

前交叉韧带早期重建术后股骨外侧髁压迹 远期转归的相关研究

李明, 曹武, 崔峻, 楼崎良, 孙广臣

(浙江大学医学院附属第二医院嘉善分院 浙江省嘉善县第一人民医院, 浙江 嘉善 314100)

【摘要】 目的: 探讨前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 早期重建术后股骨外侧髁压迹 (lateral femoral notch, LFN) 的转归并评估术后膝关节功能恢复情况。方法: 对 2015 年 12 月至 2019 年 12 月间接受早期前交叉韧带重建的 32 例的临床资料进行回顾性分析, 其中男 18 例, 女 14 例, 年龄 16~54 (25.39±2.82) 岁; 身体质量指数 (body mass index, BMI) 为 20~30 (26.15±3.09) kg/m²; 交通伤 6 例, 运动损伤 19 例, 重物压伤 7 例。膝关节 MRI 显示所有患者损伤后 LFN 深度 >1.5 mm, 且术中对于 LFN 未进行干预。通过 MRI 资料观察患者手术前后的 LFN 缺损深度、面积及体积, 对患者手术前后的国际软骨修复学会 (International Cartilage Repair Society, ICRS) 评分、Lysholm 评分、Tegner 活动水平、膝关节损伤和骨关节炎结局评分 (knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS) 进行分析。结果: 32 例患者随访时间为 2~6 (3.28±1.12) 年。LFN 缺损深度由术前的 (2.31±0.67) mm 至随访时的 (2.53±0.50) mm, 无明显变化 ($P=0.136$); LFN 缺损面积由 (207.55±81.01) mm² 减少至 (171.36±52.69) mm² ($P=0.038$)。LFN 缺损体积由 (426.32±176.54) mm³ 减少至 (340.86±151.54) mm³ ($P=0.042$)。ICRS 评分由 (1.51±0.34) 分增加至 (2.92±0.33) 分 ($P<0.001$)。Lysholm 评分由 (35.37±10.54) 分增加至 (94.46±8.45) 分 ($P<0.001$)。Tegner 运动评分由 (3.45±0.94) 分增加至 (7.56±1.28) 分 ($P<0.001$)。末次随访 KOOS 评分为 (90.42±16.35) 分。结论: 随着前交叉韧带重建术后恢复时间的增加, LFN 的缺损面积及体积逐渐减小, 但缺陷深度不变。患者膝关节功能明显改善。LFN 缺损处软骨有改善, 但修复效果不佳。

【关键词】 前交叉韧带重建; 股骨外侧髁压迹; 关节镜; 磁共振成像

中图分类号: R683.4

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.05.013

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Long-term outcomes of lateral femoral notch after early anterior cruciate ligament reconstruction

LI Ming, CAO Wu, CUI Jun, LOU Qi-liang, SUN Guang-chen (Jiashan Branch of the Second Hospital Affiliated to Zhejiang University School of Medicine, Jiashan County First People's Hospital, Jiashan 314100, Zhejiang, China)

ABSTRACT **Objective** To investigate the outcome of lateral femoral notch (LFN) after early anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and evaluate the recovery of knee joint function after the operation. **Methods** The clinical data of 32 patients who underwent early ACL reconstruction from December 2015 to December 2019 were retrospectively analyzed. The study included 18 males and 14 females, aged 16 to 54 years old, with an average age of (25.39±2.82) years. The body mass index (BMI) of the patients ranged from 20 to 30 kg/cm², with an average of (26.15±3.09) kg/cm². Among them, 6 cases were caused by traffic accidents, 19 by exercise, and 7 by the crush of heavy objects. MRI of all patients showed LFN depth was more than 1.5 mm after injury, and no intervention for LFN was performed during surgery. Preoperative and postoperative depth, area, and volume of LFN defects were observed by MRI data. International Cartilage Repair Society (ICRS) score, Lysholm score, Tegner activity levels, and knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS) were analyzed before and after the operation. **Results** All patients were followed up from 2 to 6 years with an average of (3.28±1.12) years. There was no significant difference in the defect depth of LFN from (2.31±0.67) mm before the operation to (2.53±0.50) mm at follow-up ($P=0.136$). The defect area of LFN was decreased from (207.55±81.01) mm² to (171.36±52.69) mm² ($P=0.038$), and the defect volume of LFN was decreased from (426.32±176.54) mm³ to (340.86±151.54) mm³ ($P=0.042$). The ICRS score increased from (1.51±0.34) to (2.92±0.33) ($P<0.001$), the Lysholm score increased from (35.37±10.54) to (94.46±8.45) ($P<0.001$), and the Tegner motor score increased from (3.45±0.94) to (7.56±1.28), which was significantly higher than that of the preoperative data ($P<0.001$). The KOOS score of the final follow-up was 90.42±16.35. **Conclusion** With the increase of recovery time after anterior cruciate ligament reconstruction, the defect area and volume of LFN decreased gradually, but the defect depth remained unchanged. The knee joint function of the patients significantly improved. The cartilage of the LFN defect im-

通讯作者: 孙广臣 E-mail: lm447302396@163.com

Corresponding author: SUN Guang-chen E-mail: lm447302396@163.com

proved, but the repair effect was not good.

KEYWORDS Anterior cruciate ligament reconstruction; Lateral femoral notch; Arthroscopy; Magnetic resonance imaging

研究表明,在前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤患者的侧位 X 线片上可见股骨外侧髁压迹(lateral femoral notch, LFN)的异常加深,该 X 线片表现可以作为 ACL 损伤的一个可靠诊断依据^[1]。与股骨外侧髁接触的胫骨外侧平台外伤性和复发性半脱位可能导致股骨外侧髁的撞击骨折,也称为“股骨外侧髁压迹征”^[2]。研究表明若 LFN 撞击深度 1.5 mm,则不应被误认为生理性股骨外侧髁骨沟,可作为前交叉韧带损伤的可靠次要征象^[3]。最近的一项定量 MRI 研究表明,撞击主要影响股骨外侧髁的中心区域,该区域相当于负重区,因此可导致关节面变形^[4]。然而,损伤 1 年后 MRI 随访提示,该股骨外侧髁压迹损伤不仅导致关节变形,而且使得软骨退变概率增加^[5]。对于 ACL 重建术后 LFN 的远期转归及膝关节疗效观察仍然缺乏研究,本研究通过回顾分析 2015 年 12 月至 2019 年 12 月于浙江大学医学院附属第二医院嘉善分院行前交叉韧带早期重建的患者影像学资料及随访资料。尝试达到以下目的:(1)评估 LFN 的远期转归,评估 LFN 缺陷的深度、面积和体积。(2)探讨在 ACL 重建术中不予以修复 LFN 缺陷,随访时其软骨修复情况。(3)探讨 ACL 重建术后,远期随访过程中患者膝关节功能恢复情况。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)首次 ACL 撕裂并伴发 LFN 深度 > 1.5 mm 的患者^[6-7]。(2)伤后 3 个月内进行关节镜下前交叉韧带重建的患者。(3)前交叉韧带重建术中对于股骨外侧髁压迹未进行干预治疗的患者。(4)随访时间 ≥ 3 年。(5)术前、术后 X 线及 MRI 影像学资料完整者。

排除标准:(1)开放性膝关节骨折伴有 ACL 损伤的患者。(2)伴有膝关节内胫腓骨、股骨内外侧髁骨折的 ACL 损伤患者。(3)具有严重的骨关节、关节结核、风湿或类风湿性、化脓性关节炎疾病的患者。(4)随访时间 < 3 年,影像学资料不完整的患者。

1.2 一般资料

回顾分析 2015 年 12 月至 2019 年 12 月行前交叉韧带早期重建的患者资料,符合上述纳入及排除标准的患者共 32 例。其中女 14 例,男 18 例,年龄 16~54 (25.39±2.82) 岁,身体质量指数(body mass index, BMI)为 20~30 (26.15±3.09) kg/m²。受伤机制:交通伤 6 例,运动损伤 19 例,重物压伤 7 例。随访时间

24~72 (39.36±13.44) 个月。本研究通过浙江大学医学院附属第二医院伦理委员会批准(编号:JS-RMY-LL-2015-12-02)。

所有患者在关节镜下使用同侧自体肌腱移植早期单束重建前交叉韧带。术后予以膝关节冰敷,每日 2 次,每次 10~15 min,必要时予以非甾体抗炎药对照治疗。术后第 2 天,去除膝关节保护支具,完成每日 2 次的屈膝康复训练。患者出现疼痛症状作为屈膝角度终止部位,每次 10~15 min。术后采用部分负重有限屈曲 90° 活动 2 周。此后,允许完全负重和不受限制的运动范围。术后 6~9 个月内不建议进行接触或轴心移位的体育活动。根据患者恢复情况调整屈膝角度,术后 6 周内屈膝活动 0°~100°,术后 6~8 周,将屈膝活动范围放宽至 120° 以内,可在支具保护下行走。术后 12 周,屈膝范围可 > 120°。术后 4 个月可进行慢跑运动。术后 6~12 个月予以非对抗性康复训练。术后 12~18 个月,尝试进行对抗性康复训练,门诊随访,不适时及时随诊。典型病例影像学资料见图 1。

1.3 影像学评估

使用 Philips Ingenia 1.5 Tesla (Philips, Andover, USA) MRI scanner 进行磁共振成像,以获得质子密度加权快速自旋回波序列(TR/TE=3718/25 ms)。通过 ECKSTEIN 等^[8]和 WIRTH 等^[9]的研究方法,2 名主任医师通过随机盲法,使用专用的软骨分割和质量控制数据分析软件(Chondrometrics GmbH, Airing, Germany)分析损伤后和随访时的膝关节磁共振成像。根据 HOFFELNER 等^[4]的方法,图像分割出股骨外侧髁用于三维重建,以测量 LFN 的深度、面积和体积。LFN 深度的测量方法:通过 MRI 按照标准操作程序对患侧膝关节进行横断扫描,通过三维重建膝关节的矢状位图像。在矢状位上,膝关节侧位从股骨外侧髁的正常关节表面绘制切线。从切线外侧股骨槽口的最深点 A 点做切线的垂线,该垂线的长度为 LFN 的深度^[6]。基于既往文献 LFN 深度分成 4 类,即深度为 0.0 mm, 0.1~1.0 mm, 1.1~1.4 mm, 和 ≥ 1.5 mm^[7]。前两类别被认为是正常深度,后 2 个类别被认为是病理类别。本研究选择纳入 LFN 深度 ≥ 1.5 mm 的病例。并根据 HERBST 等^[6]的标准,并将 LFN 最大深度病理类型予以分级,将其分为 I 级(1.5~3.9 mm)或 II 级(4.0 mm 或以上)。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 LFN 的深度、面积、体积 基于 ECKSTEIN

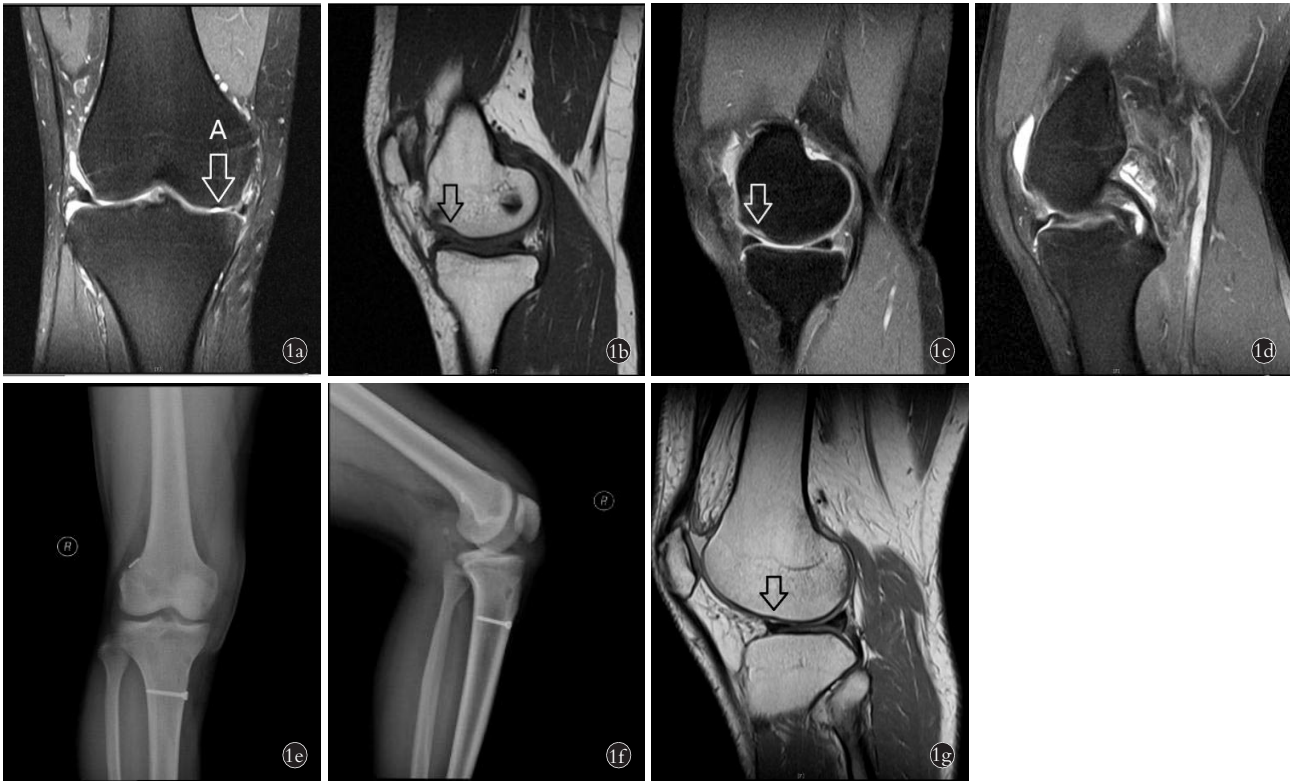


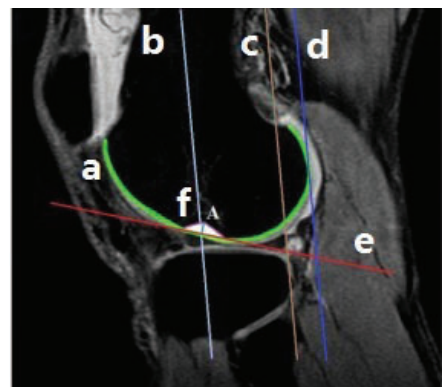
图 1 患者,男,21 岁,前交叉韧带断裂,股骨外侧髁压迹在前交叉韧带术前及术后随访的影像学表现 **1a.** 术前 MRI 冠状位 LFN **1b.** 术前 MRI 矢状位 T1 像 LFN **1c.** 术前 MRI 矢状位 T2 像 LFN **1d.** 术前 MRI 矢状位 T2 像前交叉韧带断裂 **1e,1f.** 前交叉韧带重建术后复查正侧位 X 线片 **1g.** 前交叉韧带重建术后 2 年随访 MRI 矢状位 T1 像 LFN 缺损处软骨有改善,LFN 面积较术前减小

Fig.1 A 21-year-old female patient with anterior cruciate ligament (ACL) rupture, the image data of lateral femoral notch (LFN) in anterior cruciate ligament at preoperative and postoperative follow-up **1a.** Preoperative LFN on coronal MRI **1b.** Preoperative LFN on sagittal T1 MRI **1c.** Preoperative LFN on sagittal T2 MRI **1d.** Preoperative sagittal T2 MRI showed anterior cruciate ligament rupture **1e,1f.** AP and lateral X-rays after ACL reconstruction **1g.** Two years after ACL reconstruction, the sagittal T1 MRI showed the cartilage of LFN defect improved and the area of LFN reduced

等^[8]描述的技术测量方法。MRI 矢状位所观察及三维重建的区域为股骨滑车切迹与股骨外侧髁最外侧侧面之间的所有层面。A 点至红色直线股骨外侧髁的关节面处的垂直距离为 LFN 缺损深度。测量方法:在 MRI 矢状位上找到 LFN 的最深点 A,直接测量 A 至切线的距离。

LFN 缺损面积为 LFN 凹陷部分的顶部总面积。测量方法^[8]:在 LFN 最深处 A 点层面测量压迹凹陷顶部紫色曲线长度记为 L。观察由股骨滑车切迹至股骨外侧髁最外侧侧面,股骨外侧髁压迹存在的切片层数记为 n,分别测量每个层面 L 的长度(图 2 中紫色曲线),每个层面出现的紫色曲线长度相加记为 Ln,则 LFN 缺损面积 $S1=Ln \times$ 层厚。

LFN 缺损体积为 LFN 凹陷部分的总体积,测量方法^[8]:观察由股骨滑车切迹至股骨外侧髁最外侧侧面,股骨外侧髁压迹存在的切片层数记为 n,分别测量每个层面凹陷面积(图 2 中白色面积)。每个层面出现的白色面积相加记为 Sn,则 LFN 缺损体积 $V1=$ 为 $Sn \times$ 层厚。



注:a 绿色曲线区域为股骨外侧髁软骨下骨区;b 淡蓝色直线为平行于股骨干轴线穿过股骨外侧髁压迹(LFN)最深处 A 点轴线;A 点为 LFN 最深处;c 棕色直线为平行于股骨干轴线的负重区力线轴线;d 深蓝色直线为平行于股骨干轴线的股骨外侧髁后方切线;e 红色直线为股骨外侧髁的关节面处 LFN 的切线;f 紫色曲线:股骨外侧髁压迹缺损区标记

图 2 股骨外侧髁压迹相关数据解析辅助线段说明

Fig.2 Description of auxiliary line segment for lateral femoral notch related data analysis

1.4.2 软骨修复情况 根据国际软骨修复协会(International Cartilage Repair Society, ICRS) 评分表评价软骨修复情况^[10-11]: (1) 根据软骨缺损程度不同分为 4 级, 正常得 4 分。(2) 根据软骨边缘整合情况, 间隙大小不同分为 5 级, 正常得 4 分。(3) 根据软骨大体外观不同分为 5 级, 正常得 4 分。总分 12 分。总体修复评分级: I 级, 完全正常 12 分; II 级, 修复良好 8~11 分; III 级, 有修复, 但效果一般 4~7 分; IV 级, 修复效果不佳, 0~3 分。

1.4.3 膝关节功能评价 (1) 通过 Lysholm 评分^[12]评价膝关节功能。包括关节疼痛 25 分, 关节稳定 25 分, 关节交锁 15 分, 肿胀 10 分, 攀爬楼梯 10 分, 跛行 5 分, 下蹲 5 分, 行走时使用支撑物 5 分。(2) 通过 Tegner 运动评分^[13]评估膝关节术前及术后功能。根据患者当前最大程度所能从事的运动予以分类, 包括竞技运动能力、工作强度、娱乐活动、膝关节功能障碍, 总分 10 分, 评分越高膝关节功能越好。

1.4.4 膝关节损伤与骨关节炎评分^[14](knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS) KOOS 评分是一种以患者自我评估管理为主要方式的膝关节损伤及骨关节炎治疗效果评估问卷, 该评分包括症状、疼痛、日常生活活动、运动及娱乐功能、膝关节相关生活质量 5 个部分。其中症状部分包含 7 个问题, 疼痛部分有 9 个问题, 日常生活活动部分有 17 个问题, 运动及娱乐功能部分有 5 个问题, 膝关节相关生活质量部分有 4 个问题。分数为 0~4 分。每一部分的评分单独计算后, 通过转换公式: 百分制分数=该部分原始分×100/该部分理论上最大分值。每一项均转换为百分制。公式中的原始分是指该部分实际分值, 理论上最大分值分别如下: 症状 28 分, 疼痛 36 分, 日常生活活动 68 分, 运动及娱乐功能 20 分, 膝关节相关生活质量 16 分。转换为百分制分数后的 0 分为膝关节功能极差, 100 分则膝关节功能完全正常。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析(IBM 公司, Armonk, 美国纽约)。定量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验是否服从正态

分布。LFN 缺损深度、面积、体积, ICRS、Lysholm、Tegner 运动评分等定量资料采用配对设计定量资料 *t* 检验进行比较, 以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 LFN 缺损深度、面积、体积手术前后对比结果

32 例术前及末次随访时完善膝关节 MRI, LFN 缺损深度从术前的(2.31±0.67) mm 至末次随访时的(2.53±0.50) mm, 差异无统计学意义(*P*=0.136)。LFN 缺损面积由术前的(207.55±81.01) mm² 减少至末次随访时的(171.36±52.69) mm²(*P*=0.038)。LFN 缺损体积由术前的(426.32±176.54) mm³ 减少至末次随访时的(340.86±151.54) mm³(*P*=0.042)。见表 1。

2.2 患侧膝关节功能术前与末次随访对比结果

32 例术后随访 2~6 (3.28±1.12) 年, 本研究中为避免随访时间跨度过大, 纳入的病例末次随访时间相对集中于 3~4 年之间, 且相关研究表明前交叉韧带重建术后过 2.5 年可显示出极好的功能评分和膝关节稳定性, 膝关节功能及软骨情况已达到稳定状态^[15]。ICRS 评分从术前的(1.51±0.34)分增加至(2.92±0.33)分(*P*<0.001)。根据 ICRS 分级, 膝关节软骨有改善, 但修复效果较差, 除 5 例伤后及随访中有进展外, 其余均为局灶性软骨病变。临床 Lysholm 评分从术前的(35.37±10.54)分增加至(94.46±8.45)分(*P*<0.001)。Tegner 运动评分从术前的(3.45±0.94)分增加至(7.56±1.28)分(*P*<0.001)。见表 1。

2.3 KOOS 评分结果

32 例末次随访均完善 KOOS 评分调查问卷, 总分(90.42±16.35)分, 其中症状(90.35±13.21)分, 疼痛(93.15±11.68)分、日常生活活动(90.97±8.53)分、运动及娱乐功能(89.85±12.71)分, 膝关节相关生活质量(88.35±15.25)分。

3 讨论

3.1 ACL 重建术后 LFN 缺损远期随访的意义

本研究的主要发现是在早期 ACL 重建术后远期随访过程中, LFN 的缺损面积、体积减少, 而深度保持不变。LFN 的深度对于前交叉韧带的撕裂, 以及膝关节的稳定性, 关节软骨损伤情况有重要提示作用。

表 1 行前交叉韧带早期重建术 32 例患者术前与末次随访患者 LFN 缺损及膝关节功能评分对比($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of LFN defect and knee function scores in 32 patients undergoing early anterior cruciate ligament reconstruction between preoperatively and at the final Follow-up($\bar{x} \pm s$)

时间	LFN 缺损深度/mm	LFN 缺损面积/mm ²	LFN 缺损体积/mm ³	ICRS 评分/分	Lysholm 评分/分	Tegner 运动评分/分
术前	2.31±0.67	207.55±81.01	426.32±176.54	1.51±0.34	35.37±10.54	3.45±0.94
末次随访	2.53±0.50	171.36±52.69	340.86±151.54	2.92±0.33	94.46±8.45	7.56±1.28
<i>t</i> 值	-1.511	2.118	2.078	-16.612	-24.345	-15.301
<i>P</i> 值	0.136	0.038	0.042	<0.001	<0.001	<0.001

LODEWIJKS 等^[3]研究表明,LFN 深度超过 1.5 mm 是 ACL 撕裂的可靠间接征象。阳性预测率高达 96%,具有较高的观察者组间和组内可靠性。GRIMBERG 等^[16]研究证实不仅深度,而且 LFN 的位置和形状包括双 LFN,也可作为 ACL 撕裂的重要可靠的诊断依据。GARTH 等^[17]通过研究证实 LFN 即使没有达到 1.5 mm 缺损深度,但若其位于 Blumen-saat 线(股骨髁间窝顶部骨皮质的切线)与 LFN 后部起点之间的距离至 2 cm 或更远处,该征象可能与 ACL 撕裂有关^[3]。由于急性 ACL 撕裂相关的骨挫伤将导致关节软骨变薄、软骨细胞退化以及蛋白多糖丢失^[18],随访中通过 X 线监测 LFN 的缺损深度变化,有助于了解患者膝关节软骨修复情况。股骨外侧髁压迹缺损加深是由于膝关节轴移性扭损,ACL 损伤断裂后胫骨外侧平台前半脱位所导致的。LFN 位于股骨外侧髁的中心区,该区域占负重区面积超过 30%^[4]。当 ACL 损伤断裂后,与股骨外侧髁接触的胫骨外侧平台外伤性和复发性半脱位可能导致股骨外侧髁的撞击骨折。研究表明^[19],LFN 缺损深度取决于半脱位时膝盖的弯曲程度。这种冲击越有力,对股外侧髁的损害可能越大。

ACL 重建术后 LFN 缺损情况远期随访对于评价膝关节功能有重要意义。对于 ACL 重建术后患者仍存在膝关节疼痛不适、关节活动受限等症状,复查 X 线及 MRI 后存在剥脱性骨软骨炎及创伤性关节炎等表现,研究表明与异常的股骨外侧髁压迹有关^[12]。相关研究对于 ACL 术后恢复欠佳的患者予以关节镜检查,发现股骨外侧髁上异常压迹处存在严重的软骨纤维化和软骨下骨质的明显裸露。GARTH 等^[17]研究表明 ACL 术后较大的股骨外侧髁压迹将导致股骨侧关节面变形,从而出现膝关节疼痛、肿胀等症状。

ACL 重建术后 LFN 面积增加可能是导致膝关节疼痛及继发性骨性关节炎原因之一。ACL 重建术后随访时,LFN 深度与 ACL 再损伤,以及复发性半脱位相关^[20]。本研究随访结果也证实了该观点,其中 32 例 ACL 重建术后患者,随访过程中无 ACL 再断裂及明显关节失稳,LFN 缺损深度同时无明显加深。随着前交叉韧带重建术后恢复时间的增加,LFN 的缺损面积、体积逐渐减小,但缺陷深度未见明显改善。患者膝关节功能随访通过 ICRS 评分、Lysholm 评、Tegner 运动评分提示膝关节功能较术前有改善。LFN 缺损处软骨有改善,但修复效果不佳。

3.2 ACL 重建术中修复 LFN 缺损的意义

本研究中膝关节软骨有改善,但根据 ICRS 分级,仍为 IV 级,修复效果不佳,0~3 分。32 例随访患者

中除 5 例伤后及随访中有进展外,其余均为局灶性软骨病变。虽然软骨下的缺损面积明显减少,但缺损深度仍然存在。值得庆幸的是从远期随访结果来看,患者膝关节 Lysholm、Tegner 运动评分均增加,末次随访 KOOS 评分(90.42±16.35)分,ACL 重建术后膝关节功能均得到明显改善。本研究证实 ACL 早期重建术中未修复 LFN 缺损,膝关节软骨无明显改善。

事实上,根据骨折治疗的一般原则,对于导致关节内不协调超过 2 mm 的移位骨折,建议手术复位^[21]。HERBST 等^[6]描述了超过 1/4 的急性 ACL 撕裂患者的 LFN 深度超过 2 mm。该研究将深度为 2.0~3.9 mm 的 LFN 分级为 I 级,深度>4.0 mm 的 LFN 分级为 II 级。在出现导致关节面变形的深 LFN 缺损的情况下,可能有早期手术复位的指征^[4]。尽管如此,目前的 I 级 LFN 缺损患者资料显示,除了早期 ACL 重建外,无须任何手术干预,患者随访的结果膝关节功能评分令人满意。因此,对于 ACL 重建,LFN 缺损深度修复的手术指征仍然存在争议。是否必须通过手术干预降低 II 级 LFN 的问题仍然需要进一步研究^[22]。LFN 损伤的另一个常见合并症是胫骨后外侧的撞击损伤引起的骨挫伤^[23]。HERBST 等^[6]在 97% 的病例中发现胫骨后外侧骨挫伤。在本研究中,32 例中 24 例(75%)伴有胫骨挫伤,无明显胫骨后外侧塌陷性骨折,术后随访胫骨骨挫伤恢复尚可,随访患者中膝关节功能恢复改善明显。建议对于非膝关节功能要求高的中老年患者,且 LFN 缺损不严重时,可考虑术中不干预 LFN 缺损。对于膝关节功能要求高,膝关节运强度大的年轻患者,且 LFN 缺损较大的患者,同时胫骨后外侧塌陷性骨折的患者,存在术中建议修复 LFN 缺损及纠正胫骨平台后外侧塌陷。

3.3 本研究的不足之处

于此同时,本研究仍然存在诸多不足:(1)本研究为回顾性分析,且为纵向研究,缺乏 LFN 缺损修复组与未修复组的横向对比,故结论对于指导 ACL 重建术中是否需要修复 LFN 缺损,以及手术指征的制定仍然存在欠缺。(2)本研究缺乏多中心数据,且病例数相对不多,试验结果存在一定的偶然性。(3)半月板损伤作为 ACL 撕裂的一个重要合并伤,本研究的侧重点在于探讨 ACL 早期重建术后 LFN 缺损的修复情况,故暂时未探讨 LFN 缺损情况与半月板损伤的相关性,进一步研究可增加半月板损伤、胫骨后外侧损伤、膝关节旋转稳定性的研究。(4)同时,本研究的随访时间虽然平均为 3 年,但仍然不够长,尤其是对于年轻的患者,随访过程中观察到软骨损伤后,是否进一步加重骨关节炎的发生,以及膝关

节的功能的进展有对于进一步随访研究。

参考文献

- [1] PAO D G. The lateral femoral Notch sign[J]. *Radiology*, 2001, 219(3): 800-801.
- [2] KANAKAMEDALA A C, BURNHAM J M, PFEIFFER T R, et al. Lateral femoral Notch depth is not associated with increased rotatory instability in ACL-injured knees: a quantitative pivot shift analysis [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(5): 1399-1405.
- [3] LODEWIJKS P C A M, DELAWI D, BOLLEN T L, et al. The lateral femoral Notch sign: a reliable diagnostic measurement in acute anterior cruciate ligament injury [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(2): 659-664.
- [4] HOFFELNER T, PICHLER I, MORODER P, et al. Segmentation of the lateral femoral Notch sign with MRI using a new measurement technique [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2015, 16: 217.
- [5] BEHZADI C, WELSCH G H, PETERSEN J P, et al. T2 relaxation times of the anterolateral femoral cartilage in patients after ACL-reconstruction with and without a deep lateral femoral Notch sign [J]. *Eur J Radiol*, 2018, 106: 85-91.
- [6] HERBST E, HOSER C, TECKLENBURG K, et al. The lateral femoral Notch sign following ACL injury: frequency, morphology and relation to meniscal injury and sports activity [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(8): 2250-2258.
- [7] BURGERS P T P W, DEN HOLLANDER P H C. A typical sign on a plain knee radiograph [J]. *BMJ*, 2016, 355: i6021.
- [8] ECKSTEIN F, BENICHOU O, WIRTH W, et al. Magnetic resonance imaging-based cartilage loss in painful contralateral knees with and without radiographic joint space narrowing: data from the Osteoarthritis Initiative [J]. *Arthritis Rheum*, 2009, 61(9): 1218-1225.
- [9] WIRTH W, HELLIO LE GRAVERAND M P, WYMAN B T, et al. Regional analysis of femorotibial cartilage loss in a subsample from the Osteoarthritis Initiative progression subcohort [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2009, 17(3): 291-297.
- [10] CASULA V, HIRVASNIEMI J, LEHENKARI P, et al. Association between quantitative MRI and ICRS arthroscopic grading of articular cartilage [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24(6): 2046-2054.
- [11] BRITTBURG M, WINALSKI C S. Evaluation of cartilage injuries and repair [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85(Suppl 2): 58-69.
- [12] IKEUCHI H. Arthroscopic treatment of the discoid lateral meniscus. Technique and long-term results [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1982(167): 19-28.
- [13] TEGNER Y, LYSHOLM J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1985(198): 43-49.
- [14] ROOS E M, ROOS P H, LOHMANDER L S, et al. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). Development of a self-administered outcome measure [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1998, 28(2): 88-96.
- [15] ABAT F, GELBER P E, ERQUICIA J I, et al. Promising short-term results following selective bundle reconstruction in partial anterior cruciate ligament tears [J]. *Knee*, 2013, 20(5): 332-338.
- [16] GRIMBERG A, SHIRAZIAN H, TORSHIZY H, et al. Deep lateral Notch sign and double Notch sign in complete tears of the anterior cruciate ligament: MR imaging evaluation [J]. *Skeletal Radiol*, 2015, 44(3): 385-391.
- [17] GARTH W P Jr, GRECO J, HOUSE M A. The lateral Notch sign associated with acute anterior cruciate ligament disruption [J]. *Am J Sports Med*, 2000, 28(1): 68-73.
- [18] NAKAMAE A, ENGBRETSSEN L, BAHR R, et al. Natural history of bone bruises after acute knee injury: clinical outcome and histopathological findings [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006, 14(12): 1252-1258.
- [19] GRIMBERG A, SHIRAZIAN H, TORSHIZY H, et al. Deep lateral Notch sign and double Notch sign in complete tears of the anterior cruciate ligament: MR imaging evaluation [J]. *Skeletal Radiol*, 2015, 44(3): 385-391.
- [20] SHARMA G, PANKAJ A. Displaced osteochondral fracture of the lateral femoral condyle associated with an acute anterior cruciate ligament avulsion fracture: a corollary of "the lateral femoral Notch sign" [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012, 20(8): 1599-1602.
- [21] PARKKINEN M, MADANAT R, MUSTONEN A, et al. Factors predicting the development of early osteoarthritis following lateral tibial plateau fractures: mid-term clinical and radiographic outcomes of 73 operatively treated patients [J]. *Scand J Surg*, 2014, 103(4): 256-262.
- [22] SONNERY-COTTET B, THAUNAT M, FREYCHET B, et al. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up [J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(7): 1598-1605.
- [23] YOON K H, YOO J H, KIM K I. Bone contusion and associated meniscal and medial collateral ligament injury in patients with anterior cruciate ligament rupture [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2011, 93(16): 1510-1518.

(收稿日期: 2023-01-17 本文编辑: 朱嘉)