

· 临床研究 ·

前交叉韧带双束双隧道增强重建术治疗 膝关节前交叉韧带损伤的临床疗效

李宝^{1,2}, 刘欣伟², 孙扬², 孙宁², 王宇², 段英超², 崔向红³, 孙乙鹏³, 元红²

(1. 中国医科大学研究生院, 辽宁 沈阳 110000; 2. 北部战区总医院骨科, 辽宁 沈阳 110016; 3. 大连康复疗养中心, 辽宁 大连 116000)

【摘要】 目的: 探讨前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 双束双隧道增强重建技术在治疗膝关节 ACL 训练伤的临床应用疗效。方法: 回顾性分析自 2021 年 1 月至 2021 年 12 月诊治的膝关节 ACL 损伤患者 29 例均行韧带重建手术。按手术方法不同进行分组: 传统重建组 14 例, 男 13 例, 女 1 例; 年龄 22~31 (27.07±7.28) 岁; 取自体腘绳肌腱行韧带重建。增强重建组 15 例, 男 13 例, 女 2 例, 年龄 25~34 (29.06±4.23) 岁; 双隧道韧带重建, 取自体腘绳肌作为前内侧束, 后外侧束用高强度线替代。记录术前及术后第 6、12 个月膝关节胫骨前移距离差值、Lysholm 评分、国际膝关节文献委员会 (International Knee Documentation Committee, IKDC) 主观评分、Tegner 运动水平评分和疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS)、末次随访时的肢体对称指数 (limb symmetry index, LSI) 和随访期间出现的手术相关不良反应。结果: 全部患者获得随访, 时间 13~15 (13.7±0.8) 个月, 均未见手术相关严重不良反应的发生。增强重建组术后第 6、12 个月胫骨前移距离差值 [(1.45±0.62)、(1.74±0.78) mm] 低于传统重建组 [(2.42±0.60)、(2.51±0.63) mm], $P < 0.05$ 。两组术后 Lysholm、Tegner 运动水平、IKDC 评分、VAS 及末次随访时的肢体对称指数比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论: 相比于传统韧带重建技术, 增强重建技术更能有效维持膝关节的稳定性且对术后膝关节功能无显著影响, 短期疗效令人满意, 适用于运动需求较高的群体。

【关键词】 膝关节; 军事训练伤; 关节镜; 前交叉韧带; 康复

中图分类号: R686.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230576

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Clinical efficacy of double-bundle and double-tunnel enhanced reconstruction in the treatment of anterior cruciate ligament injury

LI Bao^{1,2}, LIU Xin-wei², SUN Yang², SUN Ning², WANG Yu², DUAN Ying-chao², CUI Xiang-hong³, SUN Yi-peng³, YUAN Hong² (1. Graduate School of China Medical University, Shenyang 110000, Liaoning, China; 2. Department of Orthopaedics, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang 110016, Liaoning, China 3. Dalian Rehabilitation Center, Dalian 116000, Liaoning, China)

ABSTRACT Objective To explore the clinical efficacy of double beam double tunnel enhanced reconstruction technique in the treatment of knee anterior cruciate ligament (ACL) training injuries. **Methods** Twenty-nine cases of ACL injury of knee joint from January 2021 to December 2021 were retrospectively analyzed. All the cases were underwent ligament reconstruction surgery. Cases were grouped by surgical technique: there were 14 patients in conventional reconstruction group, including 13 males and 1 female, aged from 22 to 31 years old with an average of (27.07±7.28) years old, autogenous hamstring tendon was used for ligament reconstruction. There were 15 patients in the enhanced reconstruction group, including 13 males and 2 females, aged from 25 to 34 years old with an average of (29.06±4.23) years old, double tunnel ligament reconstruction, the autogenous hamstring muscle was used as the anteromedial bundle, and the posterolateral bundle was replaced by a high-strength line. The difference between knee tibial anterior distance, Lysholm score, International Knee Literature Committee (IKDC) subjective score, Tegner motor level score and visual analog scale (VAS) at 6th and 12th months after the surgery, limb symmetry index (LSI) were recorded at the last follow-up and surgery-related adverse effects during follow-up. **Results** All patients were followed up, ranged from 13 to 15 months with an average of (13.7±0.8) months. There were no serious adverse reactions related to surgery during the period. There was no statistical difference between the preoperative general data and the

基金项目: 辽宁省科学技术计划 (编号: 2022-YGJC-07)

Fund program: Medical and Industrial Interdisciplinary Fund (No. 2022-YGJC-07)

通讯作者: 元红 E-mail: 1029214474@qq.com

Corresponding author: YUAN Hong E-mail: 1029214474@qq.com

observation index of the two groups ($P>0.05$). The difference in tibial anterior distance at 6 and 12 months in the enhanced reconstruction group (1.45 ± 0.62) mm and (1.74 ± 0.78) mm which were lower those that in the conventional reconstruction group (2.42 ± 0.60) mm and (2.51 ± 0.63) mm ($P<0.05$). There was no significant difference in postoperative Lysholm score, Tegner motor level score, IKDC score, VAS, and limb symmetry index at the last follow-up ($P>0.05$). **Conclusion** The enhanced reconstruction technique can more effectively maintain the stability of the knee joint and has no significant effect on the postoperative knee joint function compared with the traditional ligament reconstruction technique. The short-term curative effect is satisfactory, and it is suitable for the group with high sports demand.

KEY WORDS Knee joint; Military training injury; Arthroscopy; Anterior cruciate ligament; Rehabilitation

军人群体因日常训练强度大、时间长常发生训练伤,多以下肢损伤为主,相关调研显示:训练伤按照损伤部位划分下肢受伤占比最高,其中膝关节训练伤占首位,损伤结构包括半月板、关节内软骨及交叉韧带损伤,伤后对正常训练和任务的执行影响较大,若处理不及时可进展为慢性,甚至影响日常生活^[1-3]。膝关节结构中前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)对维持膝关节纵向稳定性起主要作用,损伤后则严重影响膝关节稳定性,造成膝关节疼痛、肿胀、屈伸活动受限,长期因关节不稳造成的软骨异常磨损则会进展为创伤性关节炎,降低伤者日常生活质量^[4-5]。随着关节镜技术的发展,全镜下 ACL 重建手术成为治疗 ACL 损伤的“金标准”^[6]。临床实际中常取自体腘绳肌进行韧带重建手术,但有时自体腘绳肌编织后的韧带直径可能不能满足伤者术后的高水平运动需求,取自体腓骨长肌腱或对侧腘绳肌则会额外增加创伤或感染的风险,因此,本研究探讨了 ACL 增强重建技术用于治疗膝关节 ACL 损伤,现将相关研究成果报道如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)因军事训练伤致 ACL 损伤者。(2)患侧单纯 ACL 损伤,不合并复杂半月板、软骨、其他韧带损伤。(3)病例手术前后一般资料及观察指标数据完整者。

排除标准:(1)除患侧膝关节损伤外还合并同侧或对侧其他下肢关节损伤者。(2)患侧膝关节术后者。(3)存在严重的骨质疏松、创伤性关节炎和(或)其他自身免疫性疾病者。

1.2 临床资料

自 2021 年 1 月至 12 月收治 29 例膝关节 ACL 损伤患者,按手术方法不同进行分组。传统重建组 14 例,男 13 例,女 1 例;年龄 22~31(27.07 ± 7.28)岁;取自体腘绳肌腱行韧带重建。增强重建组 15 例,男 13 例,女 2 例,年龄 25~34(29.06 ± 4.23)岁;双隧道韧带重建,取自体腘绳肌作为前内侧束,后外侧束用高强线替代。两组术前一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。本研究已通过医院伦理委员会审批[编号:伦审 Y(2023)136 号]。

1.3 手术方法

两组患者的手术均由同一名高年资医师完成。

1.3.1 传统重建组 患者取全麻或硬膜外麻醉的方式,手术体位采用仰卧位。麻醉后复查轴移试验明确韧带损伤及分度。常规消毒铺单开始进行手术操作:首先建立前外侧入路,置入关节镜探查关节内损伤情况,明确损伤后建立前内侧操作入路,置入刨刀对滑膜进行有限清理,射频稳定损伤的软骨,损伤的半月板通过半月板缝合系统(Smith & Nephew, 美国)进行缝合,探勾探查损伤的 ACL 情况。明确损伤后停止关节镜探查,进行取自体腘绳肌操作:于胫骨结节下缘内侧建 1 个 3~4 cm 纵行切口,逐层分离保留腘绳肌肌腱,期间注意保留缝匠肌腱膜,取腱器取出二肌腱后交由助手编织,编织方式采用 2+3(骨薄肌腱 2,半腱肌腱 3)的方式。术者通过股骨、胫骨定位器与韧带两端足印区定位钻取骨隧道,尽量保留韧带残端。最后将带有祥钢板(Smith & Nephew, 美国)的移植物[直径(8.4 ± 0.7) mm]进行过隧道,胫骨端通过界面螺钉固定后取 2 枚无结锚钉(Smith &

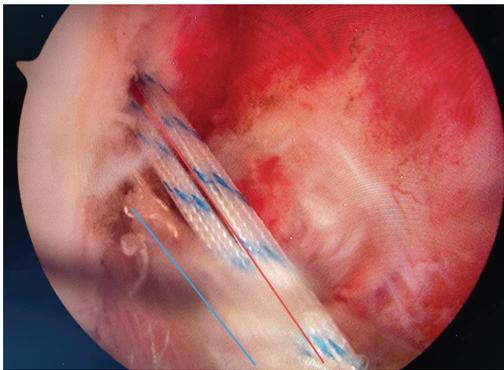
表 1 两组前交叉韧带损伤患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data of patients with anterior cruciate ligament injury between two groups

组别	例数	年龄($\bar{x}\pm s$)/岁	性别/例		身体质量指数($\bar{x}\pm s$)/($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	受伤至手术时间($\bar{x}\pm s$)/周
			男	女		
传统重建组	14	27.07 ± 7.28	13	1	19.55 ± 1.22	3.36 ± 1.21
增强重建组	15	29.06 ± 4.23	13	2	19.61 ± 1.42	2.66 ± 1.23
检验值		$t=-0.910$	$\chi^2=0.018$		$t=-0.101$	$t=1.516$
P 值		0.371	0.215		0.920	0.141

Nephew, 美国)二次固定,逐层缝合切口、放置引流管、固定后包扎,术毕^[7-8]。

1.3.2 增强重建组 增强重建组关节术前准备、麻醉方式及关节镜探查处理、移植物选取同传统重建组,韧带编织方式同上[直径(8.2±0.8) mm],自体移植物于前内侧束重建,后外侧束使用 2 根(4 股)高强度线(Arthrex, 美国)替代(图 1),双侧骨隧道均使用 4.5 mm 空心钻打穿,股骨侧使用钛钢板固定,胫骨侧使用 6 mm 界面螺钉固定,无结锚钉做二次固定,固定方式同上。



注:红色线,增强线;蓝色线,自体移植物

图 1 镜下增强重建

Fig.1 Arthroscopic enhanced reconstruction

1.3.3 术后处理 术后次日拔除引流管,鼓励患者进行主动康复运动,术后当日进行冷疗、适度关节屈伸。对于不合并严重半月板、软骨损伤患者鼓励早期下地负重行走。术后第 3 天开始进行康复训练。训练包括:(1)推髌骨。每组 10 次,每日 3 组。(2)直腿抬高。每日 300~500 次。(3)踝泵练习。每日 50~100 次。(4)股四头肌等长收缩。每组 30~50 次,每日 2 组。术后 1 周允许出院前往康复医院进一步行康复治疗,术后 8~12 周允许参与较低强度体育活动,术后 6 个月允许参加正常体育活动及对抗性运动。

1.4 观察项目与方法

收集并比较两组术前及术后第 6、12 个月膝关节胫骨前移距离差值、Lysholm 评分、国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)主观评分^[9]、Tegner 运动水平评分^[10]、疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)^[11]、末次随访时肢体对称指数^[12]及随访期间出现的手术相关不良反应,综合评价增强重建技术的临床应用疗效。

(1) 胫骨前移距离差值。测量仪器使用 KT-2000,肢体屈膝 30°置于机器上并固定牢靠,对两侧膝关节施加同等大小的力,分别测量出双膝关节胫骨前移距离后作差得出胫骨前移距离差值,通常认

为差值距离>3 mm 存在患肢 ACL 损伤或松弛^[13]。(2)Lysholm 评分,包括疼痛、肿胀、交锁、稳定性等 8 项问题,用于评价膝关节术后功能恢复情况,满分 100 分,分值越高越好。(3)IKDC 评分,包括疼痛、疼痛程度、运动水平、交锁等 9 项问题,可较为全面评级膝关节主观症状和客观体征,满分 100 分,分值越高越好。(4)Tegner 运动水平,用于对膝关节病变患者运动水平进行评估,满分 10 分,0 分为病休/残疾,10 分为能够参加顶级竞技运动,分值越高越好。(5)VAS,使用视觉模拟方法将疼痛分为 10 分,0 分表示无痛,10 分表示极度疼痛,分值越低越好。(6)肢体对称指数,测试内容包括单腿跳、单腿跳高、三级跳、6 m 单腿跳跃时间,每项内容测试 3 次,取最大值,用患侧成绩比健侧成绩×100%后各项结果取平均值得出肢体对称指数。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析,胫骨前移距离差值、Lysholm、IKDC、Tegner 运动水平评分及 VAS 等定量资料,采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组组间资料比较使用成组设计定量资料 *t* 检验;不同观察点资料组内多时间点数据比较使用重复测量方差分析,组内相比使用配对样本 *t* 检验。肢体对称指数、不良反应为定性资料,采用例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

两组患者均获随访,时间 13~15(13.7±0.8)个月,期间均未见手术相关严重不良反应的发生。

2.1 疗效评价指标比较

增强重建组术后第 6、12 个月胫骨前移距离差值低于传统重建组($P < 0.05$);两组术后 6、12 个月的 Tegner 运动水平评分、VAS 及术后 12 个月的肢体对称指数比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.2 膝关节功能评分比较

术后 6、12 个月 Lysholm 评分及 IKDC 评分相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组术后 6、12 个月 Lysholm 评分及 IKDC 评分均高于术前($P < 0.05$)。见表 3、表 4。典型病例影像学资料见图 2、图 3。

3 讨论

3.1 韧带重建手术现状

ACL 损伤属较为常见的下肢训练伤,多见于蛇形跑、跳马等训练项目,对伤者日常训练成绩影响较大。远期因关节不稳还会继发关节内软骨、半月板损伤^[14-16]。临床实际中,韧带 I 度损伤或松弛对运动功能影响较小,采取保守治疗方案即可;而 II 度以上损伤甚至韧带撕裂者保守疗效差,对远期关节功能不

表 2 两组前交叉韧带损伤患者手术前后疗效评价指标比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of curative effect evaluation indexes before and after operation in two groups of patients with anterior cruciate ligament injury ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	胫骨前移距离差值/mm			Tegner 运动水平/分			VAS/分			肢体对称指数/%
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术后 12 个月
传统重建组	14	5.16±0.75	2.42±0.60 ^{a1}	2.51±0.63 ^{a3}	5.35±0.63	7.14±0.77 ^{a5}	8.07±0.73 ^{a7b1}	4.21±0.69	1.64±0.63 ^{a9}	0.75±0.47 ^{a11b3}	86.50±4.48
		5.53±0.49	1.45±0.62 ^{a2}	1.74±0.78 ^{a4}	4.99±1.03	7.20±0.67 ^{a6}	8.20±0.56 ^{a8i2}	4.18±0.94	1.60±0.57 ^{a10}	0.70±0.59 ^{a12b4}	87.10±5.08
<i>t</i> 值		-1.564	4.218	2.819	1.320	-0.210	-0.534	0.046	0.202	-0.500	-0.297
<i>P</i> 值		0.129	0.000	0.009	0.198	0.833	0.598	0.964	0.843	0.620	0.769

注：与术前相比，^{a1}*t*=9.512, *P*=0.000; ^{a2}*t*=19.452, *P*=0.000; ^{a3}*t*=8.420, *P*=0.000; ^{a4}*t*=14.352, *P*=0.000; ^{a5}*t*=8.333, *P*=0.000; ^{a6}*t*=8.500, *P*=0.000; ^{a7}*t*=11.113, *P*=0.000; ^{a8}*t*=11.504, *P*=0.000; ^{a9}*t*=10.262, *P*=0.000; ^{a10}*t*=8.981, *P*=0.000; ^{a11}*t*=10.332, *P*=0.000; ^{a12}*t*=9.025, *P*=0.000。与术后 6 个月相比，^{b1}*t*=3.788, *P*=0.012; ^{b2}*t*=5.122, *P*=0.000; ^{b3}*t*=2.597, *P*=0.049; ^{b4}*t*=2.201, *P*=0.045

表 3 两组前交叉韧带损伤患者手术前后 Lysholm 评分比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of Lysholm score before and after operation in two groups of patients with anterior cruciate ligament injury ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	跛行			肿胀			支持			单位:分
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	
传统重建组	14	3.00±1.73	4.09±1.04	5.00±0.00	2.18±2.08	6.36±1.20	9.64±1.20	2.36±2.24	5.00±1.04	4.45±1.21	
增强重建组	15	3.08±2.06	4.00±1.05	4.67±0.77	2.33±1.87	7.00±1.80	9.33±1.55	2.08±1.97	4.76±0.86	4.50±1.16	
<i>t</i> 值		-0.104	0.209	1.417	-0.183	0.000	0.518	0.318	0.956	-0.092	
<i>P</i> 值		0.918	0.837	0.071	0.856	0.337	0.610	0.744	0.350	0.917	
组别	例数	上楼			交锁			下蹲			
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	
传统重建组	14	4.91±1.86	6.73±1.61	9.27±1.61	13.36±3.64	14.09±2.02	15.00±0.00	4.00±0.77	3.83±0.60	4.64±0.50	
增强重建组	15	4.00±2.07	6.67±1.55	9.67±1.15	12.75±4.07	13.33±2.46	12.08±2.57	3.50±1.38	4.08±0.79	4.83±0.38	
<i>t</i> 值		1.096	0.092	-0.677	0.380	-0.667	0.950	1.056	0.750	-1.154	
<i>P</i> 值		0.285	0.928	0.754	0.708	0.506	0.244	0.303	0.067	0.415	
组别	例数	稳定			疼痛			总分			
		术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	术前	术后 6 个月	术后 12 个月	
传统重建组	14	14.09±2.02	19.09±2.02	25.00±0.00	18.18±3.37	20.20±2.22	21.36±2.33	65.04±5.38	78.36±5.98*	84.36±1.68*	
增强重建组	15	12.92±3.34	19.59±1.44	23.75±2.26	19.58±2.57	19.17±1.94	21.67±2.46	66/08±4.10	77.58±4.05*	86.16±3.43*	
<i>t</i> 值		1.007	-1.030	1.740	-1.126	1.830	-0.302	0.463	0.369	1.918	
<i>P</i> 值		0.325	0.304	0.173	0.373	0.082	0.765	0.649	0.716	0.069	

注：*与术前相比, *P*<0.05; 与术后 6 个月相比, *P*<0.05

利,常需手术治疗。目前为止,全镜下韧带重建手术技术已较为成熟并发展出许多新术式,包括双束重建、全内重建、保留腘绳肌胫骨止点重建等^[17]。依据患者自身情况合理选择手术方式是必要的,移植物的选取也需考虑到伤者术后运动需求等问题,原则上自体移植物直径越大即强度越大,越能支持患者术后的高水平运动需要,在本研究病例均为军人

体,对术后运动水平要求较高,自体移植物有时直径较小,同时考虑到额外取肌腱带来的创伤和影响,本研究对增强重建手术技术进行探究。相比于传统单束重建手术,增强重建手术更能恢复和维持膝关节稳定性,并且对术后关节功能无明显影响。

3.2 手术方法选择

通常情况下,取自体腘绳肌进行重建手术时,移

表 4 两组前交叉韧带损伤患者手术前后 IKDC 评分比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.4 Preoperative and postoperative IKDC score were compared between the two groups($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	术前	术后 6 个月	术后 12 个月
传统重建组	14	53.67±8.41	77.14±4.68 ^e	86.43±8.41 ^{h,i}
增强重建组	15	54.67±9.90	76.67±6.17 ^j	84.01±7.36 ^{k,l}
<i>t</i> 值		-0.320	0.233	0.828
<i>P</i> 值		0.752	0.818	0.415

注：与术前相比，^e*t*=8.553, *P*=0.000; ^h*t*=10.476, *P*=0.000; ⁱ*t*=9.886, *P*=0.000; ^j*t*=8.191, *P*=0.000。与术后 6 个月相比，^k*t*=3.242, *P*=0.000; ^l*t*=3.214, *P*=0.006

植物直径以 8 mm 以上为宜，有研究报道自体移植物术后强度随时间衰减，后期韧带重塑逐渐增强，其衰减期平均为 3 个月，因此为保护移植物除了术后短期内避免过度运动外，移植物自身强度足够大(即

直径足够大)也是必要的,过小的移植物直径可能不足以支撑和维持关节稳定性，甚至有二次损伤的风险。增强重建技术类似于双束重建，自体腘绳肌编织后做前内侧束，后外侧束使用高强线替代。从移植物强度上看，相关生物力学研究^[18]指出正常 ACL 强度为(242±28) N·mm⁻¹左右，双束重建移植物总体强度可>300 N·mm⁻¹。在本研究中高强线联合单束移植物强度预计可>350 N，甚至远高于正常情况下的韧带强度，可最大程度避免再损伤的情况并满足高强度运动需求。此外，当前理念更倾向于保留韧带残端的重建手术(许多研究指出韧带保残的重要性：维持本体感觉、利于韧带重塑、再血管化等)^[19]，相比于双束重建，增强重建技术因 4.5 mm 后外侧束较小的直径更有利于保留韧带残端，这亦是增强术式的优势。

3.3 增强重建的优点

增强重建技术中后外侧束采用 4 根高强线替代，在保证移植物强度的同时避免了额外取肌腱的

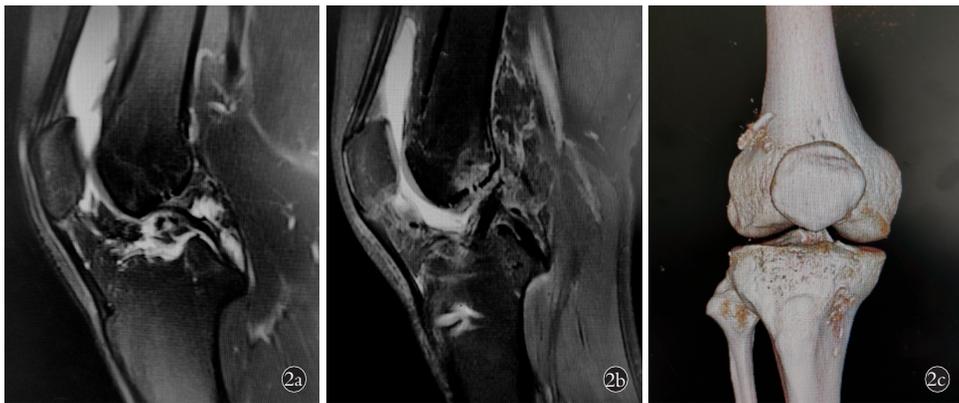


图 2 患者,男,26 岁,因训练(蛇形跑)致右膝关节 ACL 损伤,行韧带增强重建术 2a. 术前 MRI 示 ACL 撕裂 2b. 术后 2 周复查 MRI 见移植物信号良好 2c. 术后 2 周三维重建见股骨侧双钢钉及胫骨隧道位置满意

Fig.2 A 26-year-old male underwent ligament-enhanced reconstruction for ACL injury due to training 2a. ACL tear in preoperative MR 2b. Good graft signal in postoperative MRI at 2 weeks after surgery 2c. Double endobutton and the tibial tunnel in 3D-CT at 2 weeks after surgery



图 3 患者,男,31 岁,因训练(200 m 障碍)摔伤右膝关节致 ACL 损伤,行韧带重建术 3a. 术前 MRI 示 ACL 损伤信号 3b. 术后 2 周 MRI 见移植物信号满意 3c. 术后 2 周三维重建见股骨侧钢钉及胫骨隧道位置良好

Fig.3 A 31-year-old man underwent ACL injury to right knee due to training 3a. ACL injury signal in preoperative MRI 3b. Postoperative MRI showed satisfactory graft signal at 2 weeks after surgery 3c. Endobutton and tibial tunnel in 3D-CT at 2 weeks after surgery

损伤,但高强线隧道直径为 4.5 mm,4 根高强线直径仅约 2 mm,这意味着股骨隧道全长及胫骨近端隧道未得到有效填充,为避免在屈伸活动中高强线切割隧道,术者在钻取高强线隧道时 4.5 mm 钻在屈膝中立位直接由胫骨隧道打穿股骨,而非依次建立双侧骨隧道,这可有效避免术后高强线切割问题。经术后随访发现,未填充的隧道大多在术后 8~12 个月由自身骨组织填充。此外,高强线类似 LARS 人工韧带,强度高但韧性差,重建时对“等长点”要求较高,这需要经验丰富的术者完成。

3.4 局限性

(1)样本量小,为保证单变量因素,本研究纳入病例为单一韧带损伤而不合并其他结构损伤者,临床中较为少见。样本量过小可能使最终结论产生偏倚。(2)随访时间短。(3)研究人群单一。本研究仅针对军人人群进行研究,随访数据上看效果良好,但对于其他人群包括运动员、普通年轻患者的疗效尚未可知。如上问题仍需大样本、多中心研究进一步探讨。

综上,ACL 双束双隧道增强重建技术在治疗膝关节 ACL 训练伤的短期临床应用疗效令人满意,可有效恢复关节稳定性且术后关节功能恢复良好、无严重不良反应的发生,适用于自体移植直径较小且患者存在术后高水平运动需求的情况。

参考文献

[1] 杨森,杜诗宇,张杰. 下肢军事训练伤特点分析[J]. 陆军军医大学学报,2022,44(22):2346-2352.
 YANG S,DU S Y,ZHANG J. Analysis of characteristics of military training injuries in lower limbs[J]. J Army Med Univ,2022,44(22):2346-2352. Chinese.

[2] 周鹏,高余,邵宏斌,等. 军人训练伤致前交叉韧带损伤临床特点[J]. 临床军医杂志,2022,50(6):591-592.
 ZHOU P,GAO Y,SHAO H B,et al. Clinical characteristics of anterior cruciate ligament injury caused by military training injury[J]. Clin J Med Off,2022,50(6):591-592. Chinese.

[3] GLATTKE K E,TUMMALA S V,CHHABRA A. Anterior cruciate ligament reconstruction recovery and rehabilitation;a systematic review[J]. J Bone Jt Surg Am Vol,2022,104(8):739-754.

[4] HASSEBROCK K D,GULBRANDSEN M T,ASPNEY N L,et al. Knee ligament anatomy and biomechanics[J]. Sport Med Arthrosc Rev,2020,28(3):80-86.

[5] KOHN L,REMBECK E,RAUCH A. Verletzung des vorderen Kreuzbandes beim erwachsenen [J]. Orthopäde,2020,49(11):1013-1028.

[6] ZHOU T P,XU Y H,ZHANG A A,et al. Global research status of anterior cruciate ligament reconstruction;a bibliometric analysis [J]. EFORT Open Rev,2022,7(12):808-816.

[7] DHAWAN A,GALLO R A,LYNCH S A. Anatomic tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction[J]. J Am Acad Orthop Surg,2016,24(7):443-454.

[8] 韩德山,张克远,周晓涛. 关节镜下半腱肌和半腱肌一股薄肌肌

腱单束重建前交叉韧带的临床疗效观察[J]. 实用骨科杂志,2023,29(4):320-326.
 HAN D S,ZHANG K Y,ZHOU X T. Observation of clinical efficacy of arthroscopic semitendinosus and semitendinosus gracilis single-bundle reconstruction of anterior cruciate ligament [J]. J Pract Orthop,2023,29(4):320-326. Chinese.

[9] KUBIAK G,FABIS J. To compare the results of knee evaluation after meniscus repair and anterior cruciate ligament reconstruction on the basis of Lysholm,HSS and IKDC scoring systems[J]. Pol Orthop Traumatol,2012,77:127-131.

[10] HUANG H S,ZHANG S,WANG Y,et al. Reliability and validity of a Chinese version of the lysholm score and tegner activity scale for knee arthroplasty[J]. J Rehabil Med,2022,54:jrm00317.

[11] SHAFSHAK T S,ELNEMR R. The visual analogue scale versus numerical rating scale in measuring pain severity and predicting disability in low back pain[J]. J Clin Rheumatol,2021,27(7):282-285.

[12] RAMBAUD A J M,ARDERN C L,THOREUX P,et al. Criteria for return to running after anterior cruciate ligament reconstruction:a scoping review[J]. Br J Sports Med,2018,52(22):1437-1444.

[13] 马敏超,蒋焱. KT1000/KT2000 关节测量仪对前交叉韧带损伤诊断及重建术后移植术稳定性的评估价值[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2007,11(40):8123-8126.
 MA M C,JIANG Y. Evaluation of the diagnosis of anterior cruciate ligament injury and the graft stability after reconstruction by using KT1000/KT2000 arthrometer[J]. J Clin Rehabil Tissue Eng Res,2007,11(40):8123-8126. Chinese.

[14] 吴进,李春宝,黄鹏,等. 我军军事训练伤流行病学研究综述[J]. 解放军医学院学报,2020,41(12):1236-1239,1246.
 WU J,LI C B,HUANG P,et al. Review of prevalences of military training-related injuries in Chinese army[J]. Acad J Chin PLA Med Sch,2020,41(12):1236-1239,1246. Chinese.

[15] AHN J,CHOI B,LEE Y S,et al. The mechanism and cause of anterior cruciate ligament tear in the Korean military environment [J]. Knee Surg Relat Res,2019,31(1):13.

[16] HEARN D W,KERR Z Y,WIKSTROM E A,et al. Lower extremity musculoskeletal injury in US military academy cadet basic training;a survival analysis evaluating sex,history of injury, and body mass index[J]. Orthop J Sports Med,2021,9(10):23259671211039841.

[17] SEPPÄNEN A,SUOMALAINEN P,HUHTALA H,et al. Double bundle ACL reconstruction leads to better restoration of knee laxity and subjective outcomes than single bundle ACL reconstruction [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2022,30(5):1795-1808.

[18] 王江涛,肇刚,步建立,等. 前交叉韧带保残重建术中保残策略病例对照研究[J]. 中国骨伤,2021,34(12):1095-1102.
 WANG J T,ZHAO G,BU J L,et al. Case control study on remnant preserving strategy for preservation and reconstruction of anterior cruciate ligament[J]. China J Orthop Traumatol,2021,34(12):1095-1102. Chinese.

[19] MUNETA T,KOGA H. Anterior cruciate ligament remnant and its values for preservation[J]. Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol,2017,7:1-9.