

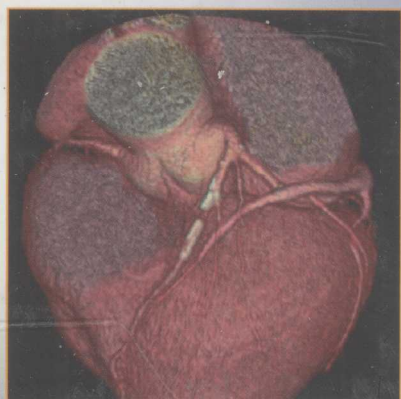


医药学院 610212045726

第1辑 (修订版)

CT和MRI诊断 重点、热点问题精讲

主 编 / 全冠民 陈 敏 袁 涛



Lectures about Critical Problems
in CT and MRI Diagnosis



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS



医药学院 610212045726

CT 和 MRI 诊断

重点、热点问题精讲

第 1 辑 (修订版)

Lectures about Critical Problems in
CT and MRI Diagnosis

主 编 全冠民 陈 敏 袁 涛

副主编 徐 成 李华兵 刘佩芳

编著者 (以姓氏笔画为序)

王颖杰	王巍巍	车东东	卢明明
冯平勇	朱青峰	全冠民	刘志霞
刘佩芳	齐战元	孙吉林	李华兵
时高峰	闵旭红	宋 段	张 颖
陈 敏	尚 华	周立霞	郑历明
赵 宁	赵 建	赵伟峰	钟洪波
姚金龙	袁 涛	耿 广	耿左军
徐 成	栾 静	高丽娟	高国栋
崔建岭	董江宁	解 明	魏志刚



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

CT 和 MRI 诊断重点、热点问题精讲/全冠民,陈 敏,袁 涛主编. —修订版. —北京:人民军医出版社,2012.6

ISBN 978-7-5091-5857-9

I. ①C… II. ①全… ②陈… ③袁… III. ①计算机 X 线扫描体层摄影—诊断学②核磁共振成像—诊断学 IV. ①R814.42②R445.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 120466 号

策划编辑:高爱英 文字编辑:高 磊 责任审读:周晓洲

出 版 人:石 虹

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927242

网址:www.pmmmp.com.cn

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:27.25 字数:739 千字

版、印次:2012 年 6 月第 1 版修订第 1 次印刷

印数:2001~4000

定价:150.00 元

版权所有 侵权必究

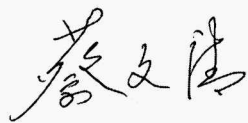
购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

序

现代医学进步是医学各分支学科发展共同推动的结果,医学影像学是其中发展最快的学科之一,也是20年来现代化医疗科研院所投资最多和最重视的专业。影像学技术已经成为临床诊断、治疗不可或缺的重要手段,不但可指明病变的大小、形态、部位,还可推测疾病的性质、帮助判断分期及评估治疗效果,对解剖结构和病变显示的细微程度已达到令人惊讶的水平,其作用不可替代。当前影像学技术已从100多年前单一X线检查过渡到断面成像(主要是CT与MRI)为主的多种方法,甚至通过对比剂和其他分子影像学手段可从细胞分化、代谢等方面判断疾病分子水平的变化,极大地拓宽了人们“视诊”的范围。与上述硬件发展不相适应的是,影像学医师的培养不能满足医院和影像学科快速发展需要,现行的医学影像学的学校教育和继续教育体系远远落后于医学影像信息的海量增长和知识更新速度,以至于很多医疗单位出现有设备、无人才的局面,市县级医院尤为严重,这也是我国影像学设备与欧美国家差距不大、但诊断与科研水平落后不小的原因所在。除了学制较短外,继续教育效果不佳难辞其咎,另外,大量的影像学医学文献(通过国内大型医学图书馆可阅读的外文影像学专业杂志已达30余种)也使得中青年医师无所适从。

基于上述原因,新冠民教授、陈敏教授、袁涛博士等参考了大量国内外文献,主持编写了这部《CT和MRI诊断——重点、热点问题精讲》,参与编写该书的都是卓有成就的中青年影像学专家,在国内外期刊或学术会议上发表和宣读大量论文,并长期担任影像学教学与科研工作。尤其值得一提的是新冠民教授,他是河北医科大学近年引进的人才之一,热心教学,多次被评为优秀教师,2004年以来,在河北医科大学第二医院主持了200余次影像学专题讲座。本书是他和其他编者从上述讲座中精选的论题也是影像学临床常见问题,内容覆盖全身各系统,反映了影像学近年来的进展。该书每个题目阐述细致、文笔流畅,深度介于教科书与专著、期刊之间,难能可贵的是每节均附有大量精美的图片,这些图像来自作者单位的实际病例,对于基层影像学医师和青年医师具有很大的参考价值,是影像学医师和相关专业医师不可多得的参考书。

本书的出版在一定程度上填补了我国影像学教育的空白,我非常愿意向有关医师推荐,并深信本书一定会受到广大影像学医师和相关专业医师的欢迎。但医学继续教育无止境,因此,希望编者们继续努力,与时俱进,注意吸收发达国家的经验,对本书不断地进行补充更新或出版续集,为提高医学影像诊断水平作出新的贡献。



河北医科大学校长

2012年6月

前言

20 世纪 90 年代以来,我作为大学教学医院的影像学医师开始从事影像学教学和在职医务人员的继续教育工作,教学的对象不但包括专科生、本科生、研究生,还有大量的进修医师、实习医师、青年医师。他们觉得缺乏适合阅读的参考书,教材固然经典,但内容不够丰富,真正面对临床实际,许多疑问难以解释,尤其是部位和影像学征象相似或相近的一类疾病,如何去综合分析是个问题;而相关的专著,内容常较艰深;查阅国内外杂志则卷帙浩繁,短期内难以奏效。对于青年医师以及远离中心城市的地市级及以下医疗单位的影像学医师来说,如何进一步学习以及要学习哪些知识常常感到困惑,尤其是 CT 与 MRI 发展很快,新技术不断涌现,影像学的视角不断扩大和深入,知识量越来越大。我们也时常遇到影像学专题继续教育材料匮乏的问题,或者说仅仅依靠教材、专著难以完成一个令人满意的专题讲座。为了某一个题目,常常需要查阅相关专业书籍和大量文献,耗时费力,而受众又很有限。2004 年以来,河北医科大学教学医院启动了每周一次的业务学习,由数十位专家和高年资医师作了 200 余次讲座,其中相当数量的报告获得了好评。为让更多的影像学医师和相关医师从中受益,我们把一些较好的继续教育内容整理编写出版。

本书的主编单位是河北医科大学第二医院和卫生部北京医院,34 位编者来自国内 15 所大中型医院(多为教学医院或大学附属医院),他们长期从事医疗、教学与科研工作,是各单位影像学科骨干,少数为在读硕士生或博士生,曾在国内外杂志和学术会议上发表和宣读过大量论文。短短一年多时间里,他们花费了很多精力查阅资料、辛勤写作,尤其难能可贵的是每个专题都配备了大量清晰的图片,这些图像均为编者们亲手经历的病例,对读者识别影像学征象和疾病将起到极其重要的作用。书稿写成后,由于编者较多,内容也较为庞杂,体例和编写风格难免差异较大,主编们本着“止于至善”的精神,又花费将近 3 个月的时间进行修改,有些章节甚至修改了四五次之多或完全重写。

除了在主编单位发表的演讲外,本书也纳入了编者们在国内国际学术会议或国家级与省级继续教育学习班而发表的专题讲座,这些演讲曾获得同道们的热情欢迎。

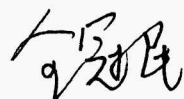
全书分 4 章,包括中枢神经系统,胸部、乳腺与心血管,腹部与盆腔,骨骼与软组织,均为 CT 与 MRI 诊断的相关问题,共 29 个专题。选题虽然涵盖全身各系统,但不求全,而要求较深、较新、切合实际,特别注意影像学临床常见的问题和难题,因此本书不是一本系统性的专著,但每篇均紧密结合临床,针对一个中心,自成体系,阐述全面。写作体例上借鉴了国外相关继续教育杂志和专著,着重于 CT 与 MRI 征象,也简要叙述相关流行病学、病理、临床及实验室内容,并在每篇(节)的前面附加一总结框,该框图可在全篇之前浏览以获得摘要式印象,也可在全篇看完之后阅读以达到总结之效果。

如上所述,本书适合研究生、影像科青年医师、进修医师及学有余力的实习医师学习和查阅,每节 1 万字左右,因此 2 小时能阅读完毕,可作为每周自学的材料。本书也可作为高年资医师和专家教学的参考,可结合自身的经验直接用于教学。

本书付梓之际,首先深深地感谢诸位编者,他们在这一年多里挤出时间,焚膏继晷,排除万难,在规定的期限内圆满完成了写作任务,以自己创造性的劳动为我国影像学教育事业添砖加瓦。其次,感谢河北医科大学校长、博士生导师、河北省泌尿外科学会主任委员蔡文清教授的大力支持和鼓励,蔡校长自

始至终地关心本书的进展情况,并亲自为本书作序。主编和编委单位的其他领导和同事也对本书的写作积极支持,如王晓路院长、王国华院长、刘怀军主任、周诚主任等,有些同事还提供了珍贵的影像资料,使本书增色不少。最后,还要感谢编者们的家人,没有他们的支持,我们的工作不可能顺利完成。

尽管如此,对于本书的不足和疏漏之处,我们真诚地希望影像学界同仁、前辈、专家和其他读者批评指正。



河北医科大学第二医院 主任医师 教授

2012年6月于石家庄

目 录

第 1 章 中枢神经系统	(1)
第一节 磁敏感加权成像及其在中枢神经系统的应用	(1)
一、磁敏感成像的技术基础	(1)
二、SWI 的临床应用	(4)
三、小结	(13)
第二节 颅内囊肿性病变的 MRI 特点	(14)
第三节 海绵窦病变 CT 与 MRI 诊断与鉴别	(24)
一、海绵窦的断面 CT、MRI 检查要点	(24)
二、海绵窦正常影像解剖	(25)
三、海绵窦常见疾病	(26)
第四节 脑桥小脑角区病变 CT 与 MRI 鉴别诊断	(36)
一、检查技术	(36)
二、影像学解剖	(36)
三、CPA 区病变 CT 与 MRI 诊断与鉴别	(38)
四、小结	(52)
第五节 静脉窦 CT 与 MRI 及其常见疾病诊断	(53)
一、检查方法	(54)
二、颅内静脉窦的解剖	(54)
三、颅内静脉窦常见变异	(56)
四、静脉窦及静脉畸形	(58)
五、静脉窦血栓	(60)
六、外伤累及颅内静脉系统	(64)
七、肿瘤累及静脉窦	(65)
第六节 颅底孔道 CT 与 MRI 解剖	(66)
一、颅底孔道的 CT 与 MRI 检查要点	(67)
二、颅底孔道的正常 CT 与 MRI 解剖	(67)
第七节 颅底常见病变 CT 与 MRI 评价	(80)
一、前颅底病变	(80)
二、中颅底病变	(85)
三、颈静脉孔区与枕骨大孔病变	(92)
第八节 颅内血管变异及先天性病变的 CT、MRI 评价	(100)
一、颅内动脉常见变异	(100)
二、颅内常见先天性血管病变	(104)
三、小结	(115)
第九节 脑发育的 MRI 研究	(115)
一、胚胎早期脑发育特点	(115)
二、脑发育的 MRI 显示技术	(116)

三、胎儿及早产儿脑 MRI 表现	(117)
四、足月新生儿脑 MRI 表现	(118)
五、婴幼儿脑白质髓鞘化的时间变化过程	(121)
六、MRI 形态学测量、扩散及 MRS	(122)
第十节 脑白质病 MRI 评价概述	(122)
一、脑白质病分类	(123)
二、原发性脱髓鞘疾病	(123)
三、继发性脱髓鞘病	(129)
四、髓鞘形成障碍	(135)
第十一节 代谢与中毒性脑病 CT 及 MRI 诊断要点	(141)
一、先天性代谢性疾病	(142)
二、后天性代谢与中毒性疾病	(151)
第十二节 椎管硬膜囊内肿瘤的 MRI 特点	(162)
一、MRI 检查方法	(162)
二、脊髓内常见肿瘤	(164)
三、脊髓外硬膜内肿瘤	(169)
四、鉴别诊断	(177)
第 2 章 胸部、乳腺与心血管系统	(179)
第一节 如何分析肺部病变 CT 资料	(179)
一、密度增高性病变	(180)
二、密度减低性病变	(190)
三、肺结节性病变	(197)
四、线状影	(202)
第二节 肺先天性与遗传性疾病 MDCT 评价	(206)
一、相关胚胎学	(206)
二、肺先天性病变 MSCT 检查技术	(207)
三、气道与肺实质先天性畸形	(207)
四、累及肺血管的先天性畸形	(211)
五、累及肺的遗传性疾病	(214)
第三节 小气道病变 HRCT 诊断与鉴别诊断	(215)
一、相关解剖	(215)
二、小气道病变的 HRCT 检查技术及 CT 征象	(216)
三、小气道病变定义、分类	(217)
四、各种小气道病变及其 HRCT 评价	(218)
第四节 乳腺 MRI 检查技术与常见非肿瘤性病变 MRI 诊断	(224)
一、乳腺 MRI 检查技术	(224)
二、常见乳腺良、恶性病变	(225)
第五节 乳腺肿瘤性病变 MRI 诊断要点	(232)
一、乳腺常见良性肿瘤与肿瘤样病变	(233)
二、乳腺恶性肿瘤	(237)
第六节 急性主动脉综合征及其 CTA 评价	(244)
一、主动脉 CTA 检查方法	(244)

二、主动脉夹层(AD)	(245)
三、主动脉壁内血肿(IMH)	(249)
四、主动脉穿透性溃疡(PAU)	(252)
第七节 冠状血管与心脏多层螺旋 CT 解剖	(254)
一、冠状动脉	(254)
二、冠状静脉	(258)
三、心腔及心瓣膜	(260)
第 3 章 腹部与盆腔	(270)
第一节 肝脏局灶性肿瘤与肿瘤样病变 CT 与 MRI 特点	(270)
一、肝良性局灶性病变	(270)
二、肝内局灶性恶性肿瘤	(281)
第二节 肝脏血流灌注异常的多层螺旋 CT 评价	(294)
第三节 肝外胆系病变的 CT 与 MRI 诊断要点	(304)
一、检查方法	(304)
二、肝外胆管正常 CT 与 MRI 表现及变异	(305)
三、肝外胆管良性病变	(307)
四、肝外胆管恶性肿瘤	(315)
第四节 胰腺囊性病变 CT 及 MRI 诊断要点	(321)
一、胰腺 CT、MRI 检查技术	(322)
二、胰腺原发性囊性病变	(322)
三、胰腺实性肿瘤囊变	(331)
四、胰腺其他囊性病变	(333)
第五节 肾上腺肿块性病变的 CT 及 MRI 检查技术与影像特点	(335)
一、肾上腺肿块 CT 与 MRI 成像技术	(336)
二、肾上腺常见肿块性病变的 CT 与 MRI 特点	(338)
第六节 肾髓质与肾窦病变 MDCT 特点与鉴别诊断	(352)
一、肾髓质病变的鉴别诊断	(353)
二、肾窦病变的鉴别诊断	(360)
第七节 腹膜后肿瘤的 CT 与 MRI 特点	(365)
一、概述	(366)
二、原发性腹膜后肿瘤的 CT 与 MRI 特点	(367)
三、腹膜后转移瘤、淋巴瘤及其他拟似肿瘤的病变	(381)
四、小结	(385)
第八节 前列腺病变高场 MRI 诊断要点	(385)
一、正常前列腺高场 MRI 表现	(385)
二、前列腺增生	(388)
三、前列腺癌	(390)
四、前列腺肉瘤	(396)
五、前列腺炎	(396)
第 4 章 骨骼与软组织	(400)
第一节 骨局限性囊状病变 CT 与 MRI 特征	(400)
一、检查方法	(401)

二、常见骨囊性病变	(401)
二、少见骨囊性病变	(405)
第二节 软组织肿瘤 CT 与 MRI 诊断要点	(409)
一、软组织肿瘤分类及影像学评价	(409)
二、脂肪组织来源肿瘤	(411)
三、纤维母细胞及肌纤维母细胞来源肿瘤	(416)
四、脉管组织来源肿瘤	(418)
五、纤维组织来源肿瘤——恶性纤维组织细胞瘤	(421)
六、肌肉组织来源肿瘤	(422)
七、神经源性肿瘤	(423)
八、未分化肿瘤——滑膜肉瘤	(425)

第1章 中枢神经系统

第一节 磁敏感加权成像及其在中枢神经系统的应用

SWI 原理及其在中枢神经系统的临床应用

SWI: 利用相位差观察生物组织磁敏感性差异

● SWI 的技术基础

- 不同组织之间的磁敏感性不同,如血红蛋白及其代谢产物、铁和钙、静脉
- 技术基础:各种组织在磁场中相位及磁化程度不同,SWI 序列可获得强度图与相位图,并进行各种后处理如最小强度投影

● SWI 的临床应用

- 脑血管畸形:显示微小病变及引流静脉、微出血
- 脑外伤:尤其有助于 DAI 病变的检出,可监测血氧饱和度
- 脑卒中:对于脑缺血、脑淀粉样血管病、脑出血、显性遗传性动脉病变伴皮质下梗死及脑白质病、静脉窦血栓均有一定价值
- 脑肿瘤:可观察肿瘤的血管结构及出血、肿瘤钙化及瘤周水肿、肿瘤血氧水平变化、分子影像学研究
- 神经退变性疾病:观察异常铁沉积
- 其他:多发性硬化、脑囊虫等

以往 MRI 成像主要观察不同组织和病变的信号高低,是一种强度成像,相位信息的应用仅限于相位对比血管成像与液体流动测量,1997 年首次发表利用相位差观察生物组织磁敏感性差异的研究,这就是磁敏感加权成像(susceptibility-weighted imaging, SWI)。SWI 主要用于显示不同组织之间磁敏感性差异,是一种 3D 采集、三个方向上完全性流动补偿的 T_2^* 加权梯度回波序列,比 T_2^* WI 对组织间的磁敏感差异更为敏感,包括强度图(magnitude images)与相位图(phase images),二者可分别观察,也可进行融合后处理。

相位图产生相位蒙片,然后与相位图相乘,采用最小信号强度投影即可显示小静脉及磁敏感物质。由于其成像时间较长,目前还仅用于颅脑疾病的诊断与研究。本节阐述 SWI 的基本原理和技术要点及在中枢神经系统应用,并对其未来发展进行简要展望。

一、磁敏感成像的技术基础

1. 不同生物组织的磁敏感性 SWI 信号来源是不同组织之间磁敏感性的差异,所谓磁敏感性是指生物组织在外磁场内磁化的程度。顺磁性

物质在外磁场中因磁化而净磁场增大,反之,抗磁性物质则使局部净磁场减小。如脱氧血红蛋白与氧合血红蛋白分别为顺磁性物质与抗磁性物质,静脉内富含脱氧血红蛋白,顺磁性明显,在 T_2^* WI 序列上为低信号,因此 SWI 时无需使用对比剂即可显示脑静脉。SWI 还具备其他加权成像的特点,如水肿的信号可与 FLAIR 序列相似,而脑脊液仍为高信号,这是与其使用长 TE 及短 TR、小翻转角有关。与 SWI 密切相关的物质包括脱氧血红蛋白(deoxygenated hemoglobin)、含铁血黄素(hemosiderin)、铁蛋白(ferritin)及钙质(calcium)。

(1)血液及其代谢产物:血液成分的磁敏感性主要与铁有关。一个血红蛋白含有 4 个具有亚铁血红素的球蛋白,其铁离子(Fe^{2+})为卟啉环包绕。血红蛋白呈氧合状态时,铁原子与氧结合,无不成对电子,因此为抗磁性。血红蛋白在无氧合状态时,铁原子未被结合,此时 1 个血红蛋白有 4 个不成对电子,为顺磁性。出血后演变为高铁血红蛋白时,则含有 5 个不成对电子,但其构象发生变化,产生偶极子-偶极子效应,顺磁

性反而下降。出血晚期巨噬细胞吞噬血红蛋白,后者降解为含铁血黄素,属于超顺磁性物质,顺磁性增加 1 000 倍。

(2)非血红蛋白铁及钙:除血红蛋白外,体内非含铁血红素铁包括铁蛋白、转铁蛋白及钙也可影响磁敏感性,故 SWI 能够反映脑内铁分布情况。

(3)静脉结构:静脉内为含较多脱氧血红蛋白的缓慢流动血液,脱氧血红蛋白可引起 T_2^* 缩短,与动脉(含氧合血红蛋白)明显不同,动脉的 T_2^* 值为 200ms,而静脉的 T_2^* 值为 100ms。 T_2^* 值缩短是引起 SWI 信号降低的主要原因。静脉内脱氧血红蛋白也可引起血液与周围结构相位差增大,使静脉与周围组织之间的磁化率不同,因此选择适当的回波时间即可区分动脉与静脉,并使静脉与周围组织之间的信号差达到最大(图 1-1-1A)。

但磁敏感差异过大的部位,如颅底含气结构与其他结构之间,磁化率差异极大,不适宜采用 SWI,因为局部伪影十分明显(图 1-1-1B)。

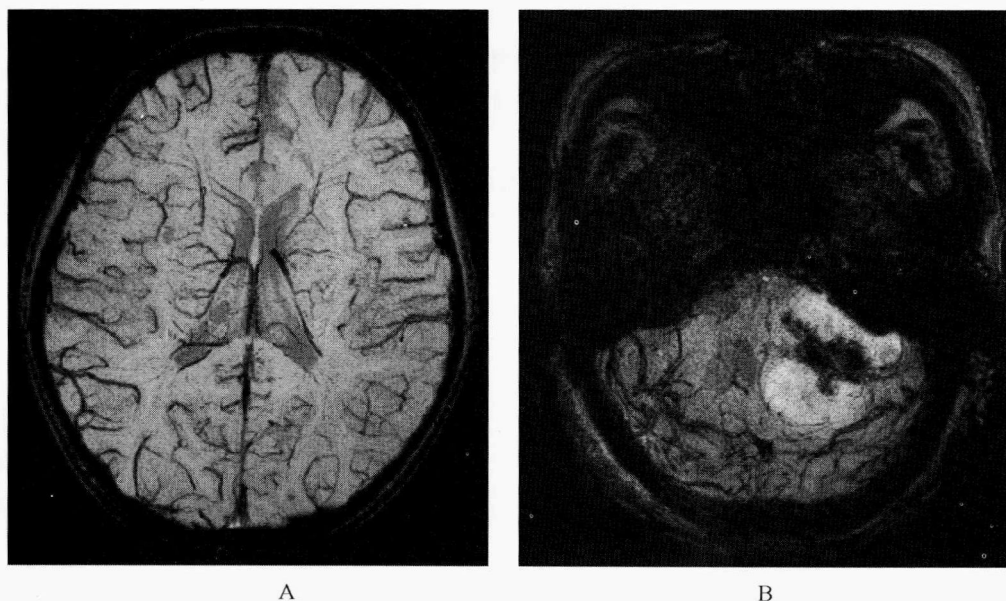


图 1-1-1 SWI mIP 图

A. 侧脑室体部层面 SWI mIP 图,清楚显示尾状核静脉、丘纹静脉、透明隔静脉、大脑内静脉及众多皮质静脉;B. 颅底层面 SWI mIP 图,左侧桥小脑角区脑膜瘤中央呈不均匀低信号,鼻窦、鼻咽及颞骨区域呈低信号,结构显示不清

2. SWI 的技术基础

(1) 磁场中自旋的相位变化: 磁场中自旋的频率 $\omega = \gamma B_0$, γ 为旋磁比, B_0 为局部磁场强度。自旋所处的相位 $\varphi = \omega t$, 此处 t 为施加激励脉冲后的时间。施加射频脉冲后一定时间(回波时间 TE)时, 自旋相位变化 $\Delta\varphi = \Delta\omega TE$ 。 $\Delta\varphi$ 取决于局部组织的磁敏感性。

(2) 磁敏感性: 自旋在静磁场中磁化程度取决于主磁场强化及该自旋的磁敏感性, 因此每种物质磁化程度不同, 如抗磁性物质及顺磁性物质, 但在常规 MRI 时, 生物组织的磁敏感差异数量级仅为 10^{-4} , 因此不能检出。相邻两种物质的磁敏感差异导致其内部及周围磁场变化, 变化程度为其几何函数。磁场变化反过来引起自旋的相位变化及化学位移。化学位移与几何因素无关, 但与该处磁场变化关系密切, 可引起伪影, 化学位移伪影可用高通滤过去除。

(3) 磁敏感加权相位滤过图像: 使用 SWI 序列扫描所获得的原始图像包含两个相位的信息, 高通滤过后去除了 SWI 原始图像背景的低频成分, 即有可能根据生物组织的不同磁敏感性进行区分。高场设备效果更好, 因为其 T_1 成分减少, 而磁敏感性差异无变化。然后将其与原始相位图相减, 即可获得相位图。

(4) 强度图与相位图融合: 由于受不同组织之间相位差及兴趣组织之外相位差的影响, 还需要进行进一步处理才能显示生物组织的磁敏感性差异, 这种处理就是引入相位蒙片(phase mask)。强度图、相位图融合成强度图数据, 再多次与相位蒙片相乘(一般为 3~5 次), 即可获得原始强度图。相位蒙片值设置为 0~1, 当无需进行相位增强时其值为 1。选择合适的蒙片相乘次数可获得对比噪声比最佳的 SWI 图像。最后图像以最小信号强度投影(minimum intensity projection, mIP)方式进行显示, 即为临床常用的脑静脉 SWI 图像。一般选择 4 层及以上进行 mIP 后处理, 4 层方式最常用, 可同时采用滑动 mIP 方法显示, 若原始图像为 64 层, 则滑动 mIP 方法最后可得 61 幅后处理图像。强度图与相位图对于显示生物组织的特性都是必需的, 二者相互补充, 既显示磁敏感差异, 又保留了 T_2 弛豫信息。

(5) 高级相位处理: 高通滤过不但去除了影响

图像质量的低频成分, 还能消除较大解剖结构内与成像质量有关的生理与病理生理相位信息, 中心滤过矩阵从 64×64 到 128×128 可选。较大矩阵虽然可以进行更大范围的滤过, 但也可能因此丢失更多的相位信息, 故最好根据所检查部位的几何形态决定滤过矩阵大小。目前对于皮质下结构铁含量测量采用滤过的 SWI 图像, 但由于尚不能确定血色素铁与非血色素铁对图像信号的各自与相对贡献, 因此若血液氧合及铁蛋白浓度保持恒定, 则可准确评估铁浓度的相对变化。另外, 所监测生物体的形态对铁和钙绝对值的评估有影响, 但若测量其相对变化, 可不考虑受检部位的几何学因素。

(6) 场强对 SWI 成像的影响: 高场强 MRI 设备有利于 SWI, 其原因包括以下几点。①欲获得相同的图像对比, 高场强 MRI 上所用的 TE 明显小于较低场强设备, 如 1.5T 上 TE 需 40~80ms, 而 3.0T 仅 20ms, 因此 3.0T 扫描速度加倍, 在相同的时间内获得的图像数加倍, 3.0T 上全脑 SWI 仅需 4min。②高场强上信噪比(SNR)增加。③更高场强 MRI 上的 SWI 尚在研究之中, 如 7.0T 可提供更高的 SNR 和空间分辨率, 由于 SWI 所用的翻转角明显 $< 90^\circ$, 因此超高场设备上 SWI 序列的能量沉积明显低于自旋回波序列。

(7) 如何解释 SWI 图像: 观察 SWI 图像需遵循以下三个原则。①参考原始的强度图。与常规梯度回波序列相比, SWI 倾向于突出穿越成像层面的磁敏感变化, 表现为信号丧失。强度图分辨率越高, 高亮度伪影越少。应选择合适的参数以达到正常灰质、白质及脑脊液之间的对比, 这样, 强度图既可以显示短 T_2^* 成分, 也能观察到大静脉内脱氧血红蛋白所致信号减低的夸大效应。②观察相位图。静脉因含有脱氧血红蛋白, 在相位图上呈低信号, 而钙质为抗磁性, 表现为高信号。SWI 上的低信号对于多发性硬化(MS)具有重要意义, 因为铁沉积伴随灰白质病变, 这种低信号常与 T_2 WI 或 FLAIR 序列所见的脱髓鞘病变相关。③观察后处理的 SWI 图像。这种后处理图像是对强度图和相位图的综合, 其黑色的点状影常代表脑静脉, 分辨垂直于扫描层面的小静脉与微出血(二者均为结节状或点状低信号)的方法是连续观察多个层面的 mIP 图像, 小静脉应是连续存在

的,而出血占据的层面少。④需注意翻转角对 SWI 图像对比的影响。较大的翻转角可部分抑制脑脊液,使之略低于灰白质,而类似于 FLAIR 序列,此时肿瘤及出血周围水肿仍保持高信号。较小的翻转角则使脑脊液的信号稍高于灰白质,但因灰质铁含量高于白质,因此后处理图像仍存在灰白质对比。

二、SWI 的临床应用

1. 脑血管畸形 脑血管畸形包括动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM)、脑海绵状血管畸形(cerebral cavernous malformation, CCM)、发育性静脉性血管瘤(developmental ve-

nous angioma, DVA)及毛细血管扩张症(capillary telangiectasias)。后三种疾病均为慢血流,因此常规 MRA 显示欠佳。SWI 评价血管畸形优于 TOF 与 PC MRA 之处为其不受血流速度的影响,而依赖于血氧饱和度,有助于慢流速的小血管畸形、静脉血管畸形、毛细血管扩张症以及无出血和较小的海绵状血管畸形的显示,尤其是对静脉畸形极其敏感,其高分辨扫描能显示常规 MRI 不能发现的微小病变,血流速度与方向均不会影响成像效果。即使对于动静脉畸形,也具有补充作用,SWI 可发现 MRA 及 MRI 不能显示的小病变、微小出血,并能更好地显示引流静脉(图 1-1-2)。

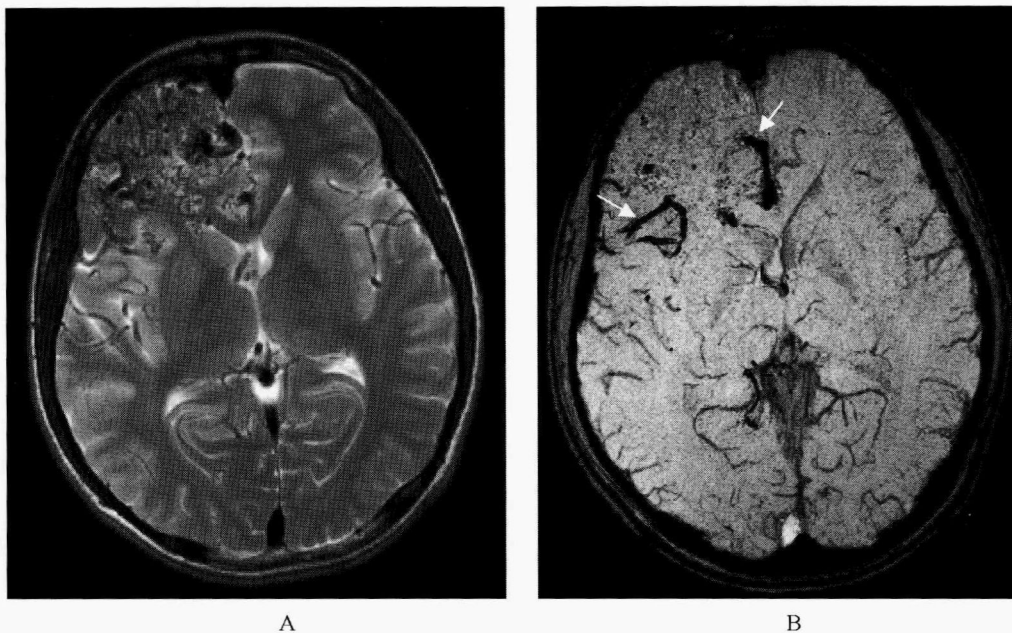


图 1-1-2 右额叶 AVM

A. 轴位 T₂WI,右额叶高信号及流空信号混杂;B. SWI 图,清楚显示粗大的引流静脉(箭)及病变内斑点状低信号出血灶

(1)海绵状血管畸形(CCM):CCM 占脑血管畸形的 10%~20%,在一般人群中发病率约为 0.5%,这是一种血管造影阴性的血管畸形。MRI 表现因不同时期及程度的出血、钙化而异,典型者呈所谓爆米花状,但若无出血或出血甚少时,常规 MRI 不能检出。SWI 对本病高度敏感,可见灶周及病变内低信号影(图 1-1-3)。

(2)发育性静脉畸形(DVA):本病是最常见

的隐匿性脑血管畸形,病理学上由厚壁静脉构成,缺乏弹性纤维,无动脉-静脉直接交通,但可见一粗大的引流静脉。DVA 继发出血的可能性较小,但可并发其他血管畸形如海绵状血管畸形(图 1-1-4)。DVA 的 SWI 特点是多个深髓静脉与一粗大的静脉相连,呈海蛇头状(图 1-1-5,图 1-1-6),SWI 能比常规 MRI 显示更小的 DVA,且无需使用对比剂。

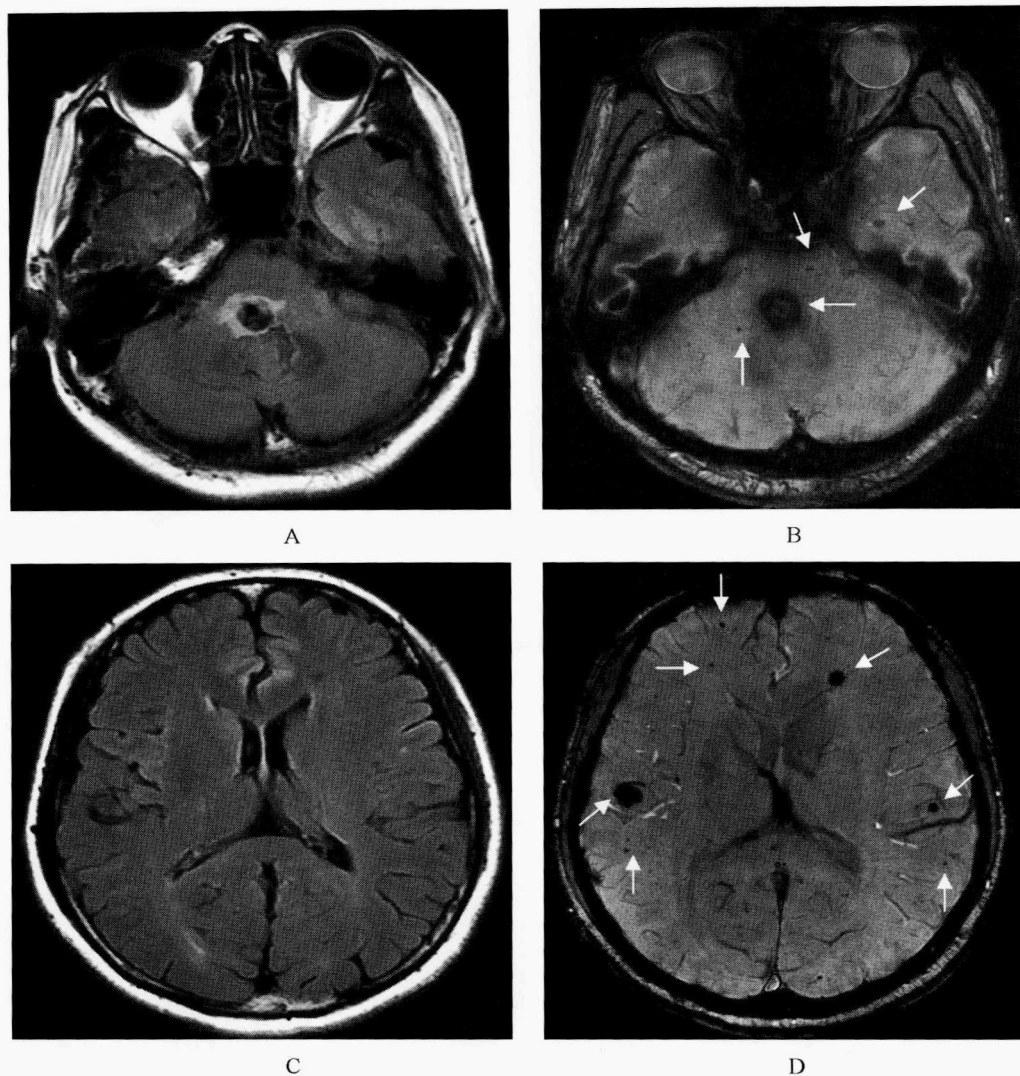


图 1-1-3 多发海绵状血管畸形

A、C. 轴位 FLAIR 图像；B、D 为对应的 SWI 图像。FLAIR 显示脑桥背侧中央低信号及周围高信号病变，左侧额叶隐约可见局部结节状低信号，SWI 图像脑干及幕上多发结节状及点状低信号

(3) Sturge-Weber 综合征 (SWS): SWS 属于神经皮肤综合征,其特征为皮肤血管瘤、青光眼及柔脑膜静脉血管瘤病,最常累及单侧顶枕叶,也可累及额叶与颞叶,临床表现包括抽搐、偏瘫、视野缺损及认知障碍。SWS 颅内病理学改变包括钙化、皮质静脉引流异常及深静脉异常侧支循环。常规影像学可诊断本病,但有可能低估病变范围。SWI 是增强 T_1 WI 的有益补充,可显示 SWS 的皮质钙化、深髓静脉异常、脑室周围静脉异常、皮质脑回状低信号及灰白质界面异常。其优点是无需对比剂即能显示静脉异常,但增强 T_1 WI 能比 SWI 更好地显示脉络丛增大及脑膜静脉瘤。SWS 时皮质静脉异常可导致局部脑缺氧、胶质增生、坏死、钙化,由于这些静脉血流停滞或缓慢,脱氧血红蛋白增多,SWI 显示局部髓质穿静脉扩张。PET 与 SWI 对照研究表明,SWS 皮质低代谢区域在 SWI 上为磁敏感增加,其低信号改变与 CT 所见的钙化范围及形态一致,且可见邻近引流的髓质穿静脉。

需对比剂即能显示静脉异常,但增强 T_1 WI 能比 SWI 更好地显示脉络丛增大及脑膜静脉瘤。SWS 时皮质静脉异常可导致局部脑缺氧、胶质增生、坏死、钙化,由于这些静脉血流停滞或缓慢,脱氧血红蛋白增多,SWI 显示局部髓质穿静脉扩张。PET 与 SWI 对照研究表明,SWS 皮质低代谢区域在 SWI 上为磁敏感增加,其低信号改变与 CT 所见的钙化范围及形态一致,且可见邻近引流的髓质穿静脉。

2. 脑外伤-闭合性颅脑损伤 (TBI) 及弥漫性

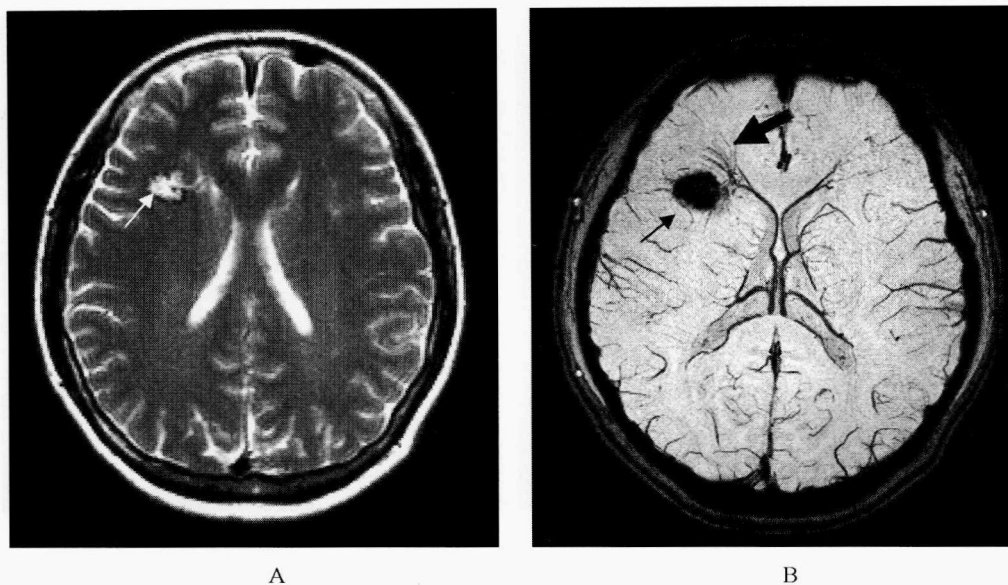


图 1-1-4 发育性静脉畸形合并海绵状血管瘤

A. 轴位 T_2 WI, 右额叶高信号灶, 周围见低信号环(箭); B. SWI 图显示病变呈低信号(细箭), 其左前方另见刷状低信号(粗箭)向后引流至室管膜静脉

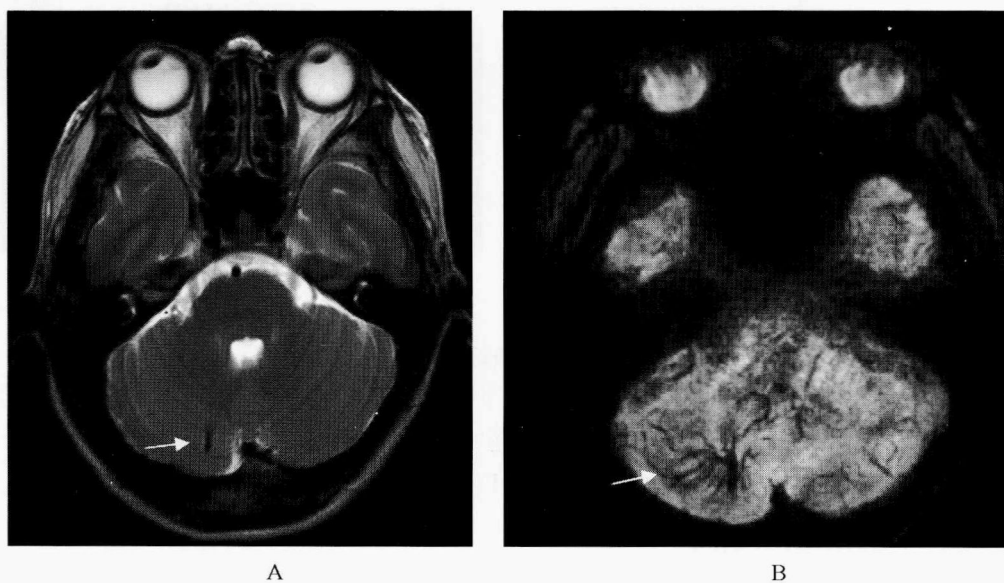


图 1-1-5 发育性静脉畸形

A. T_2 WI, 右侧小脑半球分支状低信号(箭); B. SWI 图, 多个扩张的髓静脉与一粗大的引流静脉相连(箭)

轴索损伤(DAI) 颅脑外伤后, 脑出血存在与否则诊断及治疗均有重要意义。弥漫性轴索损伤可致脑实质内多发微出血, 这些病变主要位于皮质下区, 常规 CT 与 MRI 均难以显示, SWI(图 1-1-

7, 图 1-1-8)在超急性期与急性期即可检出深部脑实质、尤其是灰白质交界区、胼胝体及脑干部位的微小低信号, 还可显示脑室内及蛛网膜下腔少量出血, 优于 T_2^* WI 与 CT 检查, 其病理基础是出

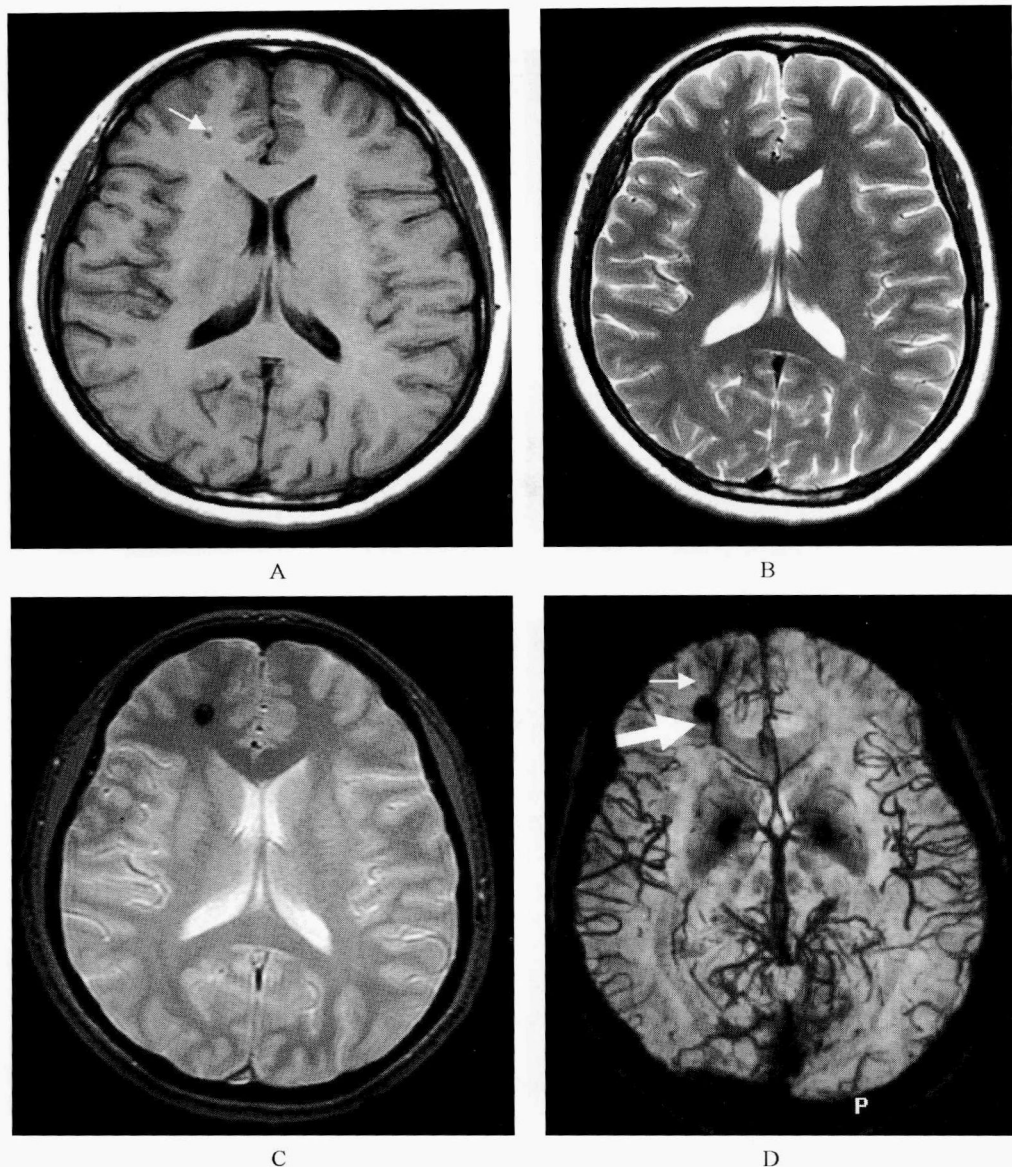


图 1-1-6 发育性静脉畸形

A、B. 轴位 T_1 WI 及 T_2 WI, 右额叶白质内类圆形 T_1 WI 低信号及点状高信号(箭), T_2 WI 仅见局部稍高信号; C. T_2^* WI, 病变呈圆形低信号; D. SWI mIP 图像, 清楚显示右额叶刷状异常静脉(细箭), 向后经粗大、中段瘤样扩张的静脉(粗箭)向室管膜下静脉引流

血所致的脱氧血红蛋白、细胞内高铁血红蛋白及含铁血黄素的顺磁性效应。需注意的是, SWI 上蛛网膜下腔出血需与脑表面的静脉区别, 前者呈弥漫性沿脑膜蔓延的低信号, 而脑膜静脉较短小且不会一直沿脑膜走行分布, 静脉的管径也应逐渐增大或减小。对照研究表明, SWI 所显示 DAI 的出血灶数目是 T_2^* WI 的 6 倍, 体积是 T_2^* WI

的 2 倍, 所能显示的最小病变也明显小于 T_2^* WI, 且 SWI 所见异常信号与患者症状轻重及中期预后相关性。脑外伤后常存在脑组织缺血缺氧及代谢异常。有研究通过动物实验证明, 应用 SWI 的相位图无创性检查脑外伤后脑血流量及血氧饱和度情况, 有可能成为外伤后患者监测的手段之一。