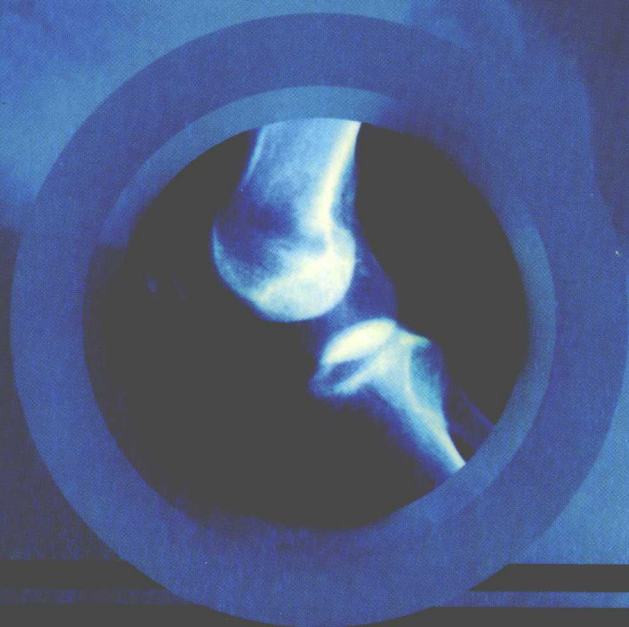




骨骼肌影像检查答疑

Problem Solving in Musculoskeletal Imaging

主编 William B. Morrison
Timothy G. Sanders

主译 宋 彬 邹 翎



人民卫生出版社

骨骼肌影像检查答疑

Problem Solving in Musculoskeletal Imaging

主 编

William B. Morrison

Timothy G. Sanders

主 译

宋彬 邹翎

副主译

魏懿 刘畅

译 者

(按姓氏笔画排序)

王戚玲	王朝华	方之家	卢春燕	吕 粟	吕 曦
伍东升	孙家瑜	李秀丽	李峥艳	吴 苾	宋思思
张丽芝	张昌伟	张薇薇	张曦娥	陈光文	欧阳琴
周海鹰	胡 娜	胡雅君	袁 元	袁 放	唐鹤菡
黄子星	董志辉	褚志刚			

人 民 卫 生 出 版 社

Problem Solving in Musculoskeletal Imaging, 1/e
William B. Morrison and Timothy G. Sanders
ISBN: 978-0-323-04034-1

Copyright © 2008 by Elsevier. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation from English language edition published by the Proprietor.

ISBN-13: 981-272-517-2

ISBN-10: 978-981-272-517-2

Copyright © 2010 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd. All rights reserved.

Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

3 Killiney Road
#08-01 Winsland House I
Singapore 239519
Tel: (65) 6349-0200
Fax: (65) 6733-1817

First Published 2010

2010 年初版

Printed in China by People's Medical Publishing House under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 授权人民卫生出版社在中国大陆境内独家发行。本版仅限在中国境内（不包括香港特别行政区及台湾省）出版及标价销售。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

图书在版编目 (CIP) 数据

骨骼肌影像检查答疑/(美) 莫瑞森主编; 宋彬等译.

—北京: 人民卫生出版社, 2011. 6

(影像学临床解疑)

ISBN 978 - 7 - 117 - 13849 - 9

I. ①骨… II. ①莫…②宋… III. ①肌肉骨骼系统 - 影像诊断 IV. ①R322.7②R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 001884 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有，侵权必究！

图字: 01-2010-2623

骨骼肌影像检查答疑

主 译: 宋彬 邹翎

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

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 三河市宏达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 40 字数: 1293 千字

版 次: 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 13849 - 9/R · 13850

定 价: 248.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

该书是一类全新的教材:以不同以往风格的文稿致力于提炼作者在临床实践中的经验,以及总结他们在临床中解决问题的方法,而不是简单地罗列疾病和外伤的影像学表现。

但这样的风格很难在各个领域里采用统一的格式来达到,故而本系列丛书在统一的书写理念下采用不同的方式进行阐述。如本版的骨骼肌肉系统“Problem Solving”,就会大体分为3个大的部分:技术问题以及技术优化;骨骼肌肉系统疾病的问题解决;先进的关节成像。

在技术相关的第一部分,本书将教予读者在多种检查模态中提高成像质量的实用方法学,以及提供实际案例,指导影像科医师使用上述检查方法来解答特定的临床问题。附赠的CD光盘是本章节的扩展,其中包含了可帮助放射科医师日常临床操作的实用材料如:患者问卷表,报告书写模版;MRI/CT扫描方案,包括定位以及层面选择的图示等。该章节中还附加了关节腔造影以及骨/软组织活检的操作指南。

骨骼肌肉系统疾病的问题解决章节重点阐述常见疾病类型的问题解决方法,包括骨关节炎、肿瘤以及感染。本章节致力于给读者提供与上述疾病诊断有关的技巧以及思路。

以关节为主的章节希望教会读者如何像一个有经验的影像科医师一样,对高端成像研究进行高水平的解读。图片的格式类似幻灯片,简洁易读,而不是像传统书籍中的图片,重叠了大量的箭头和图标。

“骨骼肌肉系统的问题解决法”一书值得从头到尾通读。全书致力于使读者能获得真正的肌骨影像医师所具备的“思考能力”,并为他们的患者和临床医生提供更高水平的服务。我们期望我们已经达到上述目标。我们衷心地感谢我们的老师以及本书的捐助者,是他们的帮助才使得本书能得以面世。

William B. Morrison, MD

Timothy G. Sanders, MD

前言

随着目前技术、方法的不断推陈出新,骨骼肌肉系统的影像学检查也在不断的变化和进步。在日常的医疗工作中,由于目前国内影像学科工作模式的差异,如技术和诊断分离,放射科与超声科、介入科室的相互独立等,导致了医疗人员对于全面了解和把握肌骨影像学检查具有相当的难度,因此在临床工作中遇到了较多问题。如对新的检查技术缺乏全面了解,导致难以设计出适于临床使用的肌骨系统优化的检查模式和方案;不能将多种检查技术和方法融会贯通,缺少与临床的沟通,则制约了医疗人员对肌肉骨骼系统疾病诊断的整体水平;没有相应的穿刺和活检技术,影像科难以独立开展关节造影及活检工作以满足临床需求,如此等等。因此目前急需一本翔实易懂,适合临床需要,能解决临床实际问题的肌肉骨骼系统的综合性专著。但纵观我国目前所有的骨骼肌肉系统影像学书籍,综合性专著少之又少,即使有,也是以列举疾病并陈述疾病影像学表现的常规模式书写,难以有针对性地解决目前临床需要解决的骨骼肌肉系统成像的关键问题。

《骨骼肌影像检查答疑》一书是 Elsevier 出版社最新推出的“影像学问题解决策略”系列丛书之一。该系列丛书采用的是一种全新的问题解决模式进行书写,与以往简单叙述的书写方式不同,该丛书通过提炼作者在日常工作中所遇到的各种主要问题,并详细提出解决策略以及解决方案。本书由美国 Thomas Jefferson 医院放射科主任、著名肌骨系统专家 William B. Morrison 博士,以及美国 Kentucky 大学肌骨系统影像学专家 Timothy G. Sanders 编写。全书分为三个大板块:技术问题以及技术优化;先进的关节成像;骨骼肌肉系统疾病的问题解决。内容几乎囊括了所有骨骼肌肉以及关节日常成像及诊断的常见问题,并将两名编写者长期积累的临床经验,解决问题的策略、思路以及技巧悉数托出,让读者直接获得第一手的宝贵知识。除了问题解决策略的内容之外,本书的另一个特色是详细给出了“*How to do it* (如何做)”的指南,结合超过 700 幅的图片详解,使得读者能够立刻将本书内容运用于临床问题的解决当中。在具体的问题解决部分作者将内容划分为两大类型进行阐述:从疾病分类以及从解剖部位的角度对肌骨关节成像问题解决策略进行了详细阐述,这样的分类方式在内容上相互补充,同时重点突出,条理清晰,易于读者理解和掌握。该译著的出版和发行将有助于解决影像科以及骨科医生在骨骼肌肉系统影像学检查中所遇到的问题和困惑,有利于全面提升我国骨骼肌肉系统影像学检查和诊断水平,并且帮助影像科进行多种检查技术的融合,以及独立开展关节成像及活检检查项目。

此次在四川大学华西医院领导以及放射科全体同仁的支持下将本书翻译成文介绍给大家。翻译过程中,经反复审校及修改,力求能最大限度展示原书的内容与风采,但由于译者水平和影像学专业知识有限,译文难免有不当之处,还请读者以及同道斧正。

本书出版之际,感谢翻译小组每一名成员的辛苦努力。我科医师魏懿、刘畅、王朝华、孙家瑜在翻译过程中承担了大量的审核、校译工作,胡雅君、张薇薇两位医生在后期的文字以及图片处理上做了大量工作,此处一并致以诚挚的谢意!

宋彬 邹翎

2010 年 10 月于四川成都

第一部分	优化的检查模式:扫描方案及其最优化	1
第一章	临床肌骨成像的优化	2
第二部分	操作流程	41
第二章	关节造影、注射及抽吸:原则和技术	42
第三章	肌肉骨骼系统的经皮穿刺活检:技术与技巧	71
第三部分	问题解决策略:按疾病分类	95
第四章	关节炎	96
第五章	肌肉骨骼系统感染	156
第六章	骨和软组织肿瘤及肿瘤样病变的诊断	215
第四部分	问题解决策略:按解剖部位分类	279
第七章	肩关节成像	280
第八章	肘关节成像	345
第九章	腕关节成像	371
第十章	手及手指成像	399
第十一章	髋关节和骨盆成像	427
第十二章	膝关节成像	476
第十三章	踝关节成像	547
第十四章	前足和足中份的成像	583
第十五章	肌肉影像学检查	618

第一部分

优化的检查模式： 扫描方案及其最优化

临床肌骨成像的优化

概要

磁共振成像 2

 高场机与低场机 2

 3T 扫描机肌骨成像的优、缺点 5

 线圈 5

成像序列的选择 8

 选择空间分辨率还是对比度? 8

自旋回波成像 9

快速自旋回波成像 9

短时反转恢复 11

梯度回波成像 13

磁共振关节成像 19

信噪比的优化 19

怎样减小肌骨磁共振成像的伪影 21

与脂肪抑制相关的伪影 21

运动相关伪影 23

模糊伪影 23

信号丢失伪影:磁场切断或线圈定位错误 25

魔角现象 25

磁敏感伪影 25

化学位移伪影 28

在成像过程中利用伪影 28

 怎样利用磁敏感伪影 28

 怎样利用化学位移伪影 28

 特殊平面/位置 30

CT 30

 多探测器 CT 的基础 30

肌骨超声 39

磁共振成像

肌骨磁共振检查进行参数的制订和调整时,必须考虑到所采用的 MR 扫描机的类型(如,高场机还是低场机),使用的表面线圈和它们的结构,扫描技师的经验。除此以外,还应该考虑到检查所需要的一些特殊信息,弄清临床病史和解决这些问题的合适的视野。究竟是需要高空间分辨率来解决问题,还是结构间的高对比度更重要? 选择适合的成像平面和序列来明确解剖和病理,并且达到最优化的信噪比(SNR)。最后还应考虑到是否需要静脉或关节内注入对比剂,是否需要一些特殊的序列、方位或体位。这一部分解决以上问题,包括伪影和其影响的最小化。

高场机和低场机

扫描机有不同的场强,选配不同的梯度场和爬升率来达到最优化的扫描。软件选配常需要另外付费。这些事情会引起选购机器时的混乱。此外,不同的厂

家对序列、磁场的均匀度和其他的物理参数有不同的名称,使我们难于进行“一对一”的比较。然而,购买机器时很少考虑到骨肌成像。一般选购机器时首先考虑的是神经和体部成像的应用,骨肌成像是次要考虑。不论使用什么机器,熟知 MR 成像原理是骨肌成像时参数最优化所必需的。高场机和低场机的不同在骨肌成像中特别重要;优缺点的比较见表 1-1。

表 1-1 低场机的优缺点
优点
磁化率伪影更少
更高的 T1 对比度
易于定位
可用于肥胖患者(可重达 226.8kg)
易于对非圆形对称的身体部位进行中心定位
缺点
难于进行“标准”的脂肪抑制
信号较低——需要更长的扫描时间(运动伪影可能增加)
分辨率低(软骨、关节唇成像受限)

低场机,场强低于 0.7T,因为质子的水和脂肪信

号峰接近,难于进行标准的预饱和和频率选择脂肪抑制。这点非常重要,因为骨肌系统放射学家们一般喜欢对 T2 上很亮的液体和水肿病灶进行脂肪抑制。此外,骨肌系统中脂肪普遍存在,静脉或关节腔注入钆剂时常需脂肪抑制。因此,这是低场机的明显局限性。短时反转恢复成像(STIR)使骨肌系统中的液体增亮,可代替 T2 加权快速自旋回波脂肪抑制的标准序列,但会导致分辨率的降低或者视野增大。液体增亮也可以不需脂肪抑制而通过增加 TE 时间(100 ~ 120 毫秒)来实现。但这会牺牲信噪比,信噪比随 TE 的升高而降低,会给小的软骨病变的显示带来困难。在低场机上几乎不能观察小的软骨缺损。

如果不对 T1 加权图像进行脂肪抑制,则会导致静脉内或关节腔内增强检查结果的观察困难,如未进行脂肪抑制的肿瘤/感染的强化成像和 MR 关节造影应用会受到局限。而且,整个图像的信号相对低。为了

补偿信号,需要增加成像的信号平均次数,这样会延长成像时间,并增加肢体成像的运动伪影。在低场机,检查的时间较长,不适用于不合作的患者。低场机线圈选择常常受限,不同肌骨结构的多用途表面线圈各有不同。这可能导致不适当的大视野和低的分辨率。

尽管如此,低场机肌骨成像还是有一些优点的。T1 对比实际上优于高场机,尽管在实际工作中这其实是一个相对小的优点;而且 T1 对比的提高事实上在实际工作中还是一个缺点。使用低场系统仔细观察膝关节;由于混合了半月板信号,在 T1 加权上液体信号缺失(图 1-1)。相对于高场机而言,低场强机的金属伪影较低。有假体、螺钉或其他关节金属物的患者可采用低场机,提高其受检率。须记住高场梯度技术进展会抵消其在这方面的优势。低场时化学位移伪影也会降低。

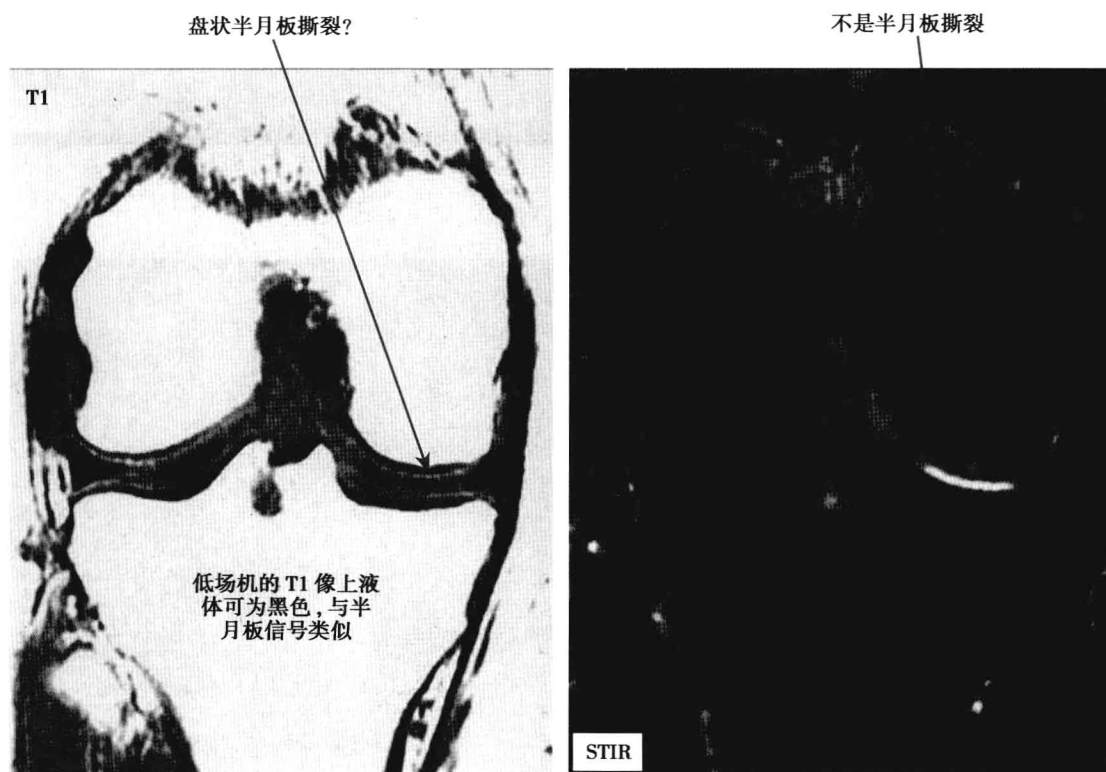


图 1-1 0.3T 膝关节 MRI。低场机较高场机有更好的 T1 对比。然而,对关节成像来说并不好

而且最重要的是低场机机架孔径和床的载重量,它一般能够提供一个开放的环境和重达 226.8kg 的重量限制。对于肥胖患者,没有其他的成像仪可以选择。这在美国是一个主要问题。关于脂肪抑制,许多低场机提供基于 Dixon 技术的软件配置,采集同相位和去相位的图像,进行减影处理后得到脂肪抑制的图像

(图 1-2)。如果减影在同一个序列进行,没有减影错误,则图像质量和脂肪抑制效果一般都是很好的。事实上,如果放射学者重视的是在低场机上进行 MR 关节造影,就需要额外关注后处理软件。新的低场成像机实际上能够分开脂肪和水峰,进行真正的脂肪抑制,但效果次于 Dixon 技术。

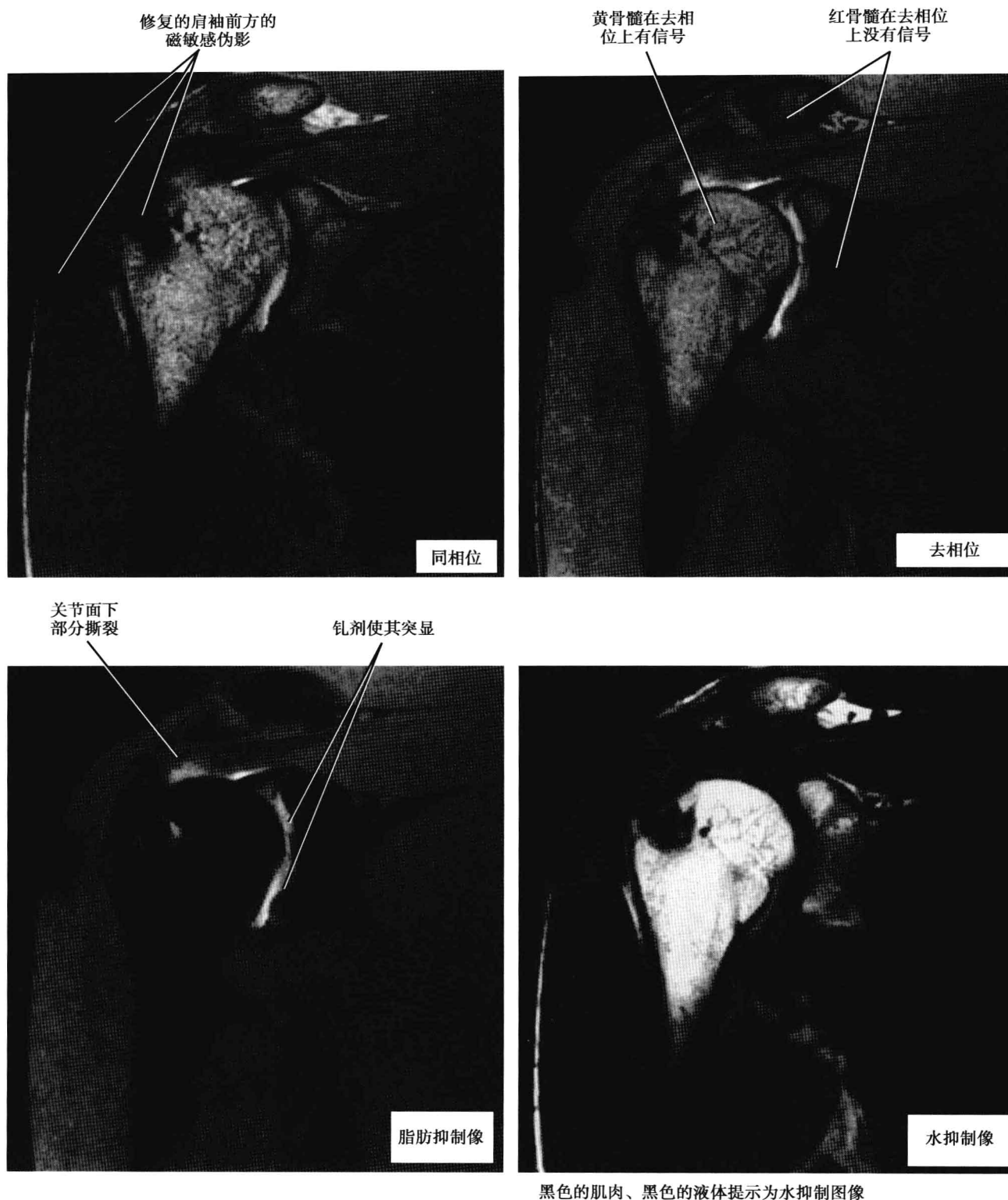


图 1-2 0.3TMR 关节成像。水脂分离的 Dixon 技术。采集同相位和去相位图像(有助于骨髓评估),如同脂肪抑制和水抑制图像。低场机上 MR 关节成像最适合采用脂肪抑制成像技术。然而作为一种梯度回波序列,金属、空气、血液成分和钙化易于产生磁敏感伪影

一般场强在 0.2T 左右就可进行肢体成像,尽管其成本低,患者舒适,但其图像质量相应差,且成像范围局限于腕/手、肘、踝/足和膝。1.0T 肢体磁共振机的图像质量和 1.5T 相当(图 1-3)。其他开放式的 1.0T 成像机也获得类似质量的图像。

3T 扫描机肌骨成像的优、缺点

3T MRI 在肌骨成像有一些独特的优势。高场所有的成像序列均可有高的信噪比,并允许增加矩阵,降低层厚,减小视野,提高分辨率;毕竟,高分辨率是肌骨成像的关键(图 1-4)。因此,可以利用信号的过剩来降低激励次数(NEX),从而缩短扫描时间,提高患者的流通量。然而,因为 3T 周围环境的物理特性不同,成像参数必须进行一定的调整。如 3T 高场加重了金属的磁敏感伪影,限制了对关节内金属物的评估。同时 3T 高场可能增加化学位移伪影,导致水脂界面出现黑-白效应。可以采用脂肪抑制技术来消除化学位移伪影,也可以通过增加矩阵、减小视野来减小体素,从而减少伪影。调整带宽是解决该问题的第三种方法。

三角纤维软骨撕裂



图 1-3 1.0T 肢体专用机腕关节冠状梯度重聚回波成像 (Courtesy of ONI and Joel Newman, Boston, MA.)

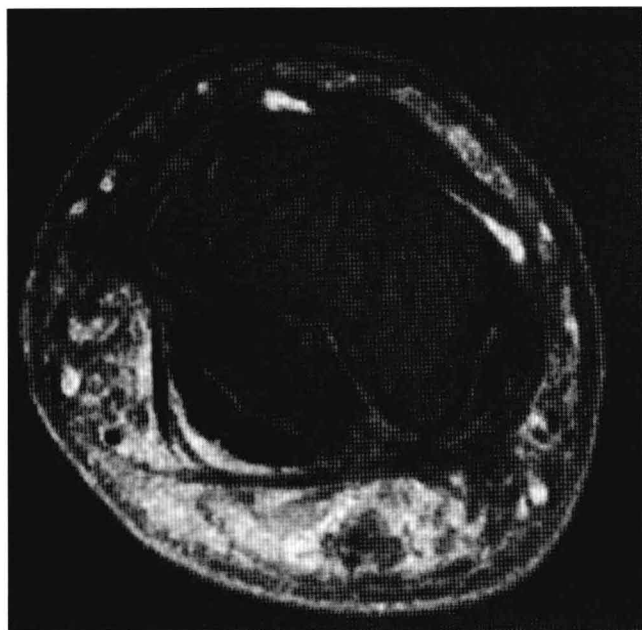


图 1-4 拇指高分辨率 3T 成像,使用小的独立线圈。一旦常规即可达到这样的分辨率,则需要掌握更多的解剖细节和微小结构的病理知识 (Courtesy of Ivan Dimitrov, Best, the Netherlands, Philips.)

线圈

尽管高场强机对 MR 成像原理和基本优化序列的

掌握是最重要的,但不管成像机的类型如何,尽量购买较多的线圈类型却是优化骨肌成像的最简单的方法(图 1-5)。与用于腹部、头、脊柱的线圈不同,肢体成

像的表面线圈在配置和质量方面存在较大差异。拇指线圈的配置原则为尽可能是最小的线圈来进行所需检查的肢体成像,以达到所需要的小 FOV(框 1-1)。通常,线圈类似于耳朵,由于接收来自于被成像部位的微弱

的声音。耳朵离被成像物体越远,声音越微弱(信号弱)。因此,线圈离身体部分越近,图像越好。踝关节成像时最好不使用膝关节线圈,因其较小且不是圆筒形的。

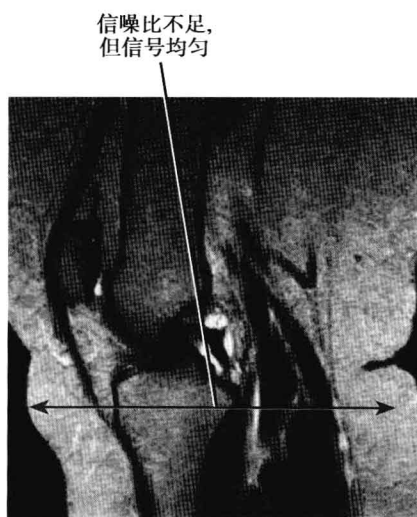
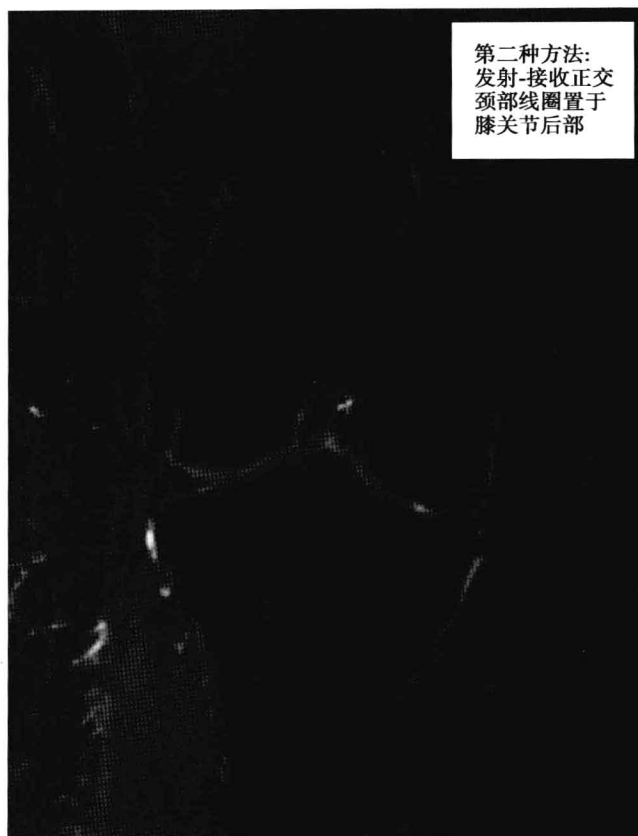
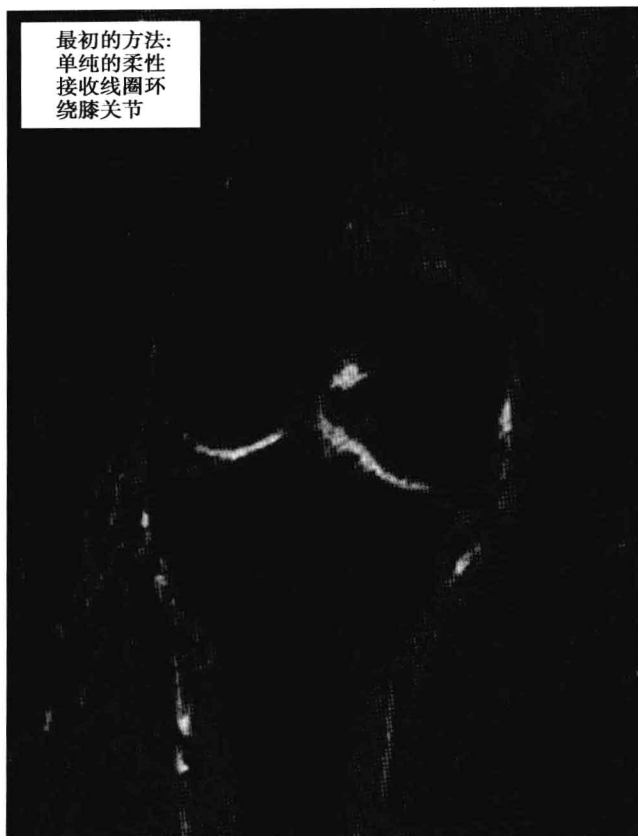


图 1-5 合理的线圈选择和定位是达到最佳图像质量的一个主要因素。这是在 0.3T 扫描仪上采集的一个肥胖病人的膝关节;由于肥胖,膝关节无法伸入到肢体线圈中央。软质线圈(左图)的图像信噪比(SNR)太差,令人难以接受;而使用正交颈部线圈(右图)则信号质量有所提升,但应注意在矢状位图像上信号的非对称性分布

框 1-1 线圈的基础知识

- 尽量使用可能小的线圈,最大限度接近成像中心(信号最大)
- 首选相控阵线圈
- 首选发射-接收线圈
- 小部位:努力让3英寸(1英寸=0.0254m)颞下颌关节线圈或5英寸表面线圈靠近成像区域
- 线圈必须定位正确(观察定位图像)
- 如果患者不能耐受,最好另换体位以避免运动伪影

通常易犯的错误是设法用头线圈对双侧踝关节同时成像,两侧的踝关节都显示不充分。类似的错误还有不移动线圈同时对足和踝关节成像(新线圈已设计为适合脚掌的烟囱状以获得满意的图像)。推荐使用发射-接收线圈而不使用单纯的接收线圈;接收线圈需要体线圈发射射频信号,因此身体大部分区域暴露于射频能量中,将产生组织特殊吸收率

(SAR)(体部能量沉积)和混淆伪影。也可以选择多通道正交线圈和相控阵线圈。当某一个线圈不适合需成像的身体部位时,可使用连接盒连接两个线圈并置放于需成像部位,但这种方式将分割每个线圈的信号,导致返回各自线圈的信号减少。对成像部位较厚的区域是一个限制,因为会导致图像中心的信号丢失。

有些情况下,因患者体位受限而需更换线圈的配置。例如,腕关节成像的最佳体位是将腕关节置于头上并使用肢体线圈成像,但这个位置患者难于达到,特别是肩关节有疾病的受检者。合理的改变是包裹住后放在胳膊的旁边成像,至少患者能够忍受检查,没有运动。肩关节线圈杯状设计并不适合所有患者,可导致磁场的截断(图 1-6)。这可能限制了某些体位的成像,如外展外旋(ABER)体位成像。

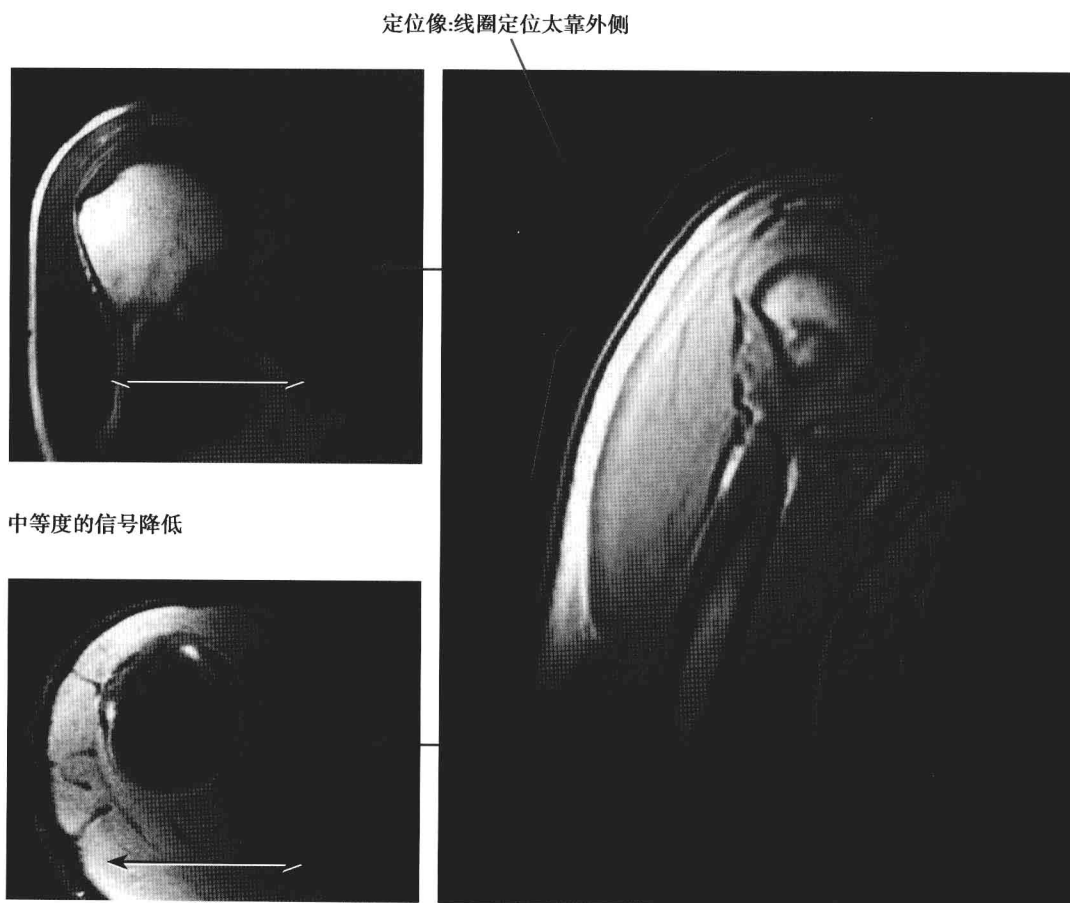


图 1-6 最佳的线圈位置也很重要。此处,肩关节线圈定位错误,导致中等度的信号降低,上唇几乎看不见。线圈位置易于从定位像观察(右)。如果图像欠佳,技师应重新定位或使用更适合的线圈

成像序列的选择

肌骨成像序列的选择,主要考虑的是成像速度,以及检出病变的对比度分辨率或空间分辨率究竟哪一个更重要。不同的机器使用相应的不同序列可获得更好的成像效果。如,非常均匀的磁体,标准的“预饱和类型”脂肪抑制可得到非常均匀的脂肪抑制效果,而一个相对不均匀的磁场,STIR 则是一个更好的选择。

选择空间分辨率还是对比度?

高空间分辨率的序列有助于评估小结构,如腕关节的骨间韧带、髌关节唇,或者关节软骨。这些序列要求高信噪比,允许放射学家降低视野,提高矩阵来提高信噪比。梯度回波成像(图 1-3)能提供高的同相位和去相位图像的分辨率;同相位分辨率与 SNR、FOV、矩阵(比如,在 X/Y 平面分辨相邻结构)相关,去相位分辨率与层厚、层间距相关。三维梯度回波能够采集层厚非常薄且无间距的图像。质子密度加权成像提高信噪比,因脂肪和液体都为高信号(图 1-7)。增加的信号可用于降低视野和增加成像矩阵,因此增加了空间分辨率(图 1-8)。

胫后肌腱鞘内的滑膜增生



图 1-7 强调空间分辨率的序列。质子密度加权(中等加权)序列对肌骨成像非常有用;充足的信号允许改变其他参数如采集更薄的层厚或更大的矩阵以达到高分辨率。梯度回波序列也能用于提高分辨率



图 1-8 如果图像有充足的信号,可以增加矩阵和(或)减小视野来提高分辨率。矩阵增加可提高骨小梁和软组织结构细节的显示能力。但体素的减小,信噪比的降低必须逐步进行。FSE,快速自旋回波;PD,质子密度;TE,回波时间;TR,重复时间

高对比度分辨率的序列可提供检查对象解剖结构和周围组织之间的较大的信号差异。例如,腕关节 T2WI 脂肪抑制图像的液体非常亮,三角纤维软骨很黑,因此具有高的对比度分辨率。STIR 成像对比度高,但空间分辨率低。增加对比度分辨率的一个方法是采用脂肪抑制的 T1 加权进行 MR 关节成像(图 1-9),结合自旋回波或梯度回波成像时,也能优化空间分辨率。这是关节内结构紊乱行 MR 关节成像的一个

优势。如果同时具有高对比度和高空间分辨率是较令人满意的一件事,但通常一个单一序列不能两者同时达到最好,故而应该设定一些序列空间分辨率最优(大矩阵,小视野的梯度回波质子密度加权成像),其他的序列则设计为对比度最好(脂肪抑制的 T2 加权成像或 STIR)。新的 MR 机在序列参数标准修改时能够评估信噪比,这将帮助扫描技师采用较好的参数,以便在修改参数时达到满意的信噪比。

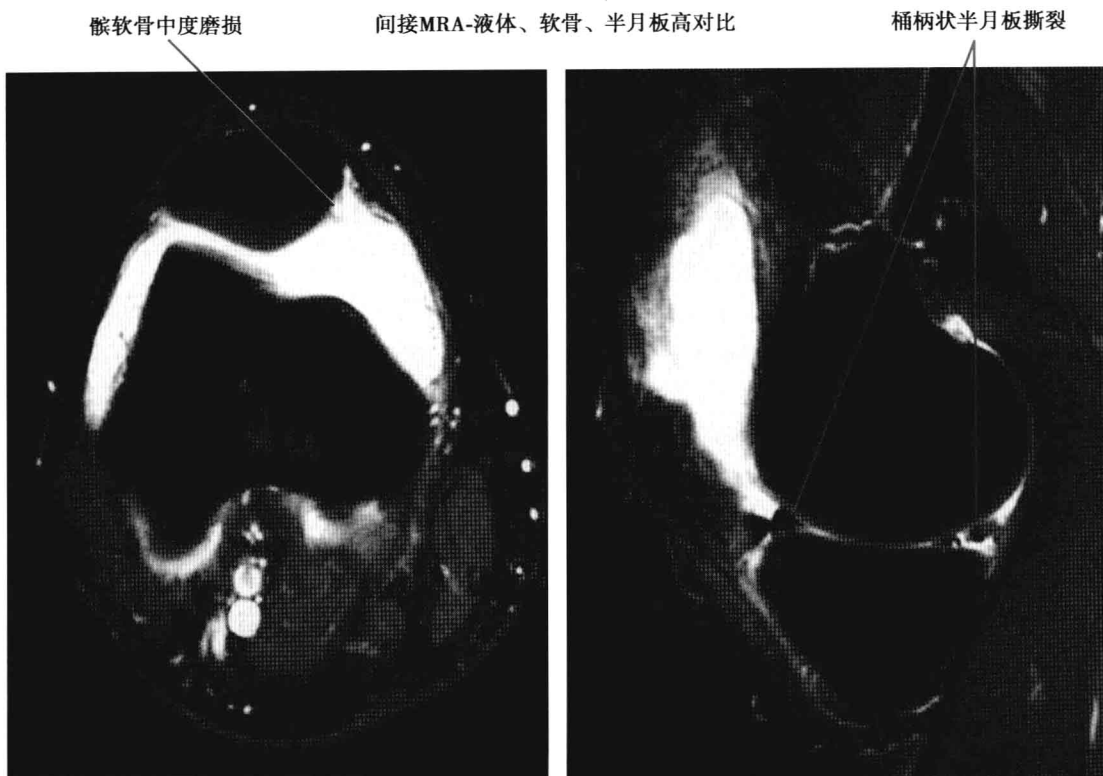


图 1-9 高对比度序列。成像静脉注入造影剂 30 分钟后,T1 加权脂肪抑制自旋回波延迟成像[间接 MR 关节成像(MRA)]。高信号的关节液体提供与邻接中等信号的透明软骨和纤维软骨的对比

自旋回波成像

自旋回波成像提供高信噪比的 T1 加权图像,同时在 MR 关节成像或增强后联合采用脂肪抑制成像也是非常有用的。此外,T1 加权图像也可通过快速梯度回波获得,如果不考虑磁敏感伪影,梯度回波 T1 加权成像如射频毁损序列(GE, SPGR; Philips, T1-FFE; Siemens, FLASH)能够作为更快的扫描序列来使用。在骨关节成像中 T1 加权成像是评估皮下组织和骨髓腔所必需的。T1 加权成像也可以帮助评估肌肉萎缩,探测筋膜异常,评估滑液下脂肪。因此,大多数厂家都会添加至少一个非脂肪抑制的 T1 加权成像序列在其 MR

机器的骨关节成像方案中。

快速自旋回波成像

多年来,快速自旋回波在骨关节成像中具有重要地位。大多数影像中心采用快速自旋回波成像采集 T2 加权图像,因为它较自旋回波序列效率高。每个 TR 采集多个回波(TR;通常为 8)加快采集进程,可获得更高图像矩阵来增强分辨率。相应的,快速自旋回波也可用于减少成像时间。对不同的 TE 进行采集回波,用于填充 K 空间形成图像,随着 TE 的增加,回波信号强度降低。突出相对比取决于想要的 TE 的回波采集,分辨率由其他回波决定。

短 TE 导致脂肪在 T2 加权快速自旋回波上较自旋回波亮。因为这个原因,T2 加权快速自旋回波应进行脂肪抑制或采用长 TR 和长 TE(正常分别为 4000 毫秒和 100 毫秒)。否则,液体与周围脂肪信号对比将不明显。变通的方法是采用驱动平衡脉冲序列,它能在使用短 TR、TE 时保持图像的对比(GE, FRFSE; Siemens, RST; Philips, DE)。

使用快速自旋回波时,应小心避免模糊伪影。新的扫描仪很少有上述问题,但长的回波链和小的 TE 中仍然可见。这种情况下,选择小的 TE 填充 K 空间的中心(产生想要的 TE 的对比度),大的 TE 幅度低,填充于 K 空间的周围(决定图像的锐利度)。用于提高分辨率的低幅度 TE 会导致图像不锐利,或模糊伪影。因此,有的作者建议快速自旋回波不用于质子密度成像,如评估膝关节半月板的时候。然而,如果回波链长小于 4,TE 低于 20 毫秒,一般情况下伪影不可见。此外,使用高的接收带宽减少回波间隙将减轻模糊伪影:Siemens 机器,梯度回波采用 20 ~ 40kHz 带宽,150 ~ 200Hz/像素;Philips 上采用 1 ~ 1.5 个像素。快速自旋回波成像甚至可用于采集 T1 加权图像。在如此低的 TE 下,回波链长必须进一步降低,一般减至 2 个回波。

另一个常见的错误是在快速自旋回波成像中使用与自旋回波成像相似的 T2 加权参数,将导致图像质量不理想。自旋回波技术用于采集 T2 加权图像时,100 ~ 120 TE 即可使液体显示更佳。同样 TE 的快速自旋回波脂肪抑制,则产生低信噪比和颗粒状的黑-白的图像。T2 加权快速自旋回波脂肪抑制图像采用的 TE 大约是 40 ~ 60 毫秒(图 1-10 和图 1-11)。尽管这个范围在质子成像会有所增宽,仍然需要降低 TE,重新采集信号,以获得液体清晰显示的高质量解剖图像。只要所有这些因素考虑在内,快速自旋回波成像就可用于采集高空间分辨率的质子密度图像,以及高对比度的 T2 加权抑脂图像来对骨肌系统进行评估(表 1-2)。

表 1-2 调整回波时间	
增 加	降 低
优点	
提高液体亮度	提高信噪比
减少模糊伪影	减少铁磁性伪影
缺点	
降低信噪比	降低液体亮度

若T2加权采用脂肪抑制,TE应降低至40~60ms

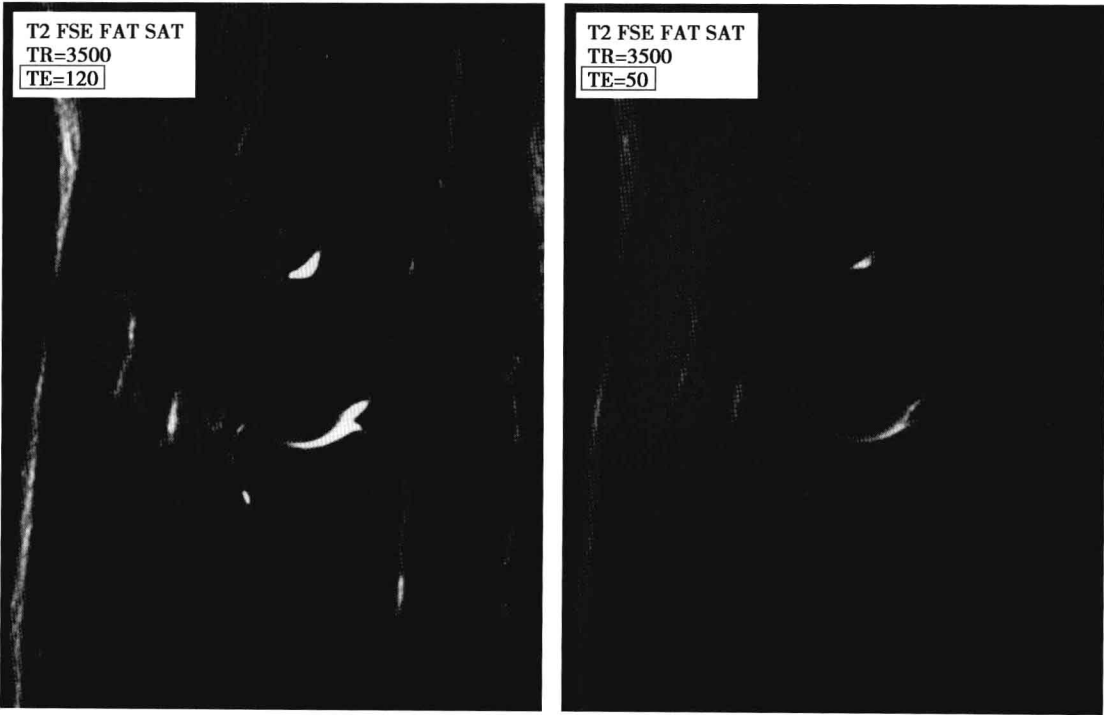


图 1-10 如果 T2 加权快速自旋回波采用脂肪抑制,则 TE 值必须降低至有足够的信号。甚至在质子密度的 TE,液体仍然可以清晰显示。FSE,快速自旋回波

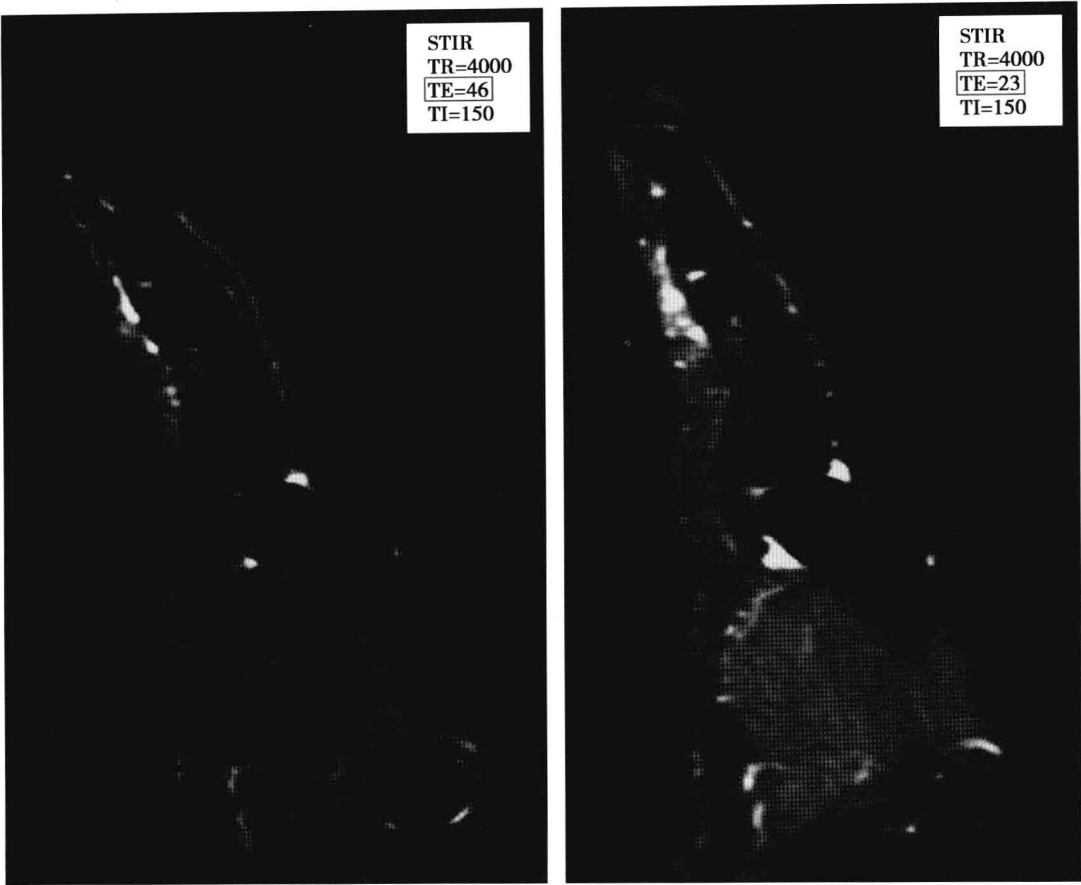


图 1-11 低 TE 在 STIR 序列上也可提高信噪比。如 T2 加权快速自旋回波的脂肪抑制,因 STIR 图像固有的脂肪抑制效果,除液体信号其他信号均有缺失。低 TE 能够不降低液体信号而提高整个图像的信噪比。相应的,翻转时间也可以根据场强作出轻微的调整(例如,在 1.5T 最佳的脂肪零点信号在 TI 值为 10 毫秒时获得;改变 TI 到 140 ~ 160 可以提供更好的图像)。TR,重复时间。

短时反转恢复

STIR 类似 MRI 骨扫描,其非常敏感但分辨率相对低。STIR 序列是在自旋回波或快速自旋回波序列后的一定时间间隔(反转时间,TI)给予一个 180°的反转脉冲。180°脉冲后,不同组织的质子以不同速度弛豫通过横向平面。通过横向平面组织被初始的 90°脉冲失相,导致组织不产生信号。翻转时间的选择一般依据脂肪抑制成像时脂肪通过横向平面的弛豫时间。因为不同场强 TI 磁豫率不同,因此不同的场强必须调整以获得相适应的 TI。表 1-3 列举不同场强的最佳的 TI。STIR 成像可用于任何场强,特别是其他脂肪抑制受限的低场。STIR 在下列情况可用于高场强机:采用大 FOV(图 1-12),且解剖结构与线圈不匹配时(图 1-13),或者因邻近组织内有金属或主磁场本身所致磁场不均匀时。

简言之,采用 STIR 序列的情况包括胸部、盆腔、大

腿和小腿(大视野)成像;手和脚的成像(线圈不能紧贴解剖部位);开放机的成像;金属假体或其他整形附件周围的成像;或当常规脂肪抑制不佳时,作为一种替代的技术。STIR 成像一般也用于其他液体敏感序列的补充,在一定的情况下,虽然空间分辨率不足,但对比度可以很高。例如,尽管分辨率低,但在腕关节成像中可探测韧带有无液体信号,以帮助诊断有无韧带撕裂。STIR 图像在肌骨成像时的较大限制是在使用含钆造影剂的 MR 关节成像时,STIR 图像上会产生黑信号(图 1-14)。同样地,STIR 不应用于静脉造影剂增强检查。

表 1-3 不同场强最佳反转时间	
场强 (Tesla)	TI (毫秒)
0.3	80
0.5	110
1.0	130
1.5	150
3.0	180