

• 骨骼肌肉影像学 •

前交叉韧带损伤的 MRI 相关征象分析

郭吉敏, 刘春霖, 曹满瑞, 郭学军, 赵艳, 刘鹏程

【摘要】 目的:分析膝关节多种 MRI 征象对诊断前交叉韧带(ACL)损伤的价值。**方法:**经关节镜证实的 194 例患者(包括前 ACL 正常膝 97 例、ACL 损伤膝 97 例),对 ACL 损伤的相关 MRI 直接征象和间接征象进行评价。**结果:**在评价的 4 个直接征象(ACL 连续性中断、信号缺失、形态异常及走行异常)中,除 ACL 信号缺失外,其余直接征象对诊断 ACL 损伤均具有统计学意义,其中韧带连续性中断具有较高的诊断敏感度(83.5%)、特异度(97.9%)及阳性似然比(39.8)。大多数间接征象具有较高的特异性和相对低的敏感性,其中 Notch 征、骨挫伤、外侧半月板后角裸露征及胫骨前移等征象具有较高的阳性似然比,分别为: $+\infty$ 、9.0、55.70 和 8.0。**结论:**前交叉韧带损伤的 MRI 直接征象是其诊断的主要依据;由于其间接征象具有较高的特异性和 +LR,因此可作为前交叉韧带损伤的辅助诊断依据,尤其是直接征象难以确诊的可疑 ACL 损伤者。

【关键词】 前交叉韧带; 膝关节; 磁共振成像; 诊断

【中图分类号】 R445.2; R686.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2010)11-1268-04

Evaluation of MRI features of anterior cruciate ligament injury GUO Ji-min, LIU Chun-lin, CAO Man-rui, et al. Department of Radiology, Shenzhen Maternity and Child Health Care Hospital of Southern Medical University, Guangdong 518048, P. R. China

【Abstract】 Objective: To analyze the value of various MRI features in the diagnosis of anterior cruciate ligament (ACL) injury. **Methods:** The clinical materials of 194 patients with knee joint injury confirmed by arthroscopy (including 97 knees with normal ACL and 97 knees with ACL injuries respectively) were analyzed, the primary and secondary signs of ACL injury on MRI were evaluated. **Results:** Among the four primary signs of ACL injury (discontinuity of ACL, loss of ACL signals, abnormal morphology and course of ACL), apart from the loss of ACL signals, all of the other three primary signs had statistical significance in diagnosing ACL injury with the discontinuity of ACL had relative higher sensitivity (83.5%), specificity (97.9%), and positive likelihood ratio (+LR, 39.8). Most of the secondary signs showed relative higher specificity but lower sensitivity with notch sign, bone contusion, uncovered posterior horn of lateral meniscus and anterior displacement of tibia had higher +LR ($+\infty$, 9.0, 55.7, 8.0 respectively). **Conclusion:** Primary signs were the main basis for the diagnosis of ACL injuries. However, the secondary signs had higher specificity and +LR, which could be used for accessory signs for the diagnosis, especially in those patients with suspicious ACL injury but could not be diagnosed with primary signs.

【Key words】 Anterior cruciate ligament; Knee joint; Magnetic resonance imaging; Diagnosis

膝关节前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤是最常见的膝关节损伤之一,也是引起膝关节不稳及功能障碍的常见原因,需早期干预以防止半月板等其它结构的损伤,预防骨性关节炎的发生,因此如何早期诊断和治疗 ACL 损伤成为临床医师面临的主要问题^[1-3]。MRI 技术具有较高的软组织分辨力,可进行多方位、任意断面成像,能够清晰显示 ACL 形态、信号以及损伤部位,现已作为一种诊断膝关节 ACL 损伤的无创性诊断手段广泛应用于临床。本文回顾性分析 194 例患者的病例资料,旨在探讨 MRI 各种征象对 ACL 损伤的诊断价值。

材料与方 法

1. 临床资料

搜集本院 2006 年 4 月~2009 年 2 月因膝关节不稳、疼痛、功能障碍等症状行 MRI 检查的患者,经关节镜证实的 194 例患者,男 121 例,女 73 例。年龄 18~55 岁,平均 29 岁,包括 97 例 ACL 完整者,97 例 ACL 断裂者(其中 69 例 ACL 完全断裂,28 例 ACL 部分断裂)。有明确外伤史者 140 例,无明显诱因者 54 例。患者既往均无膝关节手术史,并于 MRI 检查后两周内行膝关节镜检查。

2. 仪器、扫描方法及前交叉韧带损伤的评价方法

采用 1.5T 超导型磁共振扫描仪(Siemens Magnetom Symphony, Erlangen, Germany),膝关节专用线圈。受检者取仰卧位,双膝呈自然伸直外旋 10° ~

作者单位: 518028 广东,南方医科大学附属深圳市妇幼保健院放射科(郭吉敏、曹满瑞); 518036 广东,北京大学深圳医院影像中心(刘鹏程、郭学军、郭立秋); 518035 广东,深圳市第二人民医院放射科(刘春霖)

作者简介: 郭吉敏(1982-),女,山东省潍坊人,硕士,主要从事磁共振诊断工作。

通讯作者: 刘鹏程, E-mail: liupengcheng111@yahoo. com. cn

15°。矢状面扫描序列包括 2D SE-T₁WI、二维多回波组合梯度回波(two dimensional multi-echo data image combination, 2D MEDIC)序列;冠状面扫描序列包括 2D TSE-PDWI、2D TSE-T₂WI。扫描层厚 4 mm,层距 0.2 mm,视野 150 mm×150 mm。

关节镜检查采用美国 Smith Nephew 超三晶数字化关节镜手术操作系统。关节镜手术由经验丰富的骨关节科主任医师进行,以获得前交叉韧带损伤的准确诊断。关节镜检查完全断裂指征为轴移显著,对探子有较小的抵抗力,纤维束断裂 90% 以上;部分断裂指征为轴移,对探查有较大的抵抗力,纤维束断裂小于 90%。

两名骨骼肌肉系统放射科医生分析 ACL 损伤的相关 MRI 征象,评价的内容和标准如下。直接征象^[4]:① ACL 连续性中断;② ACL 信号缺失;③ ACL 形态异常;④ ACL 走行异常。间接征象:① 胫骨前移^[5];② 外侧半月板后角裸露征^[5];③ 骨挫伤,是指局限性网状异常信号,呈长 T₁、长 T₂ 信号;同时发生于股骨外侧髁和胫骨外后侧平台的骨挫伤称为“对吻性”骨挫伤^[6];④ 股骨外侧髁凹陷征(Notch 征),即股骨外侧髁切迹凹陷大于 1.5 mm^[7];⑤ PCL 角:PCL 近段部分与远端部分所形成的夹角,当小于 109°时,提示 ACL 撕裂^[7-9];⑥ PCL 弯曲指数。矢状面图像上,PCL 在胫骨、股骨起止点处的最短连线(Y)与此线和 PCL 后凸最高点间的垂直距离(X)的比值,其平均值为 0.45±0.12,将 X/Y>3.3 定义为阳性;⑦ 阳性 PCL 线:PCL 线为远端 PCL 线性部分最后缘的切线,其近段延长线与股骨相交,如果此线在股骨远端 5 cm 内与髓腔相交则为阴性,若此值>5 cm 或不与股骨相交则为阳性^[9];⑧ 三角区积液:ACL 与 PCL 相交以下区域液体积聚;⑨ 内侧副韧带损伤;⑩ 髌腱显著纡曲;■ 髌

下脂肪垫切割损伤;■ ACL 胫骨附着点撕裂骨折,此种情况非常少见。

采用 SPSS 10.0 统计软件对分级结果进行统计分析。分别分析各种征象诊断的敏感度(sensitivity, sen)、特异度(specificity, spe)以及阳性试验似然比(positive likelihood ratio, +LR)。同时采用配对资料的 χ^2 检验,判断各种 MRI 征象对诊断 ACL 损伤的统计学意义。

结 果

1. ACL 损伤直接征象的评价结果

ACL 损伤组中 MRI 显示有 ACL 连续性中断(图 1)、信号缺失、形态异常及走行异常(图 2)的患者分别为 81 例、9 例、69 例及 61 例;ACL 正常组 4 种征象分别有 2 例、3 例、32 例及 8 例。

2. ACL 损伤间接征象的评价结果

发生 Notch 征(图 3)、ACL 附着点撕脱骨折(图 4)、骨挫伤(图 5)、胫骨前移(图 6)、外侧半月板后角裸露征(图 6)、PCL 角(图 7)、PCL 弯曲指数(图 8)、阳性 PCL 线(图 9)、三角区积液、MCL 损伤、髌腱纡曲、髌下脂肪垫切割伤的患者在 ACL 损伤组中分别依次为 6 例、5 例、27 例、56 例、54 例、71 例、52 例、31 例、33 例、4 例、48 例和 5 例;ACL 正常组分别为 0 例、0 例、2 例、7 例、1 例、21 例、14 例、8 例、10 例、2 例、46 例和 3 例。

3. MRI 各种征象对诊断 ACL 损伤的价值

MRI 各种征象对诊断 ACL 损伤价值的分析结果见表 1。直接征象中,除 ACL 信号缺失外,其余 3 种征象均具有统计学差异($P<0.05$),其中 ACL 连续性中断诊断价值优于其它 2 种直接征象。ACL 损伤的 12 种 MRI 间接征象中,除 MCL 损伤、ACL 附着点撕



图 1 MEDIC 图,示前交叉韧带近胫骨平台附着点信号连续性中断(箭),并可见局限性信号增高区。图 2 MEDIC 图,示前交叉韧带信号弥漫性增高(箭),边缘呈波浪状改变,走行低伏,与胫骨平台夹角<45°。图 3 FSE-PDWI,示股骨髁外侧沟加深、加大(约 3.34mm),局部呈骨挫伤改变。



图 4 MEDIC 图,示前交叉韧带胫骨平台附着点呈撕脱性骨折表现(箭)。图 5 脂肪抑制序列 T₂WI,示胫骨平台、股骨内外侧髁均可见网状信号增高区,呈“对吻性”骨挫伤表现(箭)。图 6 MEDIC 序列股骨外侧髁中部的矢状面图,股骨后缘皮质外侧的垂线距胫骨平台后缘皮质外侧>5mm,外侧半月板后角垂线位于胫骨皮质垂线之后方(箭)。图 7 FSE-PDWI,示 PCL 角<109°(箭)。图 8 FSE-PDWI,示 PCL 弯曲指数约为 0.44 呈阳性表现。图 9 FSE-PDWI 示 PCL 远端线性部分最后缘的切线,其近段延长线不与股骨相交,PCL 角阳性。

脱骨折、髌腱纤曲、髌下脂肪垫切割伤外,其余 8 种 MRI 间接征象均具有统计学差异。各种间接征象的敏感度均较低,特异度相对较高,其中 Notch 征、外侧半月板后角裸露征具有较高的特异度,说明当其出现时强烈提示 ACL 损伤。

表 1 ACL 损伤间接征象的诊断意义

征象	Sen(%)	Spe(%)	+LR	χ^2	P 值
ACL 连续中断	83.5	97.9	39.8	131.4	<0.05
ACL 信号缺失	9.3	96.9	3.0	3.2	0.07
ACL 形态异常	71.1	67.0	2.2	28.3	<0.05
ACL 走行异常	62.8	91.8	7.7	63.2	<0.05
胫骨前移	57.7	92.8	8.0	56.4	<0.05
外侧半月板后角裸露	55.7	99.0	55.7	71.3	<0.05
骨挫伤	27.8	97.9	9.0	25.3	<0.05
Notch 征	6.2	100.0	+	4.3	0.04
PCL 角	73.2	80.4	3.7	53.2	<0.05
阳性 PCL 线	32.0	91.8	3.9	17.0	<0.05
三角区积液	34.0	89.7	3.3	15.8	<0.05
PCL 弯曲指数	53.6	85.6	3.7	33.1	<0.05
MCL 损伤	4.1	97.9	2.0	0.2	0.68
ACL 附着点撕脱骨折	3.1	100.0	+	3.0	0.08
髌腱纤曲	49.5	52.6	1.0	0.08	0.77
髌下脂肪垫切割伤	5.2	96.9	1.7	0.13	0.72

讨 论

ACL 损伤在运动损伤中较为常见,MRI 作为一种无创性检查手段现已广泛应用于临床诊断膝关节损伤性疾病,ACL 损伤的 MRI 征象可多种多样,如何正确评价这些征象对诊断 ACL 损伤的意义,从而提高 MRI 诊断 ACL 损伤的准确性,成为目前影像工作者研究的重点。

1. ACL 正常及损伤时的 MRI 表现

ACL 中的氢原子固定在多肽形成的网架上,故在 MRI 各序列上均称边缘光滑的均匀低信号影。ACL 中后部分的纤维束间常存在脂肪组织和疏松结缔组织,从而导致正常 ACL 内可见线状或条纹状的中等或高信号影分隔。

ACL 受损时,多肽网架遭到破坏,氢原子及水肿液在 MRI 图像上均表现为韧带内出现异常高信号。本研究采用冠状面和外旋 15°矢状面进行扫描,结合矢状面图像显示 ACL 中间纤维束及冠状面图像显示

ACL 附着区的优势诊断 ACL 是否损伤。

2. 直接征象诊断 ACL 损伤的价值

ACL 损伤的诊断主要据其 MRI 直接征象——形态及信号异常。文献报道据其诊断 ACL 损伤的符合率高达 95% 以上^[10]。当 ACL 受损时,其形态可发生不同的改变,急性损伤往往表现为韧带水肿增宽,伴有局限性或弥漫性高信号;慢性损伤,可仅表现为韧带变细,伴或不伴信号异常。本研究中我们发现依据形态异常诊断 ACL 损伤的特异度相对较低(67.0%),ACL 连续性中断的敏感度及+LR 均高于其它直接征象,当同时具备 2 种以上直接征象时诊断准确性明显提高。

3. ACL 损伤的间接征象

ACL 损伤的间接征象主要是指与 ACL 自身形态及信号无关的征象。笔者通过分析 194 例膝关节发现间接征象特异度相对较高,而敏感度低,不能作为 ACL 损伤的独立诊断依据。本研究结果表明,ACL 损伤的 MRI 间接征象中 MCL 损伤、ACL 附着点撕脱骨折、髌腱纤曲、髌下脂肪垫切割伤不具有统计学意义,其余几种间接征象以 Notch 征、外侧半月板后角裸露征、骨挫伤以及胫骨前移具有较高的+LR。上述间接征象的发生可能与 ACL 限制胫骨前移的功能密切相关,当 ACL 断裂时,胫骨前移、内旋,外侧半月板不移动,导致外侧半月板后角裸露、股骨外侧髁和胫骨平台后外侧面发生撞击,引起相应部位的骨挫伤。本组研究对象中,只有 6 例 ACL 损伤膝关节出现 Notch 征,此征象未见于 ACL 正常膝关节。

4. ACL 损伤评价中误诊原因分析

①韧带黏液样变性,使韧带内局部信号增高;②股骨髁附着点部分容积效应及扫描方向未与 ACL 走行方向相平行;③ACL 的慢性损伤。本研究中 1 例误诊病例是由于 ACL 陈旧性损伤后与后交叉韧带纤维痕

痕桥接,类似正常 ACL 导致误诊。此时,据其直接征象往往难以诊断,间接征象则成为诊断的主要依据。

本研究分析通过分析膝关节多种 MRI 征象,结果提示 ACL 损伤的直接征象是诊断其损伤的主要依据,但当直接征象难以确诊时,间接征象则成为诊断的关键。尤其是当出现 Notch 征、骨挫伤、外侧半月板后角裸露征以及胫骨前移时,强烈提示 ACL 损伤。

参考文献:

- [1] Stevens KJ, Dragoo JL. Anterior cruciate ligament tears and associated injuries[J]. Top Magn Reson Imaging, 2006, 17(5): 347-362.
- [2] 孙磊, 宁志杰, 田敏, 等. 关节镜下膝前交叉韧带与后交叉韧带联合重建[J]. 中国矫形外科杂志, 2006, 14(8): 568-571.
- [3] 徐雁, 敖英芳, 余家阔, 等. 单束重建前交叉韧带骨道位置对临床效果影响的研究[J]. 中国运动医学杂志, 2008, 27(2): 202-205.
- [4] Mellado JM, Calmet J, Olona M, et al. Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament tears: reevaluation of quantitative parameters and imaging findings including a simplified method for measuring the anterior cruciate ligament angle[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2004, 12(3): 217-224.
- [5] 郑卓肇, 范家栋, 吕兴隆. 前交叉韧带损伤: MRI 多征象分析[J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(9): 1311-1315.
- [6] 卢超, 张国庆, 张璐, 等. 膝关节前交叉韧带撕裂的 MRI 诊断[J]. 中国临床医学影像杂志, 2008, 19(5): 374-376.
- [7] 董启榕, 汪益. 膝关节磁共振成像与关节镜图谱[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2004. 209.
- [8] 陈连旭, 余家阔, 于长, 等. 后交叉韧带指数在诊断前交叉韧带损伤中的临床价值研究[J]. 中国运动医学杂志, 2008, 27(4): 501-503.
- [9] 迟大明, 白希壮, 范广宇. 后交叉韧带作为间接 MR 影像在前交叉韧带损伤中的诊断价值[J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(11): 1745-1747.
- [10] Zhou GQ, Zhang YP, Zhang GX, et al. MR diagnosis of tears of anterior cruciate ligament of the knee[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2002, 18(11): 1146-1149.

(收稿日期: 2010-01-05 修回日期:)