淤血造成的脑回样高信号影 (正铁血红蛋白时期出现) (图 29); ③ T_1 WI 增强: 异常动脉强化 (1~3 天达高峰, 1 周后下降), 异常脑膜强化 (2~6 天达高峰, 1 周后下降), 脑实质强化 (血管再通所致, 可在 2~3 天出现, 6 天时最常见, 可持续存在 6~8 周)。

(4) 慢性期 (>2 周): ① T_2 WI: 胶质增生和华勒变形造成的高信号改变 (可长期存在); ② T_1 WI: 软化灶所致的低信号改变 (可长期存在) (图 30、图 31); ③ T_1 WI 和 T_2 WI: 病变区脑容积减少, 即脑萎

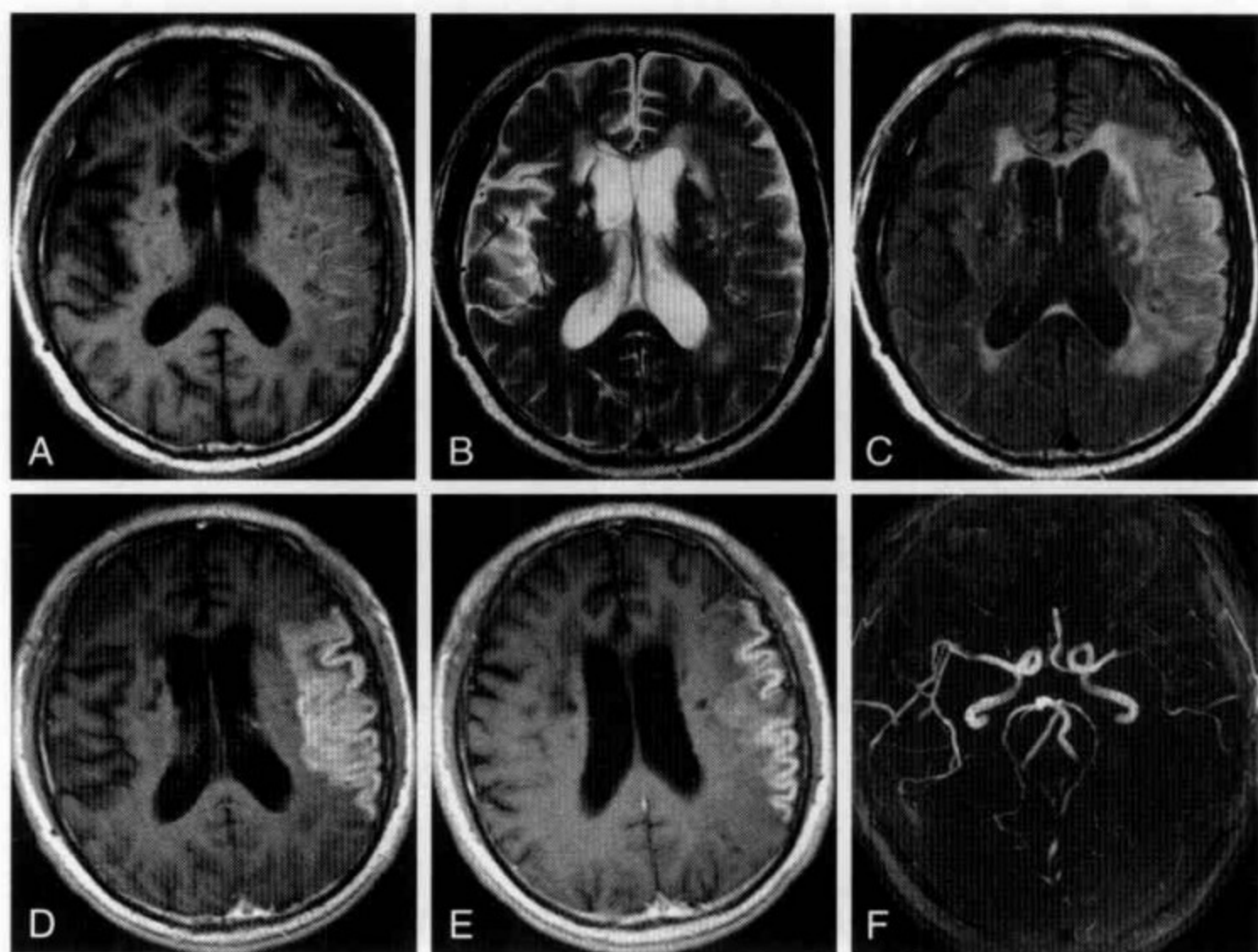


图 29 亚急性期脑梗死

T₁WI、T₂WI 和 FLAIR(A~C)图像见左侧 MCA 分布区异常稍长 T₁、稍长 T₂ 信号影,脑组织肿胀,脑沟闭塞;T₁WI 见左侧肿胀皮层表面脑回样线样稍高信号影,为脑表面淤血所致。增强 T₁WI(D,E)图像见病灶区呈脑回样异常强化。MRA(F)见左侧 MCA 水平段明显狭窄,左侧 PCA 可见节段性狭窄

缩(可长期存在);④T₂^{*}:由于淤血、出现含铁血黄素导致的低信号改变(可长期存在)。

(六) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:①是否有新鲜梗死灶?什么部位?多大面积?②如果做 CTA 或 MRA 检查,需回答血管是否闭塞?哪支血管?③如果有缺血半暗带,进行缺血半暗带错配分型。④ASPECTS 评分。

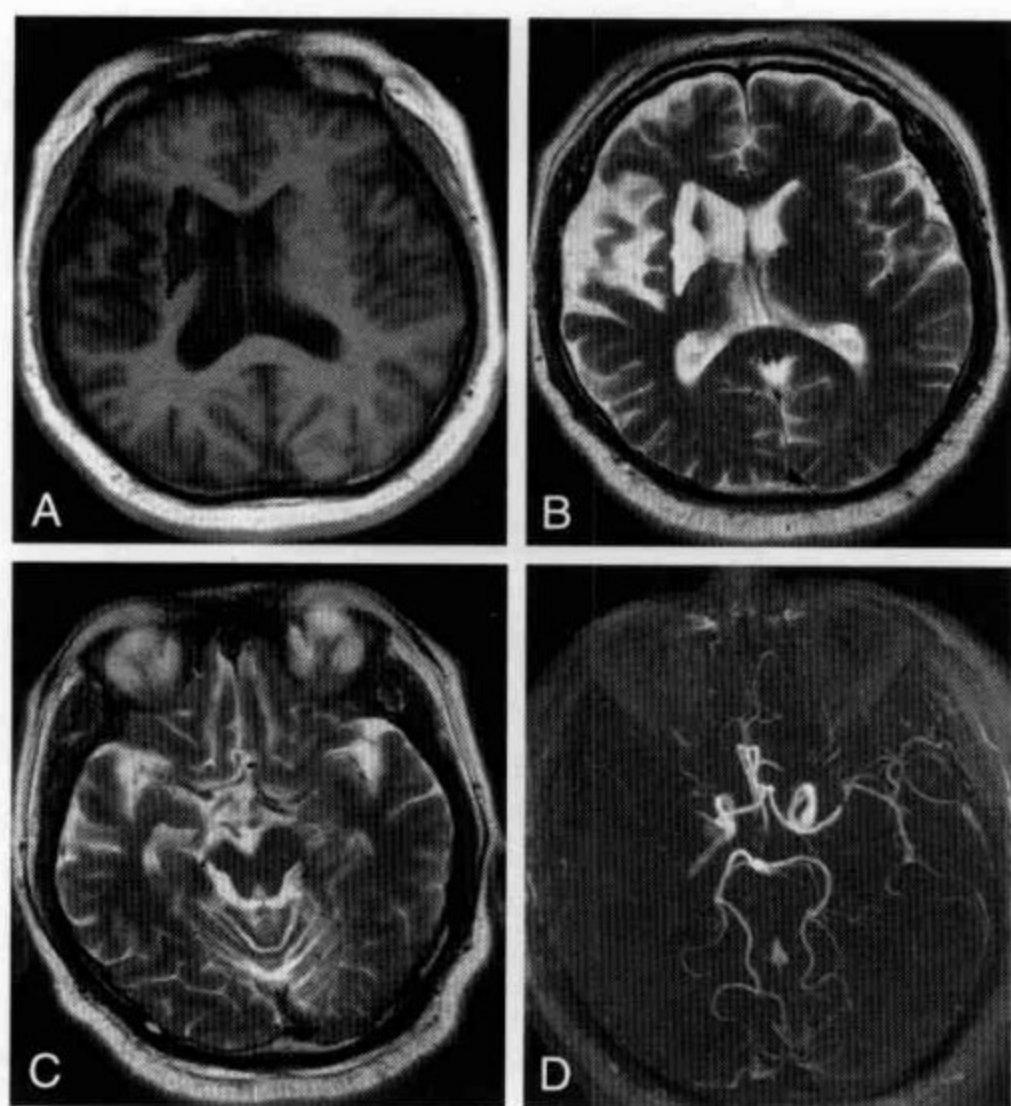
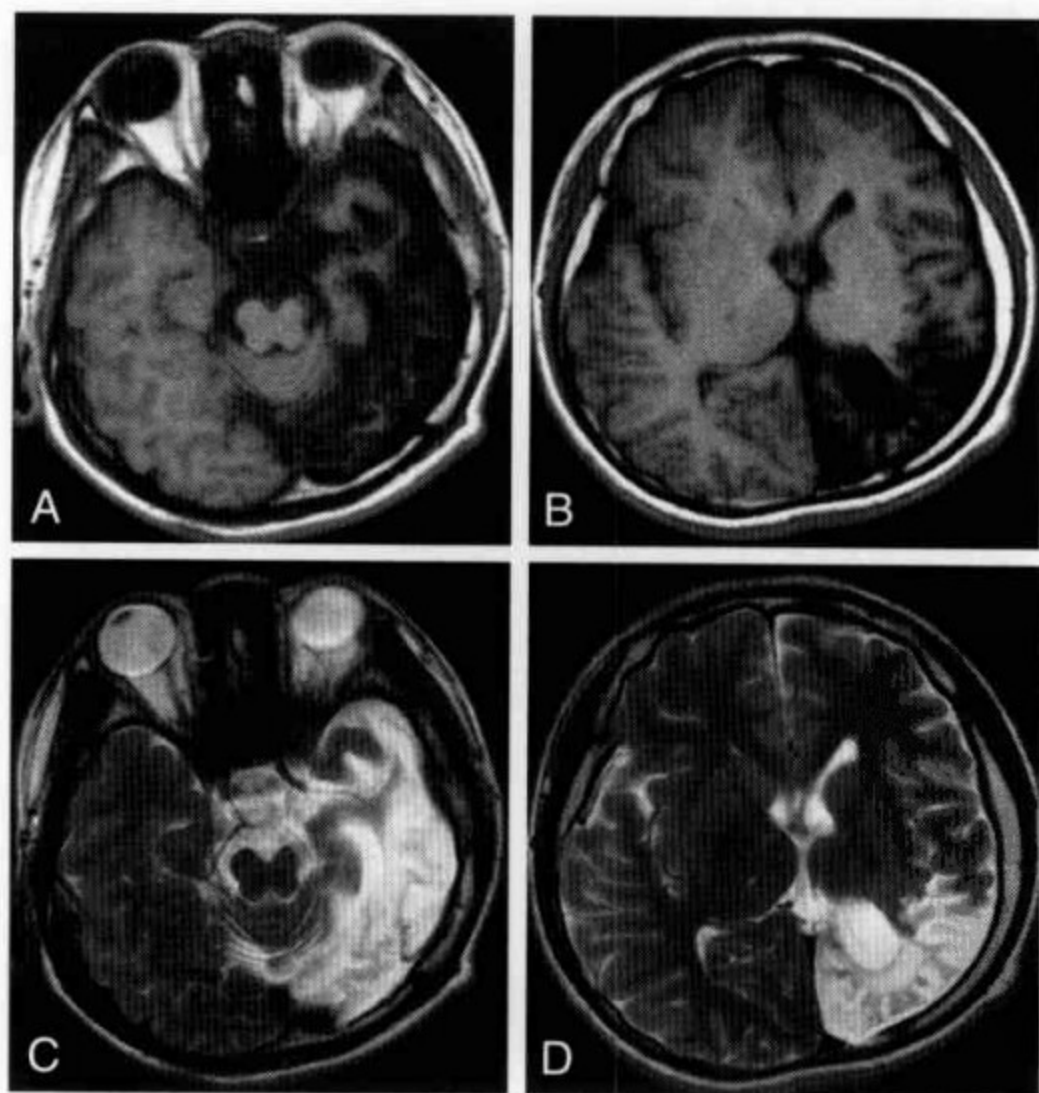


图 30 慢性期脑梗死

右侧基底节区陈旧性梗死灶，邻近脑室和脑沟可见明显扩张(A, B)；同侧大脑脚体积明显缩小(C)，提示华勒变性；MRA(D)见右侧 MCA 起始端闭塞



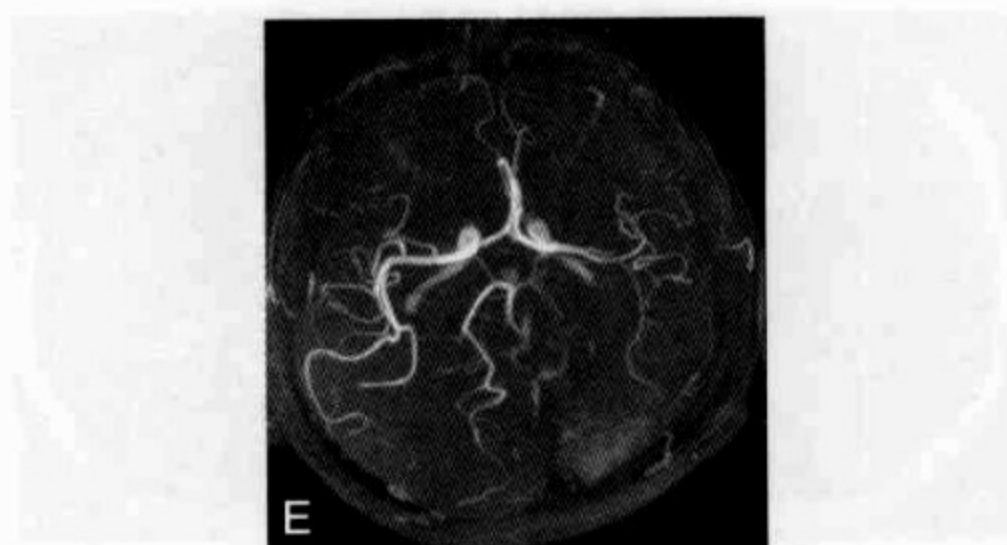


图 31 慢性期脑梗死

左侧颞枕陈旧性梗死灶,邻近脑室和脑沟可见明显扩张(A~D),中线结构左移;同侧大脑脚体积明显缩小(C),提示华勒变性;MRA(E)见左侧 PCA 环池段闭塞,左侧 PCA 远端纤细

(高培毅)



高培毅
PDG

第二章

缺血性脑血管病

一、短暂性脑缺血发作(TIA)

TIA 发作期的影像学检查按超急性期脑梗死处理,本节主要对 TIA 缓解期的影像学检查进行概述。

(一) 检查方法选择原则

TIA 缓解期的影像学检查方法必须符合下述条件:①该方法可以提供颈部及颅内血管形态学信息和脑局部组织灌注信息;②头颈部血管的首选检查方法经济、易用,适合筛查病变;③检查设备和方法舒适、安全;④患者在检查过程中易于监控。

(二) 影像检查目的

1. 除外出血和其他非缺血性病变。
2. 是否存在大血管病变? 狭窄部位、狭窄程度、侧支循环代偿情况?
3. 脑实质内是否存在异常血流灌注改变? 脑缺血程度分级?
4. 是否出现新鲜梗死病灶? 部位? 体积?

(三) 影像检查流程

1. 首先选择头颅 CT 平扫除外出血及其他

病变。

2. 选择颈动脉多普勒超声检查和经颅多普勒超声检查筛查血管病变。

3. 颈动脉多普勒超声检查阳性者根据病变情况选择主动脉弓上 DSA 检查（金标准）或弓上 CEMRA 检查或弓上 CTA 检查；同时推荐进行头部 CT 检查（CTP、CTA）或 MR 检查（T₁WI、T₂WI、MRA、PWI）观察脑实质血流灌注情况等信息。

4. 经颅多普勒超声检查阳性者，结合临床选择进行头部 CT 检查（CTP、CTA）或 MR 检查（T₁WI、T₂WI、MRA、PWI，可加做 DWI 序列）。

特别提示

1. 选择头部 CT 检查模式时，结合临床分型及 CTA 结果选择 CTP 层面定位，前循环病变选择基底节及侧脑室体部层面，后循环病变选择幕下层面。
2. 临床体征明显者，推荐选择 MR 检查，加做 DWI 序列观察有无小的新鲜梗死病灶。

（四）影像学检查方法及基本要求

1. 弓上血管检查

（1）DSA

1) 目的：动态全面地观察主动脉弓至颅内的血管形态。

2) 禁忌证：有碘制剂过敏史；严重心、肾功能障碍者；患者躁动，无法配合检查者；患者或家属

拒绝此项检查者。

3) 检查中止:①在检查过程中躁动,无法继续扫描;②检查过程中出现严重对碘剂过敏反应者;③需要立即停止检查进行抢救者。

4) 设备:C型臂 X线数字减影血管造影机。

5) 范围:分段造影,下段从主动脉弓下方向上至颈动脉分叉上方,上段从颈动脉分叉下方向上至鞍上。

6) 投照角度:前后位、侧位+多角度斜位。

7) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl 以上。

8) 注射参数(供参考):主动脉弓造影时,对比剂总量为 25ml,流速为 20ml/s;颈总动脉造影时,总量 7~8ml,流速 5ml/s。颈内动脉造影时,总量 5ml,流速 3ml/s。压力 500PSI。

(2) CEMRA

1) 目的:显示主动脉弓至颅内血管。

2) 禁忌证:有钆制剂过敏史(可行 2D-PC/TOF);体内安装心脏起搏器者;严重心、肾功能障碍者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者。

3) 检查中止:在检查过程中躁动,无法继续扫描;检查过程中出现严重对比剂过敏反应者;需要立即停止检查进行抢救者。

4) 设备:1.5T 以上 MR 成像设备,颈部线圈或神经血管线圈。

5) 定位/范围:根据 2D-PC/TOF 图像定位,自

主动脉弓下方向上扫描至颅内。

6) 高压注射器:流率设置为 1.5~3ml/s,注射时间为 5~7 秒,总量 20ml。

7) 静脉穿刺针:建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自浅表静脉穿刺。

8) 扫描延迟:对比剂跟踪触发,冠状位或矢状位扫描。

9) 图像:包括水平方向和垂直方向的多角度 MIP 重建图像,至少包括矢状位、冠状位、轴位等。

10) 图像后处理基本要求:CEMRA 成像:提供水平和垂直方向的多角度 MIP 血管图像,必要时左右两侧颈动脉分别重建,以减少血管重叠。

(3) CTA

1) 目的:显示主动脉弓至颅内血管,特别是颈总动脉分叉部。

2) CTA 扫描参数(供参考):仰卧位,头先进;固定患者头部,扫描开始前嘱其勿做吞咽动作;从脚到头方向扫描,从主动脉弓下缘向上至颅内;300mg/ml 非离子碘对比剂,总量 100ml,注射速度 3~4ml/s 静脉团注;对比剂跟踪自动触发或手动(10~17 秒)延迟螺旋扫描;层厚 0.75~2mm,螺距 0.45~2mm,FOV 12~15cm。

3) 图像后处理基本要求:CT 血管成像提供水平和垂直方向 MPR/MIP/SSD/VR 的多角度 CTA 图像;必要时左右两侧颈动脉分别重建,以减少血管重叠;CTA 原始图像:多层连续轴位图像。

2. CT 检查

(1) 扫描参数和程序基本要求:包括平扫、灌注成像和脑血管成像。各种扫描参数(供参考)见表 2-1。

表 2-1 CT 扫描序列参数范围(供参考)

参 数	CT 平扫		CTP	CTA
	幕下	幕上		
mAs	320	360	209	140
kV	120	120	80	100
Scan time(s)	1	1	40 ~ 50	4.04
Slice(mm)	3 ~ 5	8 ~ 10	10	0.75
No. of scan	10	10	80	
FOV(mm)	200	200	200	200

(2) 图像后处理基本要求

1) CT 灌注成像:提供 CBF、CBV、MTT、TTP 参数图。

2) CT 血管成像:获得 VR 和 MIP 的 CTA 图像,上下和左右方向以 12°角度旋转;颈内动脉海绵窦段和岩骨段推荐加做平行血管长轴的 MPR 图像。

3) CT 灌注成像原始图像:建议以 10mm 层厚重建轴位图像。

3. MR 检查

(1) 扫描参数和程序基本要求:包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MRA、DWI 和 PWI。各种扫描参数(供参考)见表 2-2。

表 2-2 MR 扫描序列参数范围(供参考)

扫描序列	层数	层厚	间距	TR	TE	FOV
T ₁ WI	24	5	30%	2200	9.8	23
Diffusion	24	5	30%	2700	—	23
T ₂ *WI	24	5	30%	613	20	22
MRA	4slabs	0.65	-30%	21	3.86	20
Perfusion	19	5	30%	1400	34	23

(2) 图像后处理基本要求

- 1) DWI:需有 B 值为 0、1000 的参数图。
- 2) MRA:提供 3D-TOF 血管图像。
- 3) MR 灌注成像:提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

(五) 图像解读

1. CT 平扫除外出血或其他病变。
2. 颈部血管狭窄程度的分级 根据颈动脉血管的残腔可以计算血管的狭窄程度并分级为正常、轻度<50%、中度 50%~69%、重度 70%~99%和闭塞 100%。
3. CT 或 MR 灌注成像 观察脑实质血流灌注情况,TIA 发作缓解期如果存在大血管狭窄或闭塞,脑实质内表现为脑梗死前期局部低灌注改变,分期标准参见表 2-3,图 32,图 33。
4. CT 或 MR 血管成像 颅内血管病变分级

表 2-3 脑梗死前期局部低灌注改变分期

分期	脑血流状态	CT 灌注成像表现
I ₁	CBF 在电衰竭阈值之上	TTP 延长, MTT、CBF 和 CBV 正常
I ₂	CBF 在电衰竭阈值之上	TTP 和 MTT 延长, CBF 正常/轻微下降, CBV 升高
II ₁	CBF 在电衰竭和膜衰竭阈值之间	TTP 和 MTT 延长, CBF 下降, CBV 正常/轻微下降
II ₂	CBF 在电衰竭和膜衰竭阈值之间	TTP 和 MTT 延长, CBF 和 CBV 下降

图 32 从左至右分别为
MRA、CTP-CBF、CBV、
MTT 和 TTP 参数图

右侧 MCA 水平段可见节段性狭窄，右侧大脑半球前后皮层分水岭区显示为 CBF 大致正常，CBV 略升高，MTT 和 TTP 延长，符合脑梗死前期局部低灌注 I₂ 期改变

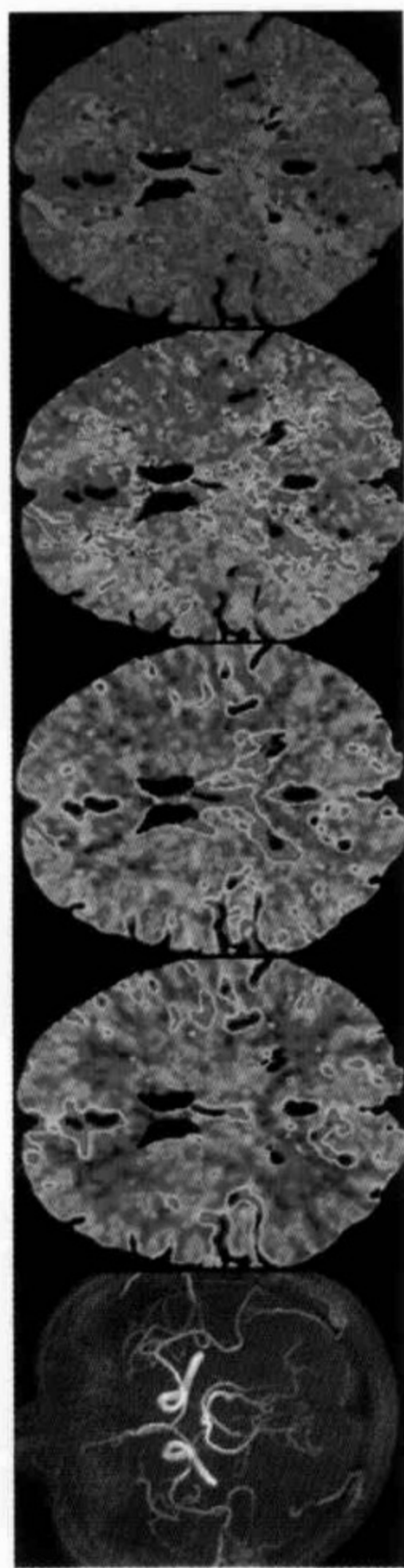
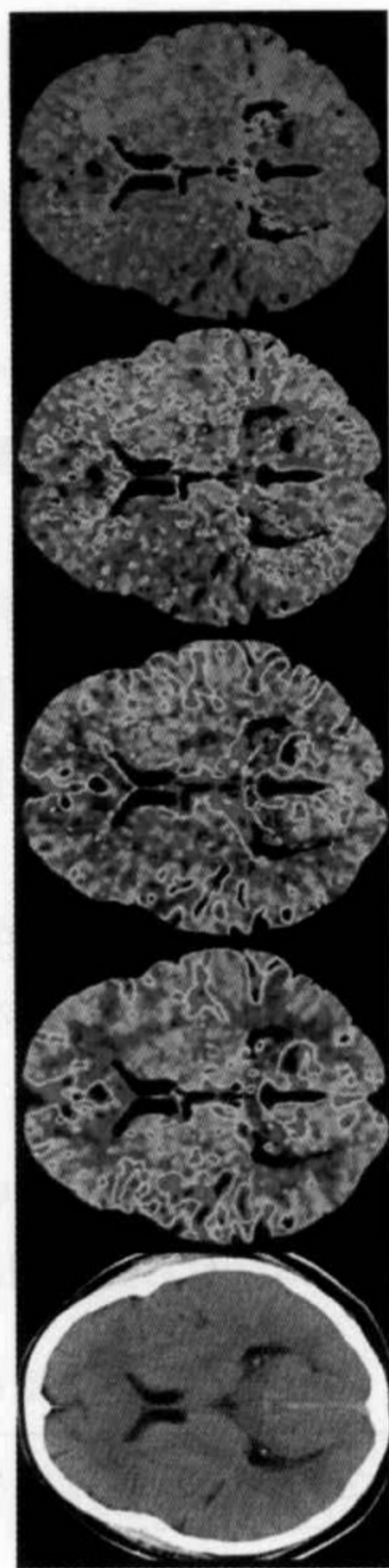


图 33 从左至右分别为
CT 平扫、CTP-CBF、CBV、
MTT 和 TTP 参数图

CT 平扫未见明显异常，左侧 MCA 分布区显示为 CBF 正常，CBV 略升高，MTT 和 TTP 延长，符合脑梗死前期局部低灌注 I₂ 期改变



采用天坛医院改良的 TICI 标准:

0 级:血管闭塞,无前向血流通过闭塞段(图 34,图 35)。

1 级:严重狭窄,有前向血流,远端血管分支显示稀疏(图 36,图 37)。

2 级:非严重狭窄,有前向血流,远端可见部分血管分支显示(图 38,图 39)。

3 级:无狭窄,远端血管分支显示正常(图 40,

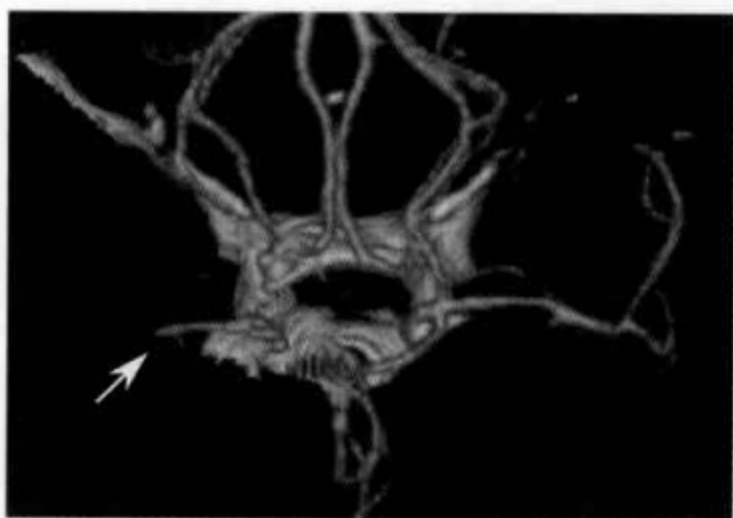


图 34 脑血管 CTA 显示右侧 MCA 闭塞(0级)

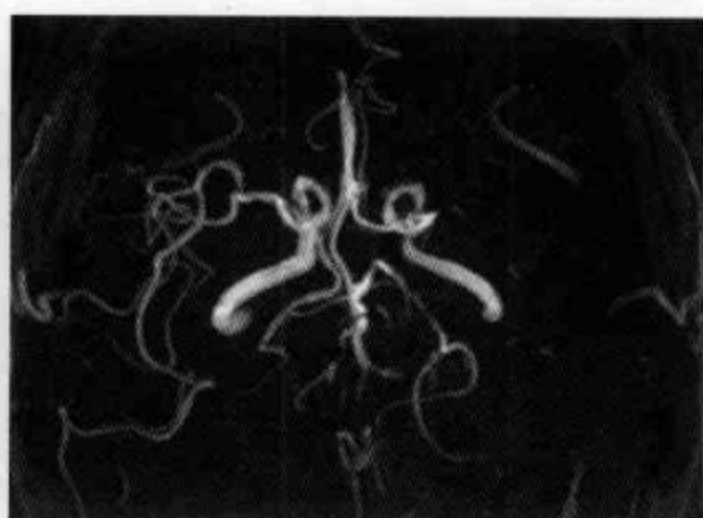


图 35 脑血管 MRA 显示左侧 MCA 闭塞(0级)

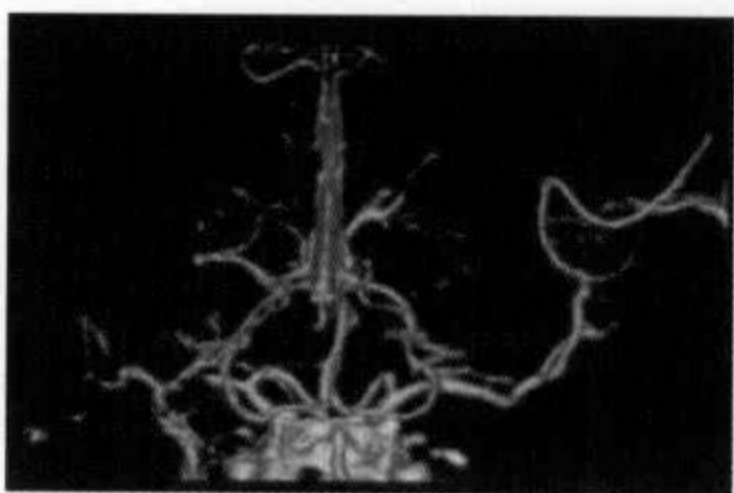


图 36 脑血管 CTA 显示右侧 MCA 水平段严重狭窄,远端可见纤细血管分支显示(1级)



图 37 脑血管 MRA 显示右侧 MCA 水平段严重狭窄,远端可见纤细血管分支显示(1级)

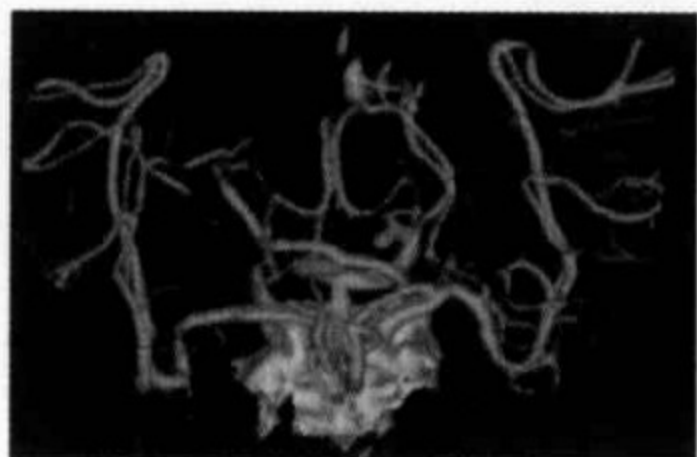


图 38 脑血管 CTA 显示右侧 MCA 水平段节段性狭窄,远端可见血管分支显示(2级)

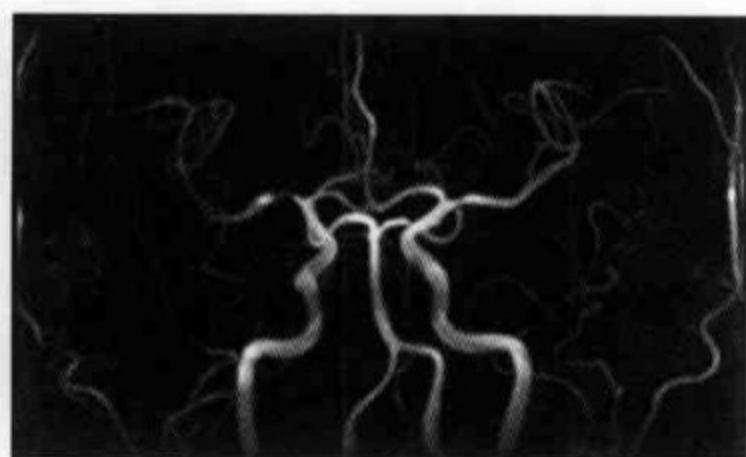


图 39 脑血管 MRA 显示右侧 MCA 水平段节段性狭窄,远端可见血管分支显示(2级)

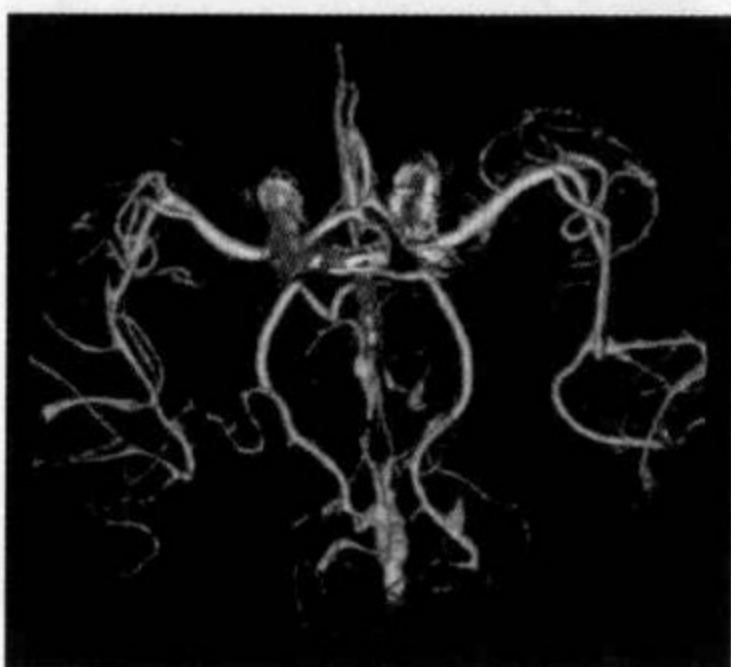


图 40 正常脑血管 CTA (3级)

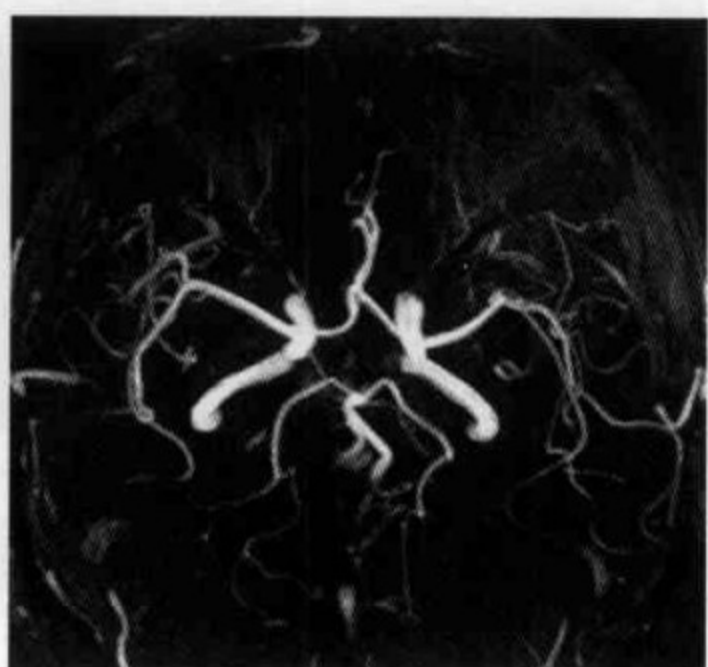


图 41 正常脑血管 MRA (3级)

图 41)。

5. 新鲜梗死区 平扫 CT 见局部脑肿胀改变,包括脑回增厚、脑沟变浅或闭塞、岛带征阳性(外囊结构显示不清,岛叶皮层密度与外囊一致)。较大新鲜梗死病灶 CTA 原始图像或 CT 灌注成像原始图像呈轻微低密度影改变(图 42、图 43); DWI 和 ADC 参数图分别表现为高信号区和低信号区;上述区域在 T₂WI 图像显示正常(图 44)。

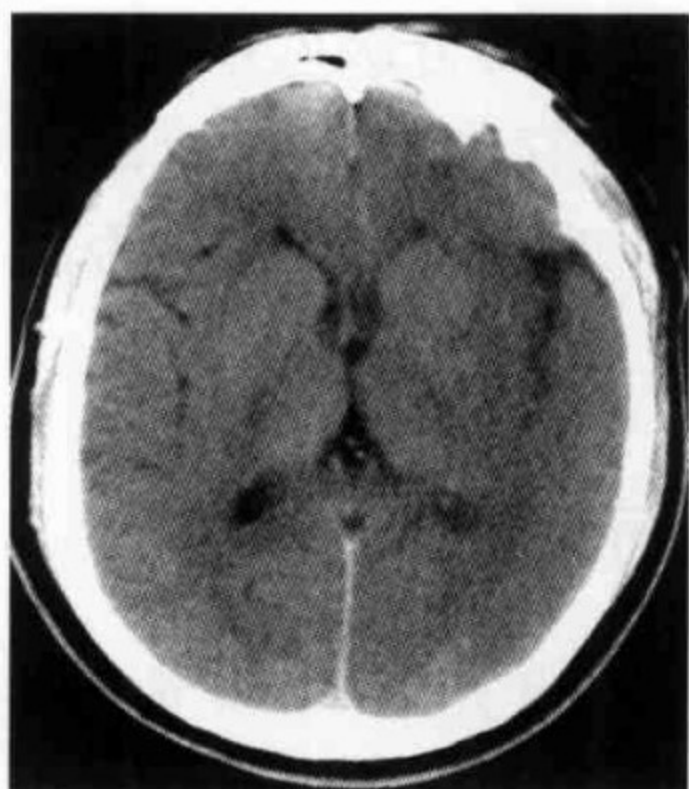


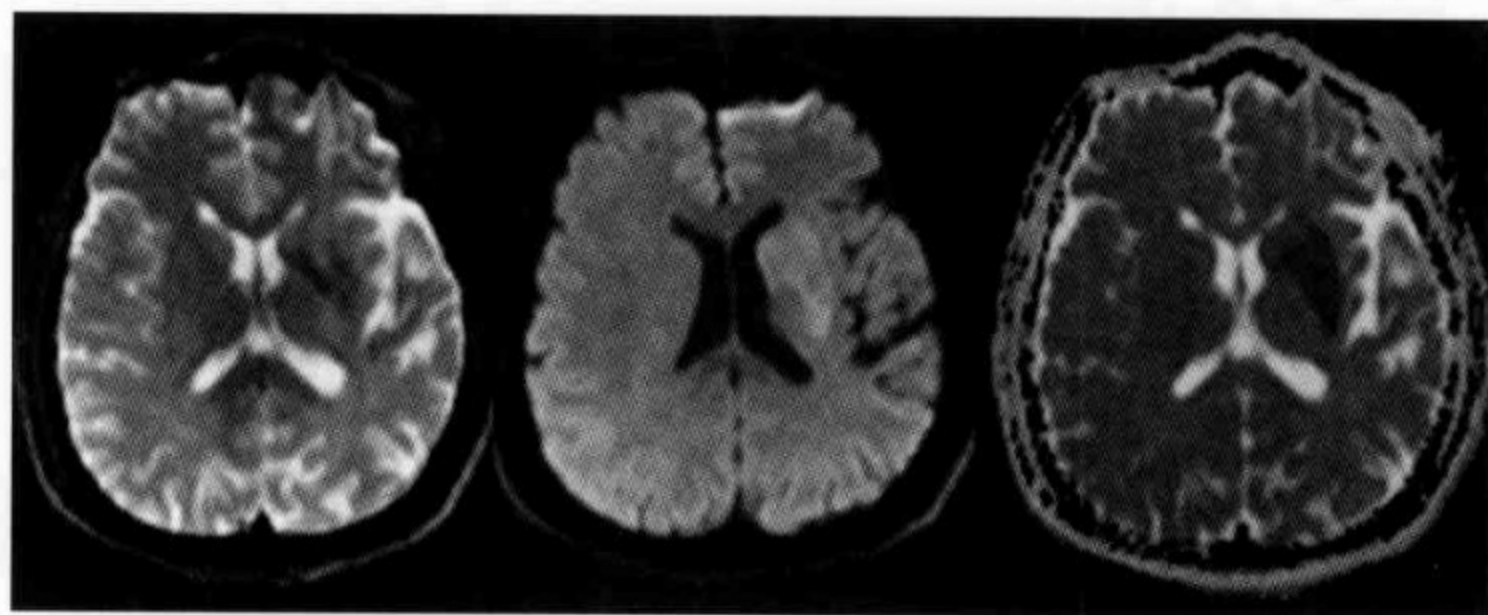
图 42 岛带征

头部 CT 平扫显示左侧岛带区(岛叶、最外囊和屏状核)灰白质界面消失、模糊,称之为“岛带征”;同时左侧颞枕叶灰白质分界消失、脑沟裂变浅



图 43 头部 CTA-SI

显示右侧颞叶(MCA 分布区)密度降低



b=0

b=1000

ADC

图 44 左侧底节区新鲜梗死病灶

在 DWI(b=1000)序列显示为高信号,ADC 相应区域呈低信号影、DWI(b=0)时相当于 T₂WI 信号未见明显异常

(六) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:①有无血管狭窄?②血管部位:颈内动脉系统、椎基底

动脉系统或其他?③血管狭窄程度分级?④侧支循环代偿情况?⑤脑实质内是否存在异常血流灌注改变?脑梗死前期局部低灌注改变分级?⑥是否出现新鲜梗死病灶?

特别提示

结合血管病变及脑实质内异常血流灌注分期选择个体化的治疗方案。

二、缺血性脱髓鞘改变

(一) 检查方法选择

首选 MR 检查,包括 T_1WI 、 T_2WI 、FLAIR 序列、 T_2^*WI 序列和 MRA。

(二) 影像检查目的

1. 排除脑内出血以及其他病变。
2. 缺血性脱髓鞘改变的部位和分级?
3. 是否伴发腔隙性脑梗死?
4. 是否伴发微出血病灶?
5. 是否存在大血管病变?狭窄部位、程度?

(三) 影像检查流程

MR 检查包括,包括 T_1WI 、 T_2WI 、FLAIR、 T_2^*WI 序列和 MRA。各种扫描参数(供参考)见表 2-2。

1. 禁忌证 ①体内安装心脏起搏器、神经刺激器、胰岛素泵、人工心脏瓣膜等的患者;②带有动脉瘤夹者(非顺磁性如钛合金除外);③体内含有其他金属植入物(如眼内金属异物、内耳植入金

属假体等);④幽闭恐惧症患者,如必须进行 MR 检查,应在给予适量镇静剂后进行。

2. 扫描参数和程序基本要求 MR 平扫:①设备:普通 MR 成像设备;②定位及扫描范围:矢状面 T_1WI 定位后,平行前后联合的连线从后颅窝底部向上扫描,直至脑突面最高点;③层厚:横断面图像 5mm 层厚,连续扫描。

3. 图像后处理基本要求 MRA:提供 3D-TOF 血管图像。

(四) 图像解读

1. 缺血性脱髓鞘影像学上呈白质疏松改变。

2. 脑白质疏松改变 MR 表现 脑白质内长 T_1 、 T_2 异常信号,FLAIR 图像上呈高信号(图 45)。

3. 腔隙性梗死 MR 表现 T_2WI 高信号, T_1WI 低信号,FLAIR 图像上呈低信号,最大径小于 15mm(图 46)。

4. 微出血病灶 MR 表现 为 T_2^* GRE 图像上 2~5mm 的类圆形低信号影,边界清楚,周围无水



图 45 脑白质疏松改变

双侧室旁深部白质内可见长 T_1 、 T_2 异常信号影,FLAIR 图像上呈高信号

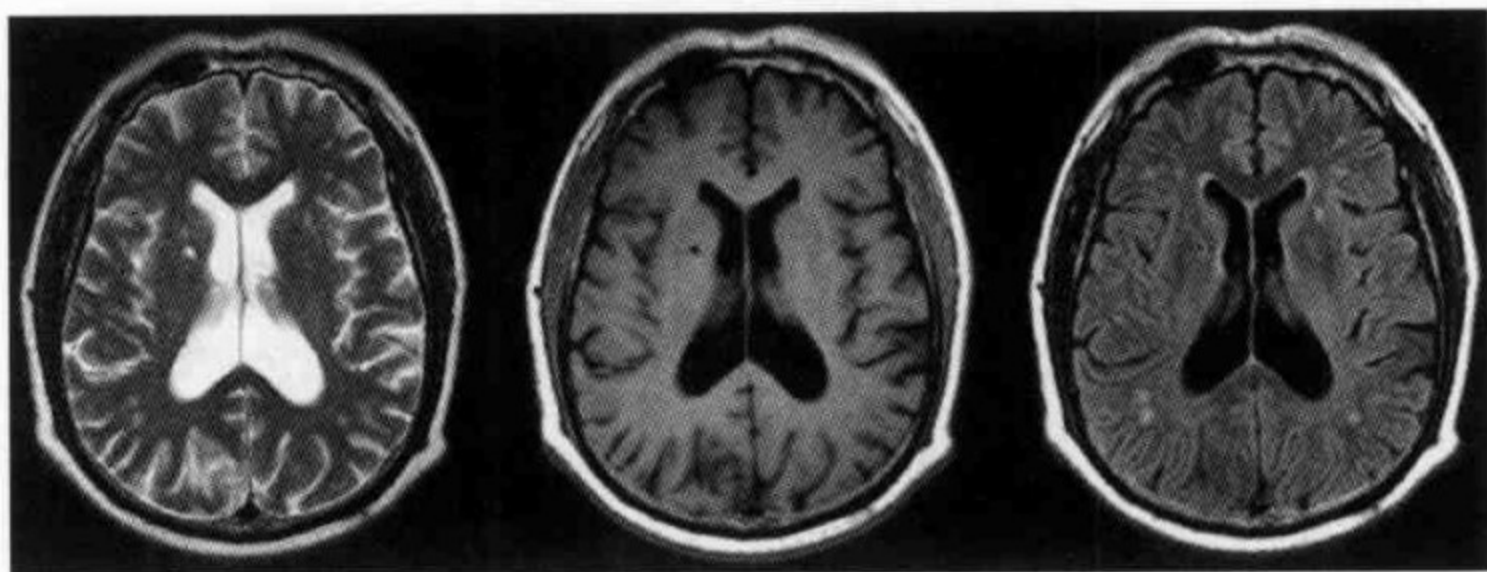


图 46 腔隙性梗死病灶

右侧放射冠区可见点状 T₂WI 高信号、T₁WI 低信号影,FLAIR 图像上呈低信号,最大径小于15mm,为腔隙性梗死病灶;双侧额顶皮层下可见多发点状白质疏松改变

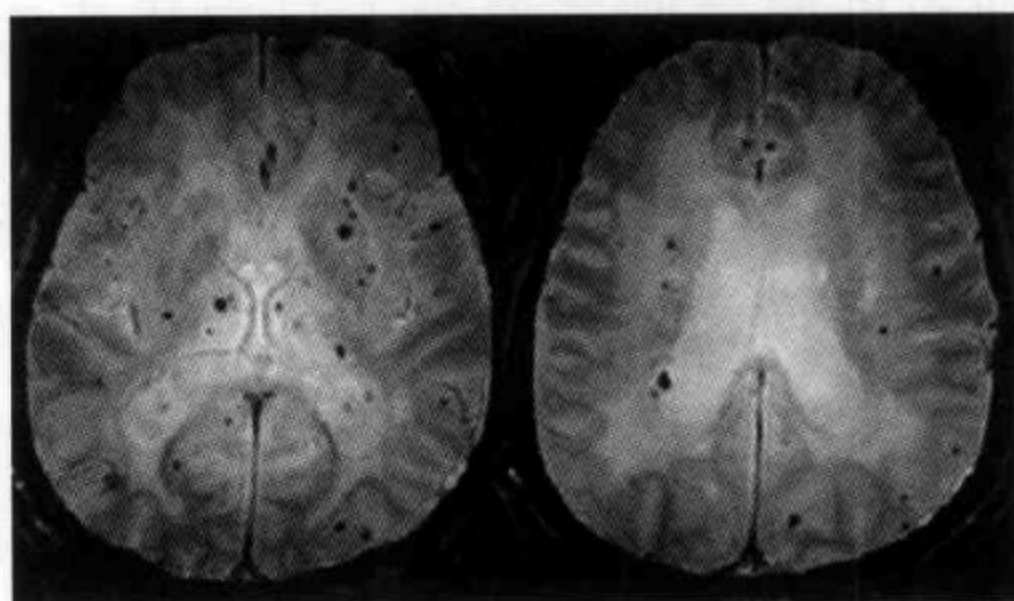


图 47 微出血病灶

T₂* WI 图像上双侧底节区、双侧额顶叶可见多发点状异常低信号影,2~5mm 大小,边界清楚,周围无水肿

肿(图 47)。

5. 缺血性脱髓鞘改变的部位 由于主要由小血管玻璃样变基础上的低灌注引起,所以多位于分水岭区。

6. 缺血性脱髓鞘改变的分级 目前尚无统一的标准。

(1) Fazekas scale (Franz Fazekas 等,AJR,

149 : 351-356)

1) 室旁白质疏松改变

0=无异常

1=帽状或“细铅笔状”

2=光滑“晕状”

3=不规则向深部白质延伸

2) 深部白质疏松改变

0=无异常

1=点状病灶

2=病灶有融合趋势

3=病灶大片状融合

(2) 改良的 Fazekas scale (天坛医院神经影像中心目前使用的分级标准)

1 级:斑点状白质疏松改变(图 48)

2 级:斑块状,早期融合白质疏松改变(图 49、图 50)

3 级:斑片状,大片状融合白质疏松改变,包围侧脑室(图 51)

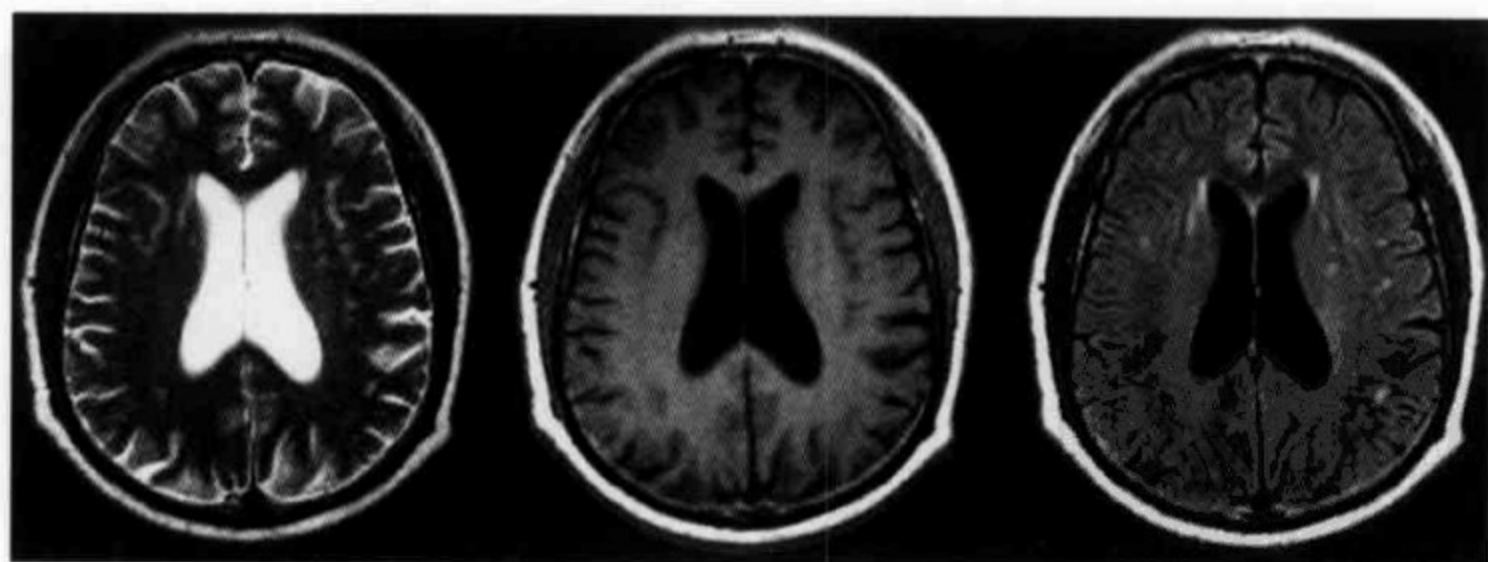


图 48 改良的 Fazekas scale-1 级

左侧额顶皮层下及右额皮层下白质内可见多发斑点状长 T_1 、 T_2 信号,FLAIR 呈高信号影

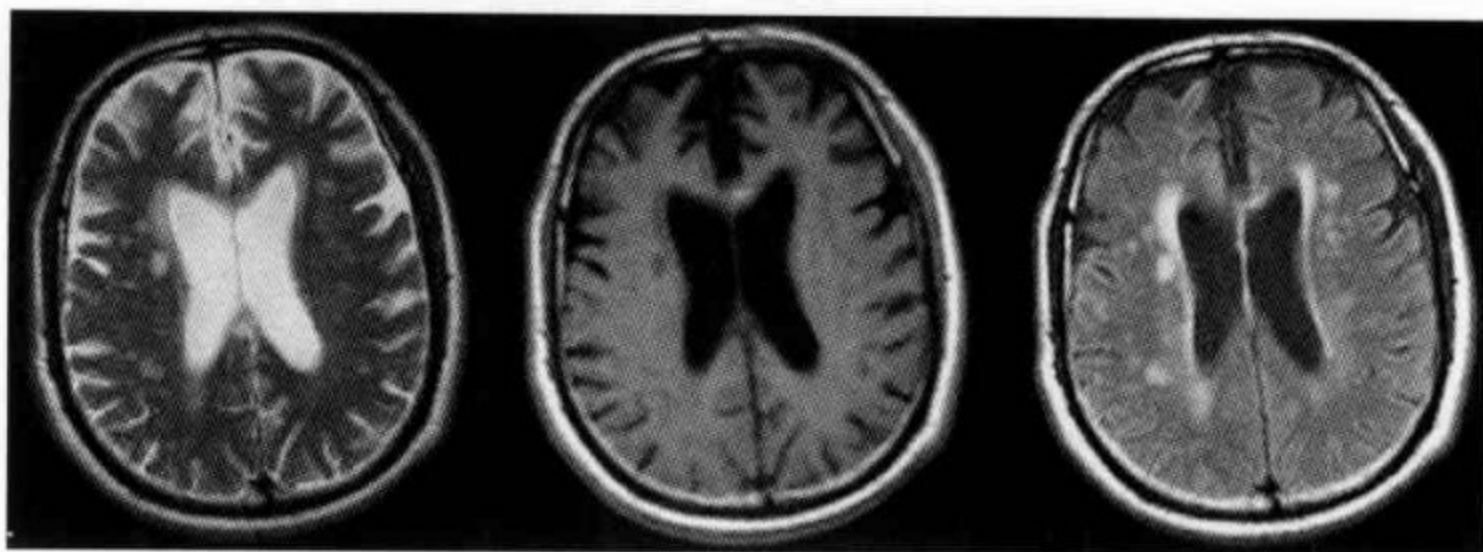


图 49 改良的 Fazekas scale-2 级

双侧室旁及双侧额顶深部白质内可见多发斑块状长 T_1 、 T_2 信号，
FLAIR 呈高信号影，病灶有融合趋势

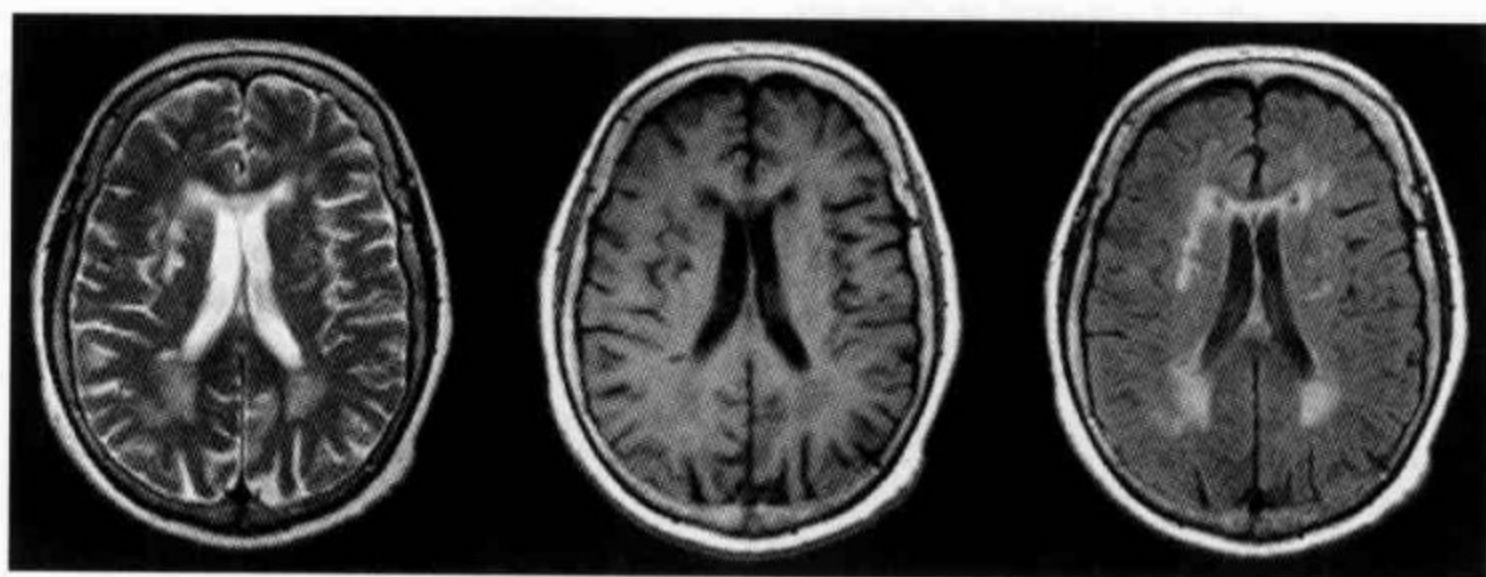


图 50 改良的 Fazekas scale-2 级

双侧室旁及双侧额顶深部白质内可见多发斑块状长 T_1 、 T_2 信号，
FLAIR 呈高信号影，病灶有融合趋势

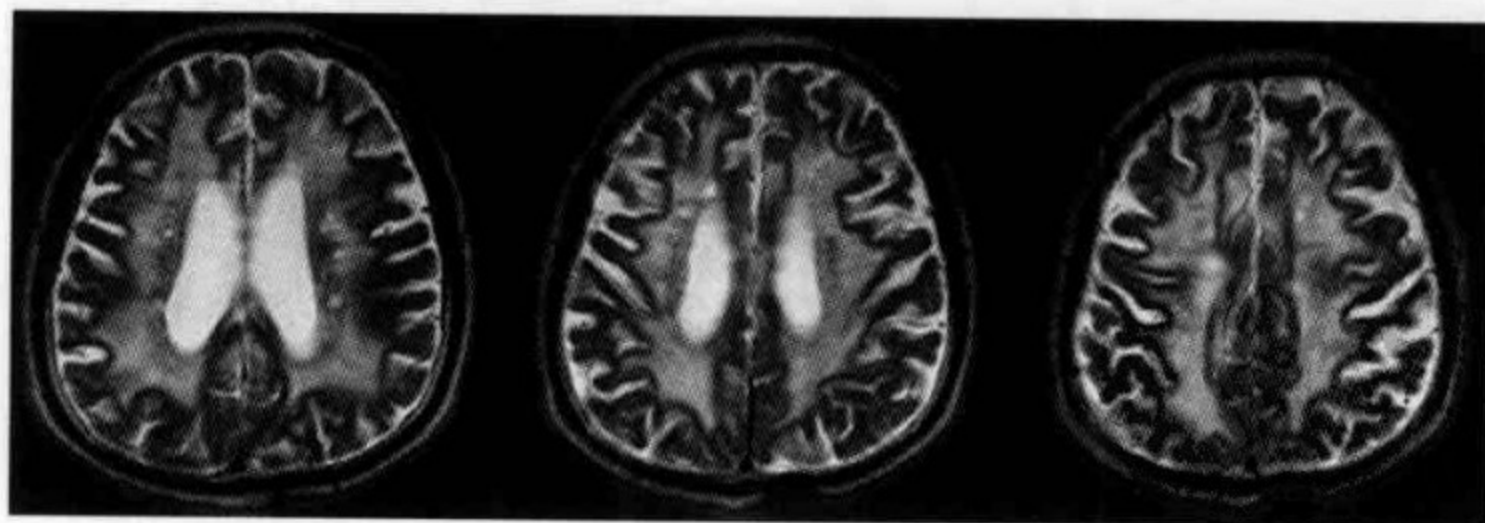


图 51 改良的 Fazekas scale-3 级

双侧室旁及双侧额顶深部白质内可见多发融合斑片状长 T_1 、 T_2 信号，
FLAIR 呈高信号影，病灶融合包绕侧脑室体部

7. 鉴别诊断 见表 2-4, 图 52~图 55。

表 2-4 缺血性脱髓鞘改变的鉴别诊断

鉴别诊断	影像学表现
缺血性脱髓鞘改变	双侧深部或浅部白质斑点状、斑块状、斑片状长 T_1 、 T_2 信号影, FLAIR 呈高信号影
髓鞘形成的延迟区域	
双侧三角区旁白质(联合束)	三角区背侧及体后部背端异常信号, 多见于 20 ~ 30 岁以前, 又称为终带(图 52)
双侧额角旁(疏松的髓磷脂)	双侧额角前外侧三角形“帽状”异常信号影(图 53)
双侧内囊后肢(皮质脊髓束)	双侧对称性点状异常信号, 3 ~ 4mm 大小, 多见于 10 岁以上(图 54)
血管周围间隙	多见于前、后联合及半卵圆中心层面, 边界清楚, 圆形或椭圆形长 T_1 、 T_2 信号影, FLAIR 呈低信号, 边缘锐利(图 55)
脑室旁白质软化	室旁长 T_1 、 T_2 信号影, 边界清楚, 侧脑室边缘不规则, 常伴胼胝体后部变薄
多发性硬化	多发双侧、不对称线状/卵圆形异常信号影, 垂直走行 结合病史和年龄
肌萎缩侧索硬化	沿皮质脊髓束走行(放射冠至脑干)双侧对称异常信号影

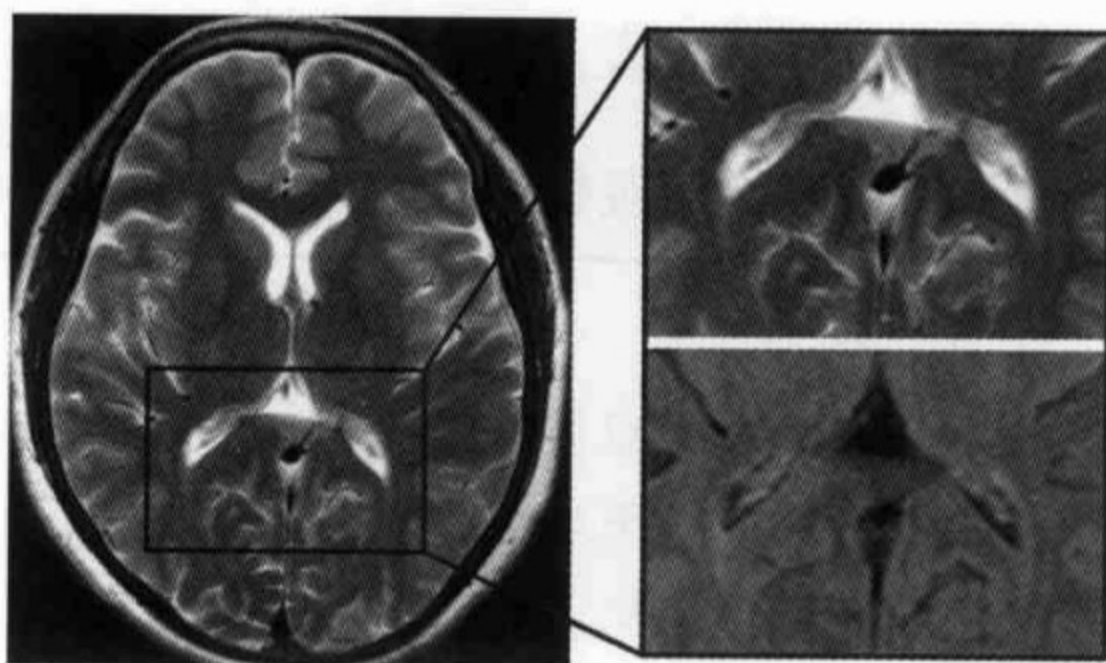


图 52 双侧三角区体后部背端异常长 T_2 信号影,FLAIR 呈稍高信号影,又称为终带

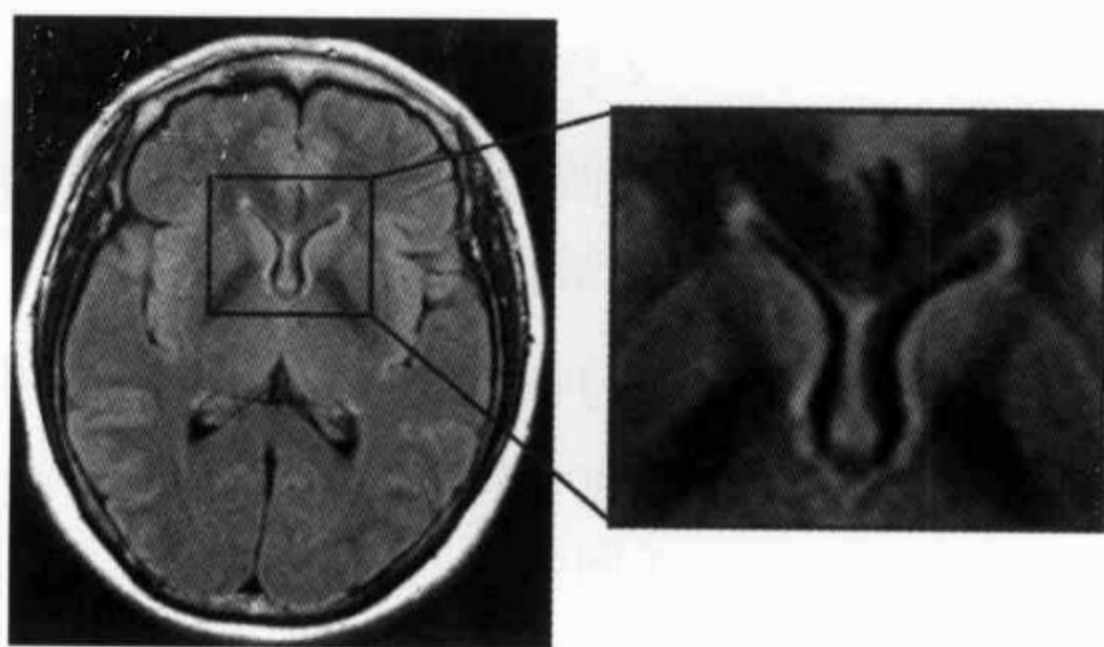


图 53 双侧额角前外侧三角形“帽状”异常信号影,为髓鞘发育延迟区

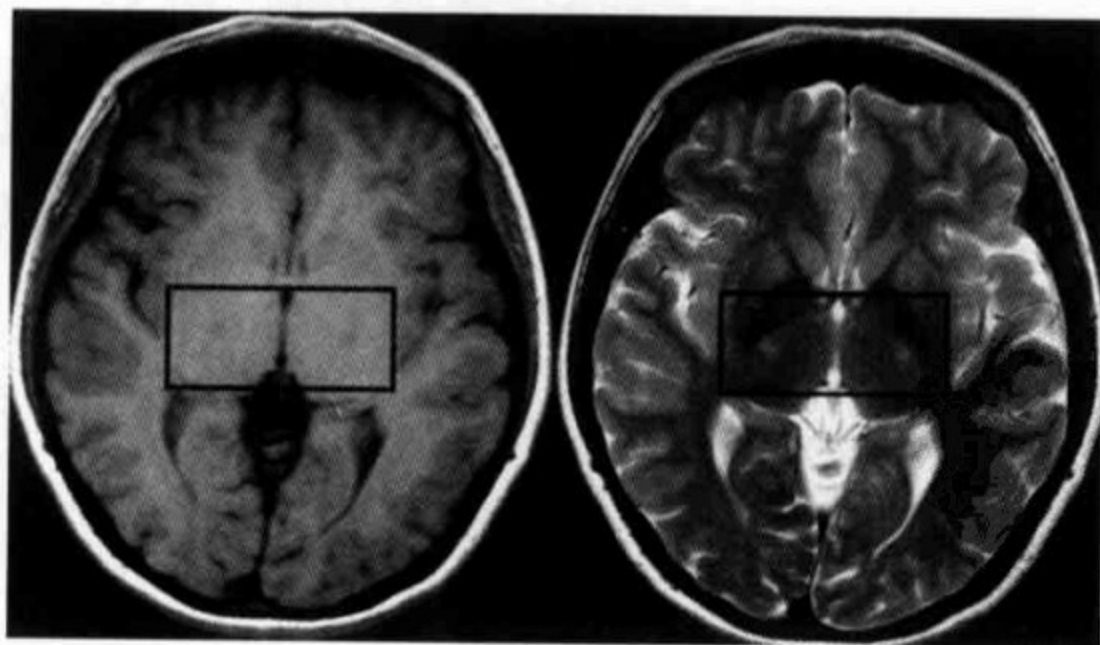


图 54 双侧内囊后肢对称性点状异常信号,3~4mm 大小,为皮质脊髓束

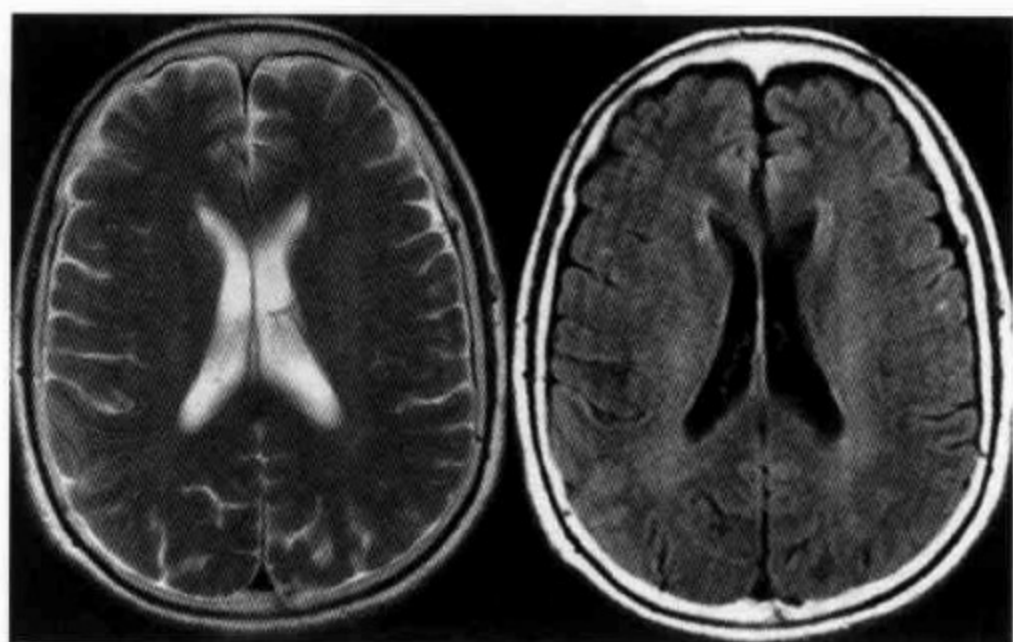


图 55 血管周围间隙,半卵圆中心层面可见双侧对称性线状长 T_2 信号影,FLAIR 呈低信号,边缘锐利

(五) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:①确定缺血性脱髓鞘改变的部位及分级;②判断是否伴发腔隙性脑梗死及微出血病灶?③是否存在大血管病变?部位及狭窄程度?

特别提示

1. 目前研究表明,缺血性脱髓鞘改变多与腔隙性脑梗死及微出血灶伴发,是脑卒中(缺血性和出血性)的独立危险因素;并与认知障碍具有相关性。
2. 需要建立统一的分型及分级标准,探讨分型、分级标准与卒中发生的相关性,对于二级预防具有重要意义。

(薛 静)

第三章

脑 出 血

脑血管病引起的脑出血包括蛛网膜下腔出血、脑实质出血、脑室内出血和硬膜下出血等。

一、急性期脑出血

(一) 检查方法选择原则

急性期脑出血影像学检查方法必须符合下述条件：①检查设备可以立即投入使用；②检查时间较短，易于操作；③该方法可以提供脑血管形态学信息；④该方法可提供脑局部组织灌注信息（用于血肿周围脑组织的研究）；⑤舒适、安全、可靠；⑥患者在检查过程中易于监控。

特别提示

1. NCCT 能反映血肿形成、溶解、吸收和囊变三个阶段的病理过程，是急性脑出血的一线检查方法。
2. MR 信号能反映血肿内血红蛋白的演变过程，但 MR 检查对急性期脑出血不具有优势，而且费用偏高、病员不能给予良好配合，故不推荐首选 MR 检查。此外，血液的磁性

特征以及血肿裂解产物所具有的顺磁性，破坏了磁场的均匀性，导致 MR 灌注测量结果准确性降低，建议研究性应用。若检查发现为急性脑梗死，可进入超急性期脑梗死检查程序。

(二) 影像检查目的

①除外肿瘤性出血和脑血管畸形出血；②明确出血部位？出血量？出血时期？③血肿占位效应程度如何？有无脑疝形成？④对于蛛网膜下腔出血，有助于推测出血源；⑤确定有无潜在的脑血管结构异常？⑥血肿周围及脑皮层有无异常灌注区？⑦BBB 是否破坏？

(三) CT 检查

1. 扫描参数和程序基本要求 CT 检查以平扫为主，CTA 和 CTP 为备选，各种扫描参数（供参考）见表 3-1。

表 3-1 CT 扫描序列参数范围（供参考）

参 数	NCCT		CTP	CTA
	幕下	幕上		
mAs	320	360	90 ~ 110	140
kV	120	120	80 ~ 120	100
Scan time (s)	1	1	40 ~ 50	4.04
Slice (mm)	3 ~ 5	8 ~ 10	10	0.75
No. of scan	10	10	80	
FOV (mm)	200	200	200	200

2. 图像后处理基本要求

(1) CTA:在急诊状态下,至少提供一个 MIP 的 CTA 图像。

(2) CTP:提供 CBF、CBV、MTT、TTP 和 PS 参数图。

(3) CTP 原始图像:提供增强最为明显的一张 CT 灌注成像的原始图像用于观察血肿周围异常强化。

(4) 脑血流参数值:建议给出血肿周围低灌注区最低相对脑血流参数值。

(四) MR 检查

1. 扫描参数和程序基本要求 MR 检查包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MRA 和 PWI,各种扫描参数(供参考)见表 3-2。

2. 图像后处理基本要求

(1) MRA:提供 3D-TOF 脑血管图像。

(2) MR 灌注成像:提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

(五) 图像解读

1. 急性蛛网膜下腔出血

(1) NCCT 显示为基底池、侧裂池和脑沟内条带状高密度影(图 56);血肿密度与出血量、血细胞比容及距 CT 扫描时间有关。

(2) 推测出血源:由动脉瘤破裂导致的蛛网膜下腔出血,可依照出血部位推测出动脉瘤的发生部位。

(3) 若有反复出血,蛛网膜下腔血肿增厚,密

表 3-2 3.0T MR 扫描序列参数范围(供参考)

参数	MRI					
	T ₁ WI	T ₂ WI	FLAIR	GRE	MRA	MRP
TR	2031	4900	8000	350	32	1800
TE	20	123	125	20	3.3	32
FOV(mm)	240	240	240	230	220	240
Slice(mm)	5	5	5	5	0.65	5
No. of scan	24	24	22	24	4slabs	19
Interval	30%	30%	30%	30%	-30%	30%



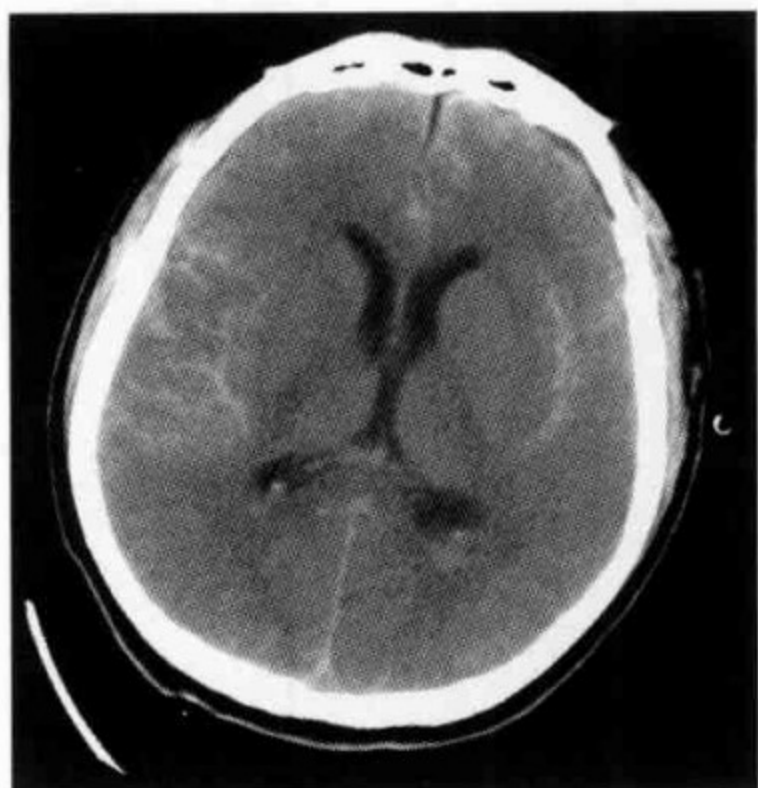


图 56 双外侧裂及额顶脑沟内线条样高密度影

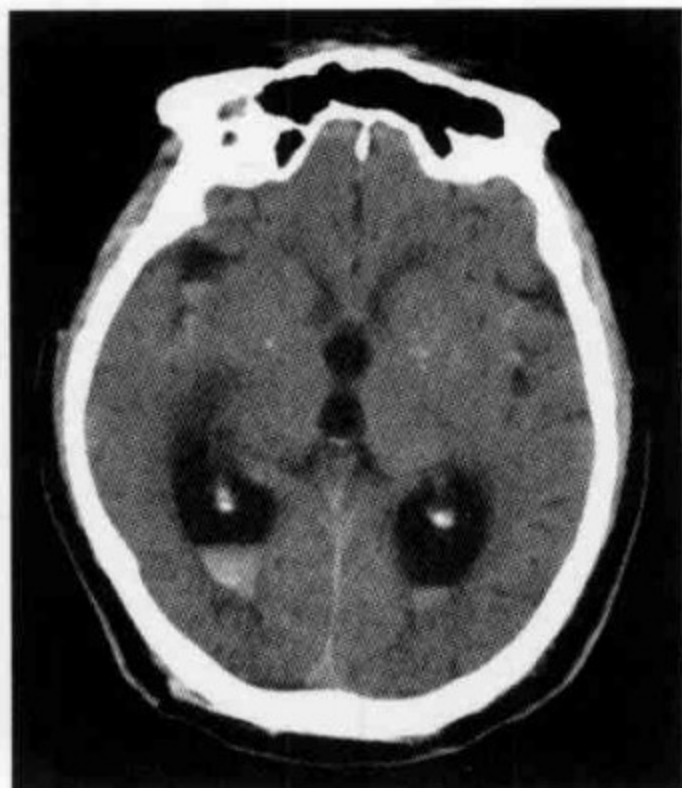


图 57 双外侧裂蛛网膜下腔出血并发梗阻性脑积水,脑室扩大

度增高。

(4) 蛛网膜下腔出血可并发脑血管痉挛,导致脑缺血和脑梗死。

(5) 并发梗阻性或交通性脑积水,表现为脑室扩大(图 57)。

(6) 可出现脑内血肿和脑室积血(图 58)。

(7) CTA 可显示潜在的脑血管异常(图 59)。

2. 急性脑实质出血

(1) NCCT: 超急性期(<6 小时)表现为略高密度影,CT 值为 55~60Hu(图 60);急性期为高密度影,CT 值为 75~80Hu,血肿边缘可出现低密度环(图 61);血肿破入脑室形成铸型(图 62)。

(2) CTA 原始图像或 CT 灌注成像原始图像见血肿仍然呈高密度影,病灶未见增大,周边无强化(图 63)。



图 58 前纵裂池及左侧颞顶部蛛网膜下腔出血伴脑室积血



图 59 CTA 显示右侧小脑上动脉动脉瘤

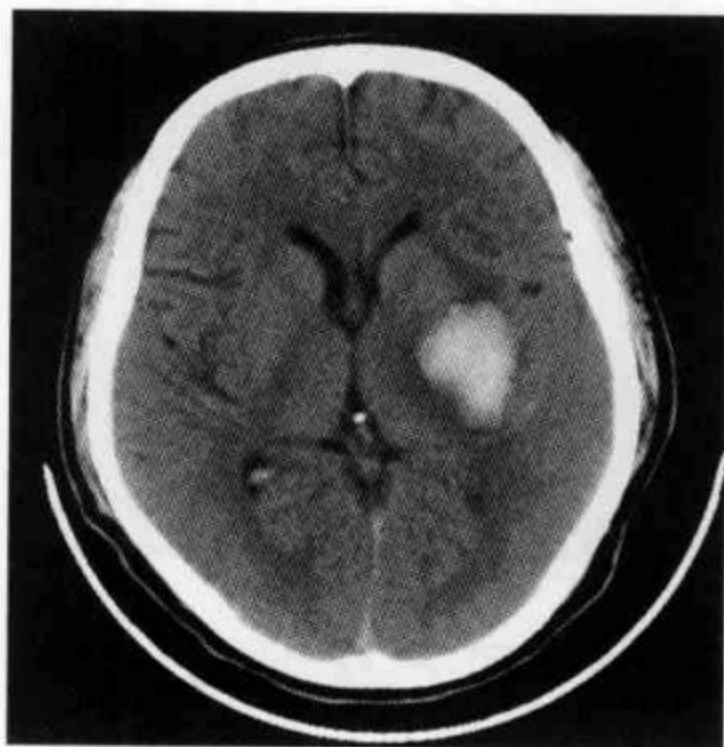


图 60 左侧基底节超急性期脑出血,呈略高密度影

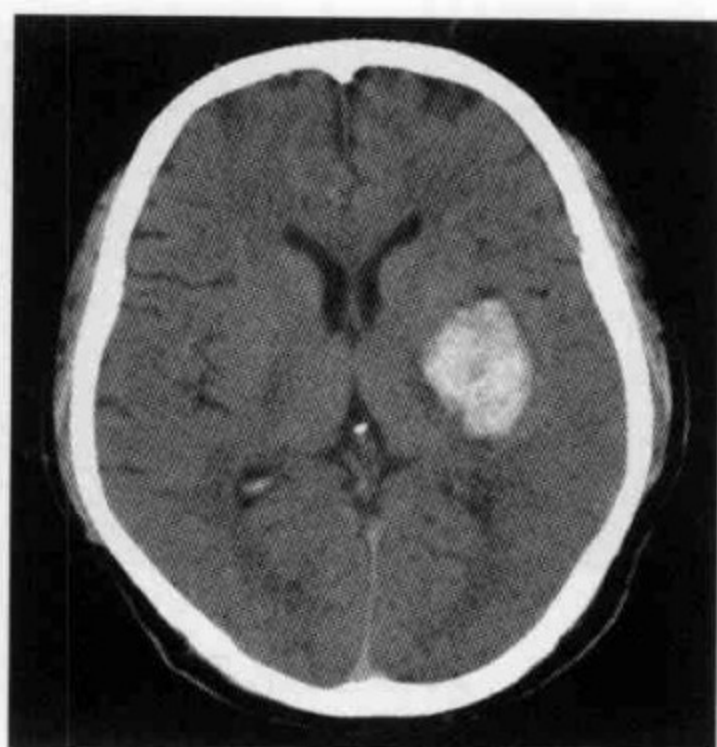


图 61 左侧基底节急性期脑出血,呈高密度影

(3) 血肿占位效应明显时,可并发脑疝发生。

(4) 血肿周围低灌注: 血肿周围出现低灌注梯度,呈现出不同的色阶变化(图 64~图 70);低灌注区相对脑血流参数值低于 0.5,则提示该区域脑组织将发生缺血性损伤。

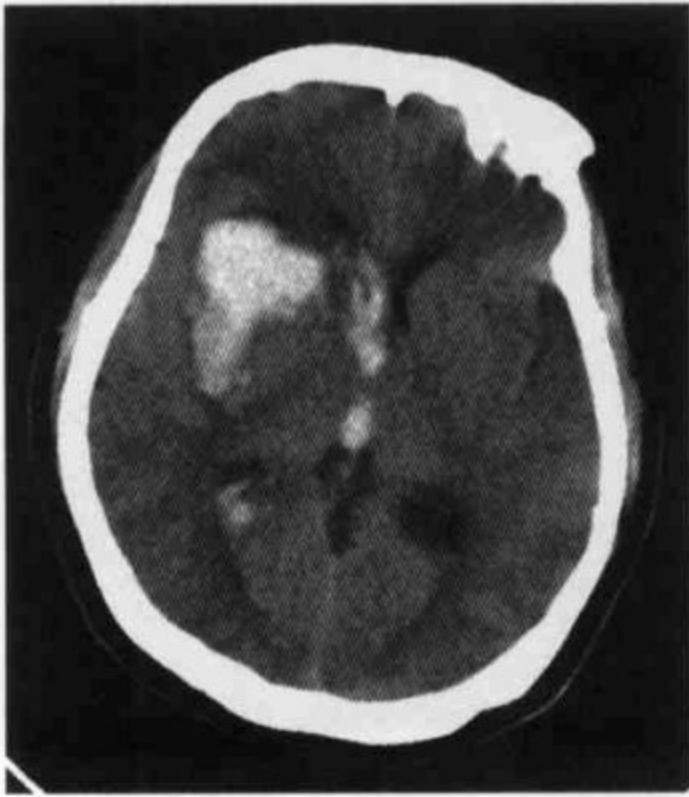


图 62 右侧基底节急性期出血,血肿破入脑室成铸型



图 63 CT 灌注成像原始图像见血肿仍然呈高密度影,病灶无增大,周边未见强化

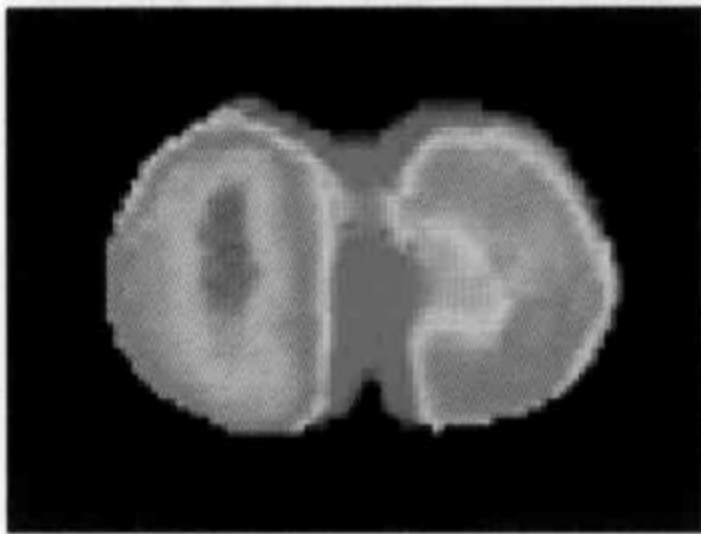


图 64 大鼠脑出血模型
CT 灌注参数图

注血后 6 小时 rCBF 参数图,可见血肿周围低灌注梯度呈明显的色阶变化

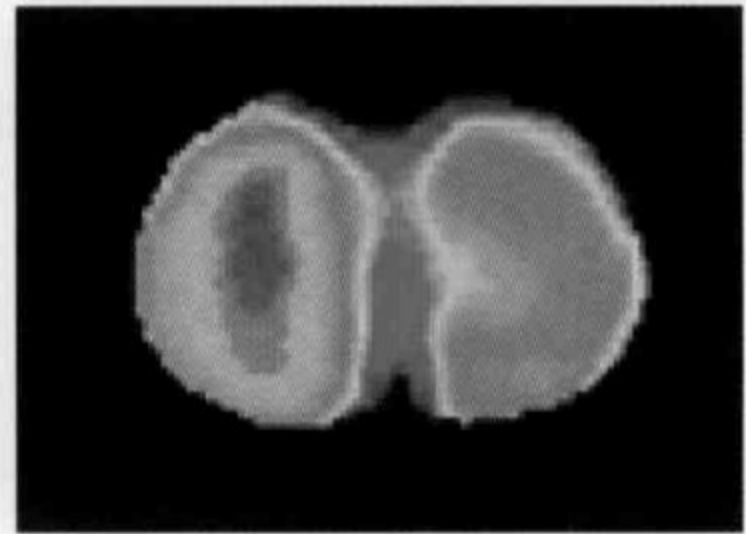
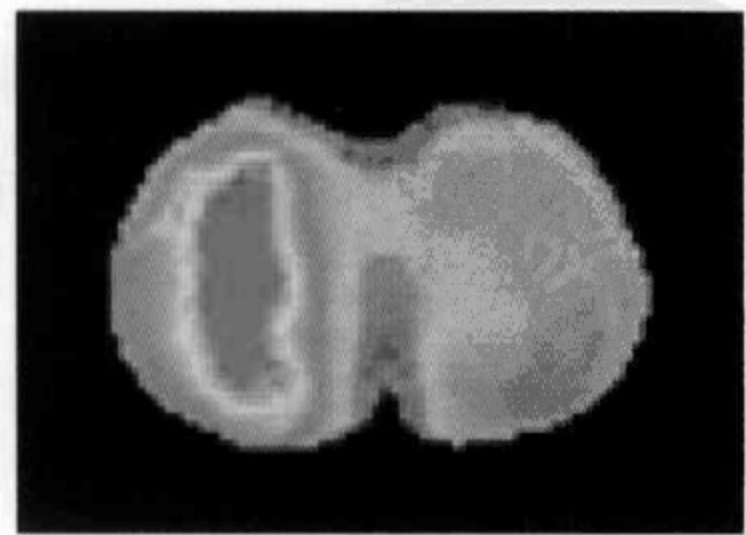


图 65 同一模型的 rCBV 参数图,显示血肿周围同样存在低灌注梯度

图 66 同一模型的 MTT 参数图,血肿周围可见 MTT 延长区



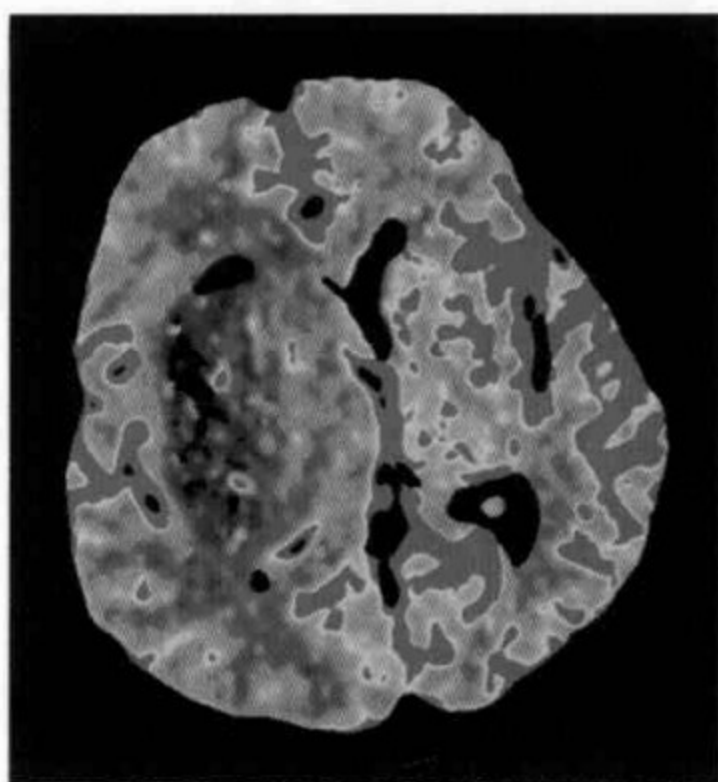


图 67 右侧壳核出血 CT
灌注参数图

rCBF 参数图显示血肿周围及同侧半球 rCBF 减低区呈明显的色阶变化

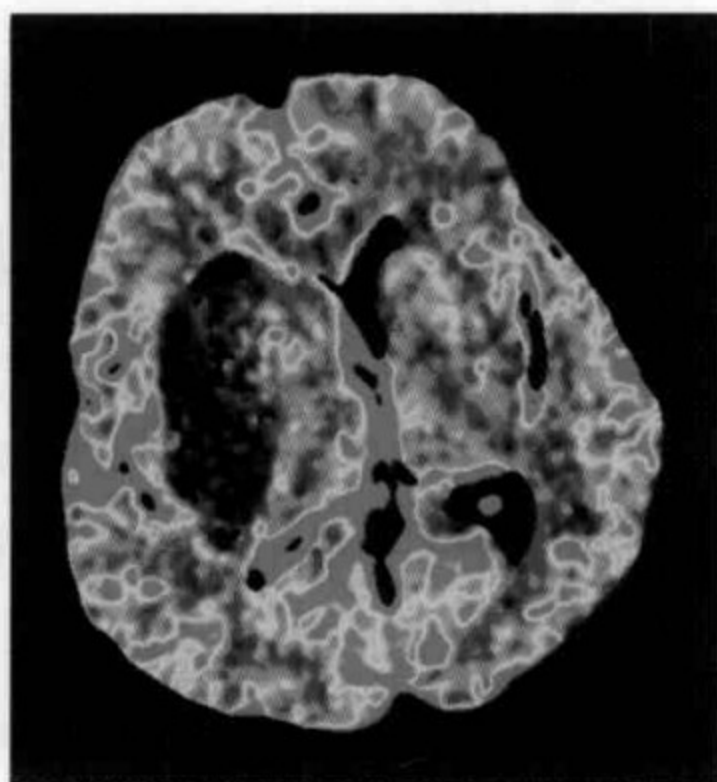


图 68 同一病例 rCBV 参数图,可见血肿周围及同侧半球 rCBV 减低区

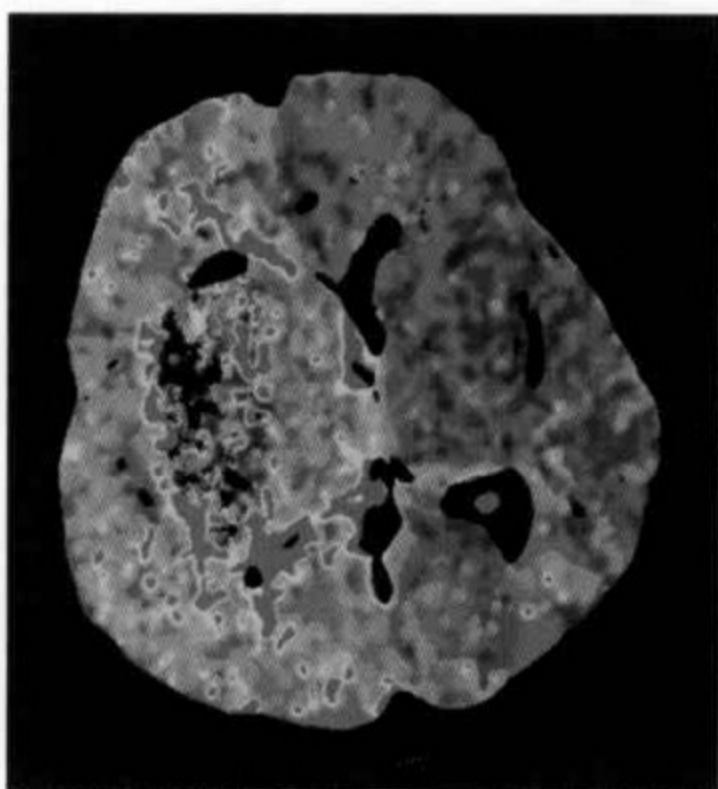


图 69 同一病例 MTT 参数图,血肿周围及同侧半球可见明显的 MTT 延长区

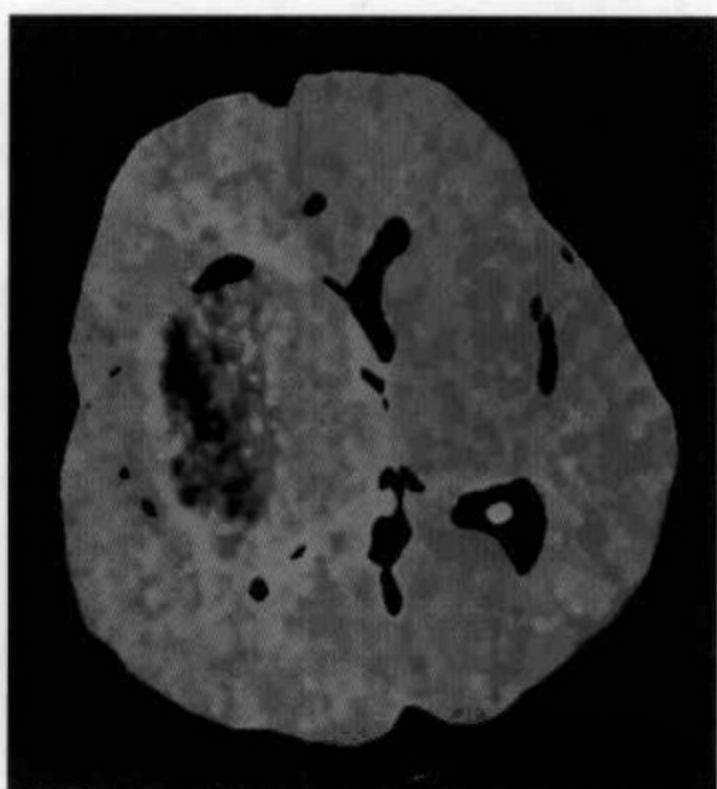


图 70 同一病例 TTP 参数图,可见血肿周围及同侧半球 TTP 明显延长

(5) 脑皮层出现高灌注, 则与该区域脑血流自身调节障碍有关。

(6) CTA 可显示潜在的脑血管异常(图 71)。

(7) CT 灌注成像的 PS 参数图像显示血肿周围密度增高, 则提示该区域 BBB 破坏。

(8) MR: 超急性期(<6 小时)MR 信号主要和血肿内蛋白含量有关, T_1WI 呈等信号, T_2WI 呈高信号(图 72, 图 73); 急性期 MR 信号主要反映血肿红细胞内去氧血红蛋白特性, T_1WI 呈等信号, T_2WI 呈低信号(图 74, 图 75)。脑血肿在不同场强的 MR 成像设备上的表现略有不同, 见表 3-3 和表 3-4。

(9) 血肿占位效应明显, 可并发脑疝形成。

(10) 血肿周围低灌注: 血肿周围出现低灌注梯度, 呈现出不同的色阶变化; 脑皮层可出现高灌注区。

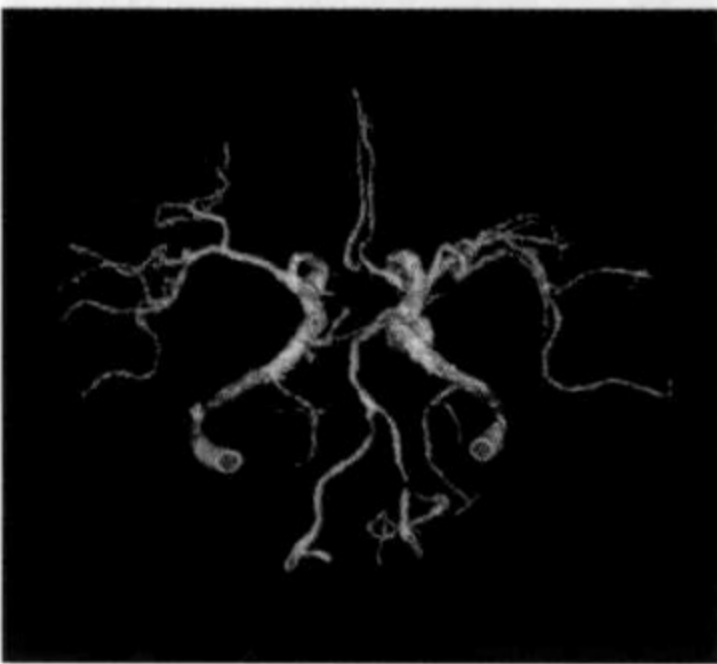


图 71 右侧基底节出血, CTA 显示双侧椎动脉节段性狭窄

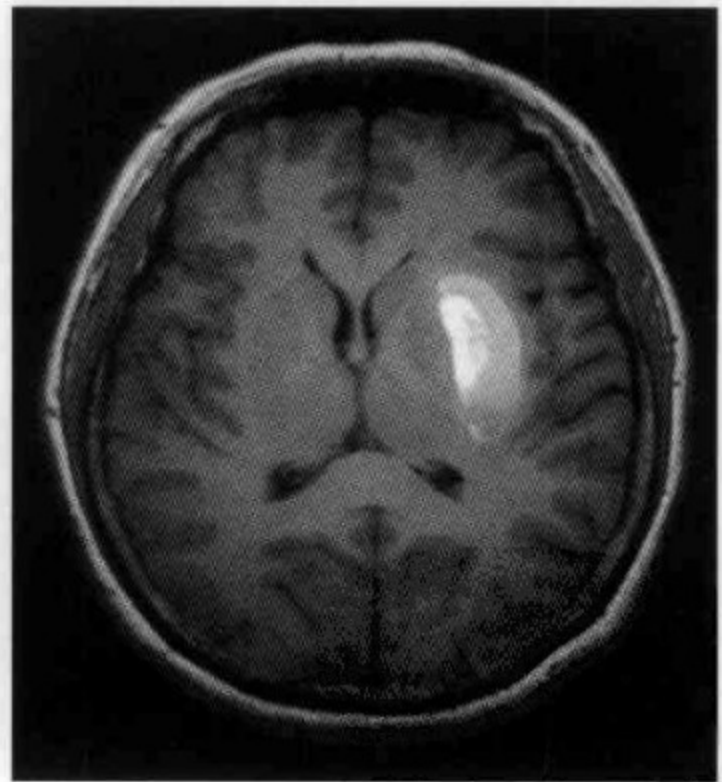


图 72 左侧基底节超急性期出血, 血肿外缘在 T_1WI 呈等信号

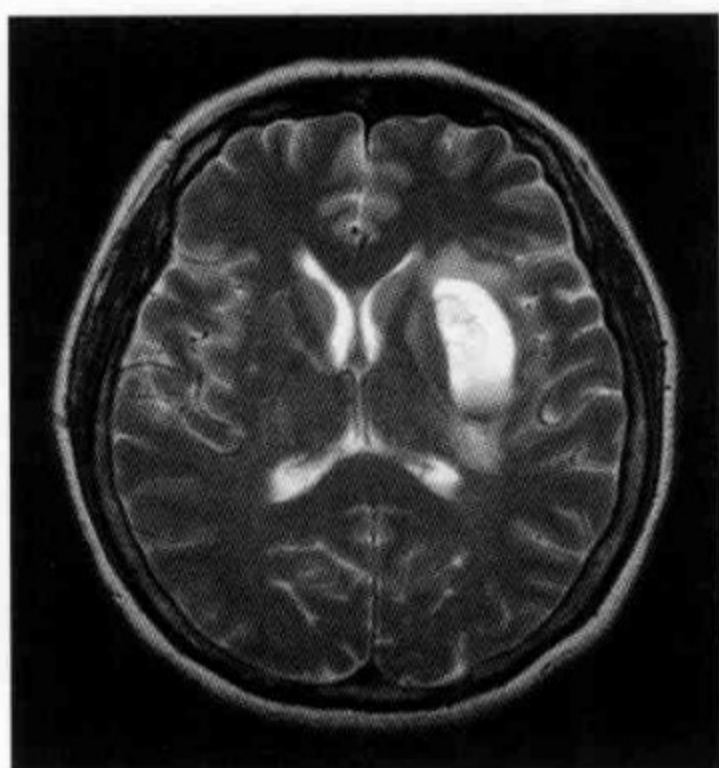


图 73 同一病例,血肿外缘在 T₂WI 呈高信号

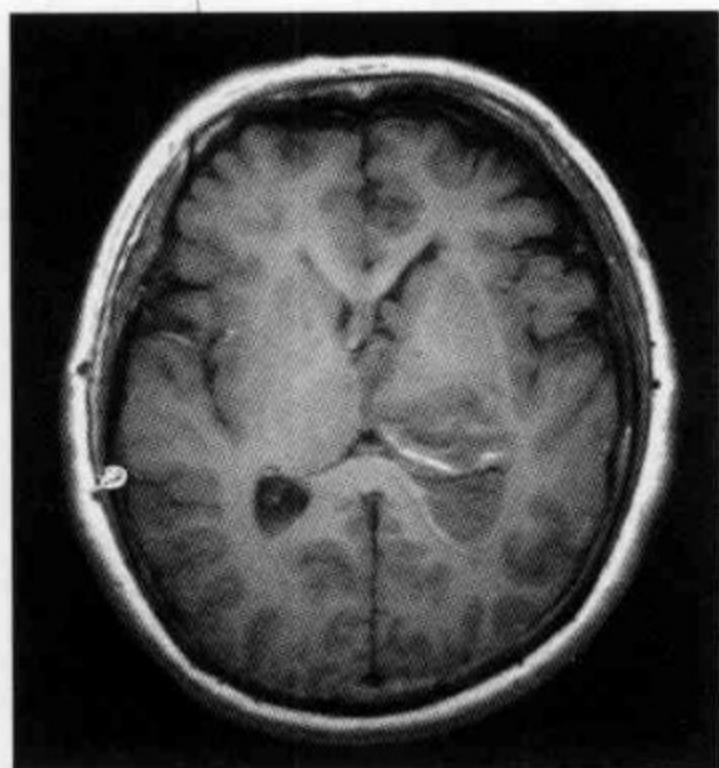
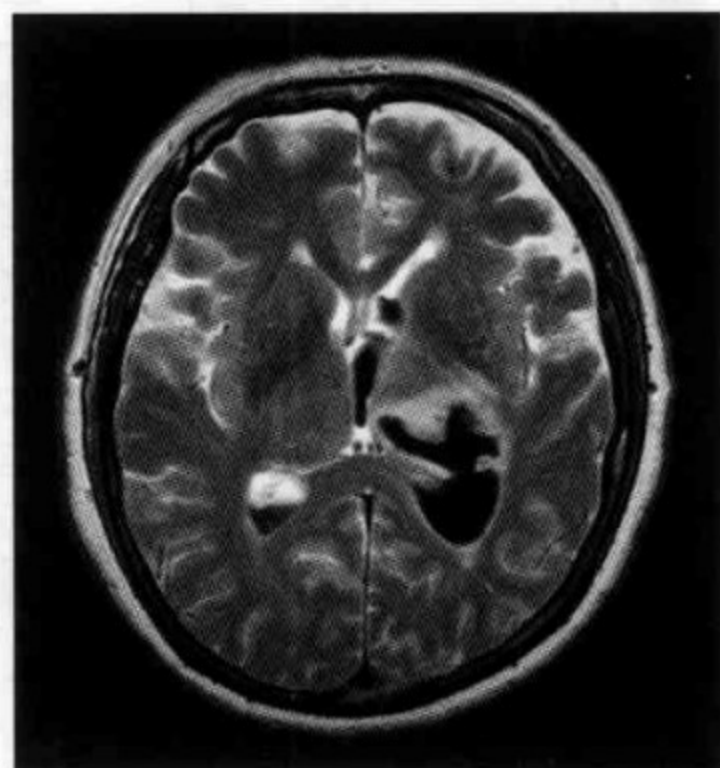


图 74 左侧丘脑急性期出血,血肿在 T₁WI 大部分呈等信号

图 75 左侧丘脑急性期出血,血肿在 T₂WI 呈低信号



(11) MRA 能显示潜在的脑血管异常(图 76)。

3. 急性硬膜下出血

(1) NCCT: 可见一侧或双侧颅骨内板下新月形高密度影, CT 值 70~80Hu(图 77); 如果蛛网膜有破口, CSF 进入硬膜下间隙, 血液被稀释而呈等密度; 如果有活动性出血或再出血, 血肿密度不均。

表 3-3 脑出血分期及血肿在高场强 MRI 表现

血肿成份	HbO ₂	DHb	RBC 内 MHb	RBC 外 MHb	含铁血红蛋白	含铁血黄素	囊腔
MRI 表现							
T ₁ WI	等或低	等	高	高	等	低	低
T ₂ WI	高	极低	低	高	低	更低	高

注:血肿由周边向中心演变

表 3-4 脑出血分期及血肿在中低场强 MRI 表现

血肿成份	HbO ₂	DHb	RBC 内 MHb	RBC 外 MHb	含铁血红蛋白	含铁血黄素	囊腔
MRI 表现							
T ₁ WI	低	等	高	高	等	低	低
T ₂ WI	高	低	低	高	低	低	高

注:血肿由周边向中心演变

医学知识
PDG



图 76 右侧基底节出血
MRA 显示右侧大脑中动脉闭塞,左侧大脑中动脉水平段狭窄

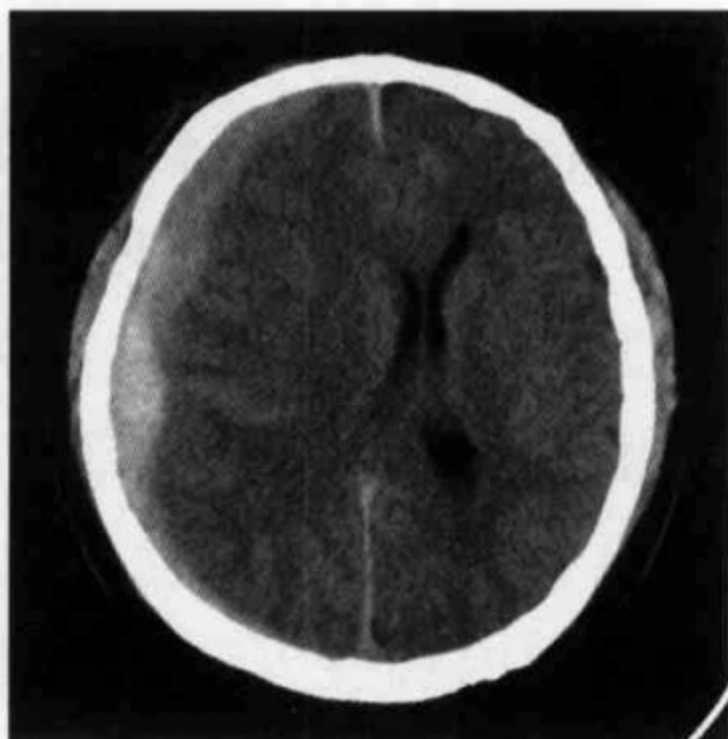


图 77 右侧额颞部急性硬膜下出血, 血肿呈新月形高密度影

- (2) 可伴有颅骨骨折和脑损伤(图 78)。
- (3) 占位效应明显,可并发脑疝形成(图 79)。
- (4) MR 检查能清晰地显示硬膜下出血所并发的脑疝,脑疝的发生和类型与出血量及出血部

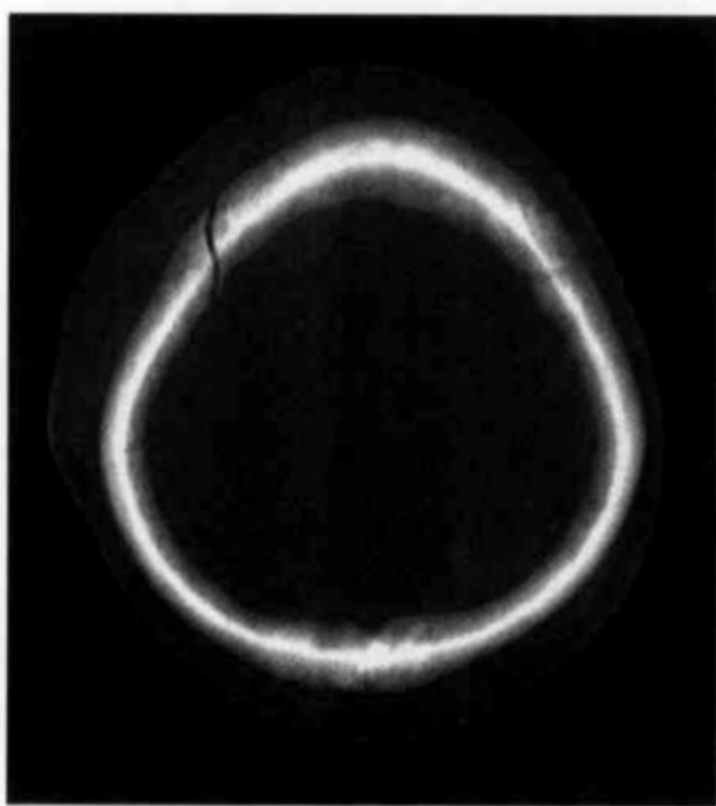


图 78 与图 77 同一病例,
右侧额部颅骨骨折

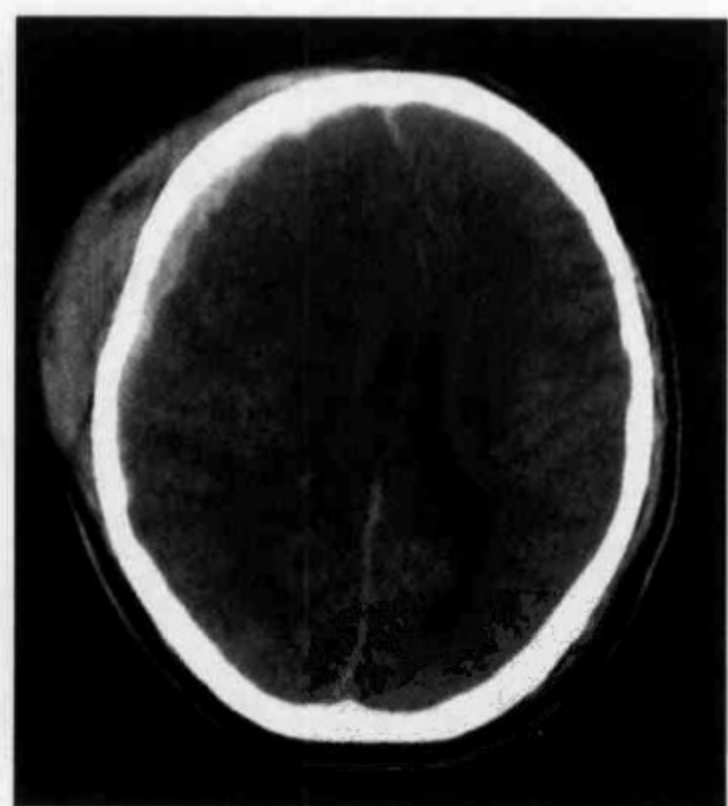


图 79 右侧额顶部硬膜下出血, 占位效应明显, 右侧脑室变形, 中线左移

位有关。

(六) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题：①确定为脑实质内出血，除外肿瘤性出血和脑血管畸形出血；②明确出血部位？出血量？出血范围？血肿成分？③有无新发出血和再出血？④有无出血并发的脑内病变？⑤占位效应程度如何？有无脑疝发生？⑥血肿周围是否存在低灌注？如果有程度如何？⑦脑皮层是否存在异常高灌注？⑧BBB 是否破坏？⑨有无潜在的脑血管结构异常？

二、非急性期脑出血

(一) 检查方法选择原则

非急性期脑出血影像学检查方法必须符合下述条件：①检查设备可以立即投入使用；②检查时间较短，易于操作；③该方法可以提供脑血管形态学信息；④该方法可提供脑局部组织灌注信息（用于血肿周围脑组织的研究）；⑤舒适、安全、可靠；⑥患者在检查过程中易于监控。

特 别 提 示

非急性期脑出血下述情况 MR 优于 CT：等密度出血；后颅凹出血；小于 1cm 的出血；显示血肿内部结构；非急性期蛛网膜下腔出血；非急性期硬膜下出血；显示出血并发的脑内病变。

(二) 影像检查目的

- ①显示血肿吸收情况；②显示血肿占位情况；③有无血肿扩大及新发出血？④有无出血并发的脑内病变？⑤血肿周围及脑皮层有无异常灌注区？⑥BBB 是否破坏？⑦是否存在脑微出血？

(三) CT/MR 扫描基本要求

CT 检查以平扫为主,对于等密度血肿可以加行 CT 增强扫描,各种扫描参数(供参考)见表 3-1。MR 常规检查至少应该包括 T₁WI、T₂WI。

(四) 图像解读

1. 非急性蛛网膜下腔出血

(1) NCCT:亚急性期出血显示为基底池、侧裂池和脑沟内线条或带状等密度或略高密度影(图 80,图 81);慢性期表现为略低密度影(图 82)。

(2) 若有反复出血,则蛛网膜下腔血肿增厚,



图 80 大脑后纵裂池亚急性期蛛网膜下腔出血,表现为线条状略高密度影

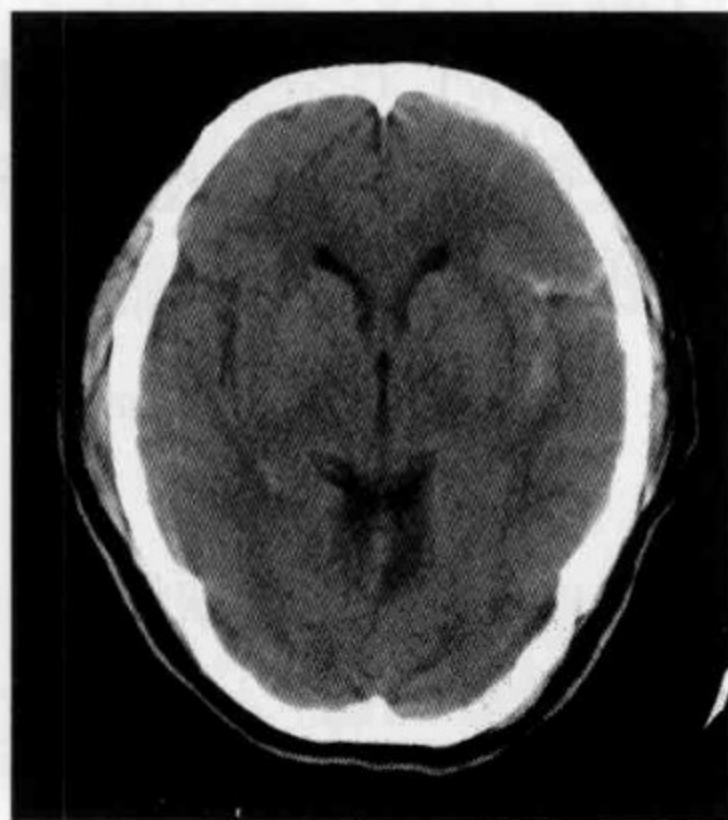


图 81 左侧裂池亚急性期出血,显示为线条样等密度及略高密度影



图 82 左侧裂池慢性期出血,显示为略低密度影

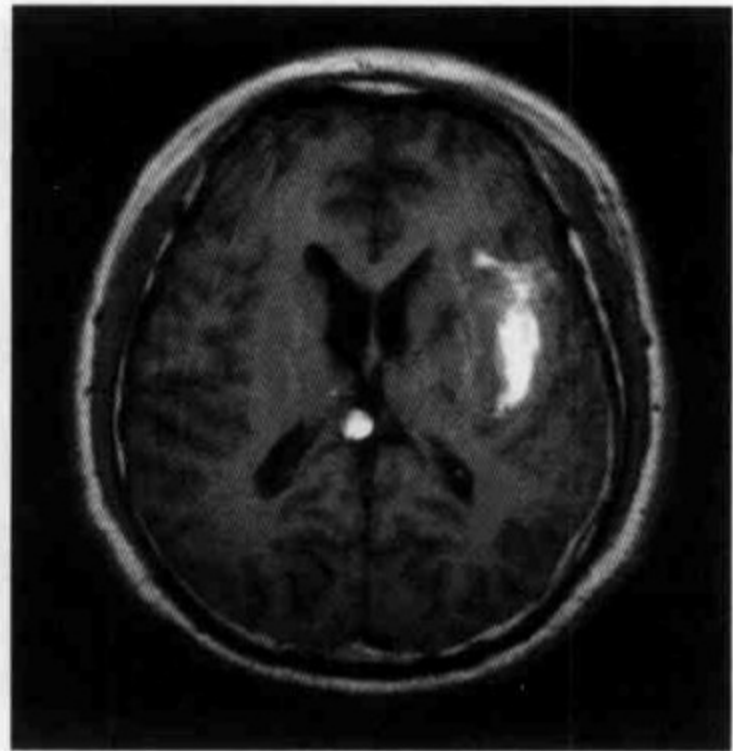


图 83 左侧裂池亚急性期血肿, T_1WI 表现为侧裂池内条带状高信号影

密度不均。

(3) CTA 可显示潜在的脑血管结构异常。

(4) MR:平扫时,亚急性期血肿表现为基底池、侧裂池和脑沟内条带状异常信号影, T_1WI 呈高信号, T_2WI 呈高信号(图 83,图 84);慢性期血肿在 T_1WI 上呈低信号, T_2WI 呈低信号, T_2WI 上低信号更具特征性改变(图 85,图 86);FLAIR 图像有助于慢性血肿与脑脊液的鉴别(图 87,图 88)。

(5) 如果并发脑缺血或脑梗死则有其相应 MR 表现。

(6) 可出现梗阻性或交通性脑积水、脑内血肿和脑室积血。

(7) MRA 可显示潜在的脑血管异常(图 89)。

2. 非急性脑实质出血。

(1) NCCT:亚急性期表现为等密度或略高密度影(图 90),慢性期为低密度灶(图 91),最后演

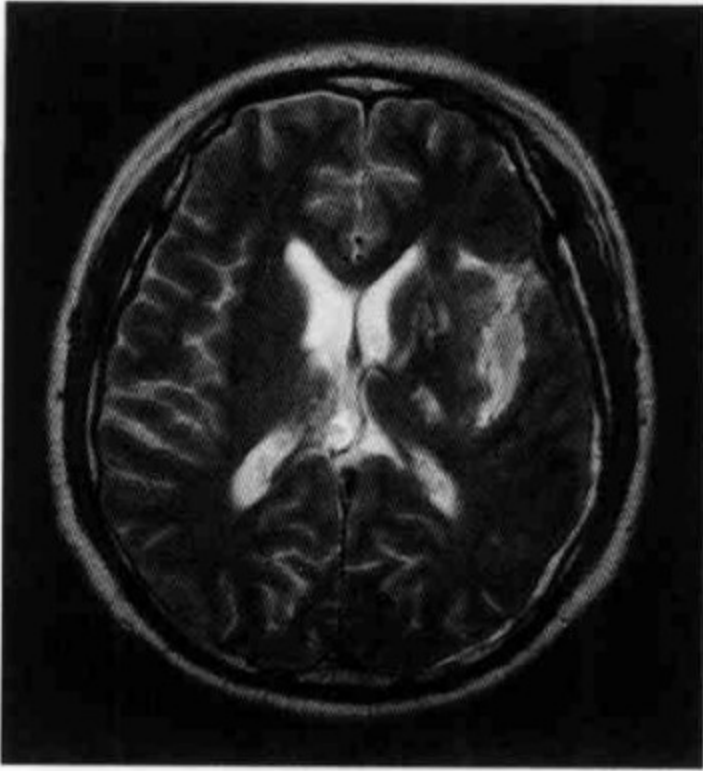


图 84 同一病例, T_2WI 亦表现为侧裂池内条带状高信号影



图 85 右侧裂池慢性期血肿, 在 T_1WI 上呈低信号

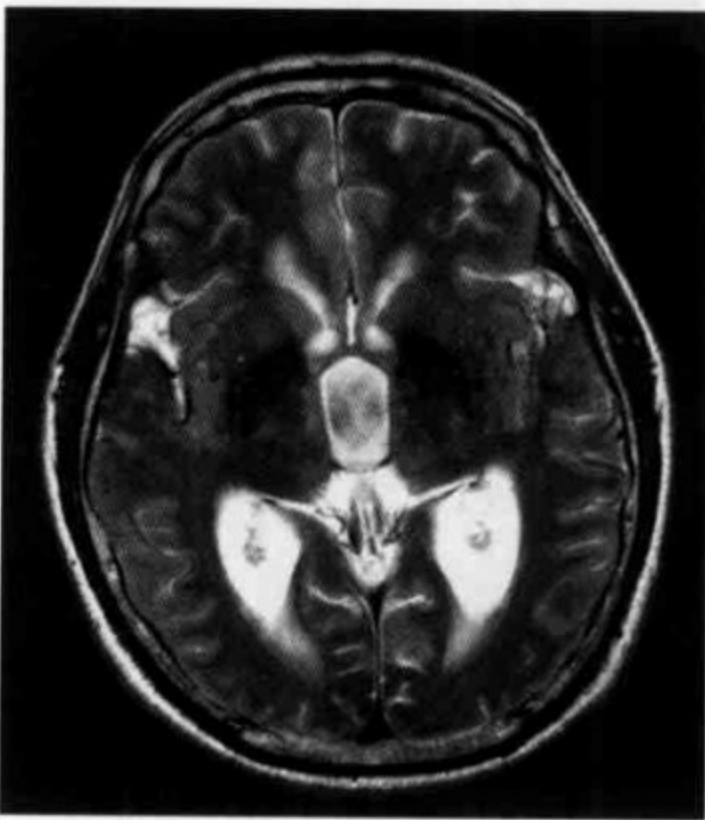


图 86 血肿在 T_2WI 呈特征性的线样低信号

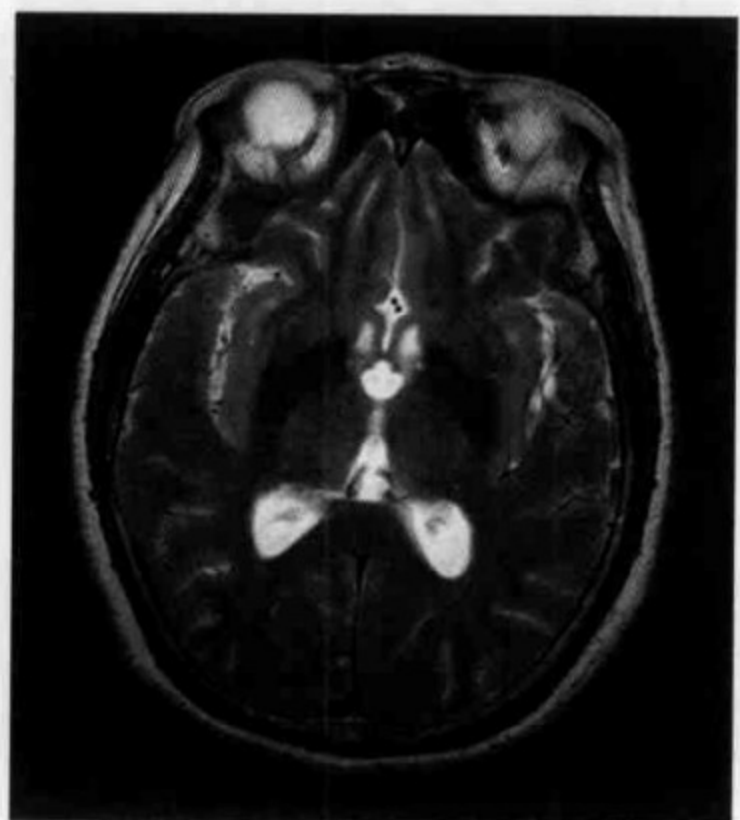


图 87 左侧裂池慢性期出血, T_2WI 显示为高信号, 难与脑脊液鉴别

变为裂隙状低密度软化灶; 若血肿扩大, 则提示有再出血。

(2) 血肿占位效应减轻; 邻近结构改善。

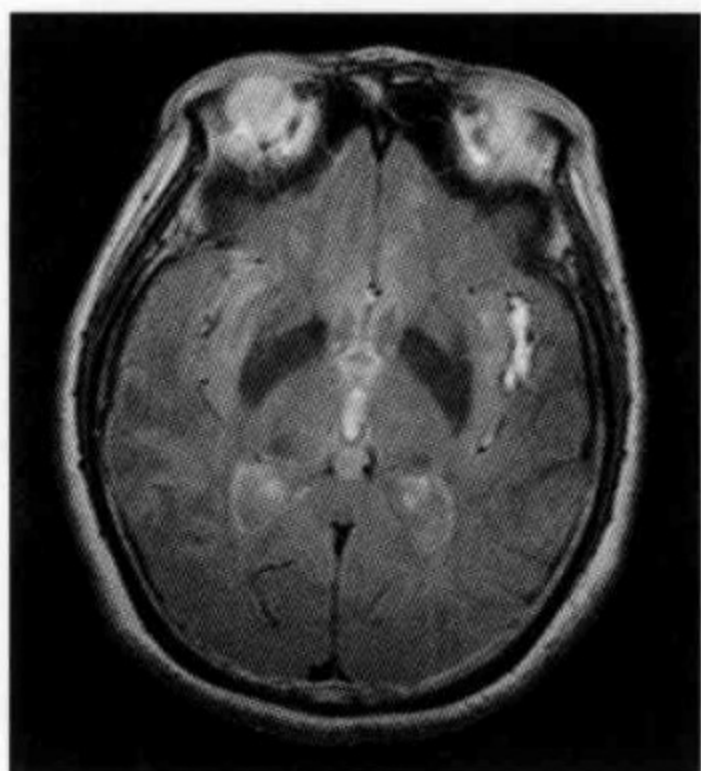


图 88 左侧裂池慢性期出血,FLAIR 图像上显示清晰



图 89 与图 87 同一病例, MRA 显示左侧大脑前动脉水平段局限性狭窄



图 90 左侧基底节亚急性期脑出血, 血肿大部分呈等密度影



图 91 右侧基底节慢性期出血, 血肿大部分表现为低密度影

(3) 血肿周围低灌注: 血肿周围依然可存在不同程度的低灌注(图 92~图 96); 脑皮层也可出现高灌注。

(4) CT 灌注成像原始图像显示血肿周围可

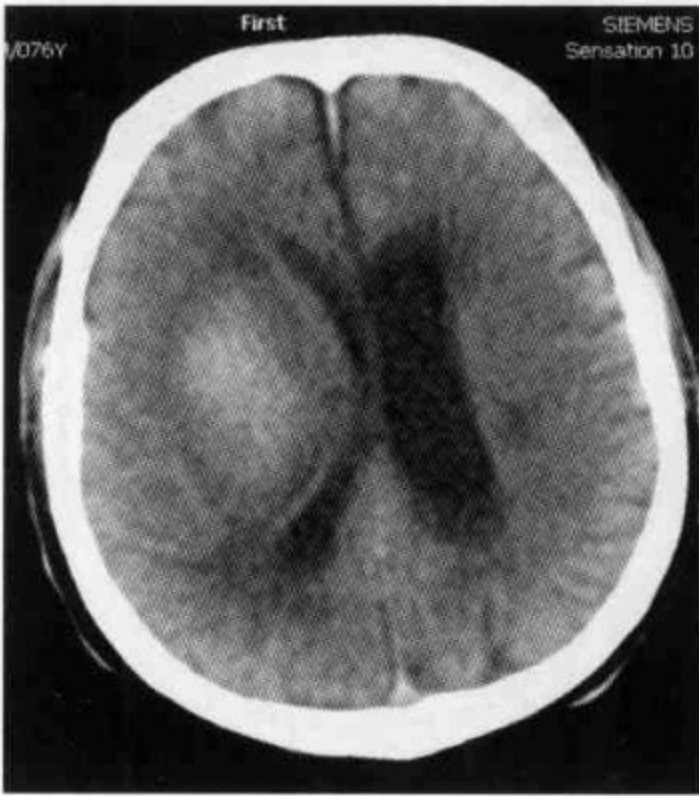


图 92 右侧基底节区亚急性期脑出血

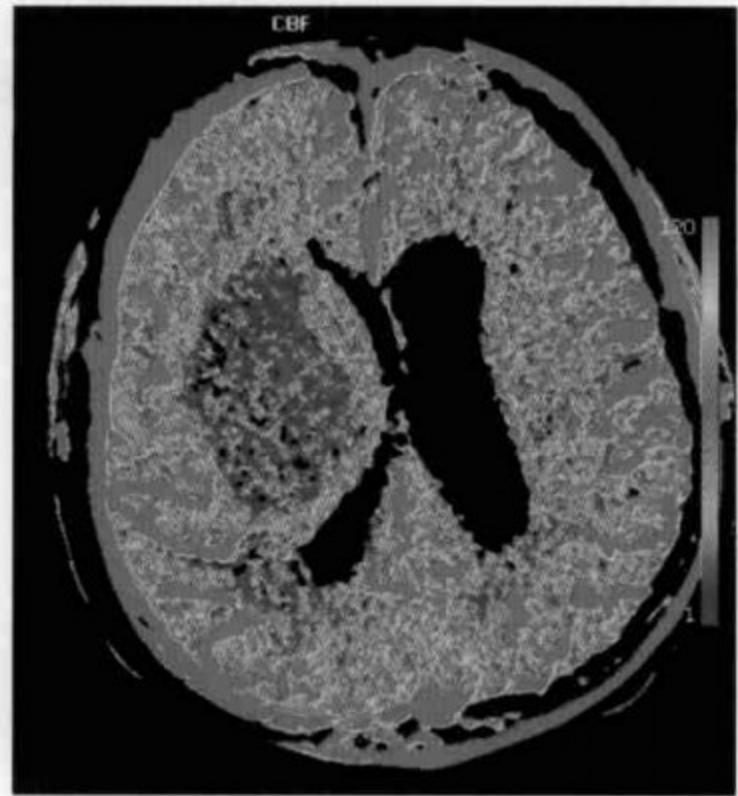


图 93 为图 92 同一病例 CT 灌注参数图, rCBF 参数图显示血肿周围依然存在不同程度的低灌注

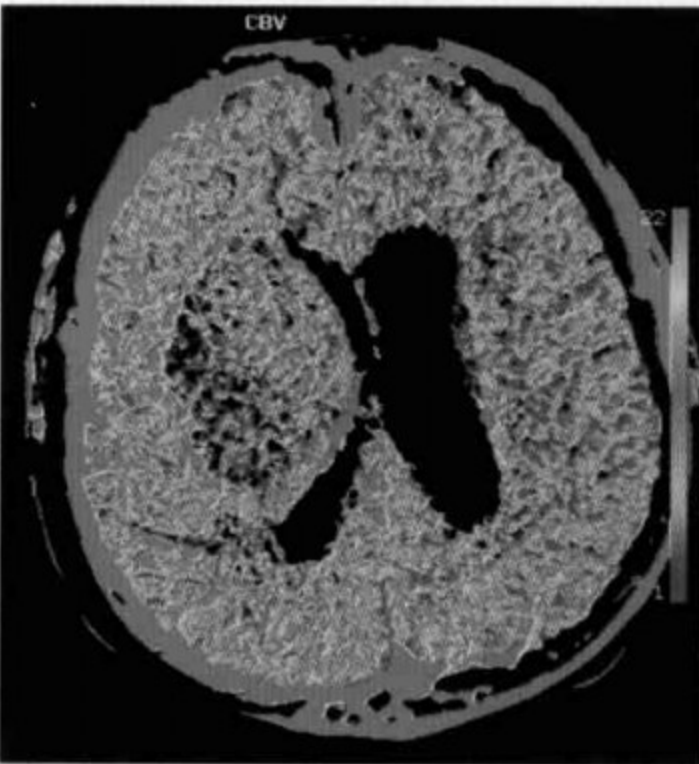


图 94 rCBV 参数图显示血肿周围存在 rCBV 增加区

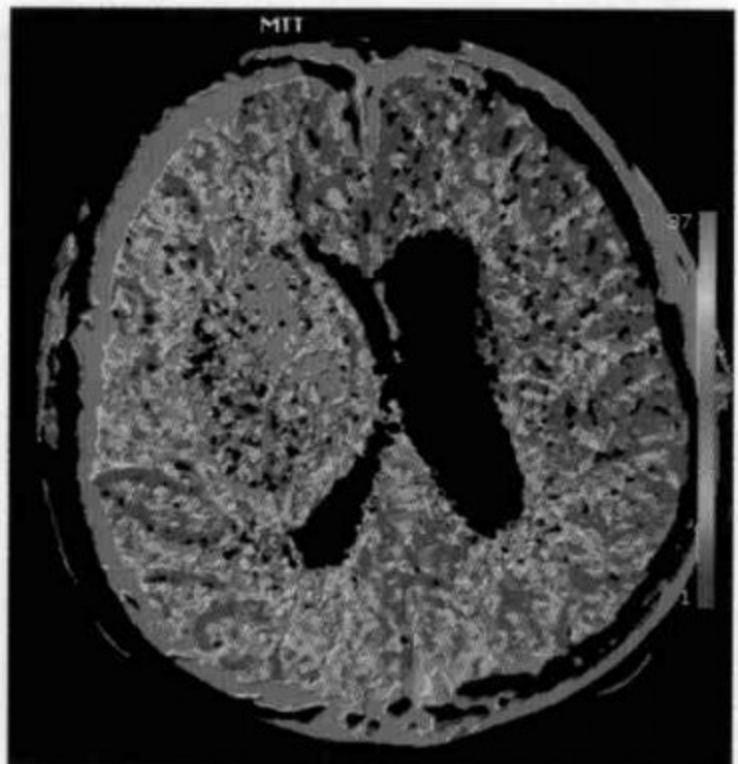


图 95 MTT 参数图显示血肿周围存在 MTT 延长区

出现环状强化影。

(5) MR: 亚急性早期信号主要反映红细胞内正铁血红蛋白, T_1WI 呈高信号, T_2WI 呈低信号; 亚急性晚期红细胞裂解, MR 信号主要反映红细胞外



图 96 TTP 参数图显示血肿周围及半球存在 TTP 延长区

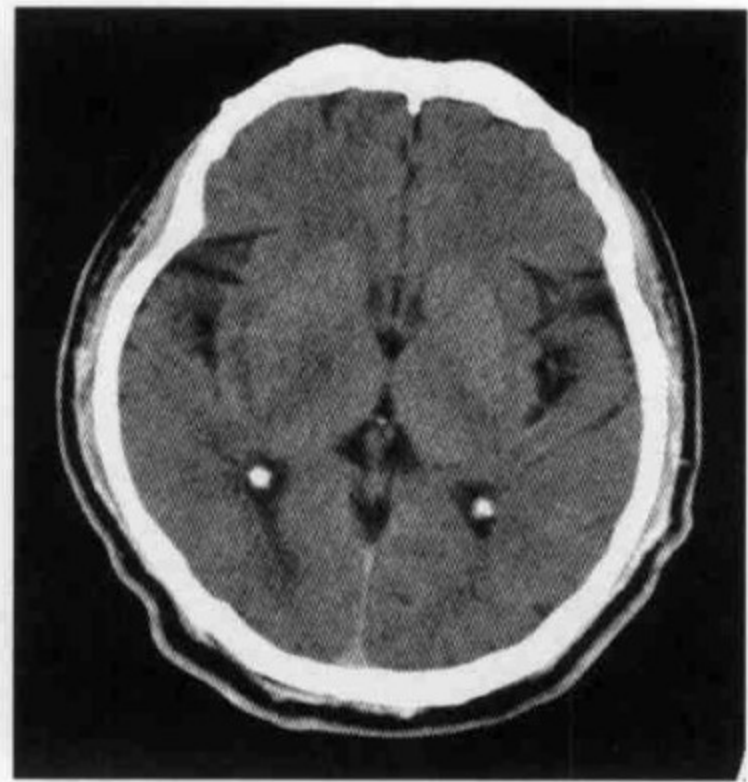


图 97 右侧基底节区亚急性期脑出血,血肿呈等密度影

正铁血红蛋白, T_1WI 呈高信号, T_2WI 呈高信号 (图 97~图 99); 慢性期血肿演变为含铁血黄素和铁蛋白, T_1WI 呈等信号, T_2WI 呈低信号; 晚期形成残腔, T_1WI 呈低信号, T_2WI 呈高信号 (图 100, 图 101)。

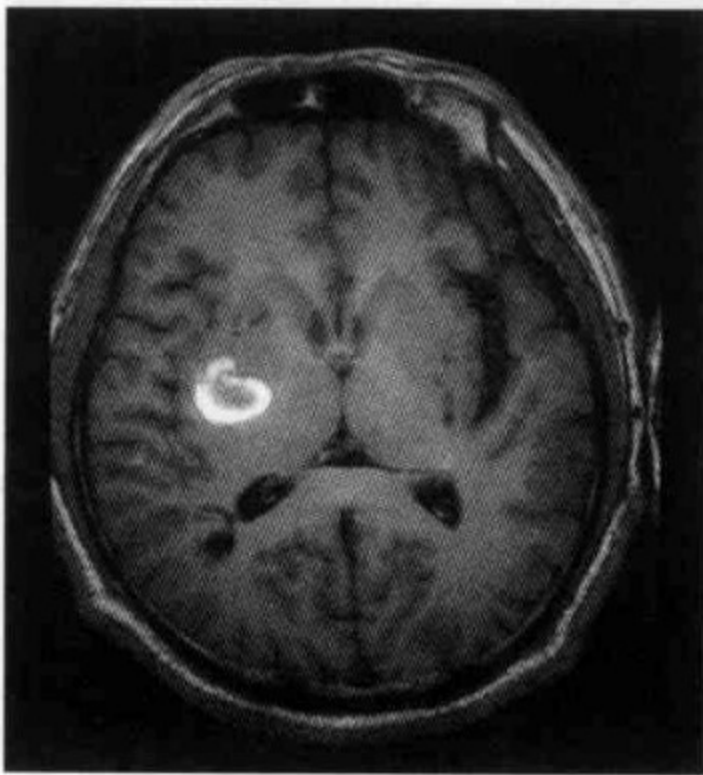


图 98 与图 97 同一病例, 亚急性期血肿在 T_1WI 呈高信号

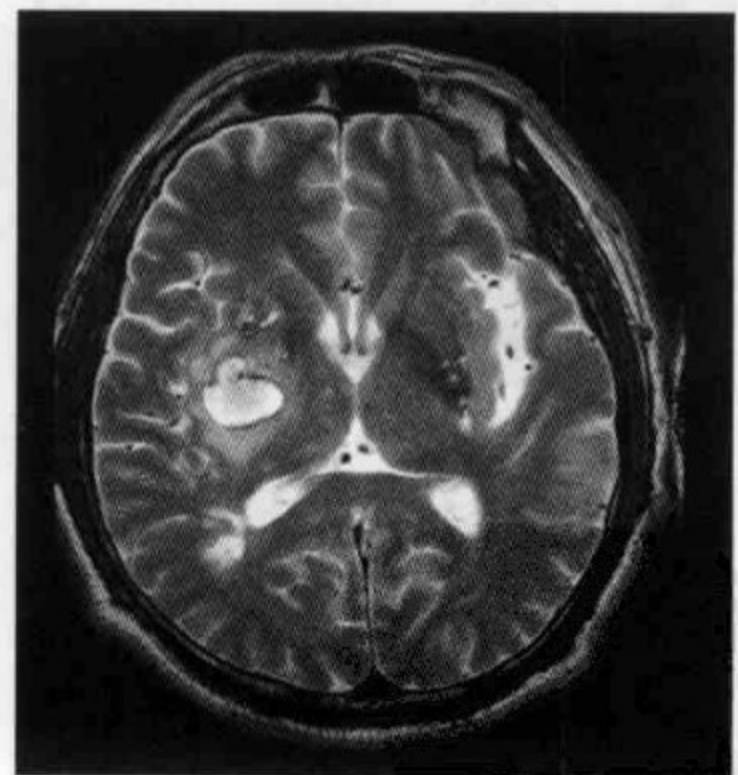


图 99 亚急性期血肿在 T_2WI 亦呈高信号

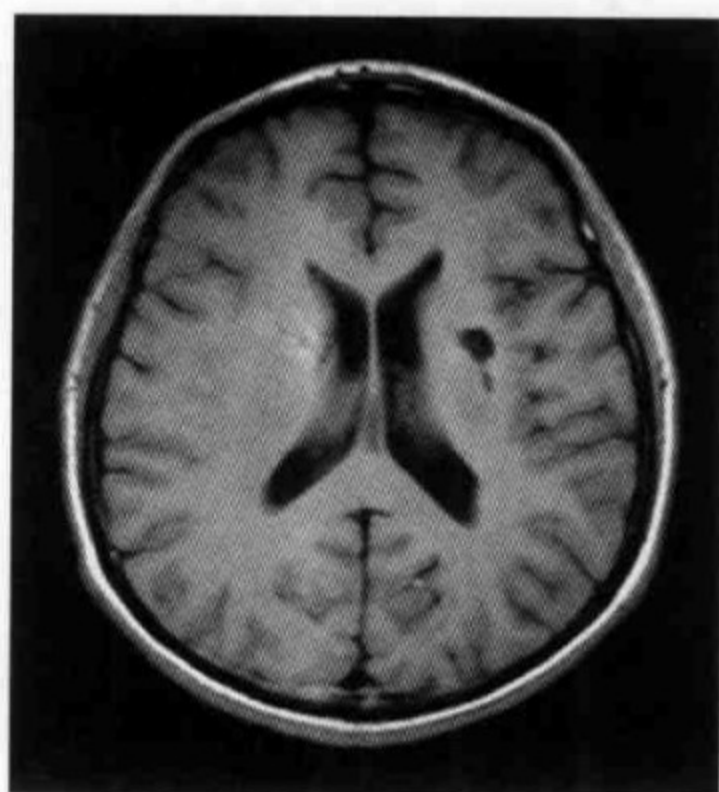


图 100 右侧基底节区慢性期血肿, 在 T_1WI 呈等信号; 左侧基底节区脑出血晚期形成残腔, 在 T_1WI 呈低信号



图 101 右侧基底节区慢性期血肿, 在 T_2WI 呈低信号; 左侧基底节区出血晚期形成残腔, 在 T_2WI 呈高信号

(6) 脑微出血: 在 T_2WI 、 T_2^*GRE 、 SWI 图像上呈点状、类圆形低信号影或信号缺失影, 边界清楚, 约 2~5mm, 周围无水肿(图 102~图 104)。

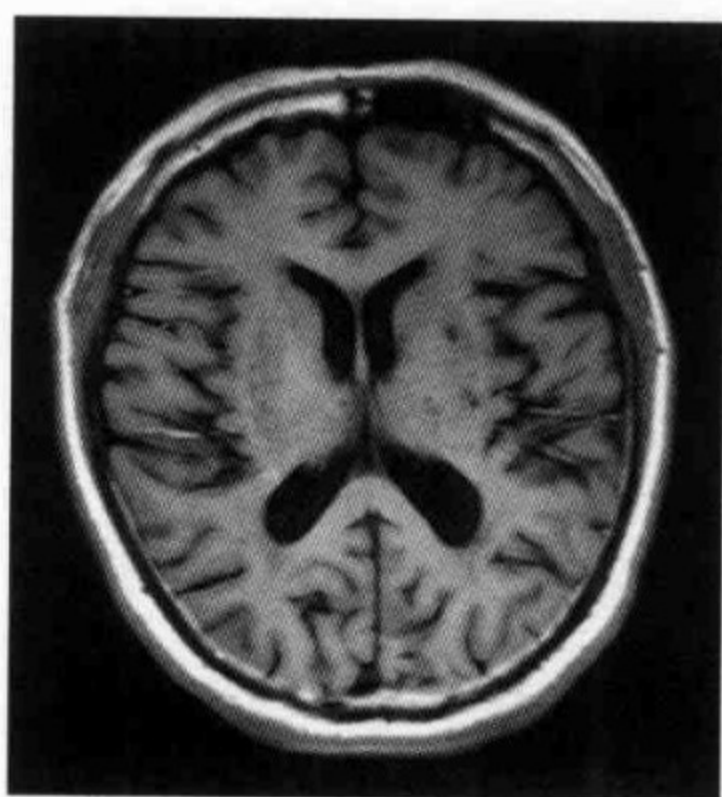


图 102 脑微出血在 T_1WI 呈点状低信号影, 约 2~5mm, 边界清楚



图 103 脑微出血在 T_2WI 亦呈点状低信号影, 边界清楚

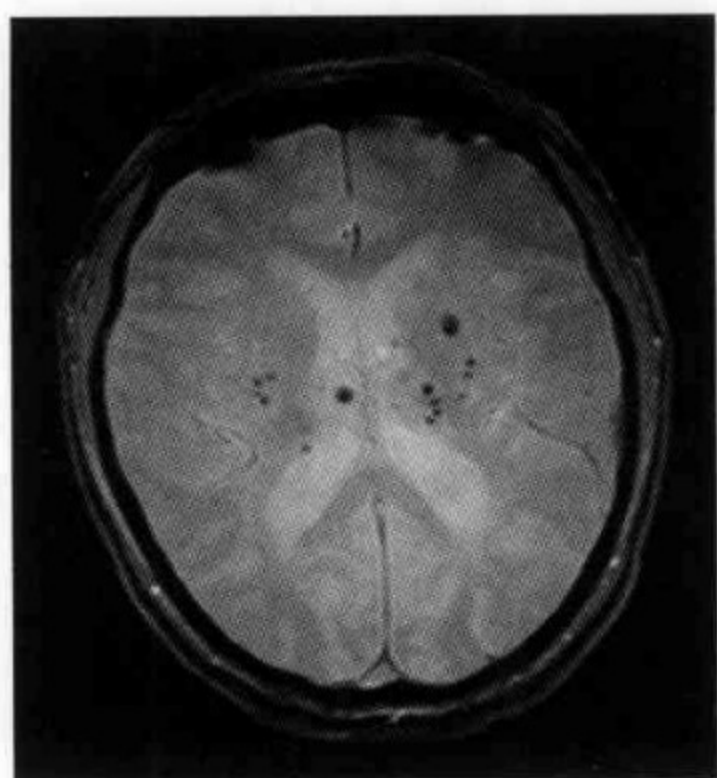


图 104 脑微出血在 GRE T_2^* WI 呈点状低信号影, 显示清晰



图 105 双侧额顶部硬膜下亚急性期出血, 血肿呈新月形混杂密度影

3. 非急性硬膜下出血

(1) NCCT: 亚急性期硬膜下血肿呈一侧或双侧新月形, 密度表现多样化, 可为高密度、等密度和混杂密度, 出现沉积现象(图 105); 慢性期硬膜下血肿可呈等密度或低密度, 血肿内有分隔(图 106); 如果有活动性出血或再出血, 血肿密度不均(图 107)。

(2) CT 增强: 可见线样强化的血肿包膜, 勾画出等密度血肿轮廓。

(3) MR: 亚急性期表现为一侧或双侧硬膜下新月形异常信号影, 早期 T_1 WI 呈高信号, T_2 WI 呈低信号, 后期 T_1 WI 呈高信号, T_2 WI 呈高信号(图 108, 图 109); 慢性期仍表现为新月形, T_1 WI 呈等或低信号, T_2 WI 呈高信号(图 110, 图 111)。

(4) 血肿占位效应可依然存在。



图 106 左侧额顶颞部慢性硬膜下血肿,呈水样低密度,内有分隔



图 107 右侧额顶颞部硬膜下活动性出血,血肿密度不均

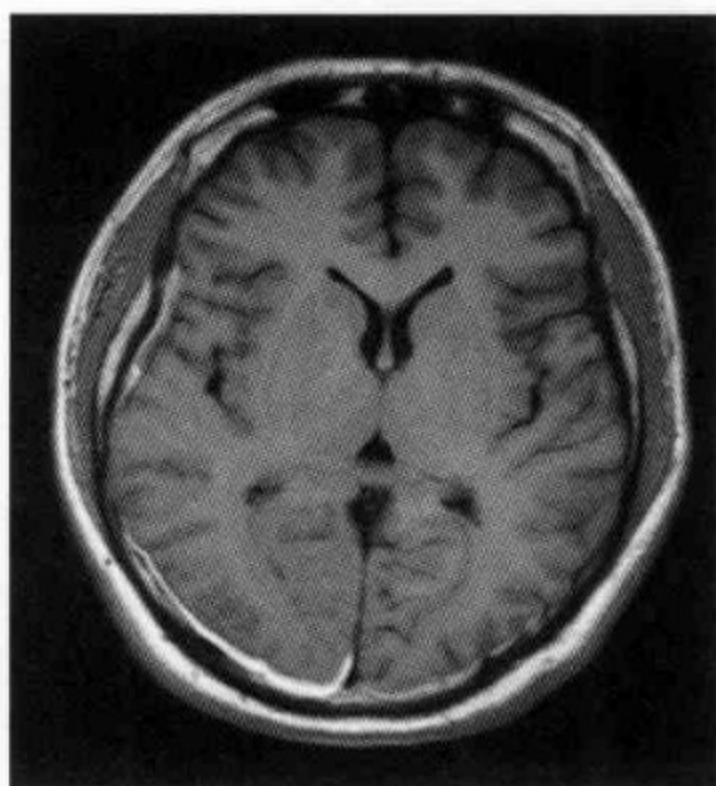


图 108 右侧颞枕部亚急性期硬膜下出血,血肿呈新月形, T_1WI 呈高信号

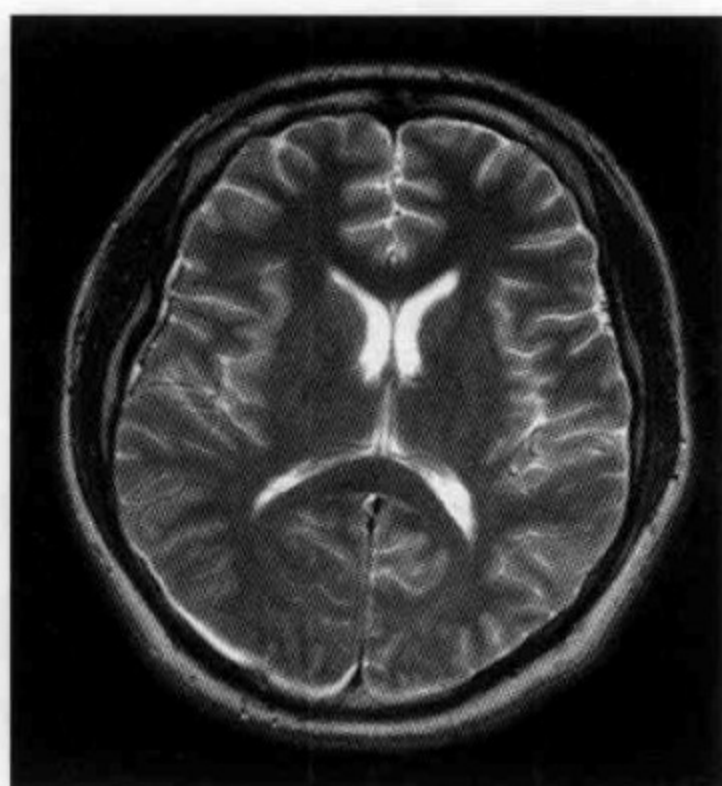


图 109 右侧硬膜下血肿在 T_2WI 亦呈高信号

(5) 可伴有颅骨骨折和脑损伤表现。

(五) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题: ①血肿吸收情况如何? ②有无新发出血和再出血? ③血

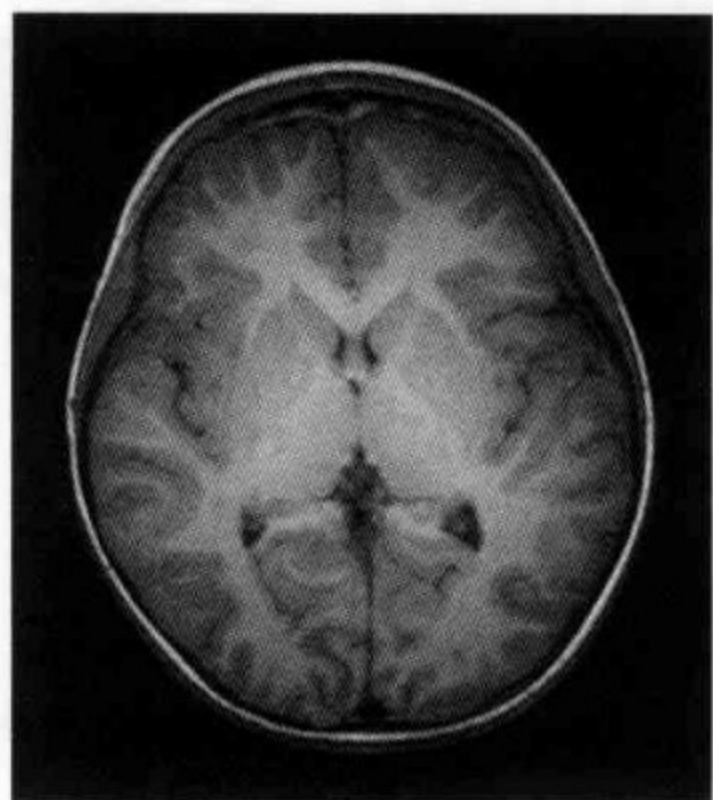


图 110 左额部慢性期硬膜下出血，血肿呈新月形， T_1WI 呈等信号

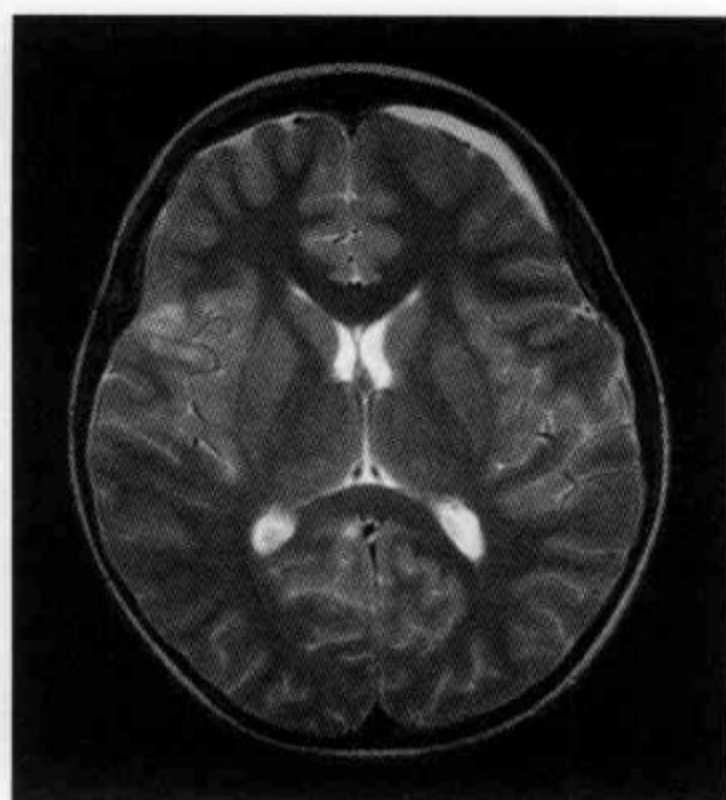


图 111 左额部硬膜下出血，在 T_2WI 呈新月形高信号

肿占位效应程度如何？有无脑疝发生？④脑实质出血血肿周边有无环状强化？环状强化提示血肿周围无 BBB 的肉芽组织增生；⑤脑实质出血血肿周围是否存在异常低灌注？如果有程度如何？有无改善？⑥脑实质出血时，脑皮层是否存在异常高灌注？⑦有无出血并发的脑内病变？如果有目前情况如何？⑧有无潜在的脑血管结构异常？⑨脑微出血发生部位？单发还是多发？

(周 剑)

第四章

脑静脉及 静脉窦血栓形成

脑静脉血管疾病作为脑血管病的重要组成部分之一与脑动脉血管疾病一样具有同等的临床意义。然而由于历史原因，人们高度重视脑梗死这类脑动脉闭塞疾患，忽视脑静脉血管闭塞的研究。随着脑动脉闭塞性疾病在诊断及治疗方面的发展，脑静脉系统闭塞性疾病的危害日益为临床工作所重视。

脑静脉窦闭塞是一种特殊类型的脑血管疾病，其致病诱因众多，临床表现多种多样，缺乏特异性。本病通常可分为炎症性和非炎症性两大类。前者多由于感染直接侵犯脑静脉和静脉窦引起；后者则多由于颅脑外伤、颅脑外科手术后、严重脱水、血液病和颅内肿瘤等引起。以往人们将脑静脉系统闭塞的致病机理与动脉系统闭塞混为一谈，加之临床表现无特异性，导致该病诊断正确率较低。近年来，随着脑静脉系统研究的深入以及数字减影脑血管造影术及CT、MRI的广泛应用，尤其MR影像技术的应用，静脉窦闭塞的早期正确诊断已经成为现实。

脑静脉及静脉窦血栓形成以上矢状窦和横窦

的发生率最高,其次是直窦和皮层静脉,大脑大静脉和颈内静脉的发生率较低。

(一) 检查方法选择原则

脑静脉及静脉窦血栓形成的影像学检查方法包括 CT、MR 和 DSA 等,前 2 种方法为非损伤性检查,DSA 则为损伤性检查。MR 可以清楚的显示血栓形成的直接征象和间接征象,为首选的影像学方法;CT 平扫常常无法发现血栓形成的直接征象,CT 增强检查可以发现静脉窦内的充盈缺损征象。DSA 可以直观地显示静脉和静脉窦狭窄或闭塞,但无法显示脑实质内的间接征象。

(二) 影像检查目的

- ①是否存在静脉或静脉窦血栓? 血栓部位?
- ②是否合并双丘脑及基底节区脑肿胀,脑水肿,脑梗死或脑出血?
- ③脑室扩大与否?

(三) 影像检查流程

MR 检查模式不需造影剂成像,显示静脉或静脉窦血栓的同时显示脑实质合并的病理改变,并且,根据信号改变判断血栓的动态演变,是静脉或静脉窦血栓筛查和随访的重要检查方法。但是,MRV 受血流状态的影响较大,对血流慢的静脉窦和小静脉显示不确切;CT 检查模式扫描时间短,患者易保持不动,图像伪影少,具有颅骨等定位标记,直观性强、易于辨认静脉。并且,CTV 利用血管内造影剂成像,不受血流状态影响,可以直观准确显示血管狭窄或闭塞。MR 和 CTV 结合可以充分发挥两种检查模式的优势,达到准确诊断。目前,

无创影像可以准确诊断静脉和静脉窦血栓，一般不应用 DSA 进行诊断。

(四) CT 检查

包括 NCCT, CT 增强扫描和 CT 静脉成像 (CT Venography, CTV)。

1. 扫描参数和程序基本要求

(1) NCCT

1) 目的:初步诊断静脉和静脉窦血栓形成,鉴别急性或慢性静脉和静脉窦血栓形成。

2) 设备:推荐扫描参数见表 4-1。

(2) CT 增强扫描

1) 目的:进一步证实静脉和静脉窦血栓形成。

2) 造影剂:与 CTV 同时扫描,不需要注射额外的造影剂,注药速度 3ml/s。

(3) CTV

1) 目的:显示上矢状窦,直窦,横窦,乙状窦及大脑大静脉静脉的闭塞部位和程度。

2) 定位:以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描,避免晶状体直接照射。

3) 范围:全脑,从颅底到颅顶,扫描方向通常从颅顶向颅底。

4) 层厚:0.625mm 层厚重建

5) 造影剂 50~90ml 非离子型碘对比剂,在注药后延迟 40 秒扫描可获得颅内深、浅静脉窦的图像,注药速度 3ml/s。

2. 图像后处理基本要求 提供容积重建 (VR) 图和 MIP 图。

表 4-1 CT 检查扫描序列和参数(供参考)

参数	CT		
	颅底	幕上	C +
mAs	320	360	209
kV	120	120	80
Scan time(s)	1	1	1
Delay(s)	4	4	4~6
Slice(mm)	4.5	9	4
Kernel	H31medium Smooth + H31medium Smooth + H30medium Smooth + H20fmedium Smooth		
FOV	200	200	200
			CTV
			220
			120
			4~6
			40
			4

医学知识
PDG

(五) MRI 检查模式

1. 扫描参数和程序基本要求序列包括 常规 SE 序列横切位 T_1WI , T_2WI , FLAIR, GRE, 矢状位 T_1WI 扫描及 MRV。扫描参数见表 4-2。

表 4-2 MR 检查扫描序列和参数(供参考)

参数	T_1WI	T_2WI	FLAIR	GRE	MRV
TR(ms)	2000	4500	8000	613	20
TE(ms)	9.8	84	94	20	4.76
TI			2500		
层厚(mm)	5	5	5	5	2.5
视野(mm)	220	220	220	220	250
反转角(度)			150		60

(1) MRI 平扫

1) 目的:显示静脉窦或静脉内正常血管流空现象消失,显示不同时期的血栓的演变。

2) 范围:全脑扫描。

(2) MRV

1) 目的:显示上矢状窦,直窦,横窦,乙状窦及大脑大静脉的闭塞部位和程度。

2) 方法:二维或三维时间飞跃法 TOF。在扫描块下方设置预饱和带以抑制动脉影像,扫描时间 150 秒。

3) 定位:冠状位倾斜 45° 扫描。

4) 层厚 2.5mm, 视野 $250\text{mm}\times 250\text{mm}$, 矩阵 256×256 。

2. 图像后处理基本要求 提供原始图及上下

旋转和左右旋转的 MIP 图。

(六) 图像解读

1. 正常血-脑脊液循环 在血液循环和脑脊液循环之间存在一条潜在的“通路”,水成分可以根据渗透压梯度的变化双向移动。

2. 影像学分期 本章根据影像学表现及病理学基础将脑静脉及静脉窦血栓形成分为 3 期:

(1) I 期:发病早期,病变区域内毛细血管和小静脉“代偿性”扩张。

脑静脉系统网织交错,静脉内无瓣膜,静脉内血流可逆向流动。一般情况下,多数小静脉处于塌陷状态。当发生脑静脉及静脉窦血栓形成后,早期阶段静脉压上升,这些小静脉扩张,起到相互吻合引流作用,使静脉内压力下降。此时的脑静脉系统压力无明显上升,颅内压稳定,无血脑屏障破坏。

脑皮层肿胀:小静脉“代偿性”扩张, T_1WI 可见脑回增粗,脑沟变浅或闭塞; T_2WI 信号正常,脑组织中的水无明显增加;增强扫描可见病变区内有异常扩张的小静脉,为小静脉“代偿性”扩张所致;脑实质无增强,血脑屏障无破坏。

(2) II 期:发病中期,病变区域内毛细血管和小静脉“代偿性”扩张到一定程度后,血管内压力增高,血管内的水成分通过血管壁向组织间隙流动;组织间隙过多的水成分通过室管膜逐渐流向脑室内。

随着脑静脉窦闭塞病情的进展,静脉系统扩

张已经不足以维持脑静脉压稳定时,静脉压升高。在静水压力驱动下,游离水分经毛细血管床进入脑室系统,脑室系统参与颅内压稳定的调节(尽管其调节能力较静脉系统弱)。此时进入静脉窦闭塞中期。本阶段初期,脑室内压力低于毛细血管床,水分较容易进入脑室形成脑脊液,由于脑静脉窦闭塞使脑脊液回流受阻。脑脊液在脑室内聚积,脑室内压力上升,导致脑室扩大,但程度较轻,以减缓脑室内压力上升过快,维持颅内压稳定。然而当脑室内压足够高,迫使水分透过室管膜进入脑间质时,便出现室旁水肿。当脑室和脑脊液缓冲作用已不足以维持颅内压稳定,则颅内压升高。反过来,高颅内压阻止脑室进一步扩大,颅内压升高引起脑水肿发生,脑总容量进一步增加,静脉及脑脊液回流更加困难。在此种恶性循环下,颅内压上升很快,压迫脑室缩小,因此脑室大小取决于脑室内脑脊液压力和颅内压之间的压力差。当脑室内压力大于颅内压时,脑室扩大;脑室内压力等于颅内压时,脑室大小不变;脑室内压力低于颅内压时,脑室缩小。

静脉压升高,组织间隙水肿, T_2WI 表现为病变区出现高信号影;组织间隙的水流向脑室,可出现脑室扩大征象;血流缓慢、引流不畅,个别病例可出现静脉梗死。

(3) III期:发病晚期,病变区域毛细血管和小静脉极度扩张,薄弱处血管破裂导致脑实质内血肿。

脑静脉窦闭塞的晚期颅内压很高，静脉回流严重受阻，引起脑水肿。动脉血流减慢，脑缺氧，酸性物质增加，脑组织缺血、梗死，血脑屏障破坏。在这些多种因素综合作用下，小血管壁破裂，出现脑出血。

静脉血管破裂导致脑实质内血肿；组织内压力减轻，脑室逐渐恢复正常；静脉内压力降低，室旁水肿减轻。

3. CT

(1) 正常脑静脉及静脉窦(图 112)。

(2) 急性期脑静脉及静脉窦血栓形成。

1) NCCT:直接征象:窦汇呈三角致密影,静脉

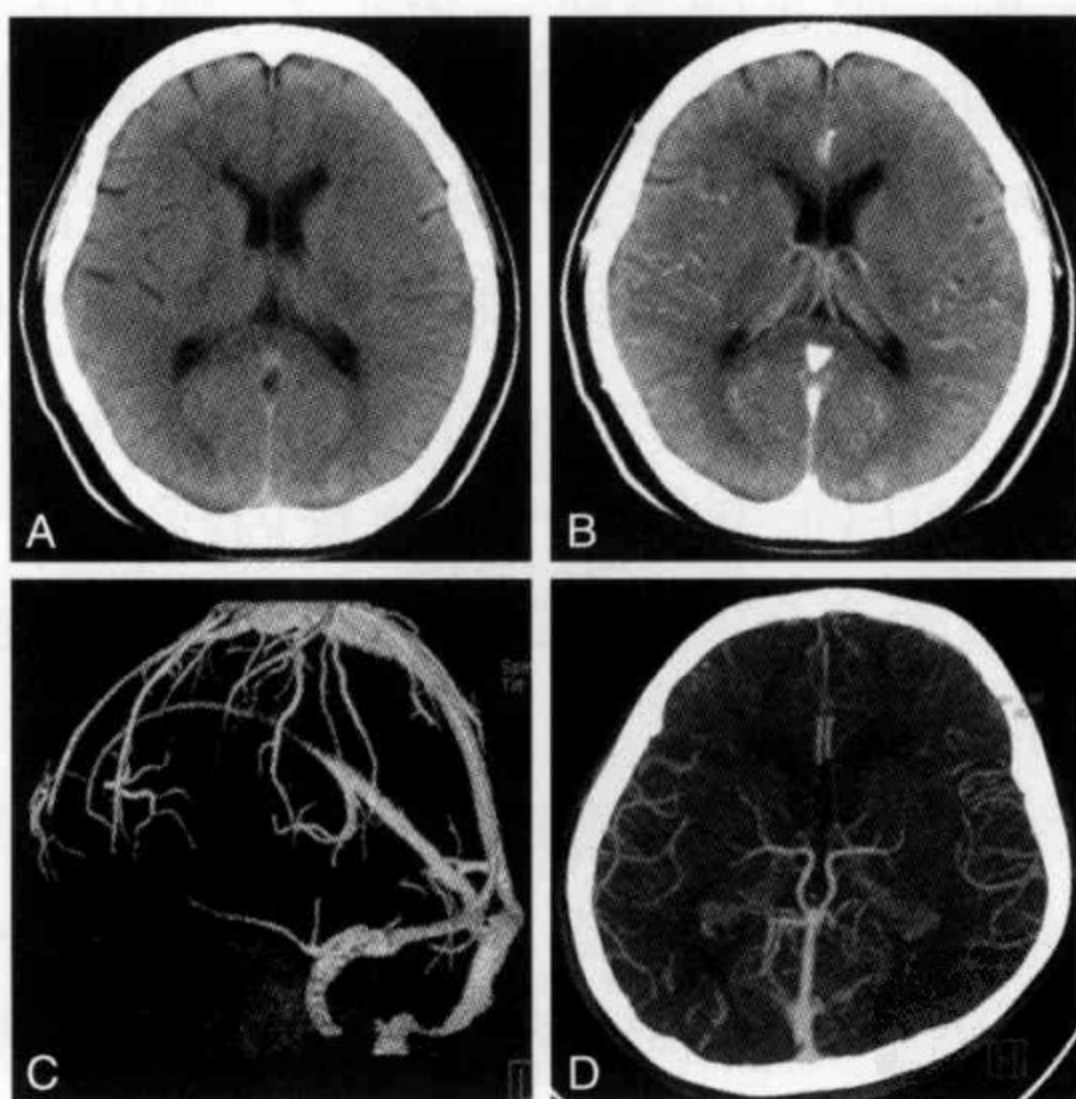


图 112 正常静脉及静脉窦

A. NCCT,直窦及上矢状窦等略高密度 B. 增强 CT,静脉窦内可见明显强化 C、D. CTV 清晰显示上矢状窦,下矢状窦,大脑内静脉,大脑大静脉,直窦,横窦及乙状窦

窦内异常高密度灶或脑静脉内高密度灶即条索征(图 113,图 114)。间接征象:脑肿胀。

2) 增强 CT: 上矢状窦后可见静脉窦内充盈缺损,空三角征。

3) CTV: 静脉窦内充盈缺损。

(3) 非急性期脑静



图 113 静脉及静脉窦条索征和致密影

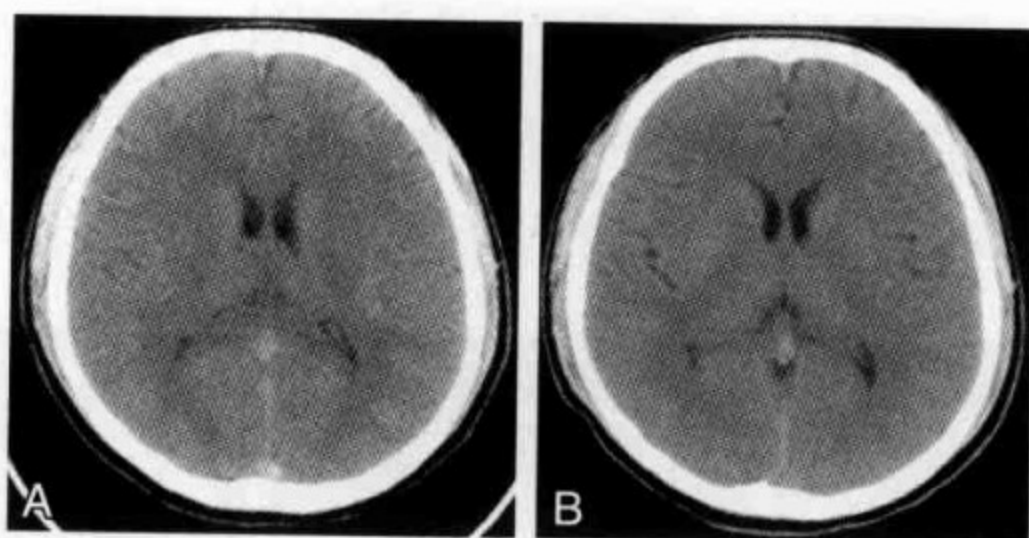


图 114 静脉窦栓塞治疗前后 NCCT

A. 溶栓前 NCCT 显示 Galen 静脉,直窦及上矢状窦可见条状和三角形高密度致密影 B. 溶栓后 NCCT 显示 Galen 静脉,直窦及上矢状窦密度减低

脉及静脉窦血栓形成。

1) NCCT: 直接征象:致密影,条索征。间接征象:脑水肿(双侧丘脑,基底节对称性),脑梗死,脑出血(ICH,SAH,SDH,脑室积血),脑室扩大(图115)。

2) 增强 CT: 血肿旁脑实质异常强化。

3) CTV: 静脉窦内充盈缺损。

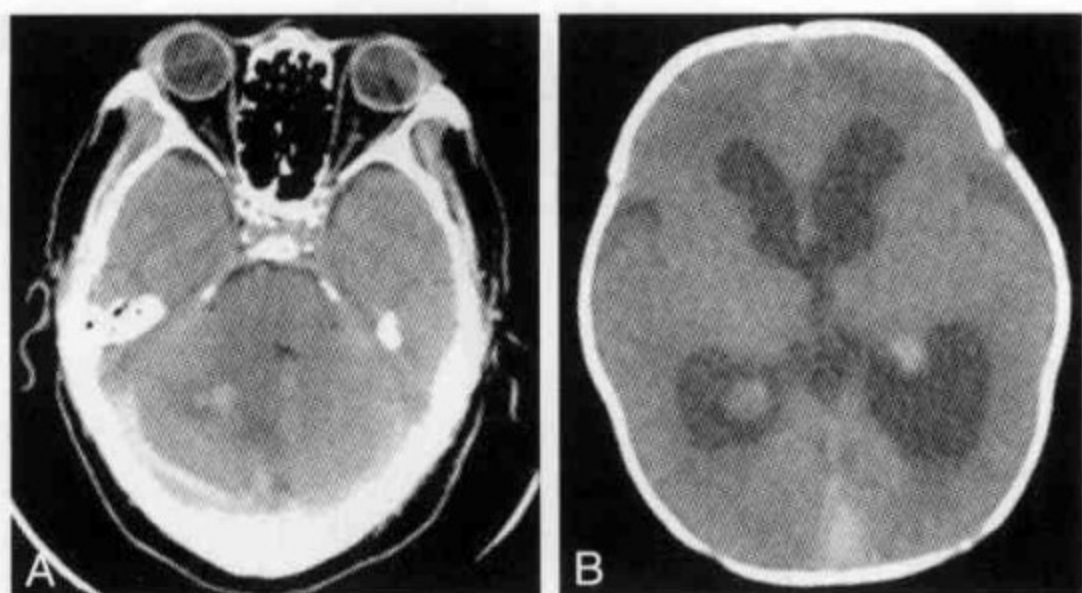


图 115

A、B. NCCT 显示上矢状窦,直窦及右横窦血栓,
合并右小脑半球出血和幕上脑室扩大

4. MR

(1) 正常脑静脉及静脉窦(图 116)。

(2) 急性期脑静脉及静脉窦血栓形成。

1) 直接征象:静脉或静脉窦内流空信号消失。

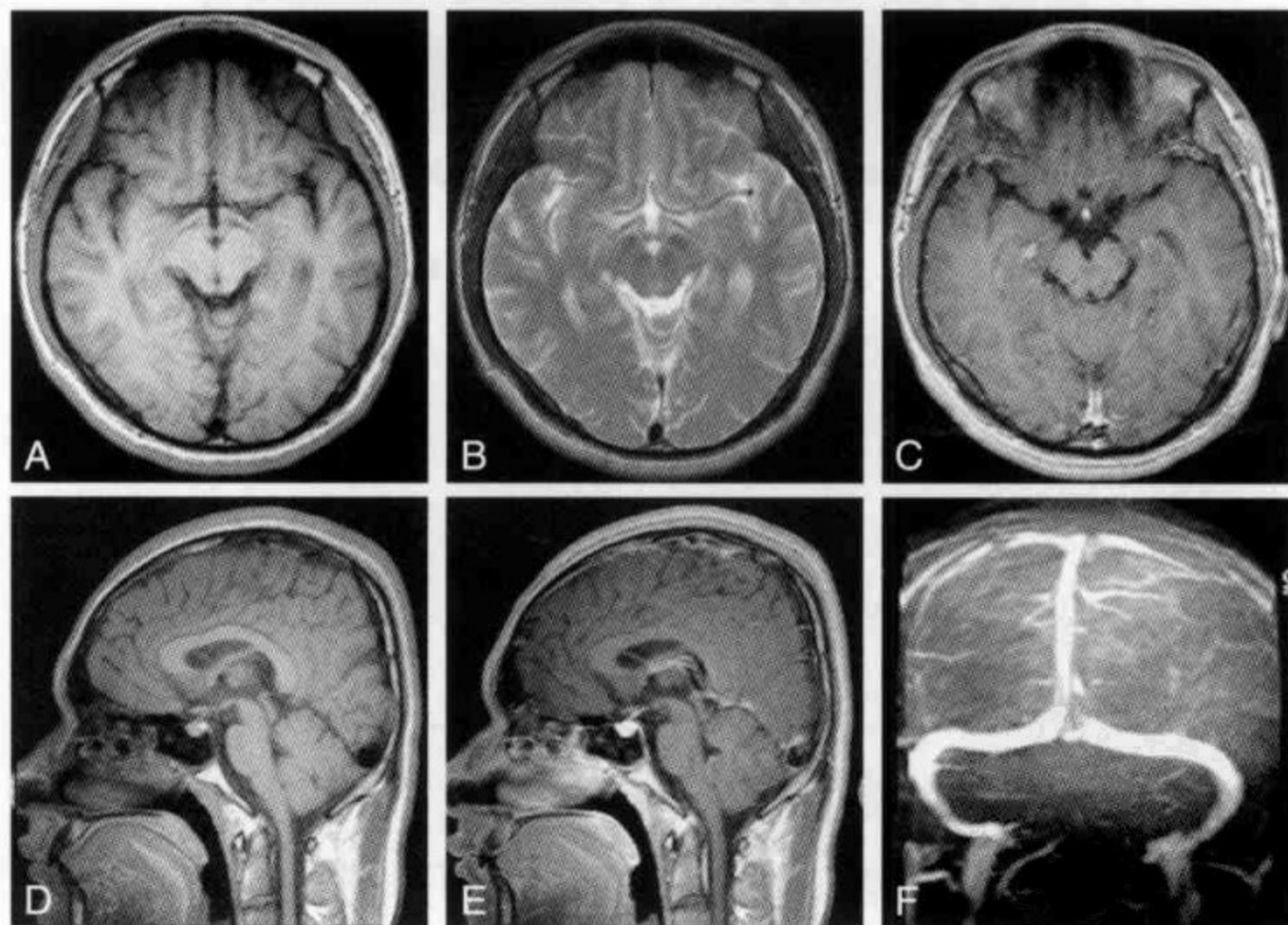


图 116 正常静脉及静脉窦 MRI 及 MRV

A~F. T₁WI 轴位, T₂WI, 增强扫描轴位,
T₁WI 矢状位, 增强扫描矢状位, MRV

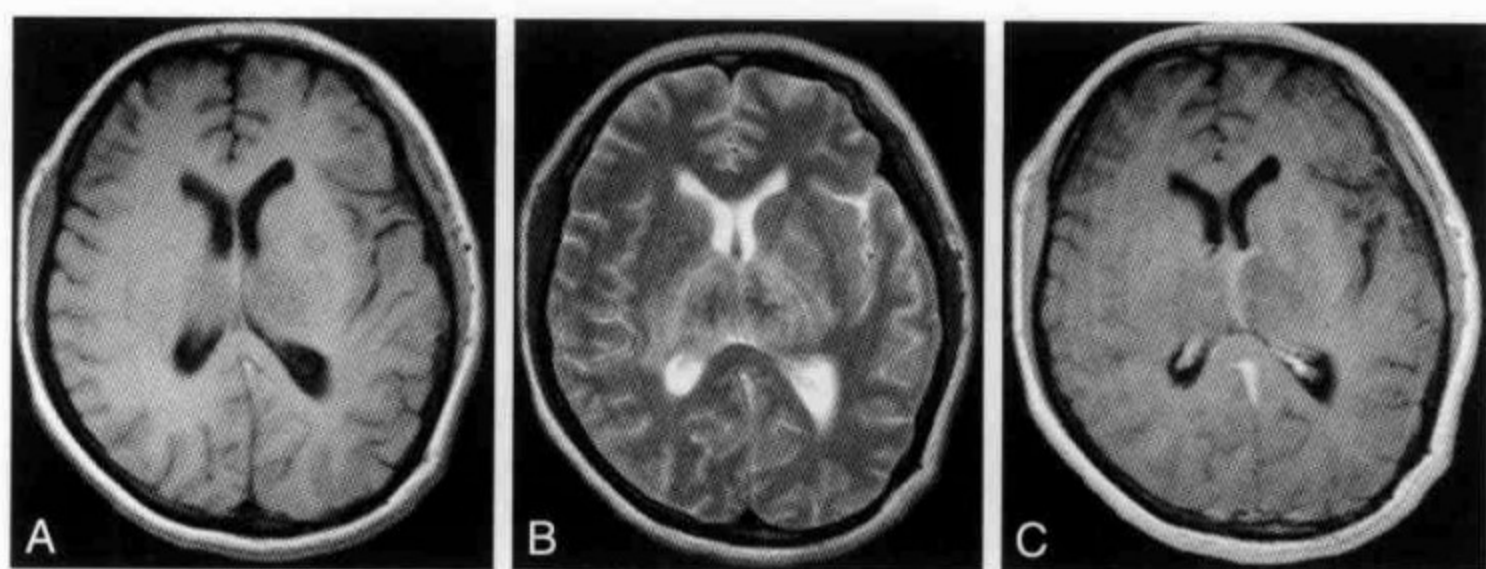
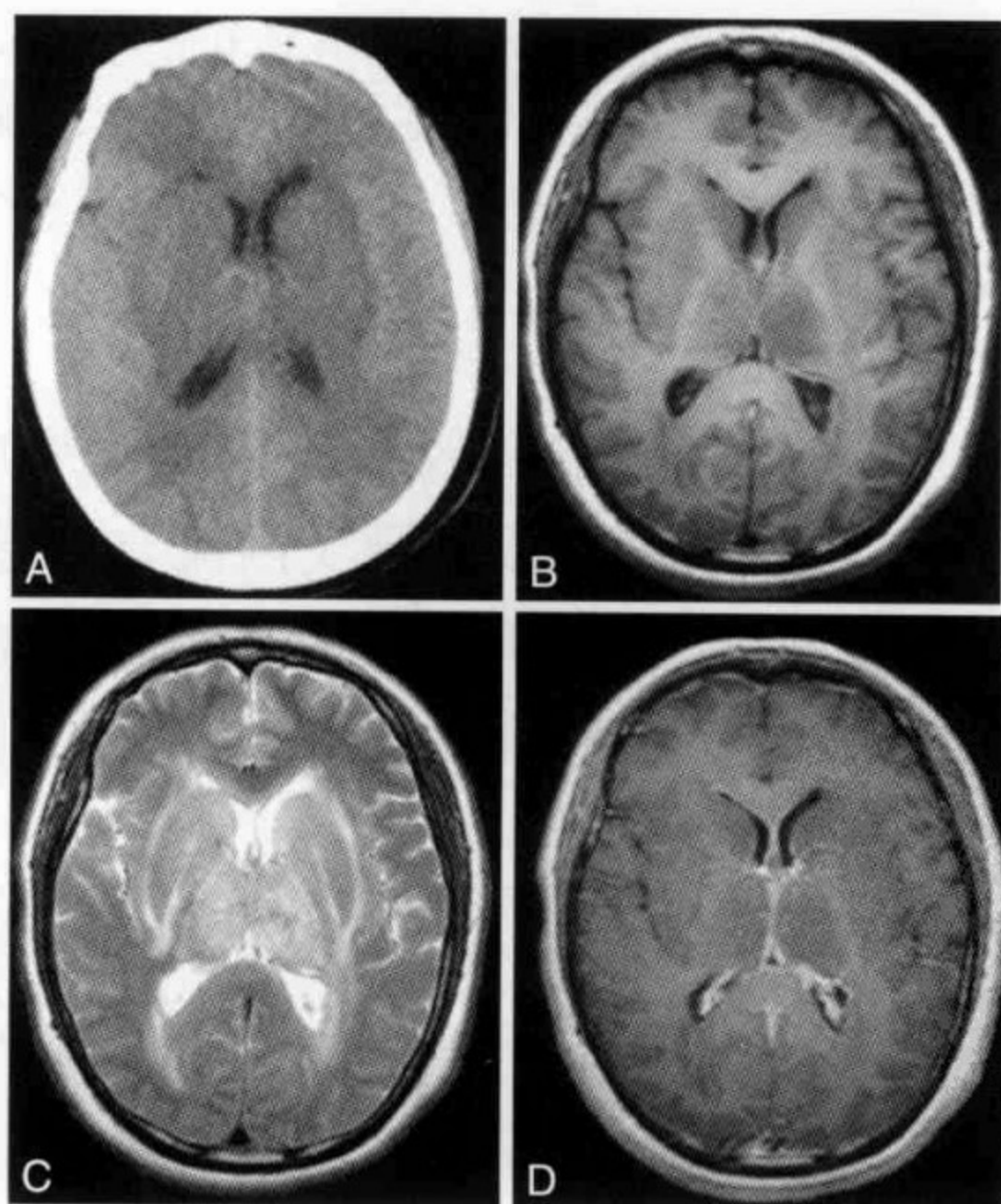


图 117 急性期直窦栓塞伴脑肿胀 MRI

A、B. T₁WI, T₂WI 显示双丘脑基底节肿胀, Galen 静脉上部及直窦高信号 C. 增强扫描, 大脑内静脉, Galen 静脉上部及直窦强化, 提示静脉窦血栓

- 2) 间接征象: 脑肿胀(图 117)。
- 3) MRV: 静脉窦显示狭窄或缺失(图 118)。
- 4) 增强 MRI: 静脉或静脉窦明显强化。



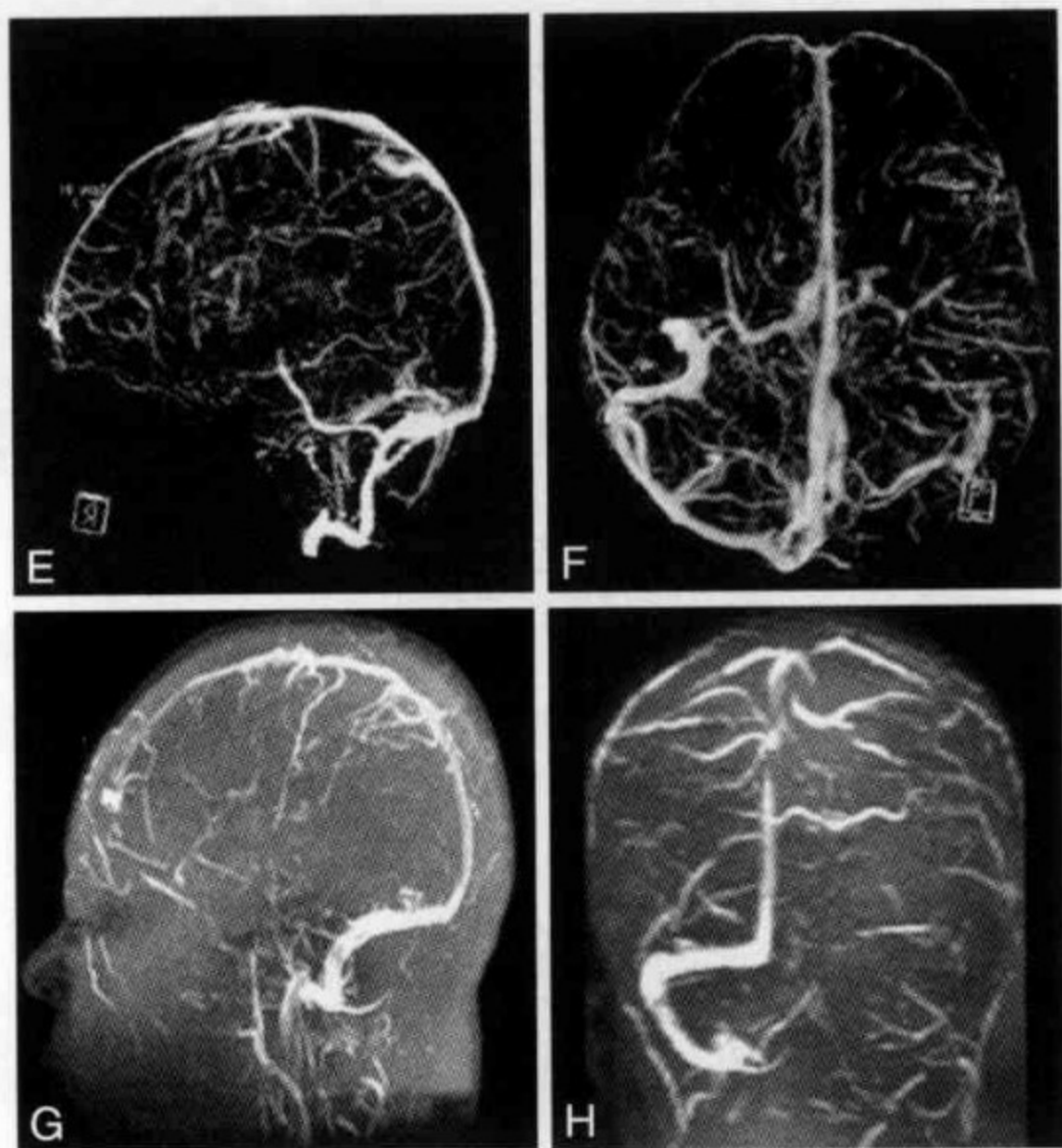


图 118 急性期静脉窦栓塞伴脑肿胀 MRI、CTV、MRV

A、B、C. NCCT, T₁WI, T₂WI 显示双丘脑基底节肿胀 D. 增强扫描: 隔静脉, 大脑内静脉, Galen 静脉上部及直窦强化, 基底节区可见点状强化 E、F、G、H. CTV, MRV 显示直窦及左横窦乙状窦未见显影, 提示静脉窦血栓

(3) 非急性期脑静脉及静脉窦血栓形成。

1) 直接征象: 静脉或静脉窦内流空信号消失。
2) 间接征象: 脑水肿, 脑梗死, 脑出血 (ICH, SAH, SDH, 脑室积血), 脑室扩大。(双侧丘脑及基底节梗死或出血性梗死的影像)

3) MRV: 静脉窦显示狭窄或缺失(图 119)。

4) 增强 MRI: 静脉或静脉窦增粗扩张, 明显

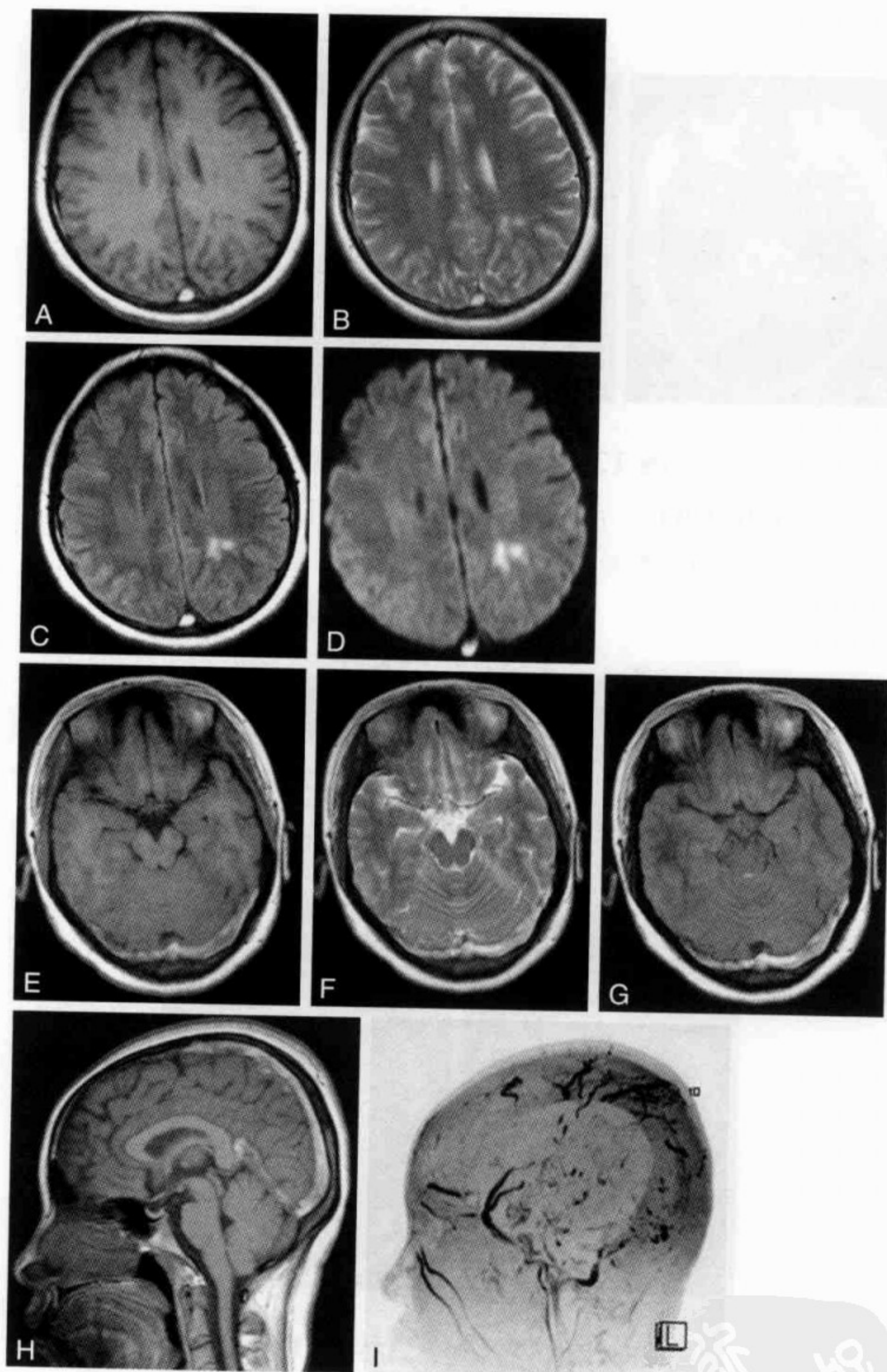


图 119 非急性期直窦栓塞 MRI

A~D. T₁WI, T₂WI, FLAIR, DWI 上矢状窦高信号, 左顶叶可见梗死灶 E~G. 双侧横窦高信号 H. T₁WI 矢状位清晰直观显示上矢状窦, 直窦及窦汇高信号血栓 I. MRV 上矢状窦, 双侧横窦及直窦未显影

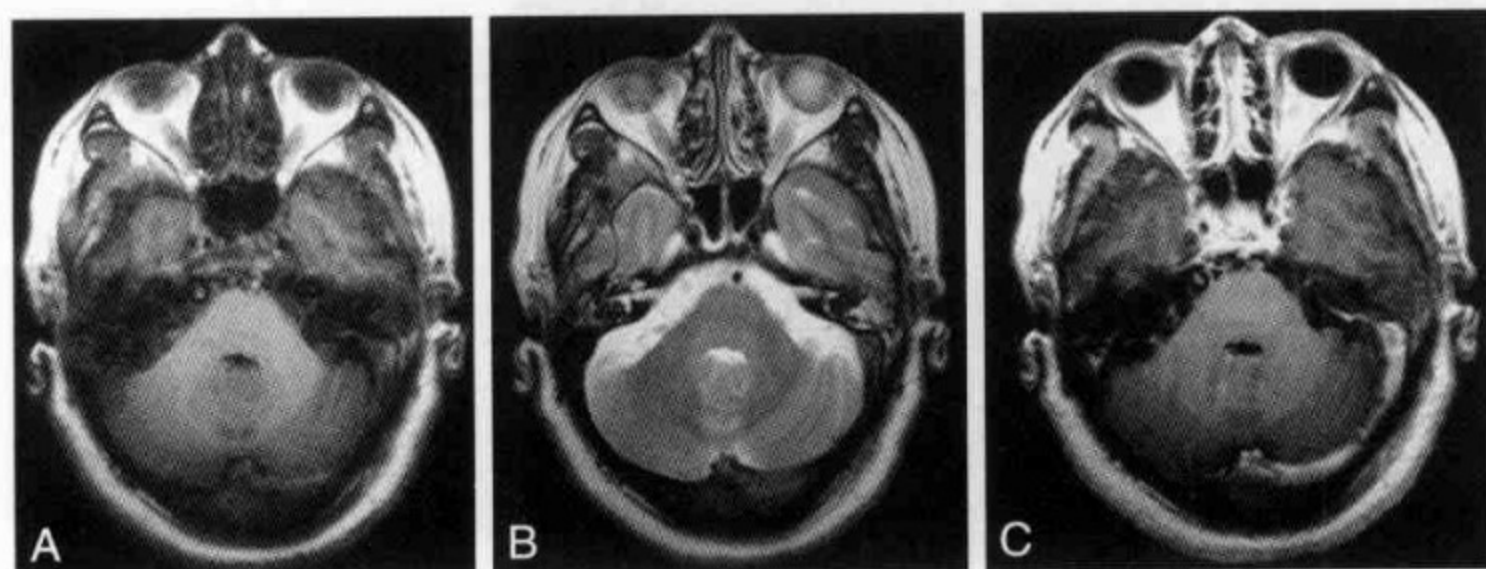


图 120 左侧横窦栓塞 MRI

A、B. T_1WI 显示左横窦呈略高信号, T_2WI 呈低信号

C. 增强扫描左横窦扩张且明显强化

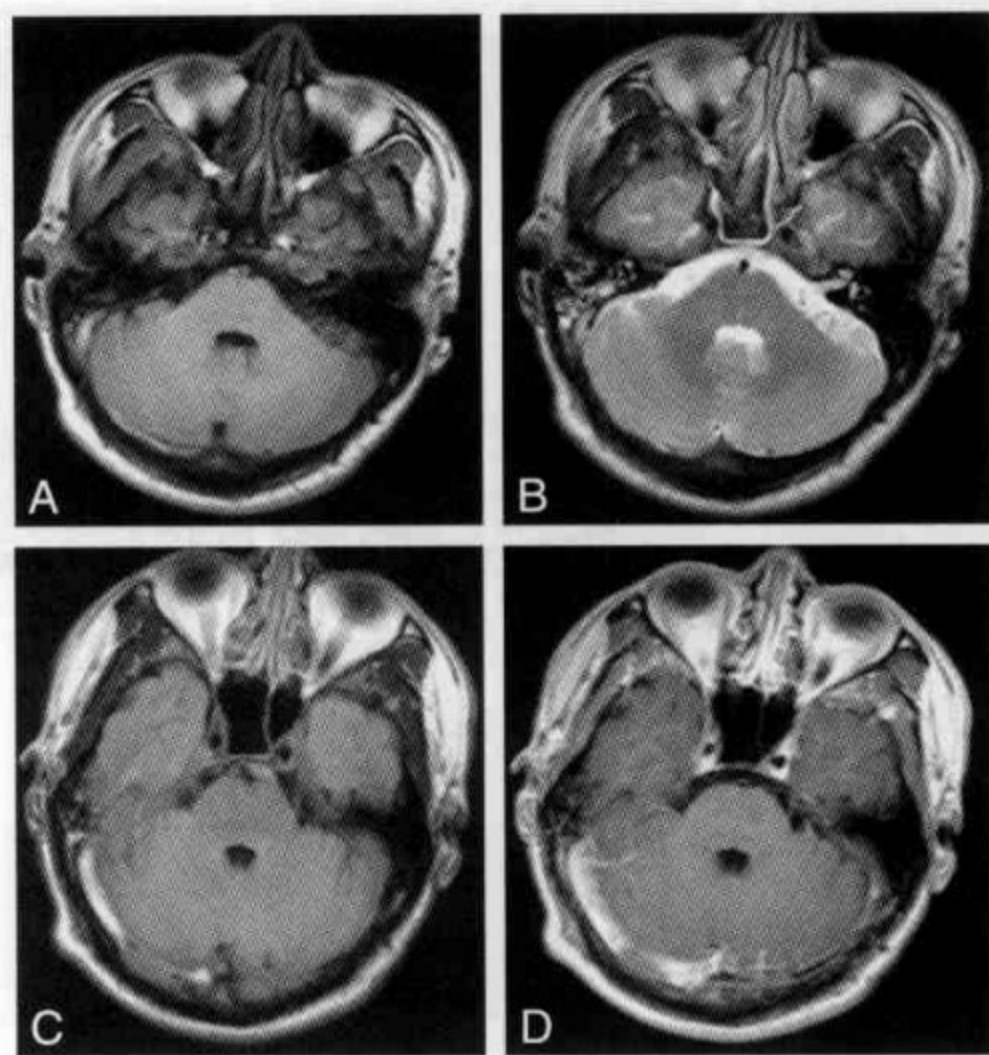


图 121 右侧横窦栓塞 MRI

A、B. T_1WI 显示右横窦呈高信号, T_2WI 呈等信号 C. FLAIR 清晰显示右横窦扩张呈高信号 D. 增强扫描右横窦扩张强化, 左侧正常横窦表现为沿横窦壁的强化

特别提示

正常人行 MR 静脉造影检查,非优势型横窦上显示出流动间隙,而产生的充盈缺损,不应被误诊为硬膜下静脉窦血栓形成。

排除 MRI、MRV 静脉血流湍流或缓慢所致假阳性。

强化(图 120,图 121)。

(七) 诊断报告基本要求

- ①描述直接和间接征象(表 4-3)。
- ②是否存在静脉或静脉窦血栓,血栓的部位?
- ③分期(表 4-4)。
- ④是否合并脑出血?

表 4-3 静脉窦栓塞的 CT 和 MR 表现

	直接征象	间接征象
病理	静脉窦或脑静脉内血栓	脑水肿 脑梗死 脑出血
CT	窦汇三角致密影, 静脉窦或静脉内高密度灶即条索征	低密度 高密度
增强 CT	上矢状窦后可见静脉窦内充盈缺损, 空三角征	脑回样强化 强化
CTV	静脉窦狭窄或闭塞	
T ₁ WI	等, 高信号	低信号 等高低
T ₂ WI	低, 高信号	高信号 等高低
FLAIR	低, 高信号	高信号 等高低
GRE		低信号
增强 MR	静脉或静脉窦异常对比增强	脑回样强化 强化
MRV	静脉窦狭窄或闭塞	

表 4-4 静脉窦栓塞的分期

MR 分期	发病时间	MRI 表现
急性期	<1 周	静脉窦或静脉正常血管流空现象消失, T_1 WI 等信号, T_2 WI 低信号
亚急性期	1~2 周	T_1 WI, T_2 WI 均示高信号
慢性期	2 周至 3 个月	血管流空现象重新出现, 信号减弱

(王效春 高培毅)

第五章

脑血管畸形

一、动静脉畸形

动静脉畸形 (arterial venous malformations, AVMs) 是先天性病变, 绝大部分 AVMs 位于大脑半球; 只有 15% 发生在后颅窝。AVMs 发病年龄一般在 20~40 岁之间, 大多数 AVMs 在 50 岁以前出现症状。

临床表现: AVMs 常可发生脑出血改变, 其中 30% 为蛛网膜下腔出血, 23% 为脑实质出血, 16% 为脑室内出血。25% AVMs 患者可以出现癫痫表现, 其他症状包括头痛、神经和精神症状, 约占 18%。

(一) 检查方法选择原则

颅内 AVMs 的影像学检查方法的选择应该符合下列要求:

1. 一般情况下应该首先选择无创伤性检查方法, 包括 MRA、CTA; 当需要外科手术治疗或介入治疗时, 方考虑采用有创伤性的脑血管造影检查(DSA)。

2. 由于 CT 检查费用较低, 当临床疑有脑血管畸形时首选 CT 检查。CT 可以进行脑内肿瘤、脑出血和脑缺血病变的初步诊断; 当 CT 可发现脑内出血、缺血或其他异常密度影后, 需要进行 CT 增强扫描。CTA 可显示 AVMs 的部位和大小。

3. MR 平扫可以发现动静脉畸形的畸形血管巢部位、大小、供血动脉、引流静脉, MRA 检查时间较 CT 检查时间略长, 检查可以观察到完整动静脉畸形血管影和引流静脉。

4. DSA 检查时间长, 可以动态观察到动静脉畸形形态变化、供血动脉、引流静脉及其他异常血管病变包括动脉狭窄、静脉瘤样扩张、静脉窦闭塞、动脉瘤等。

(二) 影像检查目的

①了解动静脉畸形发生部位、大小、供血动脉、引流静脉; ②给临床介入和手术治疗提供依; ③Spetzler 动静脉畸形血管团分级系统对 AVM 进行分级: 大小、功能区、深浅静脉引流。

(三) CT 检查

1. 扫描参数和程序基本要求

(1) CT 平扫

1) 定位: 以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描, 避免晶状体直接照射。

2) 范围: 从后颅窝底部向上扫描, 直至脑突面最高点。

3) 层厚: 至少为 8~10mm 层厚, 连续扫描。幕下结构采用 3~5mm 层厚连续扫描。

(2) CT 增强扫描: 对比剂采用非离子型等渗碘对比剂, 碘浓度为 300mgI/dl, 用量 1.2ml/kg, 流率设置为 3ml/s。

(3) CTA

1) 目的: 显示 ICA 颅内段、MCA、ACA、基底

动脉和 PCA 血管变化,观察参与动静脉畸形的动脉血管状况。

2) 扫描范围:全脑。

3) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl,用量 100ml。

4) 高压注射器:流率设置为 4ml/s 注入 30ml,然后以 3ml/秒注入 60ml。

5) 静脉穿刺针:采用 22GA×1.0in(0.9×25mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。

6) 扫描:启动高压注射器的同时启动 CTA 扫描程序,在 bolus tracking 软件的监测下完成 CTA 扫描。

2. 图像后处理基本要求 CTA:至少拥有两个平面的 MIP 图像。

3. 图像解读 平扫 CT 病变区脑密度变化,病变区密度增高可伴钙化影,脑回增厚、脑沟裂变宽。增强扫描病变区脑畸形血管为迂曲异常强化。

CTA 显示病变侧动脉血管增粗供血,呈团状、簇状。

(四) MR 检查

MR 检查包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MRA。

1. MR 扫描参数和程序基本要求

1) 目的:明确病变部位、供血动脉、引流静脉,有无出血、缺血。

2) 定位:矢状面 T₁WI 定位后,以听-眶上线之间连线为基准平面进行横面扫描。

3) 范围:从后颅窝底部向上扫描,直至脑突面最高点。

4) 层厚:至少为 8~10mm 层厚,连续扫描。

5) 横断面图像至少包括 T₁WI、T₂WI、DWI。

2. 图像后处理基本要求 MRI、MRA 和 MRV: 提供 3D-TOF 血管图像。

(五) DSA 检查

DSA 检查影像要求:显示双侧颈内外动脉颅内段及双侧椎基底动脉颅内段血管正侧位像;显示动脉早期→动脉期→动脉晚期→毛细血管期→静脉期→静脉窦期。

(六) 图像解读

1. 脑内正常、异常动脉血管形态、走向变化,脑动静脉畸形部位、大小。

2. 脑出血、缺血变化。

3. 脑内正常、异常动脉血管形态、走向变化,脑血管畸形部位、大小。

4. 脑血管畸形供血动脉、引流静脉(图 122~

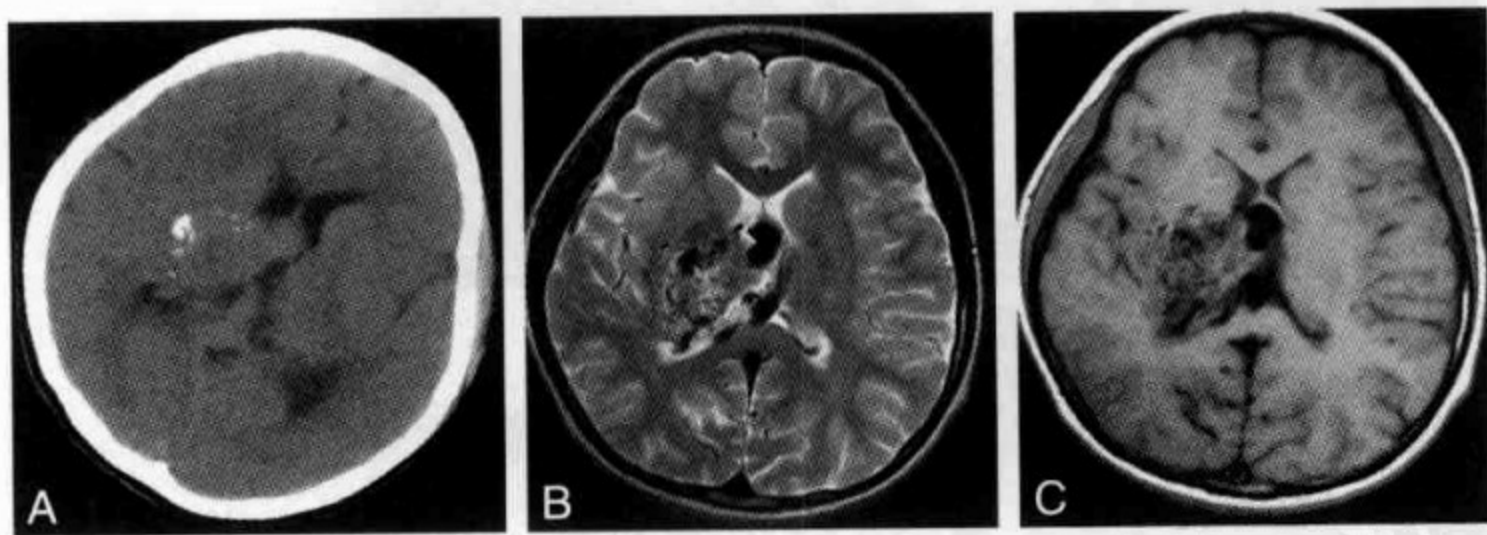


图 122 丘脑动静脉畸形图

CT 平扫(A)右侧丘脑点片状高密度钙化影,右侧脑室及三室内等密度影,MR 像 T₂WI(B)和 T₁WI(C)见右侧丘脑、右侧脑室及三室内团状迂曲扩张血管流空影

图 125)。

5. 脑静脉窦扩张、狭窄或闭塞。

6. 脑出血、缺血变化。

7. Spetzler 分级系统

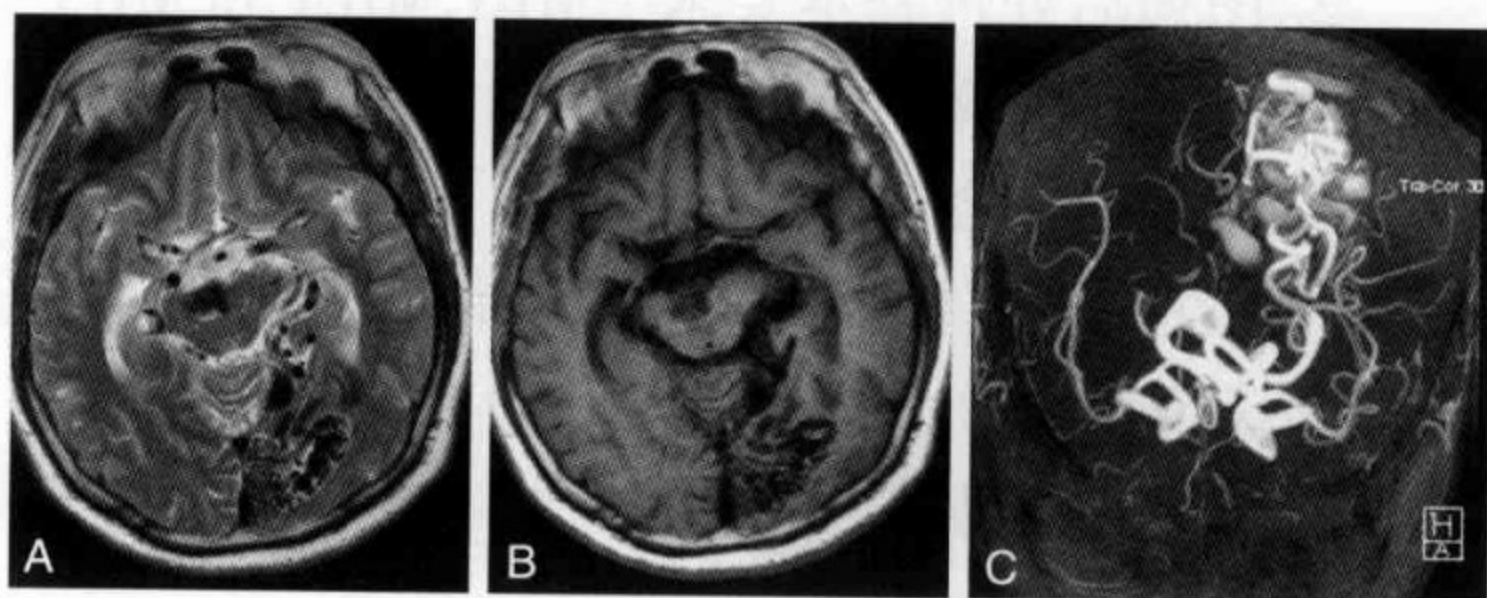


图 123 左侧枕叶动静脉畸形

MR T₂WI(A)和 T₁WI(B)像见基底动脉、左侧大脑后动脉增粗,左枕叶团状血管流空信号;MRA轴位像(C)见左侧枕叶异常血管团影,左侧大脑后动脉增粗供血



图 124 MRA 侧位像

(A)见左侧枕叶异常血管团影,左侧大脑后动脉增粗供血;NCCT(B)见右侧颞叶动静脉畸形伴出血,右侧颞叶片状高密度出血影,边界清楚,右颞血肿边缘环绕低密度水肿影,右侧脑室受压变形左移

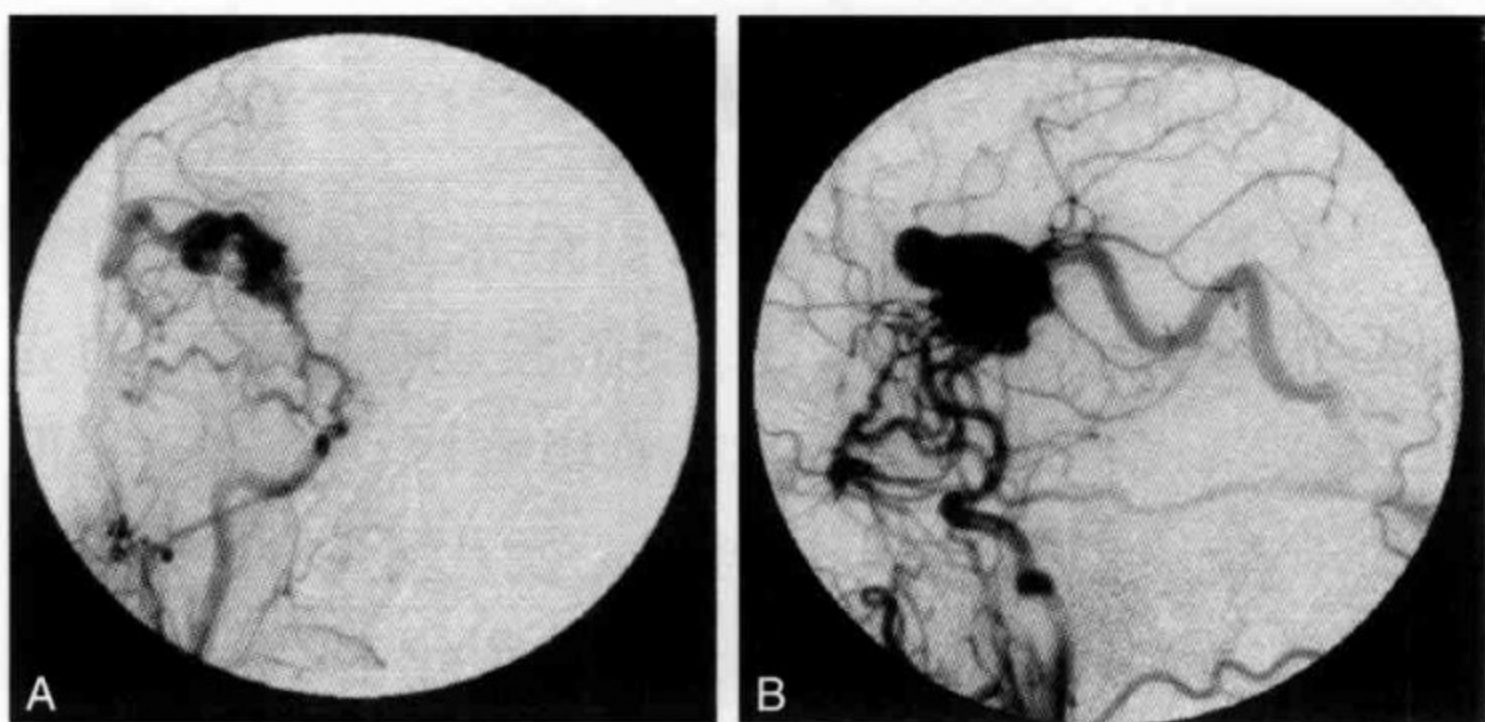


图 125 DSA 正侧位像

正位像(A)和侧位像(B)见右颞叶异常动静脉畸形血管影,右颞大脑中动脉增粗供血,浅静脉引流,右侧大脑中动脉侧裂段上移

AVM 的大小

小(<3cm) 1

中(3~6cm) 2

大(>6cm) 3

周围脑组织是否为功能区

非功能区 0

功能区 1

静脉引流

仅有浅静脉 0

深静脉 1

(七) 诊断报告基本要求

诊断报告要简单、准确并回答下列问题:①血管畸形病变部位是否伴出血或缺血;②每只参与脑血管畸形供血动脉名称;③静脉窦闭塞、狭窄情况。

二、硬脑膜动静脉漏

硬脑膜动静脉漏(DAVs)最常见部位是横窦和乙状窦,其次为海绵窦。硬脑膜动静脉漏可为先天性或获得性,对 DAVs 之确切病因仍有争论,但有许多病历似为获得性病变,发生于硬膜静脉窦血流动力学异常(如狭窄、栓塞、闭锁)之后。常见发病年龄 40~60 岁。

(一) 检查方法选择原则

1. CT 检查费用低、安全、可靠、舒适、无创伤,硬脑膜动静脉漏患者 CT 平扫可发现颅内缺血、出血或其他异常密度影后,进行 CT 增强观察海绵窦区、后颅窝及顶枕硬膜血管有异常强化影或异常增粗扩张血管影。

2. MR 和 MRA 是安全、无创伤性检查,患者在 MR 检查过程中易于监控。MR 可准确提供硬脑膜动静脉漏部位、大小、供血血管及静脉窦情况。

3. DSA 是创伤性检查,DSA 可以提供脑血管形态学信息和硬脑膜动静脉漏供血、引流、静脉窦闭塞。

4. 检查设备可以立即投入使用:CT、MR、DSA。

(二) 影像检查目的

①了解硬脑膜动静脉漏发生部位、大小、供血动脉数目、引流静脉数目、方向;②硬脑膜动静脉漏处常见硬膜窦狭窄或闭锁;③脑血管造影硬脑膜动静脉漏 Borden 分三型;④给临床治疗提供依据。

(三) 影像检查

CT 检查主要为 NCCT 和 CT 增强检查;NCCT 检查的目的是了解有无颅内出血、缺血和其他病变。增强检查主要用于显示硬脑膜动静脉漏病变部位、大小及其他病变。

MR 检查用于明确病变部位、供血动脉、引流静脉,有无出血、缺血。

DSA 检查要求显示双侧颈内外动脉颅内段及双侧椎基底动脉颅内段血管正侧位像;显示动脉早期→动脉期→动脉晚期→毛细血管期→静脉期→静脉窦期。

(四) 图像解读

MR 图像显示脑硬脑膜动静脉漏可见硬膜动脉及硬膜下静脉增粗扩张流空信号,脑静脉窦扩张、狭窄或闭塞,部分硬脑膜动静脉漏患者 MR 可见缺血信号(图 126~图 133)。

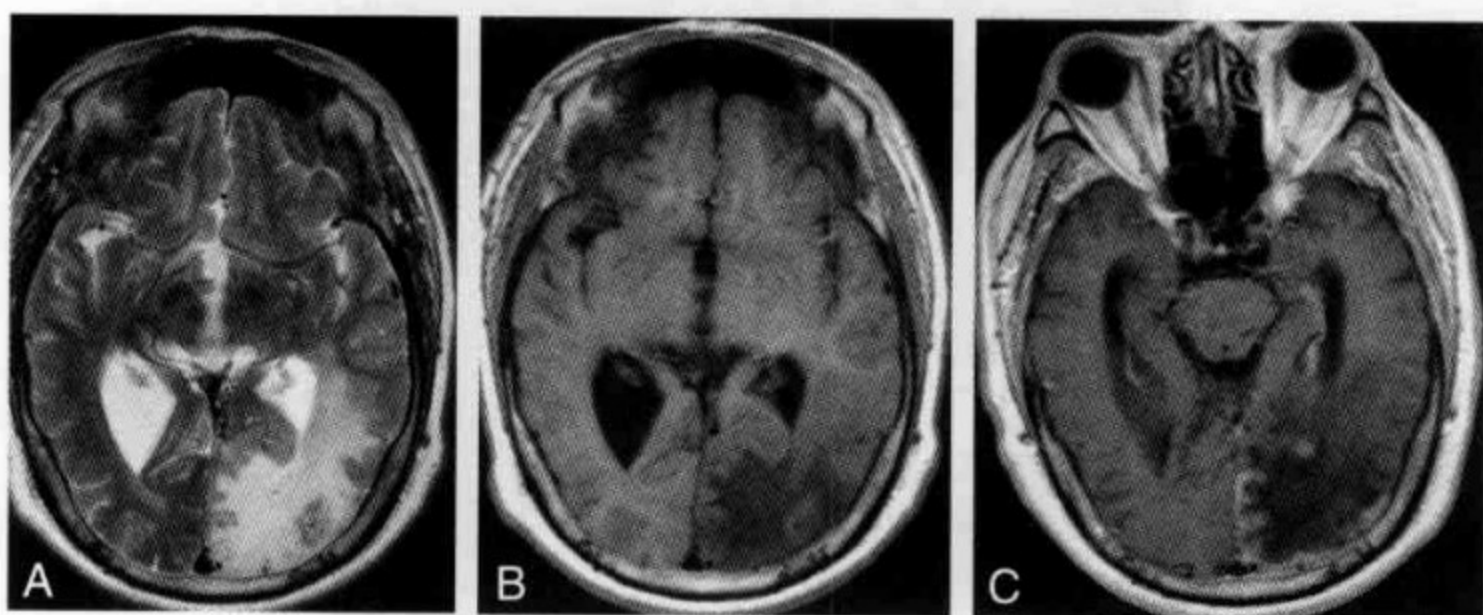


图 126 左侧枕部硬脑膜动静脉漏伴左侧枕叶缺血、
左侧横窦、乙状窦闭塞

MR T₂WI(A)和 T₁WI 像(B)见左枕叶片状长T₂信号,边缘模糊,局部脑沟裂变浅,左侧脑室枕角受压变形;增强扫描(C)见左枕叶软脑膜强化,边缘模糊,局部脑沟裂变浅,左侧脑室枕角受压变形

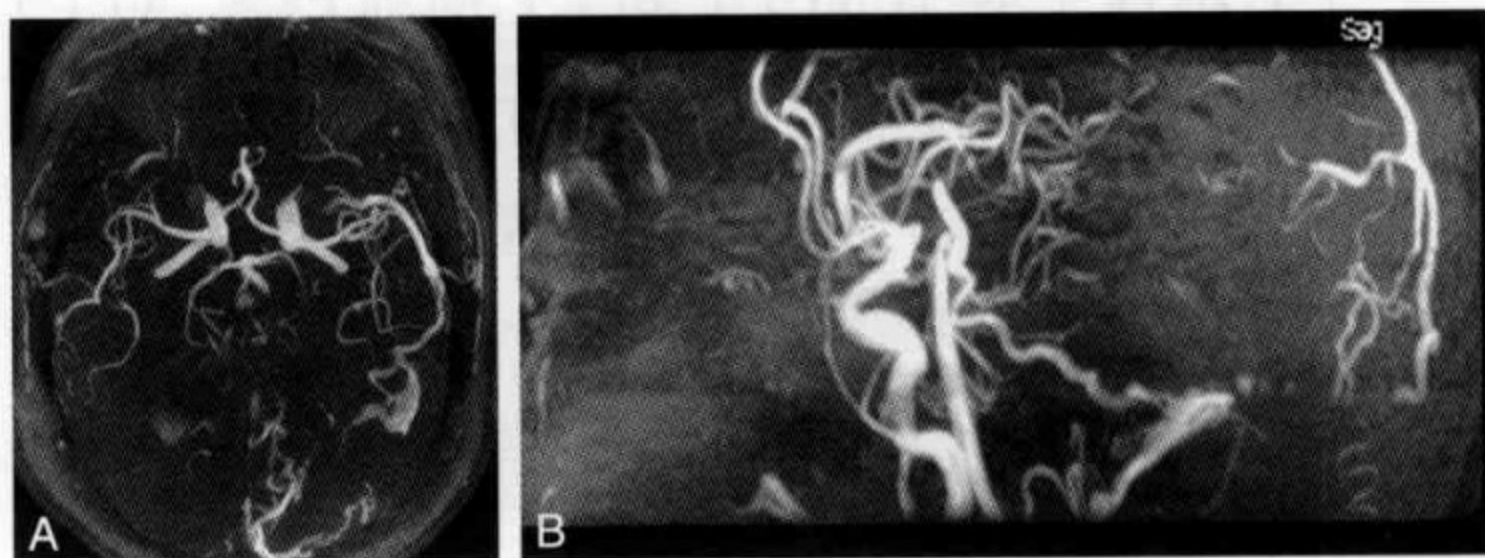


图 127 MRA 轴位像

(A)见左侧颞枕叶异常增粗动脉、静脉血管影,左侧枕动脉脑膜支增粗与左侧横窦沟通;斜位像(B)见左侧枕叶血管稀疏区,左侧枕动脉脑膜支增粗与左侧横窦沟通,左颞枕颅内浅静脉增粗动脉期显影

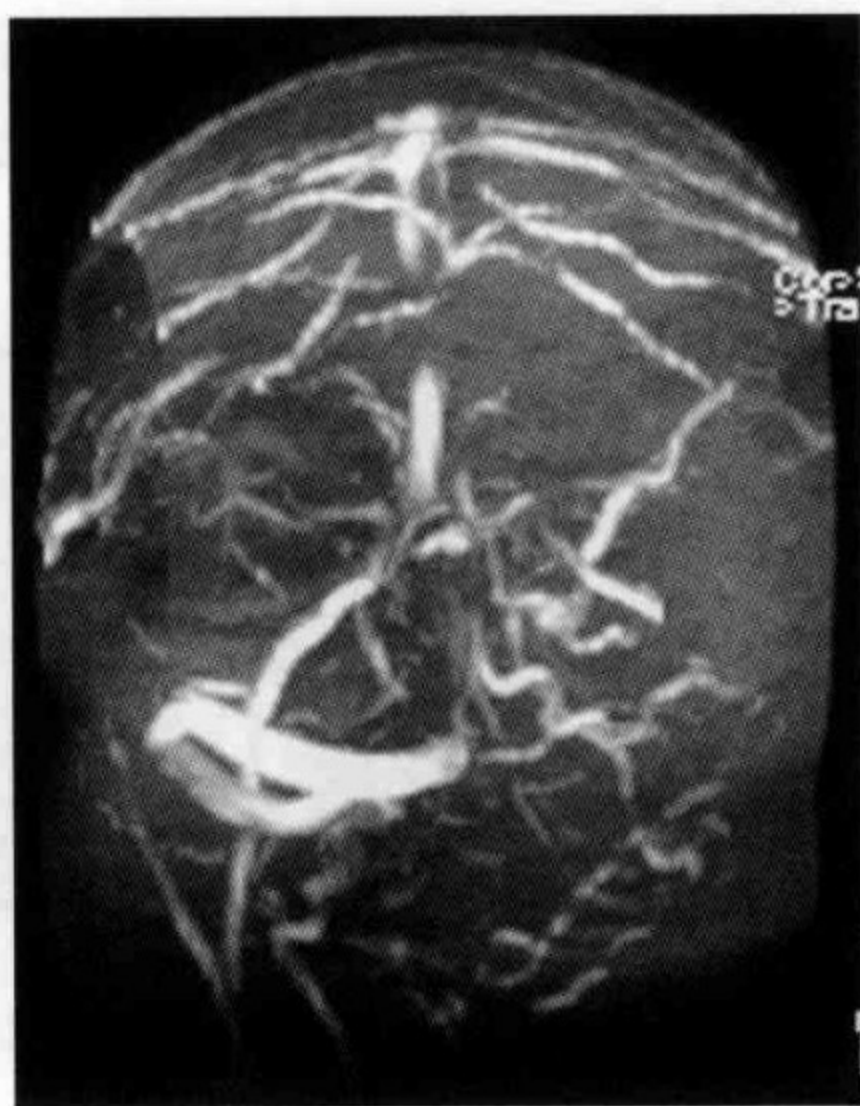


图 128 MRV 冠状像左侧横窦、乙状窦闭塞

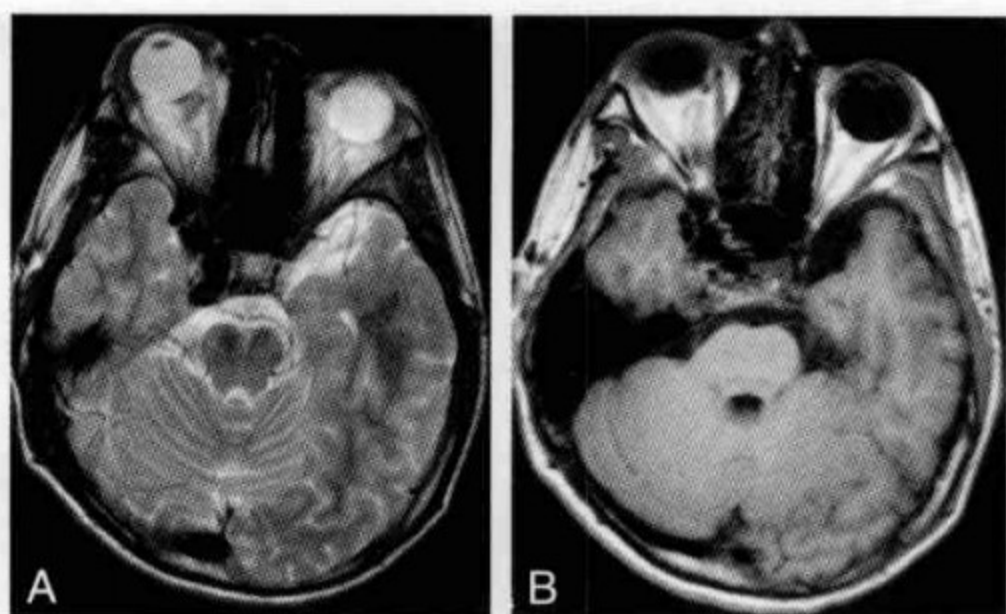


图 129 右侧颈内动脉海绵窦漏

MR T₂WI(A)和 T₁WI 像(B)见右侧颈内动脉海绵窦增大,局部异常血管流空信号,右侧眼静脉增粗扩张,右侧眼球突出

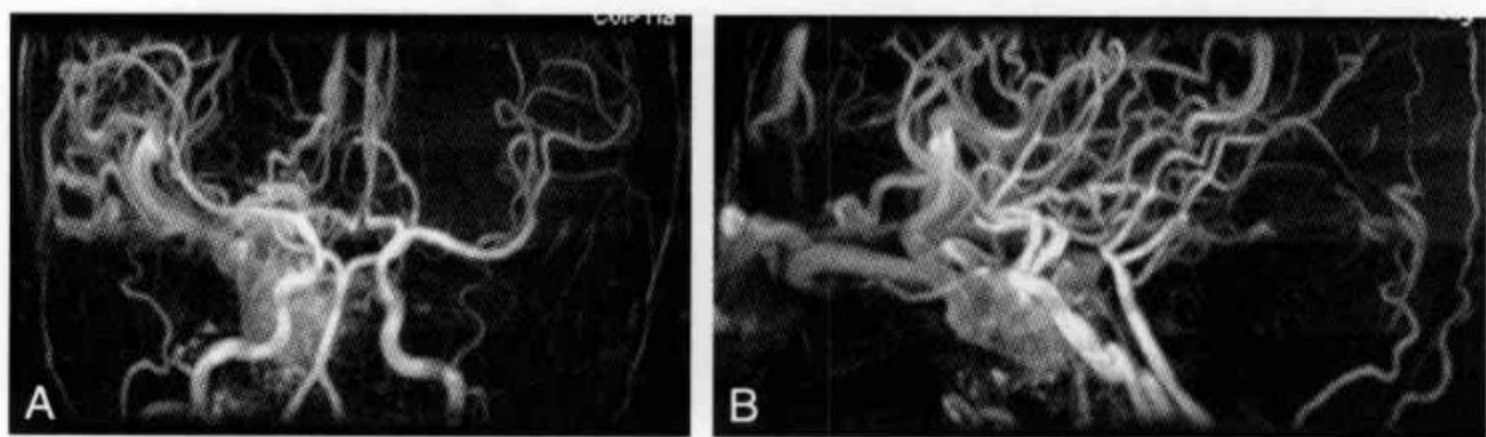


图 130 MRA 像右侧颈内动脉海绵窦段与海绵窦沟通,动脉期右侧海绵窦、颈静脉、眼上静脉异常增粗扩张显影

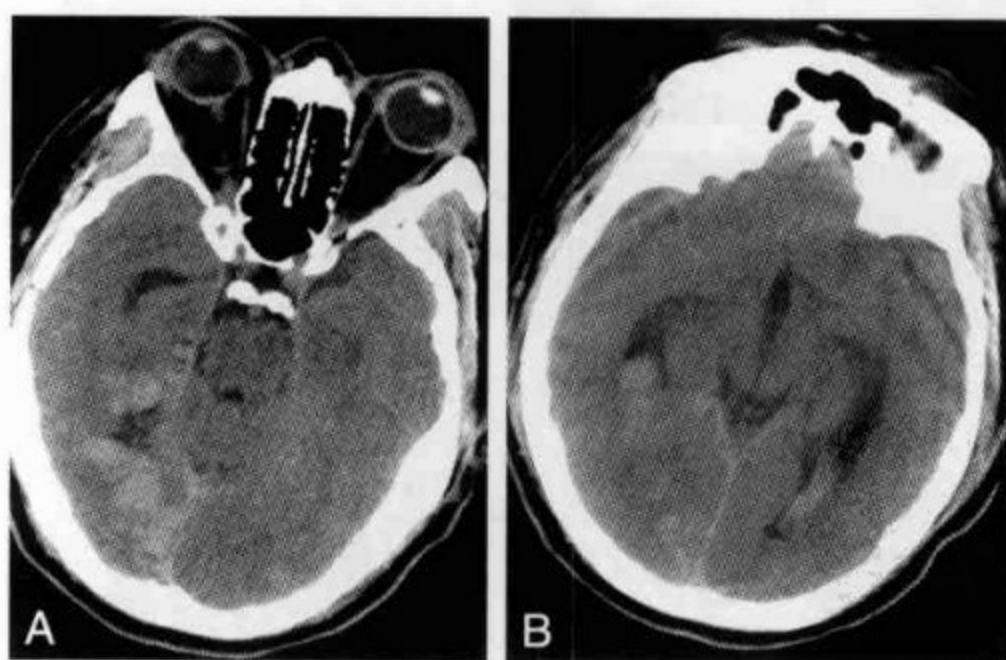


图 131 右颞枕硬脑膜动静脉漏伴出血破入脑室内
NCCT(A)见右颞枕叶内侧串珠样略高密度影,
脑室内可见稍高密度出血灶(B)

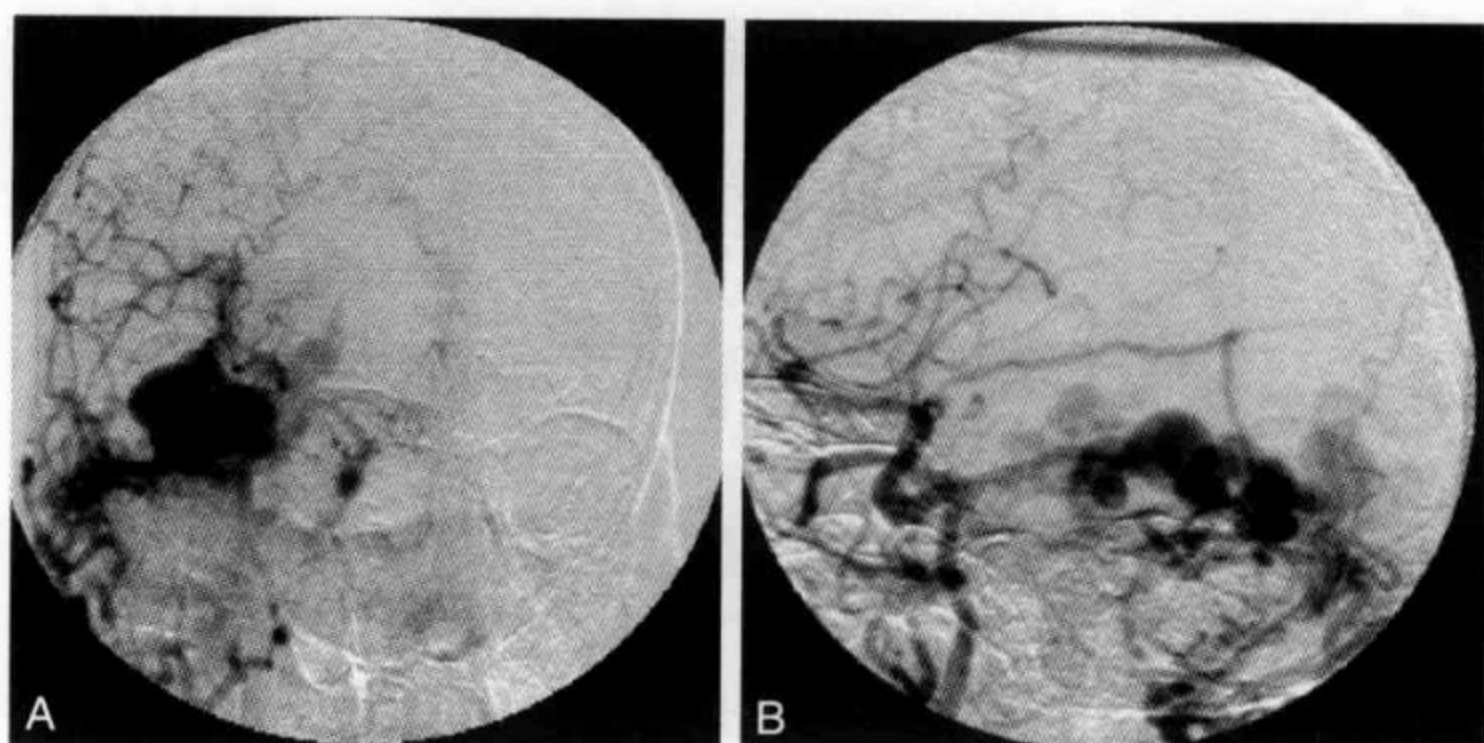


图 132 右颞枕硬脑膜动静脉漏伴出血破入脑室内
 DSA 检查,动脉期右侧颞枕叶浅静脉异常扩张(A),右侧脑膜中动脉后支、右侧枕动脉脑膜支参与供血(B)

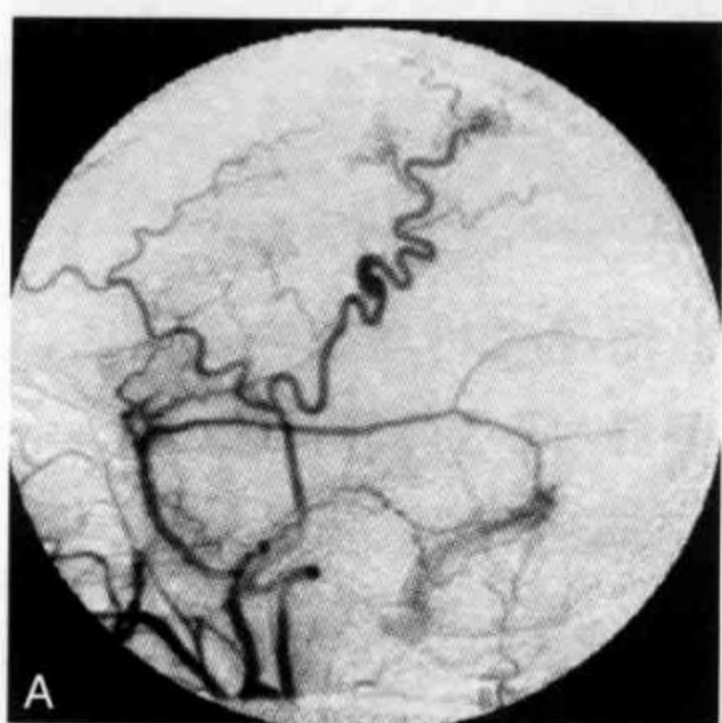
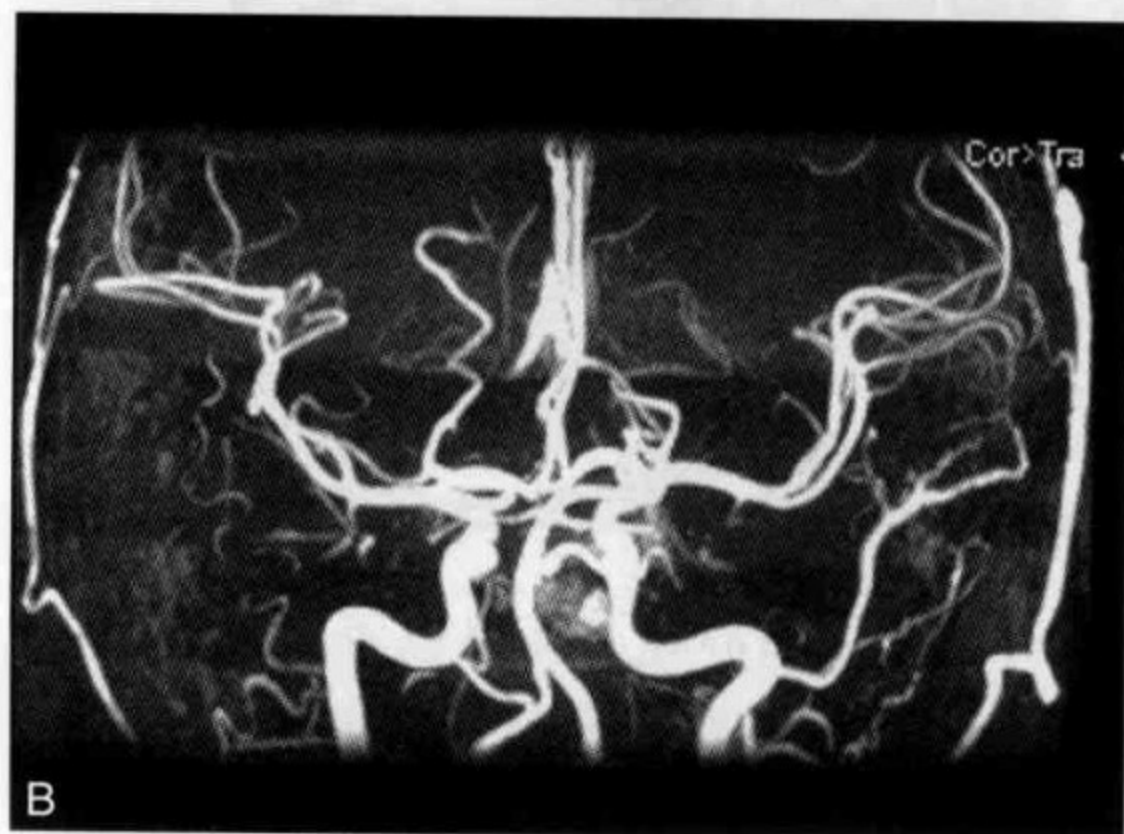


图 133 左枕硬脑膜动静脉漏

DSA 动脉期(A)显示左侧乙状窦显影,右侧脑膜中动脉前后支增粗参与左侧乙状窦沟通;MRA(B)显示左侧脑膜中动脉增粗



B

资源知识
 PDG

脑内正常、异常动脉血管形态、走向变化,硬脑膜动静脉漏部位、大小。

静脉窦闭塞导致局部可以脑出血、缺血改变。硬脑膜动脉、脑内动脉、颈静脉迂曲扩张相互沟通。

多伴有患侧颈静脉、乙状窦、横窦闭塞。

Borden 分型:

I 型:硬膜静脉窦(DVS)/髓静脉(MV)支流出。

II 型:硬膜静脉窦(DVS)/髓静脉(MV)流出及逆行软脑膜皮层静脉引流(RLVD)。

III 型:只有逆行软脑膜皮层静脉引流(RLVD)。

(五) 诊断报告基本要求

诊断报告要简单、准确并回答下列问题:①病变部位是否伴出血或缺血;②硬脑膜动静脉漏供血动脉名称、静脉引流名称、方向;③静脉窦闭塞、狭窄。

三、脑静脉畸形

脑 VMs 又称脑静脉血管瘤或脑静脉发育异常。脑静脉畸形是穿行于大脑或小脑半球内静脉血管发育异常,占脑血管畸形 2.5%~2.6%。

(一) 检查方法选择原则

CT 检查费用低、舒适、安全、可靠。患者在检查过程中易于监控。CT 可以准确提供脑静脉畸形部位、大小情况。CT 扫描发现出血或异常高密度影后,需 CT 增强扫描可以发现异常增粗静脉强化影,呈水母头样。

MR 平扫和增强扫描可全面观察脑静脉畸形部位、大小、周围出血、缺血情况。MR 扫描发现出血或异常高密度影后,需 MR 增强扫描可以发现异常增粗静脉强化影,呈水母头样。

DSA 检查是有创伤性,DSA 检查静脉期可提供静脉畸形影像表现。

检查设备可以立即投入使用:CT、MR、DSA。

(二) 影像检查目的

了解静脉畸形发生部位、大小,有无出血;给临床治疗提供依据。

(三) 影像检查流程

1. NCCT 和 CT 增强扫描用于显示静脉畸形病变部位、大小及其他病变。

2. MR 检查包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MR 增强扫描。用于明确病变部位、供血动脉、引流静脉,有无出血、缺血。

3. DSA 检查要求显示双侧颈内外动脉颅内段及双侧椎基底动脉颅内段血管正侧位像;显示动脉早期→动脉期→动脉晚期→毛细血管期→静脉期→静脉窦期。

(四) 图像解读

1. DSA 提示脑内正常、异常动脉静脉血管形态、走向变化,脑静脉畸形在静脉期呈伞状或水母头样扩张的髓静脉。

2. 脑出血、缺血变化。

3. T₁WI 增强扫描显示“水母头样”髓静脉血管扩张增强影(图 134)。

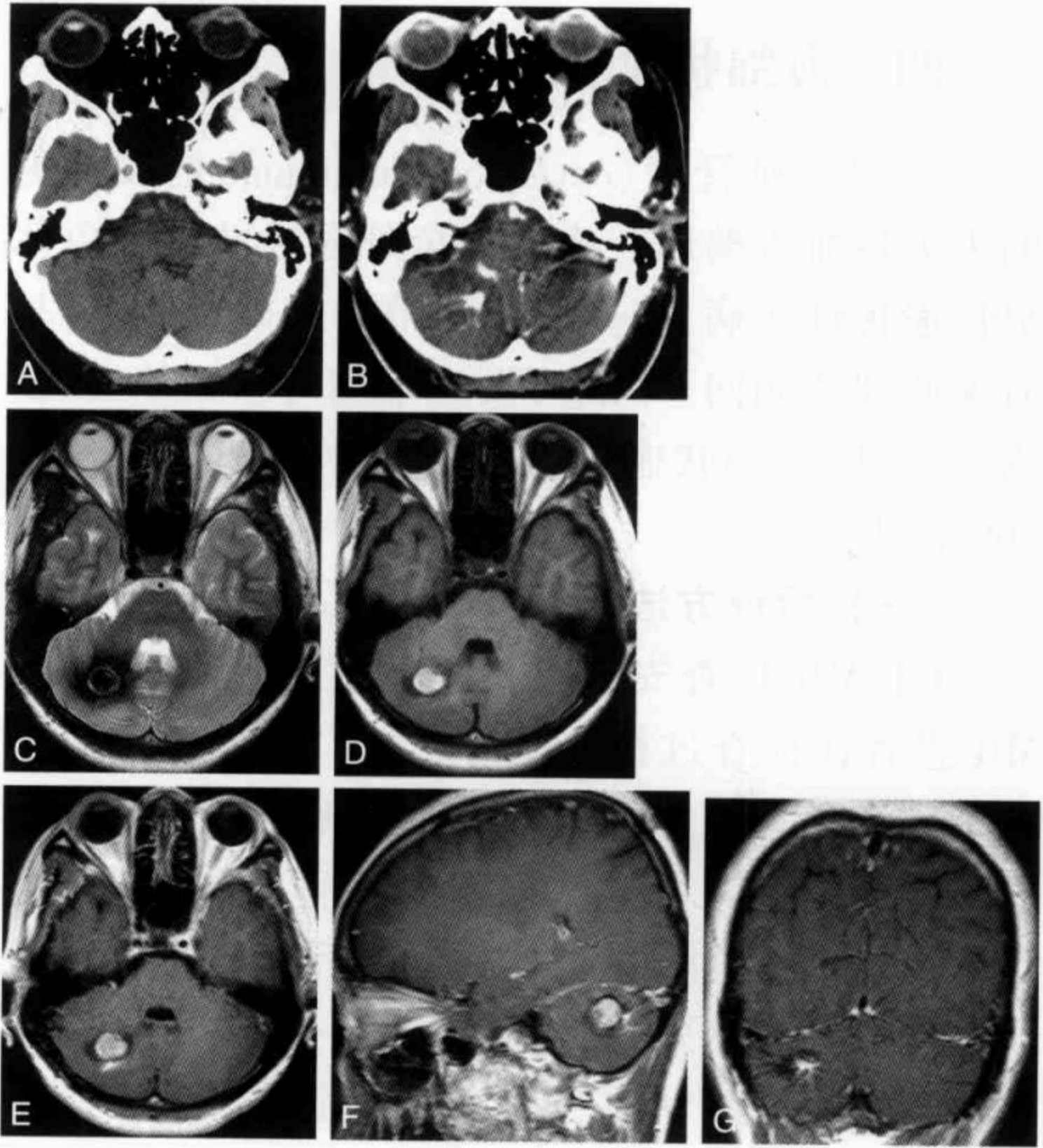


图 134 右侧小脑半球静脉畸形伴出血

NCCT(A)见右侧小脑半球点状等密度影,边缘模糊,四室大小正常;CT增强扫描(B)见右侧小脑半球内异常静脉血管强化影,呈水母头样,四室大小正常。MR T₂WI(C)见右侧小脑半球圆形短 T₂信号,边缘清楚,T₁WI(D)见右侧小脑半球圆形短 T₁信号,边缘清楚;增强扫描(E~G):右侧小脑半球圆形病变后部异常静脉血管强化影,呈水母头样,边界清楚

(五) 报告基本要求

诊断报告要简单、准确。静脉畸形病变部位是否伴出血或缺血;静脉畸形引流方向。

四、海绵状血管瘤

海绵状血管瘤(cavernous angioma)是较常见的先天性血管畸形,为不完全外显性的常染色体显性遗传性疾病,其基因位于第7条染色体上,具有家族遗传倾向。本病可发生于脑内和脑外,以脑内型多见。海绵状血管瘤可发生于任何部位,约有80%位于幕上。

(一) 检查方法选择原则

CT、MR 检查安全、可靠、舒适、无创伤。CT、MR 患者在检查过程中易于监控。DSA 检查对于脑内和脑外型海绵状血管瘤诊断无帮助。海绵状血管瘤患者脑 CT 平扫检查病变呈高密度影,必须进行 CT 增强扫描,增强扫描后脑实质内海绵状血管瘤通常不强化,偶见钙化,一般病变周围无水肿。脑外海绵状血管瘤可见明显均匀强化。

MR 检查脑内型海绵状血管瘤为高低信号交织成网,中心呈爆米花样,边缘呈低信号(含铁血黄素沉积),剃度回波扫描病变呈低信号、开花样,而且病变多发。海绵状血管瘤分成脑内和脑外两种类型。脑外型多发生于鞍旁海绵窦区,为单发。脑内型可发生于脑实质内任何部位。MR 可以提供海绵状血管瘤部位、数目。

检查设备可以立即投入使用:CT、MR。

(二) 影像检查目的

了解海绵状血管瘤部位、数目、大小等。给临床治疗提供依据。

(三) 影像检查流程

1. CT 平扫和增强扫描显示血管畸形病变部位、大小及其他病变。

2. MR 检查包括 T_1WI 、 T_2WI 、GRE、 T_1WI 增强扫描。用于明确病变部位、大小、数目。

(四) 图像解读

1. 脑内病变部位、大小、数目。

2. 脑内型海绵状血管瘤 T_2WI 和 T_1WI 像呈“爆米花样”混杂信号。

3. GRE 像脑内型海绵状血管瘤为低信号。

4. 脑外海绵状血管瘤在 T_2WI 为高信号, T_1WI 为低信号, 增强扫描肿瘤可见明显均匀强化和不均匀强化, 延迟重叠扫描肿瘤可均匀强化。脑内型海绵状血管瘤增强扫描部分病变内可见点状强化影, 边界清楚(图 135~图 138)。

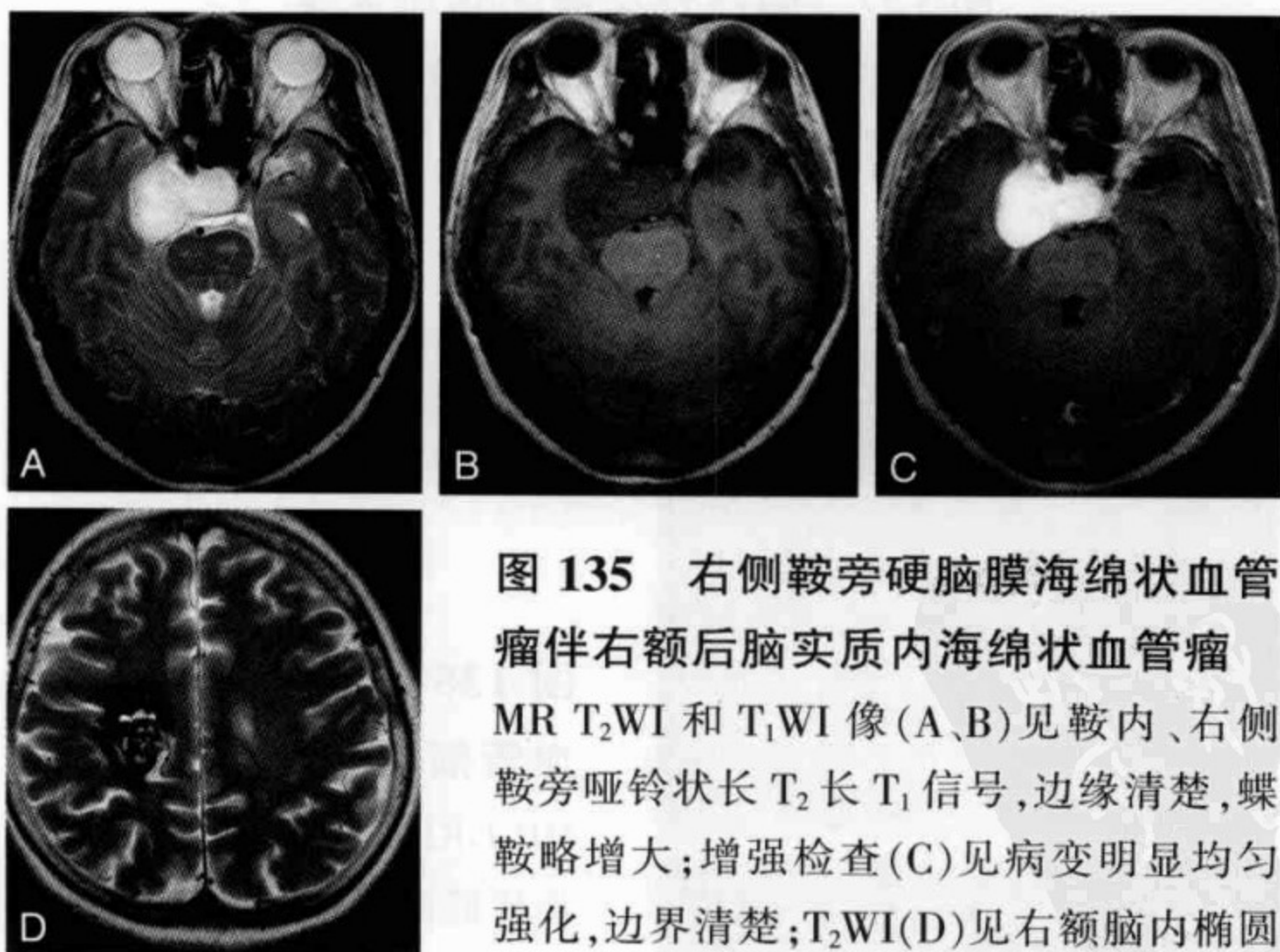


图 135 右侧鞍旁硬脑膜海绵状血管瘤伴右额后脑实质内海绵状血管瘤
MR T_2WI 和 T_1WI 像(A、B)见鞍内、右侧鞍旁哑铃状长 T_2 长 T_1 信号, 边缘清楚, 蝶鞍略增大; 增强检查(C)见病变明显均匀强化, 边界清楚; T_2WI (D)见右额脑内椭圆形混杂 T_2 信号, 边界清楚, 呈爆米花样

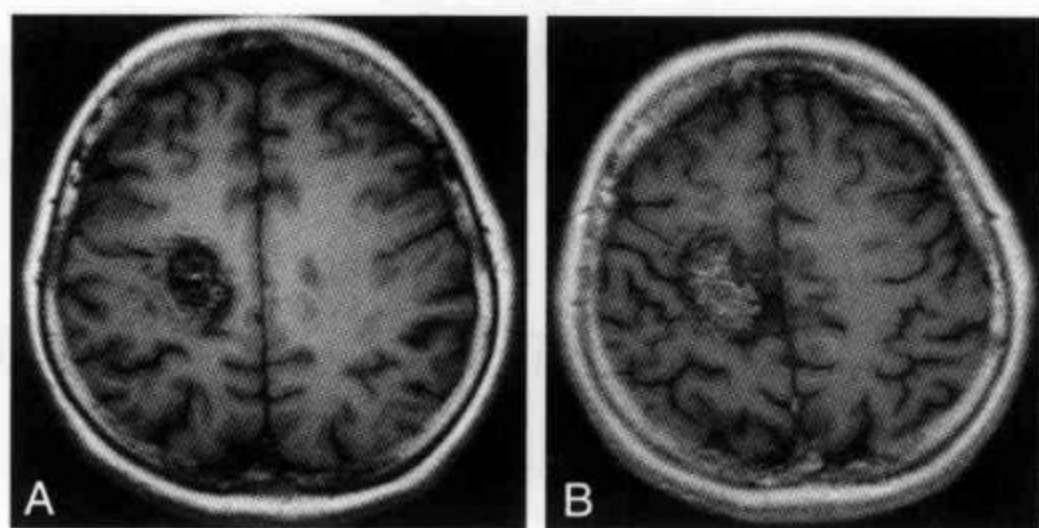


图 136 脑内型单发海绵状血管瘤

MR T₁WI(A)见右额脑内椭圆形混杂 T₁ 信号,边界清楚;增强扫描(B)见右额脑内椭圆形病变内点状强化影,边界清楚

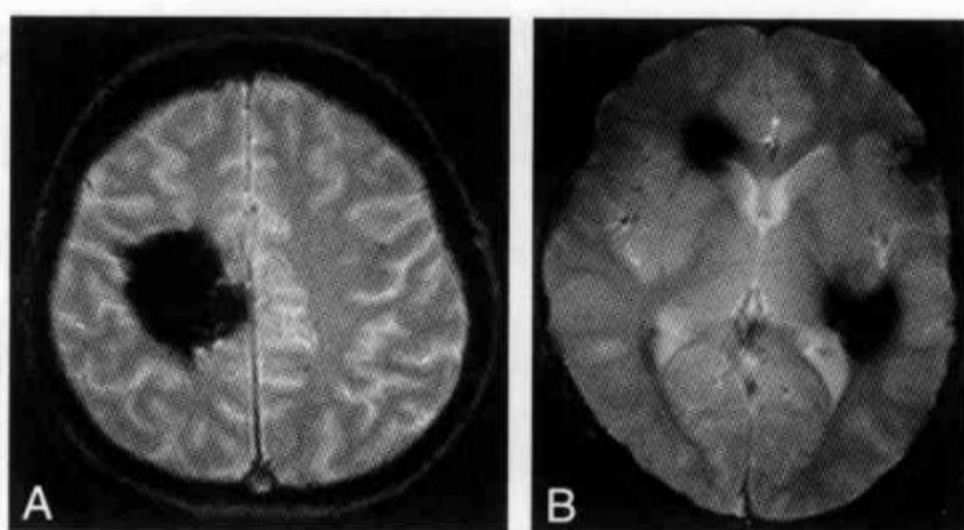


图 137 脑内多发海绵状血管瘤

MR GRE 像(A)见右额叶病变为低信号,边界清楚,其内点状等信号,左额及左颞多发斑块样低信号影(B)

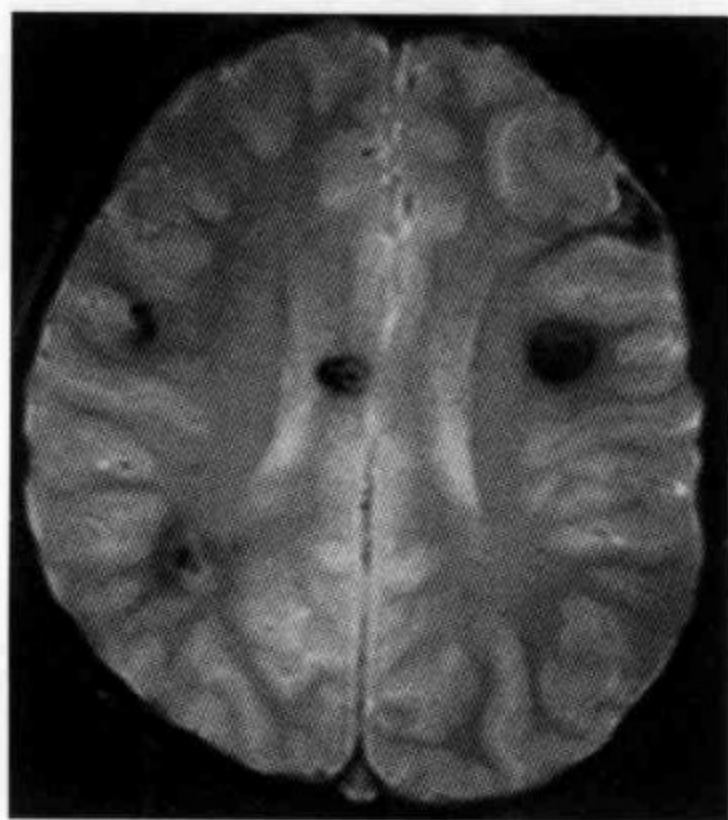


图 138 脑内多发海绵状血管瘤

MR GRE 像见双额、右顶多发片状低信号

(五) 诊断报告基本要求

诊断报告要简单、准确并回答下列问题:病灶的位置和大小,有无新鲜出血灶。

(尚京伟)



第六章

动脉瘤

动脉瘤好发年龄为 40~60 岁，发病率占总人口的 1%，主要临床表现为继发出血后头痛，第三对脑神经症状，少见占位征象。根据动脉瘤是否破裂出血，将动脉瘤分为单纯动脉瘤和合并出血动脉瘤两种主要类型。其中，单纯动脉瘤可为偶然发现，或因局部颅神经受累导致症状经检查发现。动脉瘤合并出血为急性出血性卒中，如再出血危险性明显增加。常见动脉瘤好发部位为脑动脉 Willis 环，其中前交通动脉瘤占约 30%，颈内动脉后交通起始部占约 30%，大脑中动脉动脉瘤占约 20%，基底动脉动脉瘤占约 5%，后循环动脉瘤占约 5%，其他部位约 1%~3%。另外，颅内动脉瘤 15%~20% 为多发。

一、单纯动脉瘤

单纯动脉瘤是临床上动脉瘤未破裂出血，可无临床症状因其他原因行影像学检查偶然发现，也可因出现局部颅神经症状行影像学检查发现。由于随年龄增长、动脉瘤大于 1cm 等因素动脉瘤破裂危险逐渐增大，因此，发现动脉瘤应采取必要的治疗手段，以防动脉瘤破裂危险。

(一) 检查方法选择原则

单纯动脉瘤影像学检查方法必须符合下述条件:①检查方法方便使用;②可清楚显示脑血管形态学信息;③检查安全、舒适、经济;④检查过程中易于监控。

(二) 影像检查目的

①观察动脉瘤所在部位及形态;②是否合并出血?动脉瘤大小?是否多发?③有无明显占位征象?④观察载瘤动脉情况,有无增粗及变窄?⑤对比剂滞留情况,观察动脉瘤腔血流情况,有无动脉瘤血栓形成?

(三) 影像检查流程

单纯性动脉瘤的影像检查方法主要有:①CT平扫+增强CTA检查;②MR+MRA检查;③DSA检查。

应首选无创性检查,诊断明确后或高度怀疑动脉瘤,应进一步行有创的DSA检查,进一步确定诊断,为进一步制订临床治疗方案提供明确的影像依据。其中发生于脑Willis环动脉瘤、颈内动脉床突上段动脉瘤、大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉大血管动脉瘤CTA检查可明确诊断。但是由于CTA检查图像后处理去骨困难,因此,对走行于颅骨内动脉段显示欠佳。目前,应用更先进的双源CT扫描,可解决此问题。MR+MRA检查可确定动脉瘤诊断。

(四) CT检查

CT检查包括平扫、增强检查和CTA检查。各种扫描参数(供参考)见表6-1。

表 6-1 CT 扫描序列参数范围(供参考)

参数	CT 平扫		CTA
	幕下	幕上	
mAs	320	360	140
kV	120	120	100
Scan time(s)	1	1	4.04
Slice(mm)	3~5	8~10	0.75
No. of scan	10	10	
FOV(mm)	200	200	200

1. 扫描参数和程序基本要求

(1) CT 平扫

1) 目的:观察有无脑出血以及其他异常密度影。

2) 设备:多排螺旋 CT,并具备 CTA 后处理功能。

3) 定位:以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描,避免晶状体直接照射。

4) 范围:从后颅窝底部向上扫描,直至脑突面最高点。

5) 层厚:至少为 8~10mm 层厚,连续扫描。幕下结构建议采用 3~5mm 层厚连续扫描。

(2) CT 血管成像(CTA)

1) 目的:显示 ICA 颅内段、MCA、ACA、基底动脉和 PCA 血管形态改变,有无局部异常血管壁隆起、充盈。

2) 扫描范围:全脑。

3) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl,用量 90ml。

4) 高压注射器:流率设置为 4ml/s 注入 30ml,然后以 3ml/s 注入 60ml。

5) 静脉穿刺针:建议至少采用 22GA×1.0in (0.9×25mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。

6) 扫描:启动高压注射器的同时启动 CTA 扫描程序,在 bolus tracking 软件的监测下完成 CTA 扫描。

2. 图像后处理基本要求 CT 血管成像:需提供 MIP、VRT 的 CTA 图像。

3. 图像解读

(1) CT 平扫观察常见动脉瘤发生部位有无明显局部异常血管增粗,尤其具有临床症状者,重点观察颅神经症状出现的相应部位,同时观察有无颅内其他病变,增强扫描后进一步观察(图 139)。

(2) 动脉瘤伴血栓形成时,可见混杂类圆形异常密度影。

(3) CTA 观察动脉瘤所在部位,载瘤动脉有无异常增粗或变细(图 140)。

(4) 结合平扫观察动脉瘤形态、大小、突起方向以便分类,为进一步治疗提供更多信息(图 141)。

(五) MR 检查

MR 检查包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MRA。

1. 扫描参数和程序基本要求

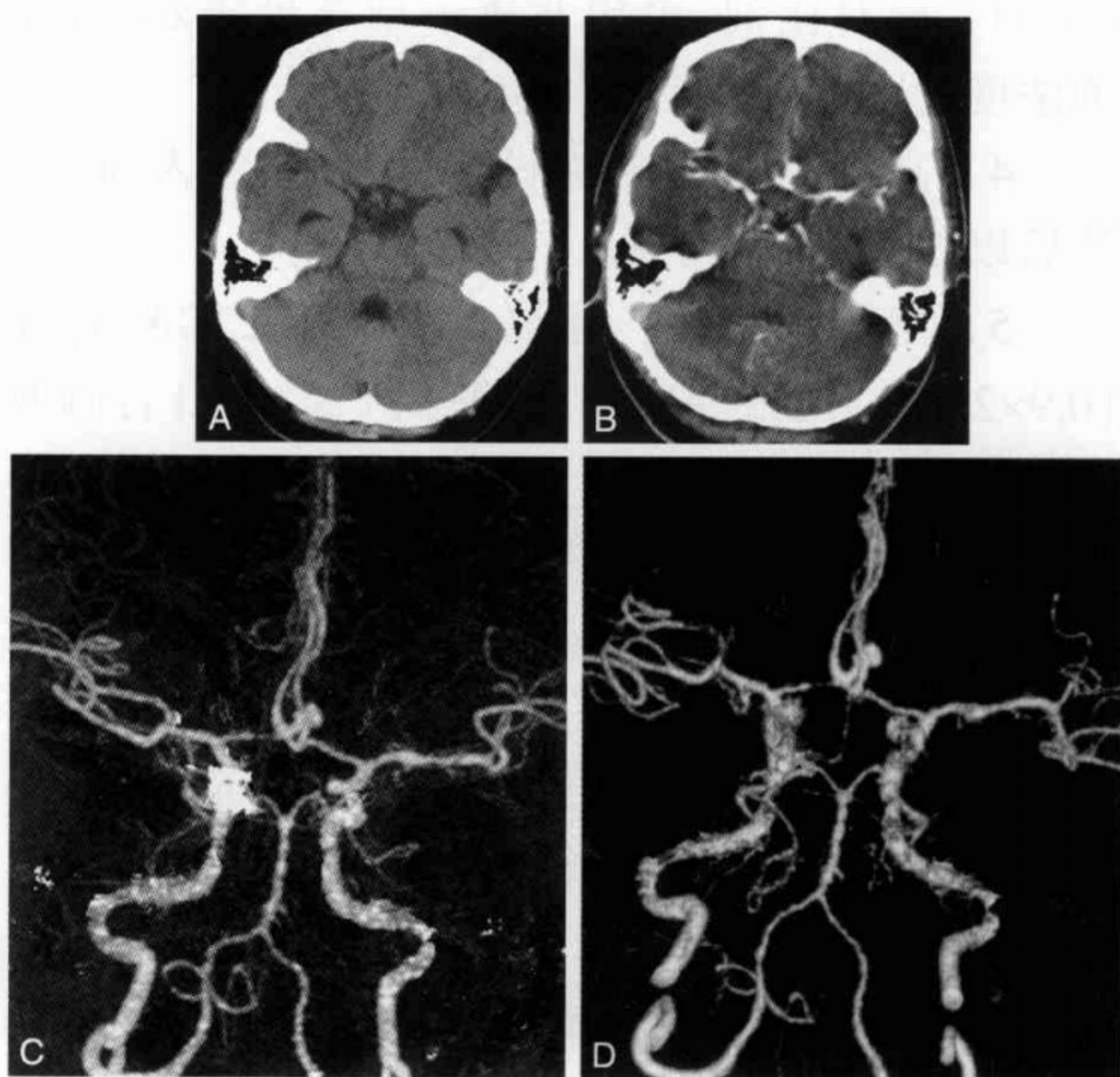


图 139

CT平扫(A)未见明显异常密度影;CT增强扫描(B)前交通动脉瘤;CTA(MIP)(C)、CTA(VRT)(D)显示前交通动脉瘤

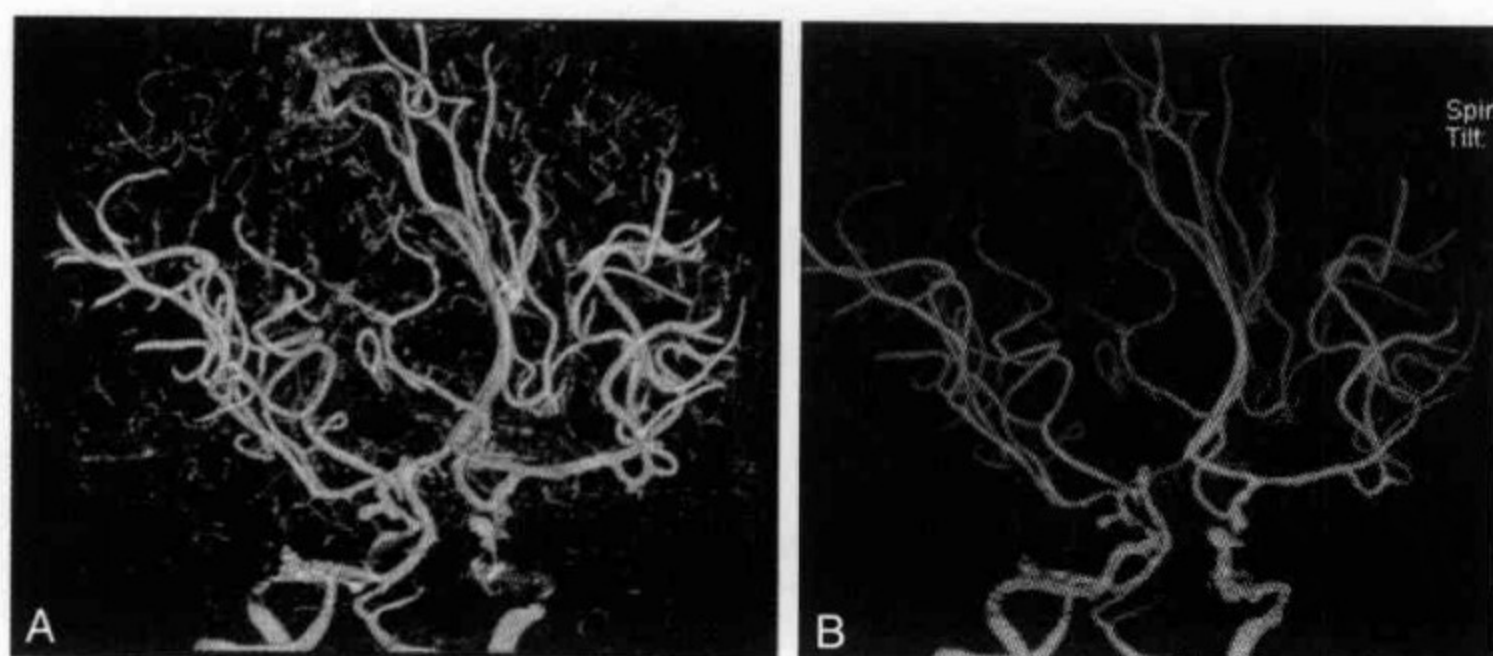


图 140

CTA(VRT)(A)、(MIP)(B)右侧后交通动脉瘤

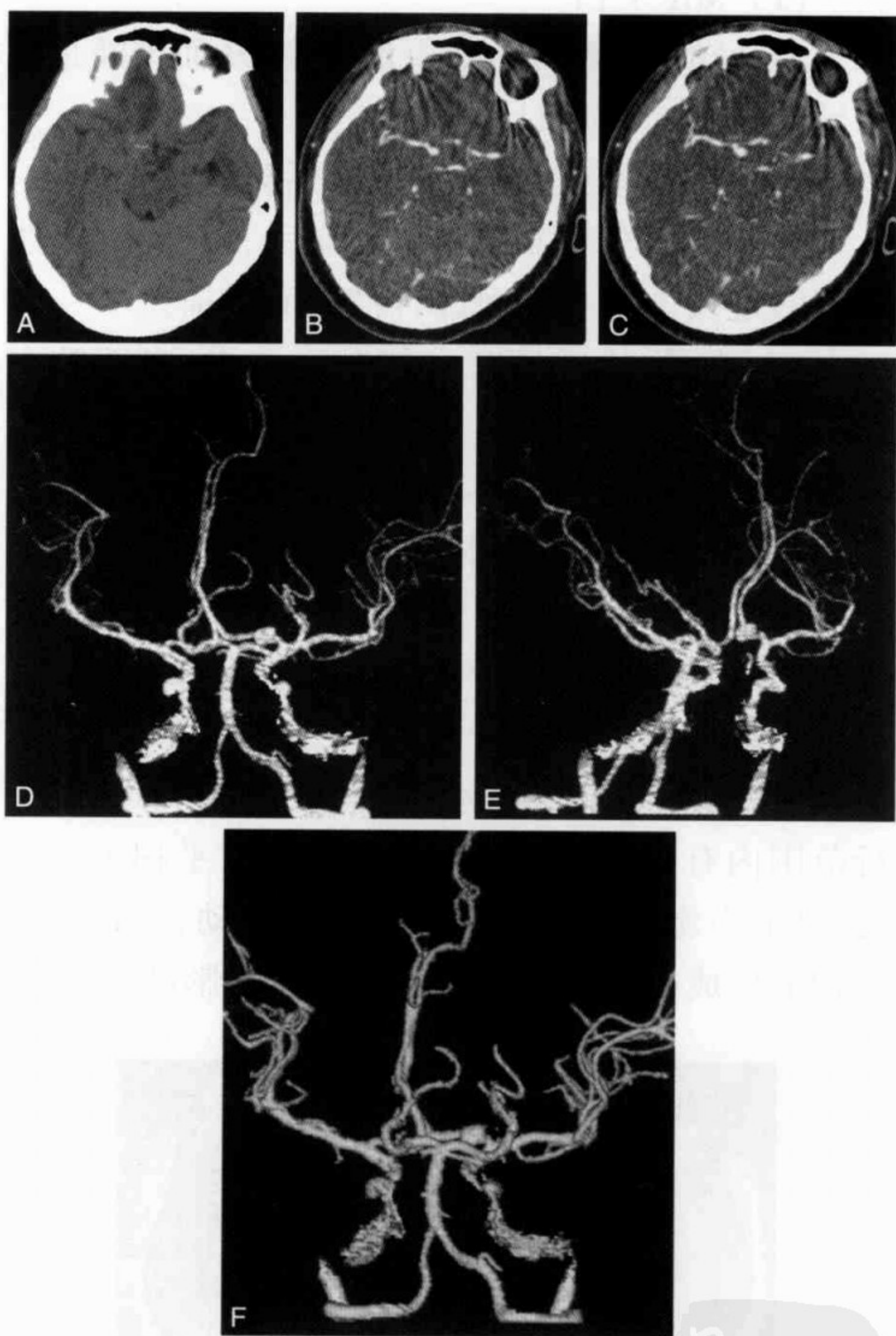


图 141 右侧大脑中动脉动脉瘤

CT 平扫(A)鞍上池右前结节状异常等密度影;CT 增强扫描(B,C)右侧大脑中动脉动脉瘤;CTA(MIP)(D,E)、(VRT)(F)大脑中动脉动脉瘤水平段动脉瘤

(1) MR 平扫

1) 目的:观察异常血管流空影,从而推断是否为异常血管局部隆起影。

2) 设备:具有 MRA 检查及后处理程序。

3) 定位:矢状面 T_1WI 定位后,以听-眶上线之间的连线为基准平面进行横断面扫描。

4) 范围:从后颅窝底部向上扫描,直至脑突面最高点。

5) 层厚:至少为 8~10mm 层厚,连续扫描。

6) 横断面图像至少包括 T_1WI 、 T_2WI 。

2. 图像后处理基本要求 MRA:提供 3D-TOF 血管图像,且需要做水平轴及垂直轴多方位旋转。

3. 图像解读

(1) 观察双侧颈内动脉及椎-基底动脉系统走行范围内有无异常局限性血管增粗,平扫为异常血管“流空影”,由于动脉瘤随动脉搏动,可在周围结构上形成横行(或纵行)“波纹状”伪影(图 142)。

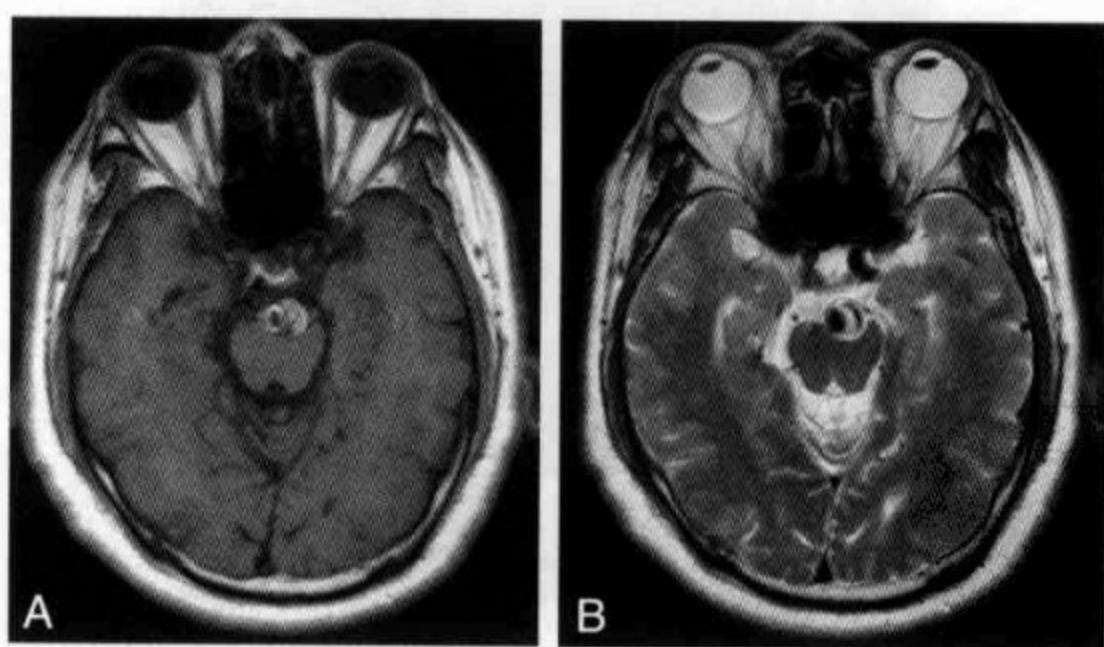


图 142 基底动脉动脉瘤

MR 轴位平扫 T_1WI (A),脑干腹侧异常类圆形高信号影,水平方向可见搏动伪影;MR 轴位平扫 T_2WI (B),脑干腹侧类圆形异常血管“流空影”

(2) 结合平扫及 MRA 原始图像观察有无夹层动脉瘤征象。

(3) MRA 观察动脉瘤所在位置及载瘤动脉情况,有无增粗及变窄,结合轴位扫描确定动脉瘤与周围解剖结构的关系,观察瘤内有无血栓形成(图 143)。

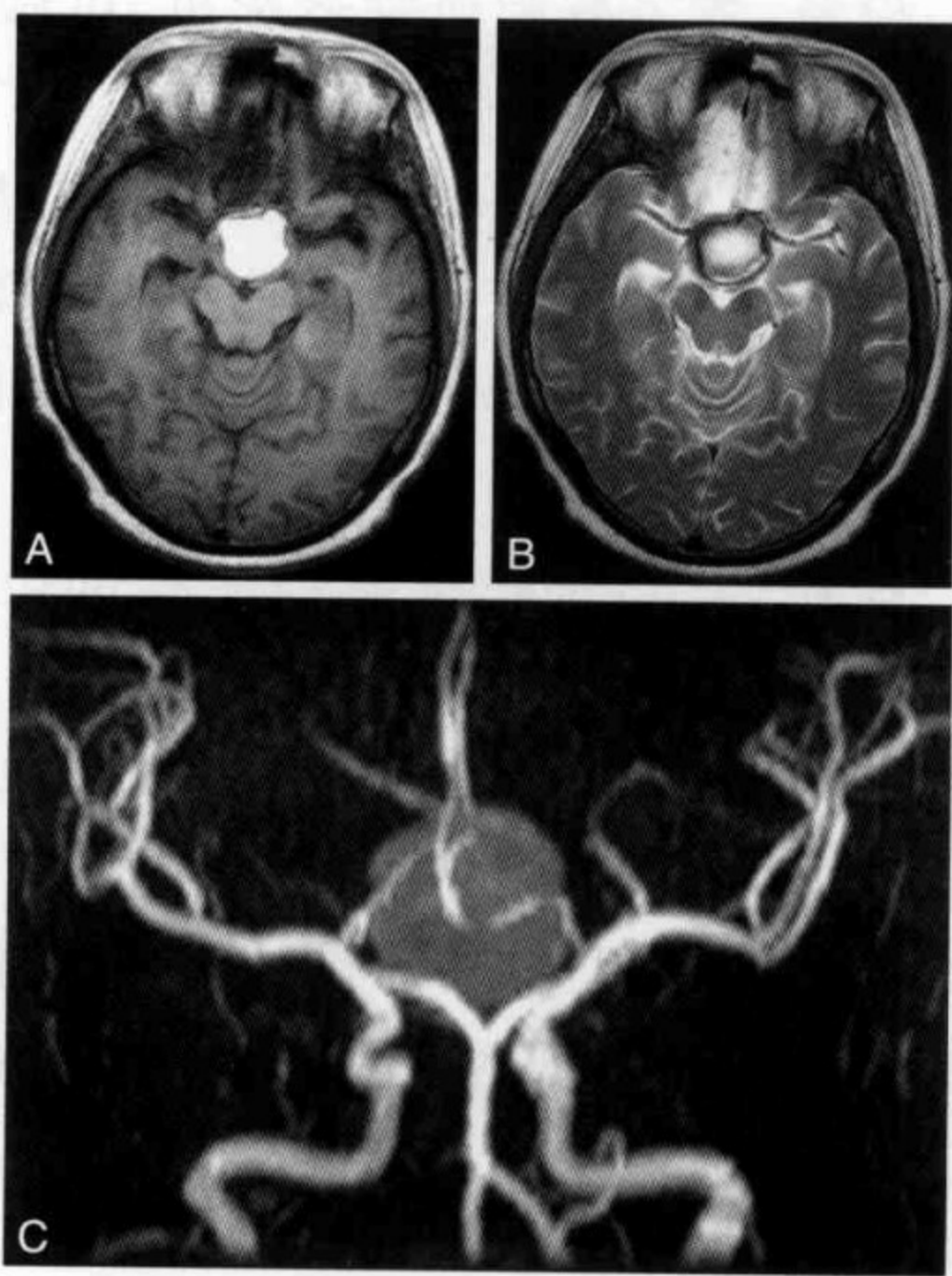


图 143 前交通动脉瘤伴血栓形成

MR 轴位平扫 T_1 WI(A),鞍上池内类圆形异常高信号影;MR 轴位平扫 T_2 WI(B),鞍上池内类圆形异常稍高信号影,伴周边低信号影;MRA(MIP)(C)前交通动脉瘤伴血栓形成

(六) DSA 检查

当 CT、CTA 或 MR、MRA 发现动脉瘤后,或高度怀疑动脉瘤,为进一步观察动脉瘤代谢情况,准

确确定动脉瘤所在动脉位置,为进一步确定治疗方案提供可靠影像依据,需行 DSA 检查。

1. 检查程序 and 基本要求 全脑血管造影:

(1) 目的:全面评价颅内循环,多体位观察每个要检查的血管,明确动脉瘤位置,载瘤动脉情况,有无动脉瘤侧支循环。

(2) 设备:数字减影血管造影机,可做动态旋转造影,并可三维处理。

(3) 选择血管:应根据 CT、CTA、MR、MRA 检查动脉瘤所在位置,优先选择载瘤血管造影,在此原则基础上行全脑,即双侧颈总动脉、双侧椎-基底动脉造影。

(4) 投照体位:根据动脉瘤所在部位不同投照体位各异,见表 6-2。

2. 图像后处理基本要求 DSA:

提供感兴趣区——载瘤动脉正、侧位及不同动脉瘤所在位置投照体位图像,具备三维重建功能需提供 3D 血管重建图像,且需要做水平轴及垂直轴多方位旋转。

3. 图像解读

(1) 观察双侧颈内动脉及椎-基底动脉系统走行范围内有无异常局限性血管充盈,动态观察有无对比剂滞留现象(图 144)。

(2) 确定动脉瘤所在位置,从而进一步观察载瘤动脉有无变细、痉挛。

(3) 观察动脉瘤有无侧支循环情况,是否多发。

(4) 观察动脉瘤与载瘤动脉基底部的宽窄。

表 6-2 血管造影检查不同动脉瘤部位投照体位(供参考)

部 位	附加、照像体位	旋转百分率	成角(头/足)
前交通动脉瘤	经眶斜位	15~30	7°头侧
	Caldwell 斜位	15~30	7°足侧
大脑中动脉	经眶斜位	15~30	7°头侧
	颞顶位	0	90°对基侧
	Haughton 侧位	90	45°头侧
颈内动脉/后交通动脉	经眶斜位	15~30	7°头侧
	旁眶斜位	55	7°头侧
	Haughton 侧位	90	45°头侧
颈内动脉分叉	经眶斜位	15~30	7°头侧
	颞顶斜位	0	90°对基线
基底动脉顶端及基底动脉 交界处	Towne 斜位	10~30	25°~30°
	颞顶位	0	90°对基线

续表

部 位	附加、照像体位	旋转百分率	成角(头/足)
颈内动脉/眼动脉	经眶斜位 Caldwell 斜位	15 ~ 30 15 ~ 30	7°头侧 7°足侧
颈内动脉海绵窦段	旁眶斜位 Haughton 侧位	55 90	7°头侧 45°头侧
小脑供血动脉	Towne 斜位	10 ~ 30	25° ~ 30°

数字
影像
PDG



图 144 DSA 侧位图像,显示后交通动脉瘤

(5) 全脑血管循环观察,动脉期、毛细血管期、静脉期、窦期,观察有无其他异常情况。

(七) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:①动脉瘤所在位置?是否多发?动脉瘤有无血栓形成?②动脉瘤大小,是否大于 2.5cm(巨大型)?③动脉瘤基底部是宽还是窄?载瘤动脉有无增粗及狭窄?④动脉瘤病理分类,包括囊性动脉瘤、梭形动脉瘤、夹层动脉瘤;⑤若为夹层动脉瘤,需明确动脉瘤累及的动脉节段长度;⑥观察脑组织内有无其他病变。

二、动脉瘤合并出血

动脉瘤破裂出血,一般为蛛网膜下腔出血,同

时也是蛛网膜下腔出血的主要原因，可导致局部脑实质内血肿，出血破入脑室内可造成脑室内出血表现。动脉瘤破裂出血是急性出血性脑卒中的一种类型，因此，临床上应按急性出血性卒中方式处理。原则是利用影像学检查方法尽早、尽快找到病因所在部位，及时制订手术或血管内介入治疗方法，以防再次出血危及患者生命。

（一）检查方法选择原则

合并出血动脉瘤影像学检查必须符合下述条件：①检查方法可立即投入使用；②检查时间短；③可清楚显示脑血管形态学信息及脑池内、脑室内、脑实质内信息；④检查安全、舒适、经济；⑤检查过程中易于监控。

（二）影像检查目的

①观察动脉瘤出血情况、所在部位、累及范围，推断动脉瘤可能部位；②有无明显占位征象？③观察载瘤动脉情况，有无增粗及变窄？④对比剂滞留情况，观察动脉瘤腔血流情况。

（三）影像检查流程

动脉瘤合并破裂出血的影像检查流程。鉴于急性出血，往往首选 CT 扫描，发现出血后，若高度怀疑动脉瘤应及时行 DSA 检查确定诊断，并根据动脉瘤情况尽快制订治疗方案，对于能选择血管内介入治疗者，可在 DSA 检查诊断明确后，同时介入治疗。对于选择开颅手术治疗者，应尽早手术，以防再次出血危险。当然，对于急性脑出血，但未高度怀疑动脉瘤者，可根据病情选择增强 CTA

检查,或 MR+MRA 检查,发现动脉瘤后,尽早行 DSA 检查,明确出血原因,及时制订治疗方案。

(四) CT 检查

1. 扫描参数和程序基本要求 CT 平扫:

(1) 目的:确定脑内出血部位,推断动脉瘤可能的血管。

(2) 范围:从后颅窝底部向上扫描,直至脑突面最高点。

(3) 层厚:至少为 8~10mm 层厚,连续扫描。幕下结构建议采用 3~5mm 层厚连续扫描。

2. 图像解读 CT 平扫观察脑出血部位,脑池内出血形态、位置,有否脑实质内出血、脑室内出血,间接推断动脉瘤可能发生的部位,为 DSA 检查优先选择血管提供帮助(图 145)。

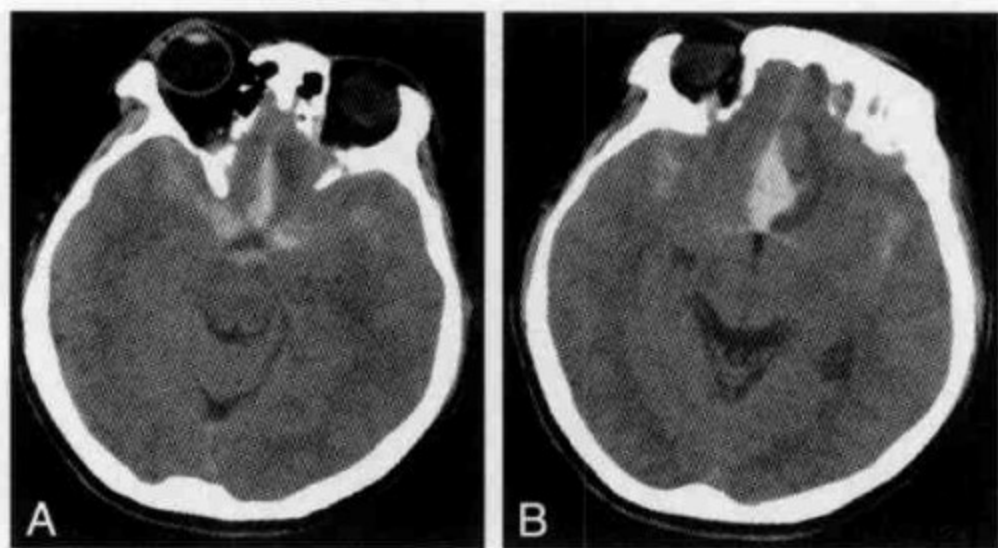


图 145 CT 平扫(A,B)鞍上池、双侧侧裂池、前纵裂池可见高密度影,前纵裂内形成血肿,考虑为前交通动脉瘤破裂出血。DSA 证实为前交通动脉瘤

(五) MR 检查

MR 检查包括 T₁WI、T₂WI、FLAIR、MRA。

1. 图像后处理基本要求 MRA:提供3D-TOF

血管图像,且需要做水平轴及垂直轴多方位旋转。

2. 图像解读

(1) 观察脑出血所在部位,观察双侧颈内动脉及椎-基底动脉系统走行范围内有无异常局限性血管增粗,平扫为异常血管“流空影”,动脉瘤搏动可在周围结构上形成横向(或纵向)伪影。

(2) MRA 观察动脉瘤所在位置及载瘤动脉情况,有无增粗及变窄,结合轴位扫描确定动脉瘤与周围解剖结构的关系(图 146)。

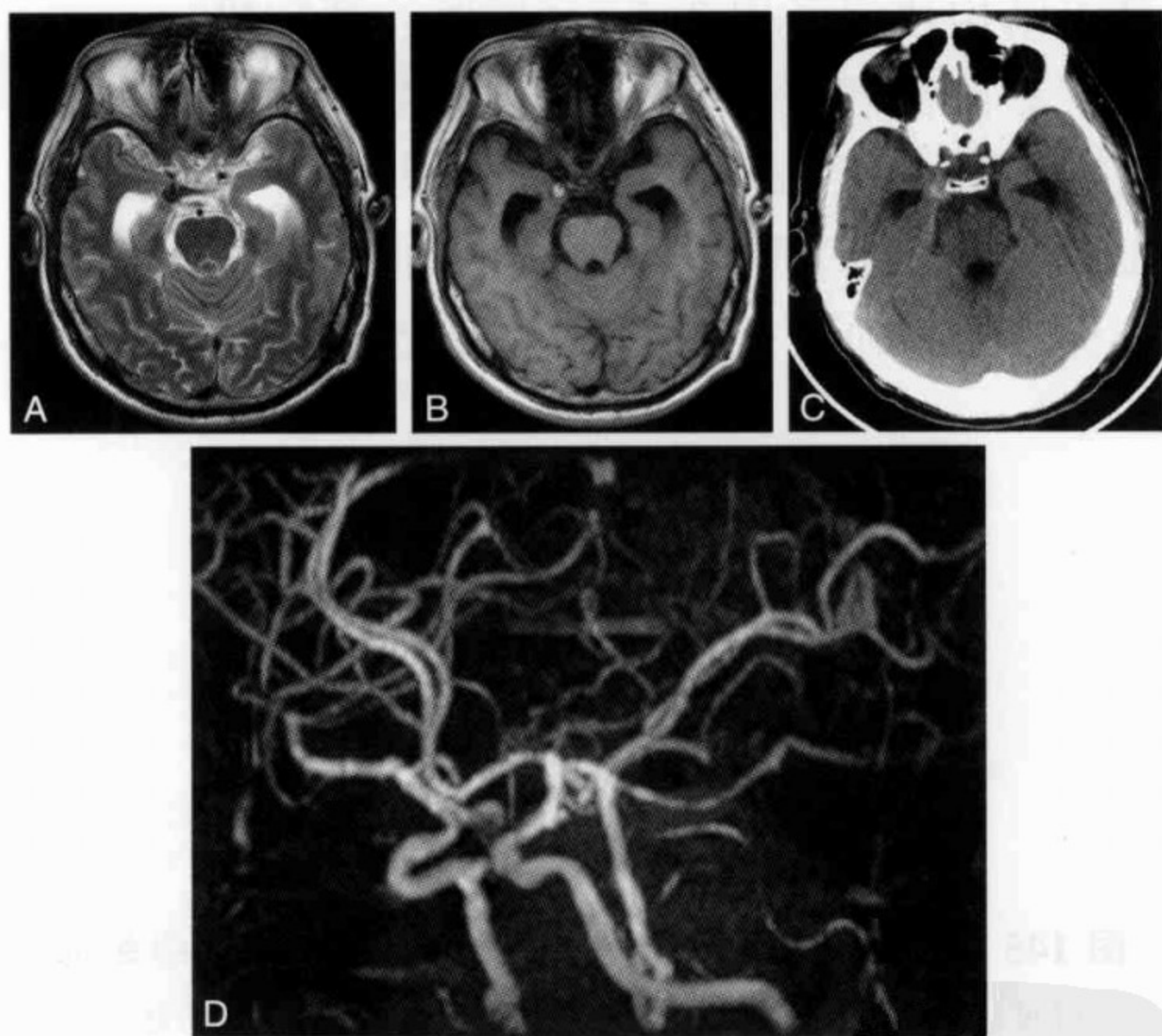


图 146 右侧后交通动脉瘤

MR 平扫轴位 T_2WI (A), 右侧后交通异常血“流空影”; 右侧后交通处异常结节状高信号影(B); CT 平扫(C) 右侧后交通周围可见高密度影, 双侧脑室扩大, 为蛛网膜下腔出血后改变; MRA (MIP) 右侧后交通动脉瘤(D)

(六) DSA 检查模式

当 CT 或 MR、MRA 发现脑出血,怀疑动脉瘤后,为进一步观察动脉瘤代谢情况,准确确定动脉瘤所在位置,作为金标准行 DSA 检查,根据造影表现及患者临床情况,决定介入治疗或手术夹闭。

1. 图像后处理基本要求 DSA: 提供选择造影血管正、侧位及不同部位动脉瘤特殊投照体位图像,具备三维重建功能检查设备应提供感兴趣区——载瘤动脉 3D 血管重建图像,且需要做水平轴及垂直轴多方位旋转。

2. 图像解读

(1) 观察双侧颈内动脉及椎-基底动脉系统走行范围内有无异常局限性血管充盈,动态观察有无对比剂滞留现象(图 147)。

(2) 确定动脉瘤所在位置,从而进一步观察

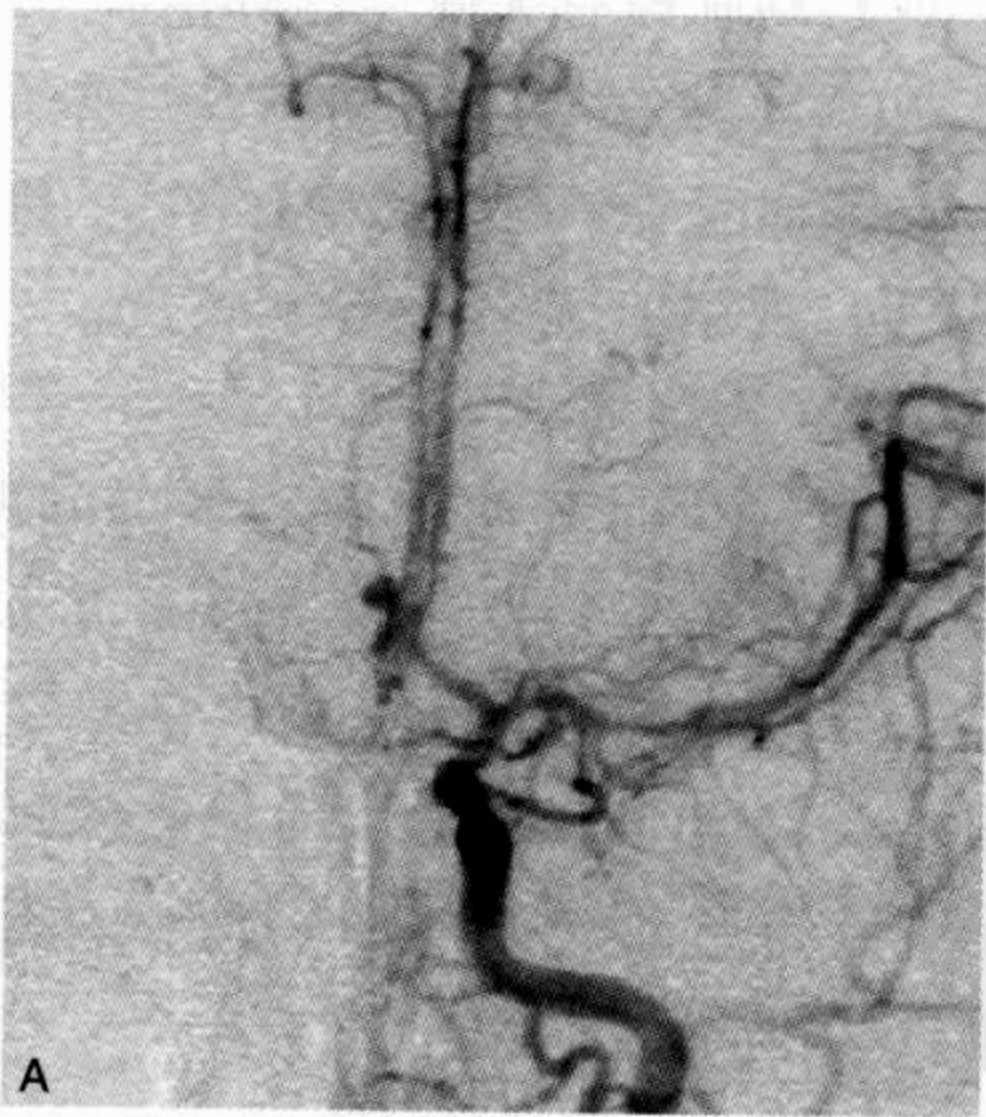




图 147 DSA 正位(A)前交通动脉瘤；
侧位(B)后交通动脉瘤

载瘤动脉有无变细、痉挛。

- (3) 观察动脉瘤有无侧支循环情况,是否多发。
- (4) 观察动脉瘤与载瘤动脉基底部的宽窄。
- (5) 全脑血管循环观察,动脉期、毛细血管期、静脉期、窦期,观察有无其他异常情况。

(七) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:①动脉瘤所在位置?是否多发?②动脉瘤大小,是否大于2.5cm(巨大型)?③动脉瘤基底部分是宽还是窄?载瘤动脉有无增粗及狭窄?④动脉瘤病理分类,即囊性动脉瘤、梭形动脉瘤、夹层动脉瘤;⑤观察脑组织内有无其他病变。

(孙胜军)

第七章

其他脑血管病

本组血管病包括中枢神经系统血管炎(central nervous system vasculitis, CNSV)、大动脉炎综合征、大脑淀粉样血管病(cerebral amyloid angiopathy, CAA)、CADASIL 和烟雾病(moyamoya)等。

一、概述

(一) 大动脉炎

大动脉炎综合征是一种累及主动脉及其重要分支的慢性非特异性炎症性血管病变,病因尚不明确。主要侵犯体、肺弹力型动脉,是以中膜损害为主的全动脉炎,动脉全层呈弥漫性或不规则增厚和纤维化,导致管腔狭窄和闭塞。由于病变动脉节段性狭窄闭塞或狭窄后扩张,导致血液循环障碍,使病变部位的器官组织产生缺血性症状。好发于青中年女性。

根据病变部位分四型:Ⅰ型:头臂型;Ⅱ型:胸腹主动脉型;Ⅲ型:广泛型;Ⅳ型:肺动脉型。

大动脉炎以多支血管受累多见,头臂型最易受累的血管为锁骨下动脉,其次为颈动脉、无名动脉、腋动脉、椎动脉、肱动脉等。

(二) 颅内血管炎

中枢神经系统血管炎 (central nervous system vasculitis, CNSV) 是一种以多种病因引起的中枢神经系统血管壁炎症性疾病, 主要累及软脑膜及皮质的中、小动脉, 较少累及静脉和微静脉, 引起相应供血区脑组织的缺血或梗死性病变, 有原发性与继发性两种。继发性有感染、恶性肿瘤、药物等所致的明确原因; 原发性病因多不明, 发病机制亦不明。

(三) CAA

大脑淀粉样血管病 (cerebral amyloid angiopathy, CAA) 一种独立的脑血管病, 发病年龄通常在 70 岁左右, 是老年人脑叶内出血常见的非创伤性原因。累及软脑膜血管, 脑实质内小动脉及微血管。CAA 导致的脑出血部位较表浅, 位于脑叶, 且常为细小动脉瘤破裂出血。

(四) CADASIL

常染色体显性基因动脉病伴皮层下梗死与脑白质病变 (CADASIL), 是一种由 19 号染色体 Notch3 基因突变导致的遗传性血管疾病。弥漫性小血管病变导致大脑半球白质弥漫性脱髓鞘, 腔隙性梗死、微小出血, 皮层下腔隙性损害。大脑皮质则基本正常。研究发现, 外显子 4 基因测序和脑 MRI 二者结合可将诊断的敏感性提高到 100%。

(五) Moyamoya 病

烟雾病又名颅底异常血管网症, 是一种少见的慢性脑血管闭塞性疾病, 病因不明。

二、影像学检查

(一) 检查方法选择原则

DSA 是诊断血管性病变的金标准,能够很好地显示大血管病变,也可显示侧支血管及异常血管网,对血管病变范围、病变程度的显示优于 CTA 及 MRA。但行 DSA 检查有一定的创伤,本身具有一定的并发症,且不能显示继发脑实质改变,仅在 CT 及 MR 难以确诊,或准备进行介入治疗时方采用脑血管造影。本组脑血管疾病的一线检查方法为 CT 和 MR。

出现急性神经功能障碍患者首先行 NCCT 检查。CT 可以迅速确定 ICH 的有无,当怀疑大动脉炎时需行 CTA 或 CEMRA; 当怀疑 CADASIL、CAA、颅内血管炎及烟雾病时应当进一步做 MRI 检查。

CT 和常规或快速自旋回波 T_1WI 和 T_2WI 序列对微出血相对不敏感。GRE 序列上可表现为明显的信号丢失,是检测皮层-皮层下微出血的最敏感的 MRI 序列。利用 GRE 序列检测这些慢性微出血增加了诊断血管病变的可能性。

MRI 多序列检查可显示脱髓鞘,腔隙性梗死、微小出血以及血管形态异常等不同的病理改变,是诊断脑血管病的首选检查。

(二) 影像检查目的

1. 明确诊断。
2. 是否存在血管狭窄或闭塞,部位?

3. 是否存在穿支或侧支血管增多?
4. 是否合并缺血性脑梗死或脑出血等脑实质病变?

(三) CT 检查模式

1. 适应证 可疑脑血管病的患者。
2. 禁忌证 ①有碘制剂过敏史;严重心、肾功能障碍者;②患者躁动,无法配合检查者;③患者或家属拒绝此项检查者。
3. 检查中止 ①在检查过程中躁动,无法继续扫描;②检查过程中出现严重对比剂过敏反应者;③需要立即停止检查进行抢救者。

4. 扫描参数和程序基本要求

(1) CT 平扫(NCCT)

- 1) 目的:确定是否存在颅内病变。
- 2) 设备:多排螺旋 CT(建议 8 排以上)。
- 3) 定位:以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描,避免晶状体直接照射。
- 4) 范围:全脑,从颅底到颅顶。
- 5) 层厚:至少为 8~10mm 层厚,连续扫描。幕下结构建议采用 3~5mm 层厚连续扫描。

(2) 头 CTA

- 1) 目的:显示颅内各大动脉及其分支闭塞部位和程度,以及网状或侧支血管的形成。
- 2) 范围:全脑,从颅底到颅顶,扫描方向通常从颅顶向颅底。
- 3) 层厚:0.75mm 层厚重建。
- 4) 造影剂:50~90ml 非离子型碘对比剂,监控

层面定于颈 3、4 水平,理论触发阈值 100Hu,注药速度 3~5ml/s。

(3) 头颈联合 CTA

1) 目的:显示主动脉弓及其分支大血管的狭窄闭塞部位和程度。

2) 范围:包括主动脉弓下 3mm 至颅顶,扫描方向从足侧向头侧。

3) 层厚:0.75mm 层厚重建。

4) 造影剂:50~90ml 非离子型碘对比剂,监控层面定于主动脉弓,理论触发阈值 100Hu,注药速度 3~5ml/s。

5. 图像后处理基本要求 提供容积重建 (VR)和 MIP 图。

(四) MRI 检查模式

1. 扫描参数和程序基本要求 常规 SE 序列轴位 T₁WI, T₂WI, FLAIR, GRE, 矢状位 T₁WI 扫描, MRA 及 CEMRA。

(1) MRI 平扫:目的是显示脑血管合并脑实质的异常改变。

(2) MRA

1) 目的:显示正常和异常脑血管的形态分支。

2) 方法:三维时间飞跃法(TOF)。

3) 范围:包括基底动脉环。

4) 层厚 0.65mm,视野 200×200。

2. CEMRA

1) 目的:及早发现血管狭窄或闭塞,及时合

理治疗，以缓解疾病过程中出现不可逆脑损伤表现。

2) 方法:三维时间飞跃法(TOF)。

3) 范围:包括主动脉弓及基底动脉环。

4) 对比剂:Gd-DTPA,剂量 45ml,速度:4ml/s,延迟扫描时间 22 秒,T1/SE 冠状位无间隔连续扫描。

3. 图像后处理基本要求 提供原始图及上下旋转和左右旋转的 MIP 图。

(五) 图像解读

1. 大动脉炎 正常 CEMRA(图 148)。

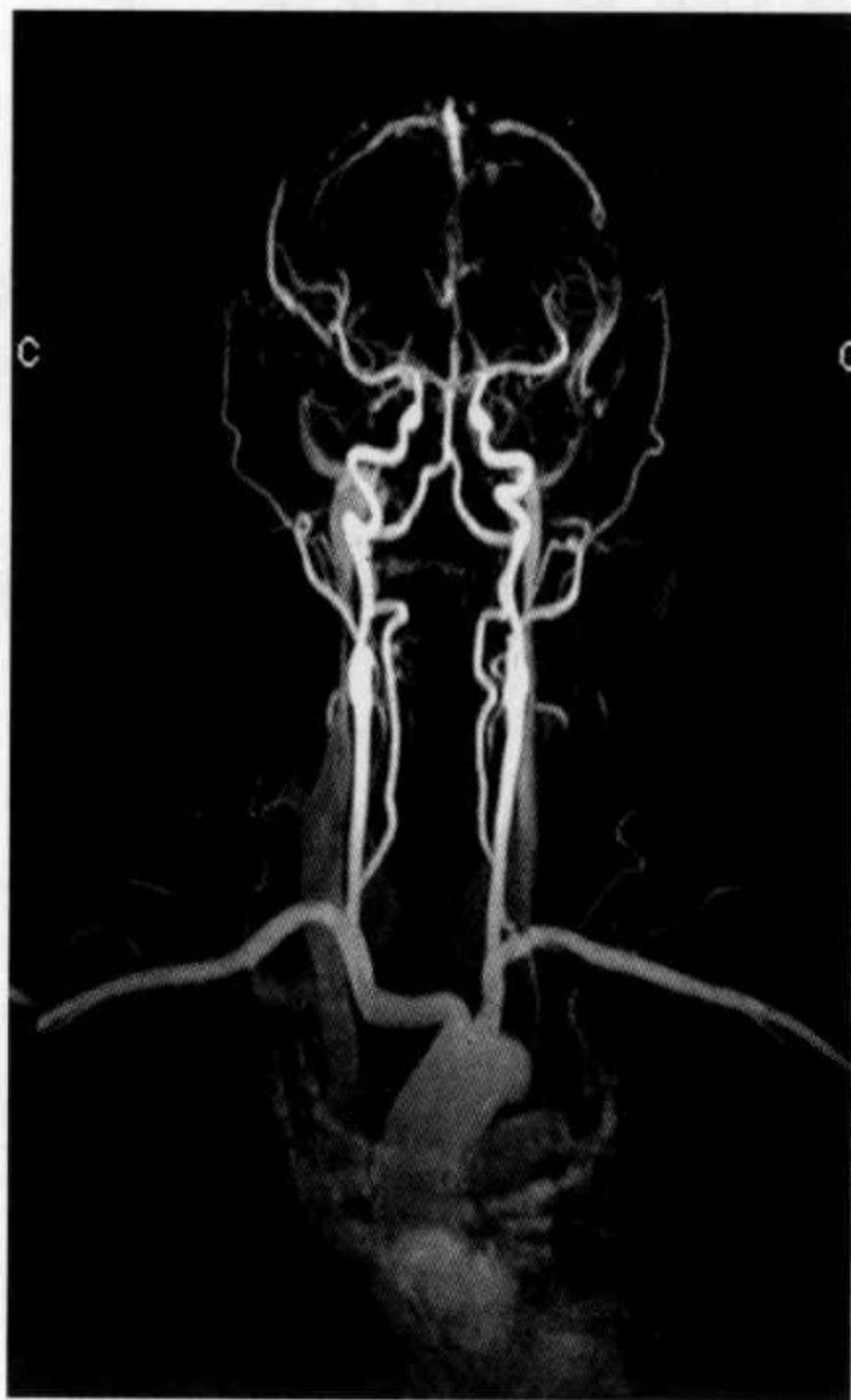
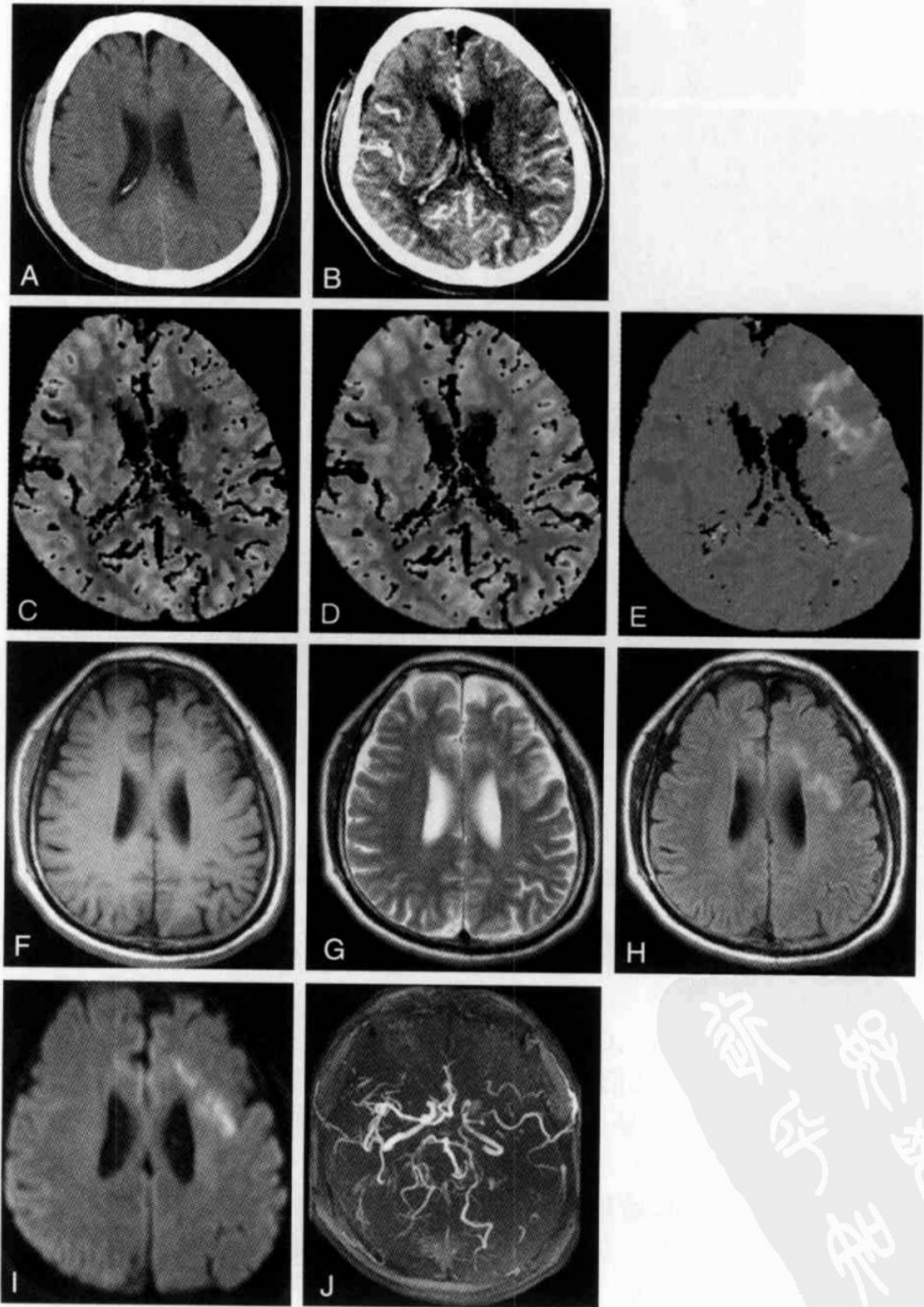


图 148 CEMRA 正常表现

(1) NCCT, CTP, T₁WI, T₂WI, DWI 等可以显示动脉炎所致的脑实质继发的病理改变。

(2) MRA 显示颅内血管狭窄或闭塞。

(3) CEMRA 可以比较准确地判断头臂动脉型多发性大动脉炎受累血管分支的范围、程度及侧支血管的形成(图 149)。



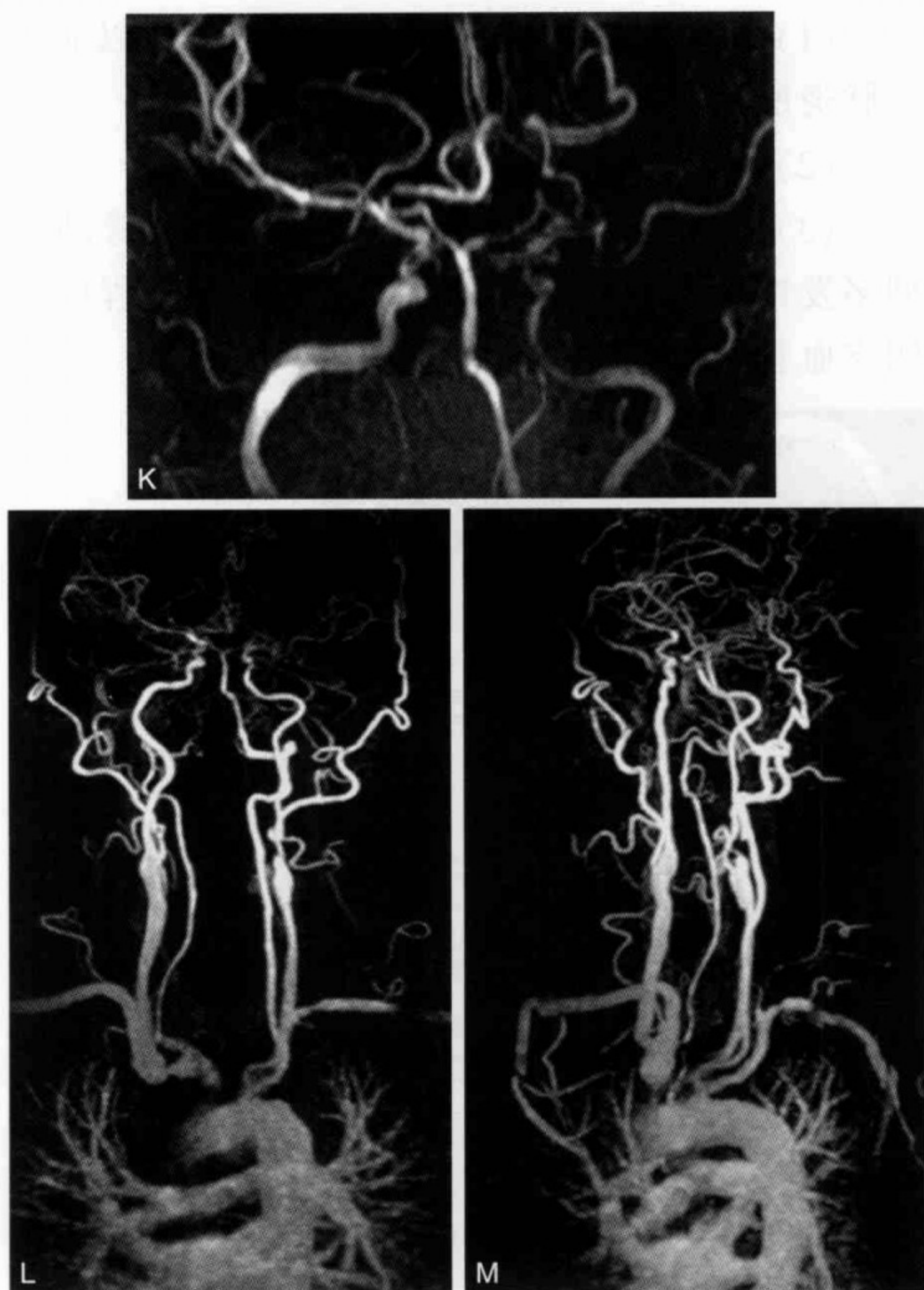


图 149 男性,53岁,头臂型大动脉炎

A. NCCT 未见异常表现 B. CTP-SI 左额叶显示造影剂缺失
 C、D、E. CT 灌注成像,CBF 及 CBV 下降,TTP 延长 F、G、H、I. T₁WI 显示左额叶斑点状低信号,T₂WI,FLAIR,DWI 呈高信号 J、K. MRA 显示右椎动脉未见显影,左颈内动脉虹吸段狭窄,左大脑中动脉显著狭窄,右大脑中动脉管壁显影不均匀 L、M. CEMRA 左侧锁骨下动脉中部及起始处均见狭窄。右侧锁骨下动脉起始处见狭窄及狭窄后梭形扩张。右侧椎动脉起始处及颅内段明显变窄。左侧颈内动脉起始处狭窄,其虹吸段亦见狭窄区

2. 颅内血管炎

(1) 发病部位多位于幕上,主要位于大脑半球皮质下,以额叶多见,部分同时累及皮质区域与相应血管分布区一致,少数同时累积深部白质,主要位于基底节区、丘脑和侧脑室旁。

(2) CT、MRI:表现为皮质下白质及皮质呈现大小不等片状、边界模糊、周围可见水肿的病灶,NCCT 为低密度, T_1WI 为低信号, T_2WI ,FLAIR 为高信号。

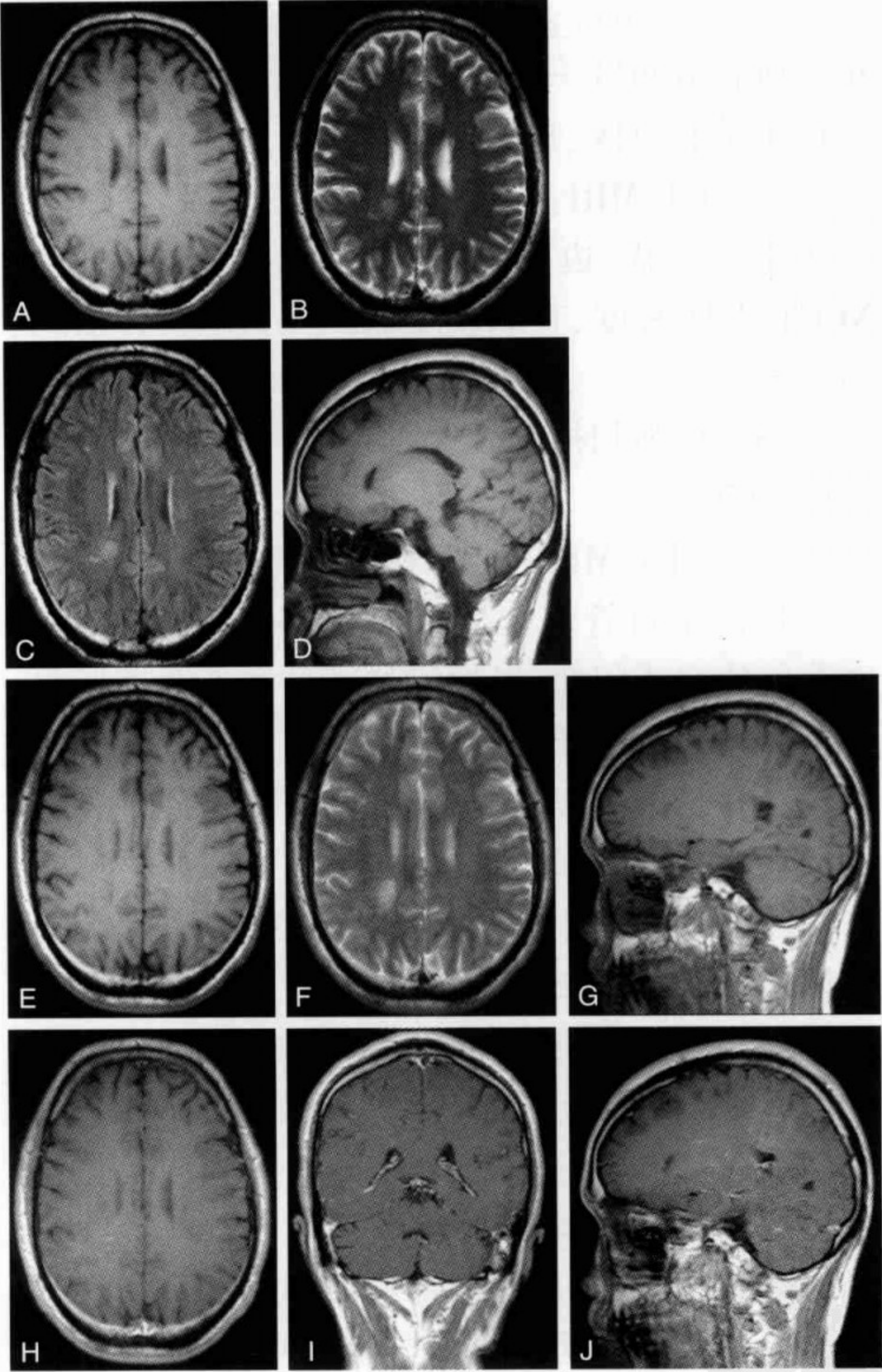
(3) 增强扫描见轻度点片状强化或脑回样强化(图 150)。

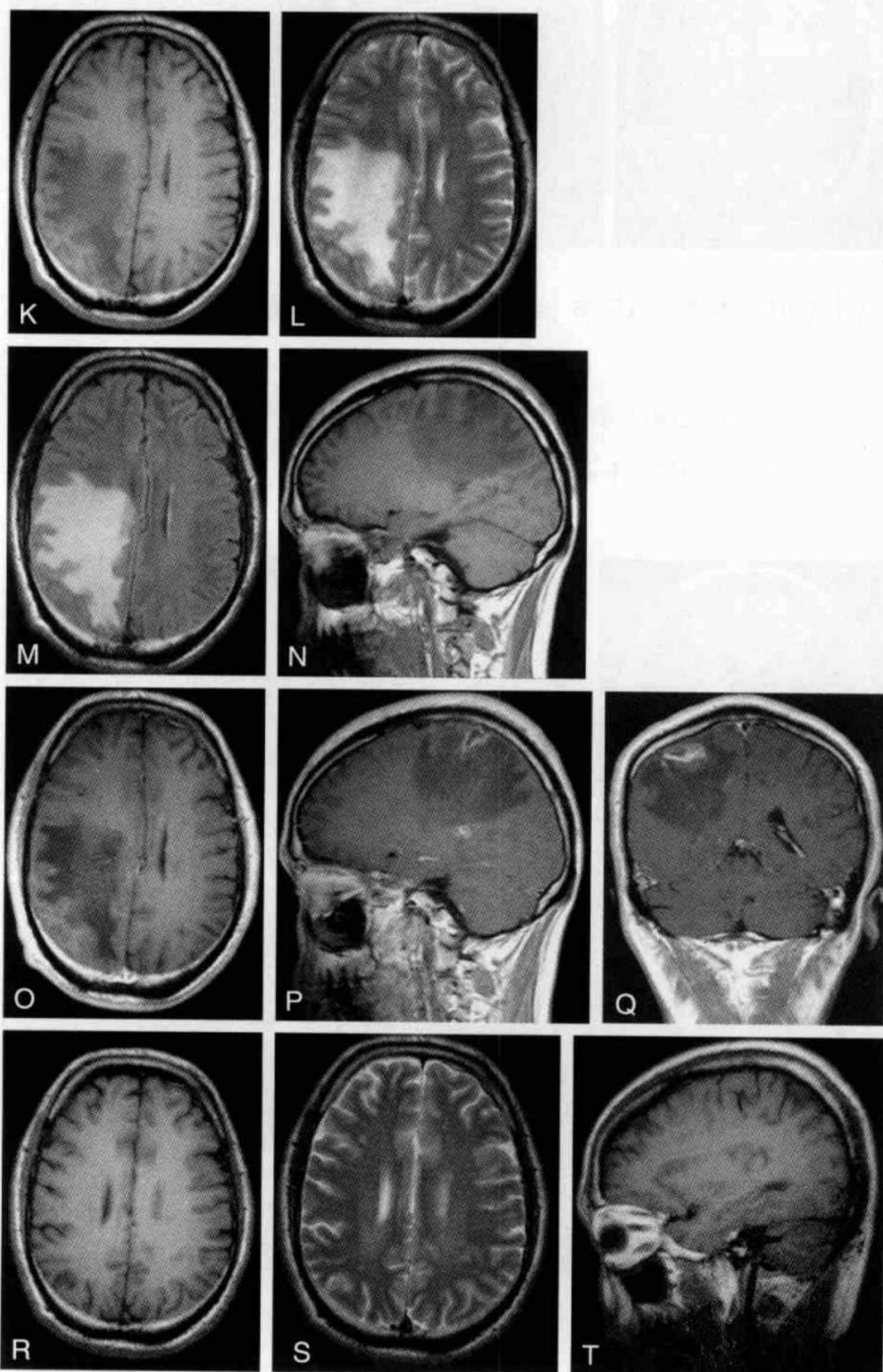
(4) CTA、MRA 是非常有用的非创伤性的工具,对大、中血管病变显示较好,主要表现为受累血管的狭窄或闭塞,慢性病灶可见侧支循环形成。

3. 大脑淀粉样血管病

(1) 脑出血:多在额、顶叶,深部白质、基底节以及丘脑罕见受累。大出血边缘常不规则,可能与蛛网膜下腔出血、硬膜下出血有关;多发性及反复性的特点(图 151)。皮层-皮层下微出血:GRE 序列上可表现为明显的信号丢失,是目前检测慢性皮层-皮层下微出血的最敏感的 MR 序列(图 152)。

(2) 脑白质病:最常累及枕叶,额叶、颞叶、顶叶次之,枕叶不仅是最常受累的部位,而且病变最严重。可能与脱髓鞘、缺血、梗死或水肿有关。在 CT 上表现为白质的低密度。MR T_2WI 上表现为高信号以半卵圆中心和深部白质最常见,而并不累





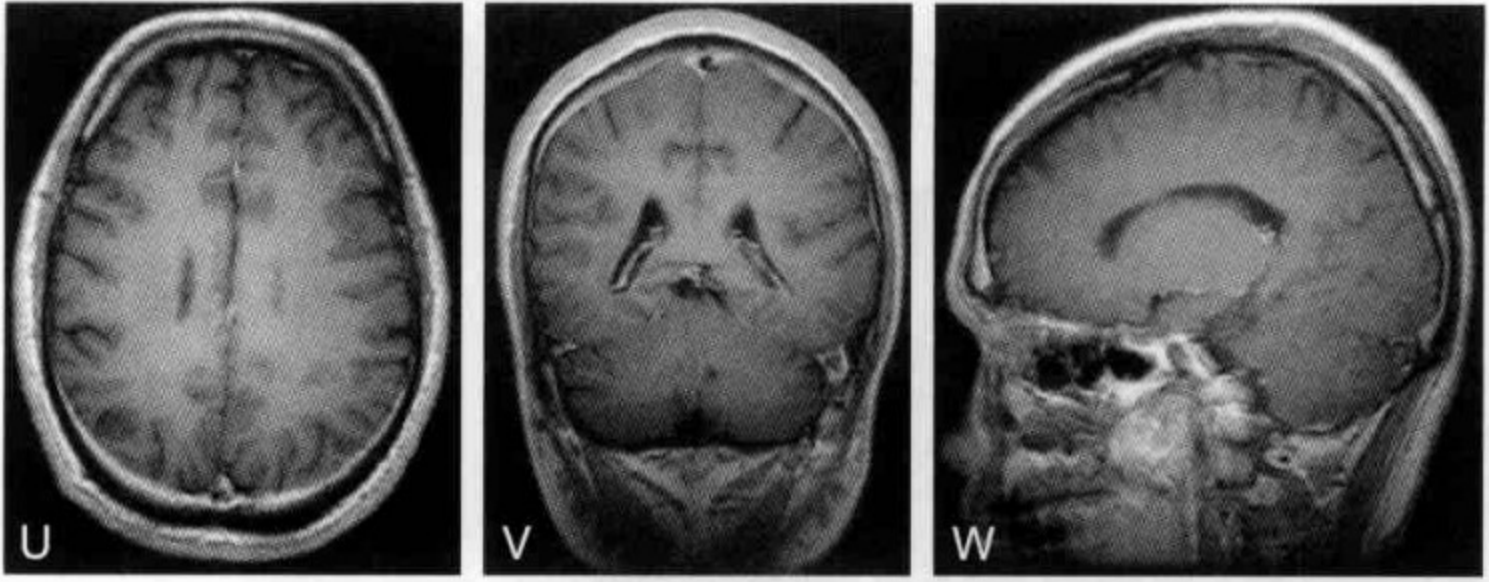


图 150 男性,45岁,结合影像学演变及临床治疗过程,
诊断为颅内血管炎

A~D. 2007年5月18日 E~J. 2007年6月1日

K~Q. 2007年8月28日 R~W. 2008年1月2日

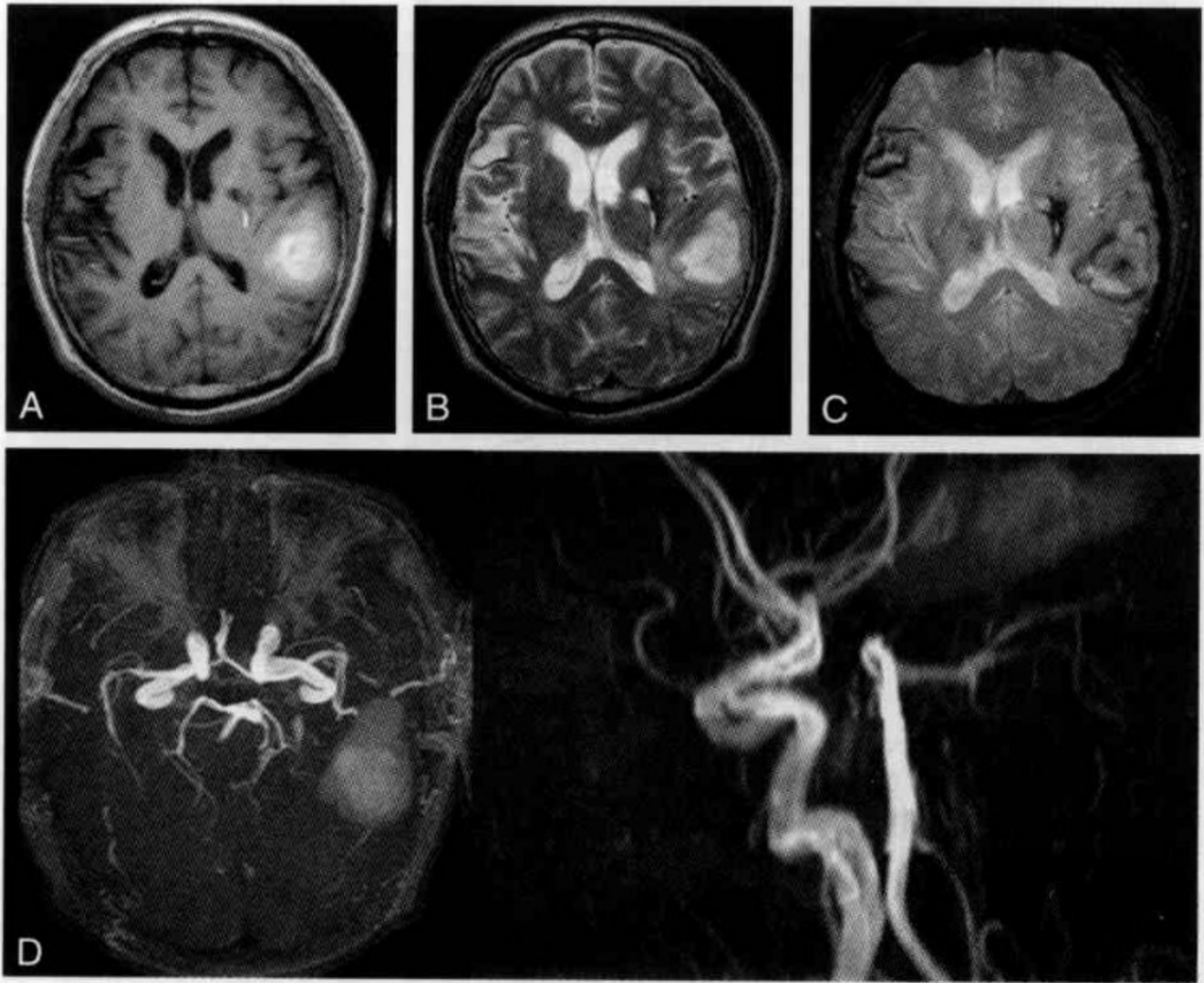


图 151 CAA

A, B. T₁WI, T₂WI 显示左颞叶表浅部位出血 C. GRE 清晰显示
多发浅表部位出血灶 D. MRA 显示双侧大脑中动脉分支减少

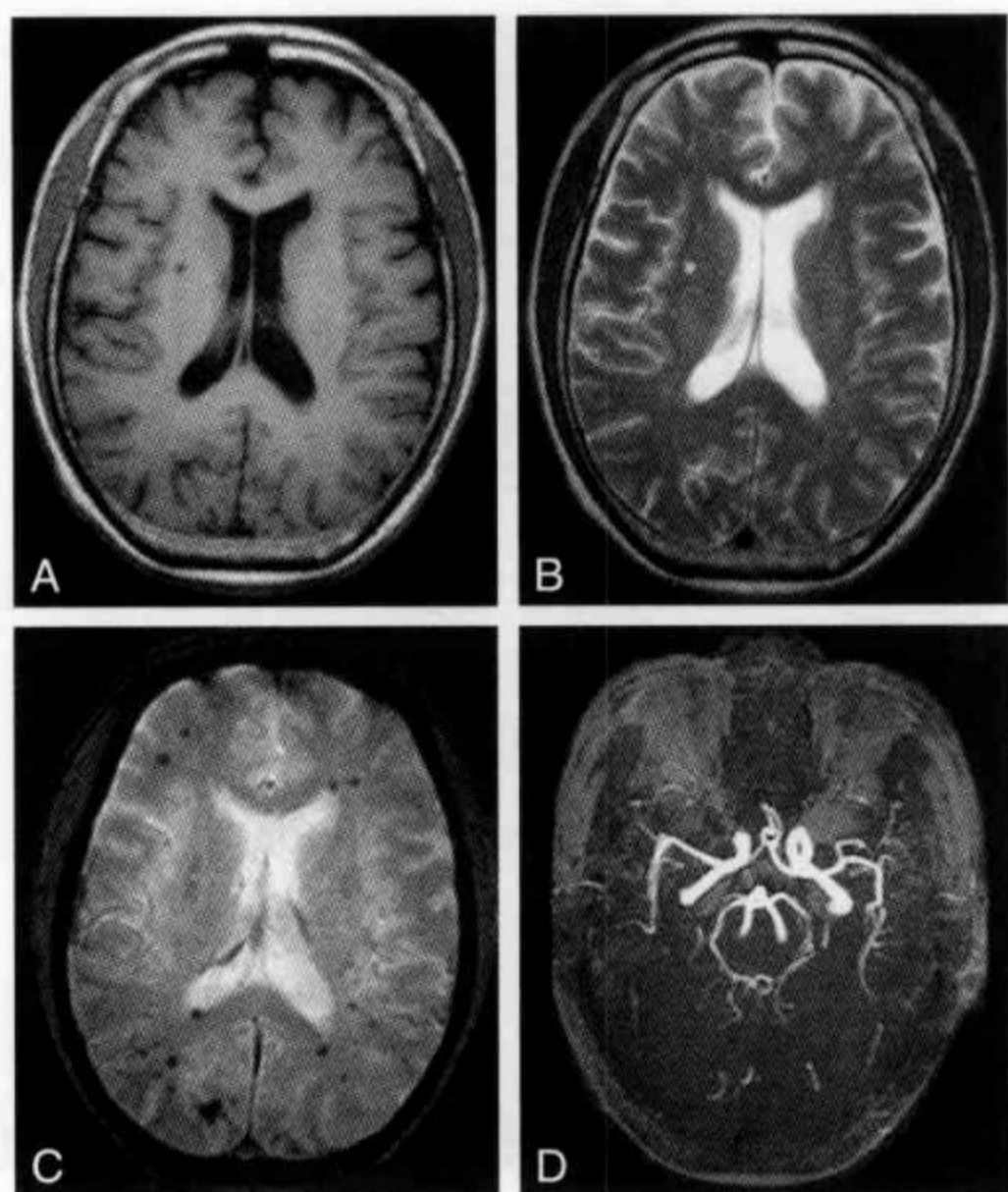


图 152 CAA

A, B. T₁WI, T₂WI 仅仅提示右基底节区腔隙性病灶 C. GRE 清晰显示皮层下多发的点状微出血灶 D. MRA 显示颅内血管分支纤细减少

及胼胝体和内囊。

(3) 脑萎缩:CAA 非特异性的影像。

4. CADASIL

(1) MRI 基本表现:大脑半球白质弥漫性脱髓鞘,腔隙性梗死,微小出血,皮层下腔隙性损害,脑萎缩。

大脑半球白质弥漫性脱髓鞘,腔隙性梗死:在 T₂ 和 FLAIR 相可发现大脑白质和基底节区对称性的白质高信号(图 153),常伴有腔隙性梗死灶,绝大多数有中到重度颞极和外囊白质信号异常。

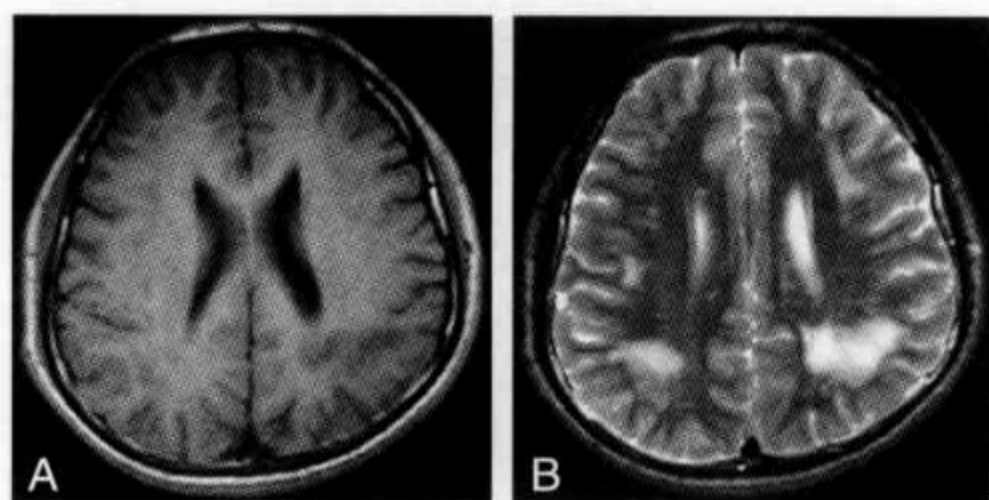


图 153 CADASIL:对称性脑白质弥漫性脱髓鞘

部位:环脑室区深部脑白质多见,常累及基底节、丘脑,脑干次之,小脑损害最少见;严重者可有融合趋势。

皮层下腔隙性损害:在灰白质结合部数目不等的圆形异常信号影。 T_1WI 、 T_2WI 不易观察到,FLAIR序列显示病灶好。

微小出血: T_2WI 高信号区的外围,GRE序列较敏感。

晚期病变脑白质萎缩变薄。

(2) MR特征:颞极和外囊白质信号异常(图154,图155)。

部分患者胼胝体受累,表现为室管膜下及胼胝体部的细小条纹状信号异常,常规扫描。上不易

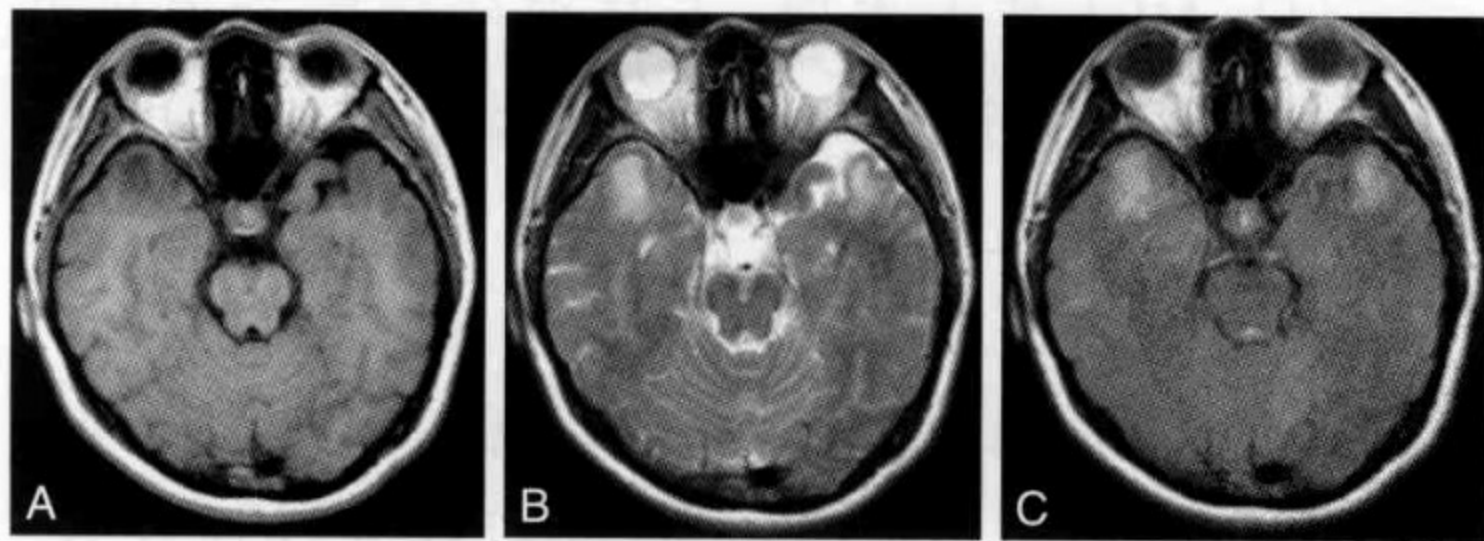


图 154 双侧颞极信号异常

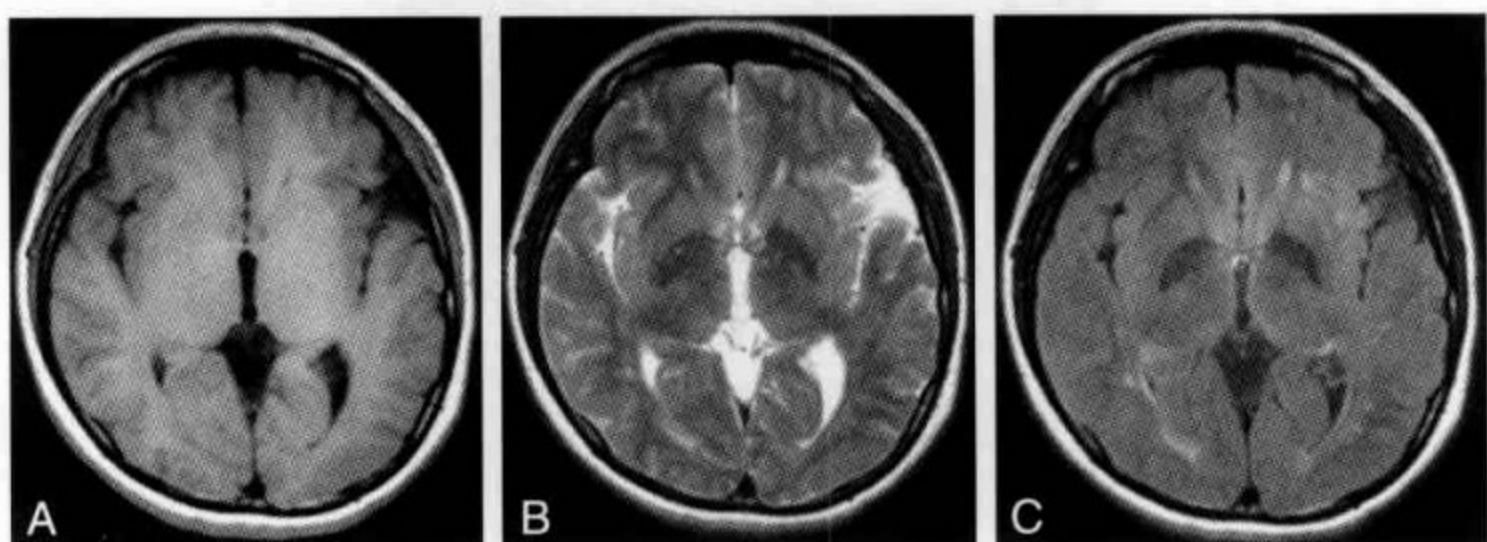


图 155 左外囊白质信号异常

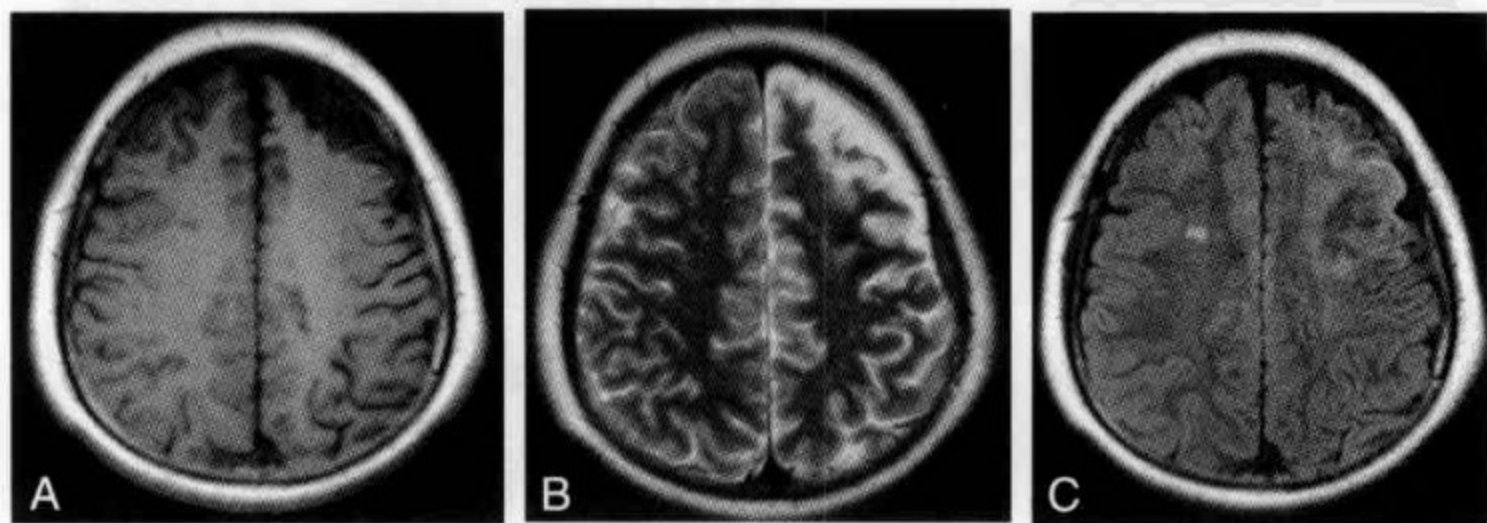
见到,但在 FLAIR 序列矢状位像上可清楚地观察到与室管膜影平行的细小条纹影,其走行颇具特征性。

脑白质高信号向皮层下弓状纤维部扩展。

信号异常多为对称性,也可一侧较重,但均为双侧受累。

5. Moyamoya 病 颅底血管影缺失、狭窄及代偿扩张:单侧或双侧 ICA 末端及 ACA、MCA 起始部缺失或纤细。

穿支并行血管增多:脑实质内异常血管流空影,位于两侧基底节区,呈点状或迂曲条状,以 T₁WI、T₂WI 观察较好,表现为流空低信号。CTA、MRA:颅底异常血管网明显增多迂曲(图 156)。



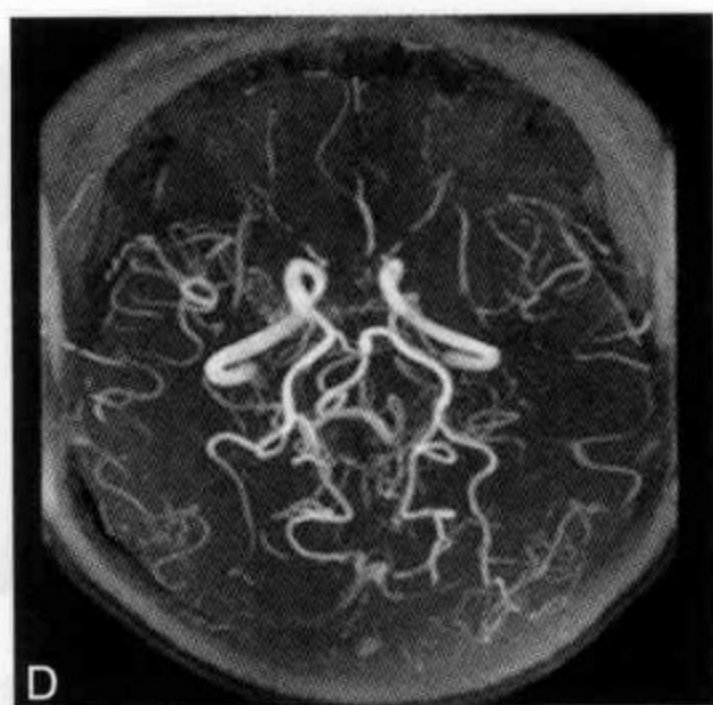


图 156 烟雾病

A,B,C. 双额叶皮层及皮层下可见 T_1WI 低信号, T_2WI 高信号, FLAIR 清晰显示脑实质病变 D,E. MRA 显示双侧颈内动脉终段闭塞, 异常血管网形成, 提示烟雾病合并脑梗死(左额叶陈旧性脑梗死)

软脑膜高信号征: 为代偿扩张的软脑膜血管影, FLAIR 序列扫描内见沿脑沟走行的细条状高信号影(图 157)。

脑实质其他缺血性脑梗死, 脑出血。

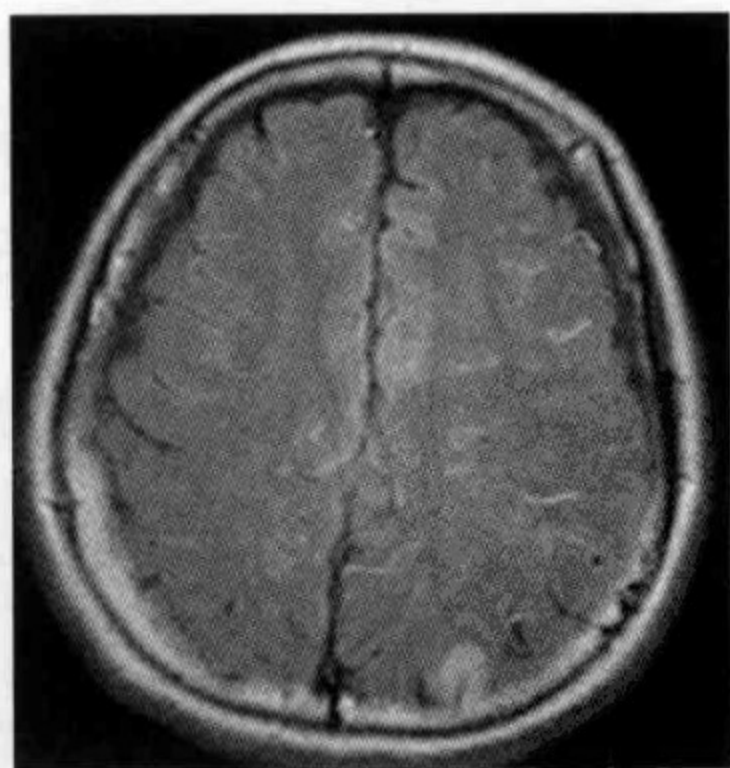


图 157 烟雾病: 脑膜高信号征

特别提示

受血流速度及血流方向的影响,TOF MRA 对于非常细小的异常血管网可能不能显示,当 TOF MRA 无网状血管团影时,并不能排除烟雾病的可能,此时需注意 T₂WI 是否出现迂曲的条状或圆点状流空信号影。

(六) 诊断报告基本要求

明确回答以下问题:

1. 大动脉炎、颅内血管炎和烟雾病 ①动脉狭窄或闭塞与否,部位?②穿支并行或侧支血管增多与否?③是否合并脑实质损害及脑萎缩?

2. CADASIL ①是否为弥漫性对称性大脑半球白质弥漫性脱髓鞘,伴腔隙性梗死,皮层下腔隙性损害;②有无颞极和外囊白质信号异常;③合并微小出血。

3. CAA ①皮层-皮层下微出血;②浅表脑叶脑出血。

(王效春)



第八章

特殊结构及功能的影像学评价

一、脑血管形态的影像学评价

(一) 脑血管解剖

1. 颈内动脉系统

(1) 颈内动脉系统的分段:颈内动脉(internal carotid artery, ICA) 的分段没有统一的命名方法, 目前认为 Bouthillier 命名的分段法较为实用, 将 ICA 分为 7 个解剖段(图 158)。第一段(C1)称为颈段(略)。第二段(C2)称为岩段, C2 段是颈内动脉走行于颈动脉管内的一段, 分为两个亚段, 即垂直段(或称升段)和水平段, 两段交界处为膝部。第三段(C3)称为破裂孔段, C3 段很短, 起自颈动脉管颅口终端, 止于岩舌韧带。第四段(C4)称为海面窦段, C4 段起于岩舌韧带上缘, 止于硬脑膜环。分为三个亚段, 后升部(或称垂直部)、水平部和前垂直部。两个交接部分别称作后膝部和前膝部。第五段(C5)称为床突段, C5 段是颈内动脉各段中最短的一段。起自近侧硬脑膜环, 止于颈内动脉进入蛛网膜下腔处的远侧硬脑膜环。第六段(C6)称为眼段, C6 段起自远侧硬脑膜环, 终止于后交通动

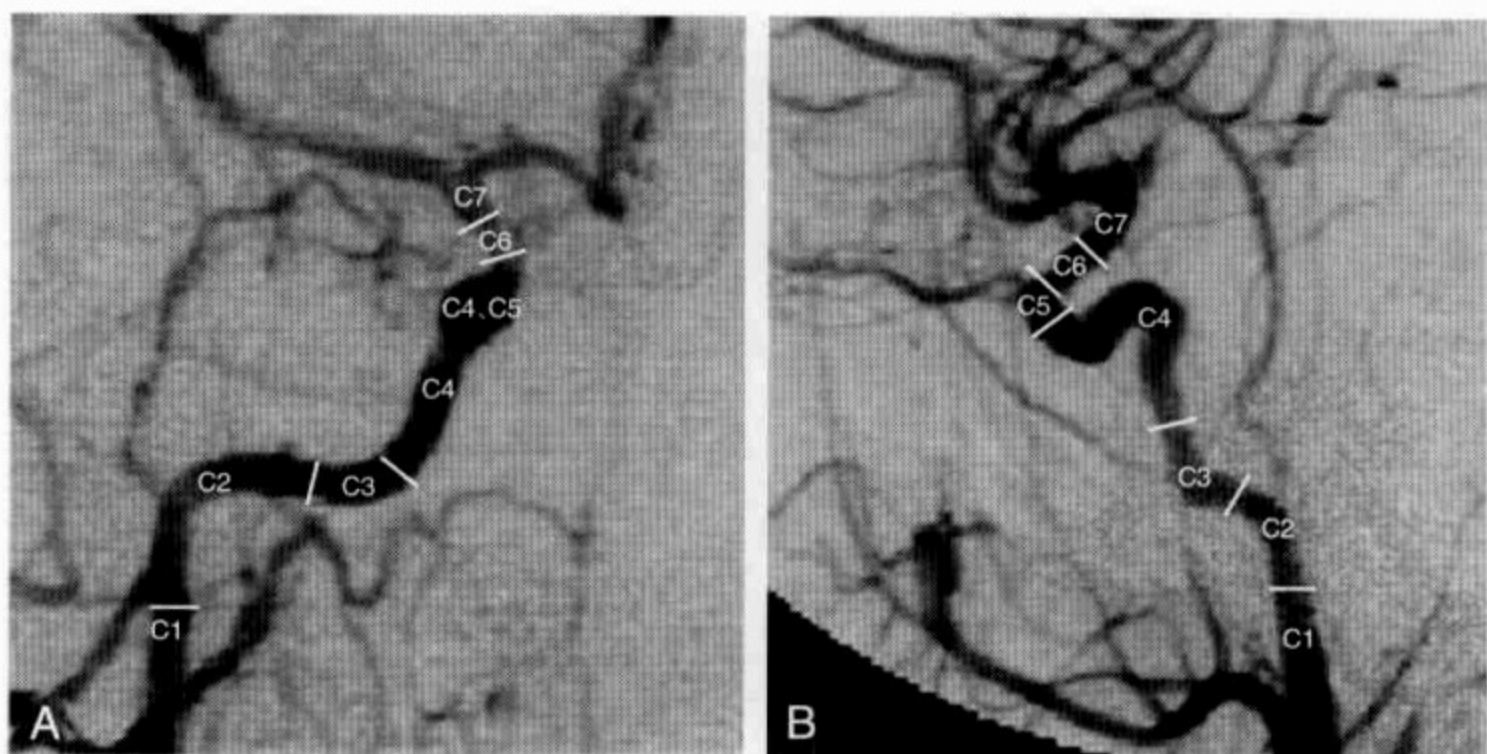


图 158 右侧颈总动脉造影显示颈内动脉的分段

A. 正位 B. 侧位 C1:颈段 C2:岩段 C3:破裂孔段 C4:海绵窦段 C5:床突段 C6:眼段 C7:交通段 图中白色线段示各段交界点

脉起点近侧。第七段(C7)称为交通段,C7段起自后交通动脉起点近侧,终止于颈内动脉分叉处,即大脑前动脉与大脑中动脉分叉处。

(2) 颈内动脉的主要分支:颈内动脉的主要分支由近到远依次为听动脉(鼓室前、后支)、垂体脑膜干、下外侧干、下包膜动脉、眼动脉、垂体上动脉、后交通动脉、脉络膜前动脉。

(3) 大脑前动脉:大脑前动脉(anterior cerebral artery, ACA)(图 159):为颈内动脉的两个终支中较小的血管,发自颈内动脉交通末端分叉,一般较大脑中动脉细。先天发育不良(直径很细)或缺如时,可由对侧大脑前动脉通过前交通动脉代偿。大脑前动脉供应大脑半球前内侧面的 2/3 和大脑凸面上外侧大约 1cm 宽度的区域。分为 3 段。A₁段(水平或交通前段)呈水平向中线走行,

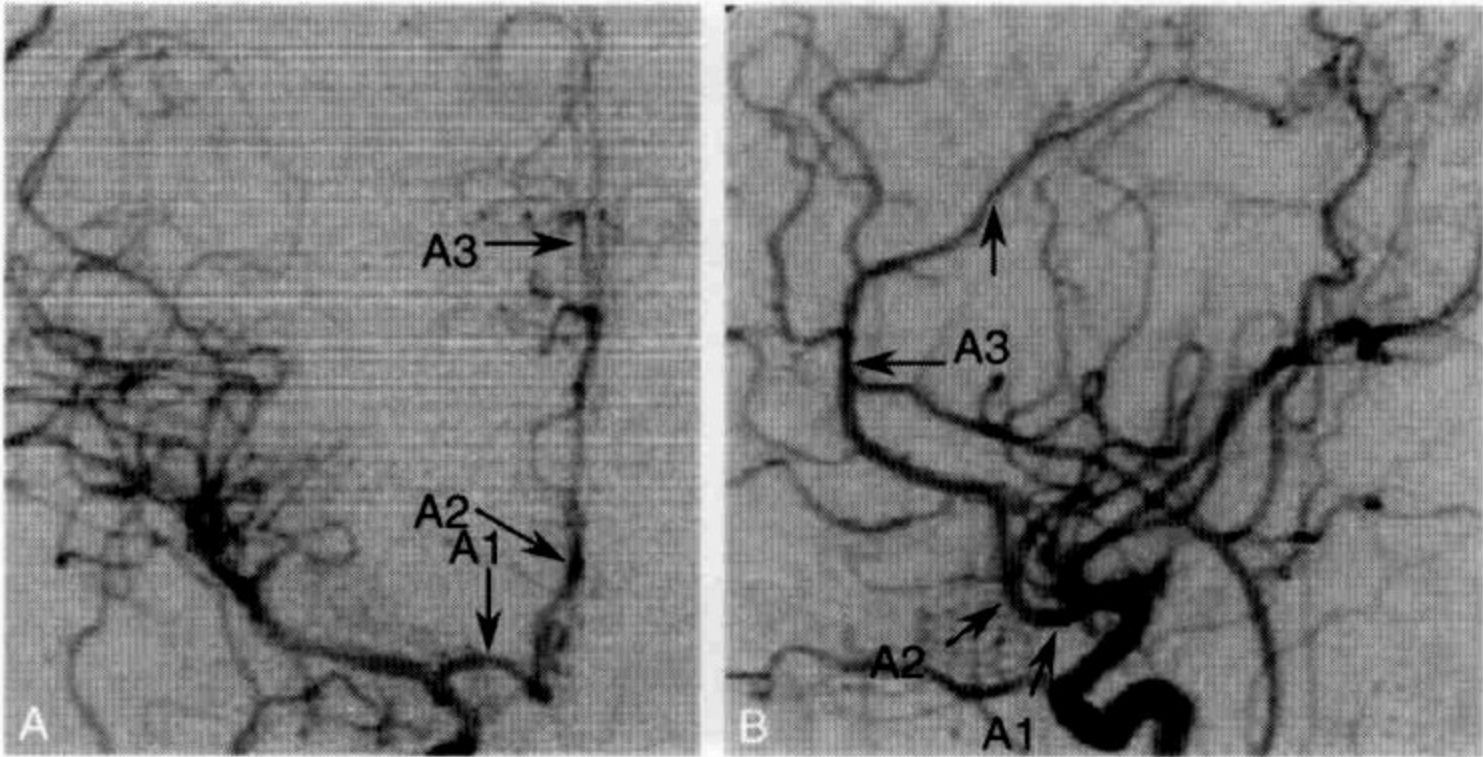


图 159 右侧颈总动脉造影显示大脑前动脉的分段

A. 正位 B. 侧位 A₁:水平段 A₂:垂直段 A₃:远侧大脑前动脉及脑皮层分支

其上发出穿支。供应尾状核头部、基底节的前内及下部、内囊下内部、前连合和胼胝体嘴部。在正位造影像上，其起始段走行与大脑中动脉的走行方向相反，向大脑中线走行，延续为 A₂ 段。A₂ 段（垂直或交通后段）垂直上升至胼胝体膝部。最明显的皮层分支是额极动脉。Heubner 返动脉（RHA）是大脑前动脉的最长最大的穿支，可起源于 A₂ 段或 A₁ 段，也可以起源于前交通动脉。A₃ 段（远侧大脑前动脉或皮层分支），此段沿胼胝体膝部走行，主要发出胼周动脉、胼缘动脉、顶叶分支。大脑前动脉主要分支有内侧豆纹动脉、Heubner 返动脉、胼胝体穿支、眶额动脉、额极动脉、胼周动脉、胼缘动脉、额内前动脉、额内中动脉、额内后动脉、旁中央动脉、顶内上、顶内下动脉、后胼周动脉。

(4) 大脑中动脉：大脑中动脉（middle cerebral artery, MCA）（图 160）：为颈内动脉的两个终

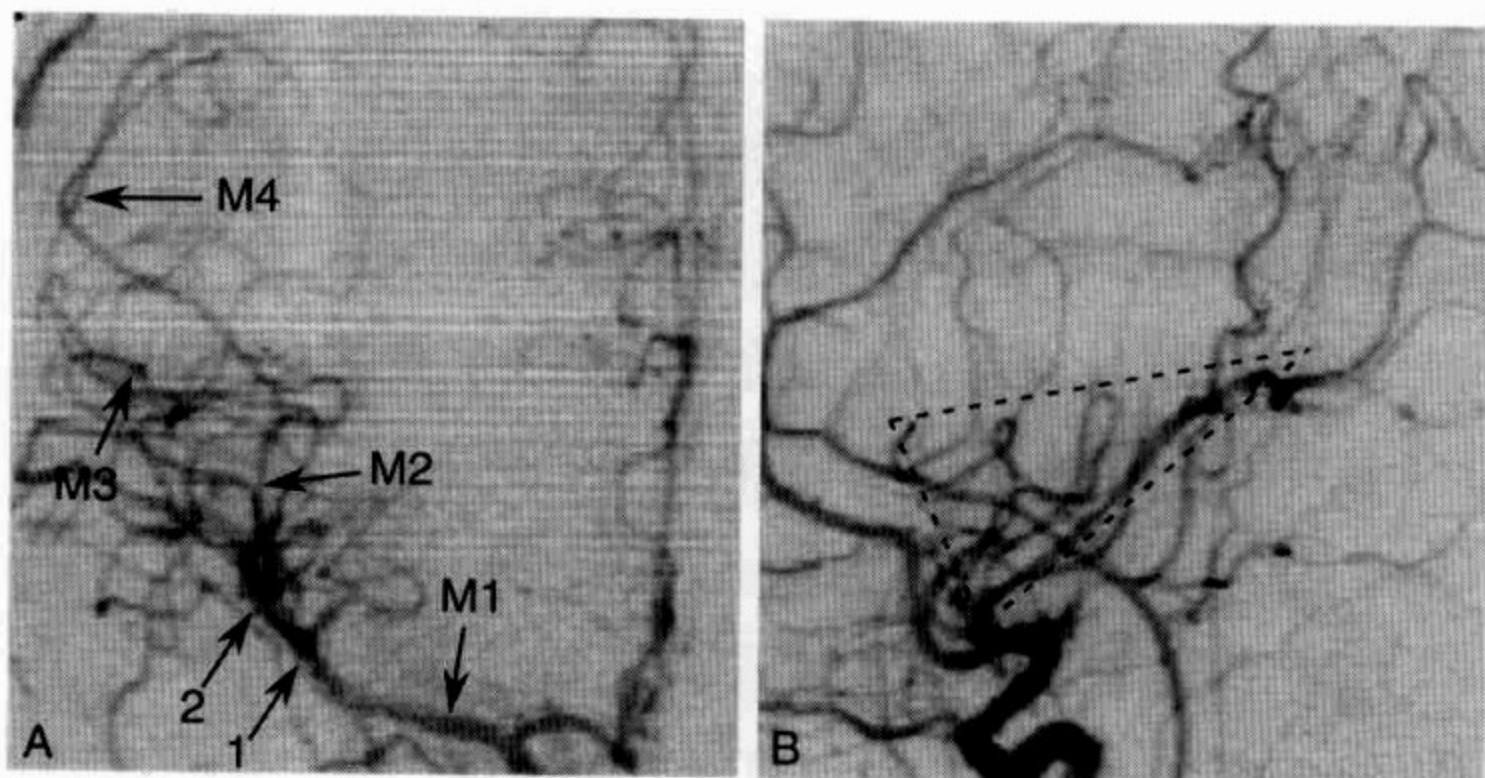


图 160 右侧颈总动脉造影显示大脑中动脉的分段及侧裂三角

A. 正位 M_1 : 水平段; M_2 : 脑岛段; M_3 : 岛盖段; M_4 : 皮层支;
1. 分叉处; 2. 膝部 B. 侧位 虚线示侧裂三角

支中较大的血管, 供应大脑半球外侧面大部分、脑岛和颞叶的前外侧面。分为 4 段。 M_1 段(水平段)自颈内动脉分叉部发出后, 先水平走行, 在中远段分成两支或三支, 然后进入外侧裂, 包含分叉前段和分叉后段。在 M_1 段的上壁发出外侧豆纹动脉, 供应尾状核大部、内囊和基底节大部分。 M_1 段在正位像上显示良好, 而在侧位像上呈轴位像, 无法观察。 M_2 段(脑岛段)起自大脑中动脉主干转向后上形成膝部处, 进入侧裂后急转直上, 沿脑岛上行, 并又分成数支分支, 呈扇形分布, 至侧裂顶点。在正位像上, 血管分支前后重叠, 不易观察, 在侧位像上观察最清楚。 M_3 段(岛盖段)起自环状沟顶部, 呈水平走行, 止于外侧裂表面。正位像上为水平走行。最后是 M_4 段(皮层支), 分布在大脑的外侧面, 即大脑中动脉的皮层支, 供应大脑外侧表面

大部分。大脑中动脉最后皮层支（通常为角回动脉）转向下外走出侧裂部的最高及最内侧点称为血管造影的侧裂点。此点接近脑岛尖端，为大脑外侧沟的后界。在侧位脑血管造影上侧裂三角（图160B）用脑岛线界定。三角上界为脑岛各祥顶端的切线，三角的后下缘为大脑中动脉主干，三角的前界为脑岛各祥的最前支升段。血管造影的侧裂点及侧裂三角的移位常见于颅内肿块。

3. 椎-基底动脉系统的分段及分支

(1) 椎动脉：椎动脉(vertebral artery, VA)(图161)：共分4段， $V_{1,2,3}$ 段为颅外段。 V_1 (骨外)段：自锁骨下动脉发出，起点通常在上方，也有位于后壁。至第5或6颈椎横突孔止。 V_2 (横突孔)段：自

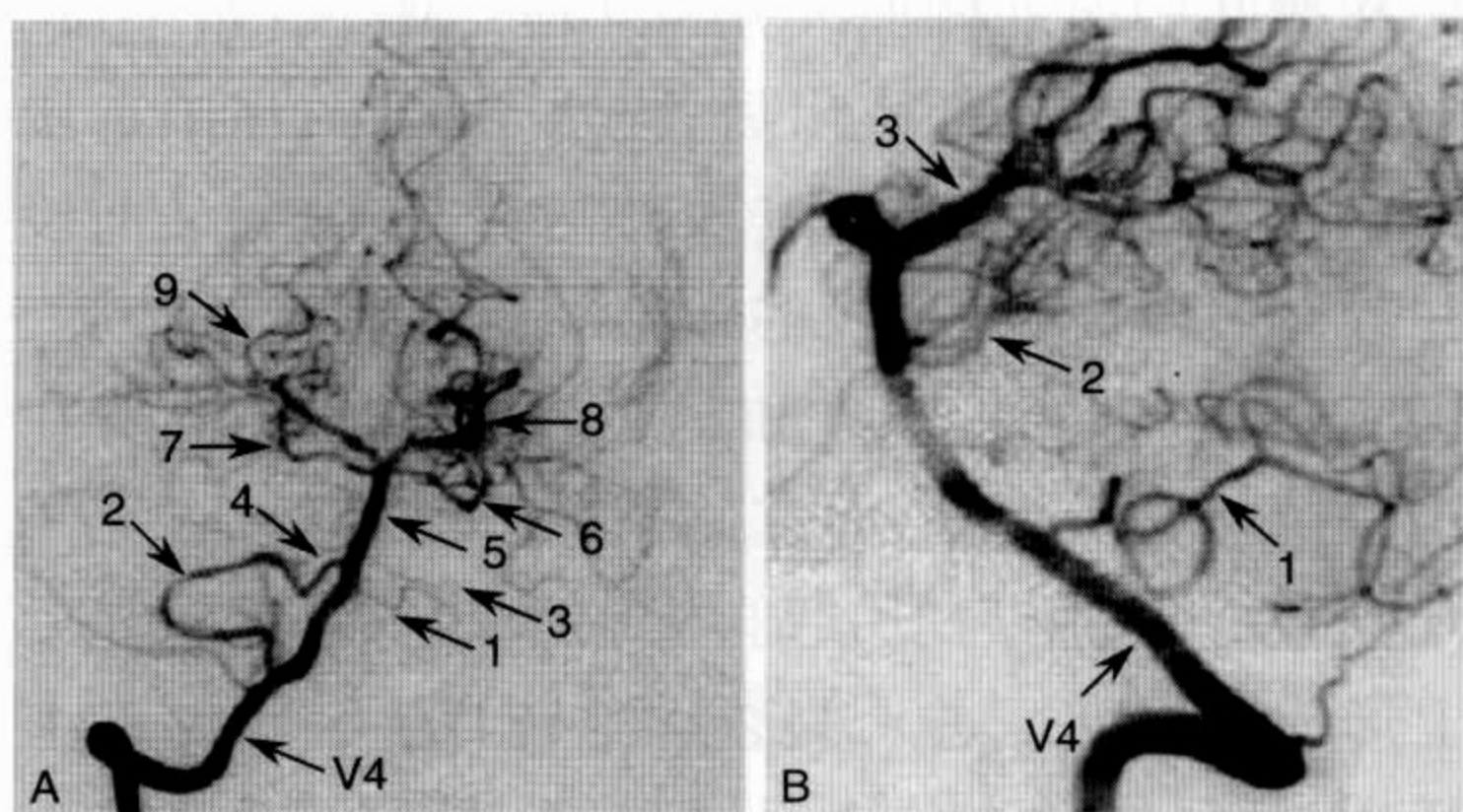


图 161 右侧椎动脉造影显示椎基底动脉

A. 正位 V_4 ：椎动脉硬膜内段；1. 左侧小脑后下动脉；2. 右侧小脑后下动脉；3. 左侧小脑前下动脉；4. 右侧小脑前下动脉；5. 基底动脉；6. 左侧小脑上动脉；7. 右侧小脑上动脉；8. 左侧大脑后动脉；9. 右侧大脑后动脉 B. 侧位 V_4 ：椎动脉硬膜内段；1. 右侧小脑后下动脉；2. 小脑上动脉；3. 大脑后动脉

第 5 或 6 颈椎横突孔水平上行, 横向出第 2 颈椎横突孔, 再向后上走行, 至环椎的横突孔水平。行程途中, 在每个椎体平面发出分支, 供应相应的椎体、神经和颈后肌肉组织。V₃(脊椎外)段: 自环椎横突孔水平出来, 向后行进一段距离后, 急剧转向前上穿过枕大孔的硬脑膜。近硬脑膜处发出脑膜后动脉。V₄(硬膜内)段: 自枕大孔至基底动脉起点。此段发出小脑后下动脉和脊髓前、后动脉, 但后 2 支动脉至少有 50% 不能显影。小脑后下动脉(PICA)是椎动脉的最后、最大的分支, 也是小脑动脉中最重要, 变化最多的动脉。

(2) 基底动脉: 基底动脉(basilar artery, BA)(图 161): 基底动脉是由双侧椎动脉汇合而成, 在脑桥腹侧浅中沟中走行, 常呈迂曲走行。基底动脉发出脑桥支和穿支血管, 有 2 支较大的血管分支, 即小脑前下动脉和小脑上动脉。

(3) 大脑后动脉: 大脑后动脉(posterior cerebral artery, PCA)(图 162)是基底动脉的两个终末支, 起源于基底动脉顶端(远端)分叉部。大脑后动脉供应间脑、中脑、大脑半球内侧面的后 1/3 以及枕叶。解剖上分 4 段。P₁段(交通前段或中脑段), 自基底动脉分叉部至与后交通动脉汇合处; P₂段(环池段), 自与后交通动脉汇合处至中脑后方; 第 P₃段(四叠体段), 此段相当短, 自四叠板至距状裂; P₄段(距裂段), 是大脑后动脉的皮层分支。P₁与 P₂交界处有一支后交通动脉, 借后者与颈内动脉相通。发育完成后, 后交通动脉退化, 大脑后动

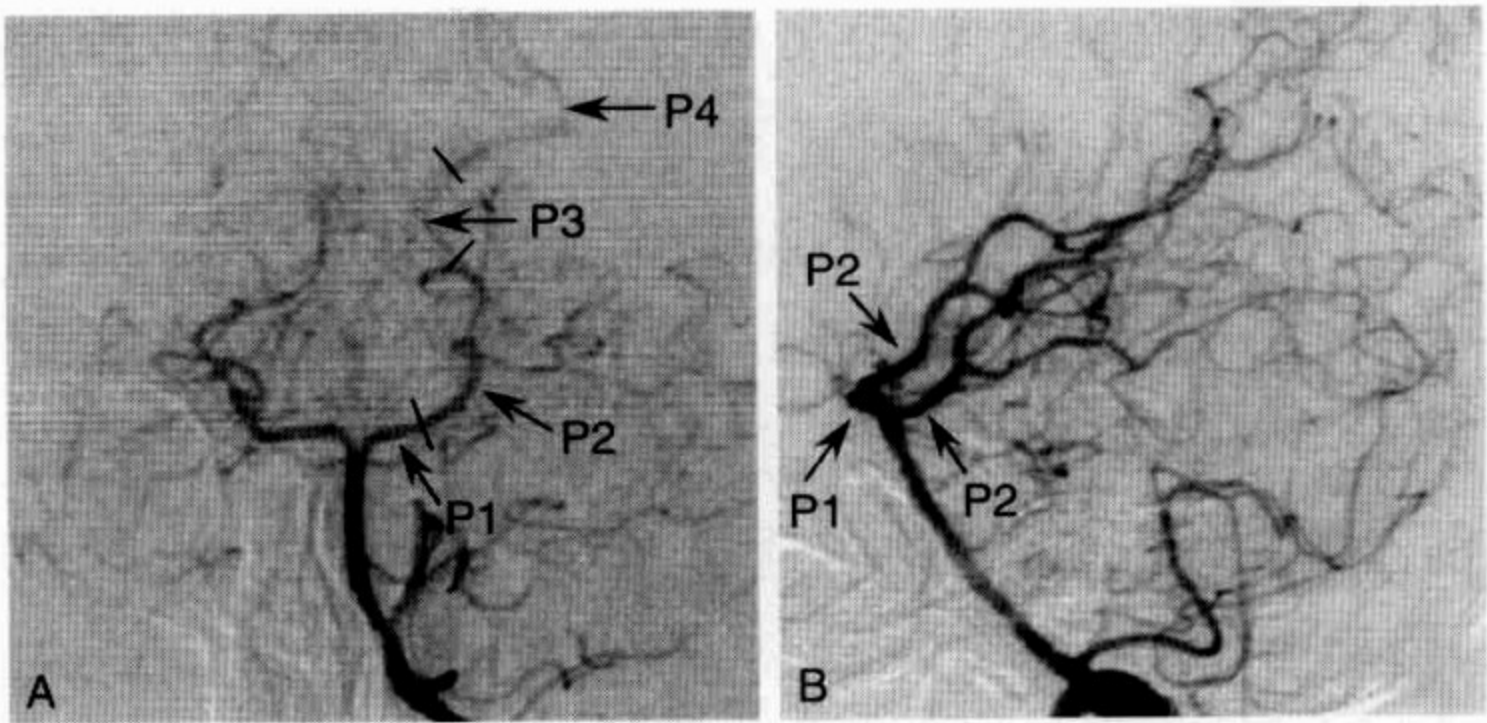


图 162 左侧椎动脉造影显示大脑后动脉的分段

A. 正位 B. 侧位 P₁:交通段;P₂:环池段;P₃:四叠体段;P₄:距裂段;A 中黑色线段示各段交界点

脉的血供来自基底动脉。但当 P₁ 段缺如, 大脑后动脉直接起源于颅内动脉时, 称作胚胎型大脑后动脉。大脑后动脉主要分支如下: 丘脑后穿支, 供血分布于脚间窝、乳头体后区、下丘脑后部及中脑上部。脉络膜后内侧动脉, 分布于三室顶及室间孔。脉络膜后外侧动脉, 血管分布脑室体和三角区脉络丛。后胼周动脉, 分布于胼胝体压部。近侧段 (P₁ 及 P₂) 皮层支包括颞前动脉和颞后动脉。远侧段 (P₃ 及 P₄) 内侧分支包括顶枕动脉和距裂动脉, 外侧分支包括颞下前、中、后动脉。

4. Willis 环 连接大脑半球前循环及椎-基底动脉系统的大吻合环称为 Willis 环(图 163); 由 10 个部分组成: 双侧颈内动脉分叉部、双侧大脑前动脉水平段、前交通动脉、双侧后交通动脉、双侧大脑后动脉、基底动脉顶端。Willis 环的主要分支有内侧豆纹动脉 (来自大脑前动脉 A₁ 段)、Heubner 返

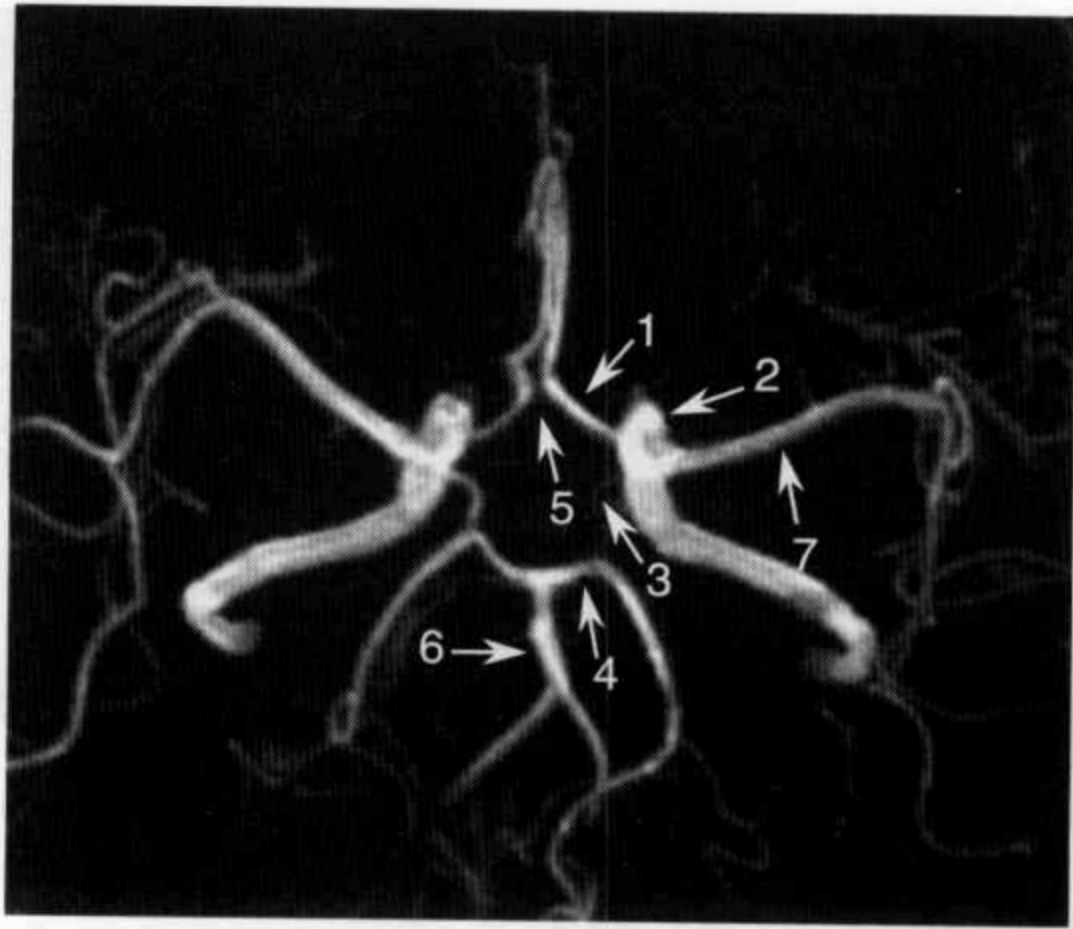


图 163 高分辨率 MR 血管成像显示 Willis 环

1. 左侧大脑前动脉水平(A₁)段;2. 左侧颈内动脉;3. 左侧后交通动脉;4. 左侧大脑后动脉交通(P₁)段;5. 前交通动脉;6. 基底动脉;7. 左侧大脑中动脉水平(M₁)段

动脉(来自大脑前动脉 A₂ 段)、前丘脑穿动脉(来自后交通动脉)、后丘脑穿动脉(来自基底动脉远侧)、丘脑膝状体动脉(来自大脑后动脉 P₁ 段)。

5. 脑静脉系统 脑静脉系统变异性较大,由硬膜窦和皮层的浅表及深层静脉构成。硬膜静脉窦(图 164)包括上矢状窦、下矢状窦、直窦、横窦、乙状窦、枕窦、窦汇、岩上窦、岩下窦、蝶顶窦、海绵窦、前海绵窦间窦、后海绵窦间窦等。大脑浅静脉(图 164B)包括大脑中浅静脉、下吻合静脉(Trolard 静脉)、上吻合静脉(Labbe 静脉)等。大脑深静脉(图 164C)包括丘纹静脉、隔静脉、大脑内静脉、基底静脉、脉络丛上静脉、大脑大静脉(Galen 静脉)等。

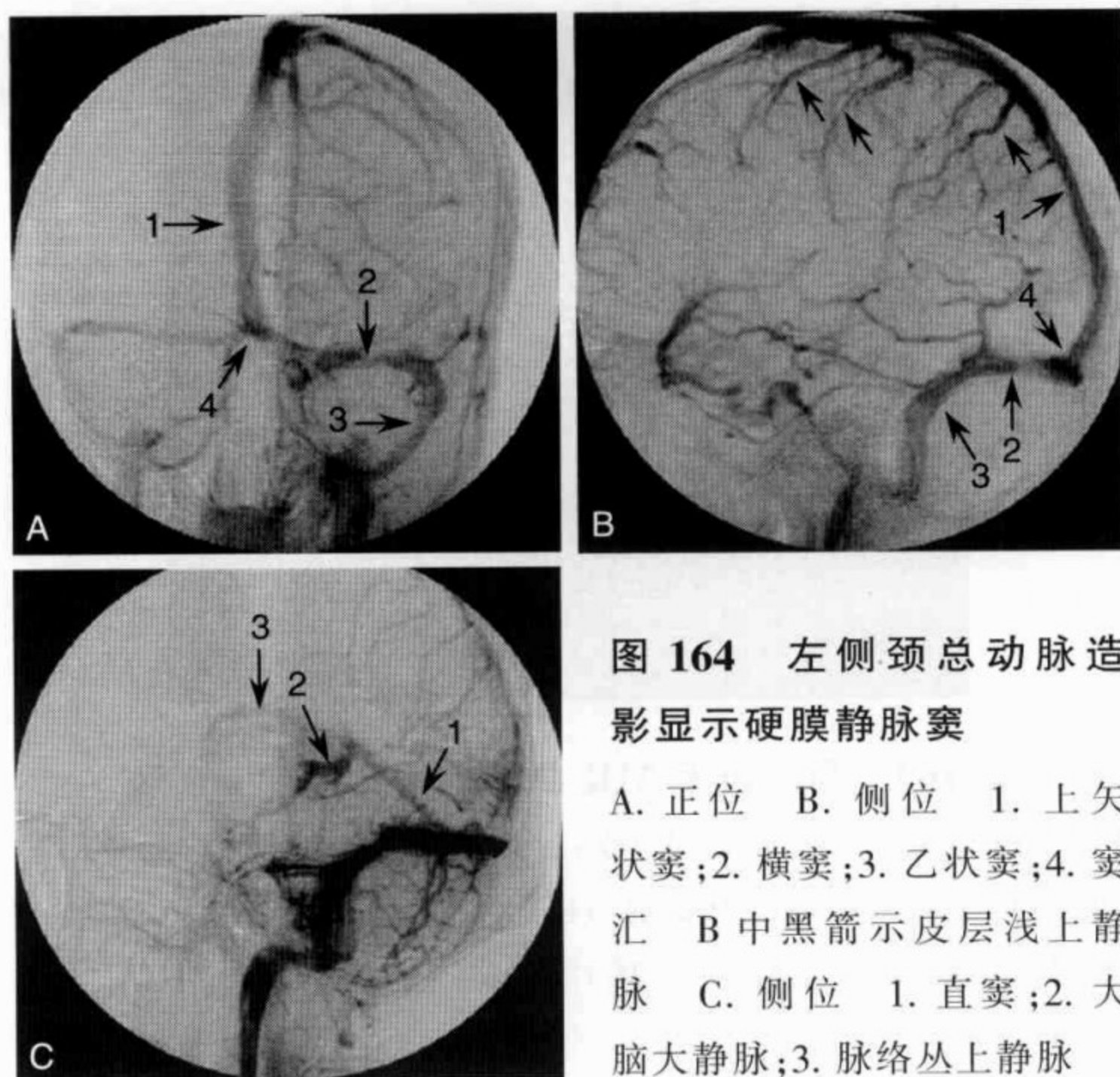


图 164 左侧颈总动脉造影显示硬膜静脉窦

A. 正位 B. 侧位 1. 上矢状窦;2. 横窦;3. 乙状窦;4. 窦汇 B 中黑箭示皮层浅上静脉 C. 侧位 1. 直窦;2. 大脑大静脉;3. 脉络丛上静脉

(二) 影像检查方法选择原则

脑血管形态检查选择的原则是根据病情和治疗的需要, 首选无创性检查或微创性检查方法, 如CTA、3DTOF MRA/2D-PC、CEMRA; 对需要手术或介入治疗的患者选择有创性的 DSA 血管造影检查。

(三) CT 血管成像(CTA)

CTA 可以精确地显示血管腔的直径, 如果需要的话, 在窗宽 850Hu、窗位 200Hu 的条件下进行电影显示, 可以最大限度地区分血管壁、管腔、软组织或钙化斑块。CTA 可使用多种后处理技术, 如多平面重建(multiple plane reconstruction, MPR)、

最大密度投影 (maximum intensity project, MIP)、表面遮盖显示法 (shaded surface display, SSD)、容积再现 (volume rendering, VR) 以及仿真内镜 (VE) 等技术, 用于补充轴位图像的信息, 在诊断大于 3mm 的颅内动脉瘤时准确率达到 90% 以上。MIP 可以多平面地显示颅内动脉的任何狭窄性病变。SSD 比 MIP 有更高的空间分辨力。CTA 原始图像 (CTA Source Image, CTA-SI) 还可以提供有关侧支循环的直接信息, 通过提高灌注与无灌注脑区的对比, 使非增强扫描对缺血早期改变的灵敏度提高。Schramm 等对急性缺血性脑卒中患者采用 CTA-SI 是否可以探测脑缺血病灶进行调查后认为, 其灵敏度与 DWI 类似, CTA-SI 所显示的脑低灌注区与最后的梗死区相关, 侧支循环状态的定性评估可以反映梗死发展的风险性。可以通过比较 CTA-SI 所显示的病灶体积与闭塞动脉所提供的脑区, 估测受累低灌注脑区的体积, 对侧支循环状态进行定量评估。侧支循环不良的患者表明其可能存在 PWI/DWI 不匹配, 而侧支循环良好的患者不存在组织损伤的风险 (如小梗死、腔隙梗死或危险组织已经完全梗死)。CTA 用于颈动脉内支架植入术前、术后的对比研究较 MRA 具有优势。

1. CTA 影像检查目的 显示 ICA 颅内段、VA 颅内段、MCA、ACA、BA 和 PCA 血管狭窄 (图 165) 或闭塞 (图 166) 状况; 显示颅内动脉瘤 (图 167, 图 168); 显示颅内动静脉畸形 (图 169); 显示烟雾病; 显示硬脑膜动静脉漏; 除外 CT 平扫有出血而

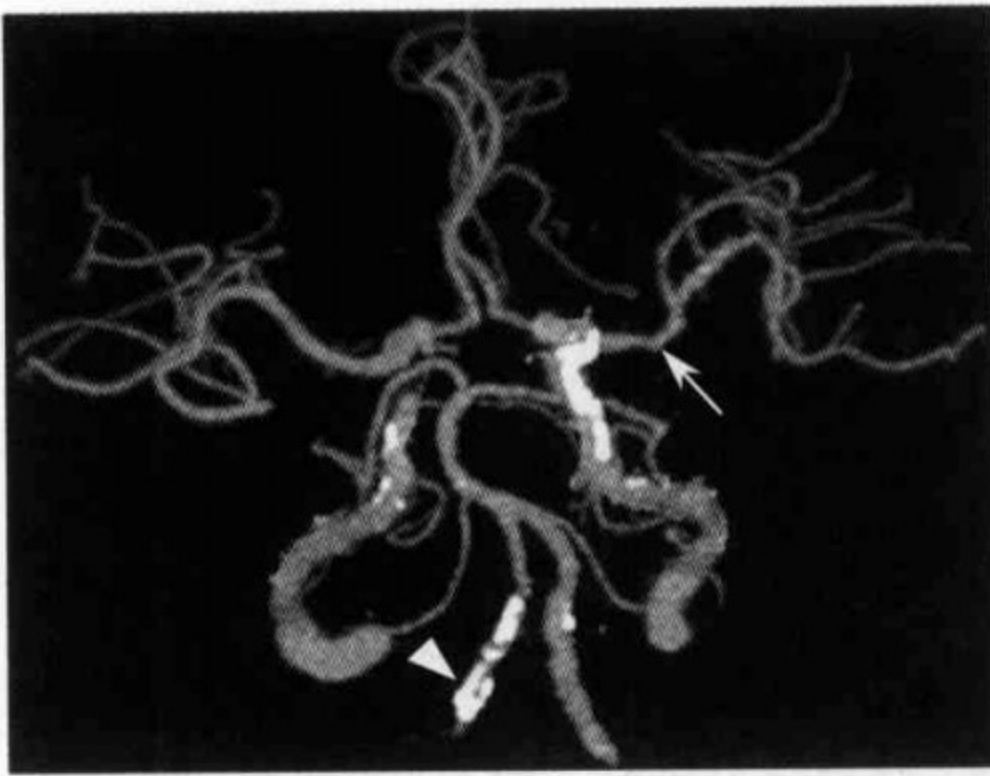


图 165 左侧大脑中动脉水平段分叉部狭窄

CTA-MIP 图：白箭示狭窄部位，白箭头示右侧椎动脉血管壁钙化

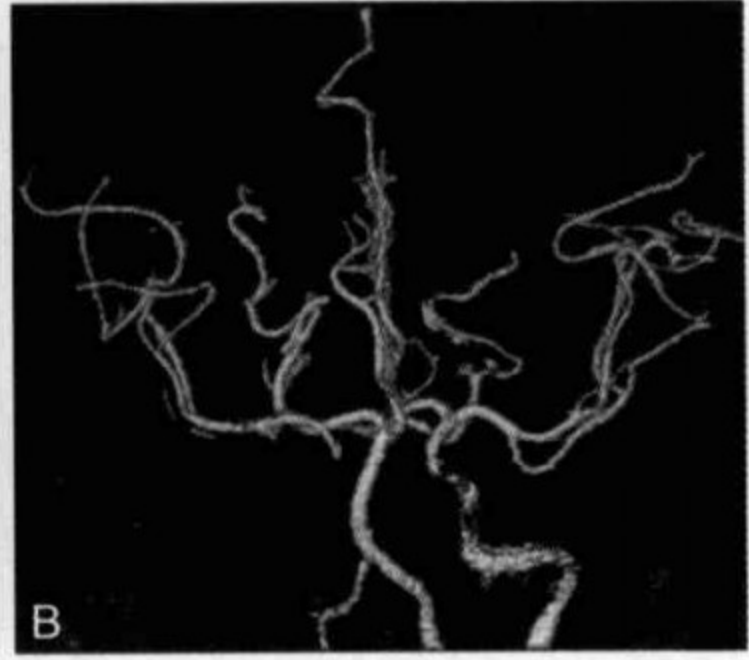
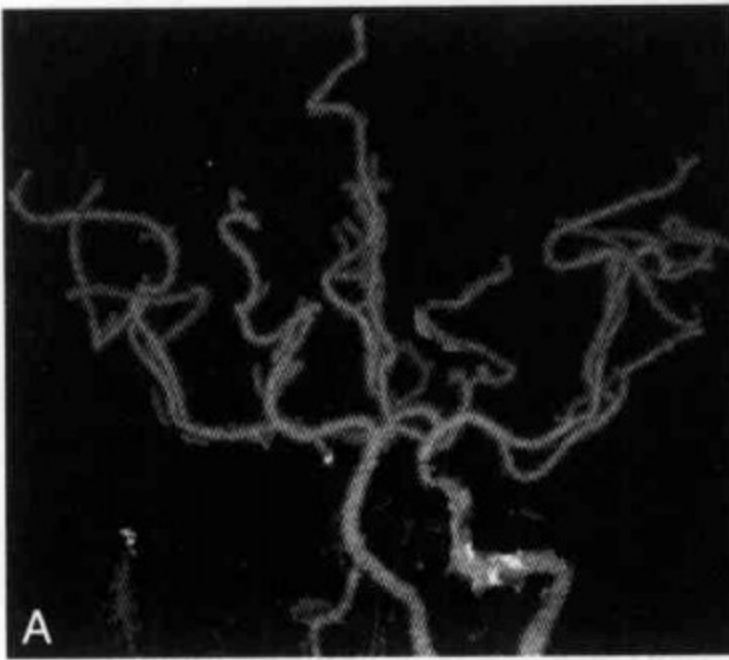


图 166 右侧颈内动脉闭塞

A. CTA-MIP 图 B. CTA-VR 图



图 167 前交通动脉瘤
CTA-MIP 图,白箭示动脉瘤



图 168 基底动脉顶端动脉瘤
CTA-MIP 图,白箭示动脉瘤

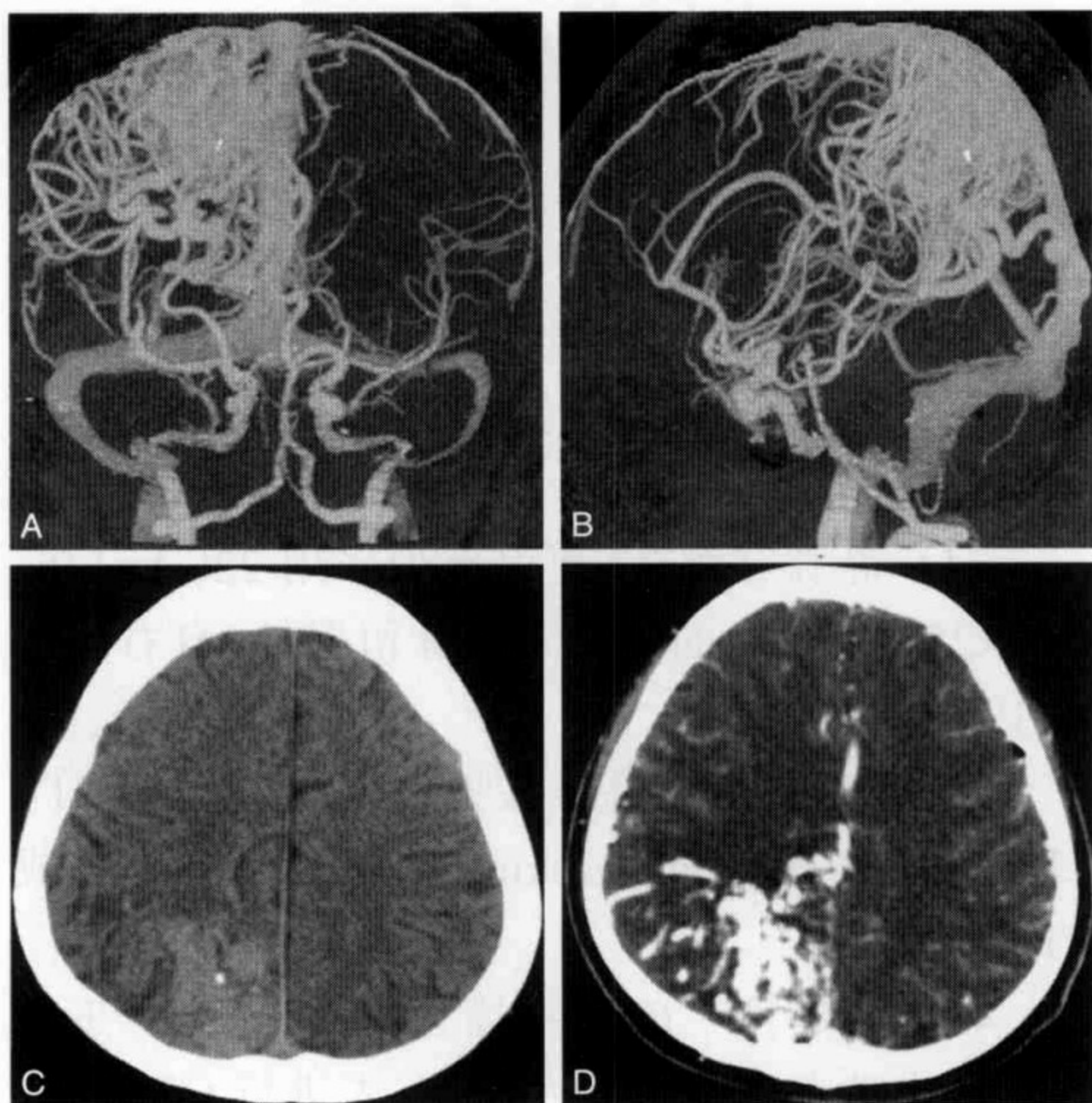


图 169 右侧顶叶动静脉畸形

A. 正位 CTA-MIP 图 B. 侧位 CTA-MIP 图

C. CT 平扫 D. CT 增强扫描

CTA 表现正常的海绵状血管瘤或隐匿性血管畸形；颅内动脉支架植入术前、术后的对比研究；CTA-SI 显示环绕病灶周围的侧支循环状态；显示静脉栓塞和静脉窦血栓；显示肿瘤与周围血管的位置关系。

2. 禁忌证 ①有碘制剂过敏史；②体内安装心脏起搏器者；③严重心、肾功能障碍者；④患者躁动，无法配合检查者；⑤患者或家属拒绝此项检

查;⑥无急诊科医师陪同的急诊患者。

3. 扫描序列参数

(1) 扫描范围:全脑。

(2) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl,用量 90ml。

(3) 高压注射器:流率设置为 4ml/s 注入 30ml,然后以 3ml/s 注入 60ml。

(4) 静脉穿刺针:建议至少采用 22GA×1.0in (0.9×25mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。

(5) 扫描:启动高压注射器的同时启动 CTA 扫描程序,在 bolus tracking 软件的监测下完成 CTA 扫描。

4. 扫描程序 CTA 扫描方案设计:接诊患者并阅读申请单判断病变性质:首先进行 CT 平扫,确定是缺血性疾病、出血性疾病、肿瘤或其他病种,根据病变部位判断是动脉病变或静脉病变。标准设计:每个患者在 CTA 扫描前,行 20ml 小剂量循环实验,测量个人时间峰值曲线。

(1) CT artery (CT 动脉)容积扫描:适用于脑动脉瘤及出血性疾病检查。

1) 体位:患者仰卧检查床,头部枕于头架中,头尽量前屈,使颅底平行扫描线。(避免颅底与 Willis 环重叠,便于后处理。)

2) 扫描程序:Siemens16 层螺旋 CT 扫描机,扫描条件为 120kV,140mAs,扫描视野(FOV)为 25cm,层厚 3mm,螺距(pitch)1.15,重建间隔

0.75mm,造影剂用量为 80~100ml,采用高压注射器经外周静脉注射,注射速度为 4ml/s,设定颈椎第四椎横面为监测面,选取颈总动脉或颈内动脉为监测区,检测阈值 70 或 80;造影剂注射延迟 10 秒;监测扫描;达到阈值后 4 秒开始螺旋容积扫描从颅底至颅顶方向,覆盖长度为 10~15cm,进行容积扫描,扫描时间 30~35 秒。

(2) CT vein(CT 静脉)容积扫描:适用于静脉系统与颅内肿瘤之间供血及引流;显示脑静脉系统血液回流血管内腔形态。

1) 体位:患者仰卧检查床,头部枕于头架中,头尽量前屈,使颅底平行扫描线。

2) 扫描程序:Siemens16 层螺旋 CT 扫描机,扫描条件为 120kV,140mAs,扫描视野(FOV)为 25cm,层厚 3mm,螺距(pitch)1.15,重建间隔 0.75mm,造影剂用量为 80~100ml,采用高压注射器经外周静脉注射,注射速度为 4ml/s,设定检测阈值 100;造影剂注射延迟 10 秒;监测扫描;达到阈值后 16~18 秒开始螺旋扫描从颅顶至颅底,进行容积扫描,扫描时间 30~35 秒。

(3) CTA(CT artery 和 CT vein)分期容积扫描:适用于脑动脉系统、静脉系统分别检查,减少相互干扰。

1) 体位:患者仰卧检查床,头部枕于头架中,头尽量前屈,使颅底平行扫描线(避免颅底与 Willis 环重叠,便于后处理)。

2) 扫描程序:Siemens16 层螺旋 CT 扫描机,

扫描条件为 120kV, 140mAs, 扫描视野(FOV)为 25cm, 层厚 3mm, 螺距(pitch)1.15, 重建间隔 0.75mm, 造影剂用量为 80~100ml, 采用高压注射器经外周静脉注射, 注射速度为 4ml/s, 设定颈椎第四椎横面为监测面, 选取颈总动脉或颈内动脉为监测区, 检测阈值 70 或 80; 造影剂注射延迟 10 秒; 监测扫描; 达到阈值后 4 秒开始螺旋容积扫描从颅底至颅顶结束为 CT artery 期; 后延时 6~8 秒行颅顶至颅底同容积条件的 CT Venin 期扫描; 总扫描时间 35~40 秒。

(4) CTA (CT artery 和 CT vein) 同期容积扫描: 适用于脑动、静脉系统与病变之间供血及引流, 病变血管与周边结构关系。

1) 体位: 患者仰卧检查床, 头部枕于头架中, 头尽量前屈, 使颅底平行扫描线。(避免颅底与 Willis 环重叠, 便于后处理。)

2) 扫描程序: Siemens 16 层螺旋 CT 扫描机, 扫描条件为 120kV, 140mAs, 扫描视野(FOV)为 25cm, 层厚 3mm, 螺距(pitch)1.15, 重建间隔 0.75mm, 造影剂用量为 80~100ml, 采用高压注射器经外周静脉注射, 注射速度为 4ml/s, 设定颈椎第四椎横面为监测面, 选取颈总动脉或颈内动脉为监测区, 检测阈值 100; 造影剂注射延迟 10 秒; 监测扫描; 达到阈值后 4 秒开始螺旋容积扫描从颅底至颅顶结束, 总扫描时间 30~35 秒。

5. 图像后处理基本要求

(1) 在急诊状态下, 至少提供一个 MIP 的 CTA

图像。

(2) 在平诊状态下,提供 MIP 和 VR 的 CTA 图像,CTA 原始图像(CTA-SI)。

(3) 在脑血管检查影像后处理时,应根据各临床科室脑血管病性质、治疗特点提供满足临床需求的脑血管临床特征后处理图像。

1) 神经外科:神经外科是以手术为主要治疗手段的临床科室。重点关注病变空间位置与脑血管和周边组织结构关系,制订手术入路所需诸多参数。

图像后处理:脑动脉瘤以动脉期为主,重点在显示动脉瘤的瘤颈;肿瘤及脑血管畸形要求显示动脉系统和静脉系统。

2) 神经内科:图像后处理:重点在于完整清晰显示全程血管,脑动脉狭窄以动脉期为主;静脉窦栓塞以静脉期为主。

3) 神经介入科:神经介入科是以介入血管内治疗技术为主要治疗手段的临床科室。重点关注脑血管病病变空间位置、载流动脉、引流静脉、血管内外形态结构,及估价介入器械血管内路径的图像。

图像后处理:重点在血管内外形态,脑动脉瘤以动脉期为主;脑血管畸形要求显示动脉系统和静脉系统全程。

6. CTA 图像解读

(1) 最大密度投影(maximum intensity project, MIP):MIP 图像由每条射线上密度最大的像

素重建而成,其优点是其灰值能反映组织的实际CT值且显示细节较精细,但立体感差、人工编辑费时费力。

(2) 表面遮盖显示法(shaded surface display, SSD):SSD法通过设定域值产生表面影像,立体感强、操作简便,但图像轮廓欠精细,成像过程仅利用表面数据,故丢失信息较多有放大效应。

(3) 容积再现法(volume rendering, VR):最高级的三维成像方法。根据各种成分的比例进行像素分类并以不同的灰度显示,使容积扫描范围内所有像素得以利用,VR图像SSD图像精细,又有很强的三维空间感,立体感优于MIP,可根据需要调节不同组织的透明度以最佳显示血管及病灶的表面及内部结构,尤其适合显示重叠的血管与邻近结构的三维关系。众多报道认为最常用的方法是MIP和VR。

(4) CTA-SI 环绕病灶周围的侧支循环状态:病灶周围血管的血管内增强明显,定义为良好;病灶周围血管仅有轻度增强,定义为不良。

(5) 侧支血流分级:0级,无侧支血供到缺血区;1级,有缓慢的侧支血供到缺血区的外周;2级,有快速的侧支血供到缺血区的外周;3级,有缓慢的侧支血供到整个缺血区;4级,有快速的侧支血供到整个缺血区。

7. 诊断报告基本要求 书写诊断报告时要明确回答下述问题:①CT平扫有无出血和其他非缺血性病变;②血管是否闭塞?哪支血管?狭窄多少?

③动脉瘤(描述位置,大小,瘤颈是宽或窄?);④颅内动静脉畸形(分级,供血动脉,巢大小、形状,引流静脉);⑤静脉和静脉窦血栓;(位置,栓塞了哪支静脉或静脉窦?有无充盈缺损和“空三角”征?)⑥烟雾病(血管闭塞或狭窄的位置,有无侧支循环血管);⑦硬脑膜动静脉漏;(位置,供血动脉和引流静脉是哪支?)⑧CTA-SI所显示的脑低灌注区在什么部位?与闭塞动脉所提供的脑区对照,估测受累低灌注脑区的体积有多大?对侧支循环状态进行定量评估;⑨颅内动脉支架植入术前、术后的对比研究(血管内径变化情况,是增大、不变、变窄?);⑩肿瘤与周围血管的位置关系(推移、包裹、供血、引流)。

(四) MR 血管成像(MRA)

常规 3D-TOF 和 2D-TOF MRA, 主要是利用血液流动特点与周围静止组织的自然对比, 清楚显示相应部位的血管。若行三维动态增强对比成像(3D CE-MRA), 对正常或病变血管显示更清晰、锐利。MRA 的 3D 图像都是经 MIP 进行重建处理, 形成完整的血管图像, 还可进行滤波处理, 使血管影像光滑。另外, MRA 的成像时间与有效层数成正比, 病变范围局限时可适当减少层数, 节约成像时间, 或减少 3D 块厚度, 有效层数不变, 有效层厚减小, 提高影像空间分辨率。操作时灵活调整成像参数, 使之优化组合, 缩短采集时间, 提高成像质量。多数研究表明, 3D-TOF MRA 探测脑动脉瘤有很高的敏感性, 特别是探测没有伴发急

性 SAH 的动脉瘤。磁共振血管成像(MRA)包括时间飞越法(TOF)MRA 及相位对比法(PC)MRA,其具有无创伤、无辐射、不用对比剂的特点,被广泛应用于血管性病变的诊断中。不足之处是由于扫描时间长及饱和效应,使得血流信号下降,血管分支显示不佳,大大降低了图像的效果及诊断的准确性。

1. 影像检查目的 显示 ICA 颅内段、MCA、ACA、基底动脉和 PCA 血管狭窄(图 170)或闭塞状况;显示颅内动静脉畸形;显示硬脑膜动静脉漏;除外 MR 平扫有出血(新鲜或陈旧)而 MRA 表现正常的海绵状血管瘤或隐匿性血管畸形;显示静脉窦血栓。

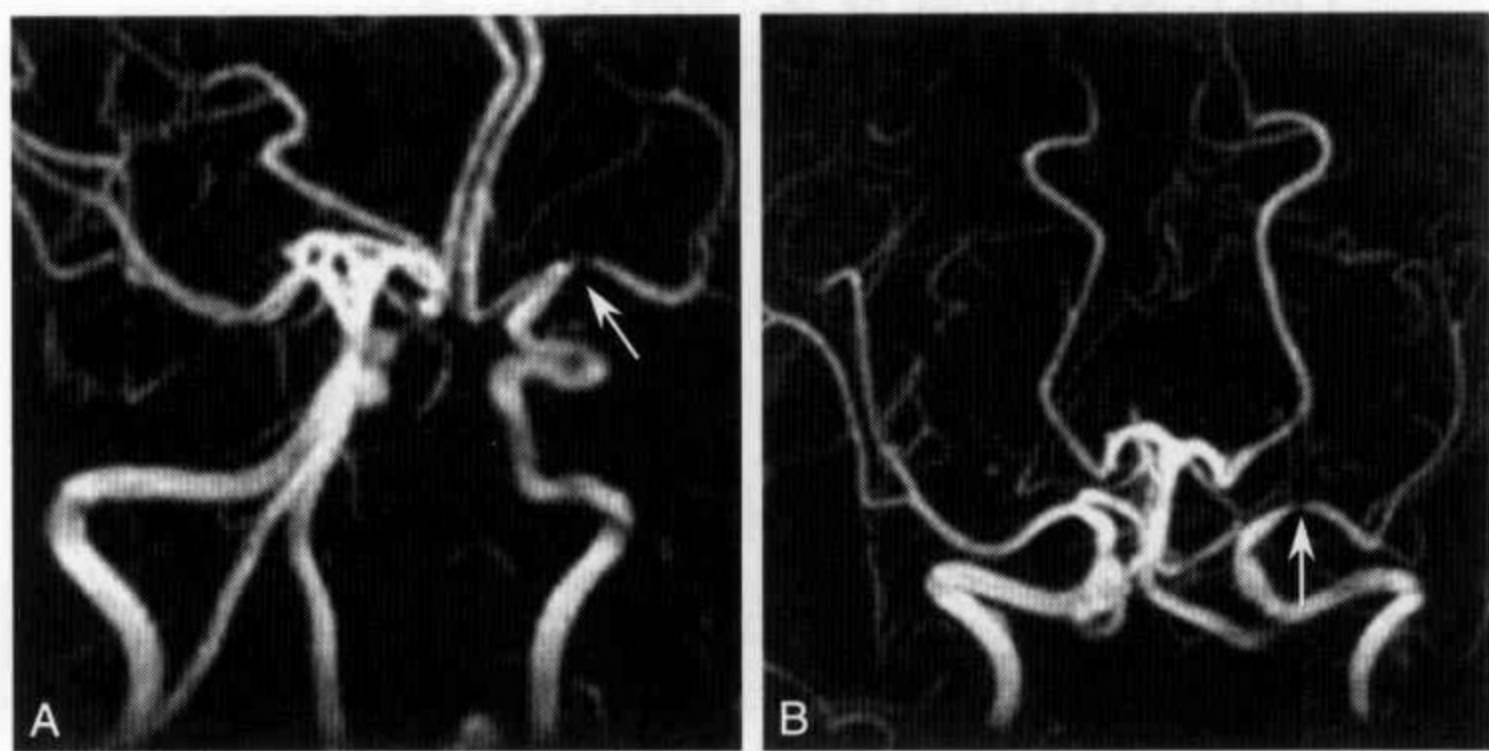


图 170 左侧大脑中动脉水平段起始部狭窄

A. MRA-TOF 图 B. MRA-TOF 图。白箭示狭窄部位

2. 禁忌证 有钆制剂过敏史;体内安装心脏起搏器者;严重心、肾功能障碍者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者;急诊患

者无急诊科医师陪同。

3. 检查中止 在检查过程中躁动,无法继续扫描;CE-MRA 检查过程中出现严重对比剂过敏反应者;需要立即停止检查进行抢救者。

4. 扫描序列参数

(1) 2D-PC/3D-TOF MRA

1) 目的:CE-MRA 定位图像或造影剂过敏患者选用。

2) 设备:1.5T 以上 MR 成像设备,头线圈。

3) 定位/范围:从后颅窝底部向上扫描,直至脑凸面最高点。

4) 至少提供 3D-TOF 图像。

(2) CE-MRA

1) 目的:显示颅内血管。

2) 设备:推荐使用 1.5T 以上 MR 成像设备,头线圈。

3) 定位/范围:从后颅窝底部向上扫描,直至脑凸面最高点。

4) MR 对比剂:根据患者体重采用钆对比剂。

5) 高压注射器:流率设置为 1.5~3ml/s,注射时间为 5~7 秒,总量 20ml。

6) 静脉穿刺针:建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。

7) 扫描延迟:造影剂自动触发冠状位扫描。

扫描参数:GE 1.5T 磁共振,神经血管线圈,扫描参数(供参考)见表 8-1。

表 8-1 MR 血管造影扫描参数

	3D-TOF	2D-PC	CEMRA
扫描平面	轴位	轴位	冠状位
模式	3D	2D	3D
序列	Vasc TOF SPGR	Vasc TOF SPGR	SPGR
选项	FC, Seq, VBW, EDR, Fast	FC, Seq, Fast	Fast, MPh, VBW, ZIP
回波	1	1	1
TE ms	Minimum	Minimum	Minimum full
TR ms	33	40	—
反转角	60	60	30
频率编码	256	256	256
相位编码	128	128	192
激励次数	1	1	1
相位方向	0.75	0.75	1
FOV			
视野 FOV cm	22(16 ~ 32)	22(16 ~ 32)	40(28 ~ 50)
层厚 mm	1.5	60(30 ~ 80)	2(1.4 ~ 2.6)
造影剂	—	—	20ml
扫描延迟	—	—	造影剂跟踪 手动触发

5. 图像后处理基本要求

(1) 2D-PC/TOF MRA: 提供多角度投影 MIP 血管图像; 神经外科手术前患者应提供 MRA 原始

图像(MRA Source Image, MRA-SI)。

(2) CEMRA 成像:提供水平和垂直方向的多角度 MIP 血管图像;神经外科手术前患者应提供 MRA 原始图像(MRA Source Image, MRA-SI)。

(3) 在脑血管检查影像后处理时,应根据各临床科室脑血管病性质、治疗特点提供满足临床需求的脑血管临床特征后处理图像。

1) 神经外科:神经外科是以手术为主要治疗手段的临床科室。重点关注病变空间位置与脑血管和周边组织结构关系,制订手术入路所需诸多参数。

图像后处理:脑动脉瘤以动脉期为主,重点在显示动脉瘤的瘤颈;肿瘤及脑血管畸形要求显示动脉系统和静脉系统。

2) 神经内科:图像后处理:重点在于完整清晰显示全程血管,脑动脉狭窄以动脉期为主;静脉窦栓塞以静脉期为主。

3) 神经介入科:神经介入科是以介入血管内治疗技术为主要治疗手段的临床科室。重点关注脑血管病病变空间位置、载流动脉、引流静脉、血管内外形态结构,及估价介入器械血管内路径的图像。

图像后处理:重点在血管内外形态,脑动脉瘤以动脉期为主;脑血管畸形要求显示动脉系统和静脉系统全程。

6. MRA 图像解读

(1) 三维(3D)的时间飞跃法(Time of flight,

TOF):是利用血管内的流动质子(高信号)和血管外的固定质子(低信号)对射频脉冲激发的不同反应所形成的MRA。可以从任意视角观察脑血管的走行、分布及一级分支血管的狭窄情况。此技术成像速度快,克服了运动伪影造成的信号丢失,空间分辨率高,可以鉴别血管严重狭窄与闭塞性病变,也可以观察血管迂曲性病变。

(2) 相位对比法(phase contrast,PC):启动双相梯度磁场时,就改变了质子的相位,但流动质子群和固定质子群的相位改变不同。对流动质子群产生相位不同、幅度不等的改变,可以得到高信号;对固定质子群产生相位相反、幅度相等的改变,两者抵消,信号减低。

(3) 增强MRA扫描:增强MRA的方法明显优于常规MRA,它速度更快、清晰度更高。它的成像质量与血管造影已非常接近。

7. 诊断报告基本要求 书写诊断报告时要明确回答下述问题:①MR平扫有无出血和其他非缺血性病变;②血管是否闭塞?哪支血管?狭窄多少?③动脉瘤(描述位置,大小,瘤颈是宽或窄?)④颅内动静脉畸形(分级,供血动脉,巢大小、形状,引流静脉);⑤静脉窦血栓(位置,栓塞了哪支静脉或静脉窦?);⑥硬脑膜动静脉漏(位置,供血动脉和引流静脉是哪支?);⑦肿瘤与周围血管的位置关系(推移、包裹、供血、引流)。

(五) 数字减影血管造影(DSA)

脑血管造影是一种二线检查方法,传统上是

评价脑血管的“金标准”。它是有创检查,非首选检查方法。此种检查可以动态全面地观察脑血管病变、脑血流方向、脑血管变异、侧支血管代偿、Willis 环和计算狭窄率。

1. 影像检查目的 显示 ICA 颅内段、MCA、ACA、基底动脉和 PCA 血管狭窄或闭塞状况;显示颅内动脉瘤;显示颅内动静脉畸形;显示烟雾病;显示硬脑膜动静脉漏;除外 CT、MR 检查有出血而 CTA 及 MRA 不能确诊的海绵状血管瘤或隐匿性血管畸形;颅内动脉支架植入术前、术后的对比研究;显示静脉栓塞和静脉窦血栓;显示肿瘤与周围血管的位置关系。

2. 适应证和禁忌证

(1) 适应证:欲行介入治疗和外科手术治疗的患者;无创检查无法确定脑血管狭窄和动脉瘤,但临床高度怀疑的患者。

(2) 禁忌证:有碘制剂过敏史;有严重出血倾向的患者;严重心、肺、肾功能障碍者;不能平卧的患者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者;急诊患者无急诊科医师陪同者。

3. 检查参数

- (1) 检查范围:颅内血管。
- (2) 设备:C 型臂数字减影血管机。
- (3) 投照角度:正侧位+多角度斜位。
- (4) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl。

高压注射器注射流率和注射量见表 8-2。

表 8-2 DSA 高压注射器注射流率和注射量

血管	线形 上升	注射率 ml/s		总量 ml	
		DSA	DSA	DSA	DSA
颈总动脉	0 ~ 0.2	4 ~ 5		8 ~ 10	
颈内动脉	0 ~ 0.5	3 ~ 4		6 ~ 8	
颈外动脉(近侧)	0 ~ 0.5	2 ~ 3		4 ~ 6	
颈外动脉(远侧)	0 ~ 0.5	2 ~ 3		3 ~ 4	
颈外动脉(选择分支)	0 ~ 0.5	1 ~ 2		2 ~ 4	
椎动脉	0 ~ 0.5	4 ~ 5		8 ~ 10	

4. 检查程序

(1) 颅内主要大血管检查要求

1) 椎动脉颅内段:透视下调整造影视野(正位时头颅位于正中,侧位时屏幕下界平第二颈椎体下缘、屏幕右界平枕骨最后部),行正侧位造影。观察内容包括椎动脉 V₃ 段和 V₄ 段,基底动脉,双侧小脑前下动脉(PICA)、小脑后下动脉(AICA)和大脑后动脉(PCA)有无狭窄、闭塞或严重迂曲,有无发育异常;是否向颅内动脉系统代偿供血,有无动脉瘤、AVM 和肿瘤等情况。

2) 颈总动脉颅内段:透视下调整造影视野(正位加头位时头颅位于正中、上界平颅盖骨,侧位时屏幕上界平颅盖骨、屏幕左界平额骨最前部),行正、侧位造影。观察内容包括颈内动脉 C2~C7 段、大脑中动脉、大脑前动脉有无狭窄、闭塞或严重迂曲;前交通动脉(ACoA)和后交通动脉(PCoA)以及 PCA 情况;有无发育异常;有无向椎-基底动脉

系统代偿供血。有无动脉瘤、AVM 和肿瘤等情况。

注意事项:如动脉某一处造影剂充盈不佳,且除外伪影后,应考虑动脉偏心性狭窄的可能,可加斜位和头位造影证实。当发现病变后,行放大造影。

总体原则:各段脑动脉不可遗漏,造影诊断时要时刻避免栓塞事件,对狭窄病变要行放大造影,并根据不同的部位选择不同的投照角度,除了要展示最大的狭窄和最长的病变长度外,还要展示与分支血管的关系,径路血管情况等。

(2) 检查中止:在检查过程中躁动,无法继续扫描;检查过程中出现严重碘对比剂过敏反应者;需要立即停止检查进行抢救者。

5. 图像后处理基本要求

(1) 常规提供双侧颈总动脉和双侧椎基底动脉正侧位片。动脉瘤及支架植入术患者可以根据需要提供 MIP 和 VR 图像。

(2) 在脑血管检查影像后处理时,应根据各临床科室脑血管病性质、治疗特点提供满足临床需求的脑血管临床特征后处理图像。

1) 神经外科:神经外科是以手术为主要治疗手段的临床科室。重点关注病变空间位置与脑血管和周边组织结构关系,制订手术入路所需诸多参数。

图像后处理:脑动脉瘤以动脉期为主,重点在显示动脉瘤的瘤颈;肿瘤及脑血管畸形要求显示动脉系统和静脉系统。

2) 神经内科:图像后处理:重点在于完整清

晰显示全程血管,脑动脉狭窄以动脉期为主;静脉窦栓塞以静脉期为主。

3) 神经介入科:神经介入科是以介入血管内治疗技术为主要治疗手段的临床科室。重点关注脑血管病病变空间位置、载流动脉、引流静脉、血管内外形态结构,及估价介入器械血管内路径的图像。

图像后处理:重点在血管内外形态,脑动脉瘤以动脉期为主;脑血管畸形要求显示动脉系统和静脉系统全程。

6. DSA 图像解读 血管狭窄的 DSA 分型。

(1) Mori 分型:A 型病变:造影显示为同心性或适度偏心性狭窄,长度 $<5\text{mm}$ 。B 型病变:表现为偏心性狭窄,长度 $5\sim 10\text{mm}$,或闭塞,但时间 <3 个月。C 型病变:狭窄长度 $>10\text{mm}$,血管明显扭曲,或闭塞其时间 ≥ 3 个月。

Mori 分型的临床意义:有助于选择合适的患者进行球囊成形术(PTA)治疗。A 型病变是 PTA 最合适的类型。

(2) 天坛医院的 LMA 分型:天坛医院提出的和采用的分型包含 3 个方向的内容:即部位分型(Location)、病变本身的形态学分型(Morphology)和径路分型(Access),简称为 LMA 分型。

1) 部位分型:是否分叉处病变是部位分型关注的重点。N 型病变部位为非分叉处病变;A 型代表分叉前病变;B 型代表分叉后病变;C 型部位为跨分叉病变,但边支动脉无狭窄;D 型部位为跨

分叉病变,边支动脉有狭窄;E型部位为边支动脉开口部狭窄;F型部位是分叉前狭窄合并边支狭窄。

2) 靶病变的形态学分型(参照 ACC/AHA 冠脉病变分型和 Mori 等人颅内动脉病变分型):A型病变:长度 $<5\text{mm}$,同心性或适度偏心性的光滑性狭窄。B型病变:长度 $5\sim 10\text{mm}$,偏心性或成角性($>45^\circ$)狭窄,或不规则性狭窄,或时间短于3个月的闭塞。C型病变:长度 $>10\text{mm}$,或成角性($>90^\circ$)狭窄,或狭窄周围有许多细小新生血管,或时间超过3个月的闭塞。

3) 径路分型:对引导导管到靶病变之间的径路进行分型。I型径路:适度迂曲,径路血管光滑。II型径路:较严重的迂曲。III型径路:严重迂曲,径路血管明显不光滑。

(3) LMA 分型的意义:部位分型有助于决定支架的放置位置和选择何种柔顺性和命名压支架,以及是否采用边支保护技术来减少分支闭塞的并发症。对于D型、C型和F型部位应当妥善处理,依据造影和其他影像资料和患者的临床表现选择跨哪一子支放置,并选择释放压小的支架。

形态学分型有助于预测手术危险性和支架远期开通情况。C型病变的手术风险较大,远期开通率较差。

分型有助于预测支架成形术的成功率。I型径路:支架几乎都能到达靶血管;III型径路,则有

一定的困难,为了提高成功率和减少并发症需要使用微导丝联合微导管技术。

(4) 推荐记录方法:部位/部位分型-形态学分型-径路分型。例如:LM1/B-A-I表示:左侧大脑中动脉M₁段分叉处病变,分叉后狭窄、A型病变、I型径路,是较佳的内支架治疗病变。RV4/C-B-II表示右侧椎动脉第4段跨PICA狭窄(PICA本身无狭窄)、B型病变、II型径路,是可以采用内支架治疗的病变。LICA7/C-C-III,表示左侧颈内动脉第7段(交通段)跨PCOA狭窄,C型病变,III型径路,支架成形术的成功率低,并发症高,不是支架成形术的理想病变。

7. DSA 诊断报告基本要求 书写诊断报告时要描述:穿刺插管部位、所用导丝及导管类型、造影剂充盈状况;评价图像质量,如伪影;大血管走形,有无异常血管通路;有无异常染色或充盈;动静脉循环时间。明确回答下述问题:①血管是否闭塞?哪支血管?狭窄多少?②动脉瘤(描述位置,大小,瘤颈是宽或窄?);③颅内动静脉畸形(分级,供血动脉,巢大小、形状,引流静脉);④静脉栓塞和静脉窦血栓(位置,栓塞了哪支静脉或静脉窦?有无充盈缺损和“空三角”征?);⑤烟雾病(血管闭塞或狭窄的位置,有无侧支循环血管);⑥硬脑膜动静脉漏(位置,供血动脉和引流静脉是哪支);⑦颅内动脉支架植入术前、术后的对比研究(血管内径变化情况,是增大、不变、变窄);⑧肿瘤与周围血管的位置关系(推移、包裹、供血、引流)。

二、颈动脉血管形态影像评价

颈动脉最常见的疾病是动脉粥样硬化引起的颈动脉狭窄;其他还包括颈动脉夹层动脉瘤、纤维肌性发育异常、颈动静脉瘘、颈部外伤伴发的血管病变等。

颈动脉狭窄可以引起脑组织的灌注压力、血流量下降,最终导致缺血性卒中。动脉粥样硬化常发生于颈总动脉起始部、颈总动脉分叉部、颈内动脉海绵窦部等部位。颈总动脉分叉部是最常见的部位(图 171)。正常的颈总动脉分叉位于 C3~4 水

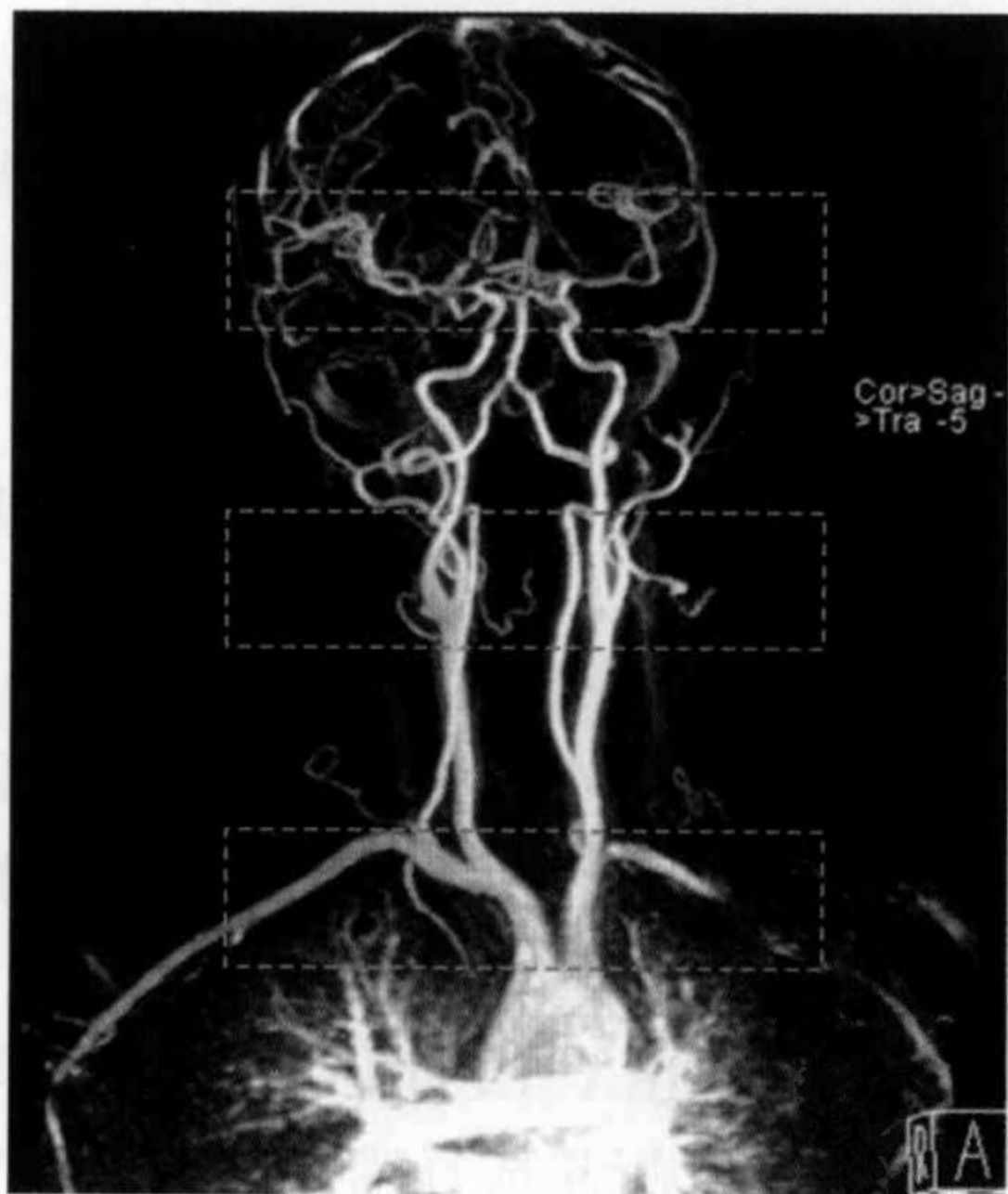


图 171 常见的颈动脉血管狭窄部位

CEMRA 右前斜位主动脉弓至颅内血管造影:自下而上标记虚线区域为颈总动脉起始部,颈总动脉分叉部,颈内动脉虹吸弯



图 172 正常颈总动脉分叉部

DSA 侧位血管造影:自下而上标记为颈总动脉;颈内动脉(C1,颈段)球部;颈内动脉(C1,颈段)颈升段;岩段(C2);破裂孔段(C3);海面窦段(C4);床突段(C5);眼段(C6)和交通终末段(C7)

平,本节重点讨论颈总动脉分叉部狭窄的血管形态评价(图 172)。

(一) 检查方法选择原则

颈动脉血管形态评价的检查方法分为无创、微创或有创检查;选择的原则是根据病情和治疗的需要,首选无创或微创检查,如超声、2D-PC/TOF MRA、CEMRA、CTA,对考虑介入或手术治疗的患者选择有创的 DSA 血管造影检查。

(二) 影像检查目的

①血管是否存在狭窄?狭窄的范围?程度?

②狭窄部位斑块的性质? ③狭窄部位远端血管的状况?

(三) 适应证和禁忌证

1. 适应证 动脉粥样硬化引起的颈动脉狭窄、夹层动脉瘤、纤维肌性发育异常、动静脉瘘、颈部外伤伴发的血管病变等疾病的血管检查。

2. 禁忌证 碘造影剂过敏的患者,禁用 DSA 和 CT 血管造影;磁共振造影剂过敏的患者,禁用 CEMRA。

(四) 影像检查流程

对狭窄的评价方法包括:听诊、超声波、MRA、CTA 和 DSA 血管造影。尽管 DSA 血管造影是一种有创检查,但国内外许多学者至今认为它是颈动脉狭窄评价的金标准(表 8-3)。

表 8-3 几种检查方法的优缺点比较

检查方法	优点	缺点
超声	无创检查,简便、费用低,可了解斑块内部结构	显示复杂血流困难,图像分辨率低
2D-PC/TOF	无创,扫描速度快	复杂流动的血流伪影大,图像分辨率低
CEMRA	微创,扫描速度快,范围大,图像分辨率较高	“首过”时间不易掌握

续表

检查方法	优点	缺点
CTA	微创,扫描速度快,造影剂峰值易跟踪,图像分辨率较高	图像质量受后处理影响大
DSA	动态显示动静脉,可选择性造影,“金标准”	有创检查,无法显示斑块内部结构

(五) MRA

MRA 包括流动依赖型(PC/TOF)和造影剂依赖型(CEMRA)两类磁共振血管成像,颈部血管常用 2D-PC、2D-TOF、CEMRA 等方法。PC/TOF 是利用血管与血管层面内质子的相位差异或未饱和质子的差异使血管显影(图 173);CEMRA 则需要造影剂流入血管内以缩短血流 T_1 时间而使血流与周围组织产生对比。

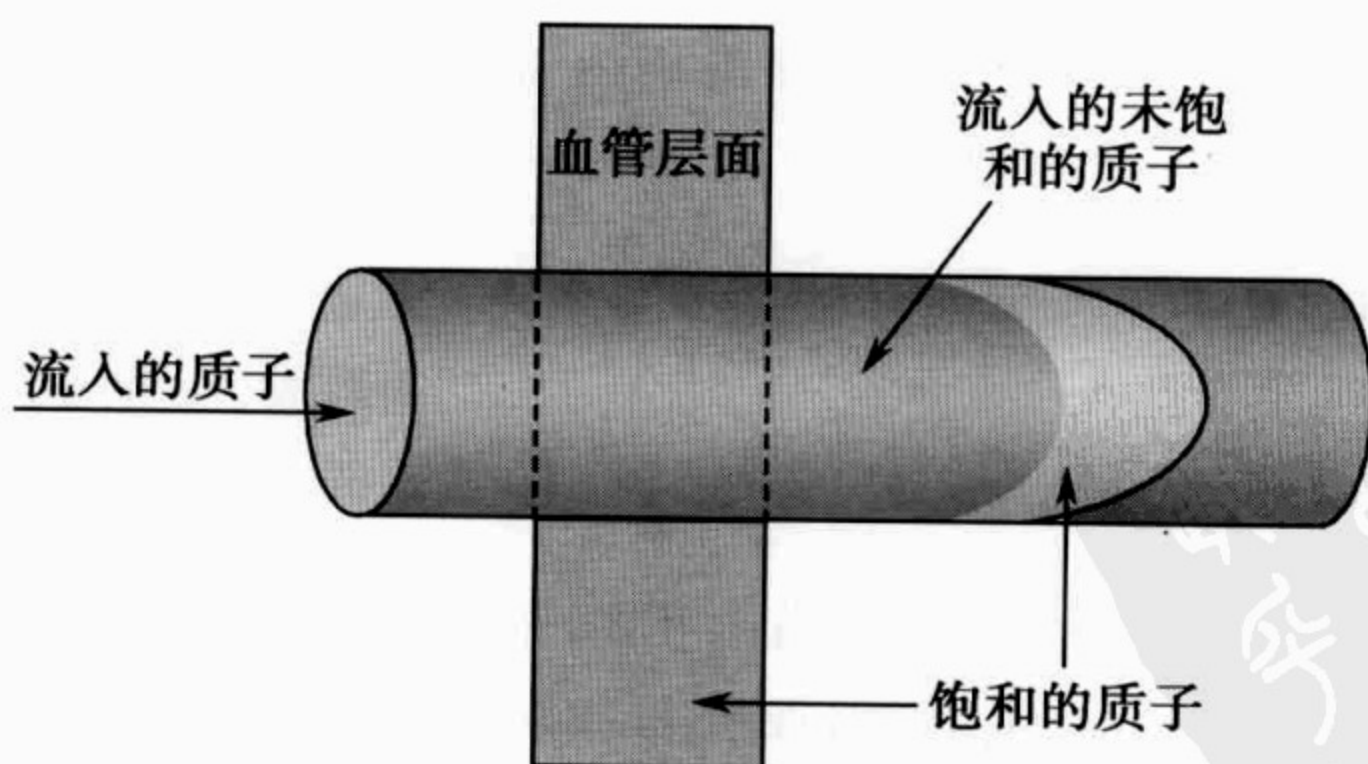


图 173 TOF 成像原理

1. 禁忌证 有钆制剂过敏史（可行 2D-PC/TOF）；体内安装心脏起搏器者；严重心、肾功能障碍者；患者躁动，无法配合检查者；患者或家属拒绝此项检查者。

2. 检查中止 在检查过程中躁动，无法继续扫描；检查过程中出现严重对比剂过敏反应者；需要立即停止检查进行抢救者。

3. 扫描程序基本要求和参数

(1) 2D-PC/TOF MRA

1) 目的：CEMRA 定位图像或造影剂过敏患者选用。

2) 设备：0.5T 以上 MR 成像设备，颈部或专用神经血管线圈。

3) 定位/范围：在矢状位上选取 C3~4 为扫描中心，根据需要选取扫描范围，至少包括中心上下 4 个椎体的范围。

4) 图像包括原始图像和多角度重建图像，至少包括矢状位、冠状位。

(2) CEMRA

1) 目的：显示主动脉弓至颅内血管。

2) 设备：1.5T 以上 MR 成像设备，颈部线圈或神经血管线圈。

3) 定位/范围：根据 2D-PC/TOF 图像定位，自主动脉弓下方向上扫描至颅内。

4) 高压注射器：流率设置为 1.5~3ml/s，注射时间为 5~7 秒，总量 20ml。

5) 静脉穿刺针：建议至少采用 20GA×1.16in

(1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自浅表静脉穿刺。

6) 扫描延迟:造影剂跟踪触发,冠状位或矢状位扫描。

7) 图像包括水平方向和垂直方向的多角度MIP重建图像,至少包括矢状位、冠状位、轴位等。

(3) 扫描参数(供参考):GE 1.5T 磁共振,神经血管线圈,扫描参数见表 8-4。

表 8-4 MR 血管造影扫描参数

	2D-TOF	2D-PC	CEMRA
扫描平面	轴位	轴位	冠状位
模式	2D	2D	3D
序列	Vasc TOF SPGR	Vasc TOF SPGR	SPGR
选项	FC,Seq,VBW, EDR,Fast	FC,Seq,Fast	Fast, MPh, VBW,ZIP
回波	1	1	1
TE ms	Minimum	Minimum	2.5
TR ms	33	40	3~3.5
反转角	60	60	45
频率编码	256	256	512
相位编码	128	128	160
激励次数	1	1	1
相位方向	0.75	0.75	1
FOV			
视野 FOV cm	22(16~32)	22(16~32)	40(28~50)

续表

	2D-TOF	2D-PC	CEMRA
层厚 mm	1.5	60(30 ~ 80)	1.2(1.0 ~ 2.6)
造影剂	—	—	20ml
扫描延迟	—	—	造影剂跟踪 手动触发

4. 图像后处理基本要求 2D-PC/TOF MRA: 水平方向和垂直方向的多角度 MIP 血管图像;必要时左右两侧颈动脉分别重建,减少血管重叠(图 174)。CEMRA 成像:提供水平和垂直方向的多角



图 174 2D-TOF MRA

2D-TOF MRA-MIP 血管图像:图像分辨率低,阶段伪影大,多用于定位图像

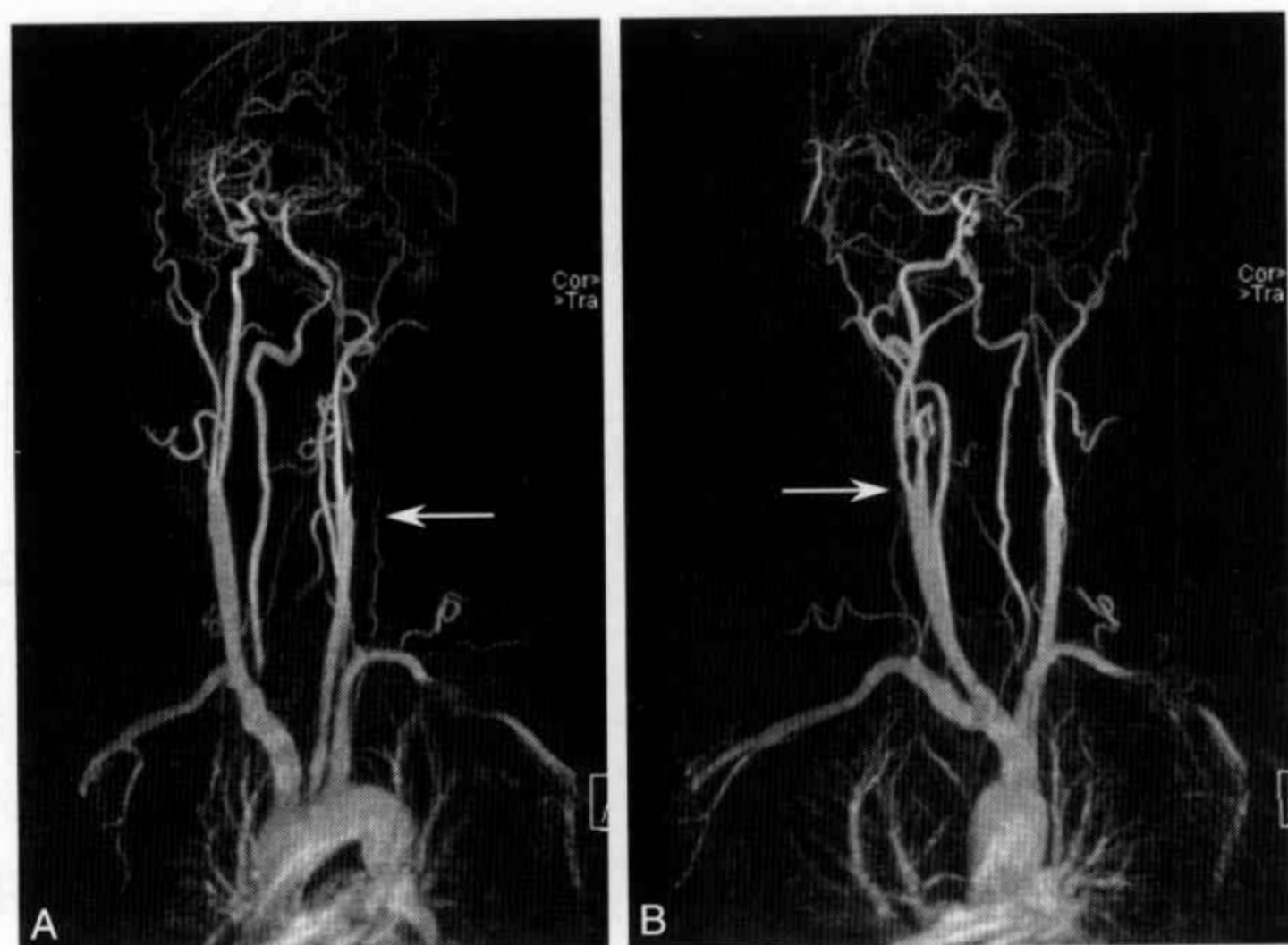


图 175 CEMRA 血管造影

多角度 CEMRA-MIP 图像:左侧颈内动脉球部重度狭窄,远端血管纤细(A);右侧颈内动脉球部轻度狭窄(B)

度 MIP 血管图像,必要时左右两侧颈动脉分别重建,以减少血管重叠(图 175)。

(六) CTA 血管造影

1. 禁忌证 有碘制剂过敏史;严重心、肾功能障碍者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者。

2. 检查中止 在检查过程中躁动,无法继续扫描;检查过程中出现严重对比剂过敏反应者;需要立即停止检查进行抢救者。

3. 扫描程序基本要求和参数

(1) 平扫 CT

1) 目的:CTA 定位图像并排除其他疾病。

2) 设备:使用螺旋 CT(推荐 8 排以上)。

3) 定位/范围:以 C3~4 为中心,从主动脉弓下缘向上至颅内。

4) 层厚:5~10mm 层厚。

(2) CTA

1) 目的:显示主动脉弓至颅内血管,特别是颈总动脉分叉部。

2) 设备:使用螺旋 CT(推荐 8 排以上)。

3) 定位/范围:以 C3~4 为中心,从主动脉弓下缘向上至颅内。

4) 层厚:0.75~2mm 层厚,螺旋扫描。

5) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl 以上。

6) 高压注射器:流率设置为 3~4ml/s 静脉团注。

7) 静脉穿刺针:建议至少采用 22GA×1.0in (0.9×25mm)规格的密闭式静脉留置针,自浅表静脉穿刺。

8) 扫描:启动高压注射器的同时启动造影剂跟踪扫描,阈值自动或手动触发 CTA 扫描。

(3) CTA 扫描参数(供参考):仰卧位,头先进;固定患者头部,扫描开始前嘱其禁做吞咽动作;从脚到头方向扫描,从主动脉弓下缘向上至颅内;300mg/ml 非离子碘造影剂,总量 100ml,注射速度 3~4ml/s 静脉团注;造影剂跟踪自动触发或手动(10~17 秒)延迟螺旋扫描;层厚 0.75~2mm,螺距 0.45~2mm,FOV 12~15cm。

4. 图像后处理基本要求 CT 血管成像提供

水平和垂直方向 MPR/MIP/SSD/VR 的多角度 CTA 图像;必要时左右两侧颈动脉分别重建,以减少血管重叠(图 176);CTA 原始图像:多层面连续轴位图像(图 177)。

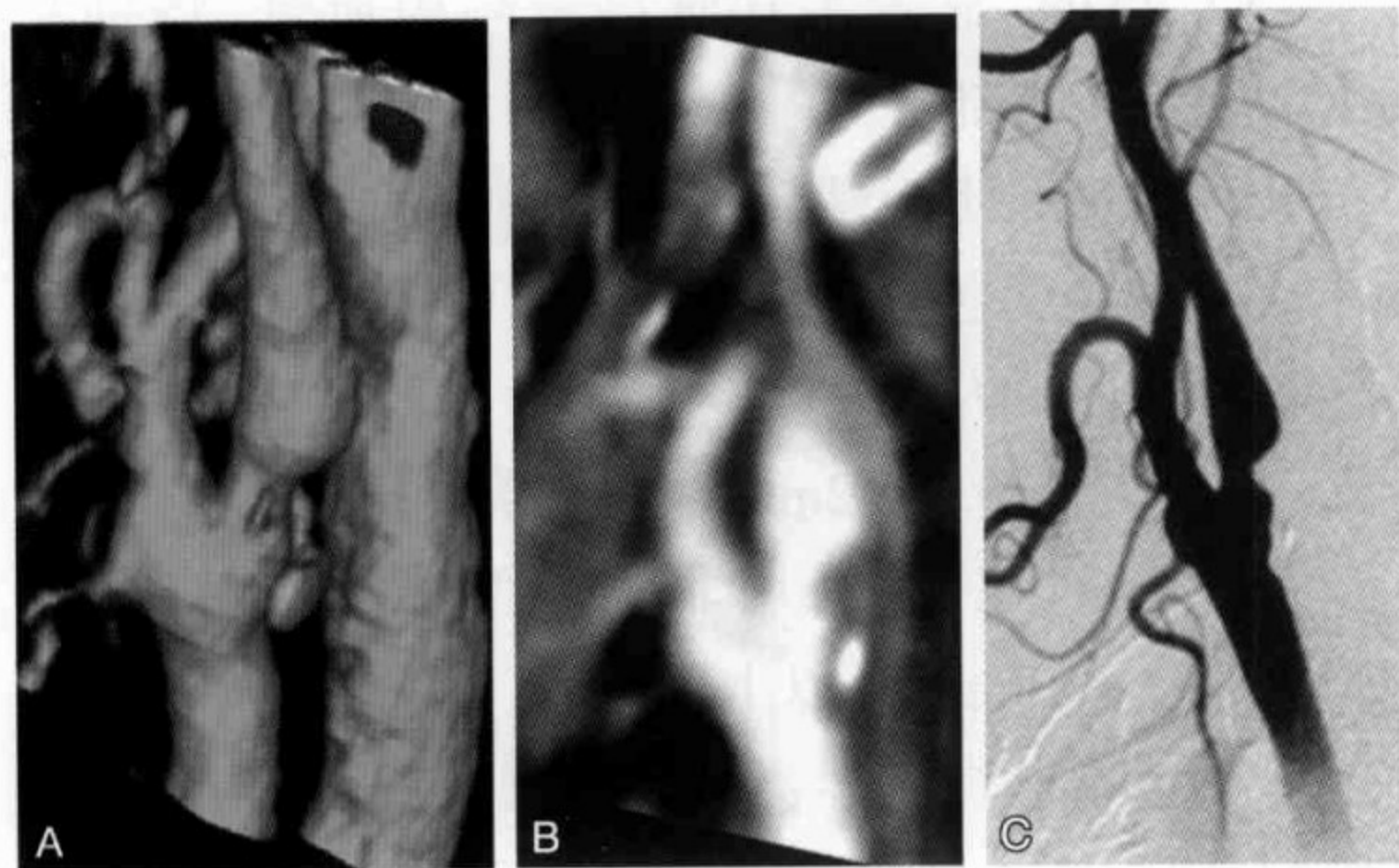


图 176 CTA-VR/MPR 及 DSA 血管造影

自左而右为 VR、MPR 及 DSA 血管造影显示同一患者的颈总动脉及颈内动脉 C1 段球部狭窄

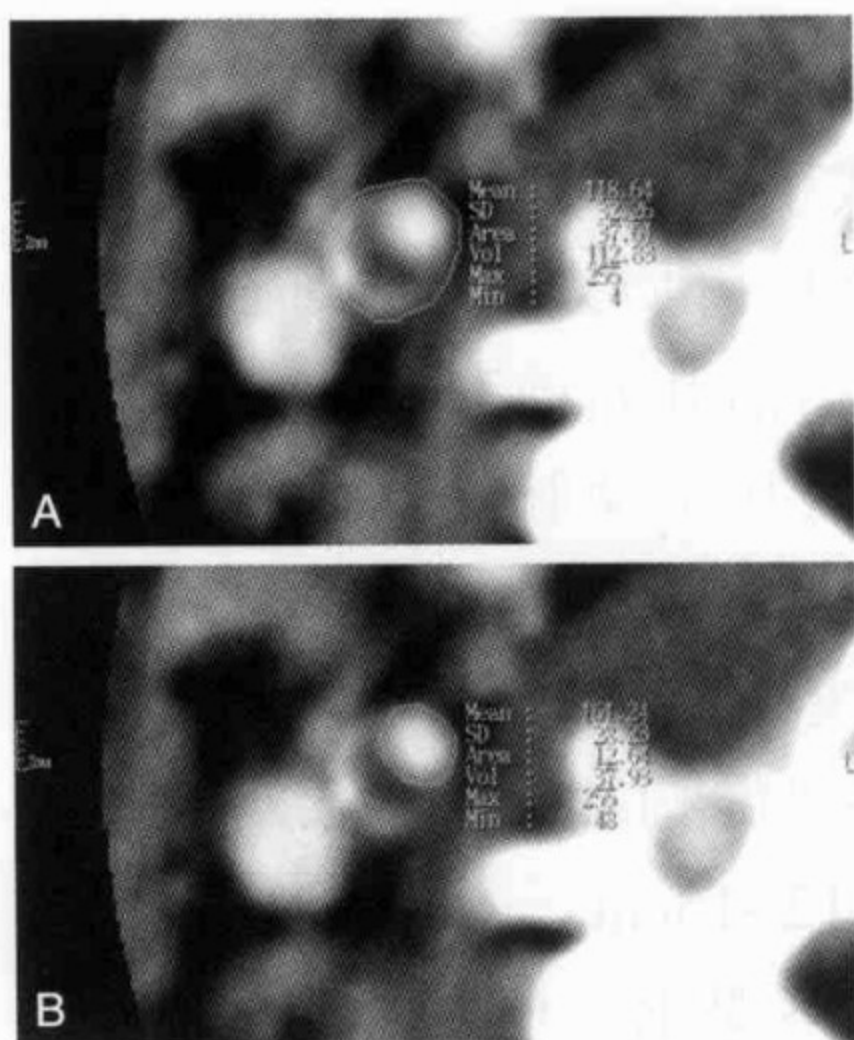


图 177 CTA-SI 原始图像

应用 CTA-SI 原始图像可以测量血管管腔截面(A)及残腔截面(B),同时可以观察管腔和斑块内的密度

(七) DSA 血管造影

1. 禁忌证 有碘制剂过敏史;严重心、肾功能障碍者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者。

2. 检查中止 在检查过程中躁动,无法继续扫描;检查过程中出现严重对碘比剂过敏反应者;需要立即停止检查进行抢救者。

3. 扫描基本要求

(1) DSA 目的:动态全面地观察主动脉弓至颅内的血管形态。

(2) 设备:C型臂 X 线数字减影血管造影机。

(3) 范围:分段造影,下段从主动脉弓下方向上至颈动脉分叉上方,上段从颈动脉分叉下方向上至鞍上。

(4) 投照角度:前后位、侧位+多角度斜位。

(5) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl 以上。

(6) 注射参数(供参考):主动脉弓造影时,造影剂总量为 25ml,流速为 20ml/s;颈总动脉造影时,总量 7~8ml,流速 5ml/s。颈内动脉造影时,总量 5ml,流速 3ml/s。压力 500PSI。

(八) 图像解读

1. 超声检查测量指标 包括血管的内径、外径、截面积、斑块大小、长度、血流速度等;超声还可显示的血栓性质以帮助决定手术时机。

2. MRA/CTA/DSA 对血管形态的解读

(1) 常用图像后处理方法的选择:颈部血管

重建图像中最常用最大密度投影 MIP、多平面重建 MPR、容积再现 VR。原始图像(SI)和各向同性 MPR 可直接用于诊断,其他几种图像后处理技术均需结合 SI。测量、判断血管的狭窄程度时,首选

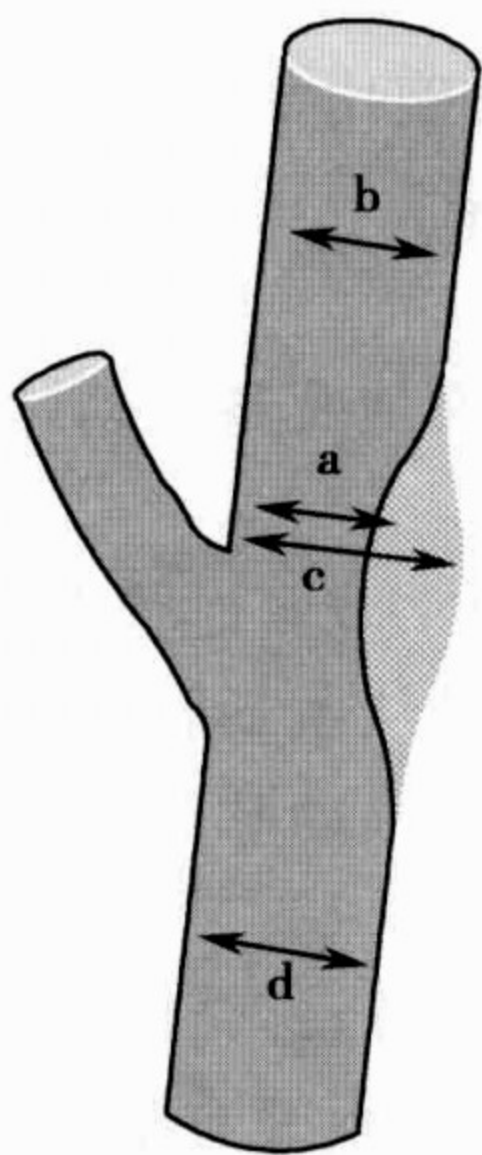


图 178 狭窄程度的测量方法

$$\text{NASCET } S\% = [1 - (b - a) / b] \times 100$$

$$\text{ECST } S\% = [1 - (c - a) / c] \times 100$$

$$\text{CC } S\% = [1 - (d - a) / d] \times 100$$

$S\%$ = 狭窄率; a = 残腔直径; b = 狭窄远端正常颈内动脉的管径; c = 狭窄部位正常(估算)的管径; d = 狭窄近端颈总动脉正常管径。NASCET 和 ECST 使用较广泛,资料显示 ECST 与 CC 法测得狭窄程度较接近,而 NASCET 法测得狭窄程度常低于其他方法。转换公式 $\text{NASCET}\% = (\text{ECST 或 CC}\% - 40) / 0.6$

MPR 或 MIP; 观察血管之间、血管周围解剖结构的毗邻关系时,首选 VR。

(2) 血管狭窄的测量方法: 狭窄程度可用公式表达: 狭窄率($\%$) = $[1 - (\text{残腔直径} / \text{血管直径})] \times 100\%$ 。

常见的测量方法如下(图 178)。北美症状性颈动脉内膜切除测试法(NASCET); 欧洲颈动脉外科试验法(ECST); 颈总动脉法(CC)。

(3) 狭窄程度的分级: 根据颈动脉血管的残腔可以计算血管的狭窄程度并分级为正常、轻度 $< 50\%$ 、中度 $50\% \sim 69\%$ 、重度 $70\% \sim 99\%$ (图 179)和



图 179 颈内动脉球部狭窄 DSA 血管造影

A 图为颈内动脉 C1 段球狭窄术前 B 图为支架植入术后

闭塞 100%。

(4) 测量误差:偏心狭窄和血管迂曲常导致测量的管径只能反映近似血管狭窄程度,血管残腔横截面与血管截面的比值才是真实的狭窄状况。采用多角度的 MIP/MPR/VR 图像可以减少由于不规则偏心性狭窄所引起的误差。曲面重建图像或血管分析软件包可同时校正偏心狭窄和血管迂曲所引起的误差。

(九) 影像报告要求

1. 描述扫描的体位、范围;评价图像的质量,如造影剂充盈状况、伪影;图像后处理的方法,如 MPR/MIP/VR 等。

2. 确认扫描范围内大血管走形,有无异常血管通路;有无异常染色或强化;动静脉循环时间。

3. 重点描述颈总动脉起始部、分叉部有无血管充盈缺损;累及的范围和狭窄程度(分级);描述狭窄远端血管形态。

三、颈动脉粥样硬化斑块 MRI 评价

(一) 影像检查目的

准确显示动脉粥样硬化斑块的形态,对斑块内组织成分进行定性定量分析;判断斑块稳定性;为临床选择治疗方案、监测疗效及评价预后提供可靠依据。

(二) 适应证和禁忌证

1. 适应证

(1) 高危人群需要明确是否有颈动脉粥样硬化斑块形成者。

(2) 颈动脉粥样硬化斑块患者需要明确以下问题者:了解斑块内主要组织成分;判定斑块的稳定性及病变预后;筛选颈动脉内膜剥离术适合病例;评价临床治疗疗效及手术后随访监测。

2. 禁忌证 存在 MR 扫描禁忌证;患者躁动不能配合 MR 检查者;患者临床症状明显不能承受 MR 检查者;患者或家属拒绝此项检查者。

(三) 扫描技术

1. 亮血法 2D-TOF 或 3D-TOF 血管成像。

2. 黑血法(dark-blood sequence)一般用 TSE 序列,可通过以下几种技术实现:双翻转恢复技

术(double inversion recovery, DIR);在血管周围加饱和带,局部血流被饱和,显示为低信号;SPACE (sampling perfection with application optimized contrasts by using different flip angle evolutions)技术。

(四) 常用扫描程序及参数

1. 常用扫描程序 双侧颈动脉定位像;2D-TOF 或 3D-TOF 成像;Dark-blood turbo spin-echo 序列:轴位 T_1WI 、 T_2WI 及 PDWI 及斜矢状位 T_1WI 。三维血管成像:可应用 SPACE 技术,矢状位 3D T_2 TSE 序列,显示颈动脉分叉上下 2~3cm 内血管全程,可应用 MIP 重建得到血管分叉局部全貌,血管壁形态及局部可疑病变情况。

2. 参考扫描参数见表 8-5。

(1) 动态增强扫描:高压注射器注射对比剂:注射速率 2~3ml/s,剂量 0.1mmol/kg。注药的同时开始扫描。单次扫描时间 20 秒左右,不间隔重复扫描 8~10 次,以显示斑块血供及炎性活动情况。注入对比剂后 5 分钟左右进行延迟扫描。

(2) 颈动脉斑块扫描技术要求见表 8-6。

(五) 图像解读

1. 分析动脉粥样硬化斑块的组织成分及斑块稳定性,应该综合各高分辨率序列图像所显示的信号强度特点进行判定。

2. MR 高分辨率图像示正常颈动脉呈均匀薄壁,管壁清晰光滑(图 180)。

表 8-5 参考扫描参数

序列	重复时间	回波时间	扫描野	矩阵	采集次数	层厚 (mm)
	TR(ms)	TE(ms)	FOV(mm)			
T ₁ WI	RR	13	140 × 110	384 × 320	2	2.0 ~ 3.0
T ₂ WI	3RR	95	140 × 110	384 × 320	2	2.0 ~ 3.0
PDWI	3RR	14	140 × 110	384 × 320	2	2.0 ~ 3.0
TOF	22	3.69	120 × 120	256 × 256	1	1.0
3D SPC	1500	204	160 × 160	320 × 162	2	0.5

医学知识
PDG

表 8-6 颈动脉斑块扫描技术要求

图像扫描注意事项
• 推荐使用颈动脉专用表面线圈扫描,应尽量贴近颈部
• 扫描层面垂直血管定位
• 扫描以颈动脉分叉为中心,扫描范围应至少包括颈动脉分叉上下 2cm
• 除 TOF 像外,所有序列推荐使用脂肪抑制技术
• T_1 WI、 T_2 WI 及 PDWI 各序列及增强前后序列扫描层面应尽可能保持一致

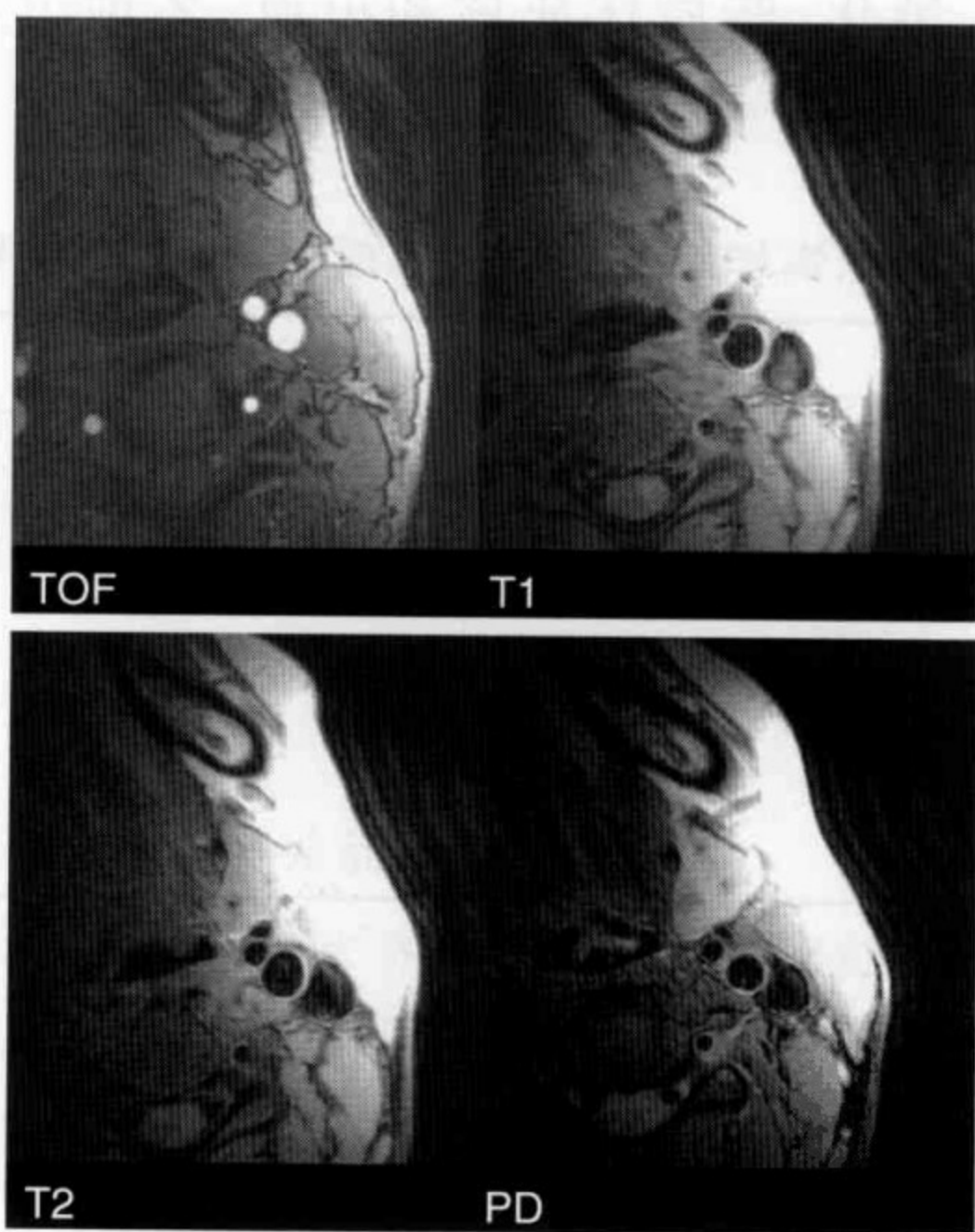


图 180 正常颈动脉高分辨率 MR 表现

3. 图像分析的一些要求见表 8-7。

表 8-7 颈动脉高分辨率 MR 图像分析要求

MR 图像分析要求	
•	图像分析应至少包括 3D-TOF + T ₁ WI + T ₂ WI + PDWI 的扫描组合
•	增强扫描对纤维帽及脂质池范围的确定有很大帮助
•	斑块体积的计算通常在三维序列上进行,或至少需要通过斑块最大径的斜矢状位结合轴位图像确定

4. 动脉粥样硬化斑块的内部成分主要包括纤维组织、钙化、脂质坏死核和出血,各种组织成分的 MRI 基本信号特征见表 8-8。

表 8-8 动脉粥样硬化斑块内部成分的 MRI 信号特征

斑块内成分	MRI 信号特征 *			
	T ₁ WI	T ₂ WI	PDWI	TOF
纤维组织	稍低~等	不定	高	等~低
钙化	低	低	低	低
脂质坏死核 **	高	不定	高	等
新鲜出血	高	高~混杂	高~混杂	等~高

注: * 各组织成分的 MR 信号特征为与肌肉组织相比较而定

** 在 T₁WI、T₂WI 及 PDWI 脂肪抑制像上脂质组织显示为等至低信号

斑块组织成份判定要点:

纤维帽——3D-TOF 像显示纤维帽形态较好,表现为白色血流与灰黑色斑块之间的低信号带。

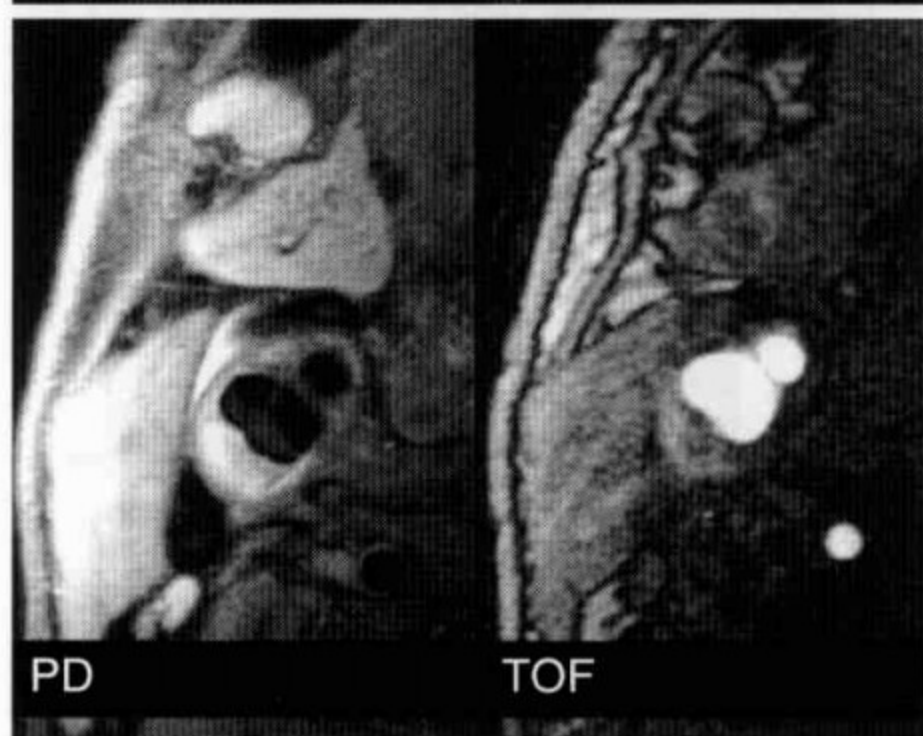


图 181 右侧颈动脉斑块形成,其内可见出血灶,在各序列上呈等至高信号

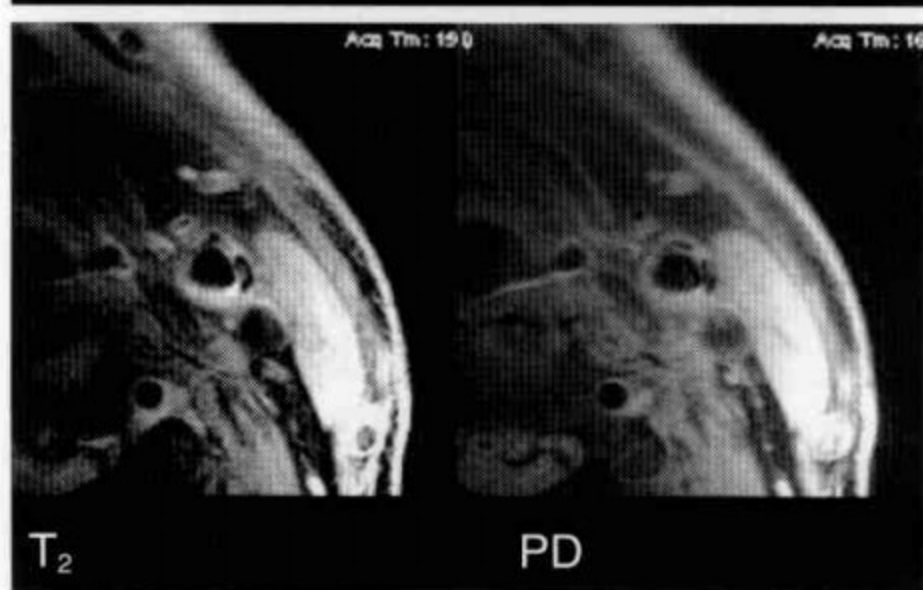
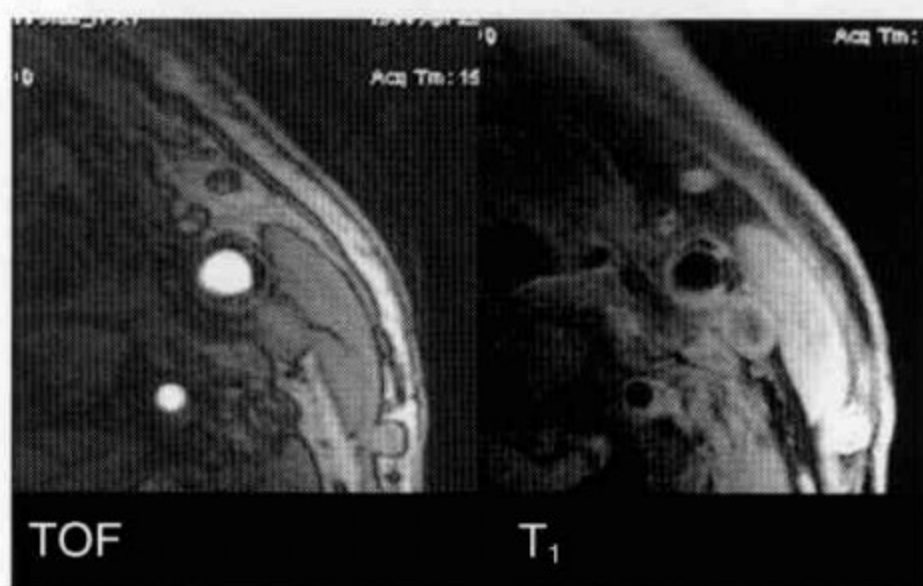


图 182 左侧颈动脉斑块形成,其内可见明显钙化灶,在各序列上呈低信号

亚急性期出血——所有序列都表现为高信号(图 181)。

钙化组织——所有序列都表现为低信号,边界清晰(图 182)。

脂质坏死核——应用脂肪抑制技术于各序列为低至等信号,与纤维组织相比,脂质组织在PDWI像上显示信号低于 T_2WI 。

纤维组织——信号不定(图 183)。

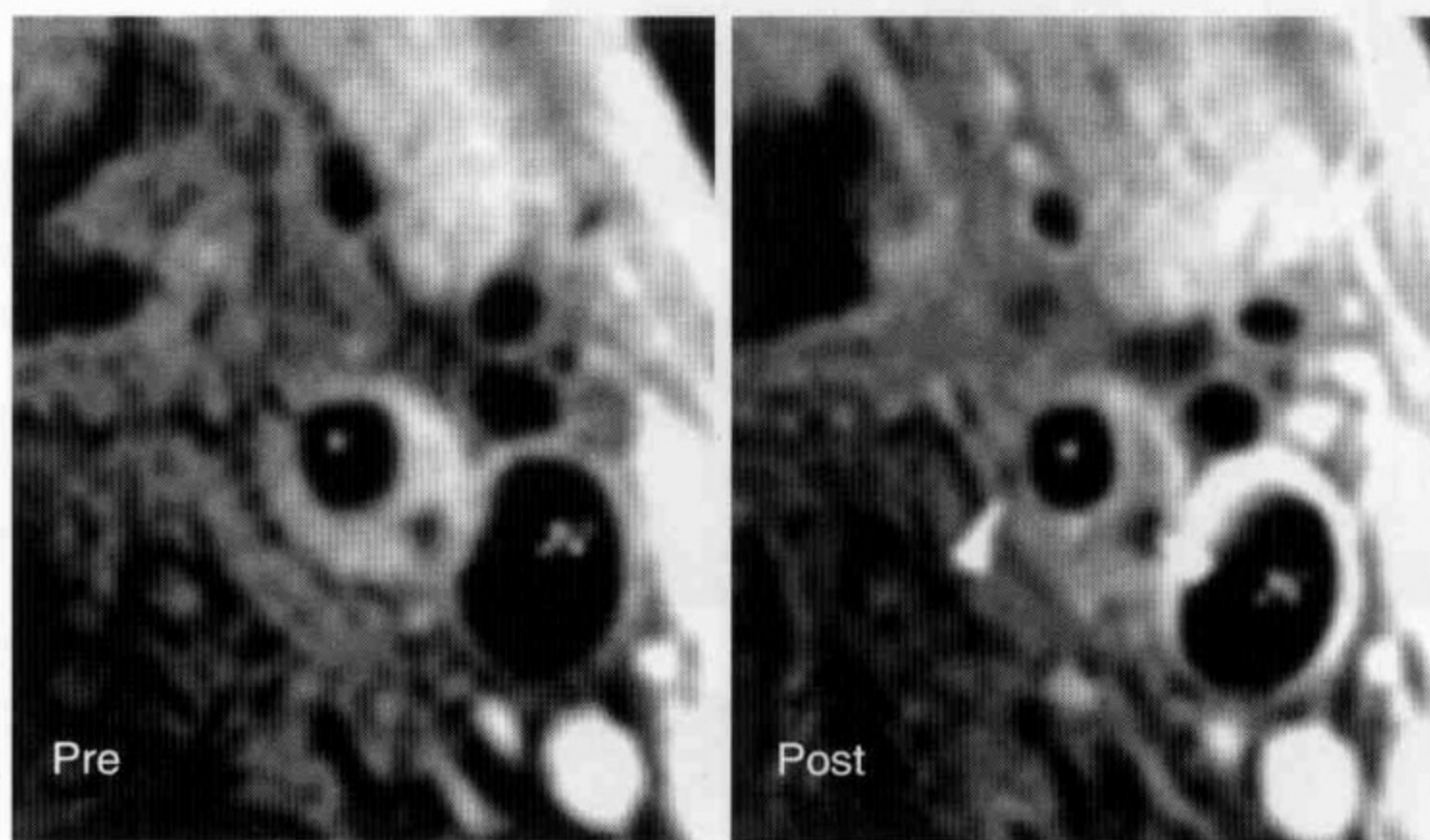


图 183 增强前后对比斑块的信号强度变化,病变的纤维帽及其内的脂质池显示更加清楚

(摘自 Cai JM et al. Circulation, 2005, 112:3437-3444.)

5. 动脉粥样硬化性斑块的稳定性是由斑块内容物决定的,是影响其危险性的主要因素。动脉粥样硬化性斑块不稳定因素包括:纤维帽很薄或不完整;斑块表面溃疡或继发血栓形成;坏死脂质核体积较大;斑块内出血;斑块的炎性活动。

6. 斑块在 MR 图像上的分级标准参考表 8-9。

表 8-9 斑块分级可参考改进的 AHA-MRI 分类方法

改进的 AHA-MRI 分类方法	
Type I - II	接近正常管壁厚度,无钙化
Type III	弥漫性内膜增厚或小离心性病灶,无钙化
Type IV - V	斑块内具有脂质或坏死核,周围被纤维组织包绕
Type VI	复杂斑块,可具有表面缺损,出血或血栓形成
Type VII	钙化性斑块
Type VIII	纤维性斑块,无脂质核,但可见小钙化灶

7. 病变血管狭窄率计算

(1) 管腔直径狭窄百分比:狭窄率=(原管腔直径-最狭窄处管腔的直径)/原管腔的直径。分级如下:正常;轻度狭窄($\leq 50\%$);中度狭窄($50\% \sim 69\%$);重度狭窄($70\% \sim 99\%$);颈动脉闭塞($>99\%$)。

(2) 面积狭窄率:狭窄率=(1-斑块面积/相对正常远心端管腔面积) $\times 100\%$

(六) 影像报告要求

1. 是否存在颈动脉粥样硬化性斑块,病变位置、形态及体积。

2. 影像报告应描述斑块内部的主要组织成分特点。

3. 病变内是否存在导致斑块不稳定的因素?何种因素?

4. 应尽可能对病变进行分级,并测定累及血管的狭窄率。

5. 复查患者报告内应动态对比斑块的变化。

四、颈动脉管壁切应力 MRI 评价

(一) 简介

血管壁切应力(wall shear stress, WSS)被定义为流动的血液对血管壁造成的切向应力,主要作用于动脉壁与血流接触的最内层,即血管内皮层。动脉局部管壁切应力是一项重要的血流动力学参数,已被证明在动脉粥样硬化过程中发挥重要作用。

流体力学中用 τ_w 表示壁切应力,单位为 Pa。对于牛顿性流体,切应力可由壁切应率 γ_w (s⁻¹) 乘以流体黏度 η (Pa·s) 获得。在给定条件下,切应率的大小可通过测量或估计流体速度梯度获取(图184)。

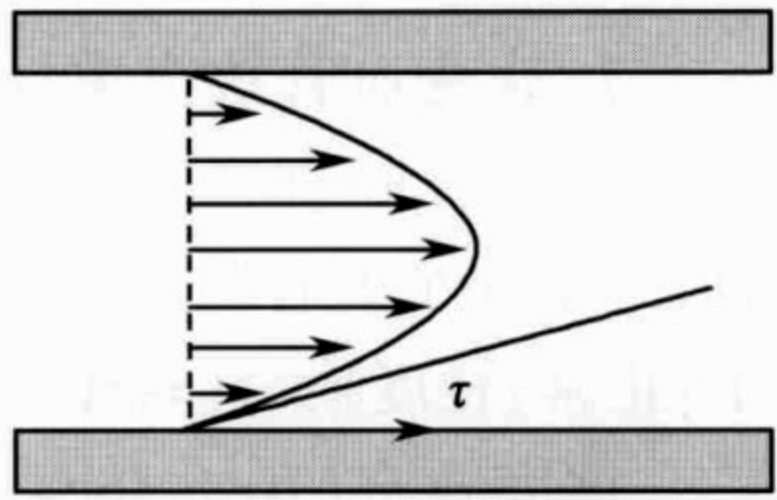


图 184 血管壁切应力示意图

(二) MR 检查目的

计算颈动脉血管壁切应力的大小,分析颈动脉血管壁切应力的空间分布和时间变化;深入研究血流动力学和动脉粥样硬化病变的关系,预测颈动脉局部动脉粥样硬化病变的发生发展。

(三) 适应证和禁忌证

1. 适应证 动脉粥样硬化病变高危人群需要评估颈动脉血流动力学高危因素者;颈动脉粥样硬化病变患者需要评估病变局部血流动力学状态者。

2. 禁忌证 存在 MR 扫描禁忌证；患者躁动不能配合 MR 检查者；患者临床症状明显不能承受 MR 检查者；患者或家属拒绝此项检查者。

(四) 扫描程序及参数

1. 相位对比法 MR 血流成像 Cine-PC 序列：PC-MR 成像得到两组图像：解剖图标明所扫描的血管形态；相位图中信号强度与血流速度成正比，可获取每个像素的速度，通过局部血流速度分布可求出 WSS(图 185)。

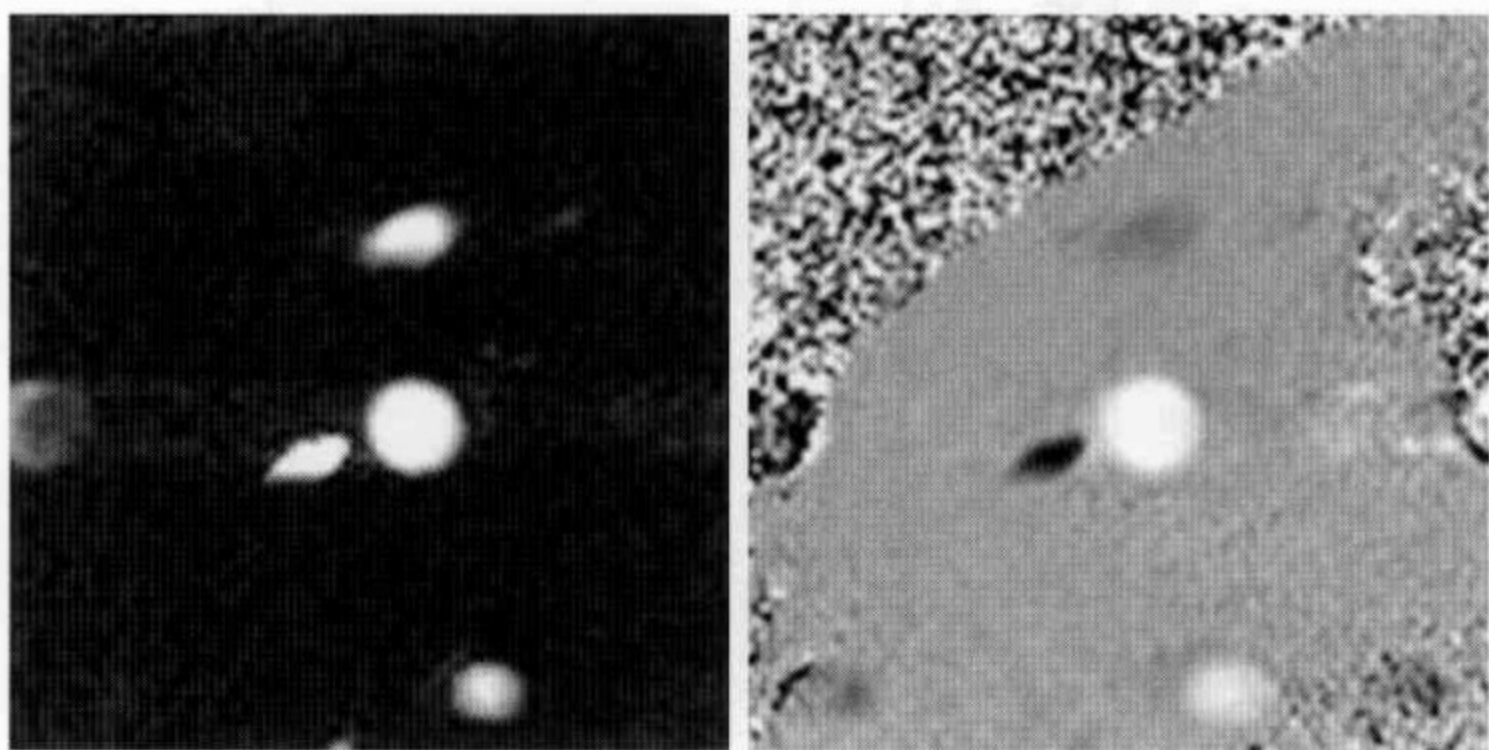


图 185 PC-MR 所得到的量值图(L)和相位图(R)

推荐扫描参数见表 8-10。

PC-MR 成像可分为 2D 及 3D 序列，通常应用 2D 序列。3D 序列可扫描多层，但扫描时间较长，结果无明显差别。

扫描速度编码方向可选单方向或三方向扫描，单方向测量的是 Through-plane 方向的血流速度；三方向扫描还可以同时对层面内两个方向上的速度进行测定。

表 8-10 推荐扫描参数

序列	重复时间 TR (ms)	回波时间 TE (ms)	扫描野 FOV (mm)	矩阵	采集 次数	翻转角 (度)	层厚 (mm)	速度编码 (cm/s)
2D-PC	最小值	最小值	120 × 120	256 × 256	4	15 ~ 20	5.0	Through-plane 60 ~ 100
								In-plane 30 ~ 50
								In-plane 30 ~ 50

速度编码值的选择对成像十分重要,应不低于相应方向上最大速度值。可选择所选血管平均血流速度的1.5倍值,或通过短时间低分辨率PC序列对相应位置血流速度进行粗略测定后选择合适的编码值。

空间分辨率对图像后处理结果有一定影响,对于颈动脉而言,通常层面内分辨率应不低于 $0.5\text{mm}\times 0.5\text{mm}$ 。

扫描技术要求见表8-11。

表8-11 MR 血流图像扫描技术要求

图像扫描要求

- 推荐使用颈动脉专用表面线圈扫描
- 扫描层面必须垂直于所选血管定位,颈内动脉起始部为分析的重点部位
- 选择合适的速度编码值
- 使用心电门控或指脉门控以分析一个心动周期内的血流变化

2. 颈动脉动态增强血管成像:CE-MRA 序列。

(1) 应用高压注射器:速率 $1.5\sim 3\text{ml/s}$;对比剂用量 0.2mmol/kg 。

(2) 扫描技术:Care bolus;Test bolus。

(3) 推荐扫描参数见表8-12。

3. 黑血法颈动脉成像 扫描程序及参考扫描参数参见表8-5。

(五) 图像后处理

1. 图像后处理过程 血管边界的精确定位;

表 8-12 CE-MRA 推荐扫描参数

序列	重复 时间 TR(ms)	回波 时间 TE(ms)	扫描野 FOV (mm)	矩阵	翻转角 (度)	层厚 (mm)
CE-MRA	最小值	最小值	300 ~ 400	512 × 320	25	0.8

选择计算区域；获取血流速度值及血流动力学参数值；数学模型拟合及计算；血管壁切应力及相关参数的计算。

2. 图像后处理技术

(1) 简单线性拟合：沿血管半径方向上获取靠近血管壁的两至三个像素点的速度值。用简单直线或抛物线性拟合局部血流速度分布，求出速度梯度作为血管壁切应率值(图 186)。

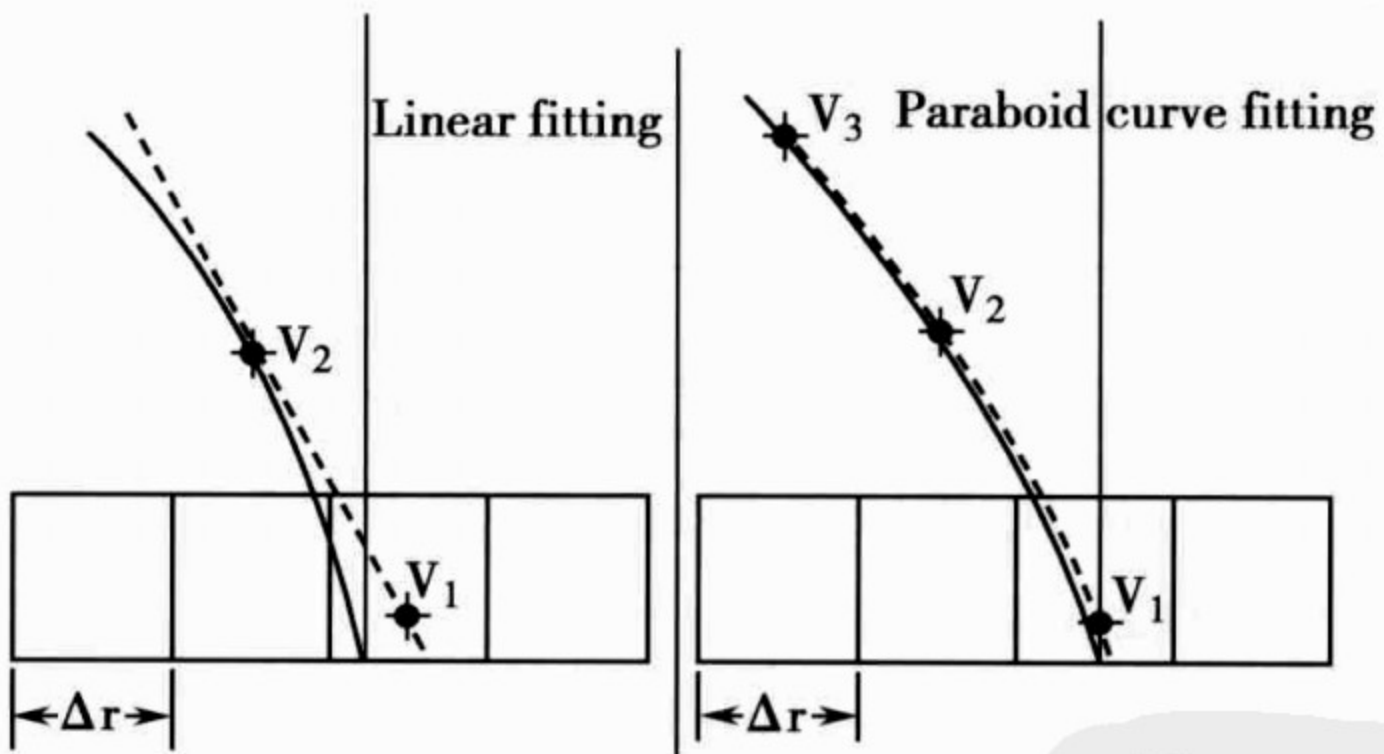


图 186 简单线性拟合示意图

(摘自 Masary KA et al. AJNR, 1999, 20:237-245.)

(2) Hagen-Poiseuille 公式计算：假设血管为圆形刚性直管，血流形态为完全发展的层流状态，

平均血管壁切应力可由以下公式计算：

$$\tau_{\text{mean}} = 8\mu V_{\text{mean}}/D$$

$$\tau_{\text{mean}} = 32\mu Q_{\text{mean}}/\pi D^3$$

τ_{mean} 为平均血管壁切应力 (dynes/cm²), μ 为血液黏度 (cP), V_{mean} 为平均血流速度 (cm/s), D 为血管直径 (cm), Q 为血管横截面积 (cm²)。

(3) 三维抛物面模型: 选取血管内相应扇形区域内的像素点, 获取速度值, 利用多元线性回归方法拟合出关于速度和位置的三维抛物线函数, 通过回归方程求出血管壁的位置 (图 187)。

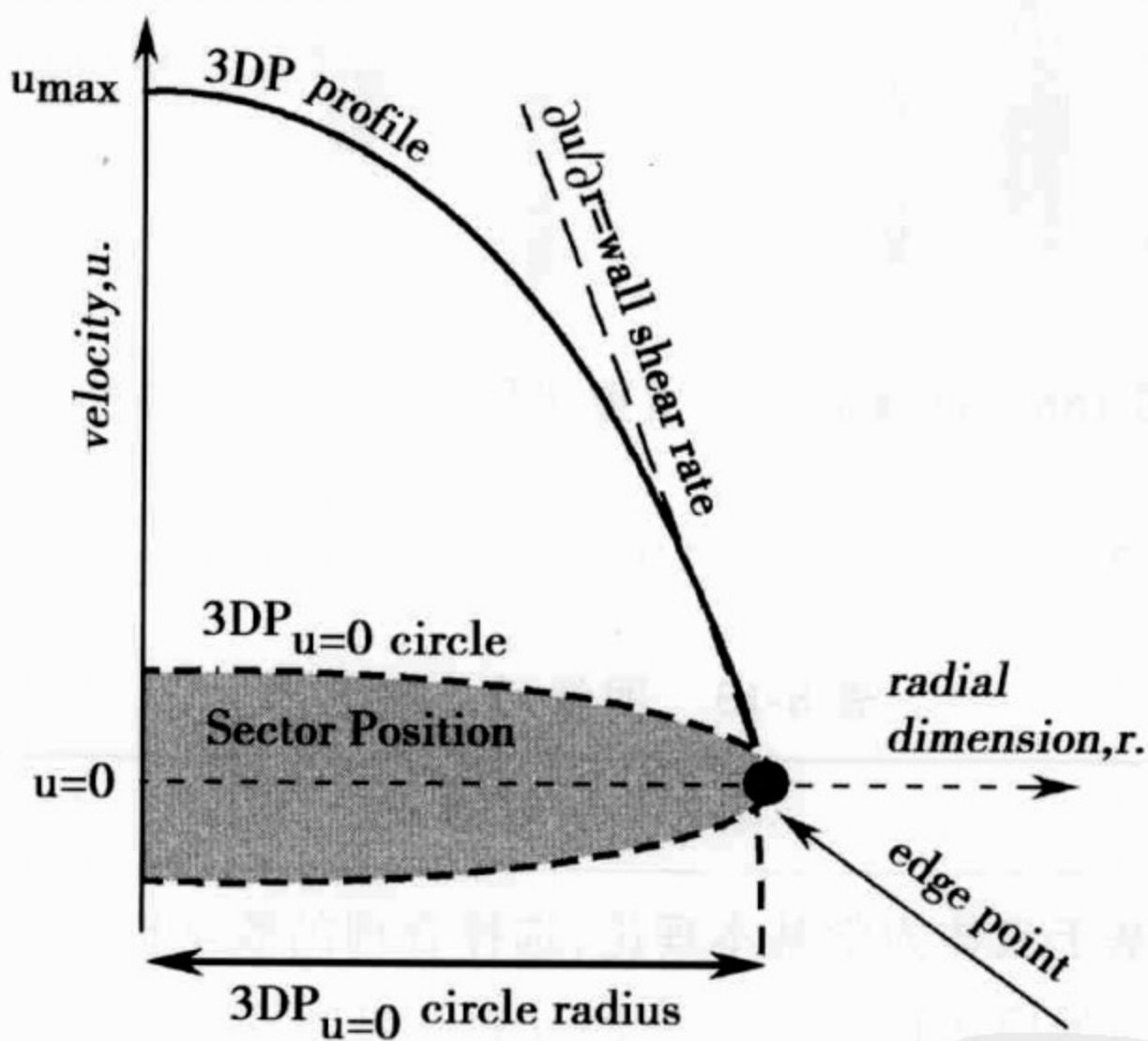


图 187 三维抛物面模型方法计算示意图

(摘自 Oyre S et al. MRM, 1998, 40:645-655.)

(4) 计算流体力学方法 (computational fluid dynamic, CFD): 利用 CE-MR 成像或黑血法所得

到的血管形态学数据,结合血流速度数据,应用计算流体力学方法可以重建局部流体场,获取局部血管壁切应力(图 188)。

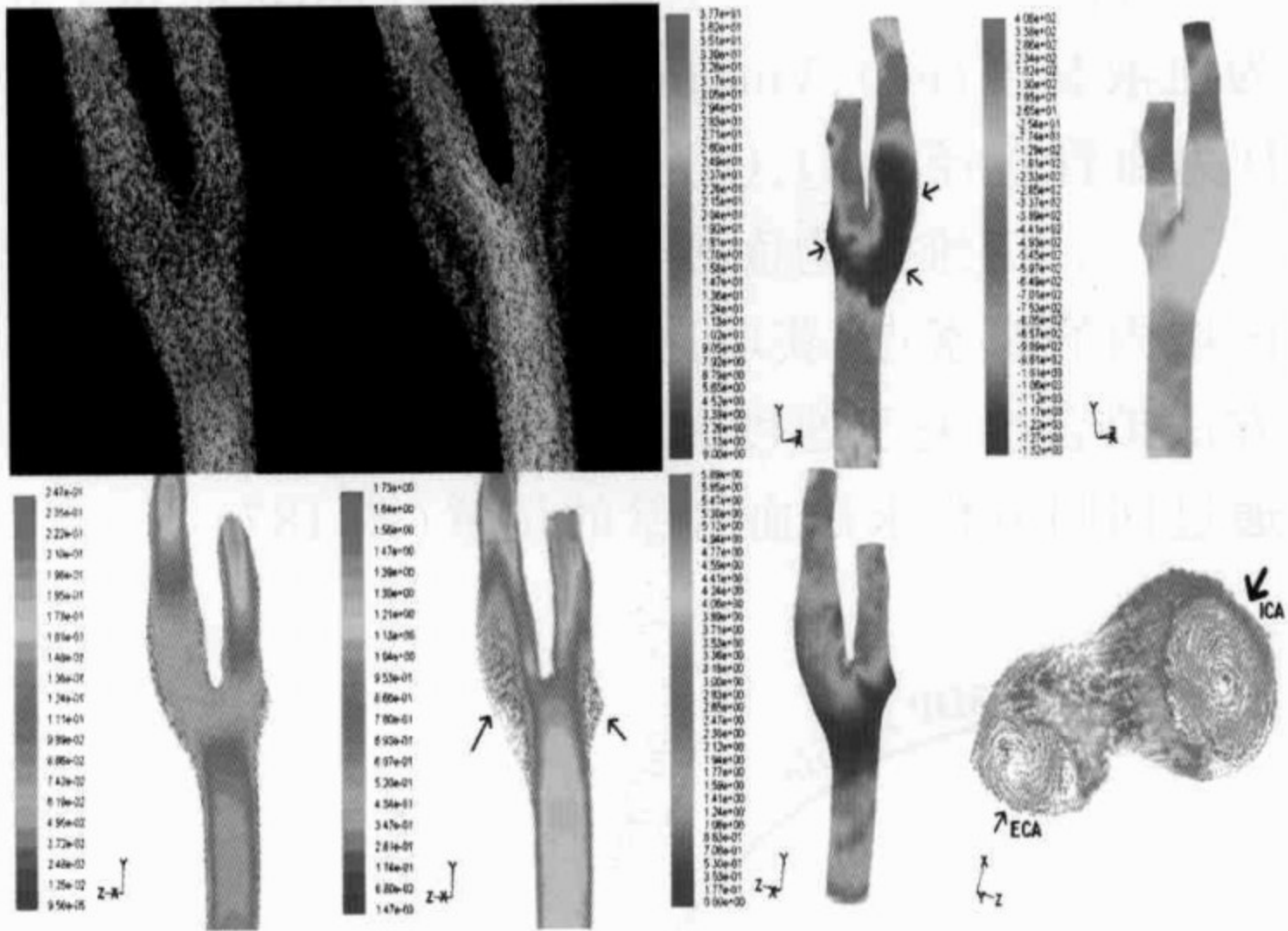


图 188 计算流体力学重建局部血流及切应力图像

3. 图像后处理要求见表 8-13。

表 8-13 图像后处理要求

图像后处理要求

- 基于流体力学基本理论,选择合理的数学模型
- 结果应包括 WSS 的空间分布和时间变化
- 存在反向 WSS 的部位计算震荡切应指数 (oscillating shear index, OSI)

$$OSI = \frac{1}{2} \left(\frac{\int_0^T \tau dt}{\int_0^T |\tau| dt} \right)$$

4. 目前为止在体 WSS 计算尚未有金标准,各种方法的实现也均在研究阶段。理想的在体计算方法要求见表 8-14,现有各种评估方法的比较见表 8-15。

表 8-14 在体 WSS 评估方法要求

理想的在体 WSS 计算方法
<ul style="list-style-type: none"> • 简单易行,无创性评估 • 符合流体力学基本理论,建立合理的数学模型 • 符合在体局部血流动力学状态 • 高空间分辨率 • 获取血流速度数据准确 • 能够反映血管壁切应力的空间分布和时间变化

表 8-15 各种评价方法的比较

各种 WSS 计算方法的比较	
• 简单线性拟合	• 准确性低,误差率可达 17% ~ 36%
• Hagen-Poiseuille 公式	• 计算简单,但所基于的多个假设不符合实际血流状态,且不能反映血管壁切应力的时间和空间变化
• 三维抛物面模型	• 计算准确率远高于简单线性拟合,可以反映血管壁切应力的空间分布及随时间的变化,但只适用于圆形或椭圆形血管
• CFD 方法	• 可完整的显示局部的血流状态,同时计算多个血流动力学参数,显示血流动力学参数随时间的变化。但同样需要满足假设,且计算相对较繁琐

(六) 图像解读

1. 人体大动脉的血管壁切应力估计大致在 $1.5\text{N}/\text{m}^2$ 左右。

2. 颈动脉管壁切应力的在体评估尚处于研究的初级阶段,颈动脉 WSS 的大小和分布均存在较大的个体差异,正常范围尚未确定。

3. 已证实低切应力、高振荡切应力及随时间明显变化的切应力与动脉粥样硬化的发生发展密切相关。

4. WSS 与局部血流速度方向相同,反向 WSS 的出现提示局部血流复杂,可能存在反流区。

5. WSS 的空间分布对临床评估具有重要意义(图 189)。

6. 颈动脉局部的血流状态分析:血流的再循环、反流、二次流、涡流及局部血流停滞均对局部血管内皮产生影响,可能是斑块形成的高危因素(图 190)。

(七) 影像报告要求

影像报告应反映局部血管壁切应力的大小和方向;应反映 WSS 随时间的变化和空间分布;同时对颈动脉局部血流进行分析评估。

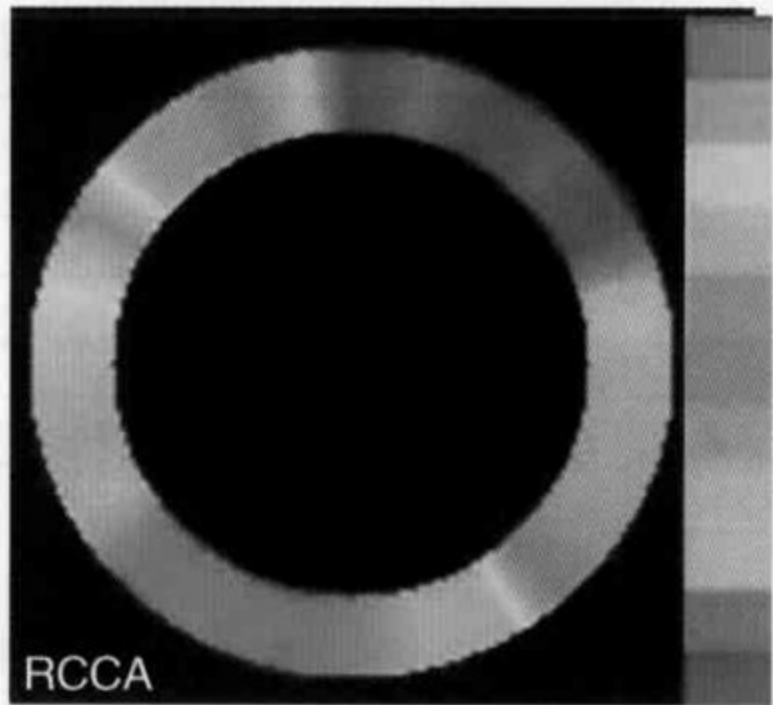


图 189 右侧颈总动脉 WSS 彩色示意图,反映相应时相 WSS 的空间分布

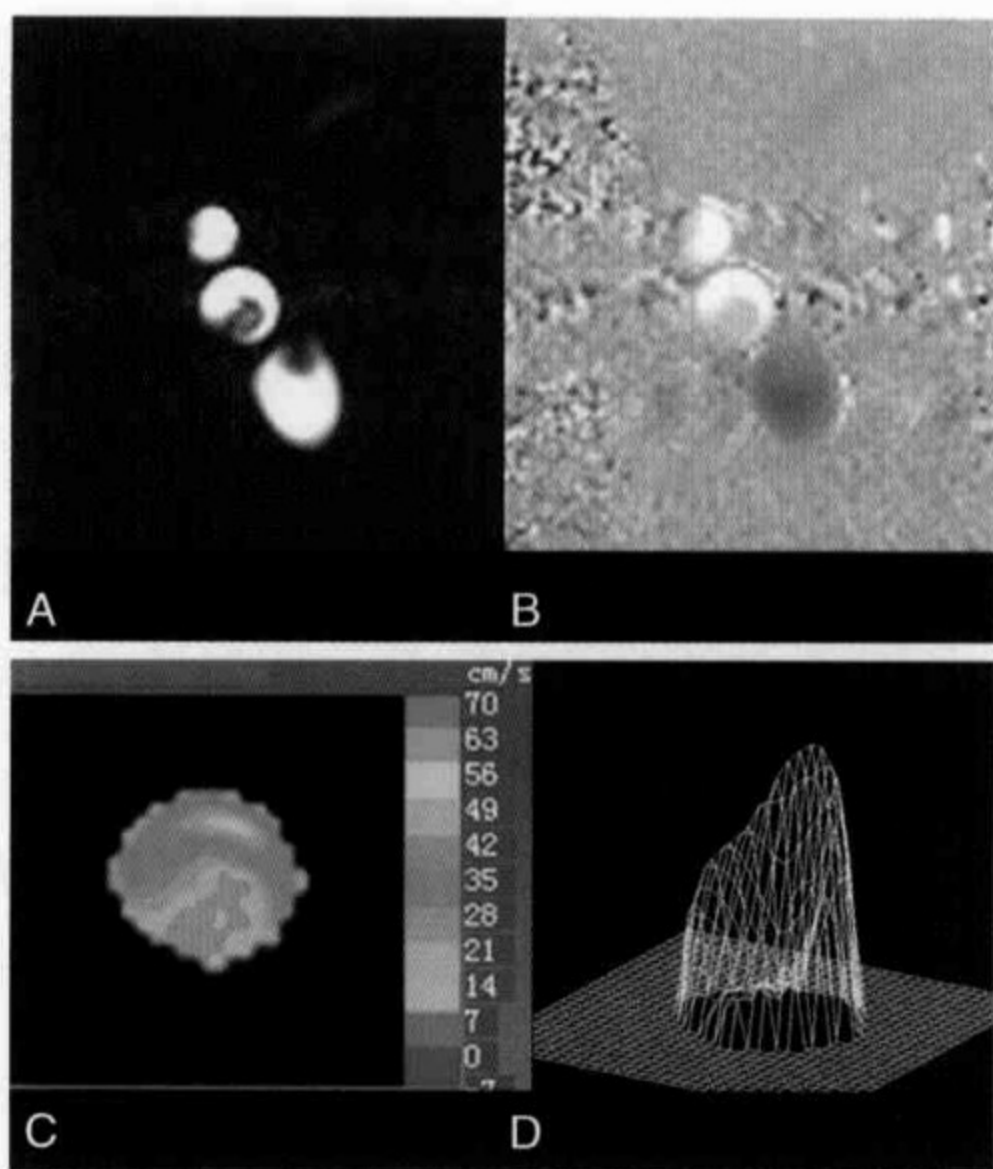


图 190 颈动脉局部复杂血流示意图

A. 量值图 B. 相位图 C. 血流等高线图

D. 三维抛物面拟合图

五、吞咽功能的 fMRI 评价

吞咽障碍是脑卒中后常见的并发症，与脑卒中的高死亡率和高致残率有关。由于吞咽相关的皮层中枢在吞咽的启动和调节方面发挥着重要的作用，因此吞咽皮层中枢的精确定位对研究吞咽障碍具有重要的意义。近年来，随着磁共振技术的发展，人们得以利用 fMRI 方法研究与吞咽相关的中枢定位和其功能特点，为吞咽障碍的研究提供了无创、快速和准确的研究方法。

(一) 基本原理

fMRI 的方法主要有造影剂团块注射法和血氧

合水平 (blood oxygenation level dependent, BOLD) 法, 其中后者为目前应用最为广泛的 fMRI 方法, 以血液(血红蛋白)作为固有对比度增强剂。大脑皮层反应性活动期间, 血流量增加, 氧合血红蛋白增加, 而脑局部耗氧量的增加小于组织获得的氧量, 即脱氧血红蛋白相对降低, 导致局部磁场和信号变化, 表现在 T_2^* 加权像上, 表现为激活区的信号强度增加, 从而获得激活区的功能图像。利用这种方法, 可获得吞咽时激活脑区的图像, 从而推测吞咽皮层中枢的部位。

(二) 功能磁共振检查

1. 目的 确定吞咽相关中枢的确切位置; 明确激活区域在吞咽过程中所起的作用; 判断脑卒中患者的吞咽功能预后; 为吞咽障碍的康复训练提供有效指导。

2. 禁忌证 体内安装心脏起搏器者; 重要脏器功能衰竭者; 病情危重的卒中患者; 有明显误吸可能的患者; 有智能障碍或感觉性失语不能配合检查者; 其他神经科疾病(如帕金森病)和(或)非神经源性吞咽困难者; 患者或家属拒绝此项检查者。

3. 扫描和程序基本要求

(1) 设备: 1.5T 以上 MR 成像设备, 具有 EPI 检查序列。

(2) 定位: 扫描层面平行前、后联合线。

(3) 序列: 高分辨 T_1 WI 或(和) T_2 WI 结构像扫描、3D FLASH 全脑扫描和功能像扫描(采用 SE/GRE-EPI BOLD 对比 T_2^* WI 成像序列)。

(4) 实验任务:可采用自主吞咽水任务。事件相关设计或阻滞法;通过塑料软管、以固定的时间间隔(如15或30秒)向受试者口腔注射一定量(如4ml)的蒸馏水,要求受试者依次咽下口腔中所有水;受试者完成一次自主吞咽动作后行图像采集,获取吞咽动作与安静状态下(刺激和无刺激)同一区域的信号;嘱受试者在吞咽时尽量减少唇、舌、头部的运动。

4. 图像后处理要求 后处理软件:SPM2、AFNI或STIMULATE,其中SPM是应用最广泛的软件。首先对功能像进行头动矫正,然后进行空间标准化和空间平滑处理,再对三维全脑像进行标准化并与功能像匹配,并叠加于平均三维结构像上生成统计参数图,获得每个激活区域的坐标值,采用软件进行脑区定位。

(三) 图像解读及影像报告要求

1. 图像解读 应结合常规MRI图像和功能磁共振的图像;功能图像的解读包括对BOLD磁共振彩色图像(图191)和功能磁共振参数图(图192)的解读;吞咽需多个脑区参与,主要集中在初级感觉运动区皮质/运动前区、扣带前回、导叶和顶枕区,以初级感觉运动区皮质最为稳定、信号最强。

2. 影像报告要求 应明确说明激活脑区的位置,通常以红色区域代表激活脑区。

六、脑白质纤维束MRI评价

脑白质纤维束成像作为MR扩散张量成像

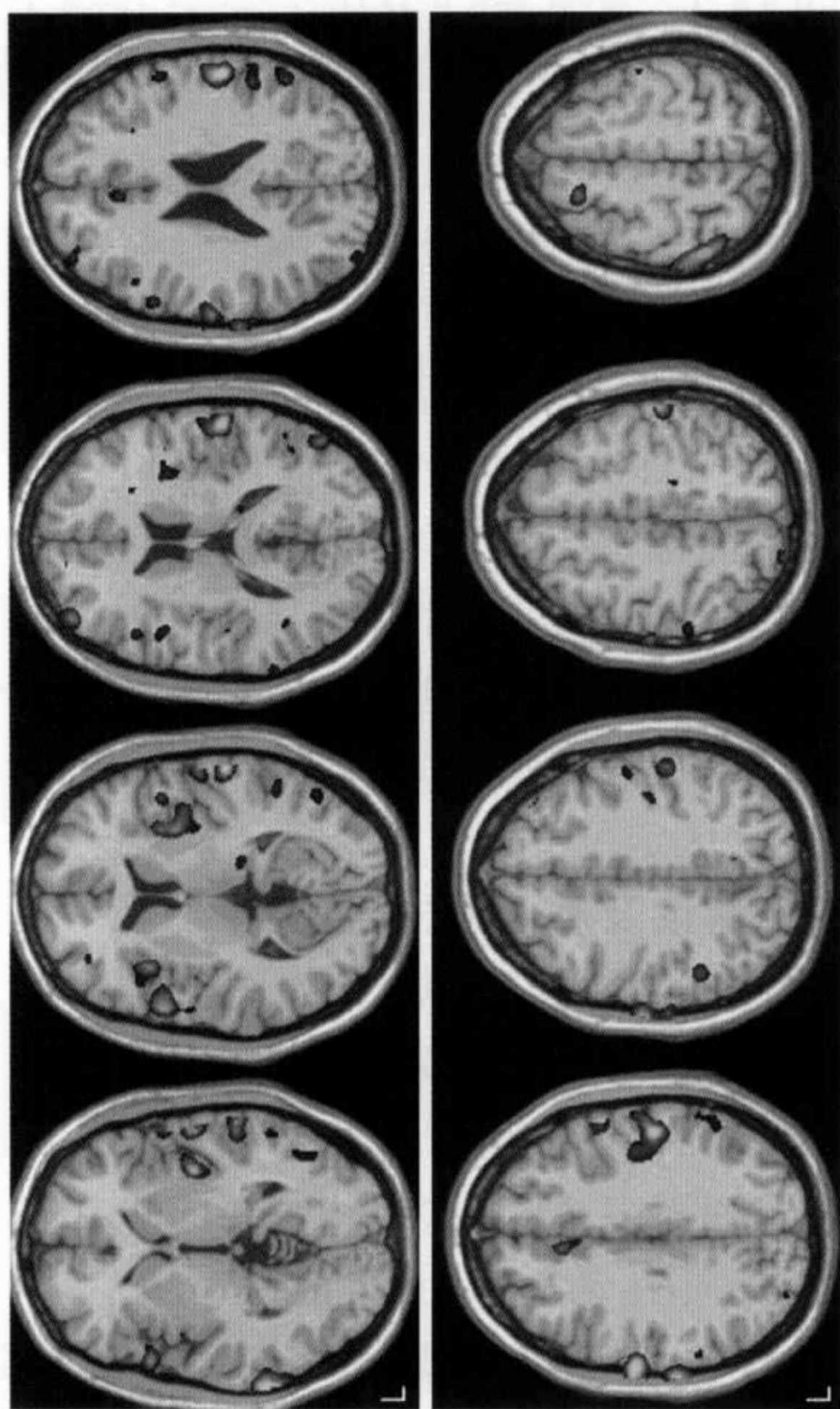


图 191 正常人吞咽动作的 BOLD 磁共振彩色图像

本例 BOLD 激活脑区包括双侧初级感觉运动皮层、补充运动皮质、左侧前额区、双侧额盖、双侧额岛叶、前扣带回、双侧顶后区、双侧颞上回和小脑等

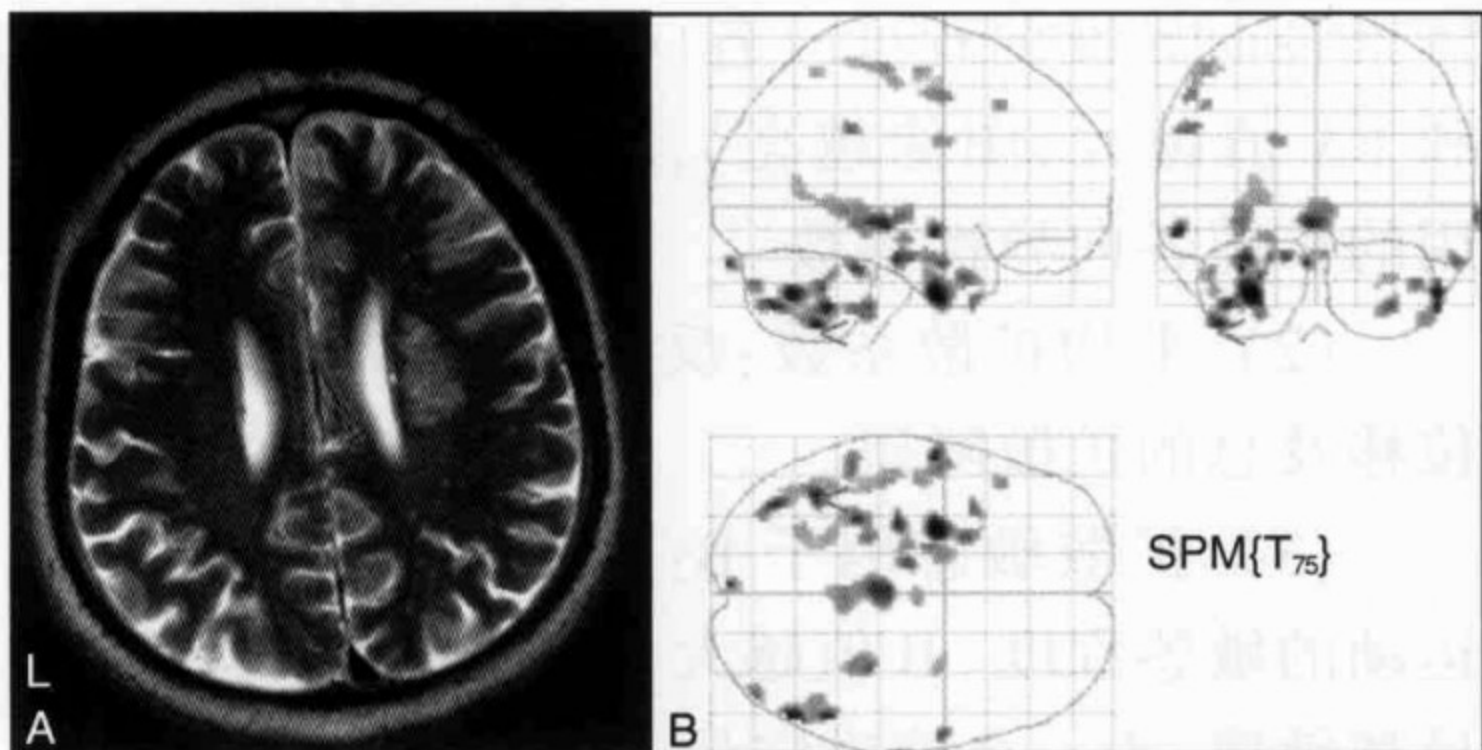


图 192 吞咽障碍者功能磁共振图

A 图为 T₂WI 结构图,可见右侧放射冠脑梗死灶 B 图为激活脑区 MIP 图,显示激活脑区主要位于左侧半球及双侧小脑等

(diffusion tensor imaging, DTI) 的一个重要应用领域,是目前唯一在活体状态下观察脑白质纤维束的方法。白质纤维束成像可以清楚观察纤维束的走形、绕行和交叉,以及纤维束与病变的关系,为指导临床治疗和判断预后提供重要的信息。

(一) DTI 基本原理

DTI 利用组织中水分子扩散运动存在的各向异性,通过观察随扩散梯度脉冲方向改变而发生波动的扩散值大小来标记和描述分子的扩散各向异性。扩散张量成像主要以多种数值来反映体素内分子的平均位移、分子位移的差别及其主要方向。

1. 主要参数

(1) 各向异性指数(anisotropy index, AI)和各向异性分数(fractional anisotropy, FA):前者指体素间扩散各向异性的测量值,后者指水分子各向异性成分占整个扩散张量的比例。二者均反映了

体素各向异性的程度(各向异性程度越高, AI 值和 FA 值越大, 图像越亮), 均为国际上 DTI 中常用的扩散各向异性参数。

(2) 平均扩散系数: 反映体素内分子的平均位移及总的扩散障碍。

(3) 扩散敏感因子 B: 反映 MR 序列对扩散运动的敏感程度。B 值越大, 对扩散运动速度的差异越敏感, 为一个旋磁定量。

(4) 本征值: 在 B 值允许的变化范围内, 描述扩散椭圆体内分子沿 3 个正交方向上的扩散率, 反映组织结构特性和每个体素的特征。

(5) 脑白质三维纤维束图: 根据从 DTI 得出的数据直观描述白质纤维束空间分布的技术。将纤维束叠加到 MRI 解剖图像上, 依据体素本征矢量的方向, 用不同的颜色标记, 直观显示白质纤维束的情况。

2. 研究的白质纤维 联合纤维、联络纤维和投射纤维; 三维纤维束成像中, 多选择脑干、基底节、放射冠等层面观察锥体束和胼胝体。

(二) 白质纤维束成像

1. 目的 评估白质纤维束的受损情况和严重程度; 显示缺血性病灶与纤维束的关系; 分析缺血性病灶与临床症候群(如运动和感觉功能障碍)和供血区的关系; 区别华勒变性和梗死灶; 预测梗死的预后(恢复程度及可能引起的长期致残); 指导临床治疗。

2. 禁忌证 体内安装心脏起搏器者; 重要脏

器功能衰竭者;患者躁动,无法配合检查者;患者或家属拒绝此项检查者。

3. 扫描参数和程序基本要求

(1) 设备:1.5T 以上 MR 成像设备,具有 DTI 检查程序和后处理程序。

(2) 序列:先行常规扫描,后行 DW-EPI 序列。常规扫描:至少包括轴位 T₂WI 序列,根据具体情况扫描冠位和矢状位。DTI:取 B 值为 0 和 1000 (或 1500),弥散方向至少 6 个。

(3) 定位:与常规扫描同,通常平行于前、后联合线。

(4) 扫描层厚:根据实际情况而定,可连续扫描,也可有间隔扫描。

4. 图像后处理要求 后处理软件应不同的 MR 设备而不同;提供 FA 图、ADC 图和三维纤维束图(选择单 ROI 进行纤维束重建,尽量使双侧 ROI 位置对称);将 T₂WI 图与三维的纤维束图像叠加,观察病变与纤维束之间的关系;后处理过程中,应适当变换 T₂WI 图和纤维束的角度(图 193),使病变与纤维束的关系及纤维束的损伤情况显示最佳。

(三) 图像解读及影像报告

1. 图像解读

(1) 各参数图的解读

1) FA 图:梗死灶处 FA 信号减低,纤维束可呈局限性侵蚀状损害(早期),或消融状改变(后期)。

2) ADC 图:病灶处信号减低。

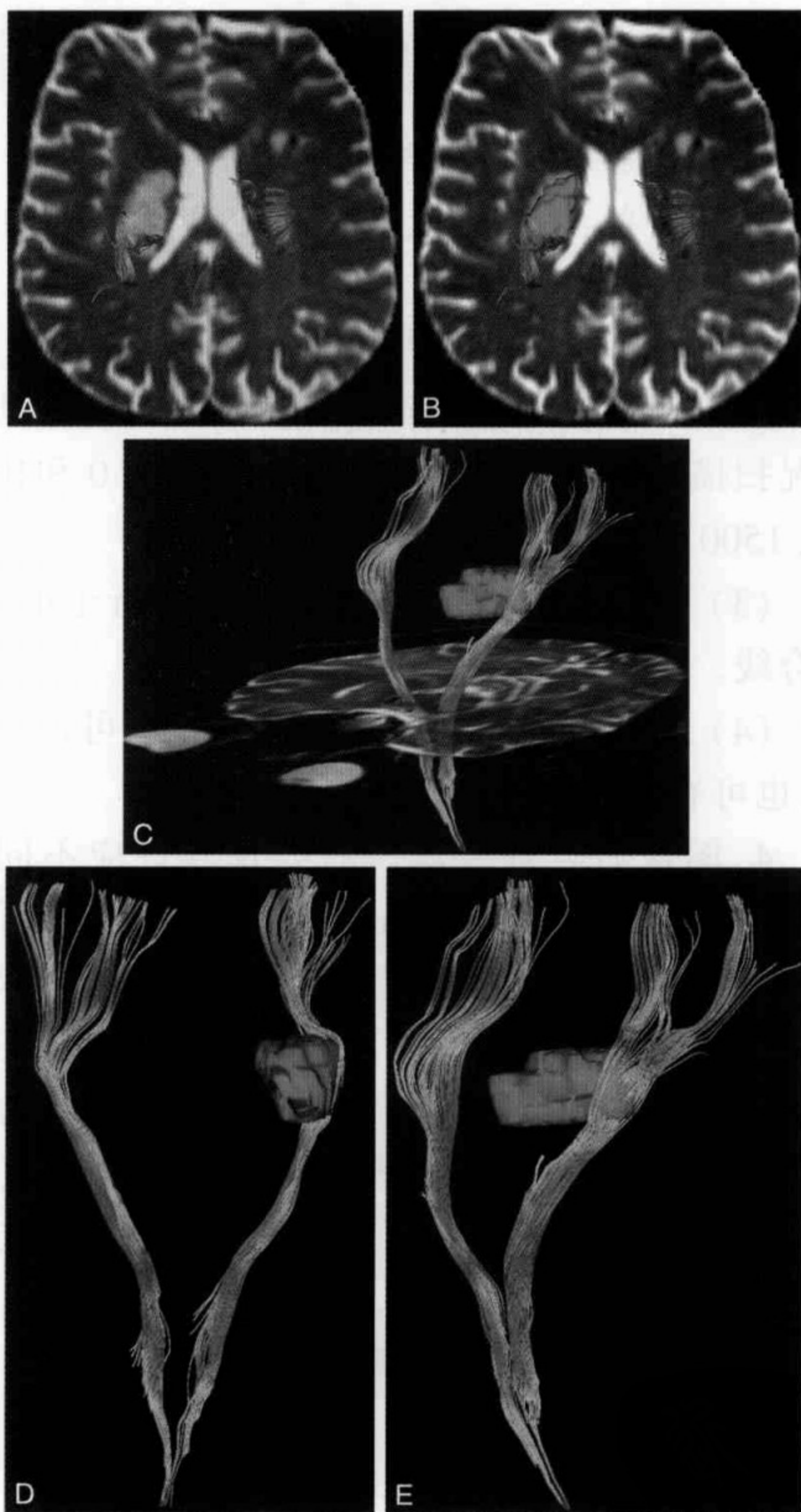


图 193 脑梗死患者三维纤维束图像

A 图~E 图均为三维纤维束图像,示右侧放射冠梗死灶,
相应水平右侧皮质脊髓束受压

3) 三维纤维束图:梗死灶处纤维束可中断、受压或稀少(图 193)。

(2) 区别华勒变性和梗死灶

1) 华勒变性:病损处部分各向异性下降,平均扩散系数无明显改变。

2) 梗死灶:病损处部分各向异性下降,而平均扩散系数增加。

2. 影像报告要求 书写诊断报告时,应明确说明下述问题:纤维束的名称和走行(提示:对比双侧纤维束的对称性);病损部位,以及病损与纤维束之间的关系;纤维束受累情况:中断、受压或者稀少。

七、脑血管储备功能的 CT 评价

脑血管储备(cerebrovascular reserve, CVR)又称脑血流储备、脑血流动力学储备、脑灌注储备、脑循环储备等,是指在生理或病理刺激作用下,脑血管通过小动脉和毛细血管的代偿性扩张或收缩(Bayliss 效应)维持脑血流正常稳定的能力。脑血管储备功能的检测对脑血管疾病等的早期诊断、临床治疗方案的确定以及预后和疗效的评价均具有重要意义。

(一) 脑血管储备功能的途径及代偿过程的分期

1. 脑血管储备功能的途径 脑储备能力发挥作用历经 4 个途径,也就是脑结构储备、脑血流储备、脑功能储备和脑化学储备。

(1) 脑结构储备:通过脑血管侧支循环的开放发挥的代偿能力。

(2) 脑血流储备:指大脑通过血管最大限度扩张来增加脑血流量的能力。

(3) 脑功能储备:脑血管有自动调节功能,即在一定灌注压的范围内,维持脑血流量恒定不变。

(4) 化学储备:在反复缺血的时候,局部产生一系列抗缺血、缺氧的化学物质,提高脑组织的抗缺血缺氧的能力。这个过程也称为缺血预适应,或者缺血耐受。

2. 代偿过程的分期 按照脑储备能力发挥的程度和机制的不同,把脑缺血后的代偿过程分为4期(表8-16):

表 8-16 脑缺血后代偿过程的分期

分期	代偿机制	CBF	CBV	OEF
1 脑侧支循环储备期	侧支循环建立 血管反应性增加	正常	正常	正常
2 脑血流储备期	毛细血管扩张 脑自动调节能力提高 能量生成能力增加	正常	升高	正常
3 脑代谢储备期	能量消耗下降 产生抗缺血、缺氧的化学物质	降低	升高	升高
4 脑梗死期	失代偿	降低	降低	升高

(1) 脑侧支循环储备期:在这一期主要代偿机制是建立侧支循环。此期脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)以及氧摄取分数(OEF)维持在正常范围。

(2) 脑血流储备期:这一期的主要代偿机制是血管反应性增加、毛细血管扩张、脑自动调节能力提高。此期 CBF 正常, CBV 升高, OEF 正常。

(3) 脑代谢储备期:这一期的主要代偿机制是脑的能量生成能力增加、能量消耗下降,体内产生抗缺血、缺氧的化学物质。此期 CBF 下降, CBV 升高, OEF 升高。

(4) 脑梗死期:这一时期脑组织已经处于失代偿能力阶段,所有的代偿都不能抵制缺血所造成的损害,脑组织出现不可逆死亡。此期 CBF 下降, CBV 下降, OEF 进一步升高。

(二) 血管扩张激发试验

临床应用血管扩张激发试验(challenge test)结合多种影像学灌注检查方法评价脑血管储备能力。血管扩张激发试验,即测量基础状态的初始灌注和脑血管扩张刺激后灌注参数之间的变化,可以反应血管储备能力。正常情况下,激发试验后 CBF 应明显升高。如果 CBF 反应减弱或消失,提示 CPP 降低后脑自身的血管扩张调节能力降低。需要强调的是,只有在未发生梗死前进行脑血管扩张激发试验的评估,才是正确的。

1. 分型 血管扩张刺激后,血流量和血流速度的反应被分为三种类型血管储备异常:

I型:正常增加量的减少(相对于对侧半球或正常对照者);说明阻力血管已处于扩张状态,通过扩张使CBF增加的能力下降。

II型:不增加(等于基础状态数值);说明阻力血管已处于最大扩张状态,不能通过扩张使CBF增加。

III型:局部血流量与基础状态相比,不增加反而降低,这种情况被称为“盗血”(steal)现象。

2. 方法

(1) CO₂吸入试验。

(2) 静脉注射乙酰唑胺试验。

(3) 屏气试验(breath-holding test, BHT)。

(4) 腺苷试验。

(5) 握拳试验。

(三) CT灌注评估脑血管储备能力的应用

临床上有多种影像学技术可以用来评价脑血管储备能力。其基本原理是利用影像学方法追踪示踪剂或对比剂浓度变化。临床常用的技术包括:正电子发射计算机体层摄影术(PET)、SPECT、Xe-CT、CT灌注成像(CTP)和磁共振成像(MRI)、TCD、激光多普勒(laser Doppler, LD)、经颅超声谐波灌注成像(harmonic perfusion imaging, HPI)和近红外线频谱分析(near infrared spectroscopy, NIRS)等。其中CT灌注成像因其简便等优点在临床应用尤为广泛。

1. 原理 CT灌注成像有非去卷积法和去卷积法,其原理是基于对比剂具有放射性同位素的

弥散特点,通过从静脉团注对比剂,在同一区域行重复快速 CT 扫描,建立动脉、组织、静脉的时间密度曲线(TDC),并通过不同的数学模型计算出灌注参数及彩色函数图,从而对组织的灌注量及通透性作出评价。其理论基础是核医学的放射性示踪剂稀释原理和中心容积定律 (central volume principle): $BF=BV/MTT$ 。

2. 目的

- (1) 脑血管疾病的早期诊断。
- (2) 脑血管疾病临床治疗方案的确定。
- (3) 脑血管疾病预后和疗效的评估。

3. 禁忌证

- (1) 碘制剂过敏史。
- (2) 体内安装心脏起搏器者。
- (3) 严重心、肾功能障碍者。
- (4) 患者躁动,无法配合检查者。
- (5) 患者或家属拒绝此项检查者。
- (6) 无急诊科医师陪同的患者。

任何影像检查设备在涉及电离放射检查时都要在检查前确定受检者是否为孕妇,如果患者为孕妇,那么检查对胎儿存在的潜在放射性危害和检查的临床获益在研究前都应被充分的考虑。

4. 检查中止

- (1) 在检查过程中躁动,无法继续扫描。
- (2) 检查过程中出现严重对比剂过敏反应者。
- (3) 需要立即停止检查进行抢救者。

5. 感兴趣层面选择 根据所使用多层螺旋

CT 的实际情况,选择 1~4 层进行 CTP 扫描。根据平扫 CT 结果,在可疑病变区域选择感兴趣层面进行扫描。为了保证质量,幕上病变尽可能选择基底节层面和侧脑室体部层面进行 CTP 扫描。

6. 碘对比剂 采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl,用量 50ml。

7. 高压注射器 流率设置为 8ml/s,注射总时间为 5~6 秒。

8. 静脉穿刺针 建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。

9. 扫描 启动高压注射器注入对比剂的同时进行 CTP 扫描。

(1) CBF:其敏感性优于 CBV 图,特异性优于 TTP 图。其下降超过正常的 70%时,所有患者均发生梗死。

(2) CBV:CBV 在急性缺血时变化不定,因为脑血流的自身调节作用存在,CBV 图较 CBF 图对梗死的预测敏感性差。

(3) MTT:MTT 图对脑血流灌注异常的显示敏感性高,但特异性差。MTT 图显示的异常面积往往大于最终的梗死面积。

(4) TTP:TTP 对各种血管病变敏感性高,尤其对侧支循环或慢血流的显示好。TTP 反映范围好,作定量测量不好。TTP 的个体差异较大,TTP 与 CBF 的关系不强,可逆、不可逆区 TTP 延迟无明显差异。

(四) 图像解读

CT 灌注所提供的信息对脑血管储备功能的检测及对脑血管疾病的早期诊断、临床治疗方案的确定以及预后和疗效的评估具有重要意义。

脑梗死分期：根据脑血流量的变化可将脑梗死分为脑梗死前期及脑梗死期。而 CT 灌注通过的 CBF、CBV、MTT 及 TTP 四个参数的评估可将脑梗死前期进一步分为两期四个亚型，更有助于临床预测缺血性脑卒中的发生。

缺血半暗带：又称中风可挽救区。MTT 或 CBF 异常区域大于 CTA 原始图像 (CTA-SI) 或 CTP 原始图像 (CTP-SI) 异常区域的部分称为缺血半暗带。缺血半暗带是一个可变化的区域，即可恢复为正常脑组织又可进展为脑梗死组织，故及早发现及干预其转归有重要的临床意义。

(五) 影像报告要求

对缺血性卒中的危险性作出预测(图 194~图 199);对出血性脑血管病周围脑组织作出评估(图 200);判断有无缺血半暗带存在;对缺血性卒中早期手术的效果作出评估;对颈动脉内膜切除术及预后作出评估。

八、脑梗死前期脑局部低灌注影像学评价

从脑血流量(cerebral blood flow, CBF)变化过程看,脑血流的下降到急性脑梗死的发生经历了 3 个时期:首先是由于脑灌注压下降引起的脑局

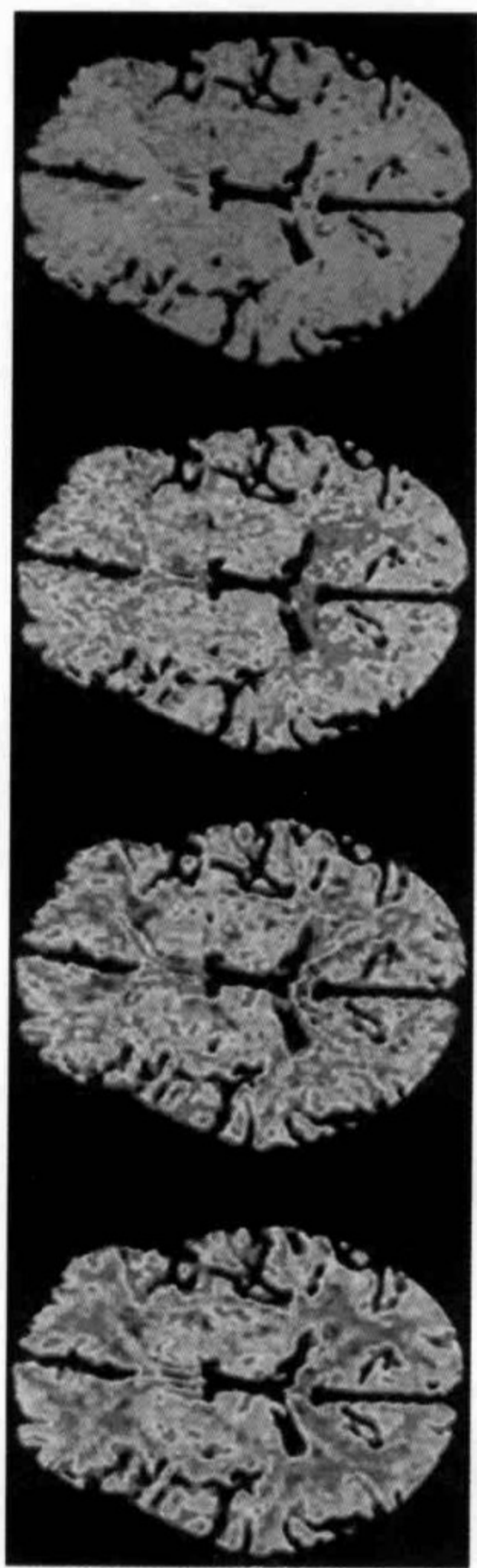


图 194 正常 CTP 表现

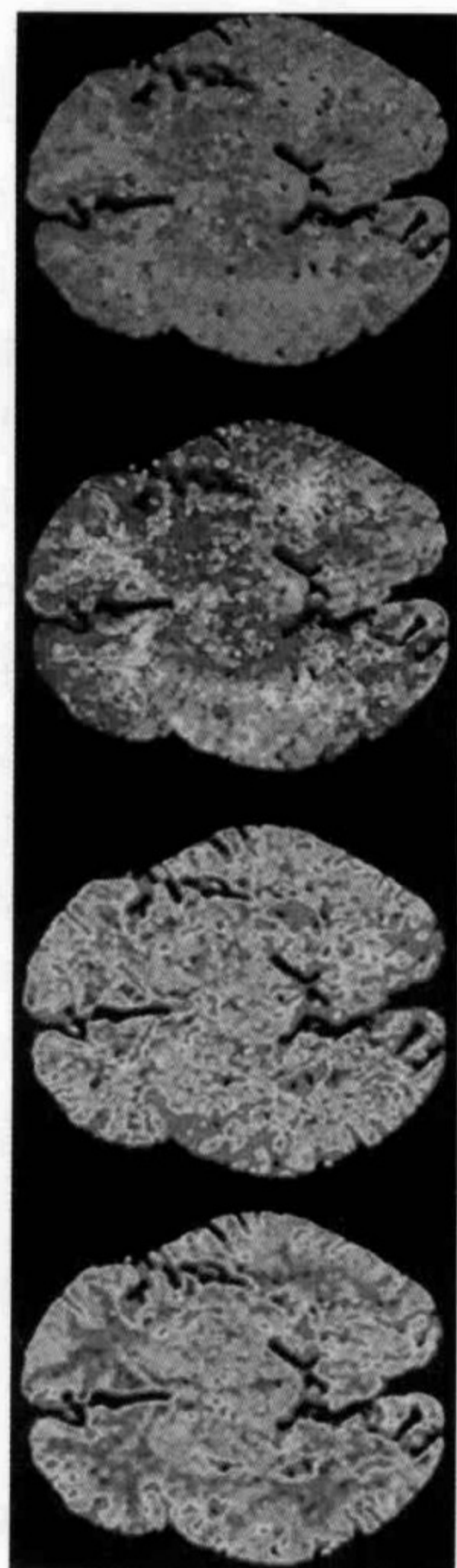


图 195 缺血性脑梗死
前期 I₁ 期 CTP 表现, 右
额叶 MTT 及 TTP 延长,
CBF 及 CBV 正常

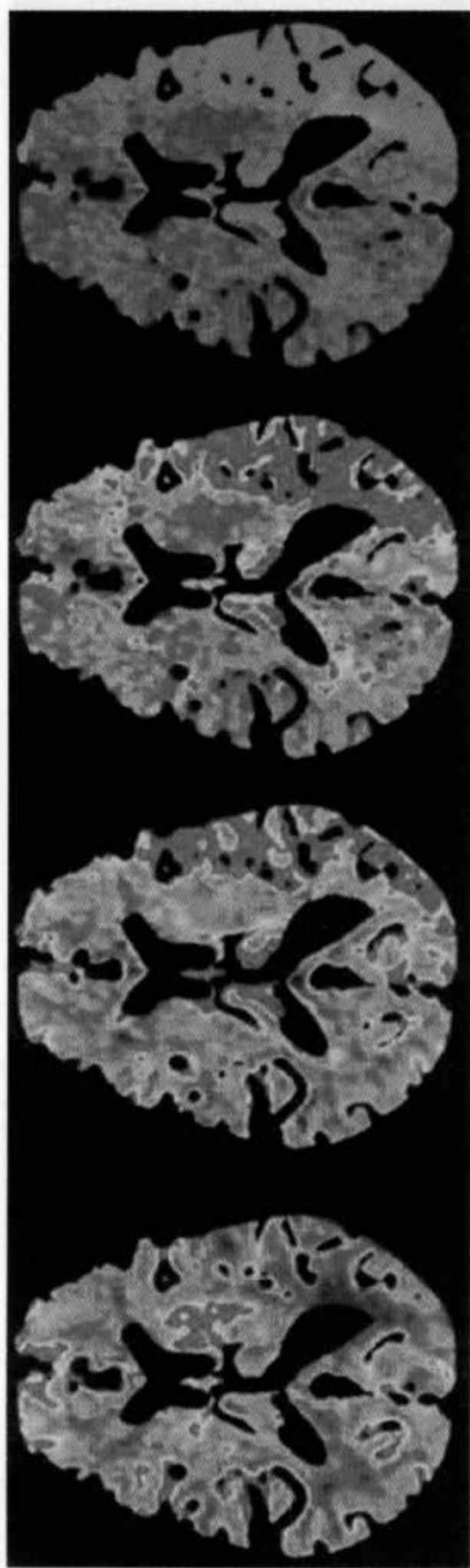


图 196 缺血性脑梗死前期 I₂ 期 CTP 表现，左颞枕叶 CBF 减低，CBV 升高，MTT 及 TTP 延长

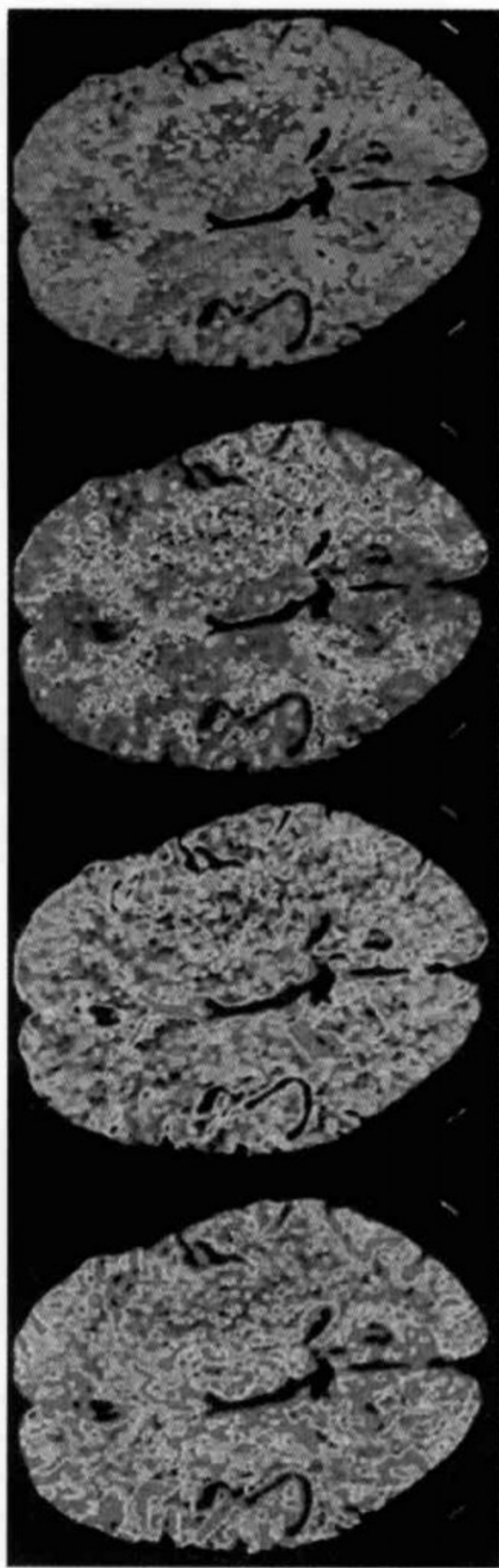


图 197 缺血性脑梗死前期 II₁ 期 CTP 表现，左颞枕叶 CBF 减低，CBV 正常，MTT 及 TTP 延长

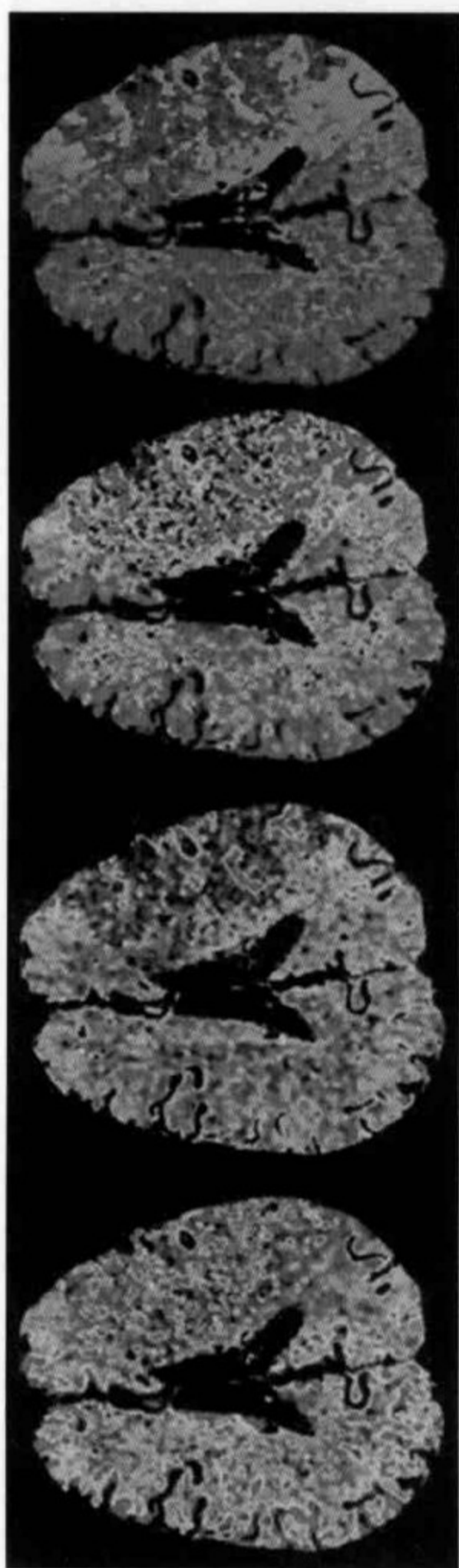


图 198 缺血性脑梗死前期 II₂ 期 CTP 表现, 左侧额颞枕叶 CBF 及 CBV 减低, MTT 及 TTP 延长

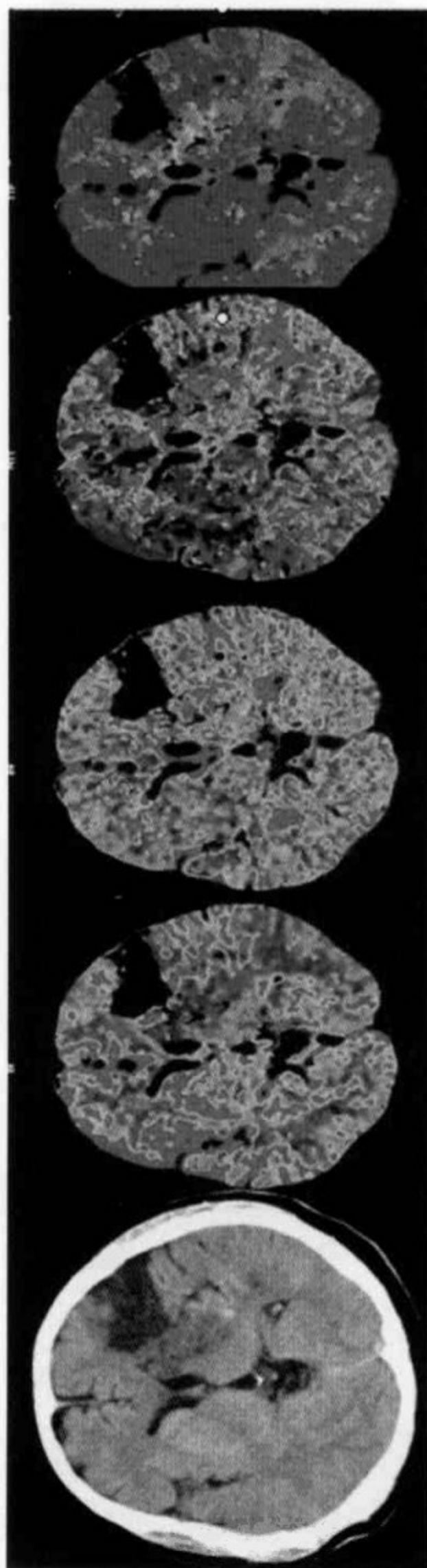


图 199 脑梗死 CTP 表现, 左侧额颞灌注缺失, 周边亦可见异常灌注区

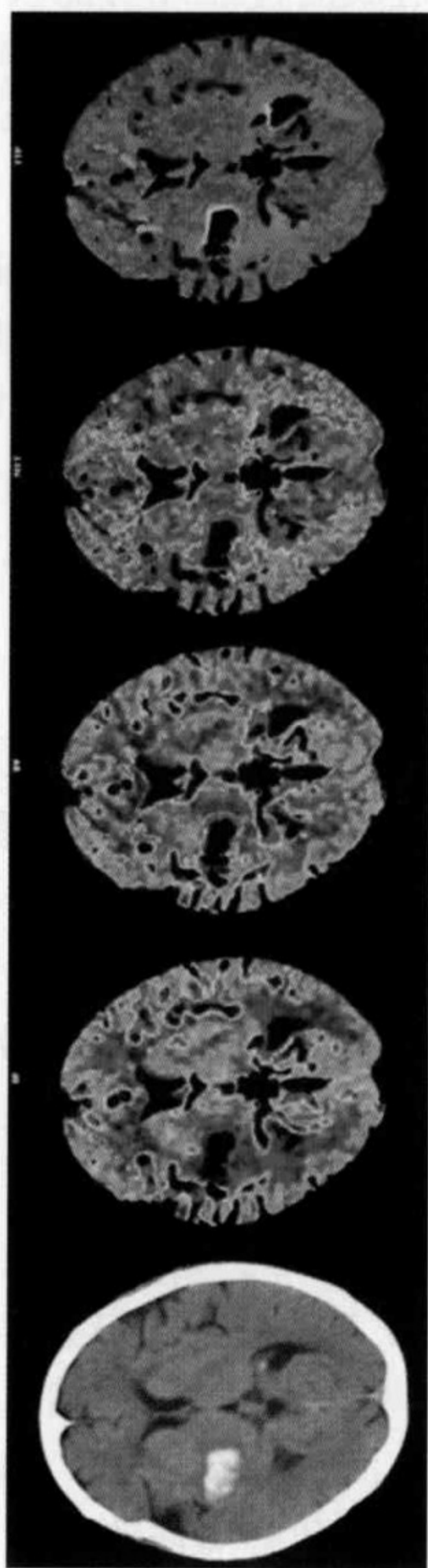


图 200 脑出血 CTP 表现, 右基底节血肿呈灌注缺失, 周边可见缺血异常灌注区

醫學
知識
PDG

部血流动力学异常改变；其次是脑循环储备力失代偿性低灌注所造成的神经元功能改变；最后，由于 CBF 下降超过脑代谢储备力发生不可逆转的神经元形态学改变，即脑梗死。本节将前 2 个时期称为脑梗死前期脑局部缺血 (regional hypo-perfusion before ischemic stroke and ischemic pre-conditioning)。脑血管病常有较长的潜伏期，而短暂性脑局部缺血发作 (TIA) 以及临床出现的异常征象又是一个十分明显的预警信号，将脑梗死发生以后的超早期影像学研究提前到脑梗死前期的影像学研究具有重要的临床价值。

(一) 影像检查目的

明确脑实质内缺血灶的范围和位置；提供脑局部缺血灶的病理生理学信息；进行影像学分型；进行影像学分期。

(二) 影像检查

脑梗死前期脑局部缺血的影像学检查包括：CT 检查 (NCCT、CTP；CTA 备选)；MR 检查 (T₂WI、T₁WI、FLAIR 和 PWI；MRA 备选)。

(三) CT 检查

1. 适应证 有 MR 检查禁忌证，无法行 MR 检查者；TIA 发作期；TIA 缓解期；脑血管介入治疗前对脑微循环和脑灌注进行评估；脑血管介入治疗后复查了解微循环和脑灌注改善情况。

2. 扫描参数和程序基本要求 NCCT；感兴趣层面选择：根据所使用多层螺旋 CT 的实际情况，选择 1~4 层进行 CTP 扫描。尽可能选择基底节层

面和侧脑室体部层面进行 CTP 扫描。

3. 图像后处理基本要求 提供常规 CT 图像外,还需提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

(四) MR 检查

1. 扫描参数和程序基本要求

(1) 感兴趣层面选择:根据所使用 MR 成像设备的实际情况,进行全脑覆盖的 MR 灌注扫描。

(2) MR 对比剂:根据患者体重采用钆对比剂。

(3) 高压注射器:流率设置为 3ml/s,注射总时间为 5~6 秒。

(4) 静脉穿刺针:建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。

(5) 扫描:启动高压注射器注入对比剂的同时进行 MR 灌注扫描。

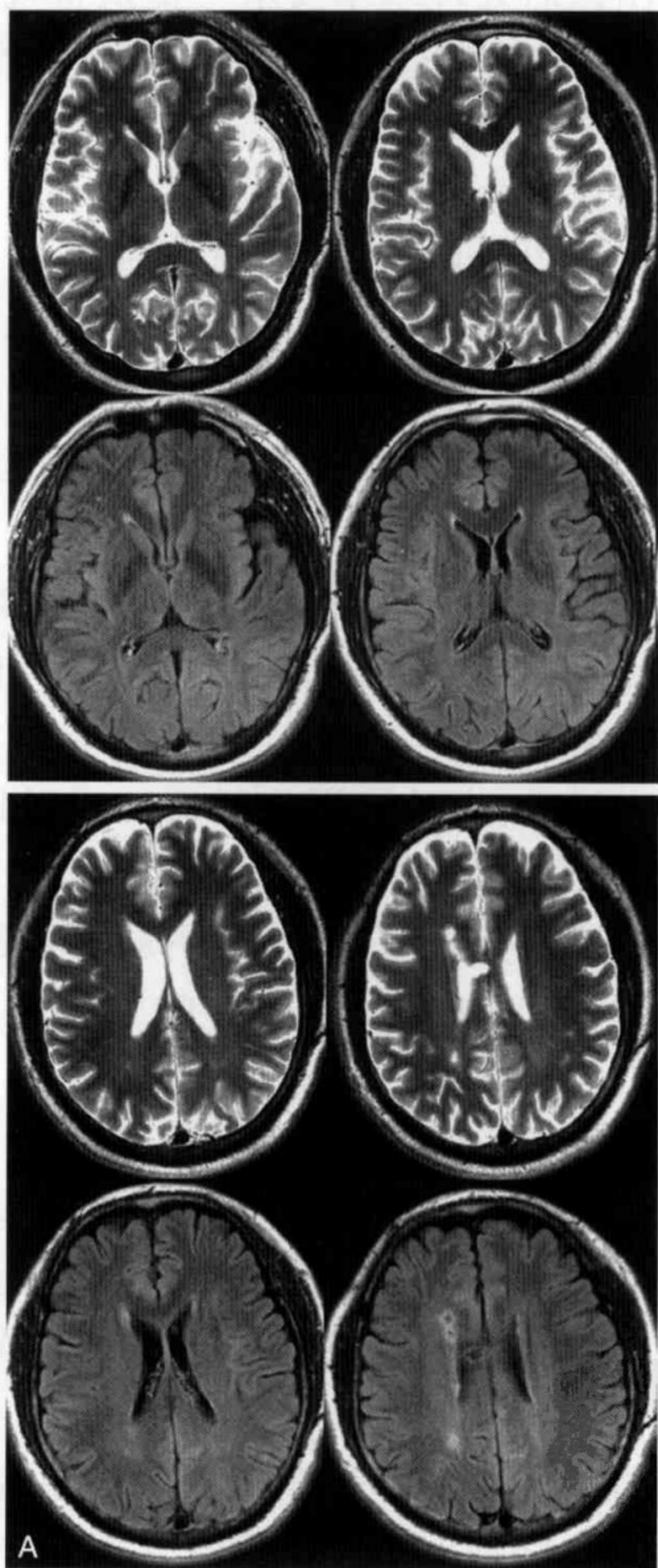
2. 图像后处理基本要求 提供常规图像外,还需提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

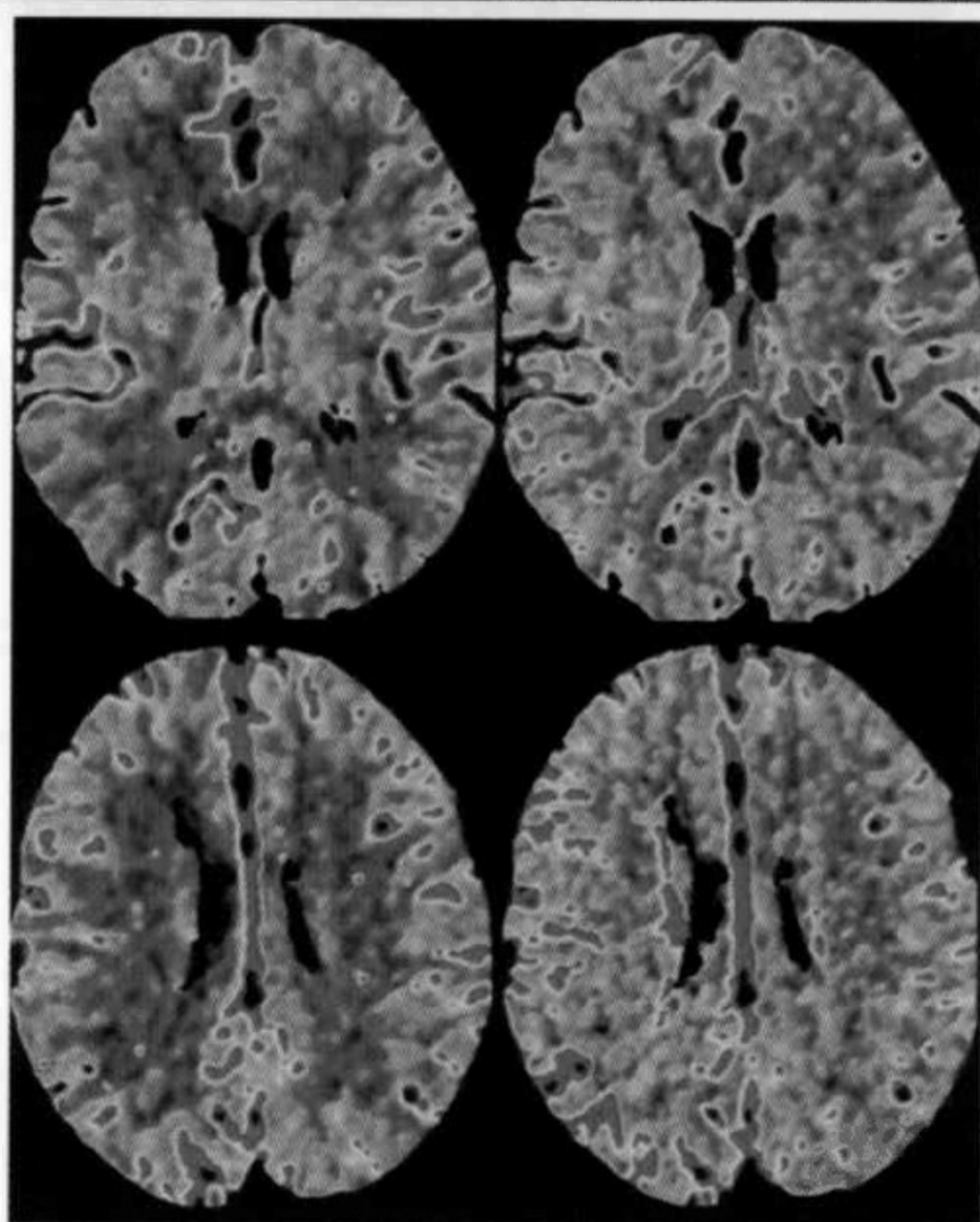
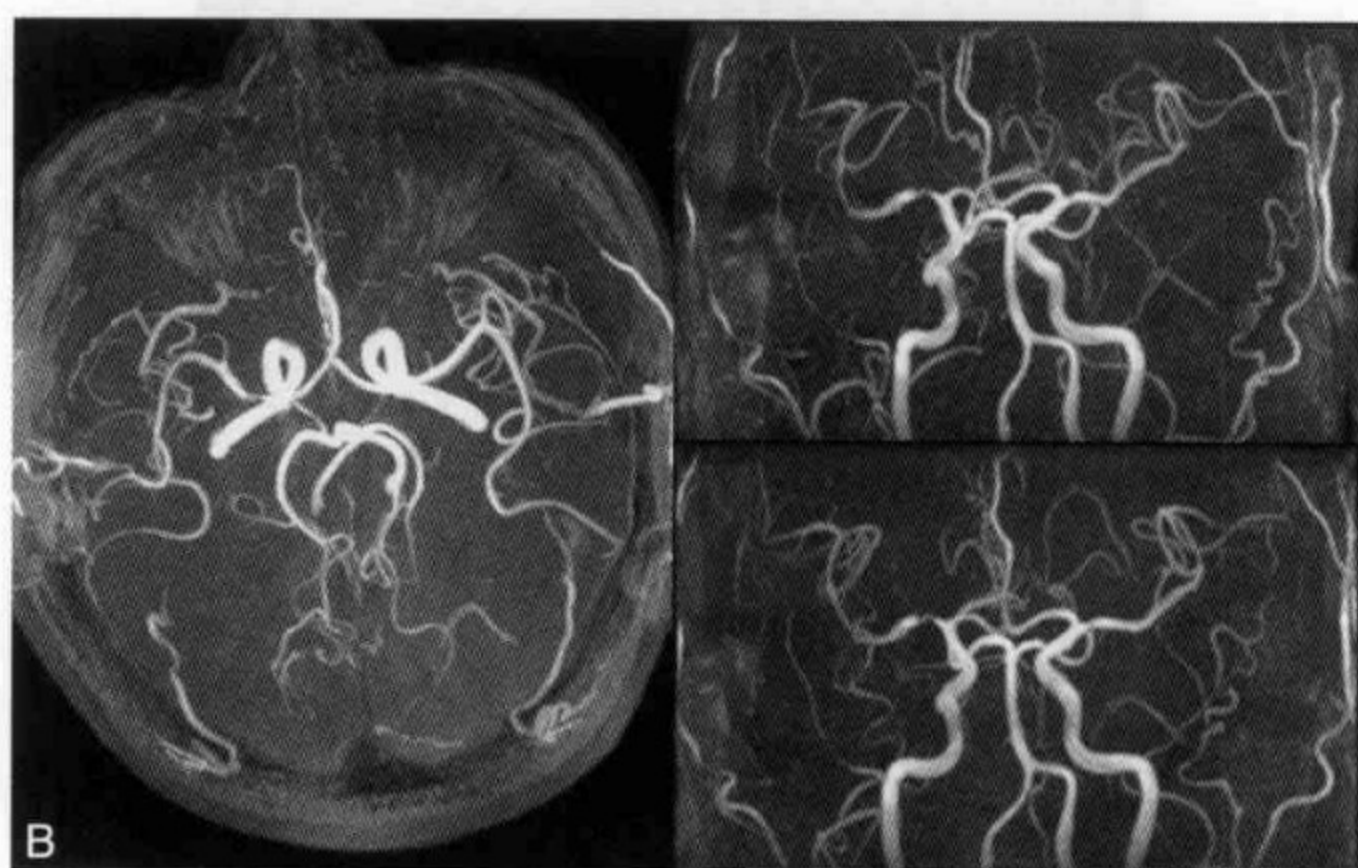
(五) 图像解读

1. 影像学分型

(1) 动力型:指任何原因导致血流动力学紊乱,引起的脑血流灌注量下降,低灌注缺血区的范围位于脑内大血管交界区(边缘带)(图 201,图 202)。

脑的灌注压明显降低时此边缘带容易发生缺血改变,这是由于局部血流动力学障碍所致。低血压发生之后最易在边缘带发生脑梗死,特别是长期高血压患者。当低血压发生时,若脑动脉

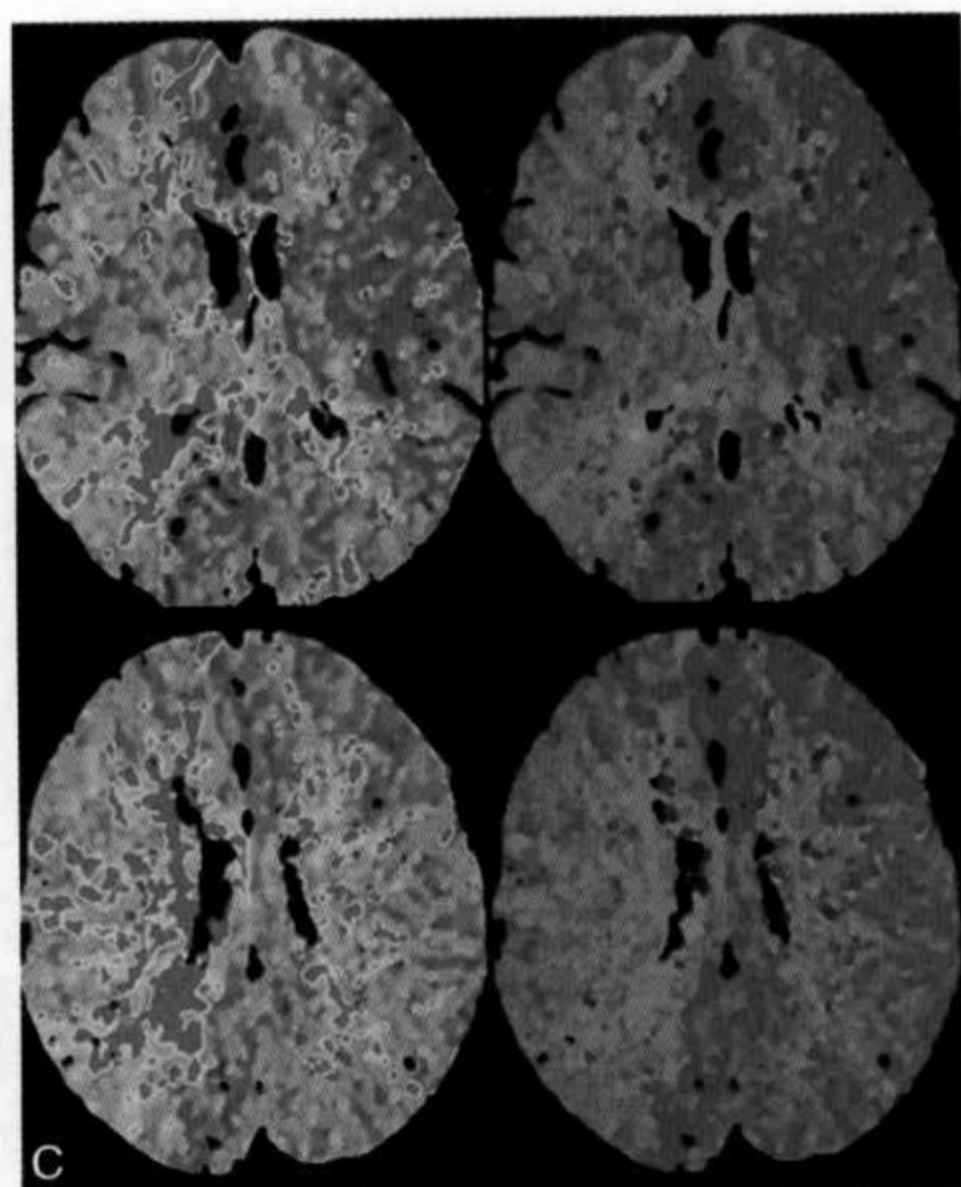




CBF

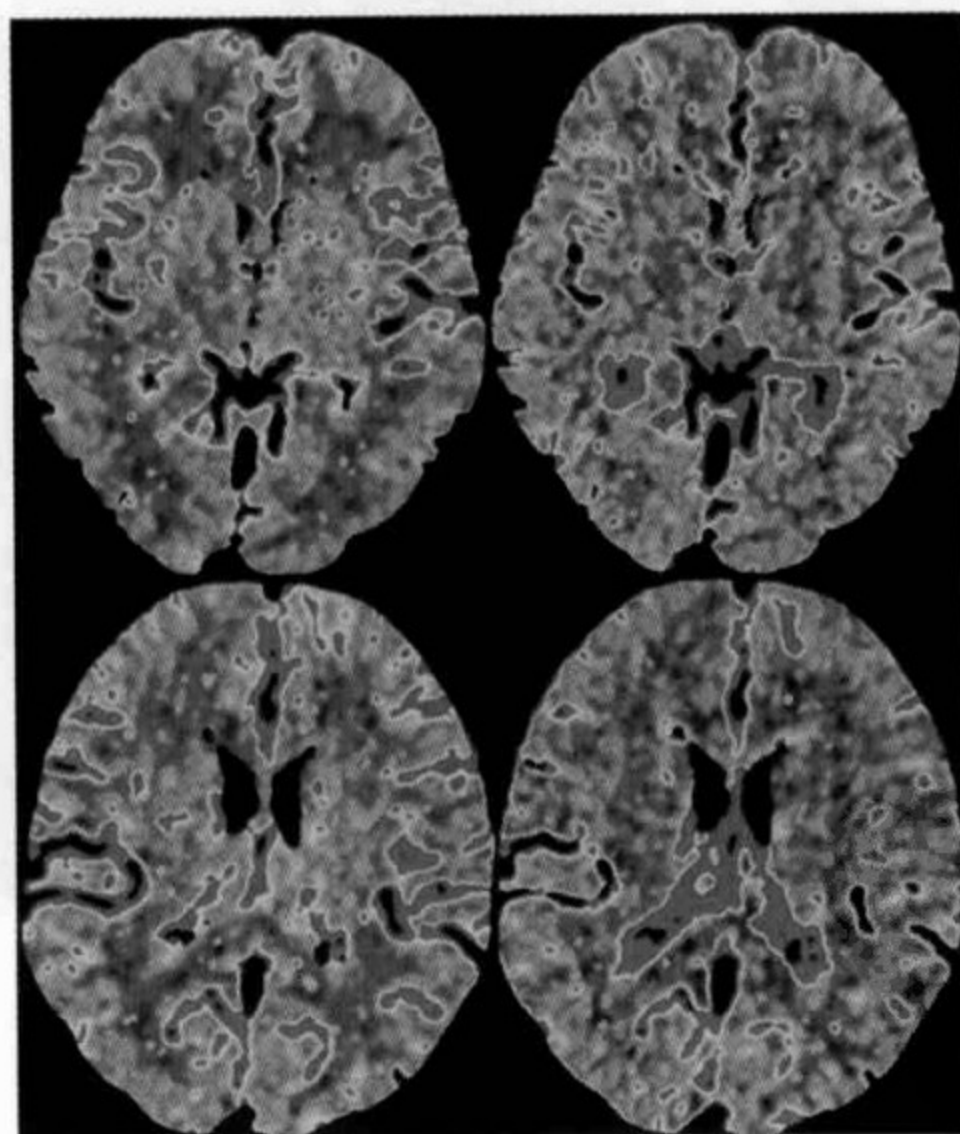
CBV

医学影像学
PDG



MTT

TTP



CBF

CBV

医学影像学
PDG

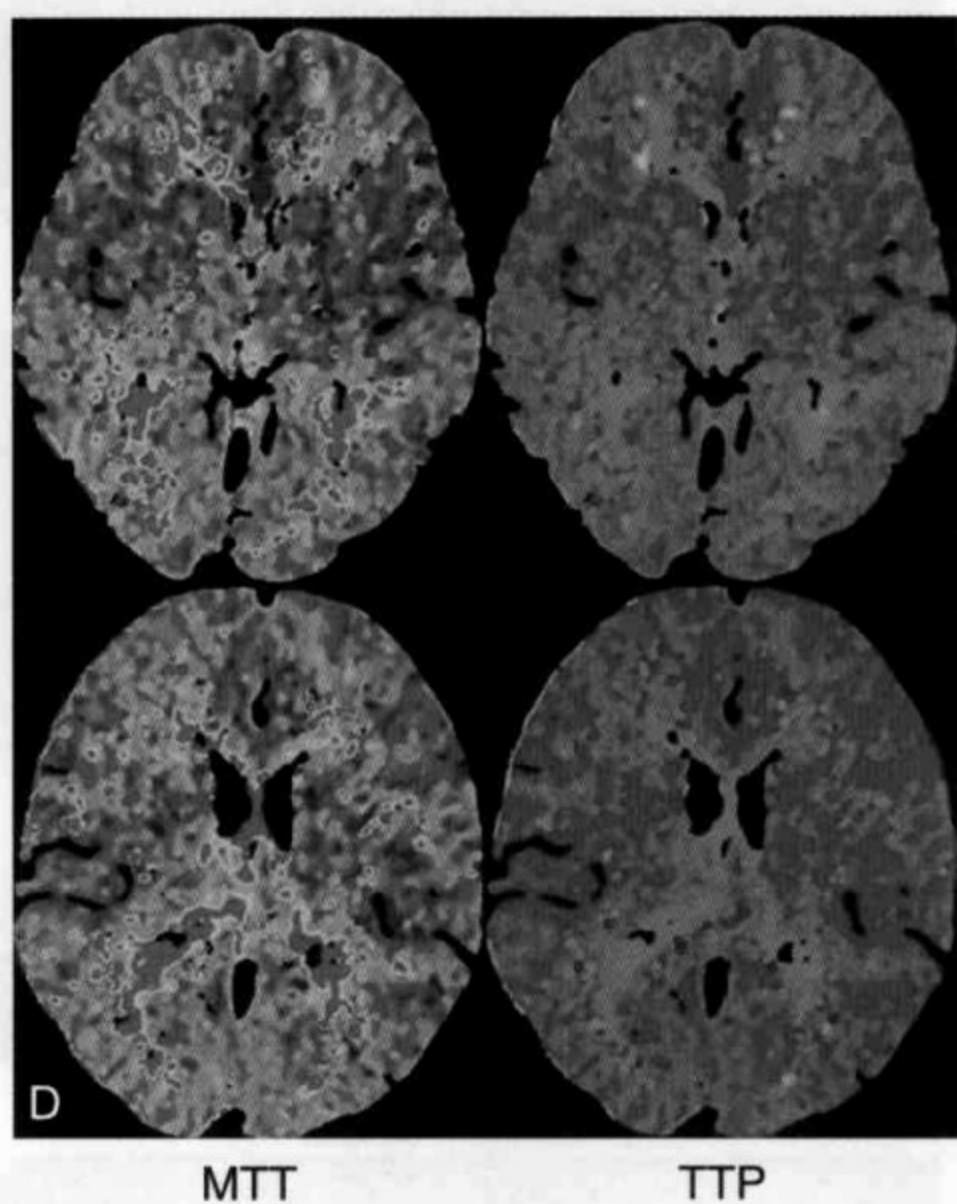
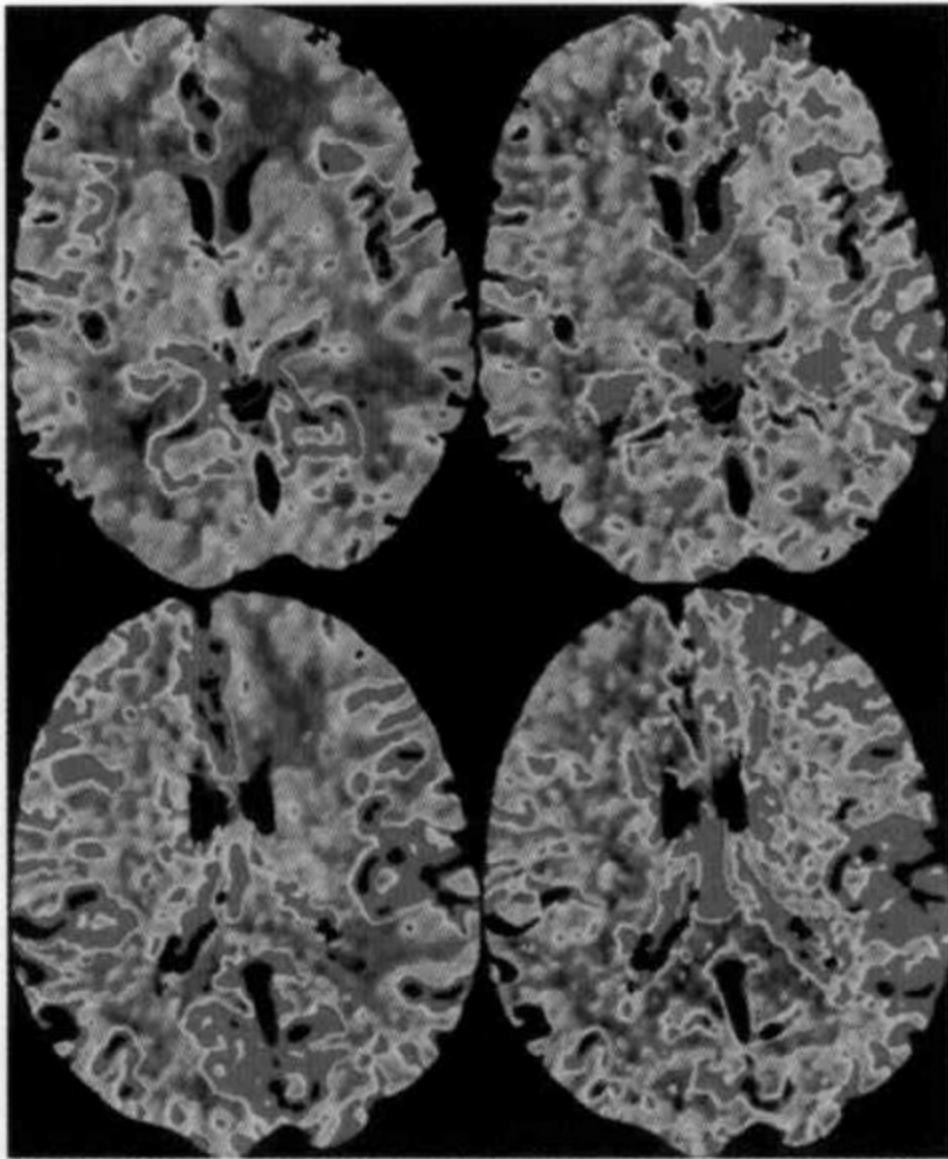


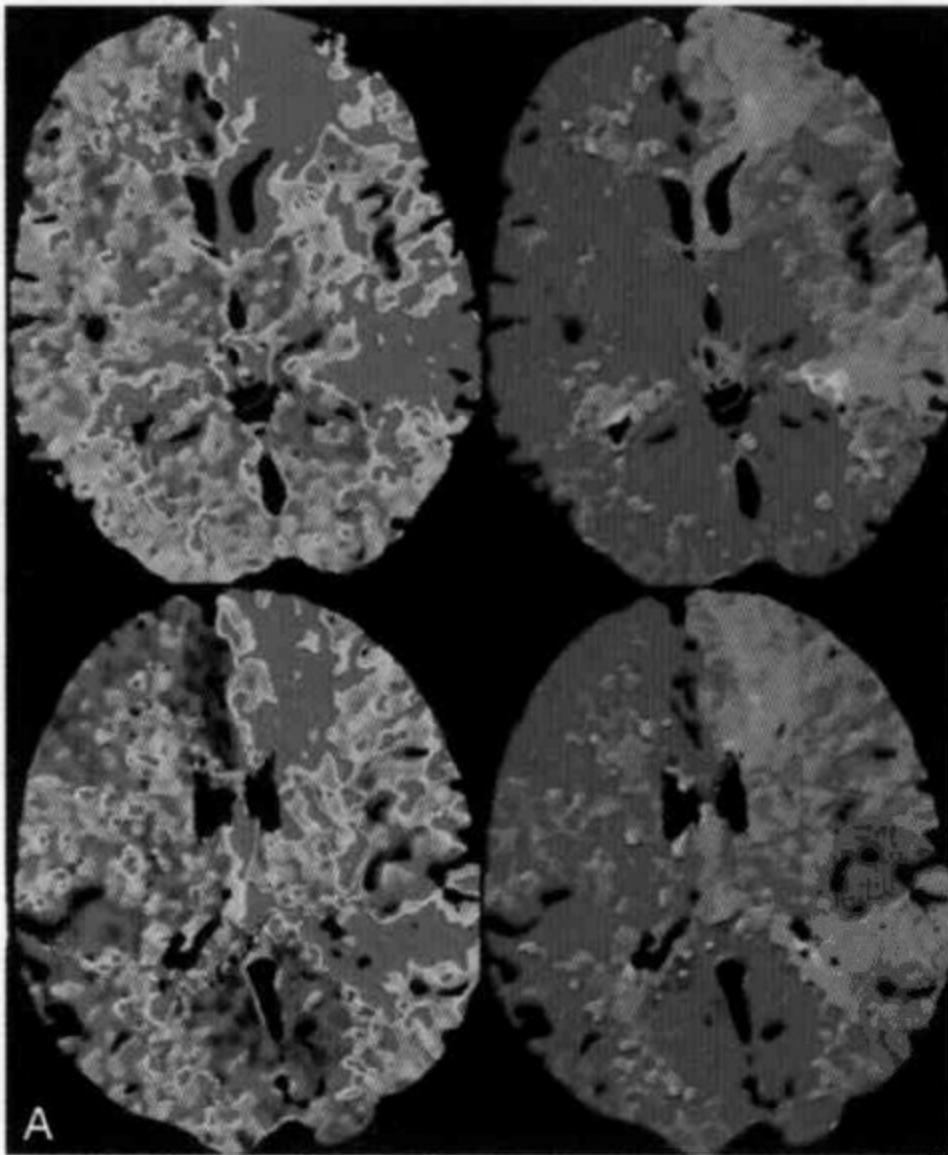
图 201 动力型脑梗死前期脑局部缺血改变

A. MR 检查,上排为 T₂WI,下排为 FLAIR 图像。各层面未见异常信号改变 B. MRA 见右侧 MCA 起始部血管局限性狭窄 C. CTP (从左向右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图) 见右侧 ACA/MCA 分水岭、右侧 MCA/PCA 分水岭以及右侧 MCA 分布区皮层动脉和穿支动脉分水岭 (侧脑室旁) CBF 减低、CBV 升高、MTT 和 TTP 延长 D. 治疗后 CTP (从左向右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图) 见右侧 MCA 分布区低灌注区基本回复正常



CBF

CBV



MTT

TTP

医学影像学
PDG

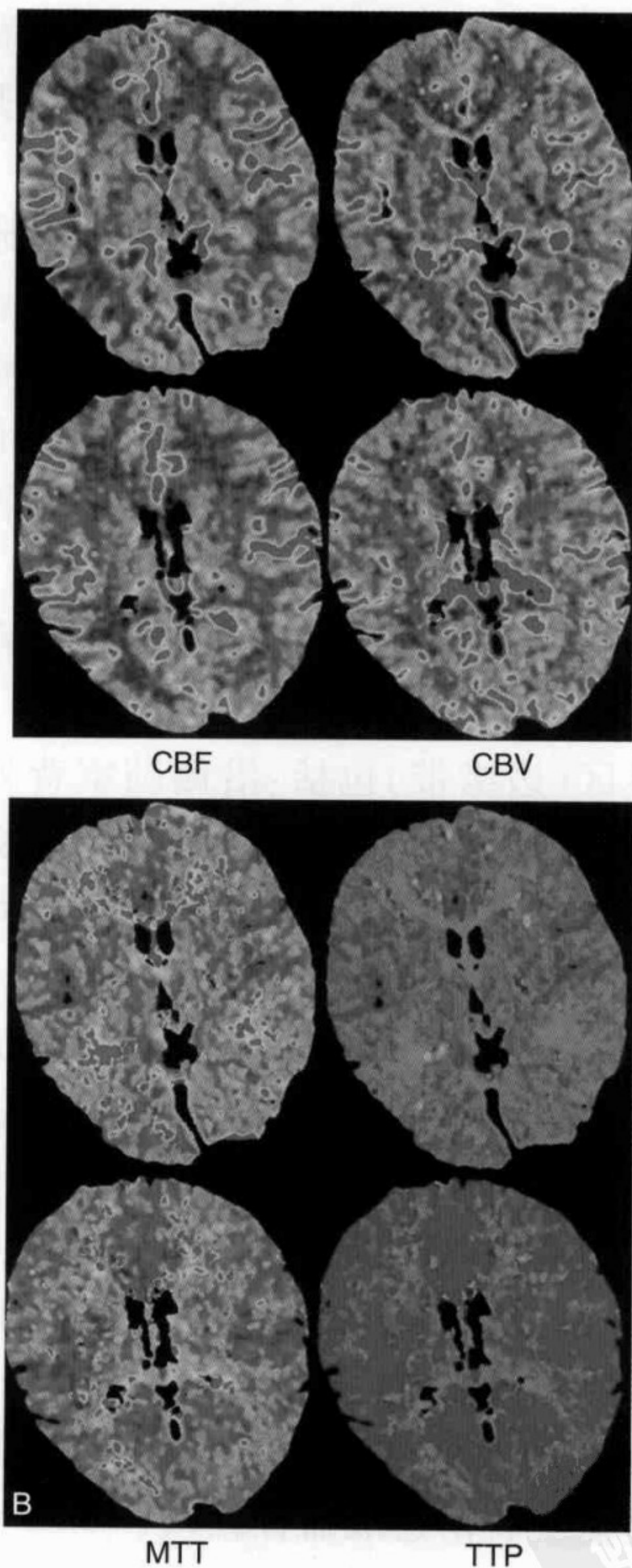


图 202 动力型脑梗死前期脑局部缺血改变

A. CTP (从左向右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图) 见左侧 ACA/MCA 分水岭和左侧 MCA/PCA 分水岭 CBF 减低, CBV 升高, MTT 和 TTP 延长, 符合 I_2 期改变 B. 治疗后 1 周复查 CTP (从左向右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图), 见原低灌注缺血区小时

的自身调节尚未起作用,则脑动脉内的灌注压依靠血静力压。静力压取决于供血区与心脏的距离远近。

在老年人中,颈动脉或椎-基底动脉管腔因硬化而狭窄时,按照 Poiseuille 定律,流量与管腔半径的四次方压力梯度成正比,所以血流量明显减少。此时,脑局部供血处于仅能勉强维持的状态。老年人时,上腹肌张力减弱、周围血管因硬化而收缩力差、下肢血流汲起作用也较差,一旦侧支循环不能建立或血压发生波动时,很容易出现临床症状。

交界区(边缘带)包括:沿侧脑室背外侧角的脑室周围白质地带;大脑前、中、后动脉交界所形成的一个卵圆形地带;尾状核头,此乃大脑前动脉回返支与大脑中动脉豆纹动脉外侧丛交界处;脑干:四脑室底(旁正中支、短旋支、长旋支交界地带)和脑桥中央(椎-基底动脉与颈内动脉交界处)。

(2) 阻塞型:低灌注缺血区的范围位于 ACA、MCA 或 PCA 分布区,提示缺血由脑内大血管狭窄或闭塞所致(图 203,图 204)。

颈内动脉或椎-基底动脉系统动脉硬化狭窄处的附壁血栓脱落造成血栓栓塞。

动脉狭窄处的粥样硬化斑块、血小板聚集物、硬化斑内出血的分解产物、胆固醇结晶游离脱落等也可形成栓子。

2. 影像学分期 根据脑局部微循环的变化程

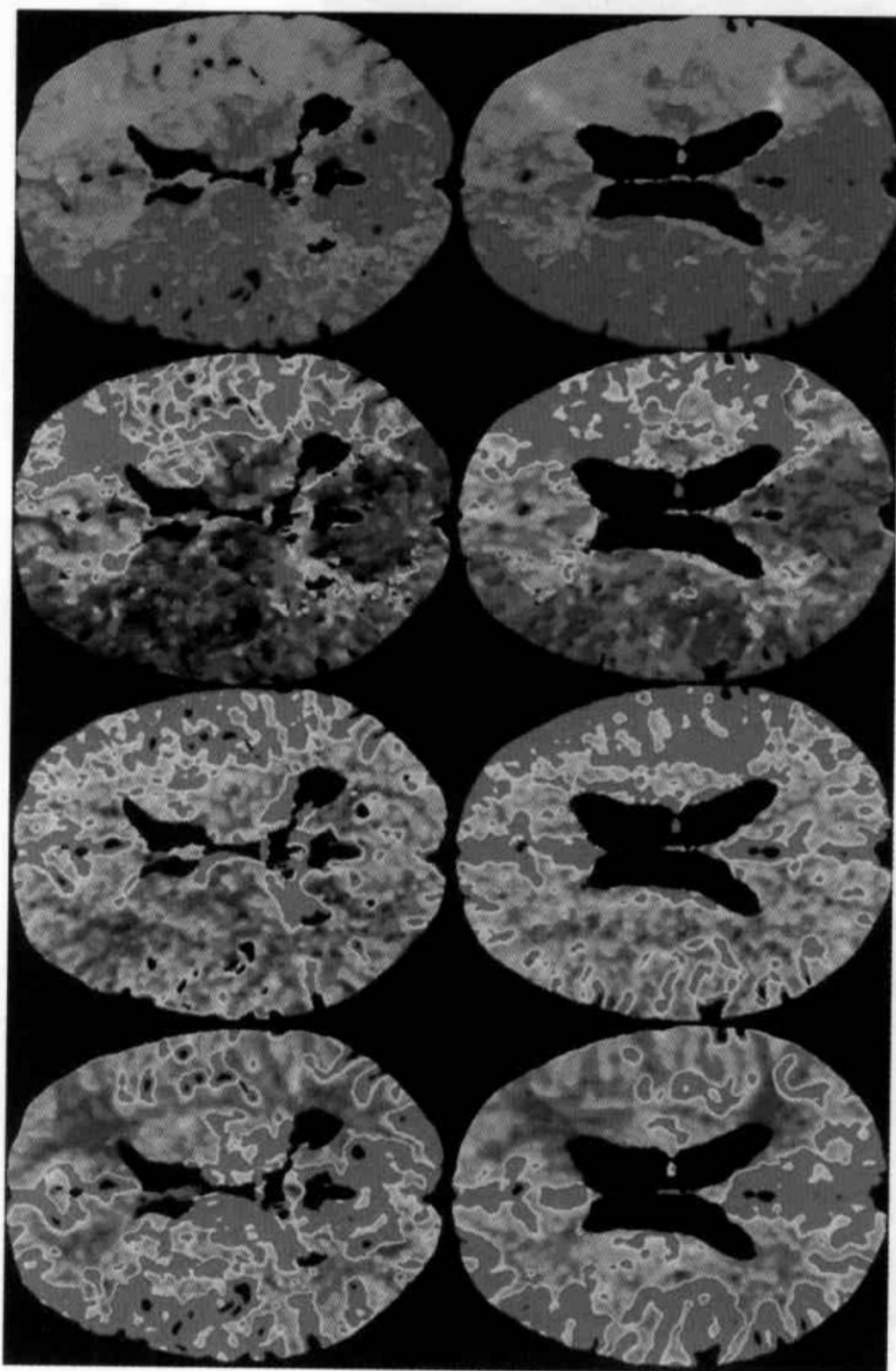


图 203 阻塞型脑梗死前期脑局部缺血改变, I₂ 期
CTP(从左向右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图)见左侧
MCA 分布区 CBF 减低, CBV 升高, MTT 和 TTP 延长

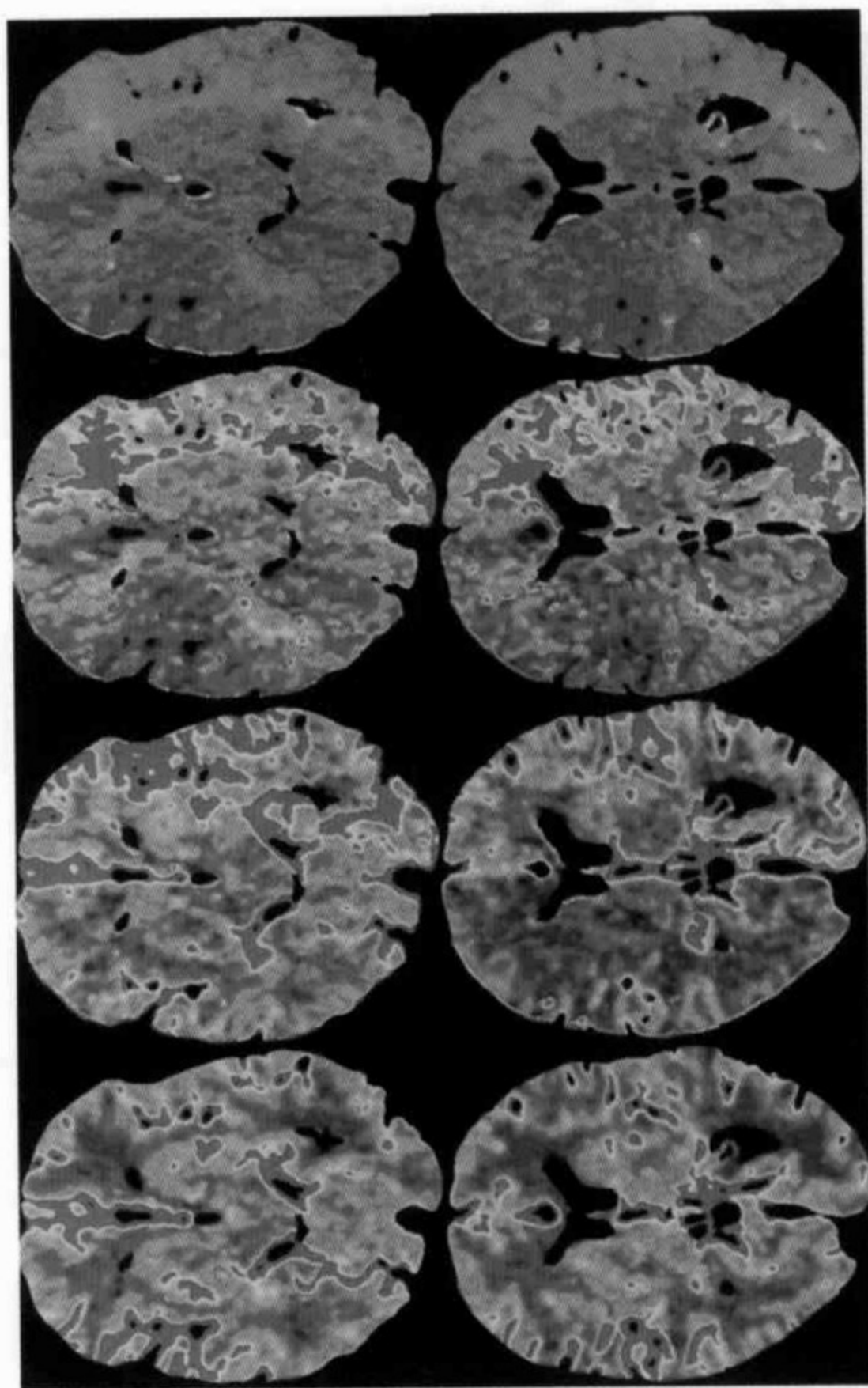


图 204 阻塞型脑梗死前期脑局部缺血改变, I₂ 期

CTP (从左向右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图) 见左侧 MCA 分布区 CBF 减低, CBV 升高, MTT 和 TTP 延长。左枕 PCA 分布区异常灌注提示左侧 PCA 起自同侧 ICA, 血管狭窄部位在发出 PCA 之前

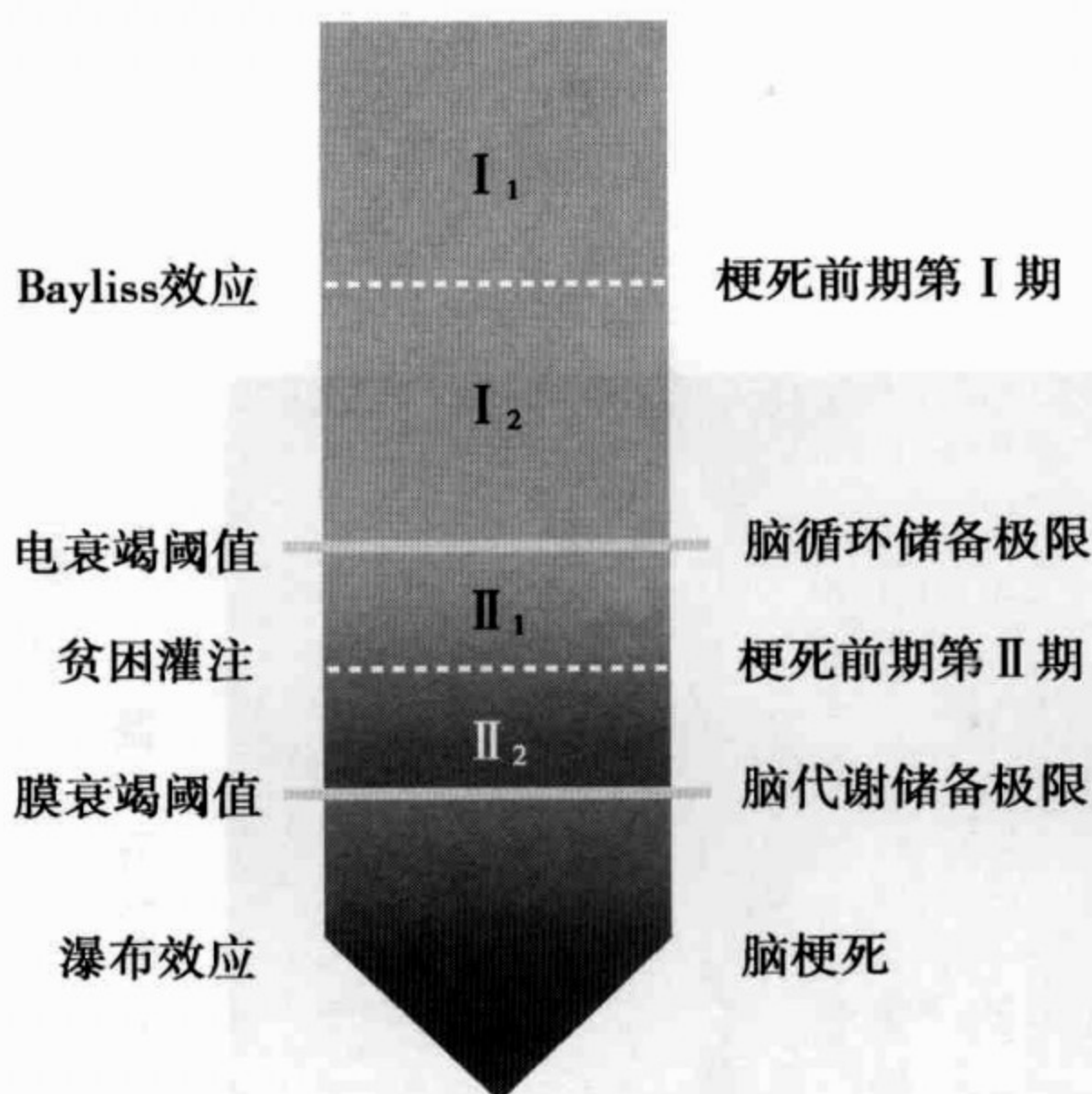


图 205 脑梗死前期脑局部缺血分期示意图

度及灌注成像表现(CT/MR 灌注成像),将脑梗死前期脑局部低灌注分为 2 期 4 个亚期(图 205)。

I 期:脑血流动力学发生异常变化,脑血流灌注压在一定的范围内波动时,机体可以通过小动脉和毛细血管平滑肌的代偿性扩张或收缩来维持脑血流相对动态稳定。**I₁ 期:**脑血流速度发生变化,脑局部微血管尚无代偿性扩张。灌注成像见 TTP 延长,MTT、rCBF 和 rCBV 正常(图 206)。**I₂ 期:**脑局部微血管代偿性扩张。灌注成像见 TTP 和 MTT 延长,rCBF 正常或轻度下降,rCBV 正常或升高(图 207~209)。

II 期:脑循环储备力失代偿,CBF 达电衰竭阈值以下,神经元的功能出现异常,机体通过脑代谢

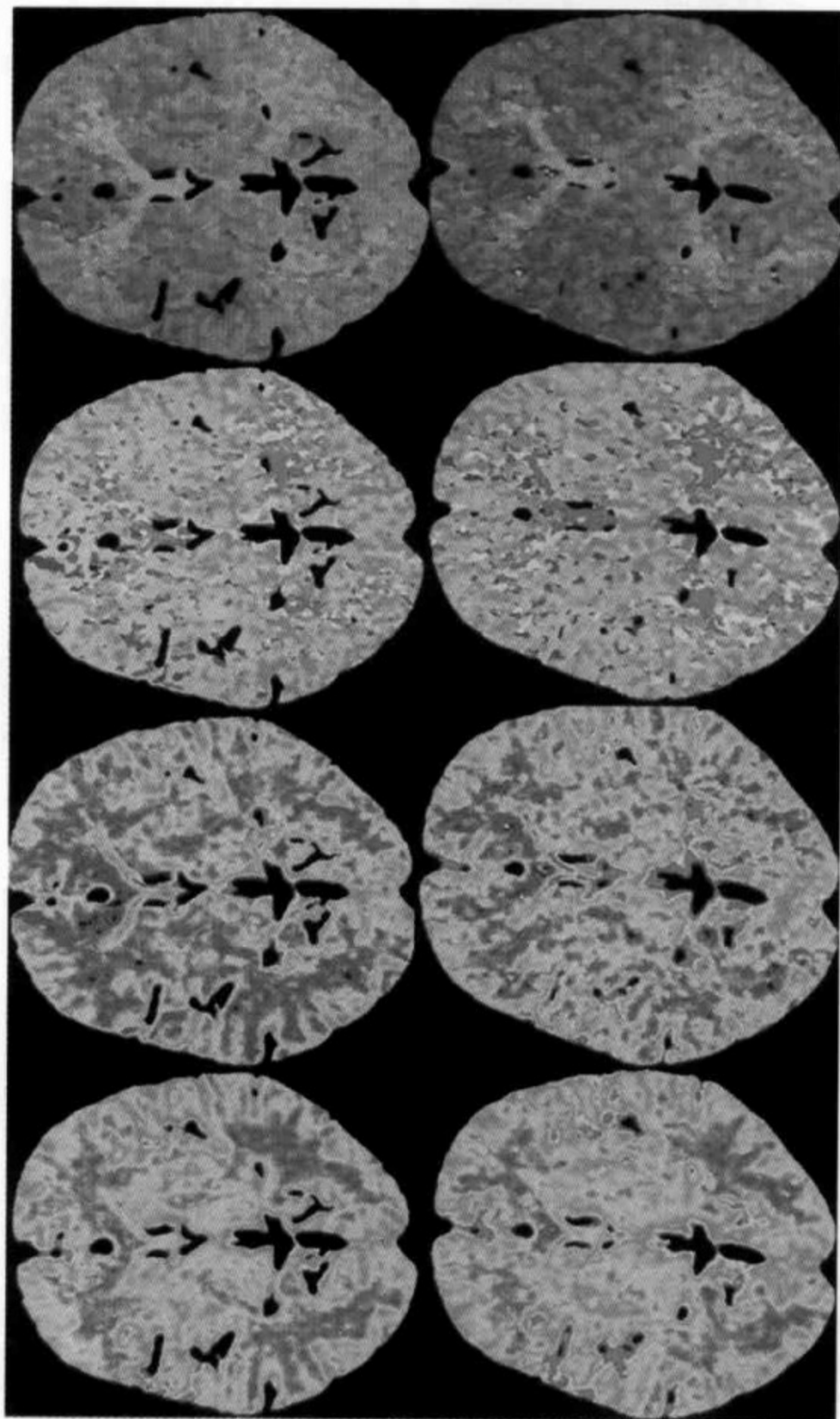
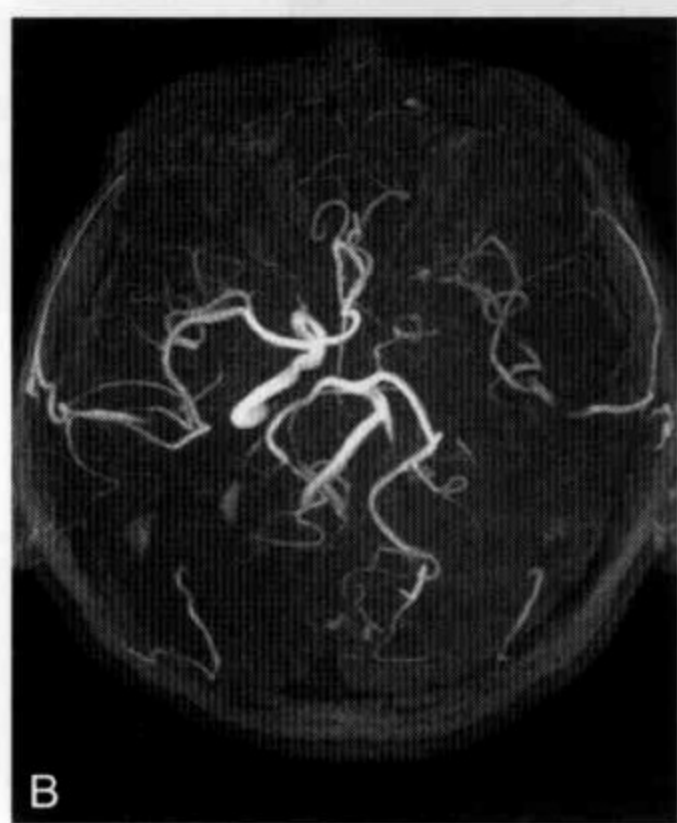
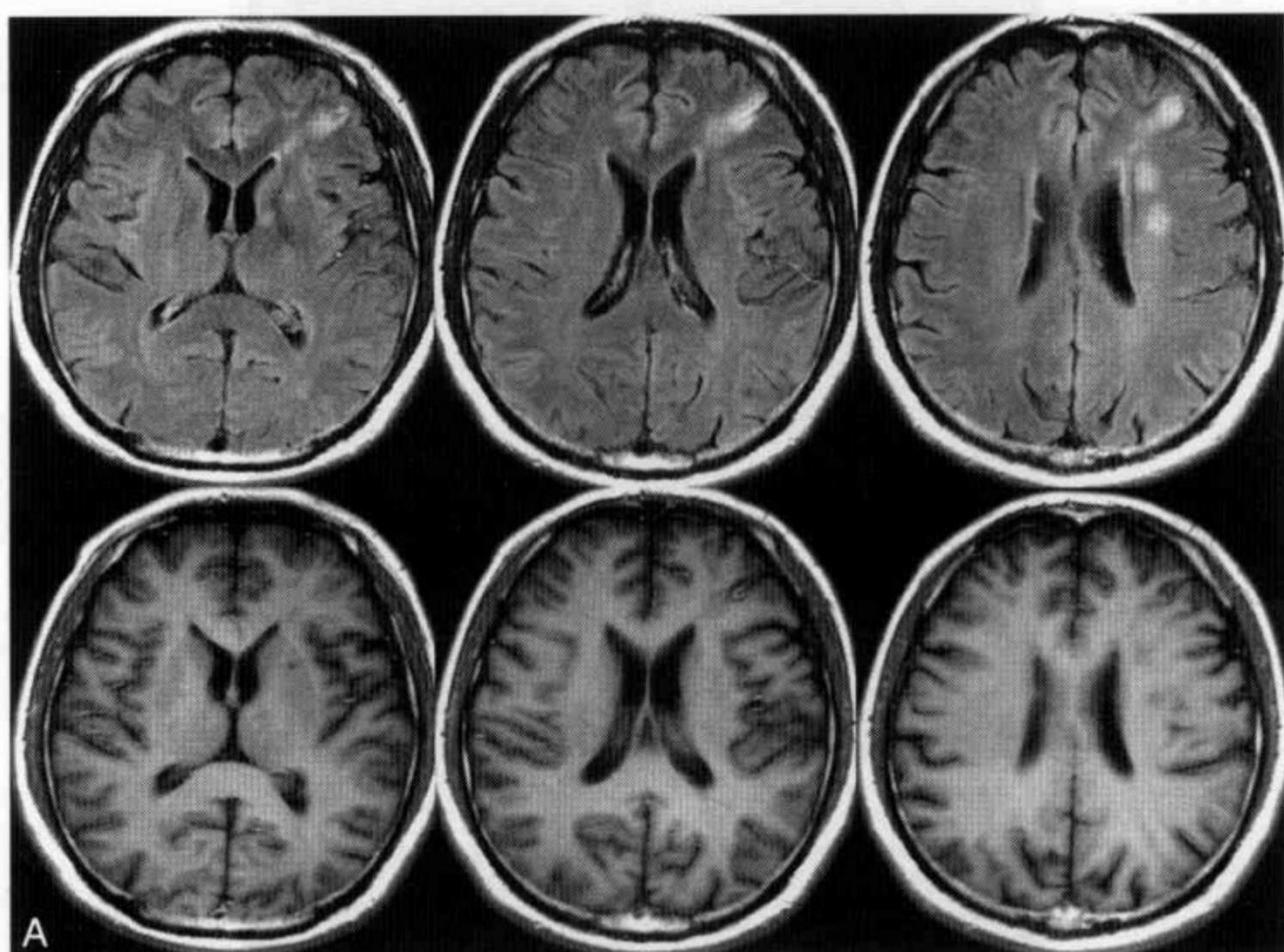


图 206 脑梗死前期脑局部缺血, 动力型 I₁ 期

CTP 参数图(从左至右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图), 见左侧颞枕交界区 MTT 和 TTP 轻微延长, CBF 和 CBV 正常



醫學
知
道
PDG

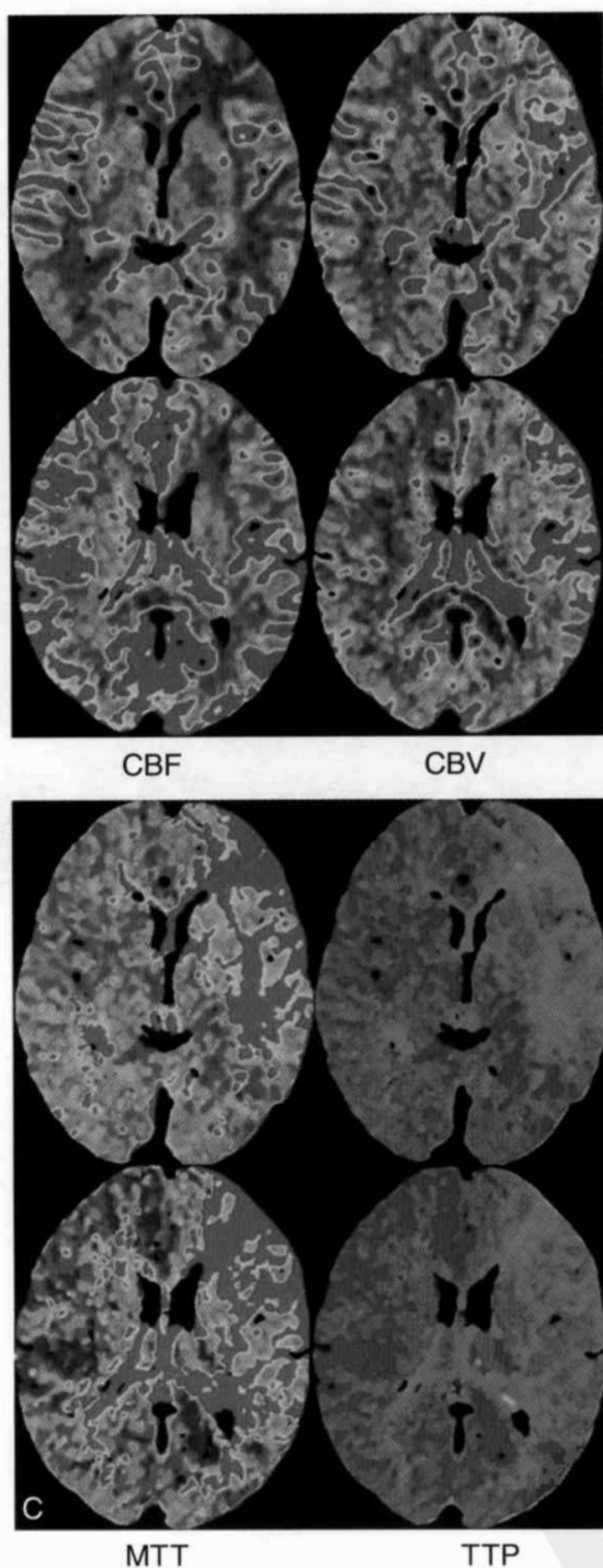


图 207 脑梗死前期脑局部缺血,阻塞型 I_2 期
A. MR FLAIR 图像(上排)见左额深部斑块样高信号影 B. MRA
见左侧 ICA 和 MCA 缺支 C. CTP 参数图,见左侧 MCA 分布区
CBF 减低, CBV 升高, MTT 和 TTP 延长

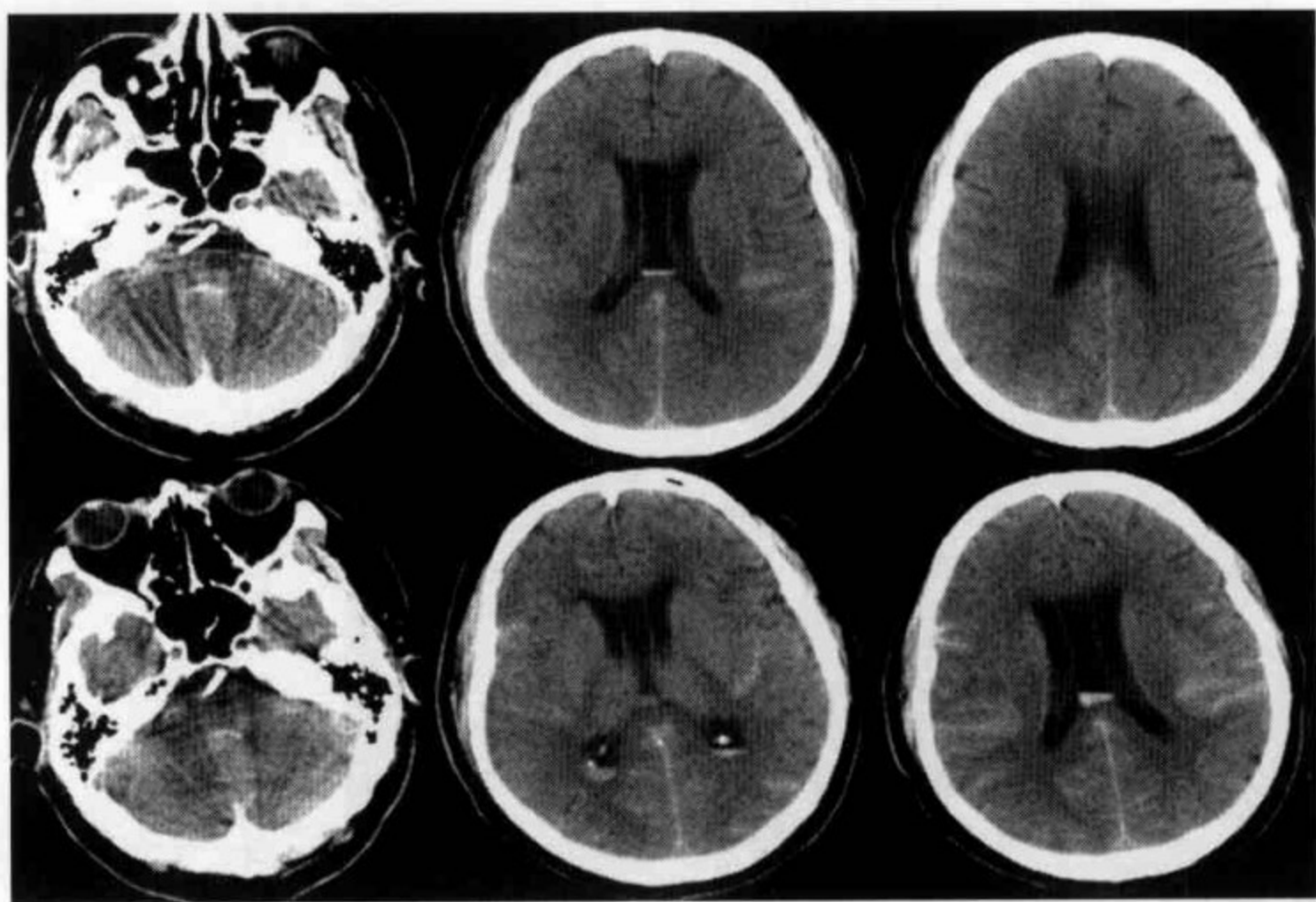


图 230 基底动脉支架置入术后 CT 平扫Ⅲ型表现

第一排为即刻 CT 平扫,蛛网膜下腔和脑室内可见高密度出血影,第二排为 4 小时后复查出血量增加

注评价见图 231。

(五) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:

1. 血管内膜剥脱术后 ①术后是否伴发脑梗死、脑出血? ②术后灌注成像是否发现明显高灌注? ③随访有无血管再狭窄? 部位、程度? ④随访脑实质内是否存在异常血流灌注改变? 脑梗死前期局部低灌注改变分级?

2. 溶栓治疗后 ①是否伴发出血转化? 确定影像学分类; ②梗死灶体积与治疗前比较有无改变? 是否出现其他部位新鲜梗死灶? ③本次新鲜梗死病灶的责任闭塞血管是否开通? 有无狭窄? ④是否仍然存在缺血半暗带? 与治疗前比较体积有无

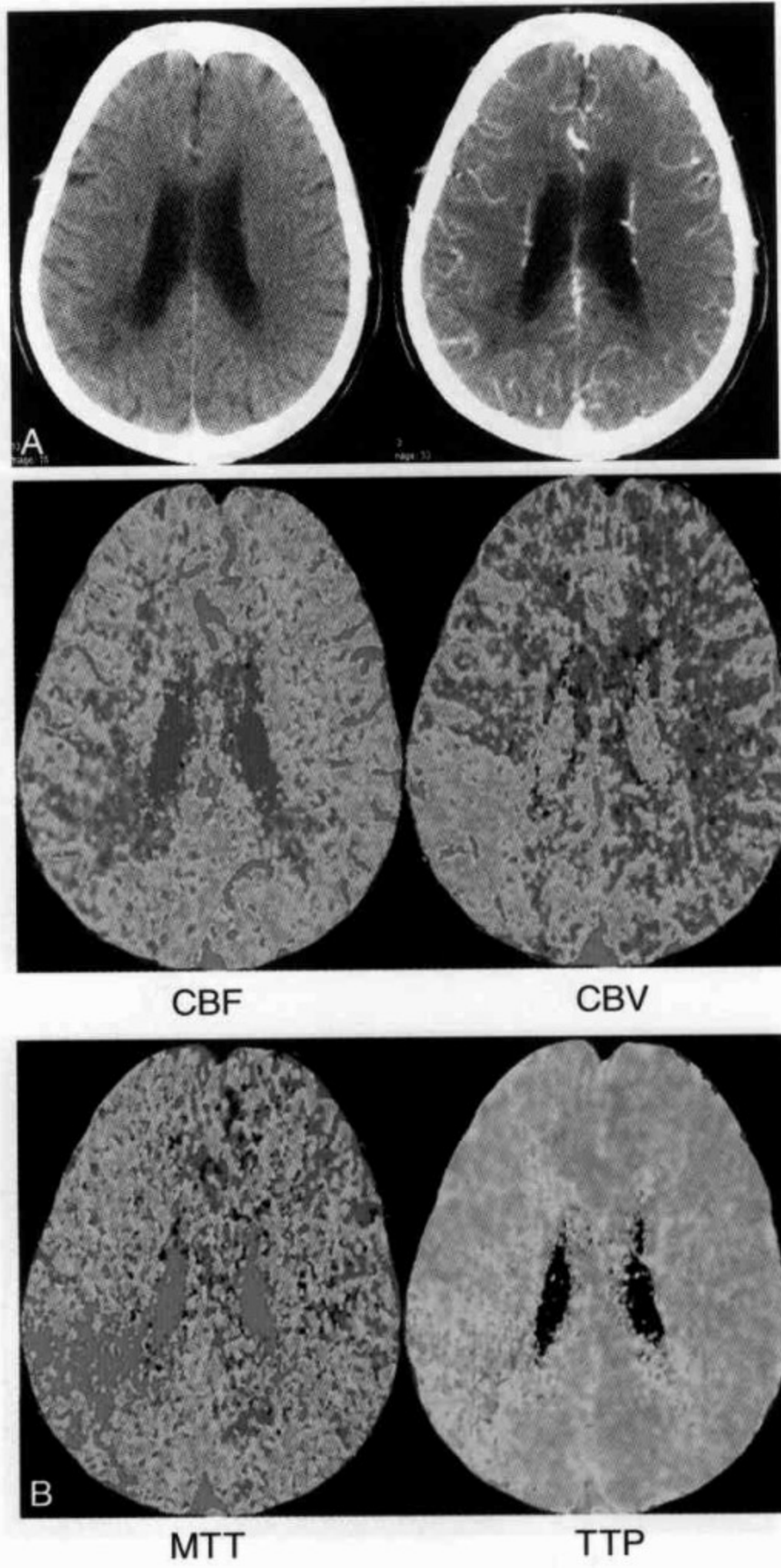


图 209 (A,B)脑梗死前期脑局部缺血,
为动力型 I₂ 期改变

A. CT 平扫(左)见右侧顶枕交界区皮层下不规则形密度减低区,边缘模糊 B. CTP 参数图,见右侧 MCA/PCA 交界区 CBF 减低, CBV 升高, MTT 和 TTP 延长

储备力来维持神经元代谢的稳定。Ⅱ₁期:CBF下降,由于缺血造成局部星形细胞足板肿胀,并开始压迫局部微血管。灌注成像见TTP、MTT延长以及rCBF下降,rCBV基本正常或轻度下降(图210)。Ⅱ₂期:星形细胞足板明显肿胀并造成脑局部微血管受压变窄或闭塞,局部微循环障碍。灌注成像见TTP、MTT延长,rCBF和rCBV下降。

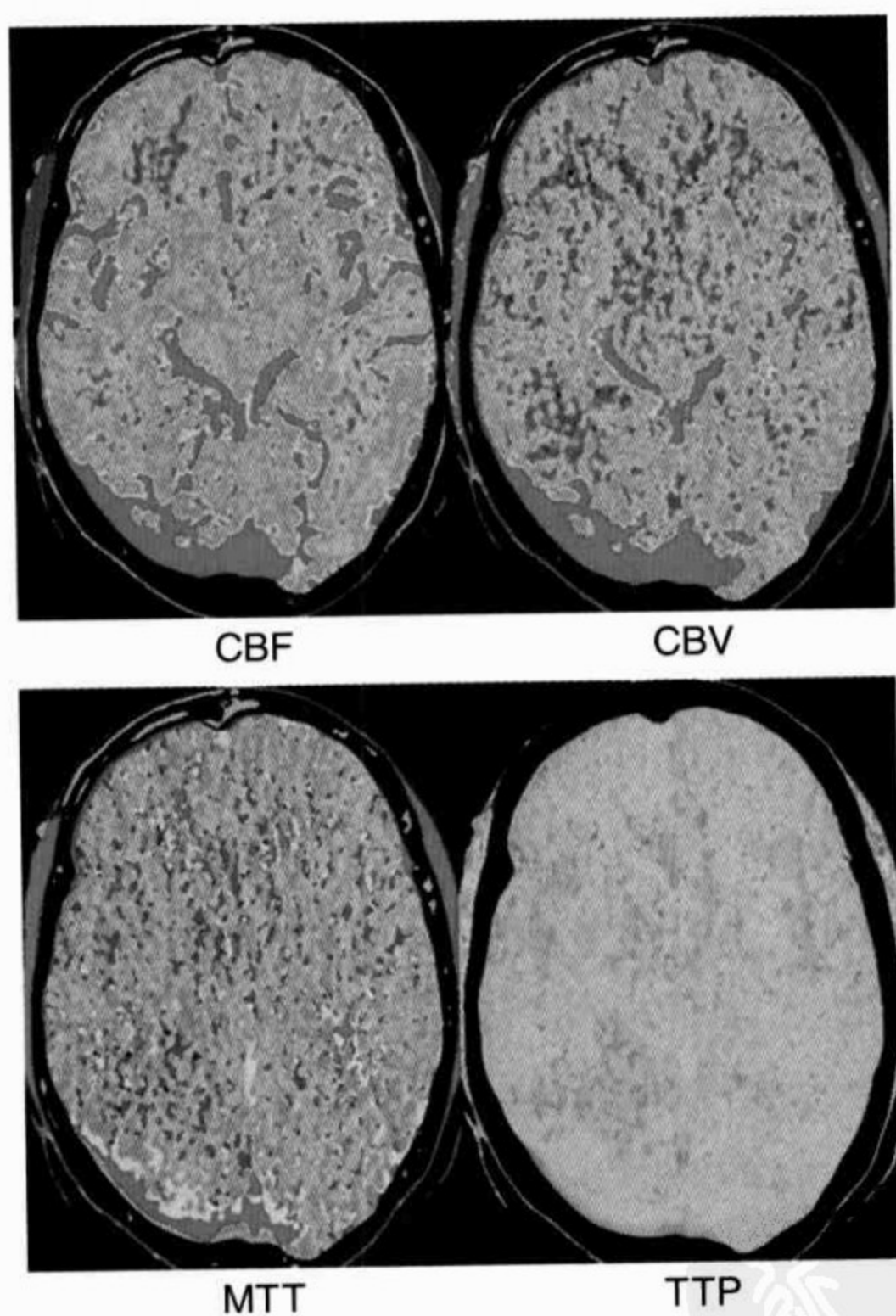


图 210 脑梗死前期脑局部缺血阻塞型
Ⅱ₁期改变

CTP 参数图, 见右侧颞叶局部 CBF 和 CBV 减低区, MTT 轻微延长

3. 灌注成像参数图临床意义 在灌注成像的4个参数(rCBF、rCBV、MTT和TTP)中,TTP最为敏感。TTP延长的主要原因可能为血流速度的减慢。反过来,灌注成像阴性的TOAST I型病例说明脑局部侧支循环建立得很好,无需行血管成形术。MTT对区分正常脑组织和缺血脑组织非常敏感,但对缺血损害的程度以及发生脑梗死危险性的评价上不如rCBF和rCBV。MTT比值升高提示脑灌注压的下降。但是,由于每个人的循环储备力和代谢储备力的差异,仅凭MTT比值的高低很难对由于灌注压下降所造成的脑组织功能改变作出准确的判断。高培毅等研究将TTP、MTT延长伴CBF正常以及CBV正常或升高定为脑梗死前期的I₂期,此期由于Bayliss效应致使CCR发挥作用。rCBF和rCBV是非常重要的血流动力学参数,根据rCBF和rCBV比值下降的程度可以区分出可逆的缺血脑组织和不可逆的脑梗死。在脑梗死前期状态下,rCBF比值的下降提示CCR失代偿,脑的代谢储备力开始发挥作用。当rCBV比值下降时则提示脑局部微循环发生障碍。

4. 影像学分期的病理生理基础 影像学分期以及病理生理学基础见表8-17和表8-18。

I₁期:局部脑血流动力学异常表现为脑血流时间延长。此时,脑局部微血管尚无代偿性扩张,灌注成像见TTP延长,MTT、rCBF和rCBV正常。此期TTP延长而MTT、rCBF和rCBV正常说明了在TIA缓解期或脑缺血的最早期,由于脱落的微

表 8-17 脑梗死前期脑局部缺血分期及病理生理变化

分期	机体调节状态	脑局部的变化状态
I	脑循环储备力发挥作用	脑血流动力学发生异常变化,脑血流灌注压在一定的范围内波动时,机体可以通过小动脉和毛细血管平滑肌的代偿性扩张或收缩来维持脑血流的相对动态稳定
II	脑代谢储备力发挥作用	脑循环储备力失代偿,CBF 达电衰竭阈值以下,神经元的功能出现异常,机体通过脑代谢储备力的作用来维持神经元代谢稳定

表 8-18 脑梗死前期脑局部缺血分期及局部血流变化

分期	脑血流状态	微循环状态	CT 灌注表现
I ₁	CBF 在电衰竭阈值以上	脑局部微血管无代偿性扩张	TTP 延长,MTT、CBF 和 CBV 正常
I ₂	CBF 在电衰竭阈值以上	脑局部微血管代偿性扩张	TTP 和 MTT 延长,CBF 轻微下降,CBV 升高
II ₁	CBF 在电衰竭阈值和膜衰竭之间	脑局部微血管受压轻度狭窄	TTP 和 MTT 延长,CBF 下降,CBV 轻微下降
II ₂	CBF 在电衰竭阈值和膜衰竭之间	脑局部微血管明显受压变窄	TTP 和 MTT 延长,CBF 和 CBV 下降

栓子栓堵某一小动脉所引起的继发性小动脉反射性痉挛已经缓解,或由于局部足够多的链激酶释放使得血管再通,因此病变区的 rCBF 和 rCBV 已经恢复或基本恢复到正常水平。但造成微栓子的近端大动脉管壁的病灶依旧(TOAST I型),所支配区域的血流速度减慢,因此 TTP 灌注图像上可以清楚的显示血流异常区域。在大动脉粥样硬化或者血管相当程度狭窄的基础上,低血压或血压波动时可出现该血管支配区域血流速度显著下降。此时,动脉硬化的大血管由于缺乏弹性,而不能进行正常的自动调节使脑血流速度保持恒定。虽然近端大血管病变造成血流速度的下降,其所属远端微小血管仍可通过自动调节使得该区域 rCBF 和 rCBV 保持基本正常或接近正常水平。

I₂期:由于机体的 CCR 发挥作用,致使 rCBV 增加从而维持了 rCBF 的稳定。灌注成像除了 TTP 延长以外,根据中心容积定理($CBF=CBV/MTT$),此期出现 MTT 延长。当脑灌注压进一步下降造成 CCR 失代偿时则进入脑梗死前期的 II 期。此时, rCBF 逐渐下降, rCBV 正常或轻度下降。

II₁期:CBF 中等程度的下降,脑组织由于缺血出现局部星形细胞足板肿胀,并开始压迫局部微血管。灌注成像见 TTP、MTT 延长以及 rCBF 下降, rCBV 基本正常。

II₂期:星形细胞足板明显肿胀并造成脑局部微血管受压变窄或闭塞,形成局部微循环障碍。CT 灌注成像见 TTP、MTT 延长, rCBF 和 rCBV 下

降。笔者认为,根据 rCBF 和 rCBV 的关系可判断出脑组织局部低灌注所引起微循环障碍的程度,即 rCBF 下降伴 rCBV 正常或轻度下降表明缺血区微血管管腔受压变形、闭塞的程度较轻;当 rCBF 比值进一步下降,同时伴有 rCBV 比值中度下降时,常常提示微血管管腔闭塞程度和微循环障碍的加重。如果 rCBF 和 rCBV 明显下降,则提示进入了脑梗死阶段。脑局部缺血区星形细胞肿胀可加剧局部的缺血缺氧,加重局部的缺血改变(图 211)。

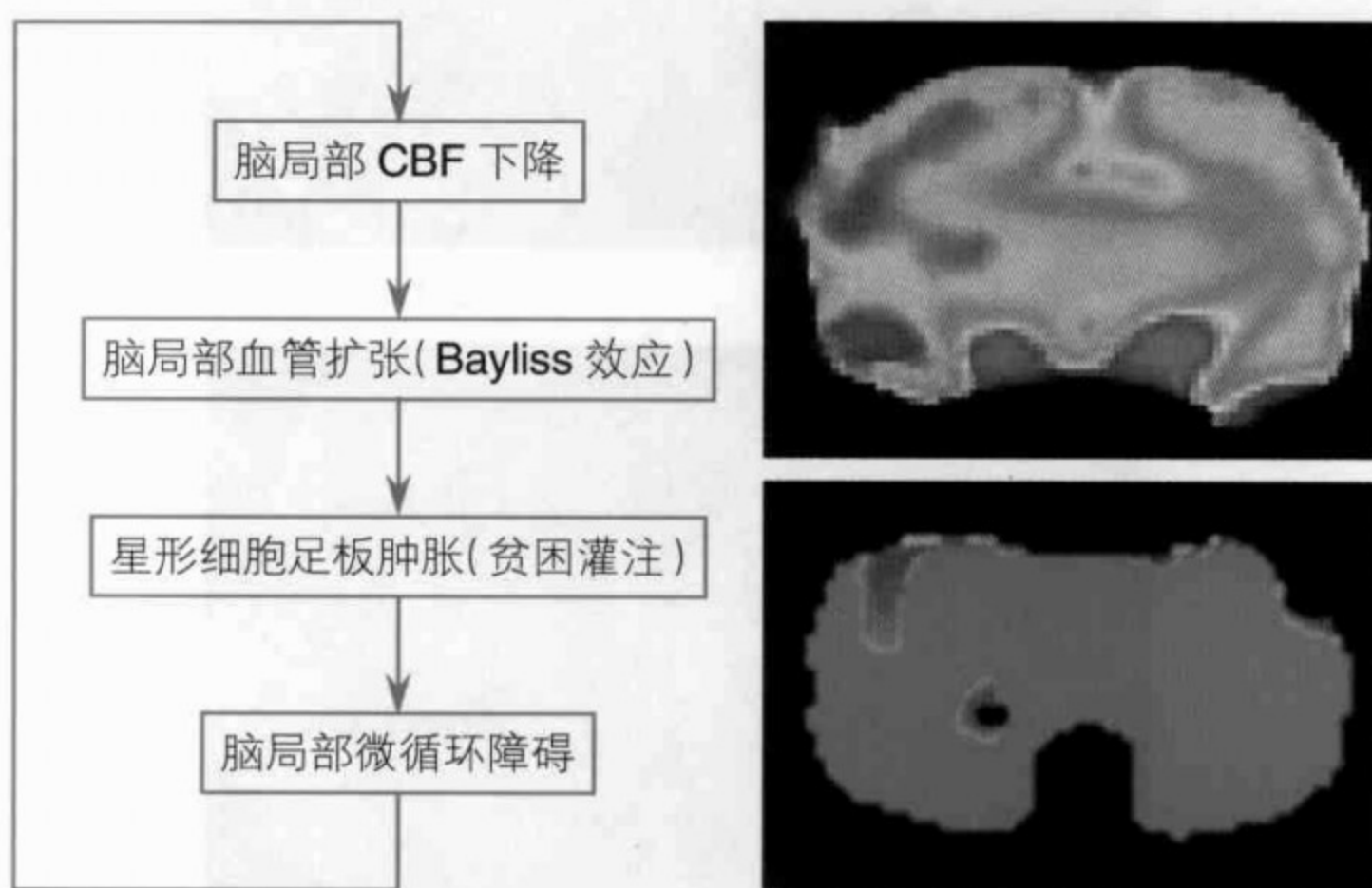
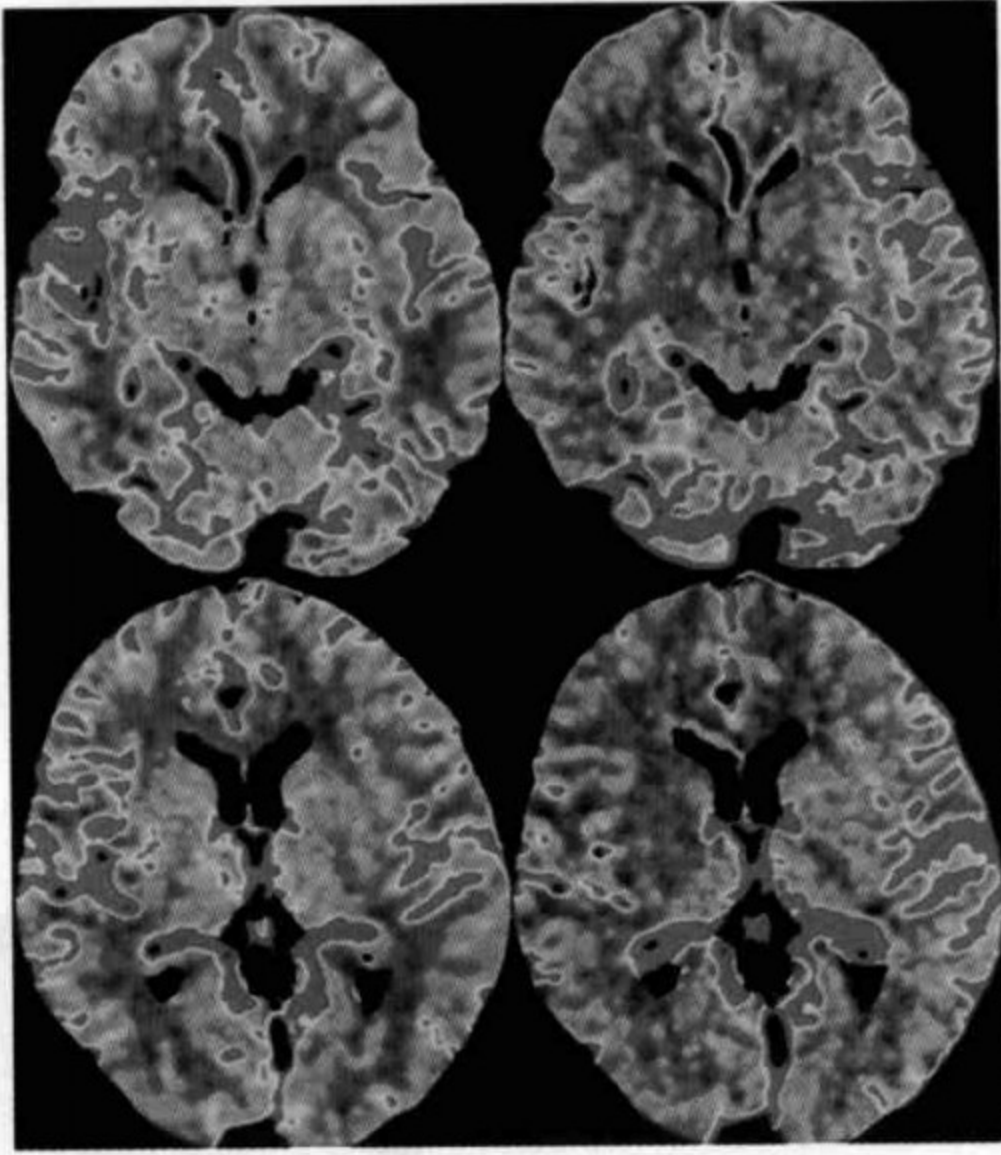


图 211 脑局部缺血区星形细胞肿胀可加剧局部的缺血缺氧,导致局部的缺血改变

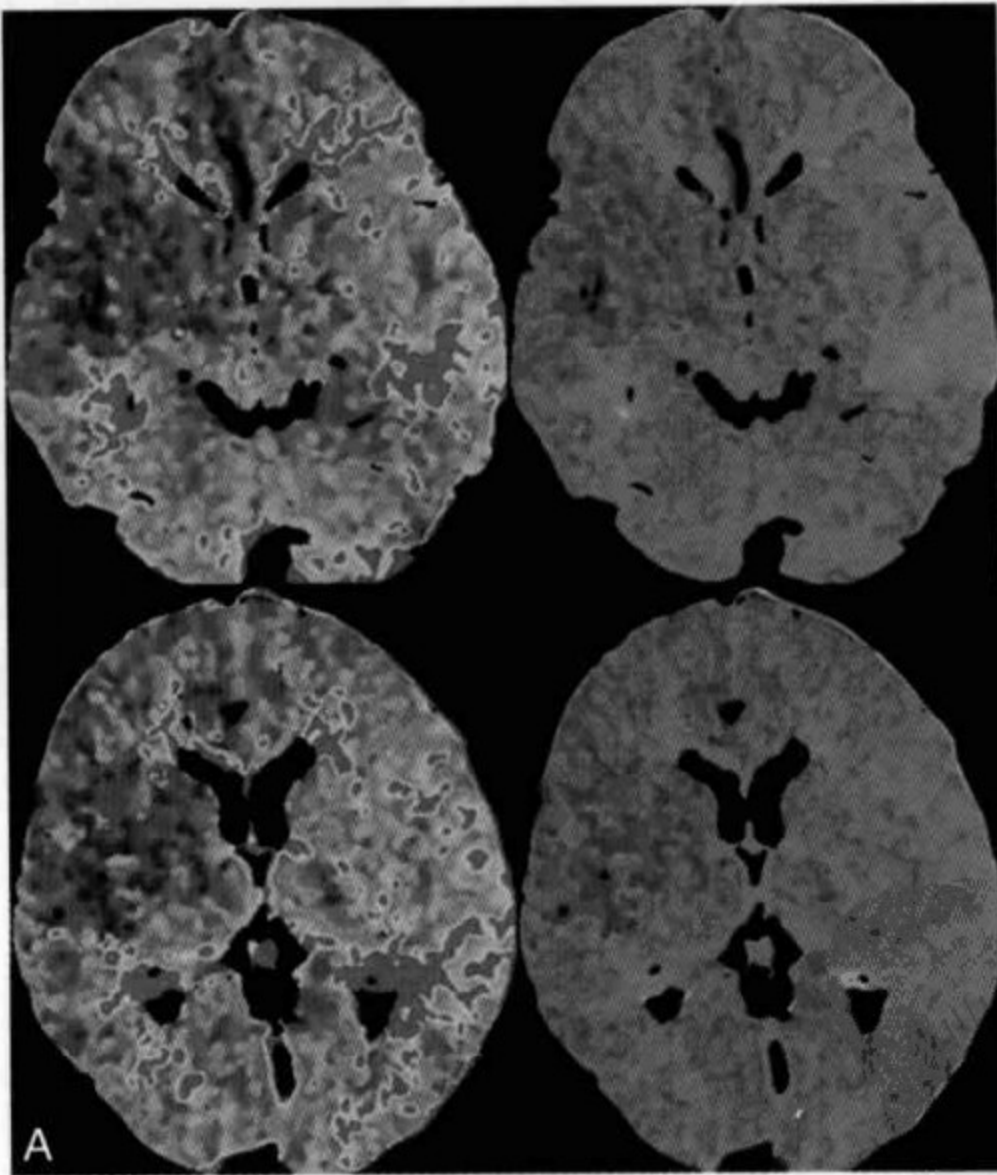
(六) 诊断报告基本要求

明确脑实质内缺血灶的范围和位置;进行影像学分型;进行影像学分期;对治疗效果给予评价(图 212,图 213)。



CBF

CBV

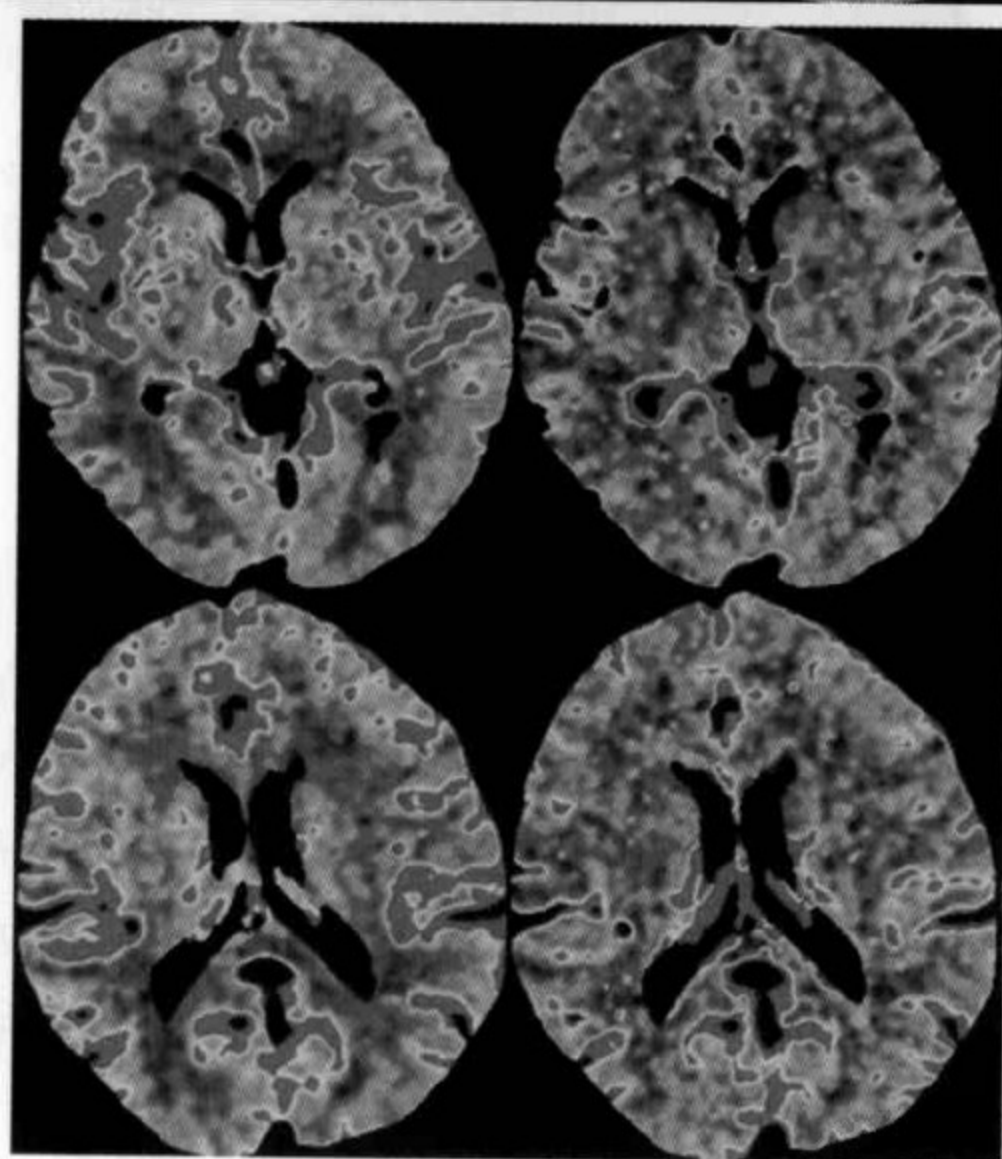


A

MTT

TTP

PDF
扫描
PDF



CBF

CBV

醫學
知
庫
PDG

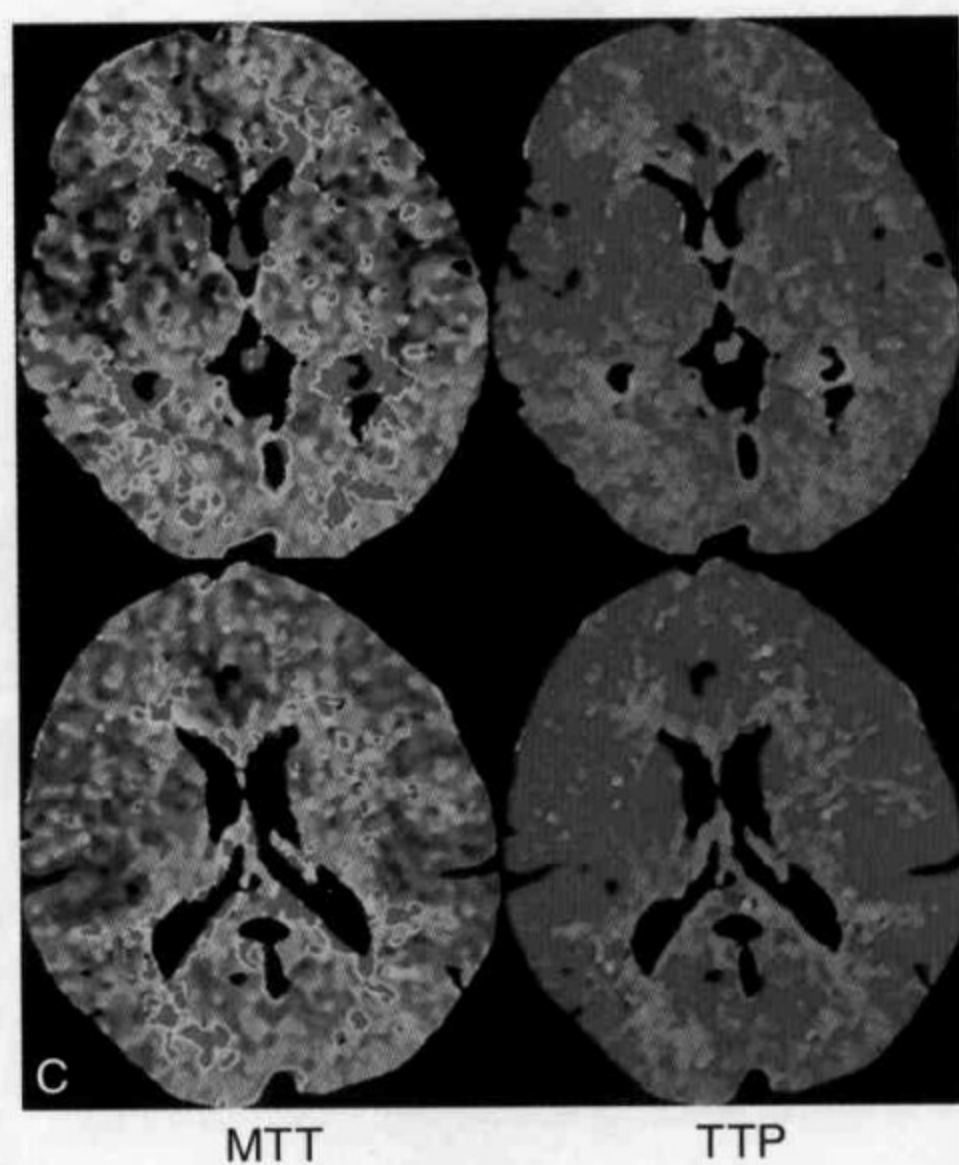


图 212 脑梗死前期脑局部缺血,支架置入治疗前后
A. 治疗前 CTP 参数图 (从左至右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图),左侧 MCA 分布区缺血改变 B. DSA 图(左侧为治疗前,右侧为治疗后)见左侧 MCA 水平段近端狭窄;介入治疗后病变血管回复正常 C. 治疗后 CTP 参数图(从左至右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图),与治疗前相比,原低灌注缺血区消失

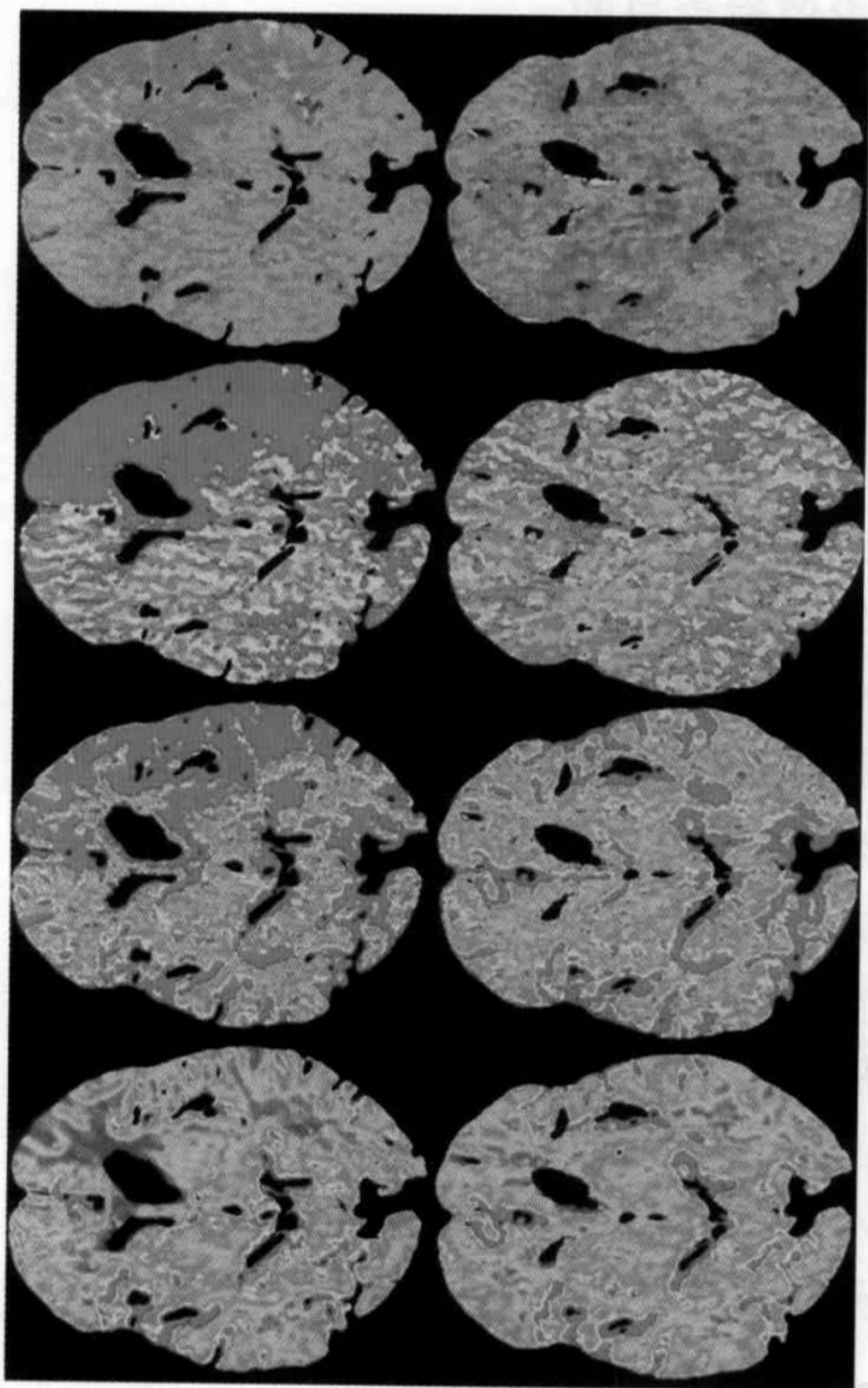


图 213 CTP 参数图(从左至右依次为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图)

上排为治疗前,见左侧 MCA 分布区脑梗死前期脑局部缺血改变,为阻塞型 I₂ 期改

变;下排为治疗后 2 周复查,原低灌注缺血区消失

九、血管内膜剥脱/溶栓/支架置入治疗后影像学评价

(一) 影像检查目的

1. 血管内膜剥脱术后 ①术后是否出现脑梗死?(可由术中斑块脱落引起)②是否并发脑出血?③术后责任血管供血分布区是否出现高灌注?BBB 是否破坏?④随访血管成像评价责任血管有无再狭窄?狭窄部位、狭窄程度、侧支循环代偿情况?⑤随访灌注成像评价脑实质血流灌注情况?脑缺血程度是否改善?

2. 溶栓治疗后 ①是否伴发出血转化?影像学分类?②梗死灶体积与治疗前比较有无改变?是否出现其他部位新鲜梗死灶?③本次新鲜梗死病灶的责任闭塞血管是否开通?有无狭窄?④是否仍然存在缺血半暗带?体积有无改变?⑤血流再灌注后,责任病灶区 BBB 是否破坏?

3. 支架置入术后 ①脑动脉支架置入术后即刻 NCCT 是否伴发颅内出血?NCCT 分型?②责任血管分布区与术前比较异常血流灌注是否恢复正常?③置入支架血管是否再狭窄?

(二) 检查方法选择及流程

1. 血管内膜剥脱术后 ①术后复查 CT 平扫;推荐同时复查 CT 灌注或 MR 灌注扫描;②术后血管多普勒超声随访,阳性者选择主动脉弓上 DSA 检查(金标准)或弓上 CEMRA 检查或弓上 CTA 检查;③随访出现血管再狭窄患者推荐一站

式 CT 或一站式 MR 检查。

特别提示

选择一站式 CT 时,结合临床分型及 CTA 结果选择 CTP 层面定位,前循环病变选择基底节及侧脑室体部层面,后循环病变选择幕下层面。

2. 溶栓治疗后 溶栓治疗后如有症状性颅内出血指征或临床症状有恶化时立即复查 CT 平扫;发现有出血转化,临床治疗后定期复查 CT 平扫。

溶栓治疗后 24~36 小时复查 CT 检查 (CT 平扫、CTP 和 CTA) 或 MR 检查 (T_1WI 、 T_2WI 、DWI、MRA、PWI,可选择序列包括 T_2^*WI)。

溶栓治疗后 7 天 \pm 1 天或出院时复查 CT 平扫检查或 MR 常规检查 (T_1WI 、 T_2WI)。

特别提示

对于发病 3~9 小时内影像学指导下给予溶栓治疗的患者,推荐复查模式与溶栓前检查模式相同,便于溶栓治疗效果对照。

3. 支架置入术后 脑动脉支架置入术后即刻 NCCT 检查;24~48 小时复查 NCCT 和 CT 灌注扫描;6 个月后复查 DSA,推荐同时复查 NCCT 和 CT 灌注扫描。

(三) 影像学检查流程及基本要求

1. 血管内膜剥脱术后

(1) CT 平扫检查

1) 目的:除外出血及其他病变。

2) 定位:以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描,避免晶状体直接照射。

3) 扫描范围:自颅底至头顶,包括全脑。

4) 层厚:颅底层面,3~5mm;幕上层面,层厚8~10mm。

5) 扫描参数参考表 8-19 (CT 仪: Sensation, Siemens 16 排, Germany)。

表 8-19 CT 扫描序列参数范围(供参考)

参数	CT 平扫		CTP	CTA
	幕下	幕上		
mAs	320	360	209	140
kV	120	120	80	100
Scan time(s)	1	1	40 ~ 50	4.04
Slice(mm)	3 ~ 5	8 ~ 10	10	0.75
No. of scan	10	10	80	
FOV(mm)	200	200	200	200

(2) 弓上 DSA

1) 目的:动态全面地观察主动脉弓至颅内的血管形态。

2) 设备:C 型臂 X 线数字减影血管造影机。

3) 范围:分段造影,下段从主动脉弓下方向

上至颈动脉分叉上方，上段从颈动脉分叉下方向上至鞍上。

4) 投照角度:前后位、侧位+多角度斜位。

5) 碘对比剂:采用非离子型等渗碘对比剂,碘浓度为 300mgI/dl 以上。

6) 注射参数(供参考):主动脉弓造影时,造影剂总量为 25ml,流速为 20ml/s;颈总动脉造影时,总量 7~8ml,流速 5ml/s。颈内动脉造影时,总量 5ml,流速 3ml/s。压力 500PSI。

(3) 弓上 CEMRA

1) 目的:显示主动脉弓至颅内血管。

2) 设备:1.5T 以上 MR 成像设备,颈部线圈或神经血管线圈。

3) 定位/范围:根据 2D-PC/TOF 图像定位,自主动脉弓下方向上扫描至颅内。

4) 高压注射器:流率设置为 1.5~3ml/s,注射时间为 5~7 秒,总量 20ml。

5) 静脉穿刺针:建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自浅表静脉穿刺。

6) 扫描延迟:造影剂跟踪触发,冠状位或矢状位扫描。

7) 图像包括水平方向和垂直方向的多角度 MIP 重建图像,至少包括矢状位、冠状位、轴位等。

8) 图像后处理基本要求:CEMRA 成像:提供水平和垂直方向的多角度 MIP 血管图像,必要时左右两侧颈动脉分别重建,以减少血管重叠。

(4) 弓上 CTA

1) 目的:显示主动脉弓至颅内血管,特别是颈总动脉分叉部。

2) CTA 扫描参数(供参考):仰卧位,头先进;固定患者头部,扫描开始前嘱其禁做吞咽动作;从脚到头方向扫描,从主动脉弓下缘向上至颅内;300mg/ml 非离子碘造影剂,总量 100ml,注射速度 3~4ml/s 静脉团注;造影剂跟踪自动触发或手动(10~17 秒)延迟螺旋扫描;层厚 0.75~2mm,螺距 0.45~2mm,FOV 12~15cm。

3) 图像后处理基本要求:CT 血管成像提供水平和垂直方向 MPR/MIP/SSD/VR 的多角度 CTA 图像;必要时左右两侧颈动脉分别重建,以减少血管重叠;CTA 原始图像:多层面连续轴位图像。

(5) CT 灌注成像

1) 目的:观察脑实质内血流灌注情况。

2) 感兴趣层面选择:根据所使用多层螺旋 CT 的实际情况,选择 1~4 层进行 CT 灌注扫描。根据平扫 CT 结果,在可疑病变区域选择感兴趣层面进行扫描。为了保证质量,幕上病变尽可能选择基底节层面和侧脑室体部层面进行灌注扫描。

3) 推荐做碘对比剂过敏实验,签署知情同意书。

4) 高压注射器:流率设置为 8ml/s,注射总时间为 5~6 秒(如 CT 灌注采用最大斜率法进行图像后处理建议流速为 8ml/s)。

5) 监测心电、血压。

6) 图像后处理基本要求: 提供 CBF、CBV、MTT、TTP 参数图。

(6) MR 灌注成像

1) 目的: 观察脑实质内血流灌注情况。

2) 感兴趣层面选择: 根据所使用 MR 成像设备的实际情况, 进行全脑覆盖的 MR 灌注扫描。

3) MR 对比剂: Gd-DTPA, 0.2mmol/kg, 根据患者体重采用钆对比剂(20~30ml)。

4) 高压注射器: 流率设置为 3ml/s, 注射总时间为 5~6 秒。

5) 扫描: 基线层面扫描 6~8 帧后, 注入对比剂。

6) 图像后处理基本要求: 提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

2. 溶栓治疗后 CT 检查模式包括平扫、灌注成像和脑血管成像。

(1) CT 平扫检查

1) 目的: 除外出血及其他病变。

2) 定位: 以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描, 避免晶状体直接照射。

3) 扫描范围: 自颅底至头顶, 包括全脑。

4) 层厚: 颅底层面, 3~5mm; 幕上层面, 层厚 8~10mm。

5) 扫描参数参考表 8-19 (CT 仪: Sensation, Siemens 16 排, Germany)。

(2) CT 灌注成像

1) 目的: 评价溶栓治疗后异常血流灌注有无改善, 包括缺血半暗带脑组织是否恢复正常。

2) 感兴趣层面选择: 根据所使用多层螺旋 CT 的实际情况, 选择 1~4 层进行 CT 灌注扫描。根据平扫 CT 结果, 在可疑病变区域选择感兴趣层面进行扫描。为了保证质量, 幕上病变尽可能选择基底节层面和侧脑室体部层面进行灌注扫描。

3) 高压注射器: 流率设置为 8ml/s, 注射总时间为 5~6 秒 (如 CT 灌注采用最大斜率法进行图像后处理建议流速为 8ml/s)。

4) 扫描: 启动高压注射器注入对比剂的同时进行 CT 灌注扫描。

5) 监测心电、血压。

(3) CT 血管成像

1) 目的: 显示 ICA 颅内段、MCA、ACA、基底动脉和 PCA 血管狭窄或闭塞状况。

2) 禁忌证和检查中止指标同 CT 灌注检查。

3) 扫描范围: 全脑。

4) 非离子型等渗碘对比剂: 300mgI/dl, 用量为 50~90ml (64 排 CT 只需 50ml)。

5) 高压注射器: 第一时相: 4ml/s 速度注入 30ml, 然后以 3ml/s 注入 60ml, 自右侧肘正中静脉注入, 总剂量为 90ml (天坛医院使用参数)。

6) 静脉穿刺针: 建议至少采用 22GA×1.0in (0.9×25mm) 规格的密闭式静脉留置针, 自右侧肘正中静脉穿刺。

7) 扫描: 启动高压注射器的同时启动 CTA 扫描程序, 在 bolus tracking 软件的监测下完成 CTA 扫描。

8) 图像后处理基本要求

CT 灌注成像:提供 CBF、CBV、MTT、TTP 参数图。

CT 血管成像:获得 VR 和 MIP 的 CTA 图像,上下和左右方向以 12° 角度旋转;颈内动脉海绵窦段和岩骨段推荐加做平行血管长轴的 MPR 图像。

CT 灌注成像原始图像:建议以 10mm 层厚重建轴位图像。

MR 检查模式包括 T_1 WI、 T_2 WI、DWI、MRA 和 PWI。各种扫描参数(供参考)见表 8-20。

表 8-20 MR 扫描序列参数范围(供参考)

扫描序列	层数	层厚	间距	TR	TE	FOV
T_1 WI	24	5	30%	2200	9.8	23
Diffusion	24	5	30%	2700	—	23
T_2 *WI	24	5	30%	613	20	22
MRA	4slabs	0.65	-30%	21	3.86	20
Perfusion	19	5	30%	1400	34	23

(4) MR 平扫

1) 目的:观察有无出血转化,明确有无新鲜梗死灶。

2) 设备:1.5T 以上 MR 成像设备,且具有 DWI 和 PWI 检查程序和后处理程序。

3) 定位及扫描范围:矢状面 T_1 WI 定位后,平行前后联合的连线从后颅窝底部向上扫描,直至脑突面最高点。

4) 层厚:横断面图像 5mm 层厚,连续扫描。

5) 横断面图像至少包括 T₁WI、DWI 和 ADC 图像。

(5) MR 灌注成像

1) 目的:评价溶栓治疗后异常血流灌注有无改善,包括缺血半暗带脑组织是否恢复正常。

2) 感兴趣层面选择:根据所使用 MR 成像设备的实际情况,进行全脑覆盖的 MR 灌注扫描。

3) MR 对比剂:Gd-DTPA,0.2mmol/kg,根据患者体重采用钆对比剂(20~30ml)。

4) 高压注射器:流率设置为 3ml/s,注射总时间为 5~6 秒。

5) 静脉穿刺针:建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm)规格的密闭式静脉留置针,自右侧肘正中静脉穿刺。

6) 扫描:基线层面扫描 6~8 帧后,注入对比剂。

7) 图像后处理基本要求

DWI:需有 B 值为 0、1000 的参数图。

MRA:提供 3D-TOF 血管图像。

MR 灌注成像:提供 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图。

3. 支架置入后

(1) CT 平扫检查

1) 目的:除外出血及其他病变。

2) 定位:以听-眶上线之间的连线为基准平面扫描,避免晶状体直接照射。

3) 扫描范围:自颅底至头顶,包括全脑。

4) 层厚:颅底层面,3~5mm;幕上层面,层厚

8~10mm。

5) 扫描参数参考表 8-19 (CT 仪: Sensation, Siemens 16 排, Germany)。

(2) CT 灌注成像

1) 目的: 观察脑实质内血流灌注情况。

2) 碘对比剂: 采用非离子型等渗碘对比剂, 碘浓度为 300mgI/dl, 用量 40~50ml。

3) 感兴趣层面选择: 根据所使用多层螺旋 CT 的实际情况, 选择 1~4 层进行 CT 灌注扫描。根据平扫 CT 结果, 在可疑病变区域选择感兴趣层面进行扫描。为了保证质量, 幕上病变尽可能选择基底节层面和侧脑室体部层面进行灌注扫描。

4) 推荐做碘对比剂过敏实验, 签署知情同意书。

5) 留置套管针, 建议至少采用 20GA×1.16in (1.1×30mm) 规格的密闭式静脉留置针, 自右侧肘正中静脉穿刺。

6) 高压注射器: 流率设置为 8ml/s, 注射总时间为 5~6 秒 (如 CT 灌注采用最大斜率法进行图像后处理建议流速为 8ml/s)。

7) 扫描: 启动高压注射器注入对比剂的同时进行 CT 灌注扫描。

8) 监测心电、血压。

9) 图像后处理基本要求: 提供 CBF、CBV、MTT、TTP 参数图。

(四) 图像解读

1. 血管内膜剥脱术后

(1) CT 平扫除外出血。

(2) 高灌注:CT 或 MR 灌注图像上显示责任血管分布区 CBF 和 CBV 升高。

(3) 血脑屏障破坏:CT 灌注图像的 PS 参数图像显示异常血流灌注区密度增高,则提示该区域 BBB 破坏(图 214,215)。

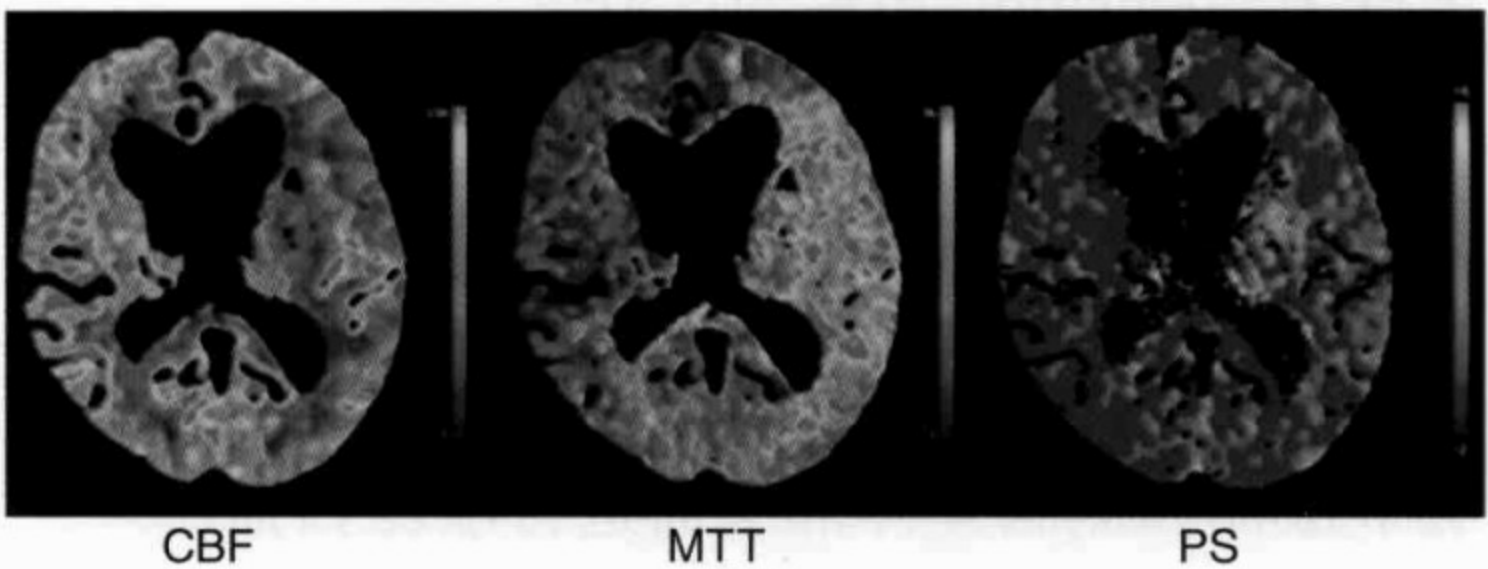


图 214 头部 CT 灌注图像

左侧 MCA 分布区 CBF 轻度降低,MTT 延长,异常血流灌注区内 PS 值延长,提示异常血流灌注区内 BBB 破坏

(4) 脑实质异常血流灌注评价参照脑梗死前期局部低灌注改变影像学分期。

(5) 颈部血管狭窄程度的分级:根据颈动脉血管的残腔可以计算血管的狭窄程度并分级为正常、轻度 $<50\%$ 、中度 $50\% \sim 69\%$ 、重度 $70\% \sim 99\%$ 和闭塞 100% (图 216)。

2. 溶栓术后

(1) 出血转化:CT 表现:急性期为高密度影(图 217)。MR 表现:急诊所见多为急性期,呈等长 T_1 短 T_2 信号影, T_2^*WI 呈明显低信号影,各期病理基础及 MR 表现见表 8-21 和图 218。

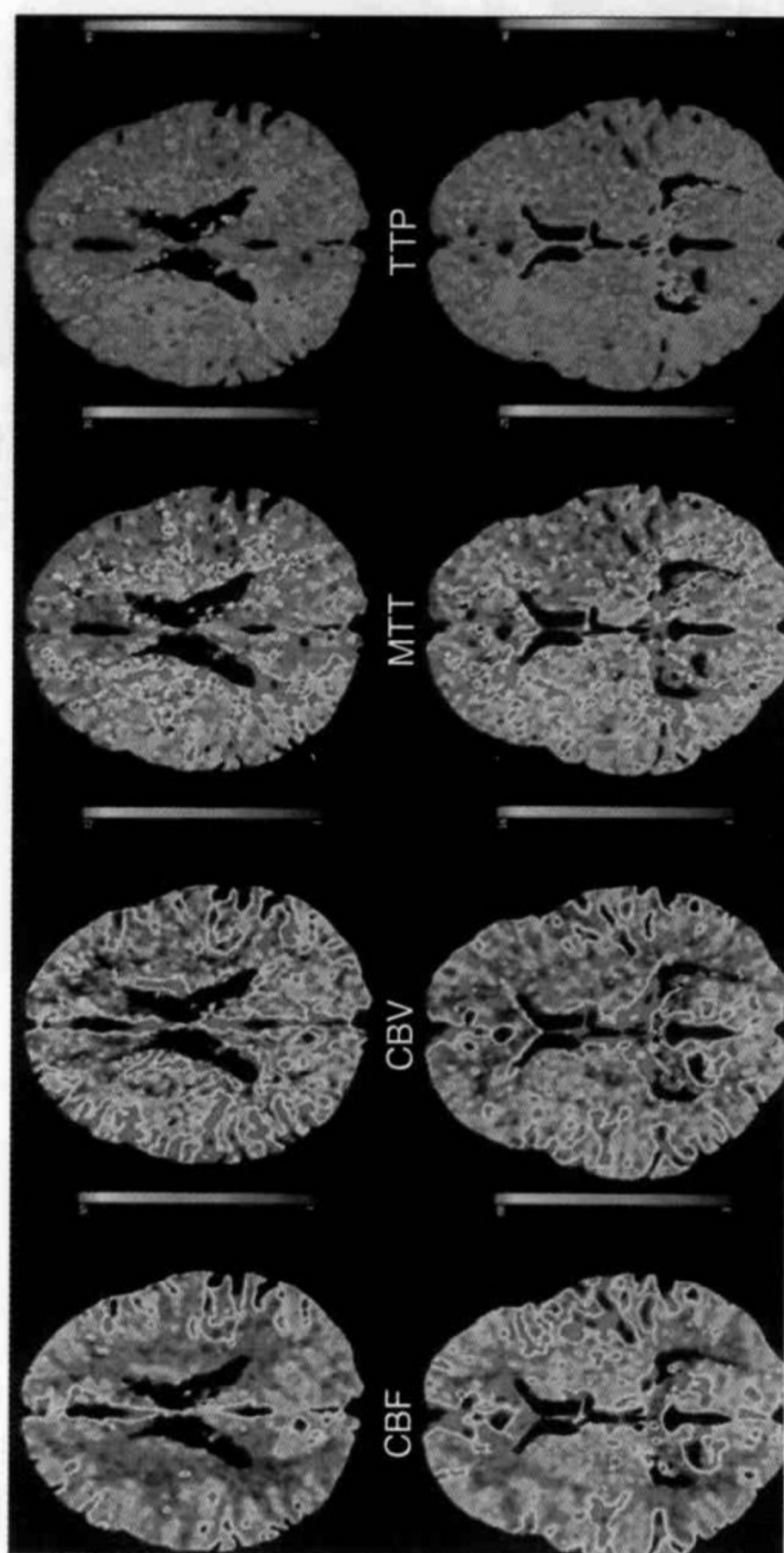


图 215 头部 CT 灌注图像

右侧 MCA 分布区显示为 CBF 正常, CBV 略升高, MTT 和 TTP 延长, 符合脑梗死前期局部低灌注 I₂ 期改变



图 216 颈部 CEMRA 检查显示右侧颈内动脉起始部重度狭窄，左侧颈动脉分叉前中度狭窄



图 217 CT 平扫显示右侧顶枕交界区梗死病灶内高密度影

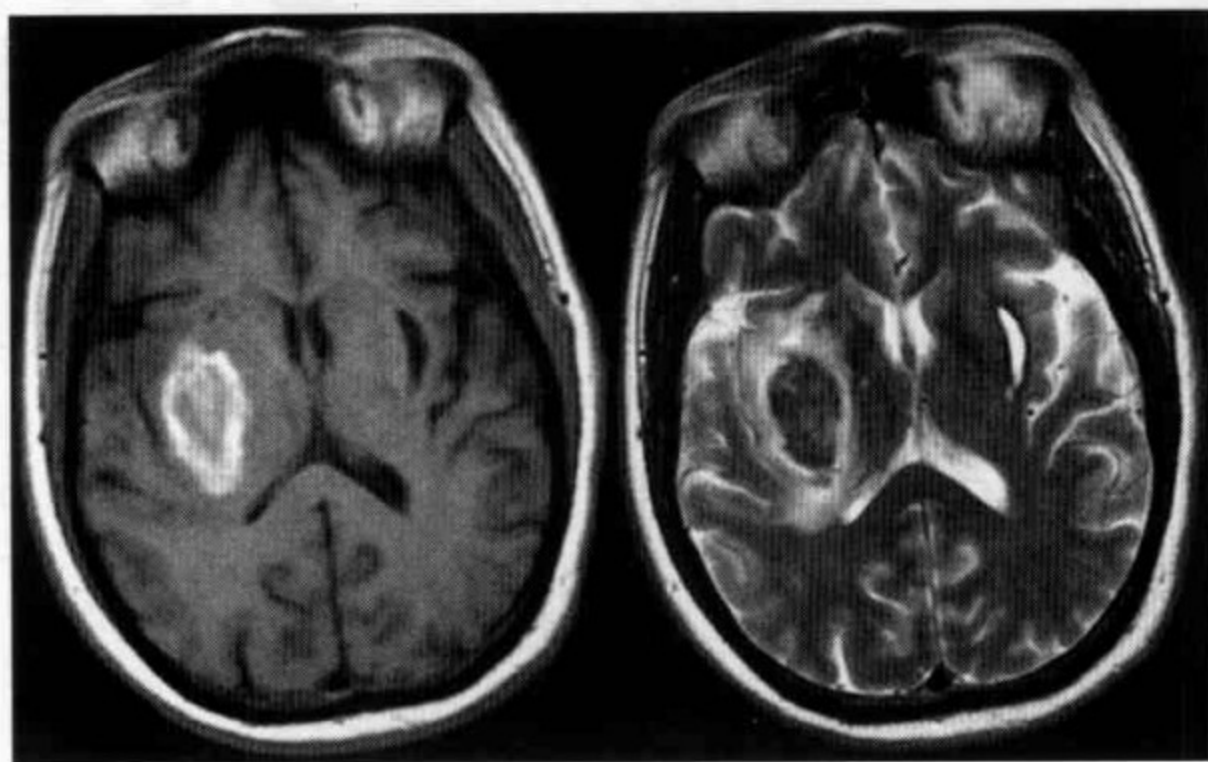


图 218 右侧外囊、底节区亚急性期出血

MRI T_1 WI 右侧外囊底节区可见肾形向心性发展的高信号影， T_2 WI 呈低信号影；左侧外囊区可见陈旧性出血后软化灶，病灶周边可见含铁血黄素环所致的短 T_2 信号影

(2) 出血转化影像学分类：见表 8-22 和图 219~图 225。

表 8-21 颅内出血的 MR 表现

分期	时间	主要成分	MR 表现		备注
			T ₁ WI	T ₂ WI	
超急性期	数分钟至数十分钟	细胞内氧合 Hb	等/略低信号	高信号	低场 T ₁ WI 为高信号
急性期	2 天内	细胞内去氧 Hb	等/略低信号	低信号	DD
亚急性早期	3~5 天	细胞内正铁 Hb	向心性发展的 高信号	低信号	BD bright/dark
亚急性中期	6~10 天	细胞外正铁 Hb	高信号	向心性发展的 高信号	BB
亚急性晚期	10 天至 3 周	中心正铁 Hb 周边含铁血黄素沉积	高信号	中心高信号 低信号环	BB
慢性期	数月后	中心液化 周边含铁血黄素沉积	低信号 等/略高信号环	中心高信号 低信号环	

表 8-22 超急性期脑梗死溶栓治疗后出血转化分类

分类	影像学表现
HI1	沿梗死区边缘小的出血点、斑
HI2	在梗死区内融合的出血点、斑,但无占位效应
PH1	血肿未超出梗死区的 30%,有轻度占位效应
PH2	血肿超出梗死区的 30%,有显著占位效应
SAH-1	局灶性蛛网膜下腔内高密度
SAH-2	弥漫性蛛网膜下腔内高密度
PHr1	远离梗死区的小至中等血肿;可有轻度占位效应
PHr2	远离梗死区的大的融合血肿,有明显占位效应

HI: hemorrhagic infarction; PH: parenchymal hematoma

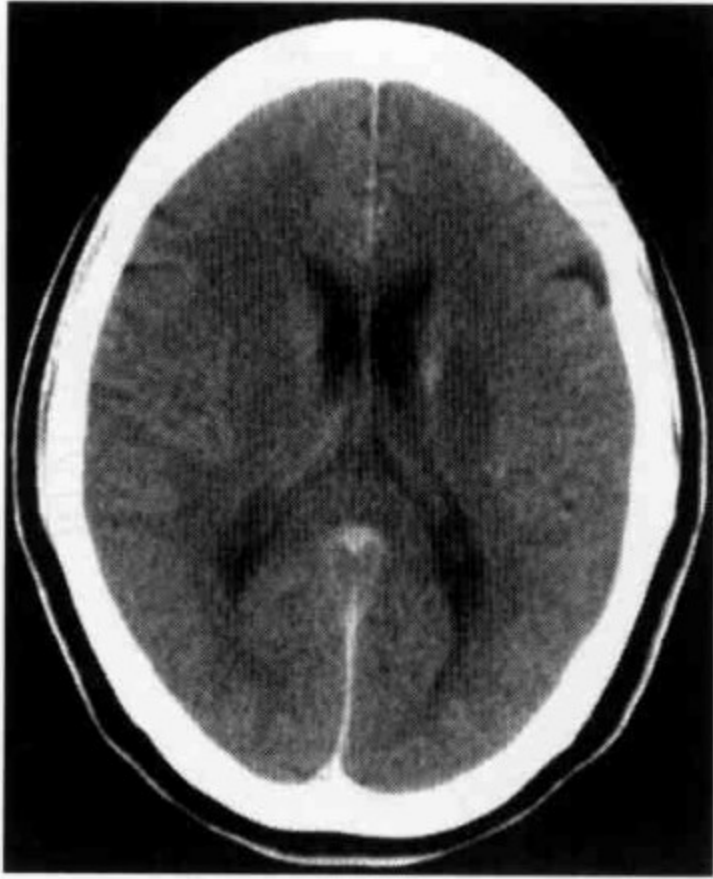


图 219 HI1: 左侧放射冠梗死病灶内侧边缘可见斑点状略高密度影

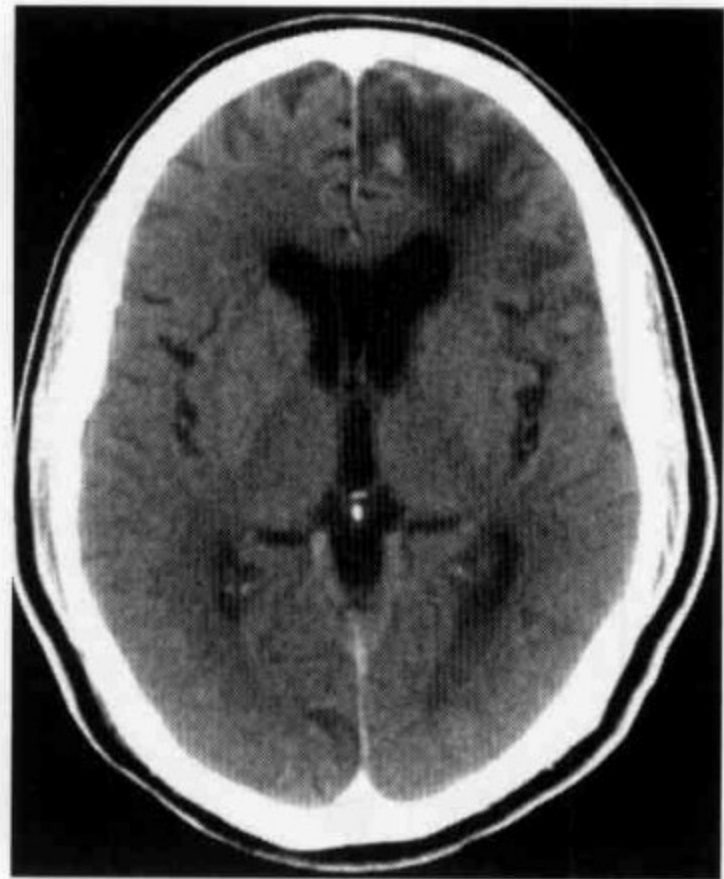


图 220 HI1: 左侧额叶梗死病灶内侧边缘可见斑点状、小片状略高密度影

中华医学
影像学
PDG

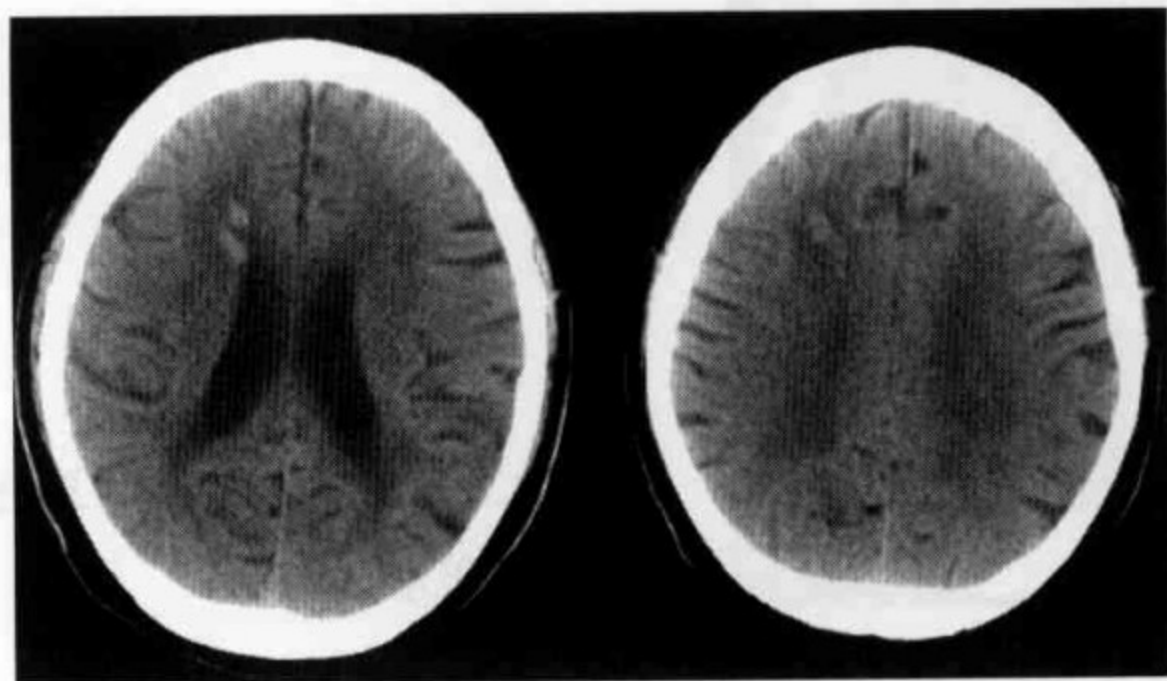


图 221 HI2:右侧额角旁白质梗死病灶内可见斑片状略高密度影,无明显占位效应

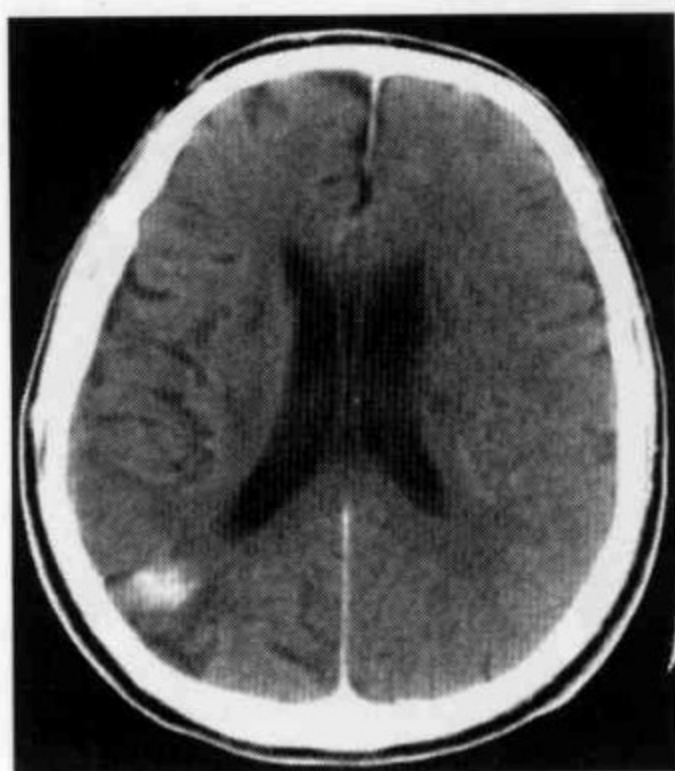


图 222 PH1:CT 平扫显示右侧顶枕交界区梗死病灶内高密度影



图 223 PH2:右侧底节区梗死病灶处可见团状高密度血肿影,血肿超出梗死区的 30%,同时出血破入脑室内,有显著占位效应

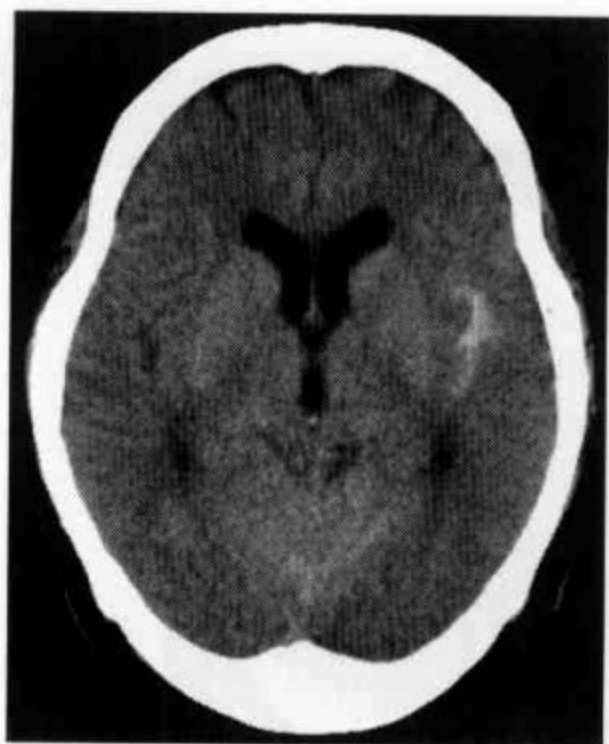


图 224 SAH1:左侧侧裂池内局限性高密度

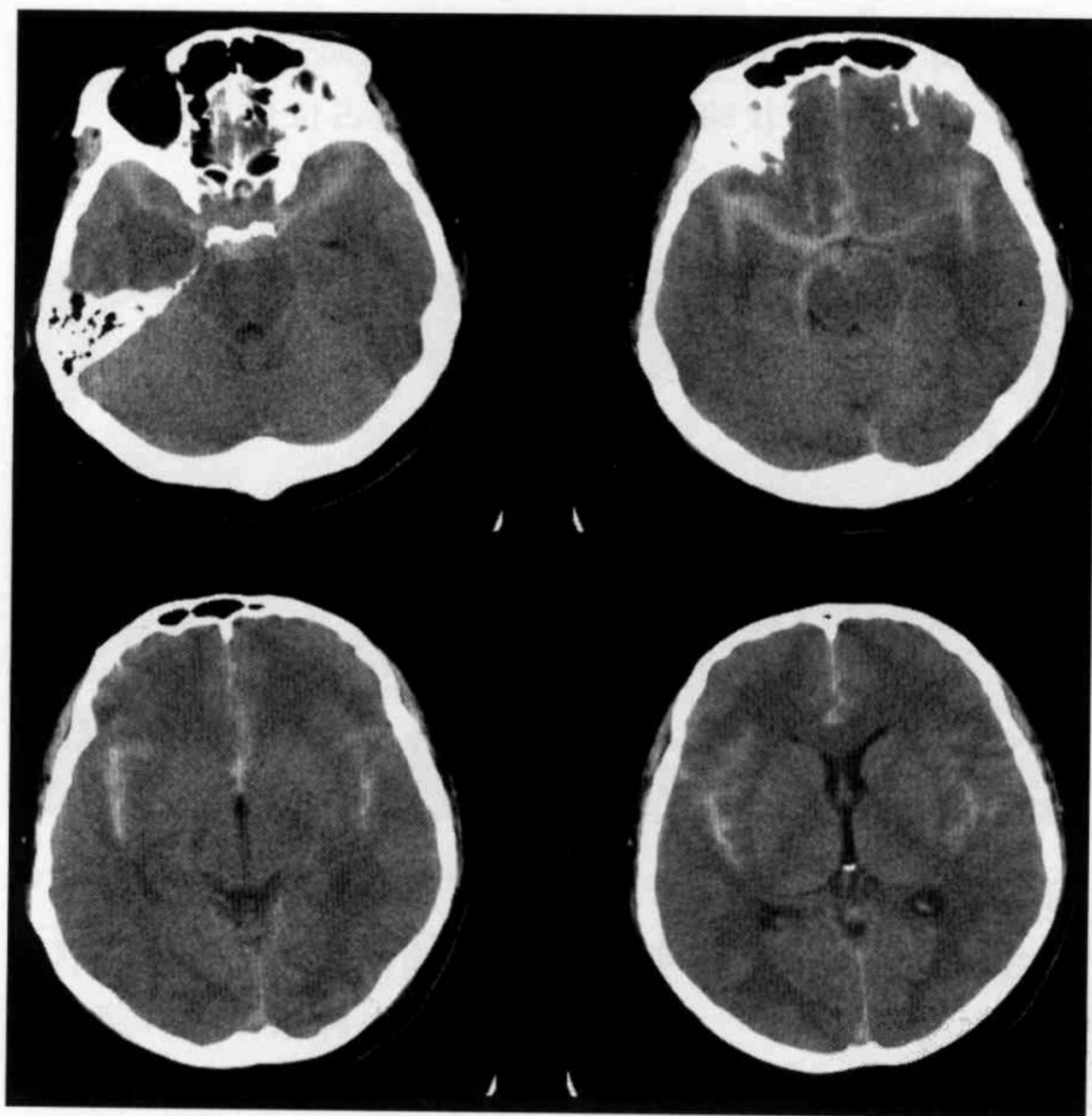


图 225 SAH2:弥漫性蛛网膜下腔内高密度影

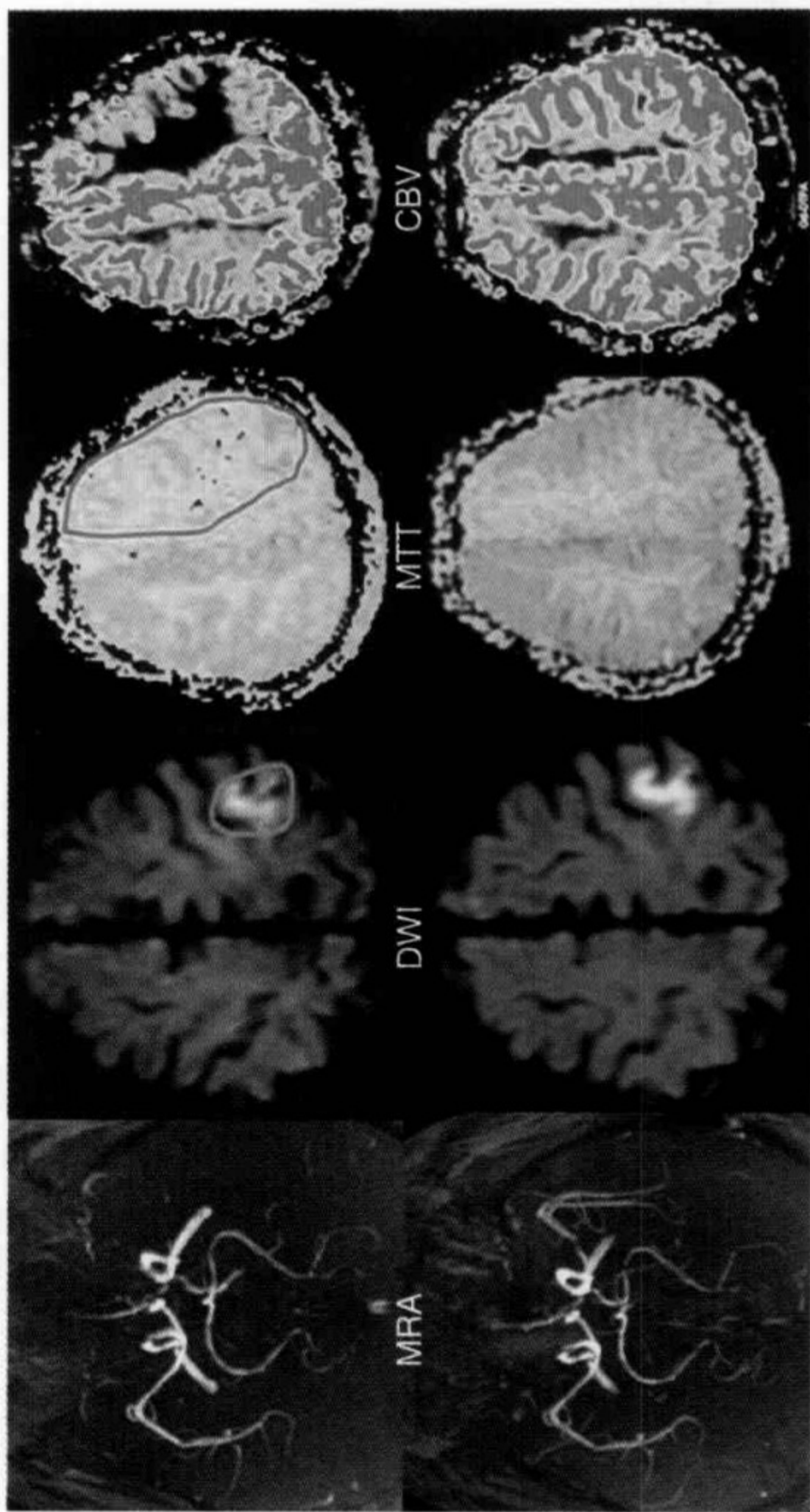


图 226 一站式 MR 指导下的溶栓治疗前后 MR 图像

男患,57岁,突发右侧肢体无力5小时。第一排为溶栓治疗前图像,MRA显示左侧MCA闭塞,左侧顶叶可见小片状超急性期脑梗死改变(DWI显示为高信号影),MR灌注图像MTT和CBV参数图上左侧额顶叶可见大片状异常血流灌注区,缺血半暗带(MTT和DWI不匹配区) $>20\%$,该患接受rtPA静脉溶栓治疗。第二排为溶栓24小时后复查的MR图像,MRA显示左侧MCA开通,但水平段仍存在节段性狭窄病灶,DWI显示梗死病灶体积未见明显变化,MR灌注图像显示原大片状异常血流灌注区基本恢复正常,仅皮层内分水岭区MTT仍延长,为MCA水平段狭窄病灶所致,该患选择择期继续血管内支架治疗

(3) 观察缺血半暗带体积有无变化。缺血半暗带为 MTT 异常区域大于 CTA 原始图像或 CT 灌注成像原始图像或 DWI 异常区域的部分为缺血半暗带(图 226,227)。

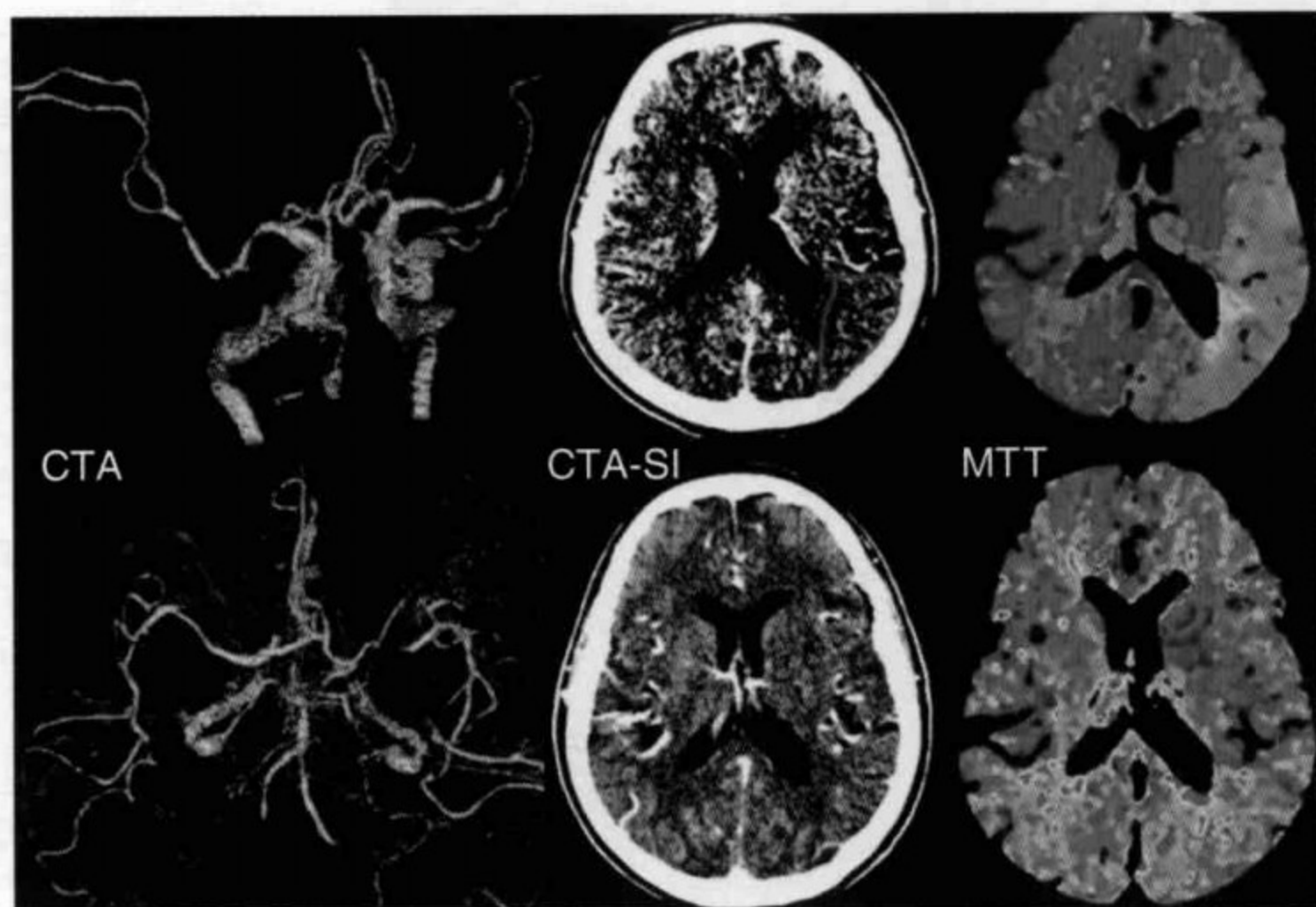


图 227 一站式 CT 指导下的溶栓治疗前后CT 图像

女患者,70岁,言语不利伴右侧肢体无力3.5小时。第一排为溶栓治疗前图像,CTA显示左侧MCA水平段远端闭塞,左侧顶枕叶交界区可见小片状超急性期脑梗死改变(CTA-SI显示为低密度影),CT灌注图像MTT参数图上左侧颞枕叶可见大片状异常血流灌注区,缺血半暗带(MTT和CTA-SI不匹配区) $>20\%$,该患接受rtPA静脉溶栓治疗。第二排为溶栓24小时后复查的CT图像,CTA显示左侧MCA开通,但水平段仍存在节段性狭窄病灶,CT灌注图像显示原大片状异常血流灌注区基本恢复正常

(4) CT灌注成像的PS参数图像:显示新鲜梗死区内密度增高影,则提示该区域BBB破坏。

(5) CT或MR血管成像:颅内血管病变分级采用天坛医院改良的TICI标准:0级,血管闭塞,

无前向血流通过闭塞段;1级,严重狭窄,有前向血流,远端血管分支显示稀疏;2级,非严重狭窄,有前向血流,远端可见部分血管分支显示;3级,无狭窄,远端血管分支显示正常。

(6) 新鲜梗死区:平扫CT见局部脑肿胀改变,包括脑回增厚、脑沟变浅或闭塞、岛带征阳性(外囊结构显示不清,岛叶皮层密度与外囊一致)。较大新鲜梗死病灶CTA原始图像或CT灌注成像原始图像呈轻微低密度影改变。DWI和ADC参数图分别表现为高信号区和低信号区;上述区域在T₂WI图像显示正常。

3. 支架置入术后 脑动脉支架植入术后即刻CT平扫分型、临床意义及术后处理见表8-23和图228~图231。支架置入术后脑实质异常血流灌

表8-23 脑动脉支架置入术后即刻CT平扫分型、临床意义及术后处理

分型	NCCT表现	临床意义及术后处理
I型	颅内较大血管(如大脑中动脉)和大脑镰、小脑幕、上、下矢状窦明显强化,蛛网膜下腔和脑实质内未见高密度灶	正常的头颅CT强化表现,术后可以继续抗凝和抗血小板治疗
II型	除有I型表现外,梗死灶内见斑片状、片状高密度影,占据梗死灶的部分或全部,无占位效应	首先给予鱼精蛋白中和肝素,停止抗凝,严格控制血压

续表

分型	NCCT 表现	临床意义及 术后处理
	4~8 小时内复查 NCCT, 高密度影可明显吸收或完全吸收	复查 NCCT 显示高密度影吸收后继续进行抗凝治疗
Ⅲ型	除有 I 型表现外, 蛛网膜下腔和(或)脑实质内可见高密度影, 复查 NCCT 高密度影进行性增大, 有占位效应	立即中和肝素, 停止抗凝、抗血小板治疗, 同时给予充分的止血治疗

(杜彬等. 中华放射学杂志, 2005, 39:39-42)

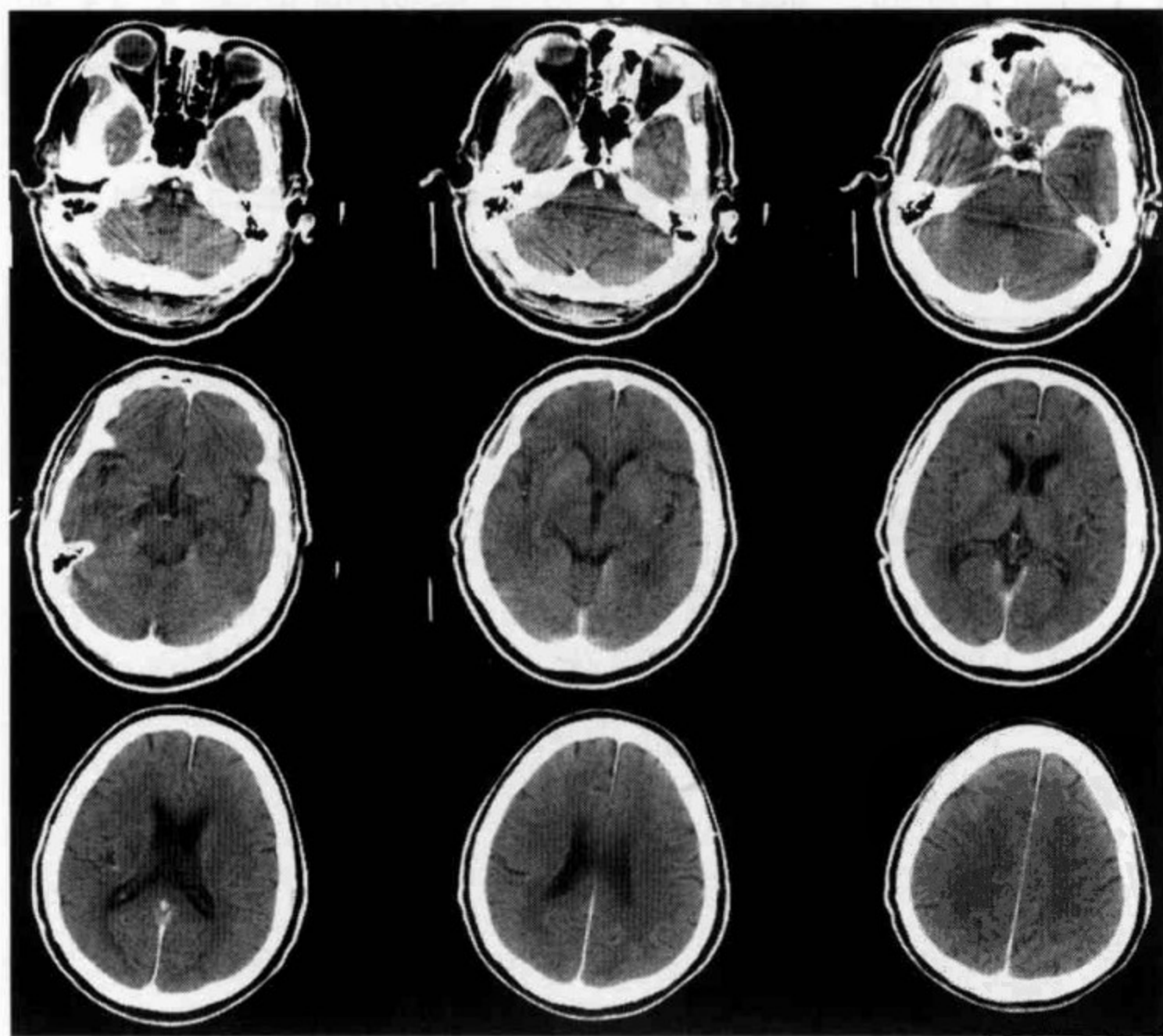


图 228 基底动脉支架置入术后即刻 CT 平扫 I 型表现
 双侧大脑中动脉、大脑镰、小脑幕、上、下矢状窦明显强化,
 蛛网膜下腔和脑实质内未见高密度灶

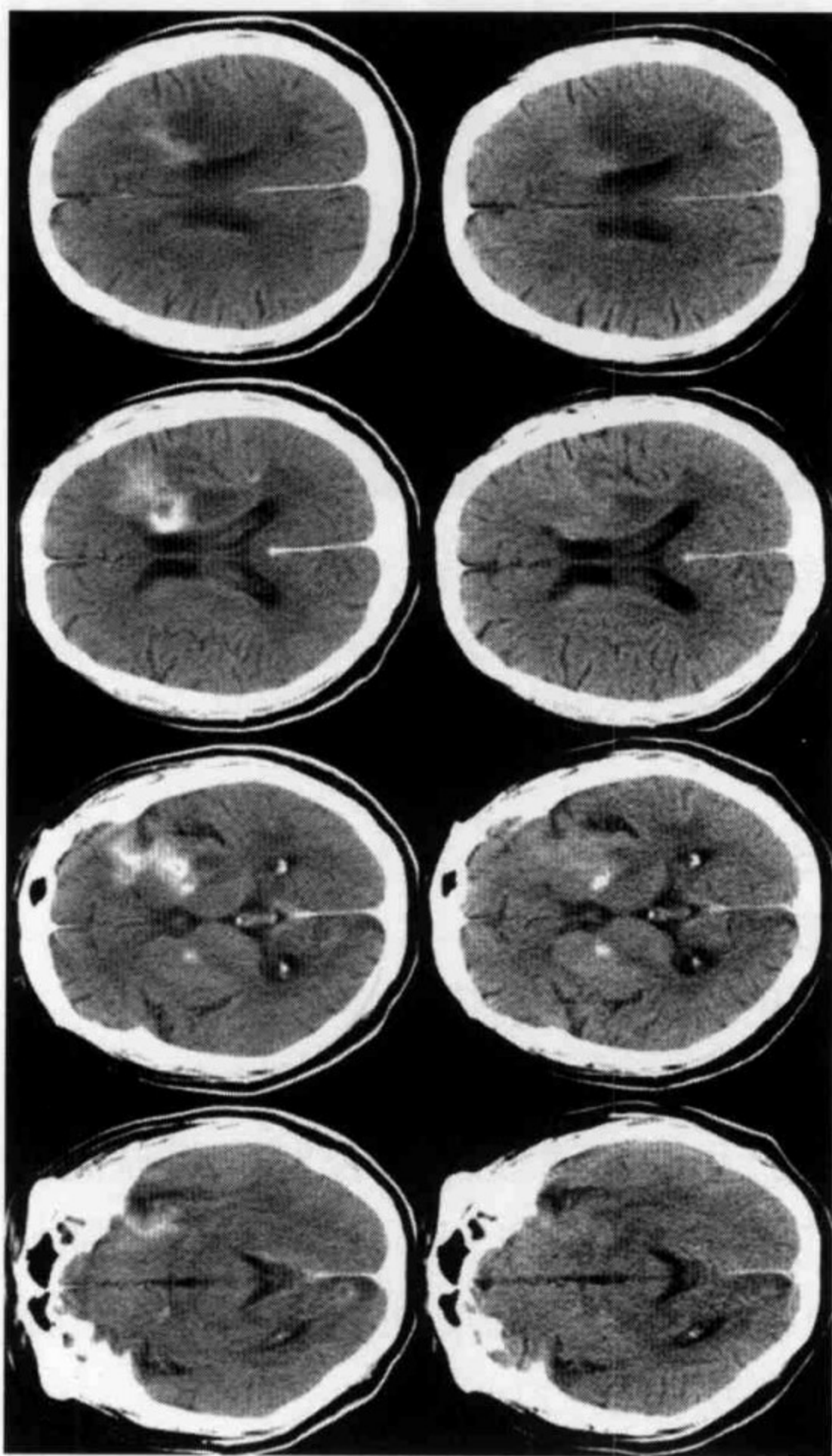


图 229 左侧颈内动脉支架置入术后 CT 平扫 II 型表现

第一排为即刻 CT 平扫,左侧额叶可见片状高密度影,第二

排为 4 小时后复查,高密度影基本消失

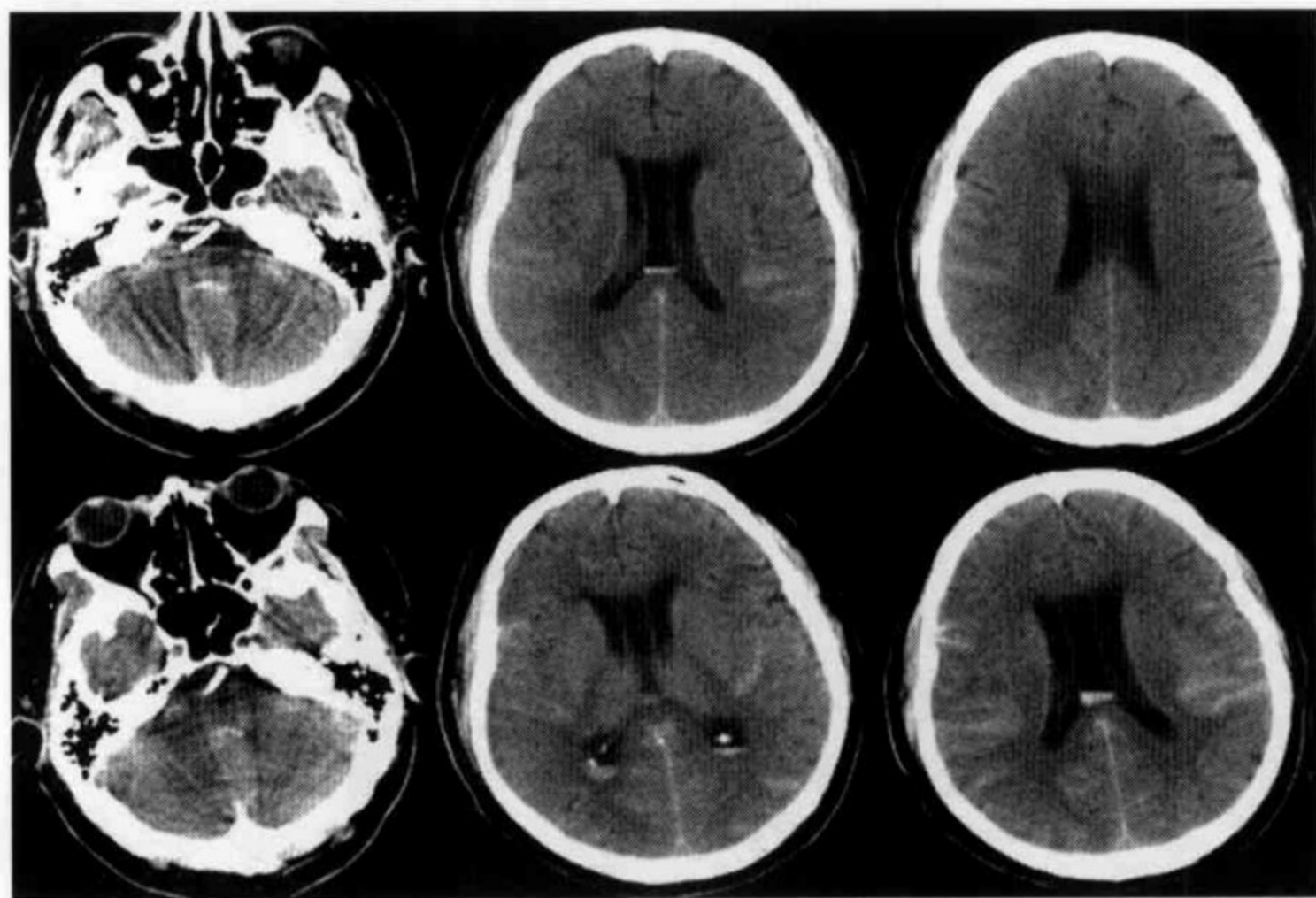


图 230 基底动脉支架置入术后 CT 平扫Ⅲ型表现

第一排为即刻 CT 平扫,蛛网膜下腔和脑室内可见高密度出血影,第二排为 4 小时后复查出血量增加

注评价见图 231。

(五) 诊断报告基本要求

书写诊断报告时要明确回答下述问题:

1. 血管内膜剥脱术后 ①术后是否伴发脑梗死、脑出血? ②术后灌注成像是否发现明显高灌注? ③随访有无血管再狭窄? 部位、程度? ④随访脑实质内是否存在异常血流灌注改变? 脑梗死前期局部低灌注改变分级?

2. 溶栓治疗后 ①是否伴发出血转化? 确定影像学分类; ②梗死灶体积与治疗前比较有无改变? 是否出现其他部位新鲜梗死灶? ③本次新鲜梗死病灶的责任闭塞血管是否开通? 有无狭窄? ④是否仍然存在缺血半暗带? 与治疗前比较体积有无

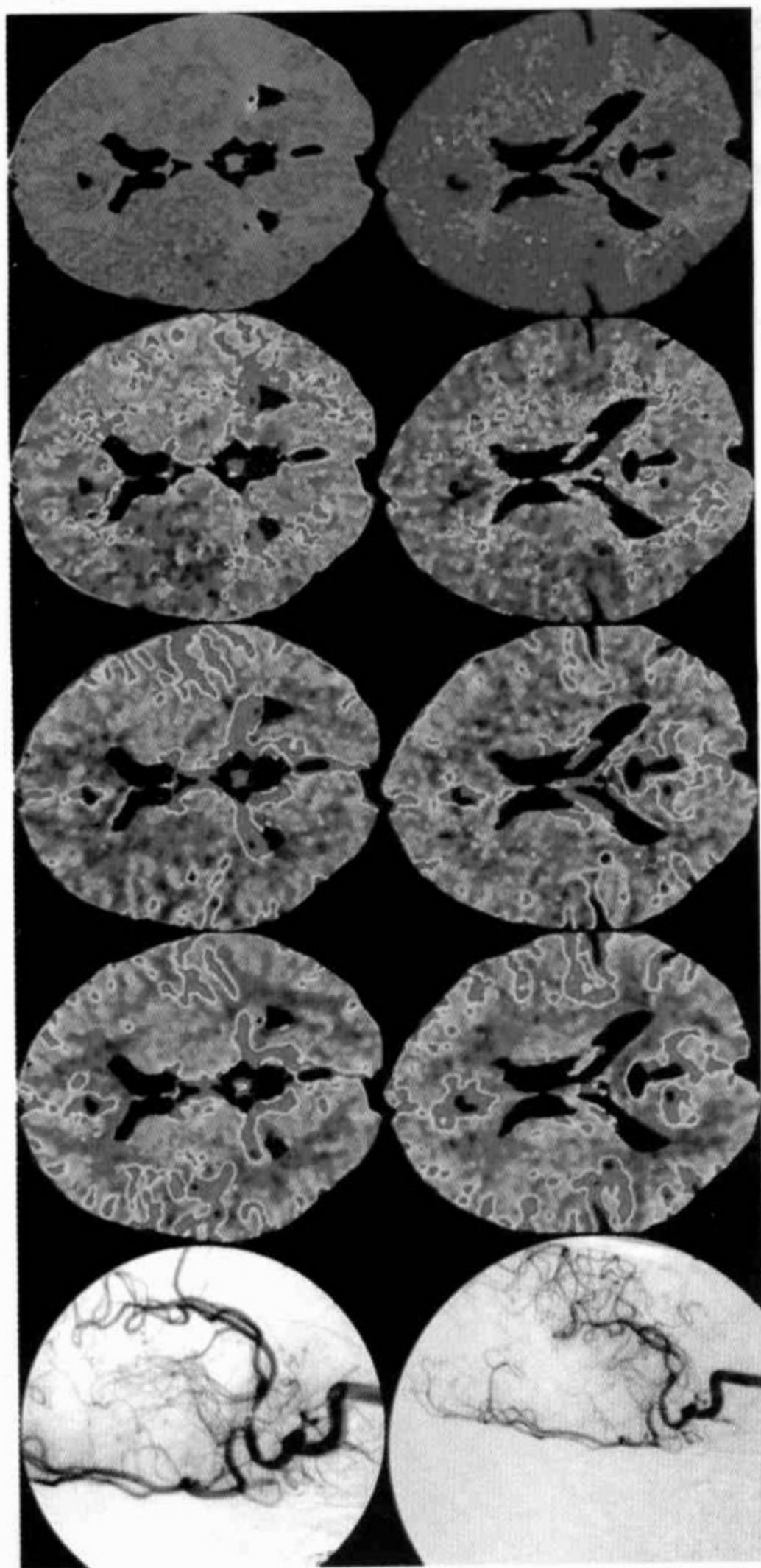


图 231 左侧大脑中动脉支架置入术前后 DSA 和 CT 灌注图像

(从左至右分别为 CBF、CBV、MTT 和 TTP 参数图)

第一排为治疗前图像, DSA 显示左侧 MCA 水平段节段性狭窄, 其供血分布区 CBF 正常、CBV 略增高、MTT 和 TTP 延长, 符合脑梗死前期局部低灌注 I₂ 其改变; 支架置入术后, DSA 显示血管影显示良好, 左侧异常血流灌注区恢复正常

改变?⑤血流再灌注后,责任病灶区 BBB 是否破坏?

3. 支架置入后 ①脑动脉支架置入术后即刻 NCCT 是否伴发颅内出血? 确定影像学分型;②与支架治疗前 CTP 比较,异常血流灌注有无改变?③置入支架血管是否发生再狭窄?

(陈 谦 詹 炯 隋滨滨 马 丽
刘光锐 高培毅 薛 静)