

· 临床论著 ·

开放获取

膝多韧带损伤一期修复重建策略与相关问题

朱天昊^a, 林建坤^b, 黄长明^{a*}, 范华强^a, 傅仰攀^a, 甘志勇^a, 刘镇煌^a

[解放军陆军第73集团军医院(厦门大学附属成功医院) a: 骨科; b: CT影像科, 福建厦门 361003]

摘要: [目的] 评估一期多韧带修复重建术中的陷阱、术后的并发症, 并进行对策分析。[方法] 回顾性分析 2011 年—2024 年本院收治的 50 例多韧带合并伤患者的临床资料。统计术中陷阱、术后并发症的发生情况及处理对策。[结果] 排除丢失随访患者后共纳入 18 例。按受伤至手术时间间隔、手术涉及韧带的数量、是否伴膝关节脱位以及使用人工或自体移植物分别分层比较。早期组与延迟组、两韧带组与三韧带组、脱位组与未脱位组、人工腱组与自体腱组在术后 Lysholm、IKDC 和 VAS 评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。18 例中共 6 例发生并发症, 并发症发生率为 33.3%。5 例术后膝关节僵硬, 1 例经手法松解, 4 例经康复锻炼后无不良后果。人工韧带组的关节僵硬率显著高于自体肌腱组 (66.7% vs 8.3%, $P=0.022$), 两条肌腱修复重建组的关节僵硬显著低于 3 条肌腱修复重建 (0 vs 35.7%, $P<0.001$)。[结论] 一期多韧带重建术后最常见并发症是关节僵硬, 采用人工韧带, 或三韧带一期重建更易出现早期关节僵硬。而早期及延迟手术、伤后脱位与否的临床结果无显著差异。

关键词: 膝关节, 多韧带损伤, 一期修复重建, 并发症, 膝关节僵硬**中图分类号:** R686**文献标志码:** A**文章编号:** 1005-8478 (2025) 12-1075-08

Strategy and related problems on one-stage repair and reconstruction of knee multiligament injuries // ZHU Tian-hao^a, LIN Jian-kun^b, HUANG Chang-ming^a, FAN Hua-qiang^a, FU Yang-pan^a, GAN Zhi-yong^a, LIU Zhen-huang^a. a. Department of Orthopedics; b. Department of CT Imaging, PLA 73rd Group Military Hospital, (Chenggong Hospital, Xiamen University), Xiamen 361003, Fujian, China

Abstract: [Objective] To evaluate the pitfalls and postoperative complications in one-stage repair and reconstruction for multiple ligament injuries of the knee, and to analyze the countermeasures. [Methods] A retrospective study was conducted on 50 patients who had knee multiple ligament injuries treated surgically in our hospital from 2011 to 2024. The incidence of intraoperative traps and postoperative complications and their treatment were hierarchically analyzed. [Results] A total of 18 patients were included into this study after the patients who lose the follow-up were excluded. The patients were compared in stratifications based on time interval between injury and surgery, number of ligaments involved, whether the knee was dislocated at hospital admission, and artificial or autogenous grafts used. There were no significantly differences in terms of Lysholm, IKDC and VAS scores between the early operation group and delayed operation group, two ligaments involved group and three ligaments involved group, dislocation group and non-dislocation group, artificial ligament graft group and tendon autograft group ($P>0.05$). Complications occurred in 6 of 18 cases (33.3%), including 5 cases of knee stiffness after operation, which resolved without adverse consequences after manual release in 1 case, and rehabilitation exercise in 4 cases. In term of stratified comparison, the artificial ligament group had significantly ankylosis ratio and the tendon autograft group (66.7% vs 8.3%, $P=0.022$), whereas the two ligament involved group had significantly less ankylosis ratio than the three ligaments involved group (0 vs 35.7%, $P<0.001$). [Conclusion] Ankylosis is the most common complication after one-stage repair and reconstruction for the multiple ligament injuries of the knee, which is more likely to occur after one-stage reconstruction with artificial ligament graft, or for three ligaments involved. There was no significant difference in clinical outcomes between early and delayed surgery and with or without dislocation at hospital admission.

Key words: knee, multiple ligament injuries, one-stage repair and reconstruction, complications, knee ankylosis

膝关节多韧带损伤, 好发于高能量损伤尤其是膝关节脱位者, 累及膝关节前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL)、后交叉韧带 (posterior cruciate

ligament, PCL) 合并损伤, 通常合并后外侧角 (posterolateral corner, PLC) 或后内侧角损伤 (posteromedial corner, PMC), 甚至合并严重的血管、神经损

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.11085A

作者简介: 朱天昊, 住院医师, 研究方向: 运动医学, (电子信箱) 15779121158@163.com

*通讯作者: 黄长明, (电话) 0592-8802198, (电子信箱) huangchm123@163.com

伤,需紧急处理^[1-3]。单独 ACL 或 PCL 损伤者较少见,为 Schenck 分型中的 II 型^[4]。

既往多数研究证明,手术治疗膝关节多韧带伤相较于非手术治疗功能恢复更好,膝关节更稳定,可较快恢复生活及工作,但伴有严重的多发性创伤、头部外伤、高龄、内科并发症、依从性差和膝关节软组织损伤者,因病情需要更倾向于非手术治疗^[5, 6]。然而,多韧带合并损伤常伴有严重的并发症,且关于其治疗仍有较多争议。是否需手术治疗、手术治疗的方式、手术治疗的时机、移植物的选择、是否分期手术是目前争议的重点^[7]。而并发症则包括神经血管损伤、骨折、骨筋膜室综合征、伤口愈合不良、复杂区域疼痛综合征、深静脉血栓、膝关节僵硬、膝关节松弛等^[8]。围手术期注意避免并发症的同时,需注意避免多韧带合并重建术中的陷阱,如术前漏诊误诊、术中损伤血管神经、灌洗液外渗致骨筋膜室综合征、隧道会聚、隧道定位错误等。如何减少并发症的发生,避免手术失效就成了治疗多韧带伤的重点。本文通过回顾性研究,分析了膝多韧带损伤一期修复重建策略与相关问题。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)严重外伤史;(2)严重膝关节不稳定,包括前后不稳定,侧方不稳定和旋转不稳定;(3)影像检查符合膝多韧带损伤,无明显骨折,伴或不伴膝关节脱位(图 1a~1c);(4)年龄 16~70 岁;(5)术后至少随访 12 个月以上。

排除标准:(1)既往有膝韧带重建手术史者;(2)合并严重内科疾病无法手术者;(3)随访失访患者。

1.2 一般资料

回顾分析 2011 年 12 月—2024 年 7 月在厦门大学附属成功医院行膝关节镜术的患者资料,50 例为镜下手术治疗膝多韧带损伤者。其中,32 例患者随访未滿 12 个月,最后,18 例纳入本研究。平均年龄(41.6±15.3)岁;男性 12 例,女性 6 例;车祸伤 6 例,摔伤 11 例,爆炸伤 1 例;入院时合并膝关节脱位 7 例。本研究已获得医院伦理委员会批准(伦理审查编号:73JYY2024163869),所有患者均知情同意。

1.3 手术方法

患者均取仰卧位,大腿中上 1/3 处予气囊止血带捆扎止血,并予大腿支架固定用于术中下肢摆放。麻醉满意后,先予术前查体,明确韧带损伤情况。常规

消毒铺巾后,建立膝外侧、内侧、正中入路,镜下探查明确相关损伤后(图 1d),根据病情进一步行下列手术。

ACL、PCL 重建:(1)使用自体肌腱作移植物:切口取鹅足止点处取腓绳肌腱,或腓骨后方取横行切口取腓骨长肌腱,将取出肌腱使用缝线编织后折成 8~9 mm 直径的相应股数,备用,屈膝 90°。一般先行 PCL 重建,胫骨内口用定位器定位于胫骨平台后关节面下方约 1 cm 稍靠外侧,外口位于胫骨嵴内侧约 1 cm 处,使用匹配移植物直径的电钻扩孔后,屈膝 100°。股骨定位器定位 PCL 股骨隧道于股骨内侧髁外侧面,左膝定位于约 11 点位,右膝定位于约 1 点位,位于股骨内侧髁前缘后方 2 mm、上缘下方 8 mm,定位导针钻透后,由外向内切开皮肤后逐层放置套管后按移植物直径扩大隧道,拉入移植物后股骨端挤压钉固定,预张 20 下移植物后屈膝 90°中立位,挤压钉固定胫骨端。再行 ACL 手术,屈膝 90°,胫骨内口用定位器定位于 PCL 胫骨止点前方约 7 mm 与外侧半月板前角延长线交界处,外口位于股薄肌下方,胫骨前后缘中间段,使用匹配移植物直径的电钻扩孔后,屈膝 100°。股骨端使用定位器定位于股骨外侧髁内侧面,于嵴后下方,分叉嵴处,约为左膝的 2 点钟和右膝的 10 点钟位置,扩孔后股骨端选取合适长度 Endobutton 引入移植物后,屈伸膝关节 20 下预张韧带,屈膝 30°中立位时胫骨端挤压钉固定,必要时胫骨端再加外排钉加固;(2)使用人工 LARS 韧带作移植物:省去取腱步骤,操作方式同自体韧带,股骨端应拧入适长挤压钉固定(图 1e, 1f)。

PMC 修补:膝关节内侧取手术切口,暴露内侧副韧带(medial collateral ligament, MCL),于 MCL 撕脱端置入锚钉后编织、打结固定。

PLC 修补:膝关节外侧取合适长度手术切口,暴露外侧副韧带(lateral collateral ligament, LCL)后于 LCL 撕脱止点处置入锚钉,尾线编织韧带后打结固定。

PLC 重建:膝关节外侧取合适长度手术切口,暴露 LCL 残端,于 LCL 股骨、腓骨小头止点处分别钻取合适大小隧道后,引入合适移植物后挤压钉固定(图 1h, 1g)。

1.4 术后处理

术后加压包扎、铰链式支具固定并予冷疗、气压治疗,麻醉清醒后逐步行踝泵、直腿抬高、髌骨推移等康复锻炼动作,可持拐患肢不负重下地行走,3 d 后行 CPM 机锻炼,3~4 周后持拐部分负重,5~6 周

完全负重，10~12 周可恢复轻度体育活动，4~6 个月

如肌肉锻炼状况良好，可逐步恢复正常体育活动。

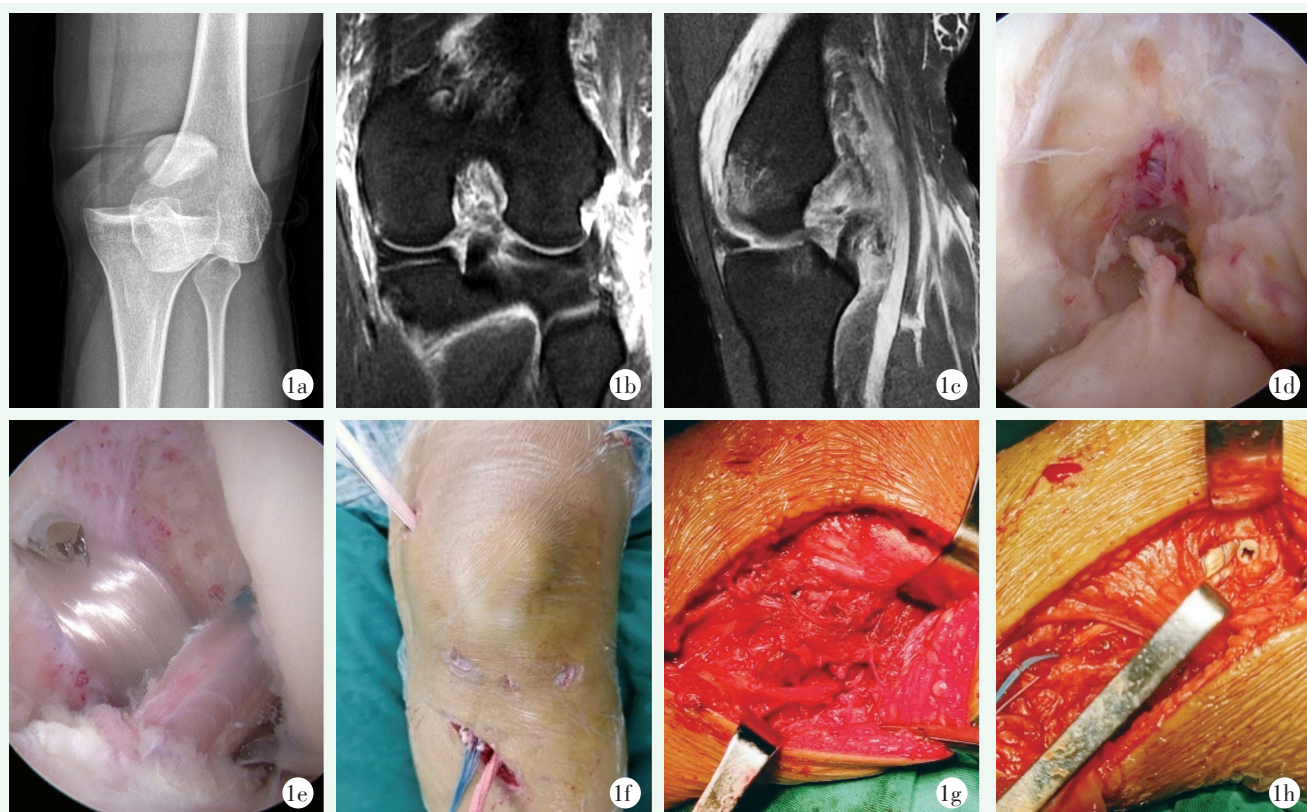


图 1. 患者女性，42 岁，1a：入院时 X 线片见左膝关节脱位；1b：MRI 影像可见 LCL 断裂；1c：MRI 影像可见 ACL、PCL 断裂；1d：关节镜下可见 ACL、PCL 断裂；1e，1f：镜下重建 ACL、PCL，ACL 使用腘绳肌腱重建，PCL 使用 LARS 韧带；1g：切开见 LCL 中部断裂；1h：腓骨长肌腱重建 LCL。

Figure 1. A 42 years old female. 1a: X ray on admission showed dislocation of left knee joint; 1b: Preoperative coronal MRI image revealed LCL rupture; 1c: Sagittal MRI image showed ACL and PCL tears; 1d: Arthroscopic view showed absent ACL and PCL; 1e, 1f: ACL and PCL were reconstructed under arthroscope, ACL was reconstructed using hamstring tendon, PCL was reconstructed using LARS ligament; 1g: Open incision showed the middle LCL tear; 1h: Peroneal long tendon was used for reconstruction of LCL.

1.5 评价指标

记录患者一般资料，包括年龄、性别、BMI 等，同时记录手术方式、手术时间、术中出血量、切口总长度、术中陷阱及并发症等。出院后至少随访 12 个月以上，采用 VAS 评分、Lysholm 评分、IKDC 评分及轴移试验评价术后恢复情况。行 CT 三维重建检查，评估隧道及术后内固定物情况。

1.6 统计学方法

使用 SPSS 23 软件进行统计分析，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 t 检验，组内时间点间比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，组间采用 *Mann-whitney U* 检验，组内时间点间比较采用 *Kruskal-Wallis* 检验。计数资料及等级资料则以例数表示，计数资料采用卡方检验，等级资料两组比较采用 *Mann-whitney U* 检验，多组比较采用 *Kruskal-Wallis* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术中所见与处理

18 例患者中 ACL+PCL 损伤者 4 例，ACL+PCL+PMC 损伤者 11 例，ACL+PCL+PLC 损伤者 3 例。18 例 ACL、PCL 均行重建术；PMC 均行锚钉修补；PLC 修补者 1 例，重建者 2 例。手术中 ACL 使用自体肌腱者 17 例，人工韧带者 1 例；PCL 使用自体肌腱者 12 例，人工韧带者 6 例；PLC 重建 1 例使用同种异体肌腱 1 例；1 例使用腓骨长自体肌腱。

2.2 总体结果

18 例未发生围手术期漏诊误诊、骨筋膜室综合征、神经血管损伤、隧道会聚等，无末次随访时需二次翻修病例。

术后随访共出现并发症 6 例，并发症率为 33.3%。最常见的为膝关节僵硬，有 5 例，占

27.8%，其中 1 例需要再次入院于麻醉下行手法松解术，4 例需专业康复及物理治疗。1 例术后伤口愈合不良，占 5.6%，入院再次予清创缝合术及抗生素治疗。术后三维 CT 发现隧道口游离骨块 1 例，解决方法为二次手术克氏针固定骨块。

2.3 分层比较

按手术时间，18 例中，早期手术（损伤至手术时间<14 d）11 例，占 61.1%；延迟手术（损伤至手术时间≥14 d）7 例，占 38.9%。两组资料比较见表 1，可见手术时间、累及韧带数、切口总长度、术中失血量、是否使用人工韧带差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。术前、术后 3 个月及末次随访 VAS 评分、IKDC 评分、Lysholm 评分组间差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ），而组内差异有统计学意义（ $P<0.05$ ），术后功能评分较术前明显改善。末次随访时轴移试验相较于术前有明显改善，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。术后出现膝关节僵硬的构成比差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。

按术前是否伴有脱位，18 例中，伴脱位 7 例，占 38.9%；不伴脱位 11 例，占 61.1%。两组资料比较见表 2，可见手术时间、累及韧带数、切口总长度、术中失血量、是否使用人工韧带差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。术前、术后 3 个月及末次随访 IKDC 评分，术后 3 个月及末次随访 Lysholm 评分，及术前、术后 3 个月 VAS 评分的组间差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。而术前 Lysholm 评分、末次随访 VAS 评分组间差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。各评分组内差异有统计学意义（ $P<0.05$ ），术后功能评分较术前明显改善。术后 12 个月时轴移试验相较于术前有明显改善，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。术后出现膝关节僵硬的构成比差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。

按是否采用人工韧带，18 例中，人工韧带组 6 例，占 33.3%；全自体韧带组 12 例，占 66.6%。两组资料比较见表 3，可见手术时间、累及韧带数、切口总长度、术中失血量、是否使用人工韧带差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。术后 3 个月及末次随访 IKDC 评分，术前及末次随访 Lysholm 评分，及术前、术后 3 个月、末次随访 VAS 评分的组间差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。而术后 3 个月 Lysholm 评分、术前 IKDC 评分组间差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。各评分组内差异有统计学意义（ $P<0.05$ ），术后功能评分较术前明显改善。术后 12 个月时轴移试验相较于术前明显改善，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。术后出现膝关节僵硬的构成比有统计学意义（ $P<0.05$ ）。

表 1. 早期与延迟手术两组患者资料比较			
Table 1. Comparison of data between early and delayed operation groups			
指标	早期组 (n=11)	延迟组 (n=7)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	40.1±18.5	44.0±9.2	0.560
性别 (例, 男/女)	9/2	3/4	0.141
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.3±4.1	23.1±4.3	0.946
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	9.1±3.2	82.1±60.0	0.018
累及韧带数 (例, 2 条/3 条)	1/10	3/4	0.245
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	192.7±70.7	162.6±39.7	0.322
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	15.8±5.0	13.7±3.5	0.350
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	96.8±86.1	52.9±36.8	0.342
是否用人工韧带 (例, 是/否)	2/9	4/3	0.141
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	30.0±5.1	26.3±6.3	0.209
术后 3 个月	74.1±12.5	69.3±9.7	0.400
末次随访	93.0±5.7	89.3±2.2	0.074
P 值	<0.001	<0.001	
IKDC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	14.9±4.4	12.0±3.2	0.146
术后 3 个月	52.5±13.5	55.7±8.5	0.583
末次随访	84.6±8.7	84.4±9.8	0.885
P 值	<0.001	<0.001	
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	7.1±0.9	6.9±0.9	0.609
术后 3 个月	3.7±1.1	3.4±1.5	0.634
末次随访	1.0±0.6	1.1±0.7	0.640
P 值	<0.001	<0.001	
轴移试验 (例, 阴性/弱阳性/阳性)			
术前	0/2/9	0/0/7	0.245
术后 3 个月	9/2/0	6/1/0	0.834
末次随访	3/6/2	4/3/0	0.146
P 值	<0.001	<0.001	
关节僵硬 [例 (%)]	3 (27.3)	2 (28.6)	ns

按累及韧带数，18 例中，两韧带组 4 例，占 22.2%；三韧带组 14 例，占 77.8%。两组资料比较见表 4，可见手术时间、累及韧带数、术中失血量、是否使用人工韧带差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。术前、术后 3 个月及末次随访 VAS 评分、IKDC 评分及 Lysholm 评分组间差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。累及 2 条韧带组评分组内差异有统计学意义（ $P<0.05$ ），

而累及 3 条韧带组评分组内差异有统计学意义 ($P<0.05$)，术后功能评分较术前明显改善。累及 2 条韧带组术后 12 个月时轴移试验相较于术前有改善，差异有统计学意义 ($P<0.05$)，而累及 3 条韧带组术后 12 个月时轴移试验相较于术前有明显改善，差异有统计学意义 ($P<0.05$)。术后出现膝关节僵硬的构成比差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

表 2. 伴有与不伴有脱位两组患者资料比较 Table 2. Comparison of data between with and without dislocation groups			
指标	脱位组 ($n=7$)	未脱位组 ($n=11$)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	46.6 $\pm$ 16.9	38.5 $\pm$ 14.1	0.286
性别 (例, 男/女)	5/2	7/4	1.000
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	25.9 $\pm$ 3.7	21.5 $\pm$ 3.4	0.019
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	22.4 $\pm$ 27.2	47.1 $\pm$ 61.3	0.683
累及韧带数 (例, 2 条/3 条)	0/7	4/7	0.119
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	206.4 $\pm$ 57.4	164.8 $\pm$ 60.2	0.160
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	17.4 $\pm$ 4.3	13.5 $\pm$ 4.1	0.066
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	100.0 $\pm$ 99.3	66.8 $\pm$ 51.6	0.704
是否用人工韧带 (例, 是/否)	2/9	4/3	0.141
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	23.7 $\pm$ 5.4	31.5 $\pm$ 3.5	0.008
术后 3 个月	68.9 $\pm$ 10.8	74.4 $\pm$ 11.8	0.333
末次随访	90.7 $\pm$ 5.3	92.1 $\pm$ 4.9	0.580
P 值	<0.001	<0.001	
IKDC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	14.0 $\pm$ 4.8	13.7 $\pm$ 4.0	0.146
术后 3 个月	54.5 $\pm$ 12.5	53.2 $\pm$ 11.6	0.820
末次随访	81.6 $\pm$ 10.4	86.4 $\pm$ 7.6	0.208
P 值	<0.001	<0.001	
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	7.1 $\pm$ 1.1	6.9 $\pm$ 0.8	0.702
术后 3 个月	3.9 $\pm$ 1.1	3.5 $\pm$ 1.4	0.520
末次随访	1.4 $\pm$ 0.5	0.8 $\pm$ 0.6	0.048
P 值	<0.001	<0.001	
轴移试验 (膝, 阴性/弱阳性/阳性)			
术前	0/0/7	0/2/9	0.245
术后 3 个月	5/2/0	10/1/0	0.293
末次随访	2/4/1	5/5/1	0.483
P 值	<0.001	<0.001	
关节僵硬 [例 (%)]	3 (42.9)	2 (18.2)	0.326

表 3. 是否采用人工韧带两组患者资料比较 Table 3. Comparison of data between groups with or without artificial ligament			
指标	人工组 ($n=6$)	自体组 ($n=12$)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	38.7 $\pm$ 14.4	43.1 $\pm$ 16.2	0.580
性别 (例, 男/女)	1/5	11/1	0.004
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.8 $\pm$ 4.3	22.9 $\pm$ 4.1	0.674
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	72.0 $\pm$ 73.0	20.3 $\pm$ 25.6	0.174
累及韧带数 (例, 2 条/3 条)	2/4	2/10	0.569
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	188.7 $\pm$ 67.7	177.2 $\pm$ 60.2	0.482
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	14.5 $\pm$ 5.7	15.3 $\pm$ 4.1	0.750
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	47.5 $\pm$ 30.6	95.8 $\pm$ 83.4	0.201
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	27.7 $\pm$ 5.0	28.8 $\pm$ 6.2	0.565
术后 3 个月	64.2 $\pm$ 11.0	76.3 $\pm$ 9.7	0.029
末次随访	89.8 $\pm$ 5.2	92.4 $\pm$ 4.8	0.310
P 值	<0.001	<0.001	
IKDC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	11.5 $\pm$ 1.6	14.9 $\pm$ 4.6	0.034
术后 3 个月	47.1 $\pm$ 12.0	57.0 $\pm$ 10.4	0.090
末次随访	81.0 $\pm$ 11.0	86.3 $\pm$ 7.4	0.342
P 值	<0.001	<0.001	
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	7.0 $\pm$ 0.3	7.0 $\pm$ 1.0	0.843
术后 3 个月	4.3 $\pm$ 1.5	3.3 $\pm$ 1.0	0.081
末次随访	1.2 $\pm$ 0.8	1.0 $\pm$ 0.6	0.591
P 值	<0.001	<0.001	
轴移试验 (例, 阴性/弱阳性/阳性)			
术前	0/0/6	0/2/10	0.303
术后 3 个月	6/0/0	9/3/0	0.192
末次随访	4/1/1	3/8/1	0.234
P 值	<0.001	<0.001	
关节僵硬 [例 (%)]	4 (66.7)	1 (8.3)	0.022

3 讨 论

本研究通过对比及回顾性研究，发现 1 例术后 CT 三维示 ACL 胫骨隧道内口游离骨块遗留，予以二次手术克氏针固定，二次手术时发现骨块为外侧半月板后根附着骨块，无法摘除，故予以克氏针固定 4 周后拔除，术后 2 个月出现膝关节僵硬，考虑为克氏针偏长刺激软骨致屈曲受限，予手法松解后无不良预后。术后并发症包括膝关节僵硬 5 例，伤口愈合不良 1 例，其中术后僵硬 1 例予麻醉下手法松解、4 例经

积极康复后恢复，1 例伤口愈合不良予抗生素及清创缝合术治疗，均无不良预后。

表 4. 累及 2 条或 3 条韧带两组患者资料比较			
Table 1. Comparison of data between groups involving 2 and 3 ligaments			
指标	2 条组 (n=4)	3 条组 (n=14)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	41.3±3.3	41.7±11.4	0.926
性别 (例, 男/女)	3/1	9/5	1.000
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	21.3±5.6	23.7±3.6	0.304
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	91.3±79.1	22.1±29.0	0.174
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	133.8±42.5	194.5±59.8	0.322
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	10.5±2.9	16.3±4.1	0.018
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	40.0±20.0	91.1±79.0	0.342
是否用人工韧带 (例, 是/否)	2/2	4/10	0.569
Lysholm 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	28.8±1.5	28.4±6.5	0.209
术后 3 个月	71.0±6.6	72.6±12.6	0.816
末次随访	92.0±4.3	91.4±5.2	0.845
P 值	0.007	<0.001	
IKDC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	10.6±2.2	14.7±4.2	0.084
术后 3 个月	55.5±5.6	53.2±13.0	0.742
末次随访	86.8±8.0	83.9±9.2	0.885
P 值	0.007	<0.001	
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	7.3±1.0	6.9±0.9	0.609
术后 3 个月	3.8±1.5	3.6±1.2	0.081
末次随访	1.3±0.5	1.0±0.7	0.640
P 值	0.007	<0.001	
轴移试验 (例, 阴性/弱阳性/阳性)			
术前	0/1/3	0/1/13	0.330
术后 3 个月	3/1/0	12/2/0	0.622
末次随访	1/3/0	6/6/2	0.814
P 值	0.026	<0.001	
关节僵硬 [例 (%)]	0 (0)	5 (35.7)	<0.001

多韧带常合并腘动脉及腓总神经损伤，发病率分别为 30%~35% 及 14%~35%^[8]，术中距离腘窝神经血管非常近，腘动脉基本在 1 cm 内，而腓总神经基本在 2 cm 内，膝关节脱位时易合并血管神经束的牵拉、撞击伤^[9-12]。手术治疗过程中，也可损伤腘动脉，尤其是在 PCL 重建、外侧半月板缝合时^[13, 14]。术中应注意操作时与腘窝血管束保持安全距离。当疑似血管损伤时，应及时诊断及时治疗，伤后、术后出

现复发性特异性肿胀，触诊足背动脉、胫后动脉消失，同时可测量踝肱指数 (ankle brachial index, ABI)，或行 CT 血管造影 (computed tomography angiography, CTA)、介入血管造影，确诊者应立即手术探查，行血管吻合或移植术^[13, 15, 16]。

足下垂、小腿及足背感觉障碍应警惕腓总神经损伤，腓总神经因其位于腓骨颈处较为固定，易并发膝关节脱位时的牵拉伤，甚至卡压于膝关节内并离断^[17, 18]。高能量损伤、伴有后外侧角损伤者多合并腓总神经损伤，应使用 MRI、超声、肌电图检查进行鉴别，如检查发现腓总神经损伤但连续性尚可，可暂时予矫正器固定、物理治疗并随访观察，神经功能未见明显恢复时，应及时行神经探查，连续性完好者行神经松解术，连续性一般者行神经端端修补术，完全离断者可考虑行神经重建或肌腱转位术^[19]。手术中则应警惕取自体肌腱时隐神经、坐骨神经腓总神经束损伤，处理 LCL 时腓总神经损伤，应注意仔细解剖，小心分离^[20-22]。

严重多韧带伤者，通常伤后可并发骨筋膜室综合征，而部分患者因伴有周围关节囊、软组织的严重挫伤甚至撕裂，此时行关节镜手术，因灌洗液外渗，易并发骨筋膜室综合征。既往研究报道，取自体腓绳肌腱时，应注意既往是否有手术史，术中应避开侧枝循环动脉或取对侧肢体肌腱，以预防术后骨筋膜室综合征的发生^[23-26]。为预防手术导致的骨筋膜室综合征，可等待 2~3 周至关节囊修复，尽量不使用泵或低流量泵，或干式关节镜技术^[23, 27]。本研究未出现致骨筋膜室综合征病例，主要预防措施为先钻取胫骨隧道缓解压力、小腿使用加压绷带等方式。

术后膝关节僵硬、伤口愈合不良是膝关节术后的常见并发症。部分研究表明伤后 3 周内手术，术后膝关节僵硬概率增加，但本研究中早期及延迟手术者之间术后并发症无统计学差异，术后功能评分也无统计学差异，但样本量较小，尚需要大样本的对比研究进一步证实。针对膝关节僵硬，术前应做好手术规划，术中小心操作、减少止血带的使用，避免医源性损伤，术后积极康复，可根据病情定制个性化康复计划，必要时可予以手法或再次手术松解^[28-30]。而对于伤口愈合不良，围手术期应注意抗生素的使用，术中应仔细止血，正确放置引流管，避免术后血肿，术后正确换药、严密观察，可做到有效预防^[8, 23, 27]。

近年来关于多韧带损伤的争议主要包括 3 个方面，手术治疗的方式、手术治疗的时机、移植物的选择。本文大多数病例选择韧带重建，修补韧带例数较

少,故未进行统计学对比。对于手术时机,受伤至手术间隔时间 $<14\text{ d}$ 及 $\geq 14\text{ d}$ 的术后并发症在本文中统计学上无明显差异。

既往研究中, Ishibashi 等^[31]通过对比研究发现急性期手术与分期手术并发症、术后关节活动度及关节稳定性之间无明显差异。Mahmood 等^[32]回顾性研究 59 例多韧带损伤者,发现 >6 个月及 <6 个月手术患者的关节活动度在随访过程中无显著差异。而 Khan 等^[33]的回顾性研究发现,慢性多韧带损伤一期多期手术术后结果无明显差异。综合既往对比研究,一期及分期手术之间并无显著差异,应根据病情选择手术时机,订制最佳手术方案,尽可能避免术中失误。

该研究中人工韧带术后早期僵硬者比例更高,与既往研究结果不同,考虑为男女构成比差异所致,因女性由于雌激素原因对于术后疼痛忍耐力较差^[34, 35]。但本研究样本数较少,仍需要大样本研究验证该论点。

本研究中 1 例术后胫骨隧道内口遗留游离骨块,分析因为钻取隧道时外侧半月板后根附着处损伤所致骨块游离,为术中操作失误,查阅既往文献未见相关报道。

本研究主要不足在于病例资料丢失较多,最后纳入随访仅 18 例,尚需要大样本数据研究及对比。

总之,在医学技术发展下,一期多韧带重建仍有较多陷阱及术后并发症,尤其应注意术中骨筋膜室综合征的发生,术后则应注意预防膝关节僵硬及伤口感染,坚持康复,定期随访,及时干预。

利益冲突声明 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突;经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道

伦理声明 研究方案经陆军第七十三集团军医院(厦门大学附属成功医院)伦理委员会批准(伦理审查编号:73JYY2024163869)

作者贡献声明 朱天昊:研究设计及实施、临床数据收集及统计分析,文章撰写及修改;林建坤:研究实施、临床数据收集及分析;黄长明:研究设计及实施、文章审阅及修改、监督研究过程;范华强:文章审阅、监督研究过程;傅仰攀:临床数据收集;甘志勇:临床数据收集;刘镇煌:临床数据收集

参考文献

- [1] Zhao J, He Y, Wang J. Simultaneous arthroscopic reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments with autogenous hamstring tendons [J]. *Arthroscopy*, 2006, 22 (5): 497–504. DOI: 10.1016/j.arthro.2005.12.031.
- [2] Mariani PP, Margheritini F, Camillieri G. One-stage arthroscopically assisted anterior and posterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Arthroscopy*, 2001, 17 (7): 700–707. DOI: 10.1053/jars.2001.25335.
- [3] Paterson-Byrne PA, Wilson WT, Hopper GP, et al. Primary repair of multiligament knee injury with Internal Brace ligament augmentation [J]. *BMJ Case Rep*, 2022, 15 (1): e247173. DOI: 10.1136/bcr-2021-247173.
- [4] Heitmann M, Gerau M, Hötzel J, et al. Ligament bracing—augmented primary suture repair in multiligamentous knee injuries [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2014, 26 (1): 19–29. DOI: 10.1007/s00064-013-0263-2.
- [5] Dwyer T, Marx RG, Whelan D. Outcomes of treatment of multiple ligament knee injuries [J]. *J Knee Surg*, 2012, 25 (4): 317–326. DOI: 10.1055/s-0032-1326999.
- [6] Skendzel JG, Sekiya JK, Wojtys EM. Diagnosis and management of the multiligament-injured knee [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2012, 42 (3): 234–242. DOI: 10.2519/jospt.2012.3678.
- [7] Goyal A, Tanwar M, Joshi D, et al. Practice guidelines for the management of multiligamentous injuries of the knee [J]. *Indian J Orthop*, 2017, 51 (5): 537–544. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho-228-17.
- [8] Manske RC, Hosseinzadeh P, Giangarra CE. Multiple ligament knee injury: complications [J]. *N Am J Sports Phys Ther*, 2008, 3 (4): 226–233.
- [9] Schachne JM, Heath MR, Yen YM, et al. The safe distance to the popliteal neurovascular bundle in pediatric knee arthroscopic surgery: An age-based magnetic resonance imaging anatomic study [J]. *Orthop J Sports Med*, 2019, 7 (7): 2325967119855027. DOI: 10.1177/2325967119855027.
- [10] Shamseer CM, Nizaj N, Thomas AB, et al. The popliteal artery is safe in medial meniscal repair using all inside devices in adults: An MRI-based simulation study [J]. *Indian J Orthop*, 2022, 56 (12): 2077–2085. DOI: 10.1007/s43465-022-00755-9.
- [11] Shea KG, Dingel AB, Styhl A, et al. The position of the popliteal artery and peroneal nerve relative to the menisci in children: A cadaveric study [J]. *Orthop J Sports Med*, 2019, 7 (6): 2325967119842843. DOI: 10.1177/2325967119842843.
- [12] Matthewson G, Kwapisz A, Sasyniuk T, et al. Vascular injury in the multiligament injured knee [J]. *Clin Sports Med*, 2019, 38 (2): 199–213. DOI: 10.1016/j.csm.2018.11.001.
- [13] Bernard M, Grothues-Spork M, Georgoulis A, et al. Neural and vascular complications of arthroscopic meniscal surgery [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1994, 2 (1): 14–18. DOI: 10.1007/BF01552648.
- [14] Shahrulazua A, Rafedon M, Mohd Nizlan MN, et al. Delayed compartment syndrome of leg and foot due to rupture of popliteal artery pseudoaneurysm following posterior cruciate ligament reconstruction [J]. *BMJ Case Rep*, 2014, 2014:bcr2013202098. DOI: 10.1136/bcr-2013-202098.
- [15] Makaram NS, Murray IR, Geeslin AG, et al. Diagnosis and treatment strategies of the multiligament injured knee: a scoping review [J]. *Br J Sports Med*, 2023, 57 (9): 543–550. DOI: 10.1136/bjsports-2022-106425.

- [16] Bagherifard A, Jabalameli M, Ghaffari S, et al. Short to mid-term outcomes of single-stage reconstruction of multiligament knee injury [J]. Arch Bone Jt Surg, 2019, 7 (4) : 346-353.
- [17] Alhoukail A, Panu A, Olson J, et al. Intra-articular peroneal nerve incarceration following multi-ligament knee injury [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23 (10) : 3044-3048. DOI: 10.1007/s00167-015-3626-4.
- [18] Tada K, Matsuta M, Akahane M, et al. Common peroneal nerve rupture with multiple ligament knee injury: A case report [J]. Clin Case Rep, 2022, 10 (7) : e6023. DOI: 10.1002/ccr3.6023.
- [19] Mook WR, Ligh CA, Moorman CT 3rd, et al. Nerve injury complicating multiligament knee injury: current concepts and treatment algorithm [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2013, 21 (6) : 343-354. DOI: 10.5435/JAAOS-21-06-343.
- [20] de Padua VB, Nascimento PE, Silva SC, et al. Saphenous nerve injury during harvesting of one or two hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Rev Bras Ortop, 2015, 50 (5) : 546-549. DOI: 10.1016/j.rboe.2015.08.007.
- [21] Park C, Jayakumar P, Fox M. Peroneal nerve injury arising from harvesting a contralateral hamstring autograft for cruciate ligament reconstruction: A case report [J]. JBJS Case Connect, 2019, 9 (3) : e0350. DOI: 10.2106/JBJS.CC.18.00350.
- [22] Haviv B, Yassin M, Rath E, et al. Prevalence and clinical implications of nerve injury during bone patellar tendon bone harvesting for anterior cruciate ligament reconstruction [J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2017, 25 (1) : 2309499016684988. DOI: 10.1177/2309499016684988.
- [23] Tay AK, MacDonald PB. Complications associated with treatment of multiple ligament injured (dislocated) knee [J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2011, 19 (2) : 153-161. DOI: 10.1097/JSA.0b013e31820e6e43.
- [24] Filho JS, Ramos LA, Sayum J, et al. Leg's compartment syndrome after reconstruction of the anterior cruciate ligament: Case report [J]. Rev Bras Ortop, 2011, 46 (6) : 730-732. DOI: 10.1016/S2255-4971 (15)30333-5.
- [25] Takahashi T, Handa M, Takeshita K. Compartment syndrome after transtibial anterior cruciate ligament reconstruction: A case report [J]. Trauma Case Rep, 2022, 37:100603. DOI: 10.1016/j.tcr.2021.100603.
- [26] Kudo Y, Maeyama A, Hara M, et al. Acute compartment syndrome of the lower limb after revision anterior cruciate ligament reconstruction: a case report [J]. J Orthop Case Rep, 2022, 12 (2) : 45-48. DOI: 10.13107/jocr.2022.v12.i02.2660.
- [27] Rodríguez- Merchán EC, De la Corte- Rodríguez H, Encinas-Ullán CA, et al. Complications of surgical reconstruction of multiligament injuries of the knee joint: diagnosis, prevention and treatment [J]. EFORT Open Rev, 2021, 6 (10) : 973-981. DOI: 10.1302/2058-5241.6.210057.
- [28] 郭徽灵, 颜来鹏, 李书林, 等. 是否止血带下 KD-Ⅲ-M 膝关节脱位的修复重建 [J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32 (6) : 565-569. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.06.16.
- Guo HL, Yan LP, Li SL, et al. Reconstruction and repair of ligaments for KD-Ⅲ-M knee dislocation with or without tourniquet [J]. Orthopedic Journal of China, 2024, 32 (6) : 565-569. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.06.16.
- [29] 吕爱军. 膝关节多发韧带损伤早期关节镜下重建与修复 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24 (20) : 1844-1847. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.20.05.
- Lv AJ. Early arthroscopic reconstruction and repair for multiple ligament injured knee [J]. Orthopedic Journal of China, 2016, 24 (20) : 1844-1847. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.20.05.
- [30] 郭其勇, 李华德, 李明, 等. 膝关节多韧带损伤的手术治疗 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (10) : 892-896. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.10.06.
- Guo QY, Li HD, Li M, et al. The surgical treatment of multi-ligaments injury of knee joint [J]. Orthopedic Journal of China, 2015, 23 (10) : 892-896. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.10.06.
- [31] Ishibashi Y, Kimura Y, Sasaki E, et al. Acute primary repair of extraarticular ligaments and staged surgery in multiple ligament knee injuries [J]. J Orthop Traumatol, 2020, 21 (1) : 18. DOI: 10.1186/s10195-020-00557-5.
- [32] Mahmood A, Umer HM, Paramasivan A, et al. Does delayed ligament reconstruction surgery lead to poor outcomes in patients with multiligament knee injuries [J]. Cureus, 2023, 15 (1) : e34219. DOI: 10.7759/cureus.34219.
- [33] Khan MJ, Asif N, Sharma A, et al. Single-stage versus two-stage reconstruction in chronic multi ligament knee injury [J]. Int J Burns Trauma, 2022, 12 (2) : 35-44.
- [34] Mosquera MF, Jaramillo A, Gil R, et al. Controversies in acute multiligamentary knee injuries (MLKI) [J]. J Exp Orthop, 2020, 7 (1) : 56. DOI: 10.1186/s40634-020-00260-8.
- [35] 鲁中芸, 潘尉洲, 金华. 不可忽视的性别差异——疼痛领域的探索 [J]. 中国细胞生物学学报, 2022, 44 (6) : 1219-1228. DOI: 10.11844/cjcb.2022.06.0028.
- Lu ZY, Pan WZ, Jin H. Gender differences that cannot be ignored—An exploration of the field of pain [J]. Chinese Journal of Cell Biology, 2022, 44 (6) : 1219-1228. DOI: 10.11844/cjcb.2022.06.0028.

(收稿:2024-11-11 修回:2025-02-20)

(同行评议专家: 徐乐勤, 施继胜, 李立新)

(本文编辑: 闫承杰)