

# 外侧半月板后根修复对前交叉韧带重建后膝关节稳定性的影响

陈博 王庆帅 张智乘 李颖智

**【摘要】** 目的 评估外侧半月板后根修复或部分切除对前交叉韧带(ACL)重建后膝关节稳定性的影响是否存在差异。方法 回顾性收集2018年6月至2022年3月经关节镜诊断为ACL撕裂合并外侧半月板后根撕裂(LMPRT)的患者,根据不同术式分为2组,A组行ACL重建+LMPR修复;B组行ACL重建+LMPR部分切除术。此外,随机匹配同时期单纯ACL撕裂行ACL重建患者作为对照组(C组)。所有患者随访12个月以上。根据Lysholm评分、国际膝关节评分委员会(IKDC)评分评估膝关节客观功能,通过轴移试验、基于MRI测量的胫骨前半脱位(ATS)、外侧半月板外突(LME)、胫骨结节-滑车沟(TT-TG)间距、股骨胫骨旋转(FTR)角评估膝关节稳定性。结果 共纳入患者45例,男性30例,女性15例,平均年龄(33.98±11.00)岁,随访时间(14.54±1.88)个月。与术前相比,末次随访时各组患者Lysholm评分、IKDC评分、ATS、TT-TG与FTR结果均显著改善( $P<0.05$ );A组末次随访时LME与术前相比存在显著改善( $P<0.05$ )。组间比较:(1)术前,C组的Lysholm评分、IKDC评分、轴移试验结果、ATS、LME等指标显著优于A、B两组( $P<0.05$ );各组TT-TG和FTR无显著差异( $P>0.05$ )。(2)术后,B组轴移试验显著强于A、C两组( $P<0.05$ ),A、C两组的轴移试验无显著差异( $P>0.05$ )。(3)末次随访时,A、C两组的自主功能评分和LME均显著优于BB组( $P<0.05$ );B组ATS显著高于C组( $P<0.05$ );A组与C组患者自主功能评分、ATS、LME均无显著差异( $P>0.05$ );各组TT-TG与FTR无显著差异( $P>0.05$ )。结论 LMPRT修复可进一步提高ACL重建后膝关节的前向和旋转稳定性,并减少LME,提高患者自主功能评分。

**【关键词】** 外侧半月板后根撕裂; 前交叉韧带撕裂; 胫骨前半脱位; 半月板外突; 胫骨结节-滑车沟间距

**The effect of lateral meniscus posterior root repair on the stability of anterior cruciate ligament reconstructed knee** Chen Bo, Wang Qingshuai, Zhang Zhicheng, Li Yingzhi. Department of Sports Medicine and Arthroscopy, Second Hospital of Jilin University, Changchun 130000, China

Corresponding author: Li Yingzhi, Email: dlyz2005@163.com

**【Abstract】** **Objective** This study was to investigate the effect of stability of the anterior cruciate ligament (ACL)-reconstructed knee between lateral meniscus posterior root (LMPRT) repair and partial meniscectomy. **Methods** The patients with ACL tear and LMPRT injury were enrolled in this study (group A: ACL reconstruction+LMPR repair, 17 patients; group B: ACL reconstruction+LMPR partial meniscectomy, 10 patients). At the same time, the patients who underwent ACL reconstruction for simple ACL tear were randomly matched as the control group (group C). All patients had at least 12-month follow-up. Lysholm score and International Knee Documentation Committee (IKDC) score were used to assess the knee function of the patients. The physical examination was assessed using the pivot shift test. Anterior tibial subluxation (ATS), lateral meniscal extrusion (LME), Tibial Tubercle-Trochlear Groove (TT-TG) distance, femorotibial rotation (FTR) angle, and the lateral compartment cartilage of the knee were assessed via magnetic resonance imaging (MRI). **Results** A total of 45 patients were enrolled in this study, with 30 males and 15 females, and an average age of (33.98±11.00) years. The follow-up period was (14.54±1.88) months. Compared to the preoperative measurements, at the latest follow-up, patients in all groups demonstrated significant improvements

in Lysholm scores, IKDC scores, ATS, TT-TG, and FTR results ( $P<0.05$ ). There was a significant difference in the degree of preoperative LME in group A patients compared with the values of the last follow-up ( $P<0.05$ ). Intergroup comparison: (1) Preoperatively, there were significant differences in Lysholm score, IKDC score, pivot shift test, ATS, and LME in group C compared with groups A and B ( $P<0.05$ ), and there was no significant difference in TT-TG and FTR in each group ( $P>0.05$ ). (2) Postoperatively, there was a significant difference in the results of the pivot shift test in group B compared with groups A and C ( $P<0.05$ ), and there was no significant difference in the results of the pivot shift test between groups A and C ( $P>0.05$ ). (3) At the last follow-up, there were significant differences in the patient-reported scores and LME in group B compared with groups A and C ( $P<0.05$ ). There was a significant difference between group B and group C in ATS, and there was no significant difference between group A and group C in patient-reported scores, ATS, and LME ( $P>0.05$ ). There was no significant difference in TT-TG and FTR in each group ( $P>0.05$ ). **Conclusions** LMPRT repair further improves the anterior and rotational stability of the ACL-reconstructed knee, leading to reduced the LME, and improves the patient-reported scores.

**【Key words】** Lateral meniscal posterior root tear; Anterior cruciate ligament tear; Anterior tibial subluxation; Meniscal extrusion; Tibial tubercle-trochlear groove distance

外侧半月板后根撕裂(lateral meniscal posterior root tear, LMPRT)是指半月板在胫骨平台附着点1 cm以内的撕裂<sup>[1]</sup>,通常由外伤引起,且经常伴随着前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)的损伤,在ACL损伤中约占14%<sup>[2]</sup>。半月板后根是半月板的重要组成部分,在负载过程中可将半月板“锚定”在胫骨平台上并将纵向应力分散为环向应力从而减小膝关节的接触应力<sup>[3]</sup>。

此前,大量学者通过冰冻尸体模拟了LMPRT损伤及修复后对膝关节稳定性的影响<sup>[4-6]</sup>,然而对此的临床评估尚不充分。此前有研究表明,基于核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)测量的胫骨前半脱位(anterior tibial subluxation, ATS)、胫骨结节-滑车沟间距(tibial tubercle-trochlear groove, TT-TG)以及股骨胫骨旋转角(femorotibial rotation, FTR)等指标可反映膝关节的前向和旋转稳定性<sup>[7-9]</sup>;半月板外突(lateral meniscal extrusion, LME)是外侧半月板稳定性破坏的现象,该现象的出现表明半月板功能减弱甚至丧失,最终可导致骨性关节炎<sup>[10]</sup>。

本研究通过患者自主功能评分、轴移试验以及MRI结果,评估(1)ACL撕裂合并LMPRT时,对于膝关节稳定性的影响;(2)LMPRT修复或部分切除,对ACL重建后膝关节稳定性的影响是否存在差异。

## 资料与方法

### 一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)ACL撕裂并在关节镜下证实;

(2)合并LMPRT。

排除标准:(1)患侧膝关节合并PCL、内外侧副韧带、前外侧韧带损伤;(2)患侧膝关节存在LMPRT以外其它半月板的损伤;(3)患侧膝关节存在骨折、肿瘤、严重的软骨损伤或既往手术史等;(5)患者随访时间小于12个月;(6)术前及末次随访的MRI影像保存不完整;(7)半月板股骨韧带(meniscofemoral ligament, MFL)完整。

### 二、一般资料

本研究回顾性收集2018年6月至2022年3月在吉林大学第二医院运动医学与关节镜科经膝关节镜诊断ACL撕裂+LMPRT的患者54例,其中符合纳入排除标准的患者27例,14例因合并其他韧带与半月板损伤被排除,5例患者因随访时间<12个月被排除,5例患者因MRI图像不完整被排除,3例患者因MFL完整被排除。此外,随机匹配同时期经关节镜诊断为单纯ACL撕裂患者18例作为对照。根据膝关节镜检查结果及手术方式将患者分为三组:A组(17例):ACL撕裂合并LMPRT,关节镜下行ACL重建和LMPRT修复;B组(10例):ACL撕裂合并LMPRT,关节镜下行ACL重建和LMPRT部分切除术;C组(18例):单纯ACL撕裂,关节镜下ACL重建术。三组患者的年龄、性别、BMI及随访时间差异无统计学意义( $P>0.05$ ,表1)。本研究经吉林大学第二医院伦理委员会批准,所有受试者均知情同意(2023-139)。

### 三、手术及康复

所有手术均由本科室同一位经验丰富的医生进

行。所有患者的ACL重建均使用自体腘绳肌腱进行单束重建。根据LMPR损伤情况选择不同的手术方式,A组使用Fast-Fix半月板缝合器(Smith & Nephew,美国)或经胫骨隧道牵引拉出固定对LMPRT进行修复;B组患者由于LMPR损伤时间较长,外侧半月板后根质量过差,无法缝合因而均采用半月板部分切除术。术后,除A组患者其屈曲膝关节恢复关节活动时间较B、C两组患者滞后两周外,其余康复方案相同。

#### 四、资料记录与分析

采集患者详细资料,包括性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、术中关节镜图像。此外,采集手术前及末次随访时患者的Lysholm评分、IKDC评分、轴移试验和MRI影像。所有患者均在手术前一天进行Lysholm评分和IKDC评分,末次随访时进行第二次功能评分。

所有纳入患者均在受伤后1周内接受了核磁检查,患侧膝关节MRI均使用GE Discovery MR750 3.0T核磁扫描仪拍摄。MRI检查时患者取仰卧位,膝关节呈伸直、中立位。下载所有入组患者术前和末次随访的膝关节MRI影像,以DICOM格式储存至计算机,并输出到OSIRI X Lite v.13 (Pixmeo SARL,瑞士)中,在所有患者MRI数据收集完成之后进行解剖参数测量。

轴移试验根据胫骨外侧平台复位的难易程度分

为4级:0级,正常;I级,屈曲膝关节过程中,胫骨出现“滑动”复位;II级,屈曲膝关节过程中,胫骨出现“跳动”复位;III级,屈曲膝关节过程中,出现“绞索”并突然复位。

**ATS测量:**根据Tanaka等<sup>[9]</sup>使用的方法:使用矢状位MRI上,通过对股骨后髁软骨下骨的最佳拟合圆画一条垂直于胫骨平台的线,再经胫骨平台后方画一条垂直于胫骨平台的线,两条线之间的距离即为ATS(见图1)。

**LME测量:**根据Zhuo等<sup>[11]</sup>使用的方法:在冠状位MRI上,确定股骨外侧髁的中点,在该点上,测量外侧半月板在外侧胫骨平台边缘外突的程度。首先与外侧胫骨平台外缘相交画一条与水平垂直的线,其次垂直于该线对从半月板最外侧到胫骨平台外侧缘的距离进行测量(见图2)。

**TT-TG间距测量:**根据Michael等<sup>[12]</sup>使用的方法:在轴状位MRI上,确定内外侧股骨后髁最后缘的连线,该线作为参考线,其次通过股骨滑车凹陷最深的点作一条直线与参考线垂直,再通过胫骨结节最突出点作一条直线与参考线垂直。两垂线之间的距离即为TT-TG间距(见图3~4)。

**FTR角度测量:**使用Griffith等<sup>[13]</sup>使用的方法:在轴状位MRI上,首先测量在股骨髁最后缘的连线与水平线的夹角,其次,测量靠近腓骨头处对胫骨内

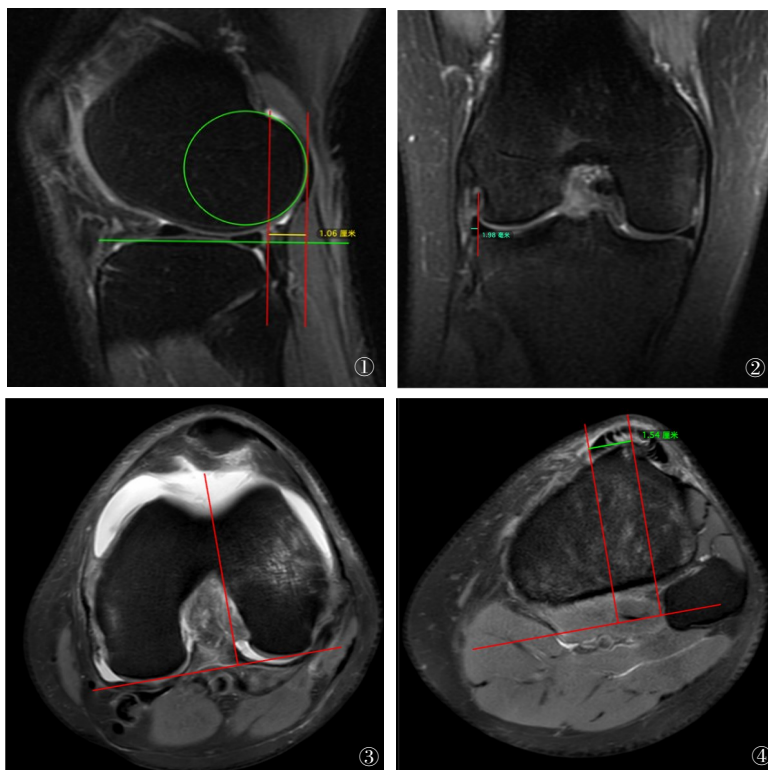


图1 ATS移位测量方法示意图 图2 LME程度测量方法示意图 图3~4 TT-TG测量方法示意图

外髌最后方的连线与水平线夹角,胫骨旋转角减去股骨旋转角即为FTR角,“-”代表胫骨相对股骨外旋,“+”代表胫骨相对股骨内旋(见图5~6)。

随访情况:通过电话、微信平台以及门诊复查等方法进行随访。分别于术后1个月、3个月、6个月、12个月进行随访,以后每年至少1次电话或门诊随访。到院随访患者均行膝关节正侧位X线片与膝关节MRI。术后复诊时指导患者行走的步态以及患肢股四头肌肌肉的功能训练。

### 五、统计方法

采用SPSS 26.0(IBM,美国)进行数据分析。对于年龄、BMI、随访时间、自助功能评分、ATS、FTR、TT-TG、LME等连续性数据均以平均值±标准差表示。使用配对样本*t*检验或Mann-Whitney U检验(数据不符合正态性)进行组内差异比较;使用单因素方差分析或Kruskal-Wallis检验(数据不符合正态性)进行组间差异比较。在进行方差分析前先检测变量正态性和方差齐性。性别、轴移试验使用卡方检验。 $P < 0.05$ 认为具有统计学差异。

## 结 果

### 一、一般结果

研究共纳入45名患者,男性30例,女性15例,

年龄( $33.98 \pm 11.00$ )岁(17岁~53岁),随访时间( $14.54 \pm 1.88$ )个月(12~19个月)。其中A组患者17例,年龄( $32.41 \pm 10.97$ )岁(17~53岁),随访时间( $14.68 \pm 1.95$ )个月(12~19个月);B组患者10例,年龄( $32.00 \pm 10.34$ )岁(19~48岁),随访时间( $13.98 \pm 1.75$ )个月(12~18个月);C组患者18例,年龄( $36.56 \pm 11.45$ )岁(18~53岁),随访时间( $14.71 \pm 1.93$ )个月(12~19个月)。各组患者年龄( $P = 0.446$ )、性别( $P = 0.410$ )、BMI( $P = 0.728$ )及随访时间( $P = 0.579$ )等均无统计学差异(表1)。LMPRT使用LaPrade分型(表2),术中关节镜下图像如图7~10所示。LMPRT修复患者随访MRI影像部分可见Fast-Fix植入物,ACL移植骨隧道和LMPR牵引固定胫骨隧道(图11~13)。

### 二、患者自主功能评分结果

末次随访时,A、B、C三组的Lysholm评分与IKDC评分显著高于术前( $P < 0.001$ )(表3)。组间比较:术前,C组Lysholm评分与IKDC评分显著高于A、B两组( $P < 0.05$ );末次随访时,B组Lysholm评分与IKDC评分显著低于A、C两组( $P < 0.05$ ),A组与C组之间无显著差异( $P > 0.05$ )(图14~15)。表明合并LMPRT的损伤会导致患者出现更低的膝关节功能评分,经手术治疗后,与对LMPR成形术相比,对LMPR进行修复可导致更好的膝关节功能评分。

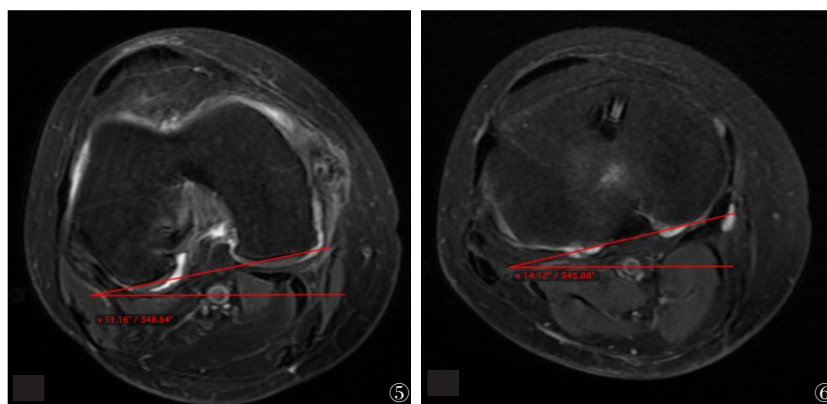


图5~6 FTR角度测量方法示意图

表1 外侧半月板后根撕裂患者人口统计学特征比较结果

组别	例数	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	性别(例,男/女)	BMI( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	随访时间(月, $\bar{x} \pm s$ )
A组	17	$32.41 \pm 10.97$	4/13	$25.95 \pm 3.57$	$14.68 \pm 1.95$
B组	10	$32.00 \pm 10.34$	7/3	$25.80 \pm 5.34$	$13.98 \pm 1.75$
C组	18	$36.56 \pm 11.45$	10/8	$25.00 \pm 2.54$	$14.71 \pm 1.93$
<i>F</i> 值		0.822		0.319	0.553
<i>P</i> 值		0.446	0.410	0.728	0.579

表2 纳入外侧半月板后根撕裂患者LMPRT类型(例)

LaPrade分型	A组	B组	C组
2型	4	2	0
3型	5	3	0
4型	5	4	0
5型	3	1	0

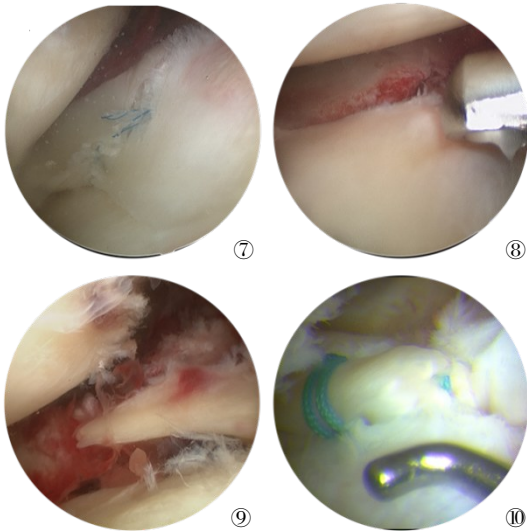


图7~10 LMPRT或修复后术中图像。图7 LaPrade 2型全内缝合术中图像；图8 LaPrade 3型损伤术中图像；图9 LaPrade 4型损伤术中图像；图10 LaPrade 5型经胫骨隧道拉出固定术中图像；

### 三、轴移试验结果

通过Fisher确切检验对轴移试验进行分析。与术前相比,各组患者术后轴移试验结果均出现显著改善( $P < 0.05$ ) (表4)。组间比较:手术前,C组轴移试验结果显著优于A、B组( $P < 0.05$ );手术后,C组

轴移试验结果显著优于B组( $\chi^2 = 11.432, P = 0.003$ ) (表5)。

### 四、MRI影像结果分析

ATS结果分析:A、B、C三组患者的术前ATS分别为( $5.65 \pm 1.52$ )mm、( $5.82 \pm 1.68$ )mm、( $4.30 \pm 1.56$ )mm,末次随访时分别为( $1.72 \pm 1.60$ )mm、( $2.54 \pm 1.34$ )mm、( $1.04 \pm 1.16$ )mm。与术前相比,各组患者末次随访时ATS均显著减小,结果具有统计学差异( $P < 0.05$ ) (表6)。组间对比:术前,A、B组ATS显著高于C组( $P < 0.05$ );末次随访时,B组ATS显著高于C组( $P < 0.05$ ),A组与C组之间差异无统计学意义( $P > 0.05$ ) (图16)。

LME分析:A、B、C三组患者术前LME分别为( $3.08 \pm 0.70$ )mm、( $3.22 \pm 0.55$ )mm、( $0.89 \pm 0.69$ )mm,末次随访结果分别为( $1.18 \pm 0.45$ )mm、( $3.17 \pm 0.92$ )mm、( $0.77 \pm 0.62$ )mm。与术前相比,A组末次随访时LME显著减少( $t = 7.979, P < 0.001$ ) (表7)。组间比较:术前,A组、B组LME显著大于C组( $F = 61.050, P < 0.001$ );末次随访时,B组LME显著大于A组、C组( $H = 25.478, P < 0.001$ ),A组与C组之间的差异无统计学意义( $P > 0.05$ ) (图17)。

TT-TG分析:A、B、C三组患者术前TT-TG分别为( $13.70 \pm 1.20$ )mm、( $13.64 \pm 1.16$ )mm、( $12.76 \pm 1.47$ )mm,末次随访为( $10.58 \pm 1.72$ )mm、( $11.12 \pm 1.70$ )mm、( $10.29 \pm 1.17$ )mm。与术前相比,各组患者末次随访时TT-TG均显著减小( $P \leq 0.001$ );组间比较:术前与末次随访时,A、B、C三组之间的差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ) (表8)。

FTR角度结果分析:A、B、C三组患者术前分别为:( $4.24 \pm 3.37$ )°、( $3.92 \pm 3.75$ )°、( $3.65 \pm 4.25$ )°,末次

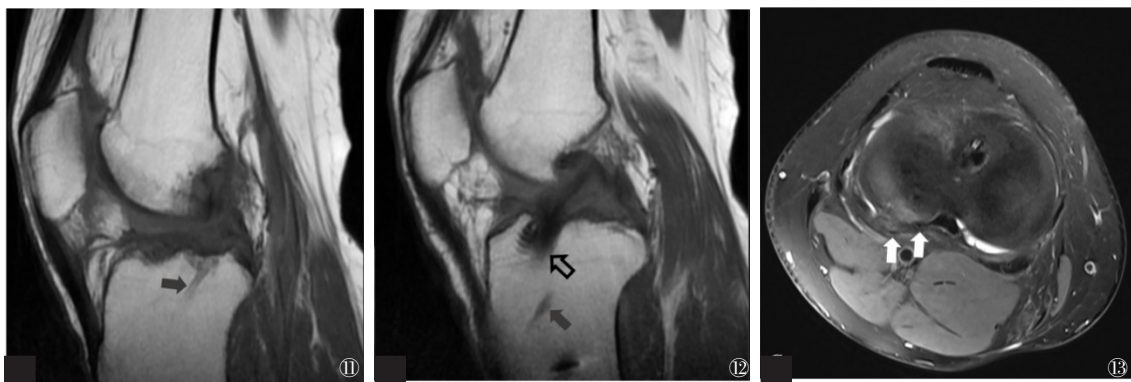


图11~13 LMPRT修复外侧半月板后根撕裂患者随访MRI。图11 LMPRT牵拉固定胫骨隧道(灰色箭头);图12 ACL移植胫骨隧道(黑线箭头)和LMPRT牵拉固定胫骨隧道(灰色箭头);图13 缝合LMPRT所用的Fast-Fix植入物(白色箭头)

表3 各组外侧半月板后根撕裂患者自主功能评分结果比较(分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	术前	末次随访	t值	P值
Lysholm 评分					
A组	17	28.76±6.61	95.18±4.30	-33.669	<0.001
B组	10	28.60±7.03	88.40±4.81	-18.200	<0.001
C组	18	36.89±7.19	98.39±2.72	-38.508	<0.001
IKDC 评分					
A组	17	31.47±4.16	88.47±4.23	-41.633	<0.001
B组	10	30.70±4.67	81.00±5.25	-24.160	<0.001
C组	18	35.67±4.31	91.11±3.27	-44.248	<0.001

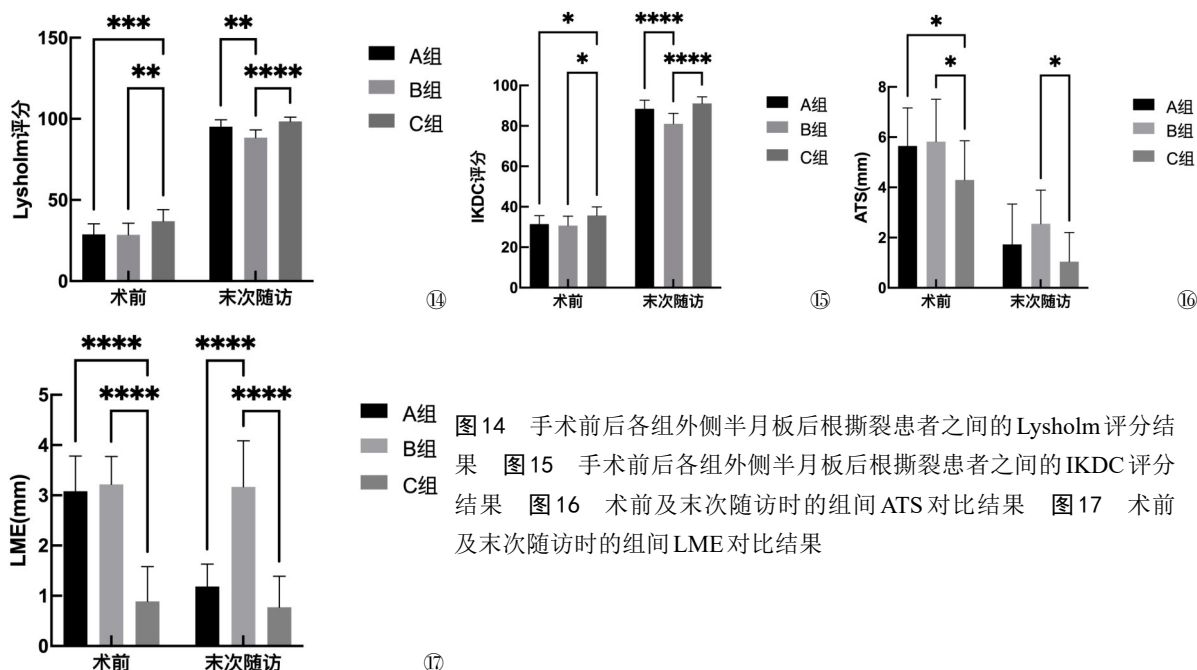


图14 手术前后各组外侧半月板后根撕裂患者之间的Lysholm评分结果 图15 手术前后各组外侧半月板后根撕裂患者之间的IKDC评分结果 图16 术前及末次随访时的组间ATS对比结果 图17 术前及末次随访时的组间LME对比结果

随访时分别为： $(-1.05 \pm 3.42)^\circ$ 、 $(-1.08 \pm 3.14)^\circ$ 、 $(-1.36 \pm 3.12)^\circ$ 。与术前相比，各组患者末次随访时的FTR角度均显著减小( $P < 0.001$ )；组间比较：术前与末次随访时，A、B、C三组FTR差异无统计学意义( $P > 0.05$ ) (表9)。

## 讨 论

### 一、半月板部分切除术对膝关节的影响

半月板部分切除术作为一种传统的外科手术，长期以来一直应用于半月板撕裂和根部撕裂的治

表4 手术前后各组外侧半月板后根撕裂患者的轴移试验结果比较[例(%)]

轴移试验	A组(n=17)		B组(n=10)		C组(n=18)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
0级	0(0.0)	11(64.7)	0(0.0)	3(30.0)	0(0.0)	14(77.8)
I级	0(0.0)	4(23.5)	0(0.0)	2(20.0)	8(44.4)	4(22.2)
II级	3(17.6)	2(11.8)	2(20.0)	5(50.0)	4(22.2)	0(0.0)
III级	14(82.4)	0(0.0)	8(80.0)	0(0.0)	6(33.3)	0(0.0)
$\chi^2$ 值	29.200		14.286		25.333	
P值	< 0.001		0.001		< 0.001	

**表5** 术前及术后各组外侧半月板后根撕裂患者轴移试验结果比较

$\chi^2$ ; P值	术前	术后
A组:B组	0.023; 1.000	5.048; 0.091
A组:C组	11.324; 0.002	2.333; 0.521
B组:C组	7.259; 0.021	11.432; 0.003

**表6** 各组外侧半月板后根撕裂患者ATS测量结果统计学分析(mm,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	术前ATS	末次随访ATS	t值	P值
A组	5.65±1.52	1.72±1.60	7.724	0.001
B组	5.82±1.68	2.55±1.34	9.935	0.047
C组	4.30±1.56	1.04±1.16	9.506	0.001
F/H	4.416	11.338		
P值	0.018	0.003		

**表7** 各组外侧半月板后根撕裂患者LME测量结果统计学分析(mm,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	术前LME	末次随访LME	t/Z值	P值
A组	3.08±0.70	1.18±0.45	7.979	<0.001
B组	3.22±0.55	3.17±0.92	0.264	0.959
C组	0.89±0.69	0.77±0.62	-1.915	0.055
F/H值	61.050	25.478		
P值	<0.001	<0.001		

**表8** 各组外侧半月板后根撕裂患者TT-TG测量结果统计学分析(mm,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	术前TT-TG	末次随访TT-TG	t值	P值
A组	13.70±1.20	10.58±1.72	6.275	<0.001
B组	13.64±1.16	11.12±1.70	5.000	0.001
C组	12.76±1.47	10.29±1.17	6.008	<0.001
F值	2.648	0.955		
P值	0.083	0.393		

**表9** 各组外侧半月板后根撕裂患者FTR角度结果统计学分析( $^{\circ}$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	术前FTR角	末次随访FTR角	t/Z值	P值
A组	4.24±3.37	-1.05±3.42	-3.148	< 0.001
B组	3.92±3.75	-1.08±3.14	3.156	< 0.001
C组	3.65±4.25	-1.36±3.12	-2.591	< 0.001
H值	0.031	0.040		
P值	0.899	0.958		

疗,可以在短期有效缓解症状<sup>[14, 15]</sup>。本研究纳入因半月板后根撕裂行半月板成形术的患者,因其损伤时间长,半月板质量差导致缝合失败,遂采取半月板部分切除术进行治疗。Tang等<sup>[16]</sup>通过尸体进行生物力学实验结果提示:在ACL重建的膝关节中,半月板后根的部分切除术和半月板后根撕裂对膝关节稳定性的破坏作用相同,且会导致ACL移植物的存在应力增加。因此该研究建议再行ACL重建时,尽可能对LMPR进行修复,仅在LMPR撕裂无法修复的情况下对LMPR行部分切除术。因此,目前对于半月板后根多采用能修尽修的原则。然而对于存在慢性的根部撕裂以及有严重软骨病变的患者,因慢性损伤或退行性变会引起半月板软组织质量下降可导致缝合修复失败,此时半月板部分切除术仍可作为治疗的一个选择<sup>[15, 17]</sup>。

## 二、修复半月板后根撕裂的手术方式

目前对LMPRT的修复技术可分为全内缝合、经胫骨隧道拉出固定以及带线锚钉缝合三种。当LMPR出现距离胫骨附着点1cm以内的放射状撕裂时,多采用全内缝合的方式进行修复。对全内缝合进行的回顾性研究显示<sup>[18, 19]</sup>:所有患者末次随访的自主功能评分较术前均显著提高,且均未出现关节积液、关节线压痛以及McMurray征阳性等表现,半月板外突也得到显著改善,二次关节镜检查显示,所有患者均获得了稳定的愈合。此外,全内缝合还可通过边对边的方式对LMPRT进行缝合,该方法通过水平缝合将LMPR撕裂的两个残端进行连接,同样可获得较好的恢复效果<sup>[18]</sup>。全内缝合虽对于LMPR残根的质量及大小有一定的要求,但该术式创伤小,适用于距离LMPR胫骨附着点稍远的损伤。然而当半月板后根创伤较大,出现完全断裂或撕脱时,随着对生物力学认识的不断提高,也创新性出现了经胫骨隧道拉出固定和带线锚钉缝合等修复方式。经胫骨隧道拉出固定是在LMPR附着点处钻取胫骨隧道,使用缝线缝合LMPR撕裂处,后将缝线从胫骨隧道拉出固定于胫骨前方。此前,该术式较多应用于MMPR撕裂的修复,已被证明可以获得良好的愈合情况且可完全恢复内侧关节间室应力、减小了胫骨前半脱位且有利于ACL移植物的成熟<sup>[20, 21]</sup>。然而LaPrade等<sup>[22]</sup>在一项生物力学的研究中发现LMPRT部位距离LMPR胫骨平台附着点6mm以上时,使用经胫骨隧道拉出固定技术修

复LMPRT后,外侧关节间室的接触应力峰值与完整状态的半月板相比有显著差异。因此当撕裂部位距离LMPR较远时,推荐使用全内缝合对LMPR进行处理。带线锚钉缝合主要是将带线锚钉固定在LMPR胫骨附着点周围的皮质骨内,后使用缝线缝合LMPR并将其固定在锚钉上<sup>[23,24]</sup>。锚钉缝合的理论优势在于该方法无需钻取胫骨隧道,从而避免了“蹦极效应”(Bungee effect)以及LMPR胫骨隧道和ACL胫骨隧道相撞的风险<sup>[25]</sup>。对MMPR的研究结果显示:使用带线锚钉缝合技术修复MMPR撕裂的患者在平均30.8个月的随访时,所有患者均获得了稳定的愈合,且术后无其他不适<sup>[26]</sup>。然而,目前该术式多用于MMPR的修复,尚缺乏使用带线锚钉修复LMPRT的文献报告。

### 三、本研究的结果及疗效分析

此前,多数研究均聚焦在LMPRT修复后,通过MRI或二次关节镜检查外侧半月板外突或根部是否愈合或软骨退变情况<sup>[11,27,28]</sup>,仅少数研究涉及LMPRT修复对膝关节稳定性的影响,但其仅通过轴移试验<sup>[29]</sup>。本研究系统性纳入了功能评分、轴移试验以及基于MRI的ATS、LME、TT-TG、FTR等指标对膝关节的稳定性进行综合评估,为该领域的研究提供了一定的理论基础。未来,随着社会经济的不断发展,人们对于运动的需求越来越大,ACL撕裂合并LMPRT患者将日益增多。过去对于该类患者存在部分保守治疗,这在客观上导致了患者的运动能力降低,并加速了膝骨关节炎的进展。因此,目前对LMPRT采取“应修尽修”的治疗原则,经本研究证实,LMPRT修复可进一步提高患者ACL重建后膝关节前向和旋转稳定性及患者自主功能评分,有效改善了患者膝关节的稳定性,或可有效延缓骨关节炎发生发展,为患者高质量的运动需求提供了客观基础。

### 四、研究的局限性

首先,部分患者由于个人原因未能完成随访,导致样本量少,无法获取足够多的数据来支持研究结论的可靠性和普适性。后期仍需要继续收集病例,扩大样本量;其次,本研究缺乏对愈合情况的判断,缺乏二次关节镜检查确定ACL移植物或半月板的愈合情况;第三,本研究拍摄MRI的体位对各参数的结果可能存在一定的干扰:本研究所使用的MRI均来自吉林大学第二医院,所使用的冠状位、矢状位和轴状位层厚均为4 mm,虽然在进行测量时,均借

助其他不同方向的影像并使用同步影像对关注层面进行精确定位,但由于4 mm层厚的客观存在而无法保证对各个患者所选层面一致性的把控;此外,多数文献中MRI的拍摄体位为10~15°弯曲和15°外旋的体位。膝关节在0~30°的弯曲内,胫骨呈内旋状态<sup>[30]</sup>,并且出现胫骨相对股骨的移位,因此本研究使用膝关节在伸直中立位的MRI影像测得的形态学参数可能存在一定的差异。最后,本研究术后随访时间相对较短,应进行更长时间的随访以获取膝关节稳定性相关数据的变化趋势。

### 参 考 文 献

- West RV, Kim JG, Armfield D, et al. Lateral meniscal root tears associated with anterior cruciate ligament injury: Classification and management (ss-70) [J]. *Arthroscopy*, 2004, 20: e32-e33.
- Zheng T, Song GY, Feng H, et al. Lateral meniscus posterior root lesion influences anterior tibial subluxation of the lateral compartment in extension after anterior cruciate ligament injury [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(4): 838-846.
- Bhatia S, LaPrade CM, Ellman MB, et al. Meniscal root tears: significance, diagnosis, and treatment [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(12): 3016-3030.
- Shybut TB, Vega CE, Haddad J, et al. Effect of lateral meniscal root tear on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee [J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(4): 905-911.
- Tang X, Marshall B, Wang JH, et al. Lateral meniscal posterior root repair with anterior cruciate ligament Reconstruction better restores knee stability [J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(1): 59-65.
- Novaretti JV, Herbst E, Chan CK, et al. Small lateral meniscus tears propagate over time in ACL intact and deficient knees [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(9): 3068-3076.
- Hoshino Y, Hiroshima Y, Miyaji N, et al. Unrepaired lateral meniscus tears Lead to remaining pivot-shift in ACL-reconstructed knees [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(11): 3504-3510.
- Polat AE, Polat B, Gürpınar T, et al. Tibial tubercle-trochlear groove (TT-TG) distance is a reliable measurement of increased rotational laxity in the knee with an anterior cruciate ligament injury [J]. *Knee*, 2020, 27(5): 1601-1607.
- Vassalou EE, Klontzas ME, Kouvidis GK, et al. Rotational knee laxity in anterior cruciate ligament deficiency: an additional secondary sign on MRI [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(1): 151-154.
- Tanaka MJ, Jones KJ, Gargiulo AM, et al. Passive anterior tibial subluxation in anterior cruciate ligament-deficient knees [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(10): 2347-2352.
- Minami TK, Muneta T, Sekiya I, et al. Lateral meniscus posterior root tear contributes to anterolateral rotational instability and meniscus extrusion in anterior cruciate ligament-injured patients [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(4): 1174-1181.
- Zhuo HW, Pan L, Xu YK, et al. Functional, magnetic resonance imaging, and Second-Look arthroscopic outcomes after pullout repair for avulsion tears of the posterior lateral meniscus root [J]. *Am J Sports Med*, 2021, 49(2): 450-458.

- 13 Saper MG, Popovich MJ, Fajardo R, et al. The relationship between tibial Tubercle-Trochlear groove distance and noncontact anterior cruciate ligament injuries in adolescents and young adults [J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(1): 63-68.
- 14 Griffith JF, Leung CTP, Lee JCH, et al. Positional Mr imaging of normal and injured knees [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(3): 1553-1564.
- 15 Pearse EO, Craig DM. Partial meniscectomy in the presence of severe osteoarthritis does not hasten the symptomatic progression of osteoarthritis [J]. *Arthroscopy*, 2003, 19(9): 963-968.
- 16 Moatshe G, Chahla J, Slette E, et al. Posterior meniscal root injuries: A comprehensive review from anatomy to surgical treatment [J]. *Acta Orthop*, 2016, 87(5): 452-458.
- 17 Tang X, Marshall B, Wang JH, et al. Partial meniscectomy does not affect the biomechanics of anterior cruciate ligament reconstructed knee with a lateral posterior meniscal root tear [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(11): 3481-3487.
- 18 Lyman S, Oh LS, Reinhardt KR, et al. Surgical decision making for arthroscopic partial meniscectomy in patients aged over 40 years [J]. *Arthroscopy*, 2012, 28(4): 492-501.e1.
- 19 Ahn JH, Lee YS, Yoo JC, et al. Results of arthroscopic all-inside repair for lateral meniscus root tear in patients undergoing concomitant anterior cruciate ligament Reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(1): 67-75.
- 20 Jeon YS, Alsomali K, Yang SW, et al. Posterior Horn lateral meniscal oblique radial tear in acute anterior cruciate ligament Reconstruction incidence and outcomes after All- Inside repair: clinical and Second- Look arthroscopic evaluation [J]. *Am J Sports Med*, 2022, 50(14): 3796-3804.
- 21 Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, et al. Biomechanical Consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2008, 90(9): 1922-1931.
- 22 Li MY, Li Z, Li ZZ, et al. Transtibial pull-out repair of lateral meniscus posterior root is beneficial for graft maturation after anterior cruciate ligament Reconstruction: a retrospective study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 445.
- 23 LaPrade CM, Jansson KS, Dornan G, et al. Altered tibiofemoral contact mechanics due to lateral meniscus posterior Horn root avulsions and radial tears can be restored with in situ pull-out suture repairs [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(6): 471-479.
- 24 Leyes M, Flores-Lozano C, de Rus I, et al. Repair of the posterior lateral meniscal root tear: suture anchor fixation through the Outside- In anterior cruciate ligament Reconstruction femoral tunnel [J]. *Arthrosc Tech*, 2021, 10(1): e151-e158.
- 25 Cuéllar A, Cuéllar A, Sánchez A, et al. Posterior lateral meniscus root reattachment with suture anchors: an arthroscopic technique [J]. *Arthrosc Tech*, 2017, 6(5): e1919-e1925.
- 26 Familiari F, Palco M, Russo R, et al. Arthroscopic repair of posterior root tears of the lateral meniscus with All-Suture anchor [J]. *Arthrosc Tech*, 2022, 11(5): e781-e787.
- 27 Jung YH, Choi NH, Oh JS, et al. All-inside repair for a root tear of the medial meniscus using a suture anchor [J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(6): 1406-1411.
- 28 Okazaki Y, Furumatsu T, Kamatsuki Y, et al. Transtibial pullout repair of the lateral meniscus posterior root tear combined with anterior cruciate ligament Reconstruction reduces lateral meniscus extrusion: A retrospective study [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106(3): 469-473.
- 29 Zheng T, Song GY, Li Y, et al. Clinical, radiographic, and arthroscopic outcomes of surgical repair for radial and avulsed lesions on the lateral meniscus posterior root during ACL Reconstruction: a systematic review [J]. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9(3): 2325967121989678.
- 30 Shekhar A, Tapasvi S, Williams A. Outcomes of combined lateral meniscus posterior root repair and anterior cruciate ligament Reconstruction [J]. *Orthop J Sports Med*, 2022, 10(3): 23259671221083318.
- 31 Chen HN, Yang K, Dong QR, et al. Assessment of tibial rotation and meniscal movement using kinematic magnetic resonance imaging [J]. *J Orthop Surg Res*, 2014, 9: 65.

(收稿日期:2023-08-28)

(本文编辑:杨娜)

陈博, 王庆帅, 张智乘, 等. 外侧半月板后根修复对前交叉韧带重建后膝关节稳定性的影响 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2024, 10(1): 19-27.