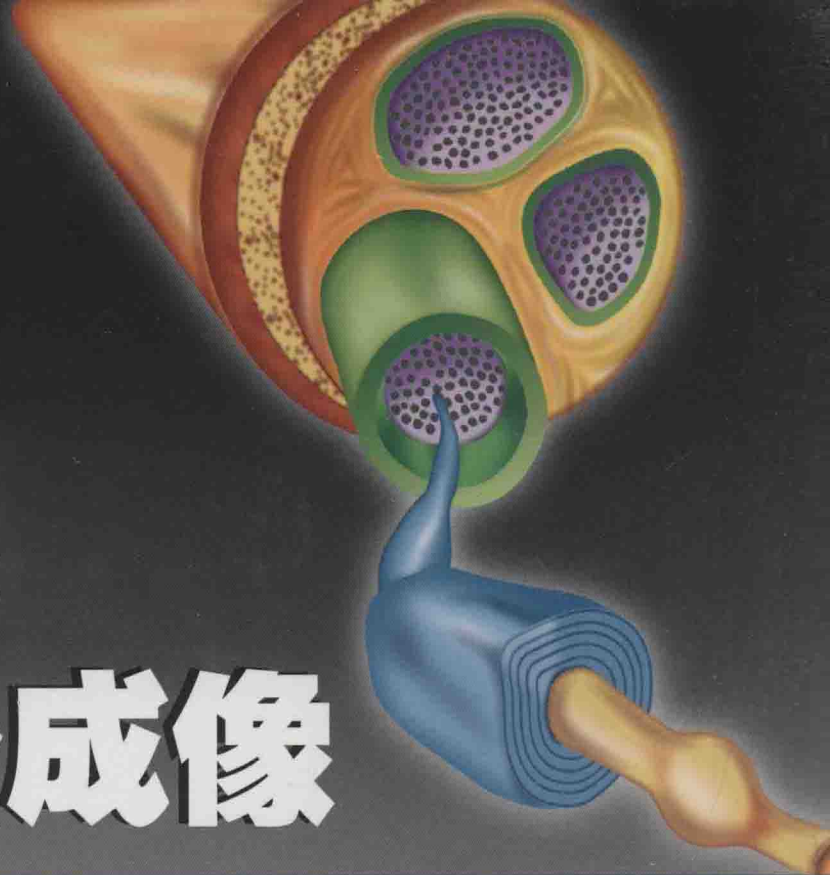


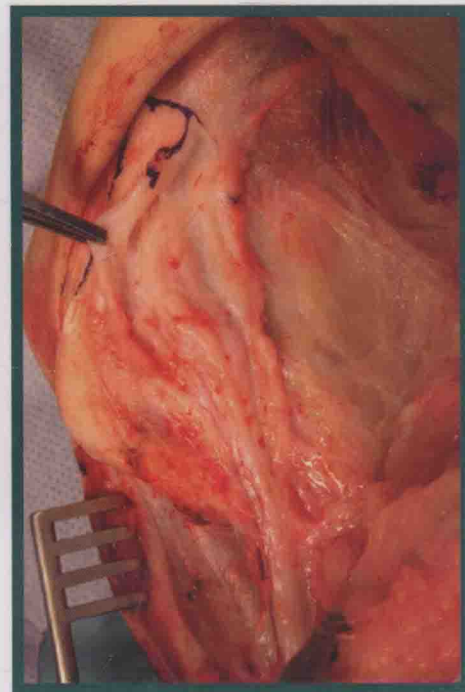
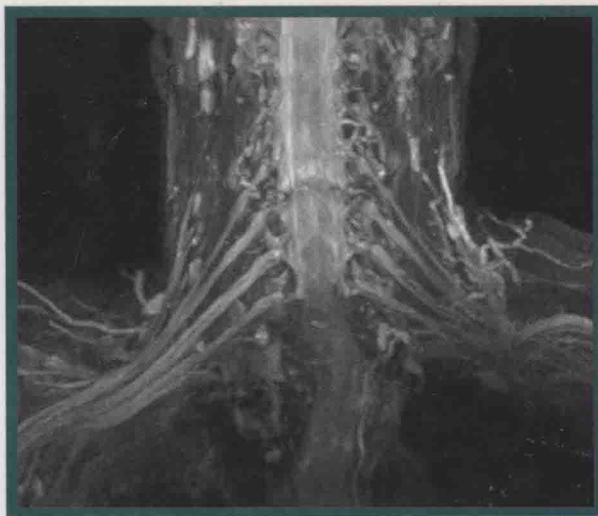


Avneesh Chhabra
Gustav Andreisek



磁共振 周围神经成像

MAGNETIC RESONANCE NEUROGRAPHY



编

〔美〕阿维尼斯·查哈布拉

〔瑞士〕格斯塔·安卓塞克

主译

周智洋 陈燕萍

天津出版传媒集团

天津科技翻译出版有限公司

磁共振周围神经成像

Magnetic Resonance Neurography

主 编 [美] 阿维尼斯·查哈布拉
[瑞士] 格斯塔·安卓塞克
主 译 周智洋 陈燕萍
审 校 方昆豪

天津出版传媒集团



天津科技翻译出版有限公司

著作权合同登记号:图字:02-2012-329

图书在版编目(CIP)数据

磁共振周围神经成像/(美)查哈布拉(Chhabra, A.), (瑞士)安卓塞克(Andreisek, G.)主编;周智洋等译. —天津:天津科技翻译出版有限公司, 2014. 9

书名原文:Magnetic resonance neurography

ISBN 978-7-5433-3424-3

I. ①磁… II. ①查… ②安… ③周… III. ①周围神经系统疾病-核磁共振成像-诊断学 IV. ①R745.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第179465号

Avneesh Chhabra, Gustav Andreisek

Magnetic Resonance Neurography

ISBN 978-93-5025-568-1

Copyright © 2012 by Jaypee Brothers Medical Publishers(P) Ltd. All rights reserved.

Originally published in India by Jaypee Brothers Medical Publishers(P) Ltd.

Chinese(in simplified character only) translation rights arranged with Jaypee Brothers Medical Publishers(P) Ltd. through McGraw-Hill Education(Asia).

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签,无标签者不得销售。版权所有,侵权必究。

授权单位:Jaypee Brothers Medical Publishers(P) Ltd.

出版:天津科技翻译出版有限公司

出版人:刘庆

地址:天津市南开区白堤路244号

邮政编码:300192

电话:(022)87894896

传真:(022)87895650

网址:www.tsttpc.com

印刷:山东鸿杰印务集团有限公司

发行:全国新华书店

版本记录:889×1194 16开本 12.25印张 300千字 彩插0.5印张

2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷

定价:88.00元



(如发现印装问题,可与出版社调换)

译者名单

主 译 周智洋 陈燕萍

审 校 方昆豪

译 者

邓白茹 (南方医科大学南方医院)

王伟财 (中山大学光华口腔医学院)

刘得超 (中山大学附属第六医院)

李芳倩 (中山大学附属第六医院)

陈燕萍 (南方医科大学南方医院)

易云平 (南方医科大学南方医院)

周 晨 (中山大学光华口腔医学院)

周智洋 (中山大学附属第六医院)

谭建儿 (南方医科大学南方医院)

编者名单

Aaron J Flammang MBA BSRT (R) (MR)

Clinical Research Scientist

Siemens Corporate Research (CAMI)

Baltimore, Maryland, USA

Avneesh Chhabra MD

Assistant Professor, Radiology and Orthopedic Surgery

The Russell H Morgan Department of Radiology and

Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Cary Bizzell MD

Musculoskeletal Clinical Fellow

The Russell H Morgan Department of Radiology and

Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Gaurav K Thawait MD

Musculoskeletal Research Fellow

The Russell H Morgan Department of Radiology and

Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Gustav Andreisek MD

Senior Staff Radiologist

Section Chief, Musculoskeletal Imaging and Head of

Musculoskeletal Imaging Research Group

Department of Radiology University Hospital

Zurich, Switzerland

Jan Fritz MD

Radiology Resident

The Russell H Morgan Department of Radiology and

Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

John A Carrino MD MPH

Section Chief, Musculoskeletal Radiology

The Russell H Morgan Department of Radiology and
Radiological Science

Associate Professor, Radiology and Orthopedic Surgery

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Kiran Batra MD

Cross Sectional Fellow

The Russell H Morgan Department of Radiology and
Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Majid Chalian MD

Musculoskeletal Research Fellow

The Russell H Morgan Department of Radiology and
Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Shrey K Thawait MD

Formerly Musculoskeletal Research Fellow

The Russell H Morgan Department of Radiology and
Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Currently, Department of Radiology

Yale University - Bridgeport Hospital

Bridgeport, Connecticut, USA

Theodoros Soldatos MD

Musculoskeletal Research Fellow

The Russell H Morgan Department of Radiology and
Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

Ty K Subhawong MD

Musculoskeletal Clinical Fellow

The Russell H Morgan Department of Radiology and
Radiological Science

Johns Hopkins University School of Medicine

Baltimore, Maryland, USA

中文版序言

MRI 应用于中枢神经系统疾病检查的价值已获公认,成为“确证性”的影像学检查手段。近几年来,更高场强的硬件和更快速且获得高质量图像的脉冲序列的应用,尤其重要的是大量临床应用经验的积累,磁共振周围神经成像(MRN)的质量已经获得了巨大改进、在诊断中发挥了越来越重要的作用。然而,由于 MRN 的临床应用时间不长,经验不多,鲜有这方面的专著。目前国内尚未见到系统介绍 MRI 在周围神经成像方面的专著,中山大学的周智洋教授和南方医科大学的陈燕萍教授联合主译的《磁共振周围神经成像》一书的及时翻译出版就显得弥足珍贵。

该书分为 9 个章节,分别阐述不同解剖区域周围神经病变的 MR 成像方法和相关表现及诊断问题,并详细解释了各种 MRN 的表现。在介绍周围神经病变的基本病理生理知识的同时,以简明的参考表格形式指导读者如何在周围神经的成像中获取高质量的 MRN 图像,旨在帮助读者掌握各种周围神经病变的 MRN 表现及其临床应用价值,解决日常实践中遇到的最常见的临床问题。

为此,我非常高兴地向国内同道们推荐这本新书,相信本书将成为放射科医师、神经内科医师、神经外科医师、矫形和其他外科医师以及放射技术工作者在进行周围神经 MRI 检查和诊断时必不可少的一本参考书。



2014 年 7 月 于羊城

中文版前言

自 20 世纪 80 年代以来,磁共振成像系统及其临床应用得到了迅速发展。随着 3.0T 高场磁共振机的问世,各种高性能硬件的使用、成像序列及成像方法的革新,进一步提高了图像信噪比及分辨率,大大改善了图像质量,使以往较难显示的细微解剖结构及病变可以清楚地显示出来,为临床正确诊断提供了更多的客观信息。

磁共振周围神经成像(MRN)正是得益于上述硬件和软件的发展,图像质量在近几年才得到极大的改善。但国内对周围神经磁共振成像的系统研究较少,医学影像学教科书中基本没有介绍周围神经磁共振成像的内容,也缺乏相应的专著。为此,我们选择美国约翰·霍普金斯医学院的阿维尼斯·查哈布拉(Avneesh Chhabra)教授及瑞士苏黎世资深放射学专家格斯塔·安卓塞克(Gustav Andreisek)博士合著的这本《磁共振周围神经成像》进行翻译,以弥补中文版本在这方面的缺憾,同时也希望此书能对周围神经磁共振成像相关技术知识的普及和应用做出一定的贡献。

该书分为 9 个章节编写,作者结合多年的临床实践以及最先进的成像序列技术,阐述了周围神经的解剖及病理生理基础、如何优化选择最合适的成像序列以获得最佳的周围神经成像的图像,分析各种常见周围神经疾病相关的 MRN 表现,并指明 MRN 在周围神经疾病的诊断与治疗中的作用。此书可作为影像医生在周围神经磁共振成像方面的入门教材及参考读物,也可供相关科室的临床医师参考。

在此书的翻译过程中,承蒙各位参译人员的通力协作,谨此表示衷心的感谢。我国著名放射学家方昆豪教授承担了本书的审校工作,我们对他的辛勤劳动表示最诚挚的感谢。

在本书的翻译过程中,我们力求做到准确无误,既符合中文习惯又忠实于原著,由于水平有限,不当之处在所难免,恳请各位同道不吝指正。

周翔 陈燕萍

2014 年 6 月于广州

前 言

磁共振周围神经成像(MRN)的问世已有大约 20 年的时间。然而,只是在最近几年,由于最新的高场强硬件和更快速、高质量脉冲序列的应用,尤其重要的是,大量临床应用经验的积累,MRN 的影像诊断质量才获得巨大改进。现在,MRN 已准备好迎接它的黄金时期,我们已在这一新领域里积累了大量科学知识。同时,这一迅速兴起的新技术所带来的丰富的新信息和新经验及其在指导周围神经病变处理上的新途径,也使这一特殊领域的信息变得更加错综复杂。遗憾的是,这些新信息很少在影像诊断学的教科书中涉及。因此,为了帮助读者了解这一复杂的前沿领域,出版一部有关这一方面的教科书是必不可少的。

过去几年,当我们在改进这一技术、开发较新序列以及在有关这一令人兴奋的领域的教学过程中,我们很清楚地了解到,许多参加学习的学员从我们的实际指导中受益匪浅,他们学会了应用 MRI 进行高分辨率的神经丛和周围神经成像检查以及解释各种 MRN 的表现。编写本书的目的在于:①给读者介绍周围神经病变的基本病理生理知识;②以简明的参考表格指导读者如何在周围神经病变的成像中获取高质量 MRN 图像和最佳利用 MR 磁体;③使读者学习各种周围神经病变 MRN 表现及其临床相关性;④向读者强调 MRN 导向的介入技术在临床治疗中的重要作用。为了更好地实现这一目标,我们始终把关注点聚焦在日常实践中遇到的最常见的临床问题上。

本书分为 9 章,分别阐述不同 MRN 诊断问题或不同解剖区周围神经病变的 MR 成像方法和相关表现,但总的解释方法基本上是相似的。纵观全书,我们已尽了最大努力来保证我们所呈献的材料是最新颖的。在“未来的发展方向”这一部分,我们只强调了在技术上需要进一步改进的研究领域和范畴,对仍在发展和可能与近期内应用不太相关的技术问题不予详述。换句话说,我们在编写本书时立足于使其成为一本启发性类型的书籍,通过阅读本书使读者思考“看你能做什么”而不是“看我们能做什么”。本书图像丰富,书中所选择的病例都附有手术和临床相关资料的解释。我们真诚地希望本书,这本首开先河的书,其简明扼要的解释结合丰富的临床病例,能满足在实际工作中进行 MRN 检查和解释 MRN 所见的需要,并使之成为放射科医师、神经内科医师、神经外科医师、矫形和其他外科医师以及放射技术工作者在进行 MRN 检查和诊断时必不可少的一本便利的参考书。

阿维尼斯·查哈布拉

格斯塔·安卓塞克

致 谢

在这本书最终完成之际,我要感谢那些以不同方式直接或间接帮助过我的人:

- 首先,我要感谢约翰·A·卡里诺(John A Carrino)医生,是他在我到约翰·霍普金斯时,激发了我对磁共振神经成像这一领域的兴趣。同时,如果没有我的合著者和朋友格斯塔·安卓塞克(Custav Andreisek)医生的指导、帮助和鼓励,也就不可能有本书的问世。

- 非常感谢我在印度、新加坡和美国的家人,没有他们的鼓励和支持,我不可能完成如此规模的书籍。

- 感谢我的患者,他们是不断给予我灵感和启示的源泉,我从他们身上学到了很多。我还想感谢他们的医护人员,其在临床诊治过程中所面临的挑战,为我们提供了更深入的见解和认知。

- 感谢所有指导、批评和激励过我的老师,以及所有同事和医师们对于撰写此书的鼓励。

- 特别要感谢所有参加科研和临床实践的同事,他们是一群杰出的医生,他们慷慨地贡献他们的最新知识和见解,并为本书中的许多章节的撰写提供了帮助。

- 感谢阿伦·斯考拉(阿杰)[Aaron Schorah(Ajay)]和斯科特·普瑞德(Scott Pryde)这两位杰出的磁共振技术专家的贡献,感谢多年来他们的帮助和对MRN技术改进方面的宝贵建议。

- 印度新德里的 Jaypee Brother 医学出版社的整个团队,充满热忱地推动着本书的撰写和出版,并且快速、高效地处理各种建议和评论,我衷心感谢他们所做出的努力。

- 在全力感谢所有已发表的研究资源的同时,我们对无意中侵犯的资源/版权所有者的歉意。

阿维尼斯·查哈布拉

目 录

第 1 章 神经的解剖、病理生理学,神经损伤及卡压	1
引言	1
神经解剖	1
外周神经病变的疾病谱	2
神经损伤	3
神经卡压	8
小结	9
第 2 章 磁共振神经成像技术	10
引言	10
MRN 技术的基本条件	10
MRN 未来发展方向和应用	16
作者推荐的高分辨率 MRN 技术	18
MRN 技术的失败	20
小结	20
第 3 章 磁共振神经成像的图像分析	22
引言	22
MRN 的作用	22
MRN 的分析方法	22
MRN 图像的陷阱	30
小结	34
第 4 章 管道磁共振神经成像——第 I 部分:上肢神经	35
引言	35
病理生理学	35
管道的诊断评估	35
正中神经——解剖、病变和相关的管道综合征	36
尺神经——解剖、病变和相关的管道综合征	47
桡神经——解剖、病变和相关的管道综合征	59
小结	68
第 5 章 管道磁共振神经成像——第 II 部分:下肢神经	69
引言	69
坐骨神经——解剖、病变和相关的管道综合征	69
股神经——解剖和病变	82

腓总神经——解剖、病变和相关的管道综合征	85
胫神经——解剖、病变和相关的管道综合征	94
小结	104
第 6 章 周围神经肿瘤和肿瘤样病变	105
引言	105
局灶性病变	105
弥漫性周围神经病变	117
小结	122
第 7 章 臂丛神经	125
引言	125
解剖	125
臂丛神经病变和相关综合征	129
臂丛神经炎	145
小结	150
第 8 章 腰骶丛神经	151
引言	151
腰骶丛解剖	151
腰骶丛神经周围分支	161
小结	167
第 9 章 MR 引导下注射	171
引言	171
MR 引导下注射的优势	171
MR 引导下注射的技术	173
小结	182
索引	183

第 1 章

神经的解剖、病理生理学,神经损伤及卡压

Avneesh Chhabra, Shrey K Thawait, Gustav Andreisek

引言

为了识别与正常形态之间细微或明显的异常,首先应该熟悉外周神经的解剖与结构。多种病理改变能直接或间接累及外周神经。本章将概述外周神经的解剖、相关的病理生理及常见病理改变的影像表现。

神经解剖

外周神经起源于原始神经管的神经嵴和由之移行而来的轴突。轴突是外周神经的基本单元,轴突被周围的支持结构如施万(Schwann)细胞和结缔组织基质包绕。轴突分为有髓鞘和无髓鞘两种。髓鞘由许多层施万细胞膜组成。无髓鞘的轴突仅套入施万细胞质的凹槽而不被包绕。结缔组织基质包绕轴突形成神经内膜。多个轴突排列在一起形成神经束,神经束是神经组成的基本构件。神经束被神经束膜包绕,多个神经束组合在一起,并且被结缔组织层形成的神经外膜所包绕。神经外膜有两层,一层是束间神经外膜或内层神经外膜,另一层是外层神经外膜(图1-1)。目前,高场强及高分辨率磁共振神经成像(magnetic resonance neurography,

MRN)技术已经可以作为常规的检查方法运用于临床。这一成像技术可以评价直径小至2 mm的周围神经,并且可以识别周围神经的细微结构。最常被成像的

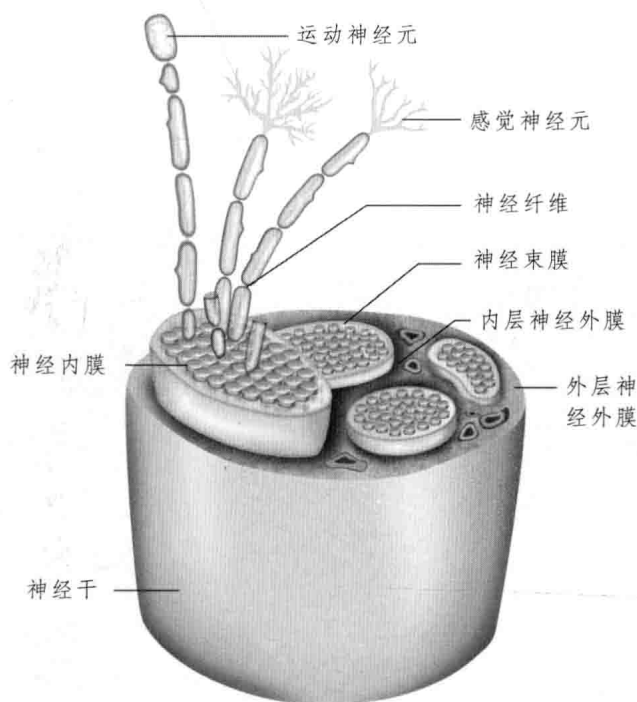


图1-1 神经结构。(见彩图)

周围神经直径为2~20 mm,包含5~10根神经束(范围1~100根)。每根神经束通常都是由运动神经纤维、感觉神经纤维和交感神经纤维混合而成的。不同神经的直径和所含神经束的数量都是不同的,由于多次的神经汇合及神经分支形成,即使是同一神经的不同节段其直径与所含纤维束的数量也会不同。MRN图像上神经束呈排列整齐的圆形结构,T1加权成像(T1 weighted imaging, T1WI)及T2加权成像(T2 weighted imaging, T2WI)图像上呈同等至略高信号强度,其轮廓由神经外膜间的脂肪层勾勒。神经束的宽度通常与邻近脂肪组织的宽度相似或略宽。神经束膜层通常不能辨别,除非异常增厚(图1-2)。正常的神经外膜层不太明显,在T1WI和T2WI图像上显示为包绕神经的低信号层,此层增厚 ≥ 2 mm通常视为异常,提示先前有神经损伤或炎症。

外周神经病变的疾病谱

基于病因学

外周神经可以发生各种疾病,这些疾病可以分为3大组:

1. 第一组:系统性疾病。如缺血、脉管炎、中毒、内分泌和代谢性疾病,如糖尿病肌萎缩、遗传性运动感觉神经病、淀粉样变性、高脂血症、多灶性运动神经病,以

及急、慢性炎症性脱髓鞘性神经病变等。MRN并不能对这类疾病作出诊断。但是,MRN可以显示可疑部位神经的异常及其所支配区域肌肉的去神经支配改变,从而有助于证实临床拟诊;或者排除这类疾病中某一单发神经病变任何器质性的原因。

2. 第二组:局灶性疾病。如神经丛病变、神经损伤、神经周围压迫性病变、治疗失败的神经管道病例出现的粘连性神经病、感染和神经鞘瘤等。MRN对这类疾病的诊断有重要作用,可以补充临床检查和电生理检测所获得的信息,或提供其他检查方法无法获得的信息。

3. 第三组:与功能解剖改变相关的神经疾病。如习惯性的腿交叉、反复打字和重复性运动,这些运动可能造成某一神经的牵引性神经炎或卡压性神经病变,导致功能性筋膜间室综合征。这一组疾病最主要是通过临床和导管测压检查作出诊断。磁共振成像偶尔也用于一些复杂的临床病例,在运动或用力前、后对有问题区域进行检查。MRI检查所得的间接征象,如肌肉间室内显著的长T2信号可有助于筋膜间室综合征的诊断。现行/建议的MRN检查的适应证见表1-1。

基于解剖部位

神经系统疾病还可以根据病变所累及的解剖或组织位置分为:神经肌肉连接处(neuromuscular junction, NMJ)、神经细胞胞体、轴突及髓鞘;或按功能受损分

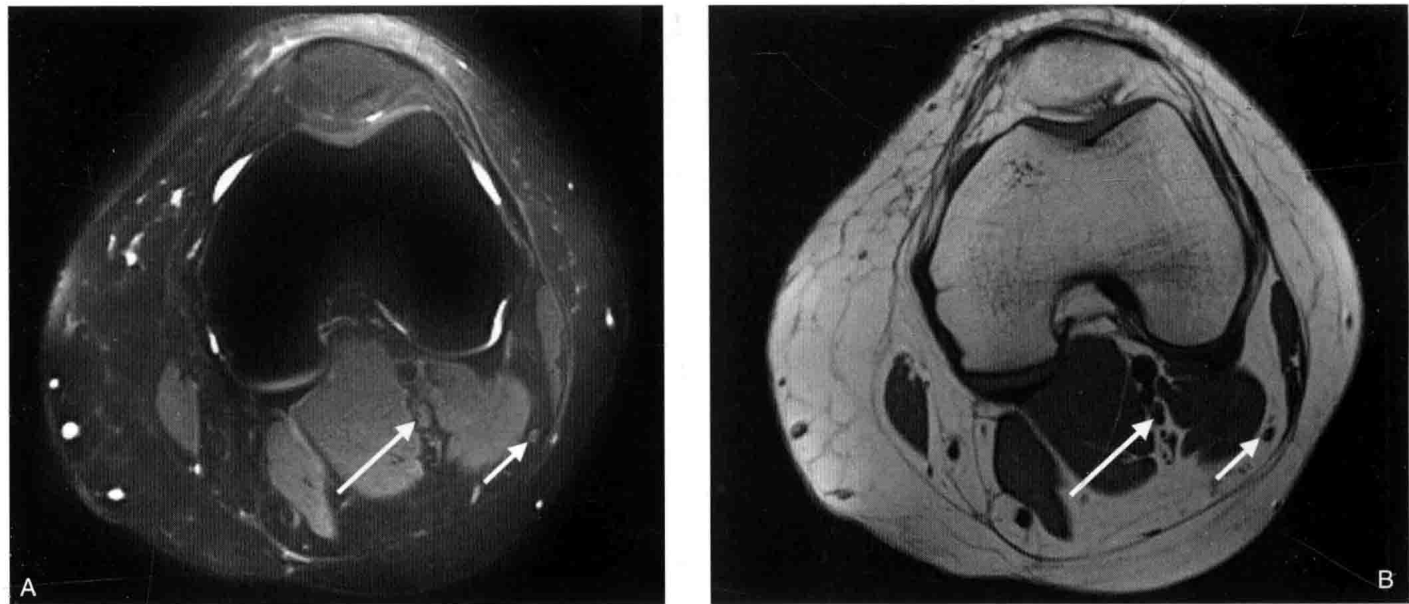


图1-2 (A)腓窝水平轴位T2 SPAIR和(B)T1WI图像。正常胫神经(长箭)和腓总神经(短箭)呈等信号。

表1-1 现行/建议的MRN检查的适应证

- 1. 神经丛成像:临床表现无特异性,怀疑臂丛或腰骶丛神经病变。
- 2. 神经松解术的术前计划:对于神经卡压综合征、胸廓出口综合征等疾病,应用MR进行解剖评估及确认神经的形态异常等。
- 3. 神经损伤分级:评估及区分单纯神经牵拉损伤与神经相连的神经瘤及神经断裂。
- 4. 制定治疗计划:占位性病变的定性及范围的评估,如血肿、神经鞘瘤、转移瘤、肺上沟瘤对神经的压迫等。
- 5. 鉴别放疗后改变与肿瘤复发:用于局部放疗后出现神经丛病症状的病例,以鉴别恶性肿瘤复发与放射性神经丛损伤。
- 6. 弥漫性多发性神经病变患者出现不典型症状或症状加重:如慢性炎症性脱髓鞘性神经根神经病 (chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy, CIPD)、多灶性运动神经病 (multifocal motor neuropathy, MMN)、腓骨肌萎缩症 (Charcot-Marie-Tooth, CMT)、淀粉样变性、淋巴瘤等。
- 7. 术后评估:用于手术失败病例排除神经再次卡压/持续存在的卡压。
- 8. MR引导注射前:神经周围(麻醉药/糖皮质激素)注射,以及斜角肌/梨状肌(肉毒杆菌制剂)的药物注射。
- 9. 消除患者的焦虑:慢性疼痛患者显示神经正常,排除疾病。

为:感觉神经、运动神经或自主神经功能受损。NMJ病变主要与乙酰胆碱受体异常有关。这些疾病可以是家族性的/先天性的(重症肌无力)或者获得性的疾病,如药物诱导、肉毒中毒或者副肿瘤综合征(Eaton-Lambert综合征)。与大多数神经肌肉疾病在疾病早期主要表现为下肢受累不同,NMJ疾病表现为面部及眼外肌无力、腱反射和感觉正常。此外,NMJ病变的肌电图(electromyography, EMG)和神经传导功能检查(nerve conduction velocity, NCV)是正常的。NMJ以远的神经病变所导致的运动功能减弱、感觉功能和自主功能症状取决于受累神经。EMG和NCV通常是阳性的。由于主要累及轴突,受累区域和临床症状的分布远端较近端明显,且下肢比上肢更常见。神经组织活检在轴突和髓鞘病变的诊断中可能会有一定的帮助。病理学家通常根据组织学改变将神经系统病变分为轴突性神经病、脱髓鞘神经病、炎性神经病或支持结构和(或)脉管组织的疾病,如血管炎、贮积病及感染或肿瘤浸润。多数标本并没有特异性病理特征,必须结合临床、电生理诊断和影像信息才能作出正确诊断。肌病(肌肉营养不良/肌炎)可能由感染、内分泌、代谢、自身免疫、肌红蛋白尿或者家族性因素(例如肢带综合征)引起。肌病表现为孤立的运动症状,通常分布以近端为主,且对称分布,受累肌肉腱反射消失。肌病肌电图及血清检查通常呈阳性,并且肌酸激酶增高。肌肉活检常可确诊。MRN检查在脂肪抑制T2WI图像上显示肌肉水肿样的信号强度变化、脂肪浸润或肌肉萎缩,类似去神经支配的肌肉改变,上述征象可单独或合并出现,取决于疾病的发展阶段。然而,受累肌肉可能与单一神经支配的范围不一

致,且支配的神经为正常信号强度,有别于神经病变导致的肌肉改变。另外,肌肉周围筋膜水肿和强化只见于肌炎,不见于肌肉去神经改变。

以下将进一步讨论常见的神经损伤和神经卡压综合征的病理生理学改变。

神经损伤

导致周围神经损伤的病因可以是钝伤(挫伤/牵拉伤)或贯通伤,如枪伤或刺伤。这种神经损伤在骨折和骨折脱位中很常见,如肩关节脱位(腋神经损伤)、肱骨骨折(桡神经损伤)、肘关节脱位(尺神经损伤)、髌关节脱位(坐骨神经损伤)等。此类神经损伤大多数为轻度,仅表现为牵拉伤。需要指出的是,在出现神经结构破坏之前,神经可以牵拉延伸10%~20%。较严重的牵拉损伤可导致神经较长节段的轴突断裂。严重的神经损伤常见于开放性骨折并脱位。医源性的神经损伤亦不少见,如在使用夹板治疗闭合性前臂骨折的病例中,有1%~10%发生神经损伤。神经损伤传统上是根据Seddon和Sunderland分类系统进行分类的。前者于1942年提出(表1-2)。在这个分类系统中描述了3种不同类型的神经损伤,即神经失用症、轴索断裂和神经断裂。

神经失用症是神经损伤程度最轻的类型,由于神经传导暂时性阻滞,这一损伤类型运动功能的丧失多于感觉功能。NCV检查时可以见到某一节段神经传导速率减慢或传导阻滞。随着神经功能的恢复,传导阻滞(NCV检查)会在6~8周完全恢复。这一损伤类型通常是

表1-2 Seddon和Sunderland神经损伤分类

神经损伤程度	髓鞘	轴突	神经内膜	神经束膜	神经外膜	磁共振神经成像	恢复潜能
I -神经失用症	+/-					神经T2信号增高 肌肉正常	完全修复
II -轴索断裂	+	+	-	-	-	神经T2信号增高	完全修复
III	+	+	+	-	-	神经束异常 神经轻度增粗 肌肉去神经改变	修复慢 不完全修复
IV	+	+	+	+	-	局部神经增粗伴神经束 断裂/轮廓不清与神经 相连的神经瘤 肌肉去神经改变	延续性神经瘤 预后差
V -神经断裂	+	+	+	+	+	神经连续性完全中断 肌肉去神经改变	不能修复
VI-Dellon,Mackinnon			以上类型混合			纤维组织形成 神经T1/T2呈低信号	预后差甚至 不能修复

由钝挫伤造成髓鞘损伤所致。神经失用症不会发生华勒(Wallerian)变性,因此肌电图检查通常是阴性的。神经失用症多见于运动员,特别是冲撞运动。MRN在脂肪抑制T2序列表现为神经信号异常增高,但是没有肌肉的去神经改变。根据我们的经验,这类损伤较轻的病例中一般无神经束的异常(无中断、轮廓不清、增粗等征象)(图1-3)。

轴索断裂由较严重的挫伤或挤压伤引起,导致轴索损伤和损伤部位远端的华勒变性。这类损伤导致感觉和运动功能均丧失。在轴索断裂中,轴索及其覆盖物(神经内膜)连续性中断,但是神经的结缔组织结构(神经外膜和神经束膜)仍保留。损伤后2~3周内肌电图检查显示诱发肌肉及感觉动作电位减低或消失。因此,神经传导功能检查可以鉴别轻度神经损伤(神经失用症)与较严重的神经损伤(轴索断裂)。后者损伤远端的神经传导功能缺失提示轴索缺失。MRN除了显示神经T2信号增高外,还可显示肌肉的去神经改变。随着神经损伤程度的加重,可见到神经束的增粗、破坏,甚至轮廓模糊不清(图1-4)。多数轴索断裂损伤仍有自动修复的潜能,因为周围的髓鞘仍保持完整。轴索的再生缓慢,以每天大约1 mm的速度从神经的近端向发生华勒变性的远端延伸。临床上,进展的Tinel征有助于判断轴突再生的进程。随着神经再生,从神经近端到远端的T2信号逐渐减低。大概需要数周到数月

的时间才会见到明显的功能恢复。一些病例会出现纤维组织的过度生长及神经断端的不接合,此时需要早期采用外科手术干预以促进功能恢复,并预防局部肌肉进行性萎缩。

神经断裂是神经损伤中最严重的类型,由严重的

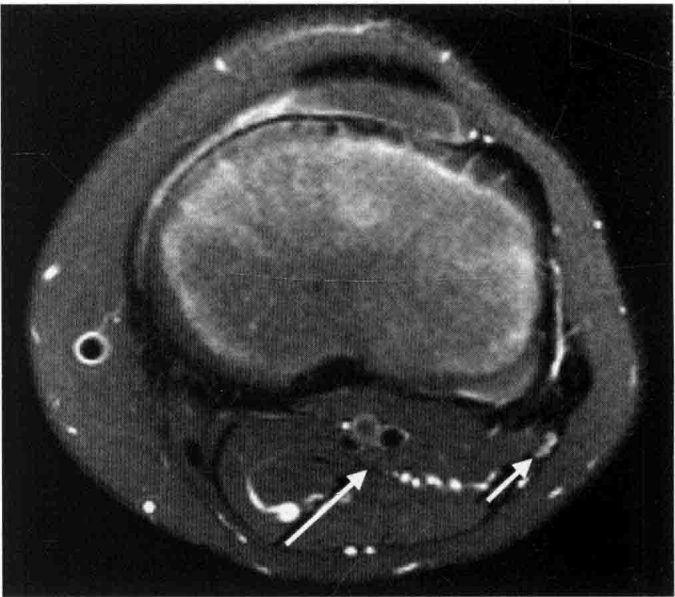


图1-3 腓骨应力性骨折引起的神经失用症。胫骨平台水平的轴位T2 SPAIR MR图像。腓总神经呈轻中度高信号(短箭),神经束外形仍保留,并可见正常的胫神经(长箭)。

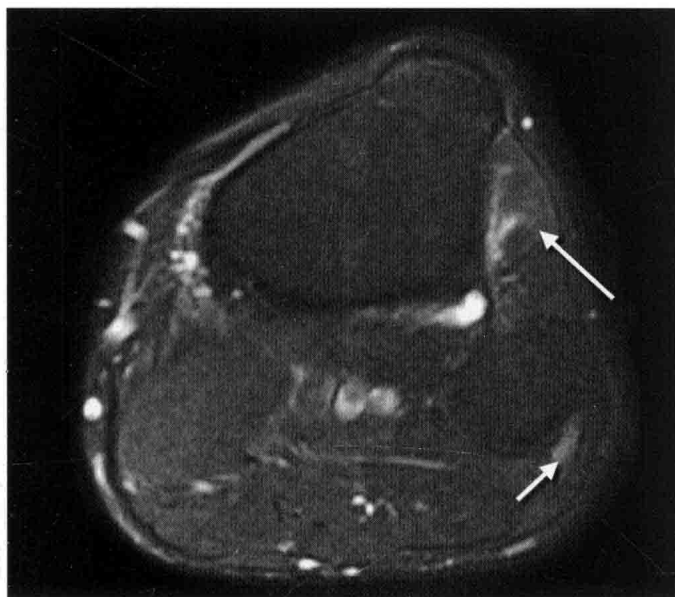


图1-4 轴索断裂。小腿上段水平轴位T2 SPAIR MR图像。增粗的腓总神经呈中度高信号,神经束轮廓模糊(短箭)。注意胫前肌肉呈水肿样T2高信号,符合肌肉去神经改变(长箭)。

挫伤、挤压伤、牵拉伤或撕裂伤所致,可导致轴索损伤及周围神经束膜和神经外膜层的断裂。肌电图不能鉴别神经断裂与轴索断裂。神经断裂完全丧失了运动功能、感觉功能及自主功能。MRN可以显示与损伤神经相连续的神经瘤,或者完全离断的神经末端形成断端神经瘤。由于轴索及结缔组织完全离断,自主功能几乎没有再生可能,因此这类神经损伤功能无法恢复。如果肌肉去神经改变持续数月至数年之久,会导致肌肉产生严重的脂肪浸润及萎缩,从而失去功能恢复的机会。因此,当采用延迟性探查手术促使轴突再生时,需要把握好手术时机。MRN可以通过显示神经瘤和神经的断裂来区分可逆性损伤与不可逆性损伤,并帮助临床选择是采用外科手术干预还是采用传统的观察等待方法。

1951年,Sunderland等提出第二个周围神经损伤的分类系统。这个系统是Seddon分类系统的进一步扩展。它是基于外周神经解剖学上的结缔组织层面的损伤程度来分类的,即神经内膜、神经外膜及神经束膜。这一分类系统根据损伤的严重程度,将神经损伤由轻到重分为五个等级。第一级损伤相当于Seddon分类的神经失用症,8周内功能完全修复。第二级损伤相当于Seddon分类的轴索断裂,神经内膜是完整的,通常可以完全修复,但需要数周到数月的时间。只有部分病

例的轴索再生修复需要18~24个月才能到达其支配的靶肌肉。

第三级损伤表现为神经纤维中断,相应的轴索和神经内膜受累,但神经外膜和神经束膜保持完整。修复程度可能很差,也可能完全修复,取决于神经束内的纤维化程度。外科手术可能需要也可能不需要,外科手术探查神经为正常大小。

第四级损伤是在第三级损伤的基础上再加上神经束膜断裂,神经外膜仍保持完整。神经增粗形成肉眼可见的连续性神经瘤(图1-5和图1-6)。第四级损伤通常需要外科手术修复。

第五级损伤是最严重的损伤类型,神经完全中断。这级损伤与Seddon分类的神经断裂基本一致,神经完全中断。神经轴索和神经周围所有结缔组织层(神经内膜、神经外膜和神经束膜)全部断裂(图1-7和图1-8)。不行外科手术不能痊愈,然而,即使行外科手术也不能保证完全恢复。大多数病例的MRN图像都可以显示神经中断、不连续,但在急性病例中,损伤区的出血和水肿有时可部分掩盖神经损伤的表现。

Mackinnon等也曾描述过第六级神经损伤,是一个混杂有Sunderland分级中不同损伤程度的复杂性神经

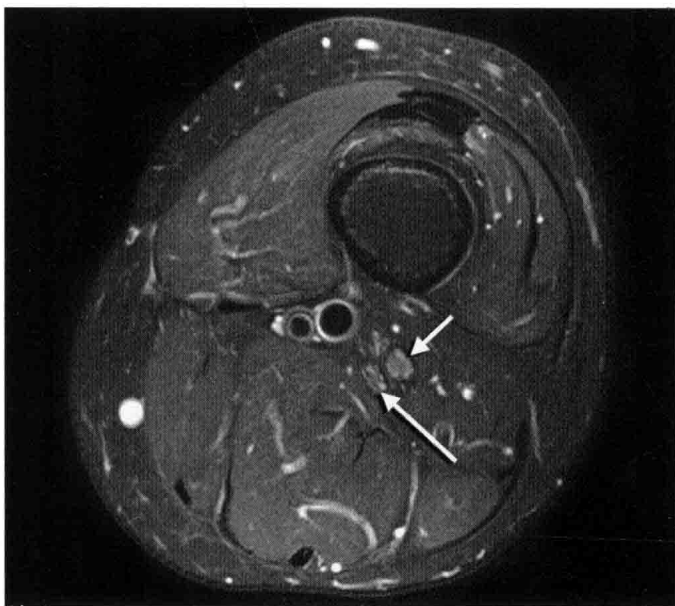


图1-5 轴索断裂。大腿远端水平轴位T2 SPAIR MR图像。腓总神经呈中度高信号,局部增粗,神经束轮廓不清(短箭),形成连续性神经瘤(Sunderland分级IV级损伤)。胫神经异常,呈轻中度高信号,并且可见一向后突出的神经束(长箭),肌电图证实为轴索断裂。

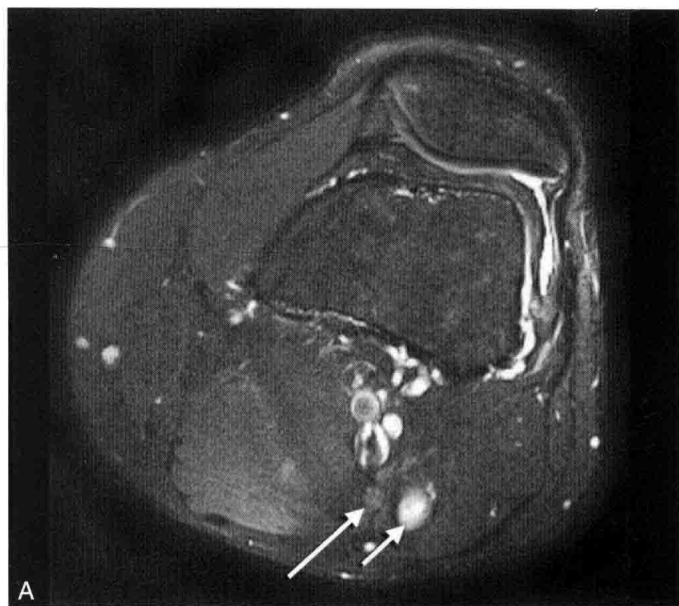


图1-6 连续性神经瘤(Sunderland分级Ⅳ级损伤)。经腭窝水平的轴位T2 SPAIR MR图像。腓总神经呈中重度高信号,局部增粗,神经束模糊不清(短箭)。注意胫神经正常(长箭)。

损伤。在这些病例中,神经可能已完全纤维化,外科手术时已不可能区分神经各层结构的损伤。我们在多韧带损伤或膝关节脱位并累及腓总神经的病例中见过这种类型的神经损伤。神经节段的纤维化在MRN上表现

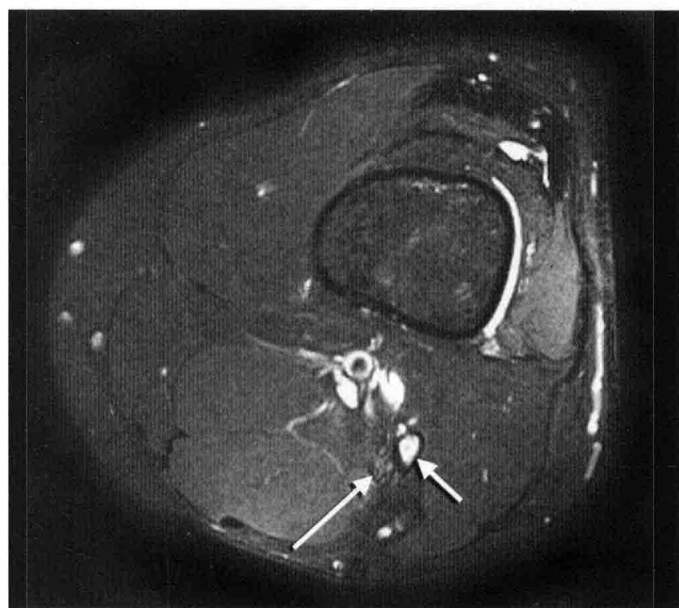


图1-7 神经断裂伤连续性神经瘤 (Sunderland分级Ⅳ/V级损伤)。经腭窝水平的轴位T2 SPAIR MR图像。腓总神经呈明显高信号,局部增粗,神经束轮廓模糊不清(短箭),胫神经正常(长箭)。可见腓总神经陈旧性损伤后周围增厚的神经外膜。

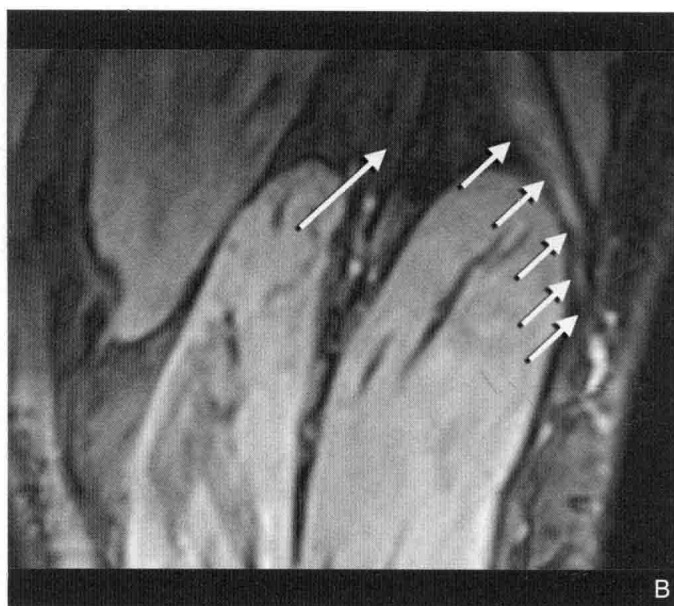


图1-8 神经断裂伤(Sunderland分级Ⅴ级损伤)。经腭窝水平的3D DW-PSIF最大密度投影图像(MIP)。腓总神经增粗,呈明显高信号,远端的连续性中断(短箭)。注意胫神经正常(长箭)。

为T1、T2均呈低信号。近端残存的神经节段显示增粗,并在T2WI上呈异常高信号(图1-9)。

区分创伤性周围神经损伤级别的另一重要的关键点是神经支配区域肌肉的状态,即肌肉的去神经改变。神经失用症的病例不出现肌肉去神经改变,而轴索断裂和神经断裂损伤时常可见到肌肉去神经改变。创伤性神经损伤后2~4天,去神经改变的肌肉MRN显示为T2WI信号增高,损伤24小时内钆剂增强扫描可显示强化。因此,MRN可以早期分辨神经失用症与更高级别的神经损伤。MR图像显示的这些肌肉的信号改变,早在肌电图检测到去神经支配改变之前的2~3周就可以观察到。这意味着MRN对早期神经损伤的检出比肌电图更敏感。这种肌肉信号改变反映了骨骼肌内外间室液体的相对迁移变化,当神经支配恢复时是可以逆转的。持续的去神经改变,则进展为脂肪浸润和肌肉萎缩,在T1WI图像显示最好(图1-10和图1-11)。

MRN也存在一些不足之处。尽管MRN是一种敏感的检查方法,但它的特异性还是值得商榷的。磁共振图像检出的信号改变不能辨别是机械性损伤与免疫/缺血引起的神经损伤。T2信号的异常程度与神经损伤的程度并没有直接的相关性。因此,在评估神经损伤程度时还要结合其他的MRN异常征象来判断,如神经