

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.02.026

❖ 临床研究 ❖

保留残端解剖单束重建对前交叉韧带损伤患者术后患膝本体感觉和关节功能恢复的影响

王强, 苏宝金, 何保华, 石航, 商玉臣, 杨敬

(应急总医院骨二科, 北京 100028)

【摘要】目的: 探讨保留残端解剖单束重建对前交叉韧带损伤 (ACL) 患者术后患膝本体感觉和关节功能恢复的影响。**方法:** 选取 82 例行 ACL 重建术的患者为研究对象, 按照治疗方案不同分为观察组和对照组, 每组各 41 例。观察组行保留残端 ACL 重建术; 对照组行常规不保留残端 ACL 重建术。记录两组患者手术一般情况; 采用 Lysholm 评分、国际膝关节文献委员会 (IKDC) 评分对患者膝关节功能进行评估; 并通过测定膝关节角度重现、被动活动察觉阈值来评估患者本体感觉功能恢复情况。**结果:** 两组患者手术时间、移植物直径等一般资料无统计学差异 ($P > 0.05$)。术后 3 个月及 6 个月, 相比对照组, 观察组 Lysholm 评分更高 ($P < 0.05$), 膝关节角度重现、被动活动察觉阈值均小于对照组 ($P < 0.05$); 术后 12 个月, 两组患者 Lysholm 评分、膝关节角度重现、被动活动察觉阈值均无统计学差异 ($P > 0.05$)。**结论:** ACL 患者行保留残端解剖单束重建对其本体感觉功能恢复有积极作用, 能够改善早期膝关节功能。

【关键词】 前交叉韧带; 关节镜重建术; 残端; 本体感觉; 膝关节功能

【中图分类号】 R687.4 **【文献标志码】** A

Effect of anatomical single-bundle reconstruction with remnant preservation on postoperative knee proprioception and joint function recovery in patients with anterior cruciate ligament injury

WANG Qiang, SU Bao-jin, HE Bao-hua, SHI Hang, SHANG Yu-chen, YANG Jing

(Department of Orthopaedics II, Emergency General Hospital, Beijing 100028, China)

【Abstract】Objective: To investigate the effect of anatomical single-bundle reconstruction with remnant preservation on the recovery of knee proprioception and joint function in patients with anterior cruciate ligament (ACL) injury. **Methods:** A total of 82 patients who underwent ACL reconstruction were included. Among them, 41 patients underwent ACL reconstruction with remnant preservation (observation group) and 41 patients underwent conventional ACL reconstruction without remnant preservation (control group). The general conditions of the two groups were recorded. Lysholm score and International Knee Documentation Committee (IKDC) score were used to evaluate the knee function of the patients. The recovery of proprioceptive function was evaluated by measuring the knee joint angle reappearance and passive activity detection threshold. **Results:** There was no significant difference in the operation time and graft diameter between the two groups ($P > 0.05$). Compared with the control group, the Lysholm score of the observation group was higher at 3 and 6 months after operation ($P < 0.05$). At 3 and 6 months after operation, the knee joint angle recurrence and passive activity detection threshold in the observation group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the two indexes between the two groups at 12 months after operation ($P > 0.05$). **Conclusion:** Anatomic single-bundle reconstruction with remnant preservation in patients with ACL has a positive effect on the recovery of proprioception function and can improve early knee function.

【Key words】 Anterior cruciate ligament; Arthroscopic reconstruction; Remnant; Proprioception; Knee function

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 损伤是一种常见的运动创伤性疾病, 可引起膝关节严重不稳, 致使膝关节退变^[1]。关节镜下 ACL 重建术是目前治疗 ACL 损伤的主流术式, 能够恢复膝关节

的稳定功能, 但由于术后患者在相当长时间内存在慢性本体感觉功能缺陷, 可能出现膝关节不稳, 运动功能恢复不理想^[2]。因此, 如何进行重建术式的改良, 以提高膝关节稳定性一直是运动医学研究的热

点。有学者^[3]认为,保留残端重建 ACL 时,所保留的原韧带残余组织中的血管、细胞有助于血管重塑,促进移植物成熟度的提高,改善膝关节功能。此外,ACL 残端保留着机械感受器,这有利于本体感觉功能的恢复^[4]。在国外,保留残端重建技术已有报道^[5],但关于保留原韧带残端相比传统术式能否获得更好本体感觉功能恢复和关节稳定性,国内相关报道鲜见。为此,本研究欲探讨保留原韧带残端 ACL 重建术对患者术后本体感觉和关节功能恢复的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2020 年 12 月至 2021 年 12 月在应急总医

院行 ACL 重建术的 82 例患者为研究对象。纳入标准:(1)有单侧膝关节损伤史,MRI 显示单纯性 ACL 断裂;(2)接受关节镜 ACL 重建术;(3)年龄为 18 ~ 50 岁;(4)无膝关节其他韧带损伤;(5)无关节畸形。排除标准:(1)多发性韧带损伤;(2)患有膝外合并症者;(3)合并关节炎(痛风性关节炎、膝骨关节炎等)者;(4)合并严重心肺疾病者;(5)合并严重膝关节软骨损伤者;(6)既往有膝关节手术史者。根据治疗方案不同将患者分为观察组和对照组,每组各 41 例。观察组行保留残端 ACL 重建术,对照组行常规不保留残端 ACL 重建术。本研究符合《赫尔辛基宣言》要求。两组患者一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

组别	性别		年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	膝关节侧别		受伤至手术时间(周)	致伤原因	
	男	女			左	右		运动伤	交通伤
观察组(n=41)	25(60.98)	16(39.02)	33.58±8.45	23.56±3.11	18(43.90)	23(56.10)	7.84±2.44	31(75.61)	10(24.39)
对照组(n=41)	27(65.85)	14(34.15)	34.12±9.15	24.05±3.08	16(39.02)	25(60.98)	8.12±2.51	30(73.17)	11(26.83)
t/ χ^2 值	0.210		0.278	0.717	0.201		0.512	0.064	
P 值	0.647		0.782	0.476	0.654		0.610	0.800	

1.2 方法

患者均由同一组医师完成手术。实施腰硬联合麻醉,患者采取仰卧位。常规取关节镜标准前外侧和前内侧入路,置入关节镜首先行诊断性检查,明确 ACL 断裂情况,若术中同时发现半月板损伤,予以部分切除或者缝合,但不纳入试验。移植物均由自体腓绳肌腱制备成。观察组:对于股骨、胫骨 ACL 残余组织不作清理。屈膝 90°位下,于胫骨 ACL 残留韧带附着点中心位置将定位器固定在胫骨端,扩隧道时需注意避免造成残端纤维的损伤,以刚好钻透骨质为宜,保证胫骨端断裂的 ACL 残端能够将移植的肌腱完全包裹。于屈膝 120°位下,在股骨残端中心处,钻取股骨骨道。对照组:对股骨 ACL、胫骨 ACL 残余组织作完全清理,使胫骨平台内侧得以充分暴露,其余步骤同观察组。两组胫骨、股骨段的肌腱固定方式相同,固定时,取屈膝 30°位,拉紧肌腱和减张缝线,挤压螺钉固定。关节镜下确定移植物处于良好形态,然后对关节腔积血作清洗,行伤口缝合,最后采用无菌绷带进行加压包扎处理。

术后处理:予以常规对症支持,冷敷 24 h,术后 1 d 即开始功能锻炼(踝泵训练、股四头肌等长收缩等)。术后 3 d 行屈伸运动(膝关节 90°),不负重行走;之后将膝关节活动度逐渐增加,于 2 ~ 3 周内达

到完全屈伸。术后 4 周正常负重行走,术后 3 ~ 5 个月逐步恢复体育活动。

1.3 观察指标

(1)手术一般情况:记录两组患者手术时间、术中出血量和移植物直径等情况。(2)Lysholm 评分:记录两组术前、术后 3、6 及 12 个月的 Lysholm 评分,该评分包括膝关节软弱无力、需要支持、上下楼、关节不稳定等 8 项,总得分为 100 分,分数越高,说明患者有着越好的膝关节动态稳定性,更好的关节功能^[6]。(3)国际膝关节文献委员会(IKDC)评分:记录两组术前、术后 3、6 及 12 个月的 IKDC 评分,该评分包括疼痛、僵硬、日常生活能力等方面,总分为 100 分,得分越高,说明膝关节功能越好^[7]。(4)膝关节角度重现,测评方法参照文献^[8]:让患者佩戴眼罩,戴上耳塞,并将长筒袜穿上,然后让其行坐位,最初时患者膝关节保持 90°屈曲,开始治疗时让其患膝被动屈曲至 30°,停留 10 s 后再恢复到起始位置,然后,让患者根据自己记忆进行患膝的主动屈曲,每个角度各停留 10 s,使用电子角度尺来进行测量,得到设定角度值与模拟角度值,并计算二者之差,各个角度测量次数均为 3 次,结果取平均值,差值越小,则提示患者有着较好的位置觉。(5)被动活动察觉阈值,测评方法参照文献^[9]:患者取坐位,

进行膝关节被动伸直运动,仪器使用等速肌力训练仪,速度为 $1^{\circ}/s$,初始时,患者屈膝 20° ,当感觉患肢活动时,停止机器,对终止角度进行记录,并计算初始角度与终止角度的差值,重复测量3次,结果取3次测量的平均值,差值越小,提示患者运动感知能力越强。

1.4 统计学分析

应用SPSS 28.0软件进行数据处理与分析。计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较用成组 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验;对重复测量数据(Lysholm评分、IKDC评分等)采用重复测量的方差分析,两两比较采用Dumnett- t 检验;计数资料用 $[n(\%)]$ 表示,组间比较行成组 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者手术一般情况比较

两组患者手术时间、移植直径等手术一般情况比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

表2 两组患者手术一般情况比较($\bar{x} \pm s$)

组别	手术时间(min)	术中出血量(min)	移植直径(mm)
观察组($n=41$)	86.47 \pm 7.45	88.12 \pm 10.12	8.06 \pm 0.51
对照组($n=41$)	89.12 \pm 8.41	90.25 \pm 9.76	7.97 \pm 0.54
t 值	1.510	0.970	0.776
P 值	0.135	0.335	0.440

2.2 两组患者不同时间点 Lysholm 评分比较

术前,两组患者 Lysholm 评分相当,差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后,各时间点,两组患者 Lysholm 评分均增高($P < 0.05$);且术后3、6个月观察组 Lysholm 评分均高于对照组($P < 0.05$)。术后12个月,两组 Lysholm 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表3。

表3 两组患者不同时间点 Lysholm 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	术前	术后3个月	术后6个月	术后12个月
观察组($n=41$)	47.36 \pm 5.45	70.55 \pm 4.12*	89.12 \pm 4.25*	93.12 \pm 4.68*
对照组($n=41$)	48.12 \pm 4.78	67.58 \pm 4.69*	84.41 \pm 4.37*	92.45 \pm 5.12*
t 值	0.671	3.046	4.947	0.618
P 值	0.504	0.003	<0.001	0.538

* $P < 0.05$,与同组术前比较。

2.3 两组患者不同时间点 IKDC 评分比较

术前,两组患者 IKDC 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后,各时间点两组 IKDC 评分均增高($P < 0.05$);术后3个月和6个月。观察组 IKDC 评分均高于对照组($P < 0.05$)。术后12个月,

两组患者 IKDC 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表4。

表4 两组患者不同时间点 IKDC 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	术前	术后3个月	术后6个月	术后12个月
观察组($n=41$)	46.76 \pm 4.69	73.25 \pm 4.25*	83.45 \pm 3.99*	95.41 \pm 4.02*
对照组($n=41$)	47.35 \pm 4.82	68.45 \pm 5.17*	80.41 \pm 4.21*	94.75 \pm 3.97*
t 值	0.562	4.592	3.356	0.748
P 值	0.576	<0.001	0.001	0.457

* $P < 0.05$,与同组术前比较。

2.4 两组患者术后各时间点膝关节角度重现比较

术后3、6个月,观察组膝关节角度重现均小于对照组($P < 0.05$)。术后12个月,两组患者膝关节角度重现比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表5。

表5 两组患者术后不同时间点膝关节角度重现比较($\bar{x} \pm s,^{\circ}$)

组别	术后2周	术后3个月	术后6个月	术后12个月
观察组($n=41$)	6.43 \pm 1.17	5.76 \pm 1.12	3.68 \pm 0.84	2.75 \pm 0.74
对照组($n=41$)	6.49 \pm 1.19	6.24 \pm 1.04	4.51 \pm 0.92	2.94 \pm 0.68
t 值	0.230	2.011	4.266	1.211
P 值	0.819	0.048	<0.001	0.230

2.5 两组患者术后不同时间点被动活动察觉阈值比较

术后3、6个月,观察组被动活动察觉阈值均小于对照组($P < 0.05$)。术后2周、术后12个月,两组患者被动活动察觉阈值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表6。

表6 两组患者术后不同时间点被动活动察觉阈值比较($\bar{x} \pm s,^{\circ}$)

组别	术后2周	术后3个月	术后6个月	术后12个月
观察组($n=41$)	3.25 \pm 0.51	2.65 \pm 0.58	2.31 \pm 0.42	1.72 \pm 0.31
对照组($n=41$)	3.36 \pm 0.58	3.11 \pm 0.61	2.69 \pm 0.38	1.81 \pm 0.44
t 值	0.912	3.500	4.296	1.071
P 值	0.365	0.001	<0.001	0.288

3 讨论

ACL重建术是ACL损伤的主要治疗手段,但重建术后患者存在膝关节打软、稳定性差、功能恢复不理想等问题,而本体感觉不良是其中重要原因^[10]。研究^[11]表明,通过ACL本体感觉的传输能够提高肌肉控制能力,对于维持关节运动的稳定尤为关键。因此,如何改良ACL重建术以利于本体感觉功能和膝关节稳定性的恢复成为研究的热点。研究^[12]认为,ACL重建术中保留残端有助于骨与肌腱的愈合,对膝关节功能的恢复有积极作用。但是关于保留ACL残端是否能够改善ACL患者术后本体感觉尚不清楚。

ACL 在膝关节稳定的维持中有着重要作用,从结构上讲 ACL 起于股骨外侧踝,终于胫骨踝间隆起,使股骨与胫骨得以连接,维持膝关节的相对稳定;就功能而言,ACL 周围分布有大量机械感受器,通过介导神经中枢能够调控神经肌肉反馈,对膝关节实现动态控制。一项体内研究^[13]发现,ACL 中存在 Pacinian 小体、Ruffini 小体等组织,有着非典型的机械感受,这提示 ACL 能够对膝关节本体感受发挥作用。研究^[4]显示,ACL 机械感受器的数目是影响膝关节本体感觉功能的重要因素,并且残端细胞数目、活性与 ACL 重建术后疗效相关。

在 ACL 重建术中将 ACL 起止端残留组织予以保留不仅有利于移植物与股骨胫骨端的融合,还能够促进加快移植物韧带化,有助于移植物的成熟。而移植物成熟度越高,ACL 患者术后膝关节功能越好^[14]。干细胞有着组织修复功能,是 ACL 治疗的新手段之一^[15]。而 ACL 断裂组织富含 CD34⁺ 干细胞,具有增殖、分化潜能,这对于组织重建也是有利的^[16]。马子越等^[17]研究表明,保留残端重建 ACL 相比不保留残端重建具有一定生物学优势,能够促进移植物腱骨愈合,对于膝关节功能恢复有益。本研究中,相比对照组,术后早期(3~6 个月),观察组 Lysholm 评分和 IKDC 评分更高,而术后 12 个月两组 Lysholm 评分和 IKDC 评分均无统计学差异,表明是否保留残端重建 ACL 最终获得的膝关节功能恢复是相当的,但重建早期,保留残端有利于膝关节功能恢复。

本体感觉属于特殊身体意识,包括位置觉和运动觉。先前研究^[18]报道,膝关节角度重现能够较好评价患者对位置的感知能力,而膝关节被动活动察觉阈值能够评估患者对运动的感知能力。因此,本研究采用膝关节角度重现和被动活动察觉阈值来评估患者本体感觉恢复情况。本研究发现,与对照组进行比较,观察组术后 3 个月和 6 个月的膝关节角度重现更优,且被动活动察觉阈值也更佳,表明保留残端重建 ACL 有利于早期本体感觉的恢复。

综上,本研究表明,ACL 患者行保留残端解剖单束重建术可获得较好的本体感觉恢复,使得膝关节功能改善。

参考文献

[1] 林霞,牟朋林,刘韬,等. 关节镜下膝关节前交叉韧带损伤重建术治疗的临床研究[J]. 广州医药,2021,52(4):68-70.
[2] Cheung WH, Li CY, Zhu TY, et al. Improvement in muscle performance after one-year cessation of low-magnitude high-frequency vibration in community elderly[J]. Journal of Musculoskeletal &

Neuronal Interactions,2016,16(1):4-11.
[3] Haviv B, Kittani M, Yaari L, et al. The detached stump of the torn anterior cruciate ligament adheres to the femoral Notch wall and then to the posterior cruciate ligament within 6 months from injury [J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2019, 27(8):2653-2658.
[4] 张磊,李义凯. 膝关节前交叉韧带本体感觉的研究进展[J]. 中国康复医学杂志,2017,32(2):245-247.
[5] Ahn JH, Wang JH, Lee YS, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using remnant preservation and a femoral tensioning technique: clinical and magnetic resonance imaging results [J]. Arthroscopy: the Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association, 2011, 27(8):1079-1089.
[6] Arockiaraj J, Korula RJ, Oommen AT, et al. Proprioceptive changes in the contralateral knee joint following anterior cruciate injury [J]. The Bone & Joint Journal, 2013, 95-B(2):188-191.
[7] Aşık M, Şener N. Failure strength of repair devices versus meniscus suturing techniques [J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2002, 10(1):25-29.
[8] Barrett DS. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction [J]. The Journal of Bone and Joint Surgery British Volume, 1991, 73(5):833-837.
[9] Roberts D, Ageberg E, Andersson G, et al. Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in ACL-deficient patients [J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2004, 12(5):357-363.
[10] 周鹏,邵宏斌,杨勤旭,等. 前交叉韧带重建膝关节本体感觉的恢复[J]. 中国矫形外科杂志,2019,27(12):1073-1077.
[11] 沙霖,赵金忠. 前交叉韧带胫骨侧残端中机械感受器的计数研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2010,24(11):1318-1322.
[12] 姬广伟,许洪涛,滕学仁,等. 前交叉韧带重建术中是否保留韧带残端对胫骨骨道扩大的影响[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2020,35(12):1307-1309.
[13] Li B, Luo XD, Wen Y. Changes in mechanoreceptors in rabbits' anterior cruciate ligaments with age [J]. Journal of Molecular Histology, 2019, 50(3):229-237.
[14] 陈荣进,顾心怡,向先祥. 前交叉韧带重建术后移植物成熟度与膝关节功能的相关性研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2021,35(6):704-709.
[15] Chen TZ, Wang YS, Li XS. Anterior cruciate ligament reconstruction using an anterior cruciate ligament stump [J]. Wideochirurgia i Inne Techniki Maloinwazyjne = Videosurgery and Other Minimally Invasive Techniques, 2019, 14(3):461-467.
[16] Butt U, Khan ZA, Zahir N, et al. Histological and cellular evaluation of anterior cruciate ligament [J]. The Knee, 2020, 27(5):1510-1518.
[17] 马子越,巨啸晨,张磊,等. 保留与不保留残端重建前交叉韧带后移植物腱骨愈合的比较[J]. 中国组织工程研究,2021,25(4):582-587.
[18] 王艳,吴珊红,戚彪,等. 振动疗法结合常规康复训练对前交叉韧带重建术后膝关节本体感觉及动态稳定性的影响[J]. 中国康复医学杂志,2021,36(7):858-862.

(收稿日期:2023-09-05

修回日期:2023-10-15)