

XIANDAI ●
YUNDONG CHUANGSHANGXUE ●
JINZHAN ●

于长隆 ◆ 主编

现代 运动创伤学进展

北京大学医学出版社

现代运动创伤学进展

主 编 于长隆

编 者 (按姓氏笔画排序)

于长隆	曲绵域	田得祥
张燕燕	林发俭	郑卓肇
胡跃林	敖英芳	崔国庆
谢静霞		

北京大学医学出版社

XIANDAI YUNDONG CHUANGSHANG
XUE JINZHAN

图书在版编目(CIP)数据

现代运动创伤学进展 / 于长隆主编. —北京: 北京
大学医学出版社, 2003.7

ISBN 7-81071-456-2

I. 现... II. 于... III. 运动性疾病—创伤外
科学—进展 IV. R873

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第031440号

北京大学医学出版社出版发行

(100083 北京市海淀区学院路38号 北京大学医学部院内 电话: 010-82802230)

责任编辑: 暴海燕

责任校对: 周 励

责任印制: 郭桂兰

北京佳信达艺术印刷有限公司印刷 新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 10 字数: 211千字

2003年8月第1版 2003年8月第1次印刷 印数: 1-3100册

定价: 88.00元

版权所有 不得翻印

谨将此书献给我的母校—
北京大学医学部（原北京医科
大学）及我的恩师曲绵域教授。

编者的话

北京大学运动医学研究所是我国建立最早的专门从事运动医学临床、科研和教学的机构。40多年来,为保障我国运动员的健康,以及发展我国的运动医学学科做出了巨大的贡献。

北京大学运动医学研究所长期以来得到了卫生部,国家体育总局,大学本部和北京大学第三医院的大力支持,目前已经成为国内运动医学学科的领头单位。在北京申办2008年奥运会取得成功的今天,运动医学的发展面临前所未有的好时机,需要全国从事运动医学的同仁们的共同努力,当然也更加需要北京大学运动医学研究所全体同仁的努力。我们要力争赶上国际运动医学的发展步伐,更好地为我们的体育健儿服务,为提高我国人民的身体素质服务。

近年来,由于其他相关学科的迅速发展,推动了运动医学学科发展。但至今在国内尚未出版有关从运动医学角度论述相关学科发展的专著。本书力图将这些进展的情况向读者们作一介绍,从另外一个角度来观察运动医学学科发展的方向,希望能对从事运动医学专业的同仁们,特别对从事运动医学学科研究的年轻学者们有所帮助。

需要指出的是,由于运动生物力学的发展内容比较多,而且本身基本上都是从近年来发展起来的,原来计划将这一部分的进展内容也包括在本书内,但在组稿时发现内容太多太专,因此决定以专著形式另行出版,不再包括在本书内。

本书得到了我许多同事们的帮助,其中有一部分内容请他们撰写。他们都力图将自己所在的领域的国内外进展展示给读者。对他们的帮助,我深表感谢。

于长隆

2002年6月于北京

学习高新技术，发展运动医学

正像全国各行各业一样，新世纪的到来也给运动医学带来了新的机遇和挑战。如何在21世纪把运动医学事业发展得更快更好，使运动医学真正成为运动员的保护神，同时也为提高我国人民身体素质服务，值得我们每一个运动医学工作者，特别是年轻一代认真思考。

我国的运动医学事业虽然从历史上说，已可追溯到几千年以前。但是，现代的运动医学事业得到长足的发展，还仅仅只有40年左右的历史。特别是在近20年，我国的科学事业迎来了春天，各个学科都有了很大的发展，运动医学事业也有了突飞猛进的发展。

运动医学的发展离不开其他学科的发展，也离不开工业的现代化。比如对运动员的关节创伤采用微创的治疗方法，就必须依靠关节镜的发展和应用。关节镜的使用，从刚开始只能用于诊断到目前已经可以在关节镜下完成非常复杂的手术，如交叉韧带重建，全关节滑膜切除，关节松解等；从需要直视到采用电视成像录像，为下一步采用计算机控制的机器人操作手术奠定了基础。对运动创伤治疗效果的改善，离不开生物力学、现代康复学的发展。如何使运动创伤的治疗更加符合生物力学的规律，如何在运动员创伤后应用康复手段恢复功能，避免不必要的手术；或在手术前就采用康复手段，使病人得到最大程度的恢复，再配合手术后的及时康复，最大程度缩短病程和恢复功能。对运动性疾病的治疗，离不开先进的诊断手段和治疗方法。目前先进的诊断方法如CT，MRI，PET，核素扫描，彩超等，大大地提高了诊断率，有利于病人的早期治疗。而对运动员伤病的预防，更离不开先进的训练手段，生理生化监测等方法。可以这样说，运动医学作为一门边缘科学，是与许许多多的学科交叉发展，而不是单靠运动医学本身就可以发展起来的。

运动创伤学作为运动医学的主要部分，其发展的规律也是如此。总结起来，大约有五个相关学科的发展使运动创伤学有了飞速的发展。这五个相关学科是：微创外科、影像医学、移植生物学和分子生物学、生物力学、康复医学。由于这五个学科目前正处在自身快速发展期，与基础学科和大工业，特别是计算机的发展联系紧密，成为上一世纪90年代后医学领域最活跃的部分。

运动创伤学的专著相对其他学科，应该说还是比较少，而专门论述运动创伤学进展的书就更少。本书主要目的就是向读者介绍有关运动创伤学近年来的进展，使从事运动创伤工作的临床医师，研究人员能从其他学科的发展中看到运动创伤的发展方向，从而达到开阔思路，进一步促进运动创伤学发展的目标。

本书的主要作者们都是长期从事运动医学和相关科学的专家。他们从本身从事的专业角度向读者介绍近年的工作，许多方面都达到了国际先进水平，有一部分是国内领先水平。希望通过本书的介绍，有更多的学者能参与到运动创伤的工作中来。国外许多从事运动创伤工作的学者本身是骨科医师或从事骨科研究。也有相当一部分是兼任队医的工作。不像中国的运动创伤学者过于专一。如果在刚刚毕业不久就马上从事运动创伤专业，就会在工作一段后发现专业基础比较薄弱，对自己的发展构成障碍。如果本书能从这方面给年轻的运动创伤学者或骨科医师启发，将使本书的作者们备感喜悦。

常常有一些年轻的学者问我，如何才能使运动医学发展得更好，如何才能成长得更快。我

不能说我很有经验，不过我很愿意告诉他们一个心得，那就是，作为一个运动医学学者，必须更进一步加强与其他学科的结合，取他人之长，为我所用，这样才能少走弯路。如今我们许多年轻的运动医学学者，都在努力学习和运用其他学科的知识来解决运动医学的问题，这是一个很好的作法，可以在较短的时间里解决较多的问题。我衷心希望，年轻的运动医学学者能充分捕捉信息，加强与其他学科的结合，特别是与高新技术学科的结合。使我们能在不长的时间内，培养一批既懂运动医学，又能够熟练应用其他学科知识的青年专家，发展和壮大我们的学术队伍，使运动医学在新世纪能发展得更快更好。

中国是世界大国，也是体育大国，但我们与世界强国还有一段距离。我们已经取得了2008年的奥运举办权，而办好一届奥运，正是展示我们国力的好机会。我们每个人都在做着强国梦，但要实现梦想，需要一代人，甚至几代人的奋斗。我们作为运动医学学者，要加倍努力工作，努力保障运动员的运动能力，保障我国人民的身体素质，为实现强国梦贡献我们毕生精力。

曲绵域
2002年北京

目 录

第一章 现代诊断技术对运动创伤学的支持.....	1
第二章 微创外科技术在运动创伤学领域的发展.....	51
第三章 移植生物学在运动创伤学的进展.....	87
第四章 基因治疗技术在运动创伤学中的应用.....	107
第五章 现代康复学概念在运动创伤学中的应用.....	119
第六章 现代生物学技术对运动创伤学基础理论研究的促进.....	133

第一章

现代诊断技术对运动 创伤学的支持

近年来, 由于诊断技术的突飞猛进的发展, 大大提高了运动创伤诊断的准确率。由于准确的诊断, 使运动创伤的早期治疗成为可能, 不仅大大提高了治愈率, 同时也大大减少了运动员因伤不能进行相应训练的情况。运动创伤的早期准确诊断, 是提高运动创伤临床工作水平的关键。

从20世纪90年代以来, 在运动创伤的诊断手段上, 由于引入了核磁成像技术(MRI)、计算机断层扫描技术(CT)、超声诊断以及核素扫描技术等, 使诊断的准确性有了非常大的提高。有一些原来不可能应用非手术方法得到确诊的创伤, 由于这些先进技术的应用得到了及时诊断。当然, 目前来看, 还有一些诊断技术, 在别的领域已经开始应用, 但尚没有应用到运动创伤的诊断上, 如PET技术等。

本章将介绍目前在诊断运动创伤方面已经比较成熟的技术, 如MRI, CT三维成像技术, 超声以及核素扫描。

一、关节核磁(MRI)技术在运动创伤领域中的应用

尽管关节MR扫描序列繁多, 但是自旋回波(SE)依然为最基础的扫描序列, 常规应该采集 T_1 加权和 T_2 加权图像, 可选择采集质子加权图像。梯度回波序列(GRE)对于半月板、孟唇和关节透明软骨的显示很有帮助, 而且可在短时间内完成三维成像, 可选择使用。

关节MR扫描应常规使用表面线圈, 以获得更高的图像信噪比和减少伪影, 同时应该采集相对高分辨率的图像, 以便清晰显示细小的关节结构。为了全面评价关节病变, MR应该常规扫描三个正交方位, 即横断位、冠状位(斜冠状位)和矢状位(斜矢状位)。

脂肪抑制技术在关节MR扫描中非常有用, 可结合 T_1 加权或 T_2 加权扫描使用, 它可减少脂肪相关伪影, 在 T_2 加权图像和关节MR造影图像上突出病变的对比, 在 T_1 加权图像上区分各种高信号物质, 以及突出病变强化效果等。

关节MR造影通常有两种方法。第一种为直接法MR造影, 通过穿刺关节腔引进MR专用造影剂(Gd-DTPA), 然后进行关节的 T_1 加权像扫描, 有助于评价某些关节病变, 如手术后的半月板, 关节孟唇, 关节软骨, 游离体, 少数韧带损伤和一些炎症性滑膜病变。第二种为间接法MR造影, 通过肘静脉注入常规剂量的MR专用造影剂, 让患侧关节活动10~15分钟, 使造影剂向关节腔内弥散, 以获得MR造影图像。

(一) 膝关节MR

1. 正常膝关节MR表现

正常膝关节腔内有少量滑液, T_1 加权像上为低信号, T_2 加权像上为高信号, 一般不会扩张关节囊, 正常滑膜和关节囊在MR上不能显示。

正常半月板在所有图像上均为低信号。外侧半月板前角、体部和后角高度相近, 其前角处有膝横韧带, 后方存在腓肌腱及其腱鞘以及半月板股骨韧带, 不要误诊为撕裂。内侧半月板前角高度低于后角, 外周与关节囊紧密连接。

正常韧带和肌腱在所有图像中也均表现为边界光滑清晰的低信号, 但前交叉韧带有时信号较高, 尤其是在胫骨附着点处可呈扇形, 中间可夹杂条状、线形中等至高信号影。

正常关节软骨的信号与所用的MR扫描序列和方法有关, 不同扫描序列、不同扫描方法会导致软骨有不同的表现, 但一般认为梯度回波序列和MR关节造影显示软骨效果

较好。梯度回波序列扫描时,关节软骨显示为高信号,有时可见分层(2~3层);MR关节造影时,关节液为高信号,软骨为低信号,可以得到比较好的关节液-软骨对比。

2. 常见膝关节病变的MRI

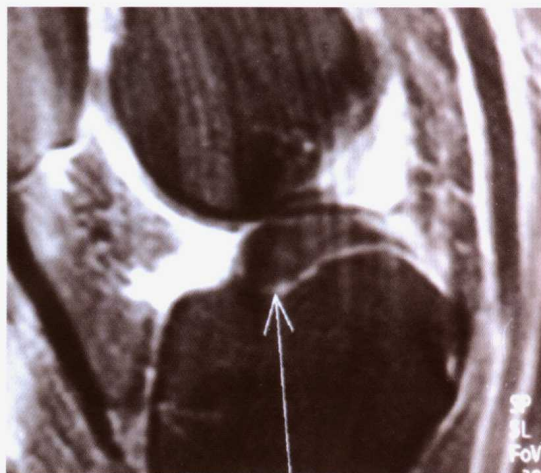
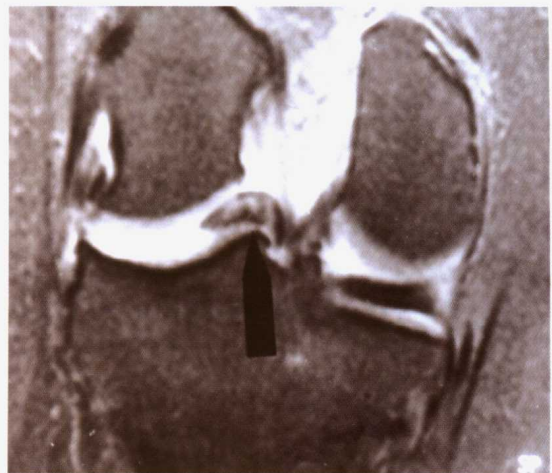
a. 半月板撕裂

MR评价半月板主要基于矢状位和冠状位图像,其中短TE序列图像(包括T₁加权、质子加权、梯度回波)对半月板内信号变化敏感,适于诊断半月板撕裂;长TE序列图像(T₂加权)显示半月板内信号变化不敏感,不适合于诊断,但是它可以明确显示关节液是否进入撕裂的半月板,具有更高的特异性。

MR诊断半月板撕裂主要依赖于半月板信号和形态的异常,通常信号的异常更为常见。在MR图像上,半月板信号可以分为如下4级:0级:正常半月板,为均匀的低信号。I级:半月板内部灶性的类圆形信号增高影,未达半月板关节面,代表退行性改变。II级:半月板内部线形的中等信号增高影,未达半月板关节面(其中半月板的关节囊边缘认为是非关节面),代表退行性改变。III级:达到半月板关节面的异常信号,可为线形或不规则形,通常代表半月板撕裂。半月板形态的异常则包括半月板异常的小或破碎,半月板三角形尖端的变钝,半月板关节面的不光整和局限性的凹陷,内侧半月板后角的高度小于前角等。



▲图1-1-1 半月板撕裂:
MR关节造影矢状位,显示半月板后角内异常III级信号,并可见造影剂进入



▲图1-1-2 内侧半月板桶柄状撕裂:左为MR关节造影冠状位,显示内侧半月板变小,髁间区可见移位的异常半月板节段。右为MR关节造影矢状位,在关节中央区可见移位的异常半月板节段

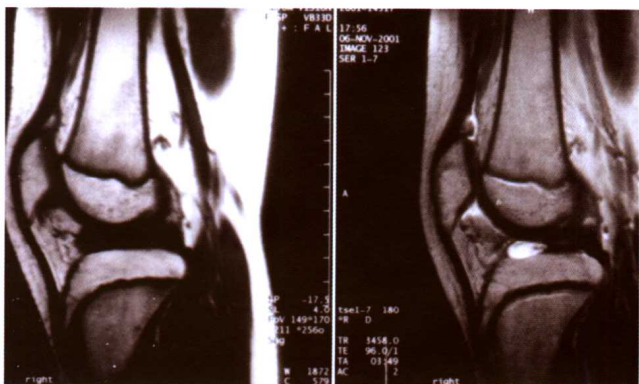
在MR图像上区分半月板撕裂的具体类型有时比较困难,其作用主要在于确定有无撕裂,撕裂的位置,单侧撕裂还是双侧撕裂,以及撕裂碎块有无移位等,以便为临床治疗选择提供依据。

b. 盘状半月板

盘状半月板好发于外侧,国内发病率高于国外,它的MR诊断应仔细分析矢状位和冠状位图像。在矢状位上,因为外侧半月板的平均横径约为11~12mm,如果以5mm层厚扫描,连续3层或3层以上发现半月板前后角相连呈“领结状”,即可诊断;如果连续2层5mm层厚图像上的“领结状”半月板高度相同,也应该提示诊断。在冠状位上,表现为半月板异常增厚,增宽,增大。不完全型盘状半月板则表现为半月板后角显著增厚增大,形成尖端向前的楔形。



▲图1-1-3 不完全型外侧盘状半月板:矢状位和冠状位均显示外侧半月板后角显著增厚增大,形成尖端向前的楔形



▲图1-1-4 盘状半月板合并半月板内囊肿:左为矢状位T₁WI,右为矢状位T₂WI,显示髁间区层面外侧半月板呈“领结状”,提示盘状半月板,其前角内可见类圆形长T₁长T₂囊性影

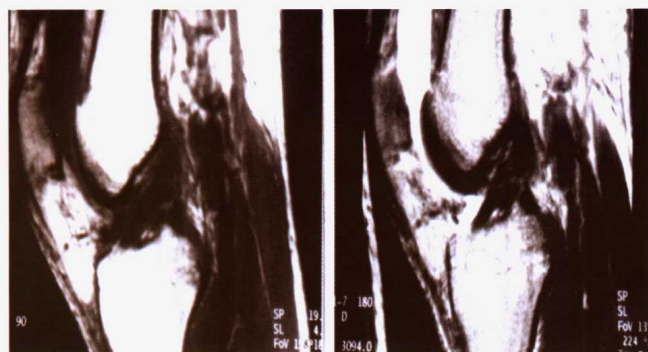
c. 韧带异常

前交叉韧带(ACL)异常

前交叉韧带(ACL)损伤是最常见的膝关节损伤,它的MR表现包括直接征象和间接征象两大类,直接征象是指ACL本身的形态和信号异常,间接征象是指ACL撕裂后胫骨前移位出现的一系列改变。

ACL增粗并其内部信号弥漫性增高,ACL边缘模糊不清,这种表现在急性损伤中

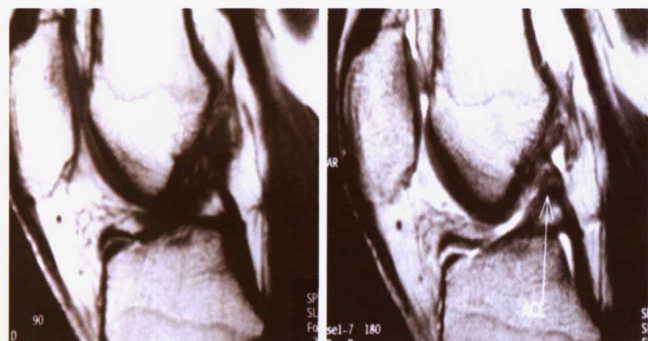
多见。在 ACL 断裂时，可见断端回缩迂曲，断裂口可充填血肿、液体等。小部分病人表现为 ACL 胫骨撕脱骨折。慢性病变 ACL 可以萎缩消失。



▲图 1-1-5 前交叉韧带断裂：左为矢状位 T₁WI，右为矢状位 T₂WI，显示前交叉韧带增粗，边界不清，其中上部可见异常长 T₁ 长 T₂ 信号



▲图 1-1-6 前交叉韧带断裂：左为矢状位 T₁WI，右为矢状位 T₂WI，显示前交叉韧带中部断裂，断端游离



▲图 1-1-7 前交叉韧带断裂：左为矢状位 T₁WI，右为矢状位 T₂WI，显示前交叉韧带萎缩变细，并粘连于后交叉韧带之上

后交叉韧带 (PCL) 异常

后交叉韧带 (PCL) 损伤少见，大多数联合其他损伤存在，临床容易漏诊，MR 可以明确显示。PCL 中部损伤最多见，表现为韧带连续性中断并断端回缩膨大，或 PCL 中长 T₁ 长 T₂ 异常信号。PCL 撕脱骨折时，表现为胫骨平台后部线形的长 T₁ 长 T₂ 信号骨折线，有时可见骨折碎块的移位和 PCL 张力的下降。



▲图 1-1-8 后交叉韧带断裂：左为矢状位 T_1 WI，右为矢状位 T_2 WI，显示后交叉韧带中上部断裂，下残端回缩增厚



▲图 1-1-9 后交叉韧带断裂：左为矢状位 T_1 WI，右为矢状位 T_2 WI，显示后交叉韧带内异常长 T_1 长 T_2 信号，后交叉韧带增粗



▲图 1-1-10 后交叉韧带撕脱：左为矢状位 T_1 WI，右为矢状位 T_2 WI，显示后交叉韧带下止点撕脱小骨块

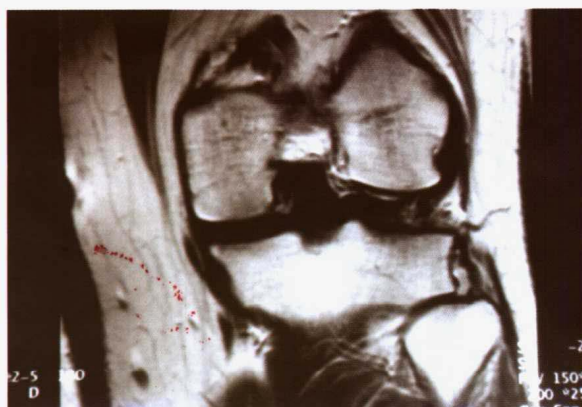
内侧副韧带 (MCL) 和外侧副韧带 (LCL) 异常

内侧副韧带 (MCL) 损伤多于外侧副韧带 (LCL)，近端比远端更容易损伤，尤其是其股骨附着点处，MR 冠状位和横断位显示最好。股二头肌腱因与 LCL 相邻，LCL 损伤时需要注意。

MCL 和 LCL 的异常 MR 表现可以分为 3 级。扭伤 (I 级)：韧带边缘轻度不规则或增厚，连续性完好，其周围组织可见水肿出血导致的异常长 T_1 长 T_2 信号。部分撕裂 (II 级)：韧带部分纤维断裂，韧带内部异常长 T_1 长 T_2 信号。完全撕裂 (III 级)：韧带连续性中断，断端游离或回缩增厚，可以合并骨梗塞及其他损伤。



▲图1-1-11 内侧副韧带断裂: 冠状位T₂WI显示内侧副韧带近端断裂, 远端回缩增厚



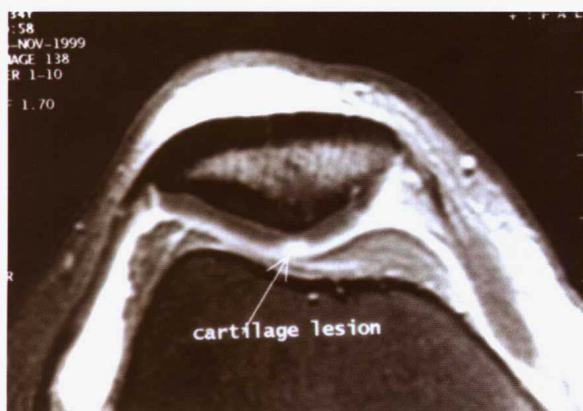
▲图1-1-12 外侧副韧带断裂: 冠状位T₁WI显示外侧副韧带中部断裂, 下部残端迂曲

d. 骨及软骨异常

软骨异常

软骨异常的MR表现也主要为形态和信号的异常, 其中形态异常更为重要, 单纯信号异常而无形态异常的意义尚不清楚。依据关节镜下软骨异常的分级标准, 软骨异常的MR表现也可以分为4级: I级: 软骨软化及肿胀, 但是MR大部分无异常表现, 少数

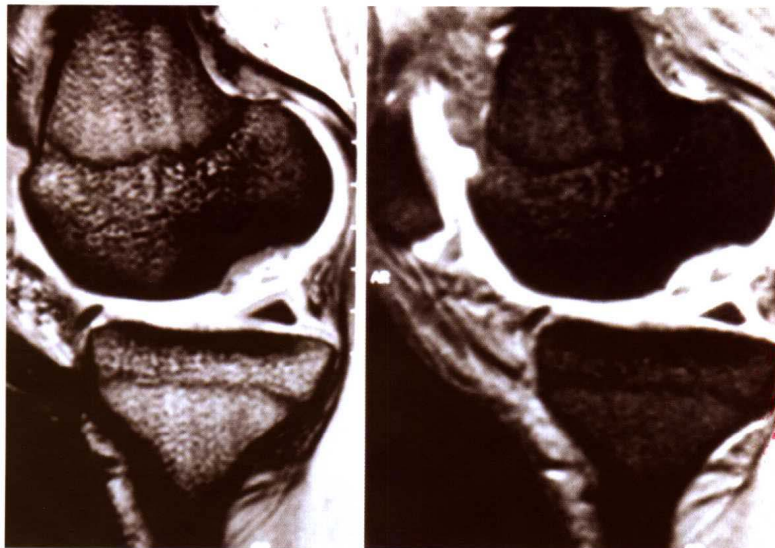
可见软骨增厚或其内部信号异常。II级: MR显示软骨厚度局限性变薄, 表面不光滑, 直径小于1cm, MR关节造影时可见造影剂进入软骨表面内。III级: MR显示软骨轮廓不规则, 明显不光滑, 厚度局限性或广泛性变薄, 直径大于1cm, MR关节造影时可见造影剂进入。IV级: MR显示软骨表面明显不光滑, 厚薄明显不均, 软骨全层缺如, 软骨下骨暴露, 软骨下骨硬化或囊性变。一般认为, 常规MR显示软骨病变不如MR关节造影准确。



▲图1-1-13 软骨病变: MR关节造影横断位, 显示髌骨后缘局限性软骨II级损伤

剥脱性骨软骨炎

剥脱性骨软骨炎好发于年轻人，最常见的部位为股骨内髁非承重部位。MR除了可以显示股骨内髁非承重部位的局限性骨软骨骨折外，还可以对其是否稳定进行判断，尤其是在骨软骨碎块没有移位的情况下。细致分析结合区有助于判断，如果在T₂加权像上发现结合区内有液体，或MR关节造影时发现造影剂进入结合区，强烈提示为不稳定剥脱性骨软骨炎，如果静脉内注射造影剂，早期发现结合区的强化，代表肉芽组织，提示为稳定骨折。



▲图 1-1-14 剥脱性骨软骨炎：A 矢状位Flash T₁WI，B 矢状位Flash T₂WI，显示股骨内髁非承重部位骨软骨剥脱骨折，游离于关节腔内，为不稳定骨折

色素沉着绒毛结节性滑膜炎

MR表现主要为滑膜异常不规则结节状增生，增生的滑膜和结节内沉积含铁血黄素，关节积液，边界清晰的骨侵蚀和囊肿等。其诊断特征为发现滑膜和结节内沉积含铁血黄素，在T₁加权和T₂加权像上均表现为明显低信号。



▲图 1-1-15 色素沉着绒毛结节性滑膜炎：左为矢状位T₁WI，右为矢状位T₂WI，显示髌上囊、髌下脂肪垫、交叉韧带周围、关节后方滑膜不规则结节状增生，T₁WI呈中等和低信号混杂改变，T₂WI呈更明显低信号