

前交叉韧带重建中移植物直径大小与膝关节功能的关系

https://doi.org/10.12307/2022.459

罗学辉, 杜绍龙

投稿日期: 2021-05-06

采用日期: 2021-07-05

修回日期: 2021-09-01

在线日期: 2021-09-27

中图分类号:

R459.9; R318.08; R684.7

文章编号:

2095-4344(2022)34-05482-04

文献标识码: B

文章快速阅读:

对象:

前交叉韧带断裂行前交叉韧带重建患者共 90 例。

分组:

根据膝关节自体肌腱编织后直径大小分为 7 mm 组 ($n=26$)、8 mm 组 ($n=43$) 及 9 mm 组 ($n=21$)。

观察指标:

(1) Lysholm 膝关节功能评分表; (2) 国际膝关节文献委员会膝关节评估表 (IKDC); (3) KT-1000 测量关节稳定; (4) 后交叉韧带指数。

文题释义:

后交叉韧带指数: 在MRI斜矢状位图像上应用后交叉韧带指数来判断术后移植物与后交叉韧带撞击的程度, 在膝关节MRI斜矢状位上画出2条线段A和B, B为后交叉韧带上、下止点中心点之间的连线, A为线段B与后交叉韧带之间的垂线, 后交叉韧带指数=线段B长度/线段A长度, 研究发现后交叉韧带指数与撞击程度呈正相关, 即撞击程度越严重后交叉韧带指数越大。

摘要

背景: 重建前交叉韧带后患者功能的康复与不同重建方式、前交叉韧带移植物形态及直径、不同前交叉韧带移植物类型等多种因素有关, 相关临床研究认为移植物的直径在7-10 mm范围内, 直径越大膝关节恢复功能越好、并发症越少。

目的: 研究前交叉韧带重建移植物直径大小与患者膝关节功能的关系。

方法: 选择广州中医药大学附属佛山市中医院三水医院2018年3月至2020年1月收治的前交叉韧带断裂患者90例, 均采用自体肌腱进行前交叉韧带重建, 根据自体肌腱编织后直径的大小分为7 mm组($n=26$)、8 mm组($n=43$)及9 mm组($n=21$)。术后随访1年, 应用IKDC评分及Lysholm评分评价患者膝关节功能, 采用KT-1000试验及后交叉韧带指数评价患者膝关节稳定性。试验获得广州中医药大学附属佛山市中医院三水医院伦理委员会批准。

结果与结论: ①8 mm组患者的IKDC评分及Lysholm评分均高于7 mm组、9 mm组($P < 0.05$), 7 mm组与9 mm组患者的IKDC评分及Lysholm评分比较差异均无显著性意义($P > 0.05$); ②7 mm组患者的KT-1000试验胫骨前移距离与后交叉韧带指数均大于8 mm组、9 mm组($P < 0.05$), 8 mm组患者的后交叉韧带指数小于9 mm组($P < 0.05$), 8 mm组与9 mm组KT-1000试验胫骨前移距离比较差异无显著性意义($P > 0.05$); ③结果表明对于单纯膝关节前交叉韧带损伤患者中, 重建移植物直径8, 9 mm有可获得良好的膝关节稳定性, 重建移植物直径为8 mm可获得更好的膝关节功能, 偏小或者偏大的移植物直径可能会对患者关节功能恢复带来某些因素的影响。

关键词: 前交叉韧带; 移植物直径; 膝关节功能; 重建; 膝关节; 单束重建; 病理撞击

Relationship between graft diameter and knee function in anterior cruciate ligament reconstruction

Luo Xuehui, Du Shaolong

Sanshui Hospital of Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Foshan 528100, Guangdong Province, China
Luo Xuehui, Master, Associate chief physician, Sanshui Hospital of Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Foshan 528100, Guangdong Province, China

Abstract

BACKGROUND: The functional rehabilitation of patients after anterior cruciate ligament reconstruction is related to various factors, such as different reconstruction methods, anterior cruciate ligament graft shape and diameter, and different types of anterior cruciate ligament graft. Related clinical studies suggest that the diameter of the graft is 7-10 mm; the larger the diameter, the better the knee joint recovery function and the fewer complications.

OBJECTIVE: To study the relationship between graft diameter and knee function in anterior cruciate ligament reconstruction.

METHODS: A total of 90 patients with anterior cruciate ligament rupture in Sanshui Hospital of Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine from March 2018 to January 2020 were selected. Autogenous tendons were used for anterior cruciate ligament reconstruction. According to the diameter size of the autologous tendon braided in the knee joint, they were divided into 7 mm group ($n=26$), 8 mm group ($n=43$) and 9 mm group ($n=21$). The patients were followed up for 1 year. IKDC and Lysholm were used to assess knee function. The stability of knee joint was evaluated by KT-1000 and posterior cruciate ligament index. The protocol was approved by the Ethics Committee of Sanshui Hospital of Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine.

广州中医药大学附属佛山市中医院三水医院, 广东省佛山市 528100

第一作者: 罗学辉, 男, 1980年生, 广东省佛山市人, 汉族, 医学硕士, 副主任医师, 主要从事运动医学、骨关节矫形外科研究。

https://orcid.org/0000-0002-2829-8051 (罗学辉)

基金资助: 广东省医学科学技术研究基金项目 (B2021271), 项目名称: 前交叉韧带单束重建术后移植物与后交叉韧带病理性质撞击的三维有限元研究, 项目负责人: 罗学辉

引用本文: 罗学辉, 杜绍龙. 前交叉韧带重建中移植物直径大小与膝关节功能的关系 [J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(34):

5482-5485.



RESULTS AND CONCLUSION: (1) IKDC score and Lysholm score of the 8 mm group were higher than those of the 7 mm group and the 9 mm group ($P < 0.05$). There was no significant difference between the 7 mm group and the 9 mm group in the IKDC score and Lysholm score ($P > 0.05$). (2) Tibial anteversion distance in KT-1000 test and the posterior cruciate ligament index of the 7 mm group were greater than those of the 8 mm group and 9 mm group ($P < 0.05$). The posterior cruciate ligament index of the 8 mm group was less than that of the 9 mm group ($P < 0.05$). There was no significant difference in tibial anteversion distance in KT-1000 test between the 8 mm group and 9 mm group ($P > 0.05$). (3) Results suggest that in patients with simple anterior cruciate ligament injury of the knee, the reconstructed diameter of 8 mm and 9 mm has better stability of the knee joint. The reconstructed diameter of 8 mm has better function. Smaller or larger diameter may affect the functional recovery of patients with certain factors.

Key words: anterior cruciate ligament; graft diameter; knee function; reconstruction; knee joint; single-beam reconstruction; pathology of the impact

Funding: Guangdong Medical Science and Technology Research Fund Project, No. B2021271 (to LXH)

How to cite this article: LUO XH, DU SL. Relationship between graft diameter and knee function in anterior cruciate ligament reconstruction. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu.* 2022;26(34):5482-5485.

0 引言 Introduction

关节镜下前交叉韧带重建是前交叉韧带断裂的主要治疗方法,移植物的选择主要有自体与异体肌腱两种,手术方式为单束或双束重建,中国采用的手术方式主要是自体肌腱的单束重建。前交叉韧带对维持膝关节的过度前移及旋转稳定具有极其重要的作用^[1]。重建前交叉韧带后患者功能的康复与不同重建方式、前交叉韧带移植形态及直径、不同前交叉韧带移植类型等多种因素有关^[2]。相关临床研究认为移植直径在 7-10 mm 范围内,直径越大其膝关节恢复功能越好、并发症越少^[3]。现实中不同人群的自体肌腱大小存在一定的差异,并不能达到研究中的最佳直径,而且近年来相关的临床及力学研究发现,移植直径的大小与膝关节功能恢复及旋转稳定无相关关系^[4]。

膝关节正常的生理运动是由多种组织结构正常协同作用下的结果,某一结构的改变必然会影响协同组织的正常功能。目前相关研究证实,前交叉韧带与后交叉韧带相互之间存在病理性撞击,前交叉韧带移植与后交叉韧带病理性撞击也是持续性关节液渗出、关节不稳、膝关节伸直障碍及膝前疼痛等术后并发症的重要原因^[5]。前交叉韧带重建术后的撞击与韧带重建位置及直径大小密切相关,目前相关研究领域仍处于空白。因此,为进一步研究移植直径大小与膝关节功能恢复及并发症的关系,研究采用前瞻性观察方法探讨其中的规律,进一步指导临床。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 前瞻性观察性研究,计数资料采用卡方检验,计量资料采用 LSD-t 检验。

1.2 时间及地点 试验于 2018 年 3 月至 2020 年 1 月在广州中医药大学附属佛山市中医院三水医院完成。

1.3 对象 选择 2018 年 3 月至 2020 年 1 月广州中医药大学附属佛山市中医院三水医院收治的前交叉韧带断裂患者 90 例,均采用自体肌腱进行前交叉韧带重建,根据自体肌腱编织后直径的大小分为 7 mm 组 ($n=26$)、8 mm 组 ($n=43$) 及 9 mm 组 ($n=21$)。所有患者对治疗知情同意,并签署了知情同意书。试验获得广州中医药大学附属佛山市中医院三水医院伦理委员会批准。

诊断标准: 采用 2017 年《实用关节镜手术学》诊断标准^[6],有近期明确的外伤史;伤后关节有错动感和撕裂感,

局部疼痛肿胀,膝关节无力不稳;检查膝部有压痛,自主活动障碍,关节腔穿刺可抽出积血,前抽屉试验阳性;膝关节 MR 明确显示前交叉韧带断裂或者大部分撕裂;术中关节镜下检查,明确膝关节前交叉韧带断裂。

纳入标准: ①符合上述诊断标准者;②年龄 18-50 岁者;③患者为单纯单侧膝关节前交叉韧带损伤,双下肢无其他疾患,发病前活动功能正常;④同意参与此次研究,签署知情同意书者。

排除标准: ①陈旧性前交叉韧带断裂患者;②合并膝关节多发韧带损伤或骨折的患者;③未能配合完成参与体质辨析调查的患者。

1.4 方法

1.4.1 前交叉韧带重建方法 患者取单侧腰麻下仰卧位,常规前内外侧入路,关节镜下检查,明确前交叉韧带断裂,不合并半月板或其他损伤,撤镜。取患膝腓绳肌作为移植,进行 4 股 /5 股 /6 股单束重建。通过前关节镜下韧带重建专用测量韧带直径套筒测量韧带直径,根据直径的大小进行分组观察,胫骨侧隧道定位在前交叉韧带足印区中点,股骨侧隧道定位于髁间窝外侧嵴(住院医师嵴和髁间窝外侧分叉嵴)^[7-8]。采用带袢可调钢板悬吊固定,胫骨侧用 1 枚可吸收挤压螺钉固定。检查前交叉韧带是否与髁间窝撞击,如果撞击则行髁间窝成形术。

1.4.2 术后处理 术后由同一医生制定相同的康复计划,术后佩戴铰链支具。术后第 1 周早期行股四头肌肌力训练。第 2 周开始进行佩戴支具于 0° 下部分负重活动,每周增加 15°,所有患者 3 个月基本达到完全负重,活动度达到正常。术后 3 个月内进行每周的门诊随访,3 个月至半年时间段进行 2 周一次的电话随访。半年后进行 1 个月一次的电话随访。所有患者的总随访时间为术后 12 个月。

1.5 主要观察指标 采用 Lysholm 膝关节功能评分表、国际膝关节文献委员会膝关节评估表 (IKDC) 评估患者术后膝关节功能情况;采用 KT-1000 试验及后交叉韧带指数评价患者术后膝关节稳定性。

Lysholm 膝关节功能评分满分 100 分,其中有下面几个重要监测点跛行、疼痛、肿胀、交锁、失稳感等,分越高代表患膝功能越好。IKDC 量表由膝关节评估 (10 条项目) 和膝关节韧带检查表 (8 条项目) 组成,内容包括关节疼痛、运动水平和日常生活能力,总分 0-100 分,评分越高患侧膝关

节功能越好。KT-1000 试验检测关节稳定性，在膝关节屈曲 30°，90° 时测试胫骨相对股骨的前移距离，前移距离越大提示前交叉韧带稳定性越差。在膝关节 MRI 斜矢状位上画出 2 条线段 A 和 B，B 为后交叉韧带上、下止点中心点之间的连线，A 为线段 B 与后交叉韧带之间的垂线，后交叉韧带指数 = 线段 B 长度 / 线段 A 长度，发现后交叉韧带指数与撞击程度呈正相关，即撞击程度越严重后交叉韧带指数越大^[9]。

1.6 统计学分析 使用 SPSS 18.0 统计学软件，计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，计数资料采用卡方检验，计量资料比较采用 LSD-t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 90 例患者全部完成术后 12 个月随访，进入结果分析。

2.2 试验流程图 见图 1。

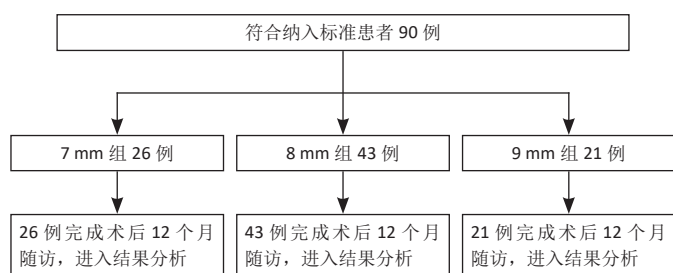


图 1 | 试验分组流程

Figure 1 | Trial flow chart of group assignment

2.3 各组基线资料比较 3 组患者间性别比例、年龄等资料比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，见表 1。

表 1 | 各组患者性别及年龄情况比较

Table 1 | Comparison of gender and age of patients in each group

组别	n	男 / 女 (n)	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)
7 mm 组	26	7/19	38.0±6.5
8 mm 组	43	6/37	36.0±7.3
9 mm 组	21	2/19	37.0±7.7
P_{1-2} 值		0.18	0.26
P_{2-3} 值		0.25	0.60
P_{1-3} 值		0.13	0.58

表注： P_{1-2} 为 7 mm 组与 8 mm 组比较， P_{2-3} 为 8 mm 组与 9 mm 组比较， P_{1-3} 为 7 mm 组与 9 mm 组比较

2.4 各组患者膝关节功能比较 3 组间 IKDC 评分及 Lysholm 评分比较差异有显著性意义 ($F=14.46$, $P=0.00$; $F=10.37$, $P=0.00$)。8 mm 组患者的 IKDC 评分及 Lysholm 评分均高于 7 mm 组、9 mm 组 ($P < 0.05$)，7 mm 组与 9 mm 组患者的 IKDC 评分及 Lysholm 评分比较差异均无显著性意义 ($P > 0.05$)，见表 2。

2.5 各组患者膝关节稳定性比较 3 组间 KT-1000 试验胫骨前移距离与后交叉韧带指数比较差异均有显著性意义 ($F=19.42$, $P=0.00$; $F=46.14$, $P=0.00$)。7 mm 组患者的 KT-1000 试验胫骨前移距离与后交叉韧带指数均大于 8 mm 组、9 mm 组 ($P < 0.05$)，8 mm 组患者的后交叉韧带指数小于 9 mm 组 ($P < 0.05$)，

8 mm 组与 9 mm 组 KT-1000 试验胫骨前移距离比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)，见表 3。

表 2 | 各组患者术后随访 12 个月的膝关节功能评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)

Table 2 | Knee joint function scores of patients in each group after 12 months of follow-up

组别	n	IKDC 评分	Lysholm 评分
7 mm 组	26	79.42±6.34	89.68±4.26
8 mm 组	43	86.75±5.22	93.42±4.66
9 mm 组	21	81.52±6.18	88.67±4.12
P_{1-2} 值		0.00	0.00
P_{2-3} 值		0.001	0.00
P_{1-3} 值		0.22	0.44

表注： P_{1-2} 为 7 mm 组与 8 mm 组比较， P_{2-3} 为 8 mm 组与 9 mm 组比较， P_{1-3} 为 7 mm 组与 9 mm 组比较

表 3 | 各组患者术后随访 12 个月的膝关节稳定性评价 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 | Evaluation of knee joint stability of patients in each group after 12 months of follow-up

组别	n	KT-1000 试验胫骨前移距离 (mm)	后交叉韧带指数
7 mm 组	26	2.6±0.6	4.183 4±0.486 6
8 mm 组	43	1.8±0.5	5.136 8±0.446 3
9 mm 组	21	1.6±0.8	5.394 1±0.518 2
P_{1-2} 值		0.00	0.00
P_{2-3} 值		0.22	0.00
P_{1-3} 值		0.00	0.04

表注： P_{1-2} 为 7 mm 组与 8 mm 组比较， P_{2-3} 为 8 mm 组与 9 mm 组比较， P_{1-3} 为 7 mm 组与 9 mm 组比较

2.6 不良反应及并发症 术后 12 个月随访中，8 mm 组 43 例患者中出现膝前疼痛 1 例，经过半年随访后疼痛可消失；9 mm 组 21 例患者中有 1 例在术后第 10 天出现切口愈合不良，经清创换药后可逐渐愈合。所有患者均未发生前交叉韧带再发断裂、关节血肿、表浅及深部感染等并发症。

3 讨论 Discussion

膝关节的前移及旋转的稳定性与前交叉韧带的完整密切相关，前交叉韧带损伤导致膝关节半月板及软骨不正常的退变，严重影响患者的膝关节运动功能^[10]。重建膝关节前交叉韧带可有效恢复膝关节的稳定性，减少相关并发症。在膝关节前交叉韧带重建手术中，移植物的选择、骨隧道的定位及移植物直径的大小是手术考虑的重点^[2, 11-12]。其中移植物的直径与韧带强度息息相关，一般来说移植物在生物活化中的强度会有所衰减，重建术后因移植物断裂、松弛等因素导致的翻修率增加。有研究探讨关节镜下应用自体 5 股腓绳肌腱单束重建膝关节前交叉韧带的临床效果与移植物直径的关系，发现移植物直径 > 8 mm 时临床效果更佳、关节稳定性高、术后再手术率低^[13]。有临床研究表明，前交叉韧带重建移植物直径在 7-10 mm 范围内，可以使移植物在活化中后期有足够的强度，使得膝关节具有更好的稳定性，同时降低术后再次手术的发生率^[14-15]。王震宇等^[4] 回顾性分析了 42 例前交叉韧带损伤患者的病历资料，探讨股骨侧隧道定位点和移植物直径对膝关节旋转稳定性的影响，发现移植物直径对膝关节旋转稳定性的影响不显著。一项关于 2 240 例患者的回

理性研究发现,当移植直径增加至7-10 mm时,每增加0.5 mm翻修手术的可能性降低0.86倍,进一步证明了自体肌腱直径大小在术中决策中的重要性^[3]。膝关节的运动需要各部件实现复杂的协同作用。前交叉韧带的主要功能是维持膝关节的前向稳定性,同时也维持膝关节的旋转稳定性^[1]。多数研究认为移植物的直径越大,膝关节的稳定性越好、翻修率越低,但往往忽略了各部件之间相互影响的情况存在,当前交叉韧带重建移植直径增大时对于相邻后交叉韧带等的干涉影响越大。在一项关于前后交叉韧带运动关系的研究文献中提到,不同重建方式、前交叉韧带重建移植形态及直径、不同前交叉韧带重建移植类型等移植本身因素与病理性撞击的发生密切相关。相关研究通过二次关节镜检查、生物力学测试等方法指出,与前交叉韧带重建移植与髌间窝病理性撞击一样,前交叉韧带重建移植与后交叉韧带的病理性撞击也是持续性关节液渗出、关节不稳、膝关节伸直障碍及膝前疼痛等术后并发症的重要原因^[5]。

该研究共纳入90例患者,在术后12个月对7, 8, 9 mm组患者进行膝关节功能及稳定性评价,统计分析结果显示,8 mm组患者的IKDC评分、Lysholm评分高于其他两组,说明8 mm组患者膝关节功能恢复更好,而7 mm组、9 mm组患者的膝关节功能恢复情况一样。在KT-1000试验胫骨前移距离方面,7 mm组患者的膝关节稳定性优于其他两组,8 mm组与9 mm组患者的膝关节稳定性无差异。后交叉韧带指数方面的统计分析结果显示,重建移植物的直径越大,膝关节稳定性越好。后交叉韧带指数是反映前交叉韧带稳定性的一项指标,也是反映前后交叉韧带撞击严重程度的一个判断标准。NISHIMORI等^[16]与FUNG等^[9]在MRI斜矢状位图像上应用后交叉韧带指数来判断术后移植与后交叉韧带撞击的程度,研究在膝关节MRI斜矢状位上画出2条线段A和B,B为后交叉韧带上、下止点中心点之间的连线,A为线段B与后交叉韧带之间的垂线,后交叉韧带指数=线段B长度/线段A长度,发现后交叉韧带指数与撞击程度呈正相关,即撞击程度越严重后交叉韧带指数越大。因此,后交叉韧带指数在反映膝关节稳定性的同时,也反映前后交叉韧带相互干涉影响程度。

研究发现与重建移植直径7, 9 mm比较,前交叉韧带重建移植直径8 mm可获得更好的关节功能评分,随着前交叉韧带重建移植直径的增大,关节稳定性越好;但是移植直径大小变化与关节功能评分、稳定性的变化趋势并不呈现正相关的变化,可能是随着移植直径的增大前后交叉韧带相互干涉影响严重,产生病理性撞击,从而反过来影响膝关节的正常功能,表明膝关节功能的优良并不取决于稳定性,而与多种因素的平衡协调相关。

作者贡献: 罗学辉进行试验设计, 试验实施为罗学辉, 试验评估为罗学辉, 资料收集杜绍龙, 杜绍龙成文, 罗学辉、杜绍龙审核。

经费支持: 该文章接受了“广东省医学科学技术研究基金项目(B2021271)”的资助。所有作者声明, 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。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

机构伦理问题: 试验获得广东省佛山市中医院三水医院伦理委员会批准。

知情同意问题: 所有患者对治疗知情同意, 并签署了知情同意书。

写作指南: 该研究遵守国际医学期刊编辑委员会《学术研究实验与报告和医学期刊编辑与发表的推荐规范》。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发表宗旨。

生物统计学声明: 该文统计学方法已经广州中医药大学生物统计学专家审核。

前瞻性临床研究数据开放获取声明: 文章作者同意: ①可以在一定范围内开放研究参与者去标识的个体数据; ②可以在一定范围内开放共享文章报告结果部分的去标识个体基础数据, 包括正文、表、图及附件; ③可以在一些情况下开放研究方案和知情同意书等相关文档; ④全文开放获取数据的时间是从文章出版后即刻, 并无终止日期。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] 田鑫铎, 尹文哲, 孙敏, 等. 前交叉韧带中前内束与后外束功能上的差异研究 [J]. 创伤外科杂志, 2013, 15(1): 53-56.
- [2] 韩长旭, 连欣, 额尔顿图, 等. 前交叉韧带重建手术并发症诊断及处理的研究进展 [J]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2020, 14(7): 577-580.
- [3] SNAEBJÖRNSSON T, HAMRIN SENORSKI E, AYENI OR, et al. Graft Diameter as a Predictor for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and KOOS and EQ-5D Values: A Cohort Study From the Swedish National Knee Ligament Register Based on 2240 Patients. *Am J Sports Med.* 2017; 45(9):2092-2097.
- [4] 王震宇, 李亦丞, 孙学斌, 等. 前交叉韧带重建术股骨侧定位点及移植直径变化与膝关节旋转稳定性相关性研究 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(12): 1245-1248.
- [5] 吴冰, 陆伟, 王大平, 等. 前交叉韧带移植与后交叉韧带撞击发生机制及解决方法的研究进展 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 17(11): 1006-1008.
- [6] 《实用关节镜手术学》出版 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(18): 1722.
- [7] FERRETTI M, EKDAHL M, SHEN W, et al. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy.* 2007; 23(11): 1218-1225.
- [8] FU FH, JORDAN SS. The lateral intercondylar ridge--a key to anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89(10): 2103-2104.
- [9] FUNG DT, ZHANG LQ. Modeling of ACL impingement against the intercondylar notch. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2003; 18(10): 933-941.
- [10] 张玲, 蔡宗远, 王少白, 等. 前交叉韧带重建术后膝关节运动分析研究进展 [J]. 医用生物力学, 2020, 35(2): 240-246.
- [11] 陈家, 魏世隽, 王洪. 关节镜下韧带重建术治疗前交叉韧带损伤的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(16): 1489-1494.
- [12] 张天伟, 蔡鄂, 郑钧文, 等. 前交叉韧带断裂重建研究进展 [J]. 现代医药卫生, 2020, 36(22): 3610-3613.
- [13] 田彦斌, 何仲义, 滕泰, 等. 应用不同直径5股自体腓绳肌腱单束重建前交叉韧带的临床研究 [J]. 宁夏医科大学学报, 2017, 39(8): 891-894.
- [14] MAGNUSSEN RA, LAWRENCE JT, WEST RL, et al. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthroscopy.* 2012; 28(4): 526-531.
- [15] SPRAGG L, CHEN J, MIRZAYAN R, et al. The Effect of Autologous Hamstring Graft Diameter on the Likelihood for Revision of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016; 44(6): 1475-1481.
- [16] NISHIMORI M, SUMEN Y, SAKARIDANI K, et al. An evaluation of reconstructed ACL impingement on PCL using MRI. *Magn Reson Imaging.* 2007; 25(5): 722-726.

(责任编辑: GW, ZN, ZJP)