前交叉韧带重建术后MRI评价和临床评估的相关性分析

张 君[1],郭 勇[1],林建宁[2] (1.海军总医院医学影像科,北京 100048;2.海军总医院骨科,北京 100048)

[摘 要] **目的** 探讨膝关节前交叉韧带重建术后磁共振成像的形态及信号强度变化,并与临床术后评估做相关性分析。**方法** 2013年7月至2015年6月我院34例接受膝关节前交叉韧带重建术的患者于重建术后接受MRI检查,分别从轴位、矢状位及冠状位观察人工交叉韧带的形态、走行及信号强度。采用Rak评估方法对移植物进行评分,临床评估采用物理评估方法,包括前抽屉试验、轴移试验、Lachman试验,采用SPSS 16.0统计软件将二者结果进行相关性分析。**结果** 前交叉韧带重建术后,79%的移植物在整个关节走行均表现为连续低信号(显示良好);15%的移植物表现为信号增高,只有部分为低信号带(中等显示);6%的移植物信号明显增高,走行不连续(显示不佳)。MRI评估结果与临床评估结果差异具有统计学意义($P<0.05$),Spearman等级相关系数0.747 2,二者呈明显的正相关。**结论** 磁共振成像作为无创高分辨成像技术,是膝关节前交叉韧带重建术后修复效果评估的有力工具。

[关键词] 膝关节;磁共振成像;前交叉韧带重建术;临床诊断;相关性分析
[中图分类号] R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2016)02-0098-04

Correlations between MRI evaluation and clinical examination after anterior cruciate ligament reconstruction

ZHANG Jun[1], GUO Yong[1], LIN Jian-ning[2] (1. Department of Radiology, Navy General Hospital, Beijing 100048, China; 2. Department of Orthotics, Navy General Hospital, Beijing 100048, China)

Abstract: Objective To evaluate the morphological and signal intensity changes after anterior cruciate ligament reconstruction, and to analyze the correlations between MRI evaluation and clinical examination. **Methods** Totally 34 patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction in our hospital from July 2013 to June 2015 were given MRI examination. The morphology, orientation and signal intensity of the anterior cruciate ligament grafts were evaluated on axial, sagittal and coronal images. The grafts were assessed with Rak method, and the clinical assessment was adopted with physical assessment method, including drawer test, axial shift test and Lachman test. The correlations between MRI evaluation and clinical examination results were further analyzed by SPSS 16.0. **Results** After anterior cruciate ligament reconstruction, 79% of the graft were visualized as a smoothly continuous low signal (well-defined type), 15% of the graft showed increased signal intensity with only a small part of low signal bands (intermediate type), and 6% of the grafts showed remarkably increased signal intensity (indiscernible type). A statistically significant correlation was identified in MRI evaluation and clinical examination results ($P<0.05$). Spearman's correlation coefficient was 0.747 2 which indicating significantly positive correlation. **Conclusion** Magnetic resonance imaging is a noninvasive high-resolution imaging technology and it is an effective tool for evaluating anterior cruciate ligament reconstruction.

Keywords: knee joint; magnetic resonance imaging; anterior cruciate ligament reconstruction; clinical diagnosis; correlation analysis

前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)是维持膝关节稳定的重要结构。在所有的膝关节韧带损伤中,前交叉韧带是最常见的损伤部位。因此,前交叉韧带重建术是应用最多的外科手术之一[1]。近年来,随着关节镜技术的发展与成熟,关节镜下自体肌腱前交叉韧带重建术成为前交叉韧带损伤的重要治疗手段[2]。

doi:10.11659/jjssx.09E015105
[收稿日期] 2015-11-28 [修回日期] 2015-12-29

[10] 孙鹏霄. 人工韧带PET纤维的满穿编织及其表面改性方法研究[D]. 西安:第四军医大学,2012.
[11] 贾瑞钢,王俊飞,杨永江,等. Endobutton钢板和螺钉内固定治疗急性下胫腓联合损伤的比较研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2013,28(6):586-587.
[12] 王 强,沈影超,张永良,等. Endobutton纽扣钢板线缆系统重建治疗下胫腓联合损伤[J]. 生物医学工程与临床,2013,17(5):460-463.
[13] 谢 斌,贺永祥. 手术治疗踝关节骨折合并下胫腓联合韧带损伤临床分析[J]. 吉林医学,2014,35(2):320-321.
[14] 张 弛,蒋 垚. 纤维连接蛋白表面修饰对促进新型PET材料人工韧带LARS细胞黏附的实验研究[J]. 生物骨科材料与临床研究,2009,6(5):16-20.
[15] 姚 龚,于沈敏. 下胫腓联合损伤的诊治进展[J]. 中华全科医学,2011,9(2):279-281.
[16] 贾 斌. 双带绊纽扣钢板治疗下胫腓联合损伤的临床研究[J]. 创伤外科杂志,2011,13(5):410-412.

(编辑:左艳芳)

目前,临床对于前交叉韧带重建术后的评估,主要依靠体格检查,具有一定的主观性,不能准确客观评估移植物的修复情况。MRI 可无创性观察移植物修复效果,判断移植物的走行、信号强度、与周围结构的关系等,成为术后评估的理想手段。本文对前交叉韧带术后1 年的移植物进行 MRI 随访观察,采用轴、冠、矢相结合的方式观察移植物的形态、信号变化及与周围组织结构的关系,旨在应用 MRI 评估前交叉韧带重建术后移植物修复情况,并与临床物理检查结果做相关性分析。

1 材料与方法

1.1 临床资料

收集2013 年7 月至2015 年6 月我院34 例接受膝关节自体肌腱前交叉韧带重建术的患者,男 25 例,女 9 例,年龄 19 ~ 54 岁,平均年龄(29 ± 5)岁。纳入标准:接受膝关节前交叉韧带重建术后 10 ~ 14 个月(平均 12.2 个月)的患者,同时排除 MRI 检查禁忌证患者,如装有携带金属异物、心脏起搏器、幽闭恐惧症等。

1.2 检查方法

采用 GE 3.0T 磁共振扫描仪和膝关节专用线圈。采用仰卧位、足先进模式,尽量保持膝关节位于线圈中央。患者检查前静卧 30 min 以消除关节运动及承重差异对扫描结果的影响。扫描序列包括:高分辨率横轴位、冠状位和矢状位 FS-PDWI、矢状位 T1 FSE。成像参数:①横轴位 FS-PDWI。重复时间 2 800 ms,回波时间 24 ms,层厚 4 mm,层间距 0.5 mm,FOV 150 mm,扫描时间 185 s。②冠状位 FS-PDWI。重复时间 2 880 ms,回波时间 24 ms,层厚 4 mm,层间距 0.5 mm,FOV 180 mm,扫描时间 133 s。③常规矢状位 FS-PDWI。重复时间 2 460 ms,回波时间 24 ms,层厚 4 mm,层间距 0.5 mm,FOV 160 mm,扫描时间 202 s。④矢状位 T1 FSE。重复时间 380 ms,回波时间 21 ms,层厚 4 mm,层间距 0.4 mm,FOV 180 mm,扫描时间 170 s。由 2 名具有膝关节诊断丰富诊断经验的影像医师采用盲法完成评估与记录。

1.3 评价方法

移植物的术后评估采用 Rak 评估方法[3]:①移植物在整个关节走行均表现为连续低信号,边界清晰、光滑为显示良好;②移植物信号增高,只有部分为低信号带为中等显示;③移植物信号明显增高,走行不连续为显示不佳。临床评价采用体格检查物理评价,包括抽屉试验、轴移试验和 Lachman 试验。3 项检查均为阴性者表示术后修复效果理想,关节稳定;3 项中有 1 项检查阳性即为关节不稳定。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 16.0 统计软件,等级资料采用 χ^2 检验,同时,采用 spearman 等级相关系数判断 MRI 检查结果与临床物理检查结果之间的关联性。

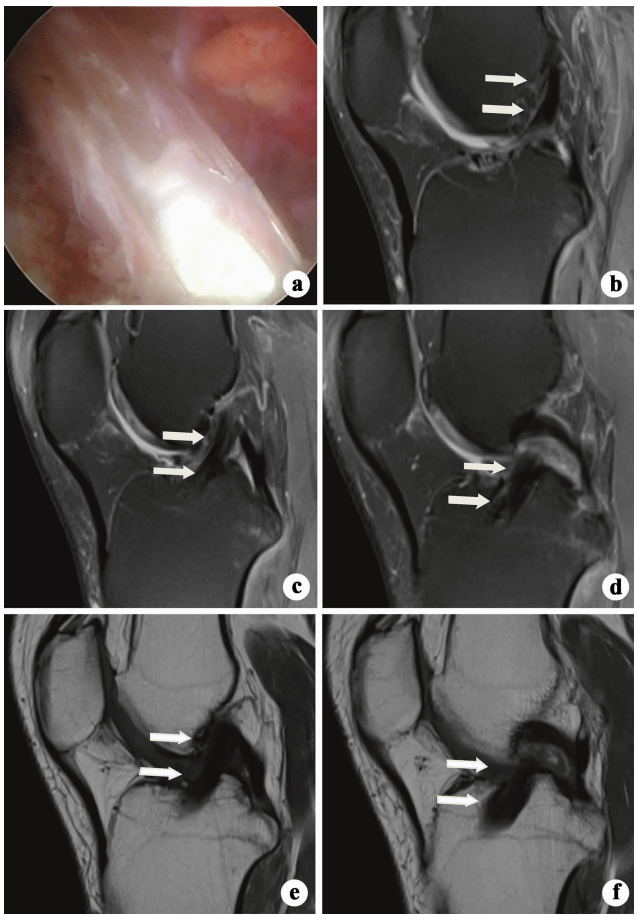
2 结果

2.1 MR-Rak 评估结果

前交叉韧带重建术后 1 年,观察 34 例患者接受前交叉韧带重建术后 MRI 的影像表现发现:移植物在整个关节走行均表现为连续低信号(显示良好)者 27 例(79.4%);移植物信号增高,只有部分为低信号带(中等显示)者 5 例(14.7%);移植物信号明显增高,走行不连续(显示不佳)者 2 例(5.8%),见表 1。典型病例见图 1。

2.2 临床稳定性评价结果

抽屉试验、轴移试验、Lachman 试验 3 项检查结果均表现为阴性者 28 例(82.4%),其中 1 项或以上为阳性者 6 例(17.6%)。



a:术后关节镜下移植物的形态;b ~ d:术后 1 年脂肪抑制质子加权图像;e、f:术后 1 年 T1 加权图像;双箭头示移植物在整个关节走行过程,表现为连续低信号

图 1 典型病例(患者,男,30 岁,右膝关节前交叉韧带重建术)

表 1 前交叉韧带重建术后 MRI 检查与临床检查的关系评估结果[例(%)]

临床检查	MRI 检查			合计
	显示良好	中等显示	显示不佳	
稳定(3 项检查均阴性)	26(76)	2(6)	0(0)	28(82)
不稳定(其中有 1 项或以上阳性)	1(3)	3(9)	2(6)	6(18)
合计	27(79)	5(15)	2(6)	34(100)

2.3 MRI 形态学评估与临床评分的相关性分析结果

MRI 形态学评估与临床评分的相关性分析结果显示:$\chi^2 = 19.116\ 8$,$P = 0.000\ 1$,Spearman 等级相关系数为 0.747 2,具有统计学意义,表明前交叉韧带术后 MRI 检查与临床体格检查呈明显的正相关。

3 讨论

近年来,随着体育运动的广泛开展,膝关节运动创伤日益增多,其中以前交叉韧带损伤最为常见。前交叉韧带是膝关节的重要组成结构,发生损伤后不仅会造成膝关节的不稳定,还可能导致继发性的损伤,如半月板、关节软骨及软骨下骨等的损害。随着关节镜技术的迅猛发展,自体肌腱重建前交叉韧带的技术成为目前前交叉韧带损伤的主要治疗方法[4-5]。本文所有患者均采用自体腘绳肌肌腱作为韧带移植物的供体。手术过程为取腱器取下部分腘绳肌腱,修剪成相应的移植肌腱,术中于前交叉韧带止点处钻孔,牵引肌腱沿着隧道进入关节内,两端用骨螺钉固定。前交叉韧带重建术后普遍可以获得满意的效果,提高患者生活质量。然而,由于外科手术技术差异、不恰当的康复训练或者再次创伤等,仍可导致术后恢复过程不理想[6-7]。因此,前交叉韧带重建术后的患者需要及时了解移植物的修复情况、与周围组织结构的关系等,防止并发症或二次损伤的发生[8-9]。

目前,临床上对前交叉韧带术后移植物修复效果的判断,主要依靠体格检查,主要包括前抽屉试验、轴移试验、Lachman 试验。以上任何一项试验检查阳性即认为膝关节重建术后存在不稳定[10]。本研究中,绝大多数患者在前交叉韧带重建术后均能够逐渐恢复膝关节功能,少数患者术后仍有疼痛、活动受限等症状,而临床体格检查不能直观了解移植物的修复情况,无法准确提供产生上述症状的具体原因。由于 MRI 检查具有良好的软组织分辨率,可以直接显示移植物的形态、走行、信号及与周围结构的关系,成为前交叉韧带重建术后修复效果的重要评估手段。

MRI 可以显示前交叉韧带重建后移植物修复的不同阶段,反映了术后移植物的增生、水肿及重新血管化的过程[11]。李梅等[12]研究发现,前交叉韧带重建术后 1 个月,MRI 显示移植物为连续低信号带,走行清晰;术后 3 个月,移植物信号增高,到术后 12 个月移植物信号才有所下降。Nakayama 等[13]对 52 例接受前交叉韧带重建术的患者于术后 1 年进行 MRI 检查及关节镜检查,根据 Rak 评估标准判断移植物是否成功修复,结果显示,MRI 结果中移植物显示完整的病例关节镜均证实为完整,和“金标准”关节镜相比,MRI 评估的敏感性达到 100%、特异性 86%、准确性 86.5%。故本研究选取前交叉韧带重建术后 1 年的膝关节作为 MRI 观察评估对象。本研究结果显示,前交叉韧带重建术后 1 年,79% 移植物在整个关节走行均表现为连续低信号,Rak 评估等级为显示良好,修复效果满意。为了进一步评估 MRI 评估结果对前交叉韧带重建术后的准确性,我们将临床体格检查进行了相关性分析。前抽屉试验、轴移试验和 Lachman 试验是临床最常用的指标,用于判断交叉韧带的稳定性。李梅等[12]对前交叉韧带重建术后 MRI 与临床体征检查、关节镜检查同时做相关性研究发现,MRI 与临床体征检查的总体相关性为 90.7%,MRI 与关节镜相关性为 100%。本研究发现,MRI 与临床评估 Spearman 等级相关系数 0.747 2,两者表现为明显的正相关。

MRI 不仅可以直观地显示前交叉韧带重建术后移植物的信号变化,还可以显示骨隧道口的位置、隧道周围骨质的结构及信号变化等。术后修复状态良好的移植物,表现为走行连续、隧道位置无偏移、移植物信号接近正常韧带信号。若胫骨隧道位置位于 Blumenssat 线(髁间窝顶皮质线)之前,移植物出现异常高信号,应考虑移植物撞击[14]。Saupe 等[14]在前交叉韧带重建术 4 年之后的随访中将移植物内高信号同临床 IKDC 评分及关节动度测量仪(KT-1000)之间做相关性分析发现,临床稳定性同时受到隧道位置、移植物走行倾斜度等影响,二者并未表现出明显的相关性。本研究与这一结果有差异,这可能是由于本研究影像评价方法采用 Rak 评估方法,主要将移植物走行连续性及信号变化作为评估指标。临床稳定性评价主要采用国内常用的物理评价方法,即前抽屉试验、轴移试验和 Lach-

man 试验,同 Saupe 等[14]采用的评价方法存在一定差异。同时本研究中 ACL 重建术均采取保留原前交叉韧带 1 ~ 2 mm 的胫骨残端作为定位标志物,借助胫骨骨隧道定位器在中心点定位,定位准确,韧带撞击发生率极低[15]。故未将隧道口位置及移植物倾斜角度作为主要研究因素,这也是造成研究结果差异的可能原因。

前交叉韧带重建术后的影像学检查评估,传统 X 射线片可以在术后提供简便、经济的评价,了解骨隧道的位置和螺丝的形态,但密度分辨率低,影像重叠,不能直接系显示移植物。CT 和 MRI 的软组织分辨力高于 X 射线片,3D-CT 可以在任意方向获得观察隧道口的位置,评价股骨隧道和胫骨隧道的位置、形态[16]。有研究认为 CT 在骨隧道开口位置及螺钉观察、周围骨质密度改变的显示方面优于 MRI[8,17]。而 MRI 无辐射、具有更高的软组织分辨率,可以直接显示移植物的形态、内部信号及周围结构情况,而且对移植物损伤或再撕裂更敏感,可早期发现关节纤维化、腱鞘瘤等[18]。本研究在术后磁共振随访中,采用轴、冠、矢相结合的方式观察移植物的形态、信号变化及与周围组织结构的关系。MRI 的多方位、多序列成像有助于提高影像评估的诊断准确性,为临床提供更全面的信息。

但本研究仍存在一定局限性:①本研究缺乏相应的病理组织学依据,在临床工作中,由于重建术后患者很难接受二次关节镜检查,术后随访的病例对照很难开展;②由于病例数较少,随访时间较短,有限的数据不足以提供更多的信息,下一步有待扩大样本量、延长随访时间进行更深入的研究;③后续研究中,将增加术后 CT 对移植物的评价观察。Parkar 等[17]认为,CT 可作为评价隧道位置在常规临床实践中前交叉韧带重建以及在临床研究后的“金标准”。因此,需增加前交叉韧带术后 MRI 及 CT 的联合观察评估,从而更进一步提高术后效果评估的准确性。

综上所述,我们认为移植物术后 1 年 MRI 走行及信号变化的评价与临床体格检查之间有高度的相关性。磁共振成像作为敏感、高分辨、无创的影像技术,对前交叉韧带重建术后移植物的修复效果评估具有较高的诊断价值。

[参考文献]

[1] Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, et al. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study[J]. J Sci Med Sport, 2009, 12(6): 622 - 627.

[2] 谢 磊,陈百成,王晓峰,等. 自体及同种异体肌腱重建前交叉韧带术后本体感觉恢复的比较研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2011,25(8):907 - 911.

[3] Rak KM, Gillogly SD, Schaefer RA, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation with MR imaging[J]. Radiology, 1991, 178(2): 553 - 556.

[4] Middleton KK, Hamilton T, Irrgang JJ, et al. Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a global perspective[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014, 22(7): 1467 - 1482.

[5] 石英杰,李士春. 膝前交叉韧带损伤治疗方法的分析[J]. 中国修复重建外科杂志,2007,21(4):437 - 438.

[6] Heard WM, Chahal J, Bach BR Jr. Recognizing and managing complications in ACL reconstruction[J]. Sports Med Arthrosc, 2013, 21(2): 106 - 112.

[7] George MS, Dunn WR, Spindler KP. Current concepts review: revision anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2006, 34(12): 2026 - 2037.

[8] 杨献峰,王冬梅,陈东阳,等. 前交叉韧带重建术后评价的 CT 和磁共振成像比较研究[J]. 上海交通大学学报(医学版),2014,34(11):1631 - 1635.

[9] Bulisani LE, Bulisani E. Pre-tibial synovial cyst after reconstruction of the anterior cruciate ligament: case report[J]. Rev Bras Ortop, 2014, 49(6): 671 - 674.

[10] 吴 艳,曾旭文,梁治平,等. MR 评价前交叉韧带重建术后膝关节稳定性[J]. 中山大学学报(医学科学版),2015,36(2):257 - 263.

[11] 李 梅,李明华. 前交叉韧带重建后的 MRI 评价[J]. 国外医学:临床放射学分册,2004,27(5):324 - 326.

[12] 李 梅,李明华,丁小龙,等. 前交叉韧带重建术后 MRI 评价和临床相关性研究[J]. 中国医学计算机成像杂志,2005,11(6):400 - 403.

[13] Nakayama Y, Shirai Y, Narita T, et al. The accuracy of MRI in assessing graft integrity after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. J Nippon Med Sch, 2001, 68(1): 45 - 49.

[14] Saupe N, White LM, Chiavaras MM, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction grafts: MR imaging features at long-term follow-up: correlation with functional and clinical evaluation[J]. Radiology, 2008, 249(2): 581 - 590.

[15] 王亦舟,孙笑非. 军队人员关节镜下重建前交叉韧带[J]. 海军总医院学报,2007,20(4):216 - 219.

[16] Lee SR, Jang HW, Lee DW, et al. Evaluation of femoral tunnel positioning using 3-dimensional computed tomography and radiographs after single bundle anterior cruciate ligament reconstruction with modified transtibial technique[J]. Clin Orthop Surg, 2013, 5(3): 188 - 194.

[17] Parkar AP, Adriaensen ME, Fischer-Bredenbeck C, et al. Measurements of tunnel placements after anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between CT, radiographs and MRI[J]. Knee, 2015, 22(6): 574 - 579.

[18] Bencardino JT, Beltran J, Feldman MI, et al. MR imaging of complications of anterior cruciate ligament graft reconstruction[J]. Radiographics, 2009, 29(7): 2115 - 2126.

(编辑:魏 源)