

中枢神经系统

# 脱髓鞘疾病 影像学

主编 刘亚欧  
主审 李坤成 王维治 高培毅



人民卫生

出版社

中枢神经系统

# 脱髓鞘疾病 影像学

主 编 刘亚欧

副主编 段云云

主 审 李坤成 王维治 高培毅

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

中枢神经系统脱髓鞘疾病影像学 / 刘亚欧主编. —北京: 人民卫生出版社, 2018

ISBN 978-7-117-26892-9

I. ①中… II. ①刘… III. ①中枢神经系统—脱髓鞘疾病—影象诊断 IV. ①R744.504

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 129822 号

人卫智网	<a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a>	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	<a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

中枢神经系统脱髓鞘疾病影像学

主 编: 刘亚欧

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京画中画印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 12

字 数: 292 千字

版 次: 2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-26892-9

定 价: 89.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto:WQ@pmph.com)

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

# 编者

(以姓氏汉语拼音为序)

- 陈唯唯 (华中科技大学同济医学院附属同济医院)  
董会卿 (首都医科大学宣武医院)  
段云云 (首都医科大学附属北京天坛医院)  
黄 靖 (首都医科大学宣武医院)  
李咏梅 (重庆医科大学附属第一医院)  
刘 峥 (首都医科大学宣武医院)  
刘广志 (首都医科大学附属北京安贞医院)  
刘建国 (中国人民解放军海军总医院)  
刘亚欧 (首都医科大学附属北京天坛医院)  
戚晓昆 (中国人民解放军海军总医院)  
邱 伟 (中山大学附属第三医院)  
任卓琼 (首都医科大学宣武医院)  
施福东 (天津医科大学总医院)  
舒 妮 (北京师范大学)  
苏 磊 (天津医科大学总医院)  
田德财 (天津医科大学总医院)  
王静杰 (重庆医科大学附属第一医院)  
肖 丽 (中山大学附属第三医院)  
杨吉刚 (首都医科大学附属北京友谊医院)  
杨亭亭 (首都医科大学附属北京安贞医院)  
袁磊磊 (首都医科大学附属北京友谊医院)  
曾 春 (重庆医科大学附属第一医院)  
张 妍 (华中科技大学同济医学院附属同济医院)  
张 瑞 (天津医科大学总医院)  
张星虎 (首都医科大学附属北京天坛医院)  
周福庆 (南昌大学第一附属医院)  
朱文珍 (华中科技大学同济医学院附属同济医院)

## 主编简介



刘亚欧,首都医科大学附属北京天坛医院影像中心学科带头人、放射科行政副主任,副主任医师、副教授,双博士学位(首都医科大学2013年和荷兰阿姆斯特丹自由大学 Vrije Universiteit Amsterdam 2017年),天津医科大学总医院特聘教授,国际视神经脊髓炎学会(GJFNMO)委员(committee member),亚太多发性硬化学会(PACTRIMS)科学委员会委员,欧洲多发性硬化磁共振学会(ECTRIMS-MAGNIMS) Senior Fellow 委员,中华放射学会委员(头颈专业学组)。曾先后于澳大利亚墨尔本大学神经科学中心、荷兰自由大学医学中心工作;师从欧洲放射学会主席 Professor Paul Parizel 教授接受神经放射学临床系统培养和多发性硬化 MRI 标准制定者 Professor Frederik Barkhof 教授进行系统科研训练。

主要专业特长为神经影像学,研究方向为中枢神经系统免疫疾病以及脑白质病变的影像学,在神经放射学、神经免疫影像学领域持续发表系

列文章,共87篇(第一作者文章43篇),包括48篇SCI文章(第一作者和通讯作者29篇),累计影响因子(IF)212.5分,单篇最高24.1分,被 *Nature Review Neuroscience*、*Lancet Neurol* 等国际顶级期刊总他引超过600次(统计至2018年1月)。

曾获神经影像、多发性硬化领域国际和国内奖励和基金20多项,包括国际多发性硬化学会 Du Pre Award 和 McDonald Fellowship、亚太多发硬化学会 Young Investigator Award、欧洲放射学会 Neuroradiology Scholarship、欧洲放射学会青年研究奖、国际磁共振学会 Educational Award、欧洲多发性硬化学会 ECTRIM-MAGNMIS fellowship 等,主持国家自然科学基金(面上项目,青年项目)和北京市自然科学基金项目等多个基金项目,获得北京市“青年拔尖人才”“科技新星”“高创人才计划”“国家人社部择优资助”等奖励和资助。

# 序 一



医学影像学自 1895 年伦琴发现 X 线至今 123 年的发展历史,是现代医学进步的缩影和医学重大进步的巨大推动力。神经科的进步尤其得益于医学影像学的快速发展。在神经科的疾病谱中,神经免疫疾病一直是国际研究的热点和难点,而在国内重视程度严重不足的疾病。影像学尤其是 MRI 是以多发性硬化和视神经脊髓炎谱系疾病为核心的神经免疫疾病诊断、鉴别诊断、监测治疗和判断预后核心的方法和手段。MRI 从 2000 年多发性硬化诊断标准(McDonald 诊断标准)诞生开始就成为了其诊断的核心要件和每次标准修订的主要内容。

本书汇集了国内从事神经免疫疾病工作的一线影像科和神经科专家,以 MRI 为核心,从临床诊断到疗效评价到科研进展,从 MRI 到核医学到光学相干断层扫描技术,从大脑到脊髓到视神经,多层次多维度地介绍了神经免疫疾病影像学的基础和进展,重点突出,覆盖全面,凝聚了编者团队多年心血。

本书编者刘亚欧与我相识许久,他一直从事神经放射的临床工作以及神经免疫疾病影像学为主的科研工作,曾在海外顶级医学中心学习工作多年,接受过系统的临床和科研训练,热爱临床和科研事业,是位临床扎实、学术过硬、自信、乐观、坚定的年轻人,2017 年由我引进至北京天坛医院。本书作为他主编的第一本书,也是国内少有的专注于神经免疫疾病影像学的专著,我很欣慰为其作序。希望他能不忘初心,砥砺前行,为神经科学和影像学发展贡献更多力量,也希望本书能够提高国人对于神经免疫疾病的知晓率,提升神经免疫疾病研究的热度,为神经科、放射科医师提供关于神经免疫疾病影像学的专业知识,也为其他脑重大疾病的诊治提供重要参考。

王拥军

2018 年 6 月

# 序 二



中枢神经系统脱髓鞘疾病是神经科的一类重要疾病，是中青年人非外伤性致残的最常见原因，为患者家庭及社会带来极大的经济负担。在中国，中枢神经系统脱髓鞘疾病正逐渐得到重视。常规影像学方法可以为疾病的诊断提供重要信息，但是无法量化个体的组织损伤差异，无法发现脑内的隐匿性病变，因此，常常出现临床 - 影像相关性差的情况。随着近十年来 MRI 技术的飞跃发展，各种不同的 MRI 技术可以从不同角度反映组织损伤，作为常规 MRI 的重要补充，对临床有着极其重要的价值。正确认识不同技术的应用，了解这些方法的优缺点，就能更好地在临床及科研工作中最大程度地发挥各种技术的作用，为深入了解疾病的病理生理机制，为临床早期诊断、寻求预后和监测治疗的敏感指标提供可能的影像支持，对于更好地控制疾病复发和病情进展，较大程度地改善患者的生活质量，具有深远的意义。

据我所知，目前国内关于中枢神经系统脱髓鞘疾病影像学的专著非常少，而本书从高分辨结构像、显示皮层病灶的双翻转恢复序列以及弥散张量成像、灌注成像、波谱成像、功能成像等方面全方位地介绍了疾病的结构和功能改变，站在临床研究的前沿对该疾病的影像学及其所反映的深层机制做了全面的概括和阐述，对从事相关专业的临床医师和影像学医师有很强的针对性和指导价值。

早在 15 年前，我就开始从事脱髓鞘疾病的临床研究，本书的主编刘亚欧和副主编段云云曾是我团队的一员，此书的出版也让我颇感欣慰。中枢神经系统脱髓鞘疾病的研究还有很长的路要走，很多治疗此病的药物都没有在国内上市，欢迎更多的有志之士能加入到这一队伍中，为早日给脱髓鞘患者带来福音而贡献自己的一份力量。

于春水

2018 年 6 月

# 前言



以中枢神经系统脱髓鞘疾病为代表的神经免疫疾病主要罹患为社会劳动的主力——中青年，是除外外伤中青年致残的最常见原因，是神经科重大的疾病和常见的鉴别诊断。中枢神经系统脱髓鞘疾病的影像学表现多样，对于神经科及影像科医生不如脑卒中、肿瘤等常见病熟悉，容易出现误诊和漏诊。近年来国际报道神经免疫疾病的发病率逐年增长，同时由于 MRI 等影像技术的发展，神经免疫疾病的诊断率显著提高，更为重要的是神经免疫疾病如经典的多发性硬化早期诊断、早期治疗，可以很好地控制复发和病情进展，极大改善患者的生活质量。

影像学是中枢神经系统脱髓鞘疾病诊断的核心环节，本书以磁共振检查 (MRI) 为核心，同时也简要介绍了核医学检查 (PET, SPECT)、光学相干断层扫描 (OCT) 在神经免疫疾病的应用。本书努力涵盖影像学从影像采集的方法和基本序列、诊断标准和影像学表现、MRI 新技术 (包括脑结构测量、弥散张量成像、磁敏感成像、脑功能成像、脑灌注成像、波谱成像、脑皮层病灶显示、脑网络分析以及脊髓新技术)、光学相干断层成像技术、核医学技术在中枢神经系统脱髓鞘疾病的应用等多个方面，并阐述了影像学在监测疾病治疗中的价值以及应用中的局限性。希望能够客观展示影像学在中枢神经系统脱髓鞘疾病应用的全景。

本书编者均为长期工作于神经免疫疾病临床和科研一线的影像学和神经科专家，海外专家团队包括荷兰自由大学 Frederik Barkhof 教授、澳大利亚墨尔本大学 Helmut Buzkueven 教授等也提供了宝贵建议，编者团队努力使本书成为国内第一本专注于全面介绍中枢神经系统脱髓鞘疾病 (重点在 MS 和 NMO) 影像学的专著，为神经科医生、影像学医生、神经免疫领域的科学家以及患者和家属提供一本全面的影像学参考书。

由于我们的学术水平有限，不当和错误在所难免，加之神经免疫领域进展迅猛，本书出版之时相信已经有不少内容已经有了新的发现或发展，恳请广大同仁批评指正。

值本书出版之际，首先感谢首都医科大学附属北京天坛医院以王拥军院长为首的医院领导和以高培毅教授为首的科室领导、同事的指导和帮助，也感谢我的母校首都医科大学及曾经工作过的首都医科大学宣武医院、澳大利亚墨尔本大学、荷兰阿姆斯特丹自由大学各位师长对我的培养，感谢各位编者的辛勤付出，感谢家人的理解和支持。

刘亚欧

2018年6月



# 目 录

<b>第一章</b>	中枢神经系统脱髓鞘疾病影像学概述·····	刘亚欧	1
<b>第二章</b>	中枢神经系统脱髓鞘疾病的常用临床影像学方法基础和 MRI 基本序列 张 妍 陈唯唯 朱文珍·····		3
<b>第三章</b>	中枢神经系统脱髓鞘疾病的影像学特征·····		8
第一节	多发性硬化影像诊断标准和 MRI 特点·····	刘亚欧	8
第二节	视神经脊髓炎谱系疾病 MRI 特点及诊断·····	肖 丽 邱 伟	21
第三节	急性播散性脑脊髓炎的 MRI 表现·····	黄 靖	41
第四节	瘤样炎性脱髓鞘病变的临床影像特征·····	刘建国 戚晓昆	50
第五节	其他中枢神经系统脱髓鞘疾病的影像学表现·····	杨亭亭 刘广志	65
<b>第四章</b>	MRI 新技术在中枢神经系统脱髓鞘疾病的应用和研究进展·····		73
第一节	脑结构测量的应用及相关技术问题·····	段云云 刘亚欧	73
第二节	弥散成像的应用·····	周福庆	81
第三节	磁敏感加权成像的基本原理和应用·····	曾 春 王静杰 李咏梅	92
第四节	脑功能成像的应用·····	周福庆	102
第五节	脑灌注成像的应用·····	段云云 刘亚欧	110
第六节	脑波谱成像的应用·····	段云云	117
第七节	脑灰质的改变及皮层病灶的显示·····	任卓琼 刘亚欧	127
第八节	脑网络分析在中枢神经系统脱髓鞘疾病的应用·····	舒 妮	132
第九节	脊髓 MRI 新技术的应用·····	黄 靖 刘亚欧	139
<b>第五章</b>	光学相干断层成像(OCT)技术在中枢神经系统脱髓鞘疾病的应用·····		147
第一节	概述·····	田德财 施福东	147
第二节	OCT 在多发性硬化的应用·····	苏 磊 施福东	151
第三节	OCT 在视神经脊髓炎谱系疾病的应用·····	张 瑞 施福东	159

第六章	核医学技术在中枢神经系统脱髓鞘疾病的应用·····	袁磊磊	杨吉刚	166
第七章	MRI 监测在治疗多发性硬化中的作用 ·····			171
第一节	MRI 在多发性硬化药物治疗监测中的作用 ·····	刘 峥	董会卿	171
第二节	MRI 在多发性硬化治疗副作用监测中的作用 ·····	刘亚欧	张星虎	175
第八章	影像学在中枢神经系统脱髓鞘疾病应用的局限性和相关问题·····	刘亚欧		178
编后记	·····	刘亚欧		182

## 网络增值服务



人卫临床助手  
中国临床决策辅助系统  
Chinese Clinical Decision  
Assistant System

扫描二维码,免费下载



## 中枢神经系统脱髓鞘疾病影像学概述

在中国,相对于脑血管病、痴呆、癫痫等神经系统疾病,中枢神经系统脱髓鞘疾病对于大众而言是个相对陌生的名词,但是在西方以多发性硬化(multiple sclerosis, MS)为代表的中枢神经系统脱髓鞘疾病却几乎人人知晓。这种对于中枢神经系统脱髓鞘疾病的不同认知源于东西方发病率的差异、疾病检出率的差异、医疗保险系统的差异等等。

在全球(包括中国)老龄化的进程中,众多老年相关性疾病如神经退行性疾病吸引了大众的目光,但中枢神经系统脱髓鞘疾病在中国却被大大忽视和低估,这种疾病的患病人群主要是社会劳动的主力——中青年,是除外伤以外中青年致残的最常见原因,是神经科重大疾病和常见的鉴别诊断。中枢神经系统脱髓鞘疾病是以神经髓鞘脱失为主,神经元胞体及其轴索相对保留为特征的一组疾病,本书所涉及的疾病主要是较为常见的获得性中枢神经系统脱髓鞘疾病如MS、视神经脊髓炎(neuromyelitis optica, NMO)、急性播散性脑脊髓炎(acute disseminated encephalomyelitis, ADEM)等,由于这类疾病累及青壮年人,而且大部分患者反复发作,呈慢性过程,需要终身服药,患者工作和生活受到极大的影响,也造成了极大的社会和家庭经济负担,仅英国每年MS的经济负担就有12亿英镑。世界卫生组织(WHO)统计全球约有250万人罹患MS,对于NMO、ADEM等国际尚无权威报道,但由于环境等因素以及检出率的总体提升,关于中枢神经系统脱髓鞘疾病的报道显示在全球范围内其发病率不断升高。中国对于中枢神经系统脱髓鞘疾病也无全国范围的流行病学调查,但有基于城市的流行病学调查如2007年发表在*Neurology*的文章显示在上海发病率为1.39/10万,但确切的发病率和患病率需要全国范围的流行病学调查才能确定。

中枢神经系统脱髓鞘疾病之所以应得到极大关注,不仅因为其主要病患是年轻人,具有极大的社会经济负担,更因为这种疾病早期诊断、早期治疗,可以获得很好的疗效,中枢神经免疫疾病药物的开发是国际医学研究的热点,几乎每年都有新的临床试验或上市的药物,上市的不少药物如干扰素、芬戈莫德、那他珠单抗等药物对于MS具有很好的治疗效果,可以很好地控制疾病的复发和病情进展,极大改善患者的生活质量。很可惜的是在国内大部分药物没有上市,通过此书我们也希望更多人了解和关注中枢神经系统脱髓鞘疾病。

影像学是中枢神经系统脱髓鞘疾病诊断的核心环节,是探索疾病的病理生理基础和评价疾病治疗效果的重要手段,关于中枢神经系统脱髓鞘疾病的显像方法有很多种,包括磁共振检查(MRI)、核医学检查(PET、SPECT)、光学相干断层扫描(OCT),本书着重在临床

最常用的MRI上,并且MRI是MS现有诊断标准中的核心内容。

自MRI最初在临床上应用,就应用于MS的诊断和监测病程。常规MRI包括T<sub>1</sub>WI、PD、T<sub>2</sub>WI以及强化后的T<sub>1</sub>WI,其较临床评价更加客观,能更加敏感地发现MS相关的改变,但常规MRI的各种指标(如病灶体积等)和疾病的临床表现之间的相关性较差,这就限制了常规MRI在揭示MS病理生理改变和监测治疗中的应用。

一些因素可能是临床-影像相关度差的原因:①常规MRI无法反映病理改变个体差异性,无法精确量化组织损伤情况,如无法反映炎症、水肿、脱髓鞘、髓鞘修复、胶质增生、轴索损伤等病理改变;②常规MRI无法发现表现正常灰白质的改变,而这些病理改变是MS疾病病理改变中的重要组成部分,尤其灰质损伤是这些年来热点。强化检查可以区分活动性和非活动性的病灶,强化是血脑屏障(BBB)通透性增加的结果,反映了活动性的炎症。黑洞(T<sub>1</sub>上的低信号病灶)反映了组织的严重损伤(轴索损伤)和临床残疾程度显著相关,但仍无法反映表现正常灰白质的改变。

近年来一些新的技术被开发应用于MS,用于更好地量化MS病理改变,增进对于MS疾病进展的理解,高分辨结构像可以评价脑体积、皮层厚度等改变,双翻转恢复(double inversion recovery, DIR)序列可以显示皮层病灶,弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)可以评价髓鞘脱失和轴索损伤,灌注成像(perfusion weighted imaging, PWI)可以评价血流灌注情况,磁共振波谱(MR spectroscopy, MRS)可以显示代谢改变,功能MRI(functional MRI, fMRI)能评价脑功能损伤和重塑的情况。以上技术的发展提升了临床和影像的相关度,为深入理解疾病、寻求和监测治疗提供了影像学标记物。对于中枢神经系统脱髓鞘疾病的深入研究可以探索疾病的免疫机制,发现新的影像学指标不仅对于神经系统脱髓鞘疾病本身有重要意义,也可被借鉴用于解决其他神经系统重大疾病。

(刘亚欧)

## 参考文献

- [1] Compston A, Coles A. Multiple sclerosis. Lancet, 2008, 372: 1502-1517.
- [2] Noseworthy JH, Lucchinetti C, Rodriguez M, et al. Multiple sclerosis. New Engl J Med, 2000, 343: 938-952.
- [3] Wingerchuk DM, Lennon VA, Lucchinetti CF, et al. The spectrum of neuromyelitis optica. Lancet Neurol, 2007, 6: 805-815.
- [4] Wingerchuk DM, Lennon VA, Pittock SJ, et al. Revised diagnostic criteria for neuromyelitis optica. Neurology, 2006, 66: 1485-1489.
- [5] Filippi M, Rocca MA, Ciccarelli O, et al. MRI criteria for the diagnosis of multiple sclerosis: MAGNIMS consensus guidelines. Lancet Neurol, 2016, 15: 292-303.
- [6] 中国多发性硬化影像诊断协作组. 多发性硬化影像诊断标准: 中国专家共识. 中华放射学杂志, 2017, 51(2): 81-85.

# 中枢神经系统脱髓鞘疾病的常用临床影像学方法基础和 MRI 基本序列

中枢神经系统脱髓鞘疾病是一类病因不明,临床表现各异,但均以髓鞘脱失为主要病理特征的疾病的统称,病灶多分布于脑、脊髓和视神经。基本病理变化为沿小静脉周围炎症细胞浸润,髓鞘受损崩解破坏,相对于脱髓鞘程度,轴突损伤相对较轻,神经元及支持组织相对保留。中枢神经系统脱髓鞘疾病复杂多样,迅速发展的影像学技术对此类疾病的定性定量诊断、临床分期和分型,以及对药物疗效、预后评估具有重要的价值。

### 一、中枢神经系统脱髓鞘疾病的常规影像学方法

1. CT 检查 CT 密度分辨率和空间分辨率高,平扫即可较清晰地区分脑灰质和白质,增强 CT 扫描可增加脑白质病灶的显示能力。但是 CT 的软组织对比分辨率较低,颅后窝伪影较多,对脑干和小脑病变显示不佳,并且 CT 无法显示脊髓及视神经的病灶,具有很大的局限性。因此,CT 对中枢神经系统脱髓鞘疾病的定位和定性诊断能力均有限,并且 CT 检查存在辐射,不推荐作为中枢神经系统脱髓鞘疾病的常规检查方法。

2. MRI 诊断 MRI 脑灰白质对比鲜明,软组织分辨率高,是显示颅内脱髓鞘病灶最敏感的检查方法。其多方位、多参数成像的能力可以极大地提高病灶的检出率,并更容易显示病灶在时间、空间分布上的特征性改变。增强扫描可以反映病灶局部由于炎症反应所致血脑屏障的破坏程度,借以对疾病的活动性、严重程度进行判断。与 CT 相比, MRI 不仅在显示小病灶、特殊部位病灶(如颅颈交界处、脑干、胼胝体、脊髓、视神经等)及特殊征象方面(如“直角脱髓鞘征”“开环征”等)具有明显优势, MRI 还可以提供多种功能成像序列(如 DWI/DTI, MRS, MTR, SWI/QSM, PWI 等),更有助于拓宽和加深对中枢神经系统脱髓鞘疾病的发病机制和病理改变的认识,更利于鉴别诊断。因此临床怀疑中枢神经系统脱髓鞘疾病时应首选 MRI。

### 二、中枢神经系统脱髓鞘疾病的 MRI 基本序列

多发性硬化(multiple sclerosis, MS)是中枢神经系统的脱髓鞘疾病中最常见的一种,本书以 MS 为代表介绍此类疾病的 MRI 成像基本序列。多发性的病灶具有空间多发及时间多发的特点,可累及颅脑、脊髓及视神经。

常规 MRI 中最基本的  $T_1$  加权成像( $T_1$ WI)、 $T_2$  加权成像( $T_2$ WI)可检出大多数幕上和幕

下脑实质、脊髓及视神经的脱髓鞘病灶。液体衰减反转恢复序列 (fluid attenuated inversion recovery, FLAIR) 通过抑制脑脊液的信号, 对邻近脑室及脑沟的病灶显示得更加清晰。短时间反转恢复 (short time inversion recovery, STIR) 序列及其他抑脂技术通过抑制眼眶内脂肪信号, 可显著提高视神经病变的检出率。T<sub>1</sub> 增强序列可客观反映出病灶区域血管通透性的改变, 如炎症反应所致颅内血脑屏障破坏而引起的病灶强化, 从而反映病变活动性。MRI 成像有助于 MS 的诊断及鉴别诊断, 监测病程及疗效, 同时 MRI 检查也可阐明部分 MS 病变的病理学改变, 表现在 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI 异常信号与髓鞘破坏和再生程度、轴索损伤的关联, 三维容积扫描对脑组织体积测量可以反映 MS 患者脑萎缩程度等方面。鉴于 MRI 在脱髓鞘疾病诊疗中的重大作用, 以国内外文献和国内临床实践为基础, 本书推荐扫描基本序列如下:

1. 头颅 MRI (图 2-1) 针对 MS 的基本头颅 MRI 序列包括: ①轴位或三维 (各向同性) T<sub>1</sub>WI; ②轴位或三维 T<sub>2</sub>WI; ③矢状位或三维 FLAIR; ④注射单剂量对比剂 (0.1mmol/kg) 至少 5 分钟后进行横断位或三维 T<sub>1</sub>WI 扫描。

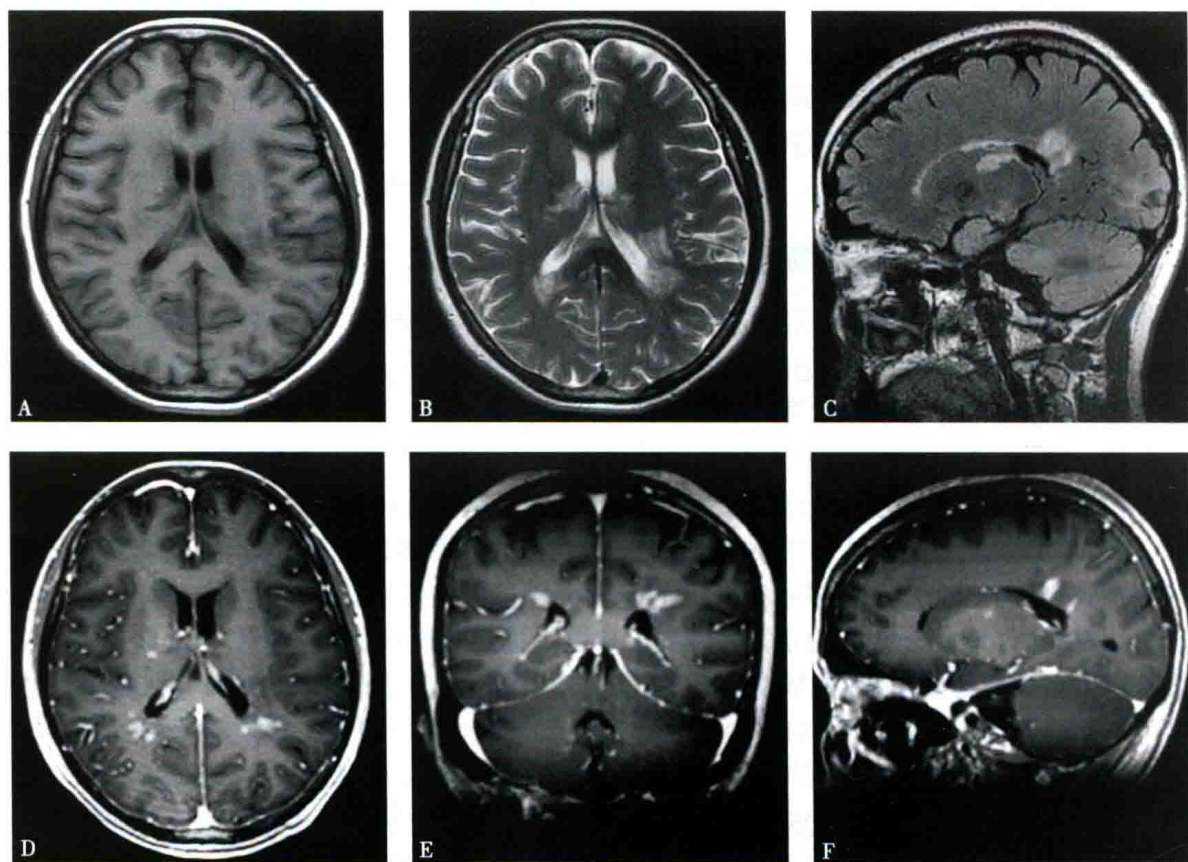


图 2-1 头颅 MRI 扫描基本序列

MS 及其他脱髓鞘病变头颅 MRI 扫描基本序列包括轴位 T<sub>1</sub>WI (A) 和 T<sub>2</sub>WI (B), 矢状位 FLAIR (C) 和注射对比剂后 5 分钟增强 3D T<sub>1</sub>WI, 三维重建出轴位 (D)、冠状位 (E) 及矢状位 (F)

头颅 MRI 图像应具有有良好的信噪比, 推荐使用 1.5T 或 3T MRI 扫描仪, 以提高 MS 病灶检出率。三维各向同性图像采集分辨率  $\leq 1\text{mm} \times 1\text{mm} \times 1\text{mm}$ , 如不能开展三维图像采集, 二维图像空间分辨率推荐层面内分辨率  $\leq 1\text{mm} \times 1\text{mm}$ , 层厚  $\leq 3\text{mm}$  无间隔。图像范围应覆盖全脑, 轴位序列建议沿前、后联合的连线 (图 2-2), 规范化的扫描序列对患者随访时病灶变

化的前后对比非常重要。文献报道双倍至三倍的造影剂剂量及注射造影后 15 分钟以上延迟时间可能帮助检测出更多的强化病灶,可供临床扫描参考。

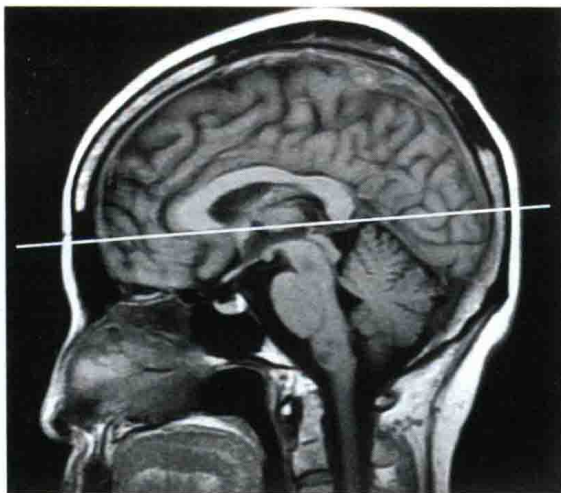


图 2-2 轴位图像的定位线

轴位图像的定位线应沿前、后联合的连线(实线显示),轴位图像层厚应小于 3mm,并且无间隔

2. 脊髓 MRI(图 2-3) ①矢状位  $T_1$ WI; ②矢状位  $T_2$ WI/PD 或  $T_2$ WI/STIR; ③横断位  $T_2$ WI(层厚 $\leq 3$ mm); ④注射对比剂后至少 5 分钟进行横断位、矢状位或三维  $T_1$ WI。分辨率推荐层面内分辨率 $\leq 1\text{mm}\times 1\text{mm}$ ,层厚 $\leq 3\text{mm}$ 无间隔,矢状面及冠状面扫描时相位编码方向设置为上下方向以减少脑脊液流动伪影及自主吞咽动作带来的伪影,胸髓横断面扫描的相位编码方向多设置为左右方向,以避免心脏大血管的搏动伪影对脊髓成像的影响。脊髓成像推荐应用心电和呼吸门控扫描。颈髓的 MS 病灶很常见,因此对于临床确诊或者怀疑的 MS 患者,无论临床是否有脊髓症状和体征,通常都应进行至少包括颈髓的脊髓 MRI 检查。当颈髓与头部 MRI 增强检查同时进行,颈段扫描一般不需要额外的造影剂。胸腰髓扫描在条件允许或有相应的神经定位体征时建议开展,在有条件的中心或医院推荐全脊髓扫描。

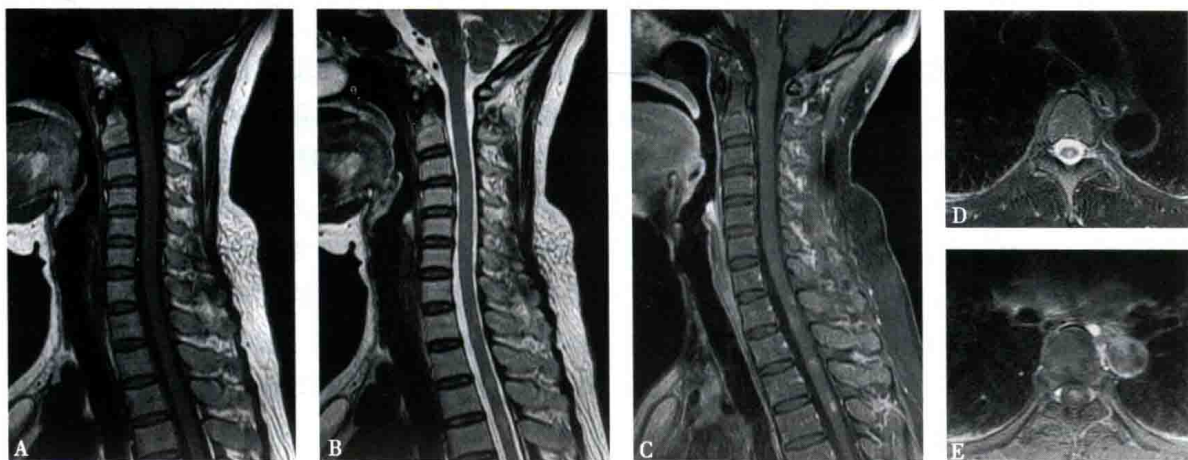


图 2-3 MS 脊髓 MRI 扫描基本序列

MS 颈髓 MRI 扫描基本序列包括矢状位  $T_1$ WI(A)和  $T_2$ WI(B),以及注射对比剂后 5 分钟的矢状位增强  $T_1$ WI(C)、轴位  $T_2$ WI(D)和轴位增强  $T_1$ WI(E)

3. 视神经 MRI (图 2-4) ①平行于视神经的横断位 T<sub>1</sub>WI; ②平行于视神经的横断位 T<sub>2</sub>WI; ③平行于视神经的斜矢状位 T<sub>2</sub>-FLAIR; ④垂直于视神经的冠状位 STIR; ⑤注射对比剂后至少 5 分钟进行与平扫层面一致的抑脂横断位、矢状位及冠状位或三维 T<sub>1</sub>WI, 推荐层厚 ≤2mm 无间隔, 范围需包括视交叉, 选择头颅线圈或眼表面线圈。当眼眶与头部扫描同时进行, 增强不需要额外造影剂。由于眼球存在自主运动, 为避免图像运动伪影, 尽量不要将相位编码方向和运动方向一致。

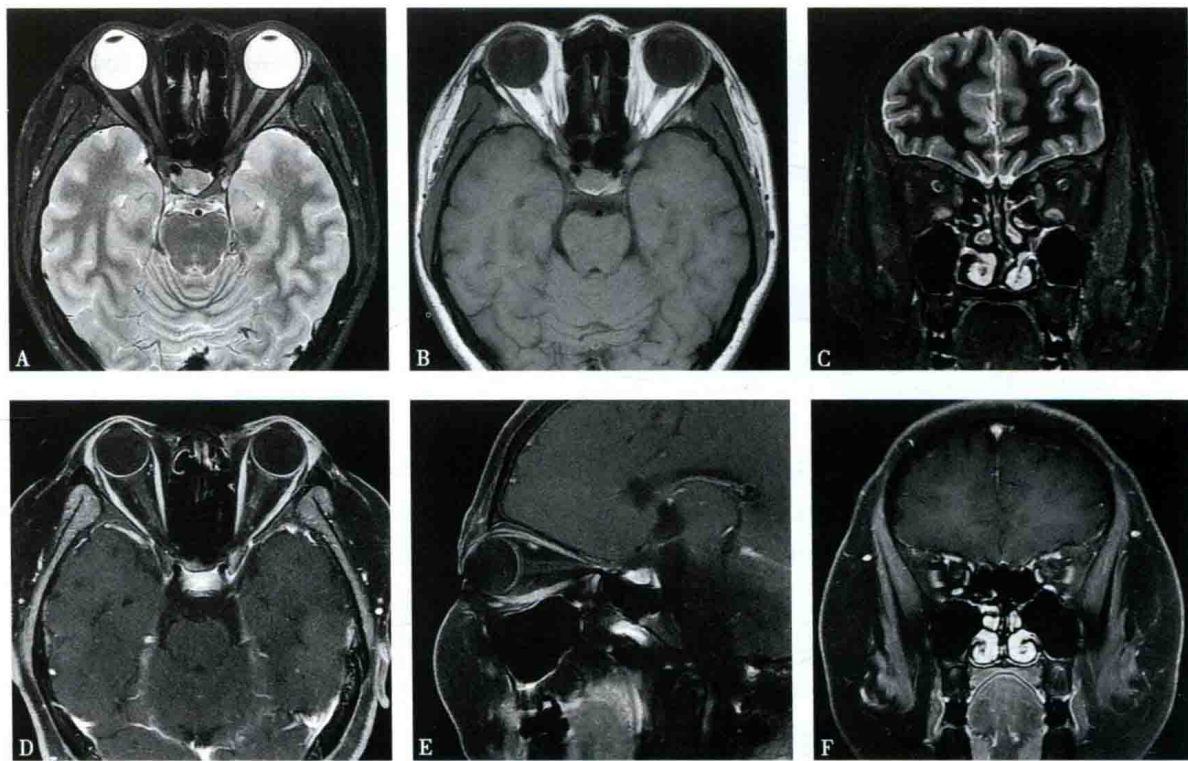


图 2-4 MS 视神经 MRI 扫描基本序列

MS 视神经 MRI 扫描基本序列包括平行于视神经的轴位 T<sub>2</sub>WI(A)、T<sub>1</sub>WI(B)和垂直于视神经的 STIR(C), 以及注射对比剂后 5 分钟的平行于视神经的轴状位(D)、斜矢状位 T<sub>1</sub>WI(E)和垂直于视神经的冠状位 T<sub>1</sub>WI(F)

应用 MRI 基本序列观察的指标主要包括病灶的定性和定量, 发现空间和时间多发证据; 病灶活动性的探查(新发或增大的 T<sub>2</sub> 病灶, 新发或再次强化的强化病灶)、病灶动态监测(病灶体积的改变及强化方式、程度的改变)、治疗相关改变的监测(如进展性白质脑病)。对于 MS 而言, MRI 检查的参考方案为: 对于临床孤立综合征(clinically isolated syndrome, CIS)及可疑 MS 患者, 可行所推荐的 MRI 头部平扫及增强扫描; 对于有脊髓炎症状或颅内影像不支持 MS 者, 需加扫脊髓 MRI, 且推荐头部与颈髓在一次扫描内完成。有视神经炎症状的患者需加扫眼眶 MRI。对于高风险 CIS(首次 MRI 中有不少于 2 个典型 MS 病灶), 推荐 6~12 个月后进行 MRI 随访复查。低风险 CIS[如 MRI 颅脑表现正常或影像学孤立综合征(radiologically isolated syndrome, RIS)], 推荐 12~24 个月进行 MRI 随访复查。对于已确认 MS 的患者, 推荐在治疗或更换治疗措施之前进行 MRI 扫描, 在更换治疗方式后约 6 个月进行 MRI 复查, 以及在确定治疗措施后 1~2 年进行复查, 若病情恶化或需要再次对病情进行评估时可行 MRI 扫描。



在以上基本序列基础上,各医院依据条件,可选择性应用双翻转恢复序列(double inversion recovery, DIR)或相位敏感翻转恢复(phase-sensitive inversion-recovery, PSIR)序列显示皮层病灶,扩散加权成像和扩散张量成像(diffusion weighted imaging and diffusion tensor imaging, DWI & DTI)序列评价水分子的扩散和白质纤维束的完整性,功能MRI(fMRI)评价脑功能的改变,磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)和定量磁化率成像(quantitative susceptibility mapping, QSM)评价脑内铁含量变化,磁化传递成像(magnetic transfer imaging, MTI)评价髓鞘完整性。

(张妍 陈唯唯 朱文珍)

## 参考文献

- [1] Simon JH, Li D, Traboulsee A, et al. Standardized MR imaging protocol for multiple sclerosis: Consortium of MS Centers consensus guidelines. *Am J neuroradiol*, 2006, 27: 455-461.
- [2] Traboulsee A, Simon JH, Stone L, et al. Revised recommendations of the consortium of MS centers task force for a standardized MRI protocol and clinical guidelines for the diagnosis and follow-up of multiple sclerosis. *Am J neuroradiol*, 2016, 37: 394-401.
- [3] Verhey LH, Narayanan S, Banwell B. Standardized magnetic resonance imaging acquisition and reporting in pediatric multiple sclerosis. *Neuroimaging Clin N Am*, 2013, 23: 217-226.
- [4] Filippi M, Rocca MA, Ciccarelli O, et al. MRI criteria for the diagnosis of multiple sclerosis: MAGNIMS consensus guidelines. *Lancet Neurol*, 2016, 15: 292-303.
- [5] Kuhlmann T, Lassmann H, Bruck W. Diagnosis of inflammatory demyelination in biopsy specimens: a practical approach. *Acta Neuropathol*, 2008, 115: 275-287.
- [6] Gramsch C, Nensa F, Kastrup O, et al. Diagnostic value of 3D fluid attenuated inversion recovery sequence in multiple sclerosis. *Acta radiol*, 2015, 56: 622-627.
- [7] Philpott C, Brotchie P. Comparison of MRI sequences for evaluation of multiple sclerosis of the cervical spinal cord at 3T. *Eur J radiol*, 2011, 80: 780-785.
- [8] Geurts JJ, Pouwels PJ, Uitdehaag BM, et al. Intracortical lesions in multiple sclerosis: improved detection with 3D double inversion-recovery MR imaging. *Radiology*, 2005, 236: 254-260.
- [9] Chen W, Gauthier SA, Gupta A, et al. Quantitative susceptibility mapping of multiple sclerosis lesions at various ages. *Radiology*, 2014, 271: 183-192.
- [10] 王维治. 神经系统脱髓鞘疾病. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [11] 刘广志. 多发性硬化. 北京: 北京大学医学出版社, 2012.
- [12] 杨正汉, 冯逢, 王宵英. 磁共振成像技术指南——检查规范、临床策略及新技术(修订版). 北京: 人民军医出版社, 2010.
- [13] 王杏, 周福庆, 曾献军, 等. 复发缓解型多发性硬化患者静息态脑运动网络功能连接的MRI研究. *中华放射学杂志*, 2014, 48(8): 627-630.
- [14] 张小辉, 李咏梅, 曾春, 等. 复发-缓解型多发性硬化患者及复发型视神经脊髓炎患者双侧视放射的扩散张量成像研究. *磁共振成像*, 2015, 6(5): 333-338.
- [15] 段云云, 李坤成, 于春水, 等. 多发性硬化患者的磁化传递及弥散张量成像特点. *中华神经科杂志*, 2006, 39(12): 799-802.