

关节镜下 2 种术式治疗外侧半月板后根损伤短期疗效的比较*

齐岩松 吴海贺 周慧文 张鹏飞 包呼日查 王永祥 魏宝刚 马秉贤 徐永胜**

(内蒙古自治区人民医院骨科中心, 呼和浩特 010017)

【摘要】 目的 比较关节镜下半月板缝合术和半月板止点重建术治疗外侧半月板后根损伤 (posterior lateral meniscus root tear, PLMRT) 的短期疗效。方法 回顾性分析 2018 年 1 月 ~ 2020 年 9 月我院 51 例 2 ~ 4 型 PLMRT (均合并前交叉韧带撕裂) 分别采用后根缝合术 (缝合组, $n = 26$) 或胫骨隧道重建术 (重建组, $n = 25$) 治疗的临床资料, 比较 2 组 Lysholm 评分、国际膝关节文献委员会 (International Knee Documentation Committee, IKDC) 评分、膝关节前移距离和 Pivot-shift 试验、前抽屉试验和 McMurray 试验阳性率。结果 随访 (16.2 ± 3.7) 月, 重建组 McMurray 试验阳性率显著低于缝合组 [0 (0/25) vs. 23.1% (6/26), Fisher 精确检验, $P = 0.023$], Lysholm 评分 [(90.4 \pm 7.5) 分 vs. (84.4 \pm 9.2) 分, $t = 3.396$, $P = 0.001$] 和 IKDC 评分 [(90.3 \pm 6.4) 分 vs. (86.4 \pm 8.8) 分, $t = 3.335$, $P = 0.002$] 显著高于缝合组。MRI 示缝合组外侧半月板后根 2 级信号发生率显著高于重建组 [46.2% (12/26) vs. 12.0% (3/25), $\chi^2 = 7.161$, $P = 0.007$]。2 组术后 Pivot-shift 试验阳性率、前移距离差异无显著性 ($P > 0.05$), 前抽屉试验均为阴性。结论 对于 2 ~ 4 型 PLMRT (放射状、桶柄样、混合型), 经胫骨隧道行半月板止点重建术半月板愈合程度更好, 膝关节整体功能预后更佳。

【关键词】 外侧半月板后根损伤; 半月板缝合术; 半月板止点重建术; 膝关节功能

文献标识: A 文章编号: 1009 - 6604 (2023) 06 - 0462 - 07

doi: 10.3969/j.issn.1009 - 6604.2023.06.010

Two Arthroscopic Surgical Procedures for Treating Posterior Lateral Meniscus Root Tear: a Comparative Study With Short-term Follow-ups Qi Yansong, Wu Haihe, Zhou Huiwen, et al. Orthopedic Center, Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot 010017, China

Corresponding author: Xu Yongsheng, E-mail: dlxyf@163.com

【Abstract】 **Objective** To compare the short-term clinical efficacy of arthroscopic all-inside repair and transtibial pull-out repair in the treatment of posterior lateral meniscus root tear (PLMRT). **Methods** A retrospective study was conducted to analyze the clinical data of 51 patients with type II - IV PLMRT, with concomitant anterior cruciate ligament (ACL) rupture, in our hospital from January 2018 to September 2020. The patients were divided into the group A (all-inside repair, $n = 26$) and the group B (transtibial pull-out repair, $n = 25$) according to their surgical options. The Lysholm and International Knee Documentation Committee (IKDC) scores, anterior shift distance, Pivot-shift test, anterior drawer test, and positive rate of McMurray test were compared between the two groups. **Results** The patients were followed up for (16.2 ± 3.7) months. Compared to the group A, the group B showed significant lower positive rate of McMurray test [0 (0/25) vs. 23.1% (6/26), Fisher exact test, $P = 0.023$], and higher Lysholm score [(90.4 \pm 7.5) points vs. (84.4 \pm 9.2) points, $t = 3.396$, $P = 0.001$] and IKDC score [(90.3 \pm 6.4) points vs. (86.4 \pm 8.8) points, $t = 3.335$, $P = 0.002$]. The MRI showed that the rate of grade 2 signal of posterior lateral meniscus root in the group A was significantly higher than that in the group B [46.2% (12/26) vs. 12.0% (3/25), $\chi^2 = 7.161$, $P = 0.007$]. The

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 (81560374, 81960399, 82172444); 内蒙古自治区科技计划项目 (2021GG0127); 内蒙古自治区自然科学基金项目 (2017MS08136, 2020MS03064)

** 通讯作者, E-mail: dlxyf@163.com

positive rate of Pivot-shift test and anterior shift distance did not have significant differences between the two groups ($P > 0.05$), and the results of anterior drawer test were both negative in the two groups. **Conclusion** For type II - IV PLMRT (radial-shaped, barrel-shaped, and mixed type), the transtibial pull-out repair can result in better meniscus healing and better over-all knee functional outcomes.

【Key Words】 Posterior lateral meniscus root tear; All-inside repair; Transtibial pull-out repair; Knee function

半月板是由环形胶原纤维组成的半圆楔形纤维软骨结构,可将膝关节轴向负荷转化为环向应力^[1-3]。半月板后根 (posterior meniscus root, PMR) 是维持半月板环形张力的重要结构,PMR 撕裂可导致关节出现旋转不稳定及前-后不稳定^[3]。外侧半月板后根损伤 (posterior lateral meniscus root tear, PLMRT) 是指外侧半月板后角连接胫骨平台髁间区域的部分发生的撕脱伤或撕裂^[4]。PLMRT 与创伤有关,常合并前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 断裂^[5,6],表现为创伤性撕裂 (纵向、“桶柄”状和放射状撕裂)^[1],临床症状明显,常需手术治疗。PLMRT 的手术方式主要有两类:① PLMRT 缝合术;② 胫骨隧道半月板止点重建术。2 种手术方式的适应证不全一致,前者更适合简单的 1 型撕裂,后者更适用于后根附着点的撕脱性骨折 (5 型)^[7]。然而,对于 2~4 型 PLMRT 撕裂 (放射状、桶柄样、混合型),最佳手术方式尚不明确。本研究回顾性比较 2018 年 1 月~2020 年 9 月我院关节镜下 2 种不同术式治疗 51 例 2~4 型 PLMRT 的短期疗效及功能预后,报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本研究 51 例,男 32 例,女 19 例。年龄 16~50

岁, (30.2 ± 8.9) 岁。主要症状为运动时膝关节不稳定,伴屈膝时关节后方疼痛或屈膝受限。查体:急性期可见膝关节肿胀;McMurray 征 (+) 30 例, Pivot-shift 试验 (+) 37 例,前抽屉试验 (+) 38 例,关节外侧挤压痛 (± ~ +) 51 例,患侧膝关节活动范围 0° ~ 140°,轻度屈膝受限 (0° ~ 15°)。左膝 18 例,右膝 33 例。运动损伤 38 例,交通伤 11 例,自行扭伤 2 例。33 例急性病程 (< 3 个月),18 例亚急性病程 (3~12 个月)。MRI 示膝关节积液、ACL 连续性中断、外侧半月板体部膨出,外侧半月板后根撕裂、移位。2 组患者均由同一位高年资医生施行手术,根据患者住院顺序依次行半月板缝合 (缝合组) 和胫骨隧道重建 (重建组)。2 组术前一般资料无统计学差异 ($P > 0.05$),有可比性,见表 1。

病例选择标准:①单膝,术中确认 PLMRT 关节镜下分型为 2 型 (放射性完全损伤)、3 型 (桶柄状撕裂且根部止点完全离断)、4 型 (混合型的长纵裂或者斜裂)^[7];②合并 ACL 撕裂;③术前 X 线检查无骨折、严重膝关节骨性关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 等其他疾病;④术后规范复查。排除标准:① PLMRT 关节镜下分型为 1 型 (稳定性部分损伤)、5 型 (后根撕脱性骨折)^[7];②年龄 > 50 岁, BMI > 31.0;③合并 2 条以上多发韧带损伤;④既往膝关节手术史;⑤病史超过 1 年陈旧性损伤。

表 1 2 组一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄 (岁)	性别		BMI	分型			病程	
		男	女		2	3	4	急性	亚急性
缝合组 (n = 26)	29.9 ± 8.3	16	10	25.96 ± 2.46	12	7	7	18	8
重建组 (n = 25)	30.4 ± 10.1	16	9	26.25 ± 2.72	10	8	7	15	10
$t(\chi^2)$ 值	$t = -0.193$	$\chi^2 = 0.033$		$t = 0.399$	$\chi^2 = 0.229$			$\chi^2 = 0.476$	
P 值	0.848	0.856		0.692	0.892			0.490	
组别	Pivot-shift 试验		前抽屉试验		前移距离 (mm)	McMurray 试验		Lysholm 评分 (分)	IKDC 评分 (分)
	-	+	-	+		-	+		
缝合组 (n = 26)	8	18	6	20	13.0 ± 2.8	11	15	58.5 ± 5.8	60.1 ± 5.7
重建组 (n = 25)	6	19	7	18	13.4 ± 3.1	10	15	58.0 ± 6.6	59.5 ± 5.0
$t(\chi^2)$ 值	$\chi^2 = 0.293$		$\chi^2 = 0.163$		$t = -0.778$	$\chi^2 = 0.028$		$t = 0.288$	$t = 0.399$
P 值	0.588		0.687		0.853	0.867		0.775	0.692

1.2 方法

腰麻联合股神经阻滞麻醉后取仰卧位,上止血带。取常规前内前外侧入路。先行关节清理与膝关节镜(DYONICS 系列关节镜 3626,美国 Smith & Nephew 公司)检查,按照顺序检查髌上囊、内外侧隐窝、髌间窝、内外侧关节间室等,确定 ACL、后交叉韧带(posterior cruciate ligament, PCL)损伤情况,探查 PLMRT(图 1A)。刨刀、冷凝刀及蓝钳修剪外侧 PMR 体部(图 1B),探钩检查残余半月板稳定。①缝合组行 Fast-fix 全内缝合术修复外侧 PMR(图 1C):采用 Fast-fix 半月板缝合系统(Fast-fix 360 Curved Needle Delivery System,美国 Smith & Nephew 公司),通过 all-inside 和边对边缝合外侧 PMR 主体、残端及关节囊,探钩检查稳定性。②重建组(图 1D):使用缝合钩进行缝合,为防止张力过大,胫骨隧道定位于外侧 PMR 止点稍偏后 1 mm 处,将缝线经胫骨隧道穿出在胫骨外,固定 PMR,探钩检查稳定性,若止点重建后的剩余部分仍存在分层、纵向撕裂等不稳定情况,需要对其进行缝合。

同期进行 ACL 重建,取同侧自体腓绳肌作为移植植物,将 ACL 重建胫骨侧尾线与外侧 PMR 缝合尾线打结固定于胫骨端。检查膝关节稳定性后,逐层缝合切口。

术后弹力绷带加压包扎减少水肿,无引流,膝关节支具伸直位固定。术后康复训练遵循四阶段。①第一阶段:功能恢复期,术后 0~6 周,不负重,限制关节活动度在 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$,被动屈膝需达到 90° ;②第二阶段:恢复负重期,术后 7~9 周,部分负重,限制关节活动度 $0^{\circ} \sim 120^{\circ}$,被动屈膝需达到 120° ;③第三阶段:恢复活动期,术后 9~12 周,完全负重,被动屈膝需达到 140° ;④第四阶段:恢复运动期,术后 13~24 周。

1.3 观察指标

①膝关节稳定性。通过查体和 KT-1000 仪器测量进行评估。旋转稳定性通过 Pivot-shift 试验,前移稳定性通过前抽屉试验,结果记为“-”、“+”。利用 KT-1000 评估膝关节前移稳定性,将屈膝 30° 患侧的前移距离与健侧比较,即为前移差值。上述体格检查结果为 2 名医师独立查体的综合判断结果,采用双人录入数据库的方式进行质量控制,结果

不一致时,由第 3 位高年资医生综合判断结果,前移距离为 2 名医师测量的平均值。②术后满 1 年复查时评定半月板功能。采用膝关节回旋挤压试验(McMurray 试验)评估 PLMRT 损伤及预后情况^[8],方法:内旋小腿及足部,配合屈膝外翻,若出现疼痛、弹响、交锁,即为 McMurray 试验+,提示可能存在 PLMRT。McMurray 试验的结果为 2 名医师独立查体的综合判断,采用双人录入数据库的方式进行质量控制。Lysholm 评分评估 PLMRT 的撕裂及愈合情况,包括跛行、交锁、疼痛、支持、不稳定、肿胀、上楼困难、下蹲受限等症状,满分 100 分,分数越高,PLMRT 预后的膝关节功能越好^[9]。③术后满 1 年复查时评定膝关节功能。采用国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)评分评价膝关节整体功能,评估 PLMRT 合并 ACL 撕裂术前术后膝关节功能状态^[8,9]。

1.4 统计学处理

采用 SPSS22.0 软件对数据进行统计分析。计量资料采用 Kolmogorov-Smirnov 检验进行正态性检验,正态分布用 $\bar{x} \pm s$ 表示。组内比较采用配对 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料组内比较采用配对 χ^2 检验,组间比较采用 Pearson χ^2 检验或 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$ 有统计学差异。

2 结果

术中探查明确诊断,均为 PLMRT 合并 ACL 撕裂。2 组患者均未发生围手术期并发症,缝合组和重建组手术时间分别为 (110 ± 16) 、 (105 ± 18) min,术后住院时间分别为 (4.2 ± 0.8) 、 (4.1 ± 0.5) d。2 组随访 (16.2 ± 3.7) 月,缝合组和重建组随访时间差异无显著性($P = 0.493$)。与缝合组比较,重建组患者术后 McMurray 试验阳性率为 0, Lysholm、IKDC 评分均显著升高,2 组术后 Pivot-shift 试验阳性率和前移距离差异无显著性($P > 0.05$),见表 2。2 组患者前抽屉试验均阴性。术后 1 年 MRI 2 组患者外侧 PMR 的位置正常,无半月板脱位或外突;缝合组患者 PMR 内部可见短线性、局部点状的高信号(图 2A),重建组患者 PMR 内部信号趋于正常(图 2B),缝合组 PMR 2 级信号发生率显著高于重建组($P = 0.007$)。

表 2 2 组患者术后膝关节稳定性比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	Pivot-shift 试验				P 值	前移距离 (mm)		t, P 值	McMurray 试验				P 值
	术前		术后			术前	术后		术前		术后		
	-	+	-	+					-	+	-	+	
缝合组 (n = 26)	8	18	20	6	0.000	13.0 ± 2.8	2.9 ± 0.2	24.094, 0.000	11	15	20	6	0.004
重建组 (n = 25)	6	19	24	1	0.000	13.4 ± 3.1	3.0 ± 0.3	21.016, 0.000	10	15	25	0	0.000
t(χ ²) 值	χ ² = 0.293		χ ² = 2.472			t = -0.778	t = -1.406		χ ² = 0.028				
P 值	0.588		0.116			0.853	0.166		0.867		0.023 *		

组别	Lysholm 评分 (分)		t, P 值	IKDC 评分 (分)		t, P 值	随访 MRI 信号		随访时间 (月)
	术前	术后		术前	术后		1 级	2 级	
	缝合组 (n = 26)	58.5 ± 5.8		82.4 ± 9.2	-22.538, 0.000		60.1 ± 5.7	84.6 ± 5.8	
重建组 (n = 25)	58.0 ± 6.6	90.4 ± 7.5	-21.233, 0.000	59.5 ± 5.0	90.3 ± 6.4	-15.606, 0.000	22	3	16.8 ± 3.3
t(χ ²) 值	t = 0.288	t = 3.396		t = 0.399	t = 3.335		χ ² = 7.161		t = -0.691
P 值	0.775	0.001		0.692	0.002		0.007		0.493

* Fisher 精确检验

IKDC: 国际膝关节文献委员会

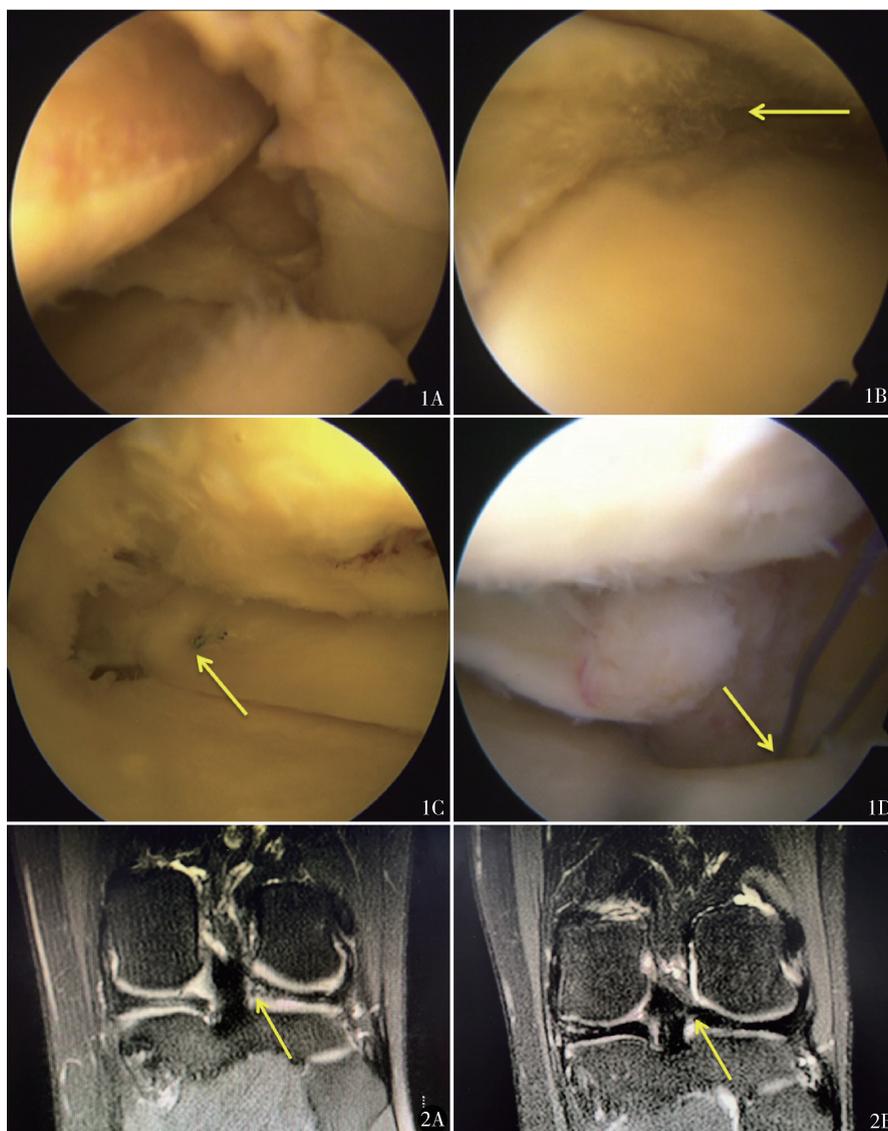


图 1 A. 关节镜下探查 PLMRT; B. 半月板成形术; C. Fast-fix 半月板缝合; D. 经胫骨隧道重建 PMR 图 2 2 种术式治疗 PLMRT 术后 1 年膝关节 MRI A. 缝合组示半月板内部短线状、局部点状的高信号 (2 级); B. 重建组半月板内部信号趋于正常 (1 级)

3 讨论

3.1 膝关节稳定性

本研究结果显示对于 2~4 型 PLMRT(放射状、桶柄样、混合型),经胫骨隧道止点 PMR 重建术后的稳定性与 PMR 缝合术相近,关节镜下缝合术或胫骨隧道半月板止点重建术均能显著降低 Pivot-shift 试验和前抽屉试验阳性率和前移距离($P < 0.05$),术后 1 年重建组 Pivot-shift 试验阳性率 4.0%(1/25),低于缝合组 23.1%(6/26),但差异无统计学意义($P = 0.116$)。此外,随访时 2 组前移距离无显著差异($P = 0.166$),前抽屉试验均为阴性。本研究提示,对于合并 ACL 撕裂的 2~4 型 PLMRT 患者,外侧半月板止点重建术与 PMR 缝合术后短期膝关节轴向旋转稳定性、前移稳定性均无显著性差异($P > 0.05$)。

PLMRT 对膝关节的轴向稳定性至关重要,可导致胫骨内外旋和侧向滑移增加^[3],手术可以恢复膝关节的自然状态,从而维持膝关节的轴向稳定性^[10,11]。PLMRT 镜下可分 5 型^[7]:1 型为附着中心 9 mm 范围内稳定的部分损伤;2 型为附着点 9 mm 以内放射性完全损伤;3 型为半月板根部附着中心 9 mm 范围内的桶柄样损伤,后根完全分离;4 型为混合型的长纵裂或者斜裂,后根完全分离;5 型为后根附着点的撕脱性骨折,后根完全断裂。目前,临床上治疗 PLMRT 最常用的技术是关节镜下缝合术或胫骨隧道半月板止点重建术^[9],前者是一种修复技术,后者属于 PMR 止点的重建术。修复术更适合方便缝合的简单撕裂(1 型),其在半月板形态良好、无明显缺损情况下可获得满意疗效^[12],PMR 止点重建术更适用于后根附着点的撕脱性骨折(5 型)^[7,13],但对于 2~4 型 PLMRT 撕裂而言,2 种手术的疗效比较尚不明确。经胫骨隧道进行 PMR 止点重建术属于骨性固定,固定强度高,本研究采用骨道外缝线与 ACL 尾线打结的新型骨道外固定方式,可能更有利于轴向稳定性。Fast-Fix 是一种边对边缝合,缝合强度低,缺乏垂直向下的固定力。我们认为外侧半月板止点重建术治疗 2~4 型 PLMRT 可能更有利于恢复轴向稳定性,但本研究结果无统计学差异,可能与样本量小、随访时间短有关。

ACL 是膝关节的一级稳定结构,外侧 PMR 是次级稳定结构。PLMRT 常合并于 ACL 撕裂,常见于运动创伤。ACL 撕裂发生后,胫骨相对前移,造成了外侧半月板前移、板股韧带张力增大、PMR 应力增加,易导致 PLMRT^[14]。Tandogan 等^[15]认为 70% 的 PLMRT 发生在“枢轴接触”运动中。ACL 损伤中 8%~9.8% 合并外侧 PLMRT,在无 ACL 损伤的情况下 PLMRT 机率小于 1%^[16]。本研究对合并 ACL 撕裂的 PLMRT 患者均同期进行 ACL 重建。因此,在 ACL 被同期重建的情况下,膝关节的主要前向稳定结构被恢复,2 组患者术后 1 年随访时均可获得良好的前移稳定性。

3.2 临床疗效与症状改善

术后 1 年随访,胫骨隧道 PMR 重建术后膝关节症状改善优于 PMR 缝合术,前者 McMurray 试验阳性率显著低于后者($P = 0.023$),Lysholm 和 IKDC 评分显著高于后者($P = 0.001, P = 0.002$)。McMurray 试验可专门针对外侧 PMR 进行,PLMRT 术后愈合越好,阳性率越低。Lysholm 评分是评估半月板功能的常用指标,内容涉及一些半月板来源症状,如跛行、交锁、疼痛、支持、不稳定、肿胀、上楼困难、下蹲受限等,亦可用于评估 PLMRT 的愈合情况^[9]。Lysholm 评分更侧重半月板来源的症状,IKDC 评分侧重关节稳定性及关节整体功能,因此,推测 2 组术后症状及关节稳定性存在差异是由于在外力负荷和旋转等复杂运动同时存在的情况下,经胫骨隧道止点重建术后外侧 PMR 的半月板功能更佳,患者的主观症状改善更显著。

3.3 半月板愈合情况

术后 1 年重建组患者 PMR 内部信号趋于正常,大多为 1 级信号(22/25),缝合组患者 PMR 内部多见短线性、局部点状的 2 级损伤信号(12/26),1 级信号(14/26)发生率显著低于重建组($P = 0.007$),说明缝合组 PMR 的愈合更好。PMR 对维持其环形张力及防止半月板外突具有重要作用,其损伤导致膝关节负重应力曲线异常^[17],关节接触面积显著降低,平均和峰值接触应力增加,相当于半月板切除时关节负重情况,然而 PMR 修复术后应力曲线恢复正常水平^[3,7,18],半月板功能得以恢复。经胫骨隧道进行 PMR 止点重建术属于坚强的骨性固定,其强度强于 Fast-Fix 直接缝合。PLMRT 胫骨隧道原位固定,

能够恢复半月板力学机制(接触面积及应力)至正常生理水平^[19]。本研究提示经胫骨隧道止点重建术后的外侧 PMR 愈合程度更好,半月板功能更佳,这可能是其随访时 Lysholm、IKDC 评分高于缝合组的主要原因之一。

PLMRT 可加速 KOA 软骨损伤的进展。一方面,PLMRT 导致丧失缓冲功能、半月板滑移和撕脱部位间隙形成^[20],半月板形态、位置的改变是 KOA 发病机制的重要特征,PLMRT 会导致 KOA 的发生^[21]。另一方面,PMR 损伤可通过介导关节代谢和炎症反应,促进 KOA 的发生发展^[1-3]。本研究术后 1 年 MRI 并未显示 2 组 KOA 关节退变或软骨损伤的进展,可能是由于随访时间短,1 年时间不足以产生形态学差异,而术后膝关节功能的改变可能早于 MRI 的形态学改变。

3.4 局限性

首先,纳入病例数较少(与 PLMRT 患病率有一定关系),随访 1 年 2 组 Pivot-shift 阳性率无统计学差异,2 组 IKDC 与 Lysholm 总体评分虽然存在组间差异,但各子项目评分差异无显著性,因此,未能进一步明确评分差异的具体原因。其次,客观指标有限,如随访中缺少二次关节镜的数据,未能进行半月板愈合的形态学及 MRI 信号值比较。第三,只得到短期预后的结果,未来尚需要大样本、多中心的中长期随访研究,同时增加客观评价指标,进一步验证本研究的结论。

综上所述,对于 2~4 型 PLMRT(放射状、桶柄样、混合型),经胫骨隧道行 PMR 止点重建术的短期疗效优于 PMR 缝合术,前者的半月板功能的恢复更理想,预后膝关节整体功能更佳,但 2 种手术方式的膝关节轴向稳定性、前移稳定性差异无显著性。

参考文献

- Edd SN, Giori NJ, Andriacchi TP. The role of inflammation in the initiation of osteoarthritis after meniscal damage. *J Biomech*, 2015, 48(8):1420-1426.
- 苗羽,余家阔.半月板全切、部分切除、修复与膝关节退行性改变的关系. *中国运动医学杂志*, 2008, 27(6):779-783, 788.
- 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 Bone Joint Surg Am*, 2008, 90(9): 1922-1931.

- 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. *Arthroscopy*, 2010, 26(1):67-75.
- 周慧文,徐永胜,包呼日查,等.两种方法治疗退行性内侧半月板后根部损伤疗效比较. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2021, 15(2):171-177.
- Brody JM, Lin HM, Hulstyn MJ, et al. Lateral meniscus root tear and meniscus extrusion with anterior cruciate ligament tear. *Radiology*, 2006, 239(3):805-810.
- LaPrade CM, Jansson KS, Dorman 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 Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(6):471-479.
- Zhuo H, Chen Q, Zhu F, Li J. Arthroscopic side-to-side repair for complete radial posterior lateral meniscus root tears. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1):130.
- 逸弘,朱新辉,范建波,等.关节镜下一期重建修复前交叉韧带撕裂合并外侧半月板后根撕裂的中期疗效. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2021, 15(12):961-967.
- Shelbourne KD, Roberson TA, Gray T. Long-term evaluation of posterior lateral meniscus root tears left in situ at the time of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2011, 39(7):1439-1443.
- Papalia R, Vasta S, Franceschi F, et al. Meniscal root tears: from basic science to ultimate surgery. *Br Med Bull*, 2013, 106:91-115.
- Ahn JH, Lee YS, Chang JY, et al. Arthroscopic all inside repair of the lateral meniscus root tear. *Knee*, 2009, 16(1):77-80.
- Forkel P, Petersen W. Posterior root tear fixation of the lateral meniscus combined with arthroscopic ACL double-bundle reconstruction: technical note of a transosseous fixation using the tibial PL tunnel. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(3):387-391.
- Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, et al. The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 2010, 38(8):1591-1597.
- Tandogan RN, Taşer O, Kayaalp A, et al. Analysis of meniscal and chondral lesions accompanying anterior cruciate ligament tears: relationship with age, time from injury, and level of sport. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2004, 12(4):262-270.
- De Smet AA, Blankenbaker DG, Kijowski R, et al. MR diagnosis of posterior root tears of the lateral meniscus using arthroscopy as the

reference standard. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 192 (2) : 480 - 486.

17 Kim JH, Chung JH, Lee DH, et al. Arthroscopic suture anchor repair versus pullout suture repair in posterior root tear of the medial meniscus: a prospective comparison study. *Arthroscopy*, 2011, 27 (12) : 1644 - 1653.

18 张鹏飞, 齐岩松, 包呼日查, 等. 外侧半月板后根部损伤不同缝合位置对膝关节生物力学的影响. *医用生物力学*, 2019, 34 (5) : 507 - 513.

19 吴海贺, 齐岩松, 包呼日查, 等. 胫骨骨隧道拉出缝合半月板止点重建治疗外侧半月板后根部损伤 25 例报告. *中国微创外科杂志*, 2021, 21 (3) : 231 - 234.

20 Hein CN, Deperio JG, Ehrensberger MT, et al. Effects of medial meniscal posterior horn avulsion and repair on meniscal displacement. *Knee*, 2011, 18 (3) : 189 - 192.

21 Wenger A, Wirth W, Hudelmaier M, et al. Meniscus body position, size, and shape in persons with and persons without radiographic knee osteoarthritis: quantitative analyses of knee magnetic resonance images from the osteoarthritis initiative. *Arthritis Rheum*, 2013, 65 (7) : 1804 - 1811.

(收稿日期 : 2023 - 02 - 06)

(修回日期 : 2023 - 04 - 24)

(责任编辑 : 李贺琼)