

# 应用内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术近期疗效观察

王建旭<sup>1</sup>, 彭晓辉<sup>2</sup>, 丰浩田<sup>1</sup>, 安森博<sup>1</sup>, 董恣豪<sup>1</sup>, 黄子帅<sup>1</sup>, 刘喆<sup>1</sup>, 杨光<sup>1,2</sup>

(1. 山东第一医科大学附属省立医院骨关节科, 山东 济南 250022; 2. 山东省产品质量检验研究院, 山东 济南 250199)

**摘要:** **目的** 探讨关节镜下应用内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术的近期临床效果。 **方法** 选取2022年7月至2023年6月收治于山东第一医科大学附属省立医院骨关节科应用内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术患者42例。所有患者以自体半腱肌作为移植物, 股骨和胫骨端可调节袢钛板双悬吊固定, 股骨端钛板穿入高强缝合线或线带, 自胫骨端拉出后使用无结锚钉在胫骨骨皮质固定。通过随访术后 Lysholm 评分、国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC) 主观膝关节评分、拉赫曼试验、轴移试验评估手术的临床疗效。 **结果** 42例患者均手术成功, 并获6~12个月随访, 平均随访9.7个月。所有患者末次随访均未出现感染、韧带再断裂等并发症。Lysholm 评分和 IKDC 主观膝关节评分分别由术前(50.10±3.19)分和(51.42±4.52)分恢复至末次随访(82.38±2.86)分和(84.89±3.39)分, 差异均有统计学意义( $P<0.001$ )。拉赫曼试验术前均为阳性(Ⅱ度17例, Ⅲ度25例), 末次随访仅1例阳性(Ⅰ度1例), 差异有统计学意义( $P<0.001$ )。轴移试验末次随访均阴性, 显著少于术前42例(正常2例, Ⅰ级12例, Ⅱ级28例, Ⅲ级0例), 差异有统计学意义( $P<0.001$ )。 **结论** 应用内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术可获得满意的近期临床疗效, 显著改善患者膝关节功能和稳定性。

**关键词:** 前交叉韧带断裂; 膝关节镜; 膝关节前交叉韧带全内重建术; 内支撑技术; 近期疗效

中图分类号: R684.3

文献标志码: A

## Short-term efficacy of all-inside anterior cruciate ligament reconstruction assisted by internal brace technique

WANG Jianxu<sup>1</sup>, PENG Xiaohui<sup>2</sup>, FENG Haotian<sup>1</sup>, AN Senbo<sup>1</sup>, DONG Zihao<sup>1</sup>,  
HUANG Zishuai<sup>1</sup>, LIU Zhe<sup>1</sup>, YANG Guang<sup>1,2</sup>

(1. Department of Joint Surgery, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250022, Shandong, China; 2. Shandong Product Quality Inspection and Research Institute, Jinan 250199, Shandong, China)

**Abstract:** **Objective** To investigate the short-term efficacy of all-inside anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) assisted by internal brace technique under arthroscopy. **Methods** A retrospective study was performed on 42 patients with all-inside ACLR assisted by internal brace technique who were admitted to the Department of Joint Surgery, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University from July 2022 to June 2023. The femoral and tibial ends were fixed by double suspension with adjustable loop titanium plates, and the autosemitendinosus for ACL graft. High-strength sutures or wire bands were inserted into the femoral ends of the titanium plates, and then fixed in the tibial cortex with knot-free anchors after pulling out the tibial ends. Clinical outcome was evaluated with International Knee Documentation Committee (IKDC) score, Lysholm score, and knee stability tests (Lachman test and pivot shift test). **Results** All of the 42 patients underwent successful surgery and were followed up for 6 to 12

months, with an average duration of 9.7 months. At the final follow-up, no complications, such as infection or ligament re-rupture, were observed in any of the patients. The Lysholm score and IKDC score recovered from preoperative  $50.10 \pm 3.19$  and  $51.42 \pm 4.52$  to the last follow-up  $82.38 \pm 2.86$  and  $84.89 \pm 3.39$ , respectively, with statistical significance ( $P < 0.001$ ). All Lachman tests were positive before surgery (17 cases of grade II and 25 cases of grade III), and only 1 case was positive at the last follow-up (1 case of grade I), the difference was statistically significant ( $P < 0.001$ ). The pivot shift test was negative at the last follow-up, significantly less than the 42 cases before surgery (2 cases in normal, 12 cases in grade I, 28 cases in grade II, 0 cases in grade III), and the difference was statistically significant ( $P < 0.001$ ). **Conclusion** The application of all-inside anterior cruciate ligament reconstruction assisted by internal brace technique can obtain satisfactory short-term clinical outcomes, and has a significant improvement in the functional capacity and stability of the patient's knee joint.

**Key words:** Anterior cruciate ligament rupture; Knee arthroscopy; All-inside anterior cruciate ligament reconstruction; Internal Brace; Short-term efficacy

前交叉韧带是人体运动时重要的组织结构,具有稳定性支持、弹性调节和动作协调的功能<sup>[1-2]</sup>。然而前交叉韧带损伤也是最常见的韧带损伤,据统计,美国每年有 80 000~100 000 例前交叉韧带损伤患者,造成近 10 亿美元的经济损失<sup>[3]</sup>。前交叉韧带损伤患者随着时间的推移会出现运动时关节不稳,进一步发展则会造成韧带撕裂、半月板和关节软骨损伤以及继发骨性关节炎。韧带重建术是目前治疗韧带撕裂的金标准,然而运用传统的手术方式(即全长胫骨隧道膝关节前交叉韧带全内重建),存在移植要求高(长度和直径)、骨质损伤大、内固定不牢固等技术缺陷。另外,经历传统手术治疗的患者,尤其是有高强度运动需求人群,其术后膝关节功能的恢复情况较差。来自瑞典的一项随访研究发现,只有一半足球运动员在经历传统的前交叉韧带重建后返回了赛场,而未返回赛场者,其 2/3 的原因是与膝关节相关<sup>[4]</sup>。随着技术的进步,内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术是目前最新且效果最好的术式。本研究通过对应用内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术患者进行自身对照,评估其术后的近期疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2022 年 7 月至 2023 年 6 月于山东第一医科大学附属省立医院骨关节科接受内支撑技术辅助膝关节镜下前交叉韧带全内重建术,以自体半腱肌作为移植,股骨和胫骨端可调节袢钛板双悬吊固定,股骨端钛板穿入高强缝合线或线带,自胫骨端拉出后使用无结锚钉在胫骨骨皮质固定,重建前交叉韧带的患者 42 例,其中男 20 例,女 22 例,18~44 岁,平均 32 岁。纳入标准:①经临床诊断符

合该项新技术适应证的 16~50 岁初次前交叉韧带断裂患者;②未经历过其他膝关节手术的患者;③患者处于稳定期,术前检查心、肺、肝、肾功能符合手术条件患者;④患者及家属签署知情同意书,同意手术及接受随后的手术效果回访评估。排除标准:①临床资料不完整;②术中发现较重的关节炎及滑膜炎的患者;③中途退出患者;④存在手术禁忌证患者;⑤存在认知功能障碍的患者。本研究经山东第一医科大学附属省立医院伦理委员会审核批准(NSFC: NO.2024-680)。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 手术方法

患者平卧位,麻醉成功后,患肢大腿根部置气囊止血带,碘伏消毒止血带以下及足部,无菌手套及黏贴巾包裹足踝至小腿中段,铺设防水无菌巾单。术肢抬高,驱血,止血带加压至 300 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)。术肢屈膝 90°置于台上。前外侧入路进镜(30°镜),前内侧入路进器械。清除残留的前交叉韧带,取术肢鹅足处纵行切口,长约 5 cm,分离暴露半腱肌,取腱器取出,修整穿牵引线,将肌腱折叠,可吸收线编织缝合成一体,并测量直径,两端套入 Tight-Loop 带线钛板(美国 Arthrex 公司)备用,引入 1 根高强度非吸收外科缝线穿入一侧钛板备用,显露其胫骨及股骨附着点骨面。股骨侧定位,选用“IDEAL”点,具有以下特征: Isometric 等长; Direct insertion 直接止点; Eccentrically located 偏心; Anatomical 解剖; Low tension 低张。经内侧旁入路以偏心距 6 mm 定位器,由内向外打通股骨隧道,直径 4.5 mm,再使用钻头钻入股骨隧道,深 2.5 cm,探针探查后壁骨质完整度。胫骨侧定位于外侧半月板前角游离缘与内侧髁间嵴交点,胫骨足印区中心偏后。胫骨定位器以 55°由外向内打通胫骨隧道,再使用倒打钻头由内向外回钻,使用牵引线分别在股

骨和胫骨隧道引入肌腱,翻祥后分别收紧股骨及胫骨段钛板,胫骨端引出高强缝线,与钛板收紧线使用 Pushlock 锚钉(美国 Arthrex 公司)压入胫骨皮质内,探查见重建韧带张力。冲洗刀口及关节腔,逐层缝合切口,加压包扎。

1.2.2 围术期管理

①术前及术后分别静脉滴入头孢唑林 2 g+生理盐水 100 mL 预防感染,各 1 次;②术中使用“鸡尾酒”(酮咯酸氨丁三醇注射液 30 mg+盐酸罗哌卡因注射液 150 mg+盐酸肾上腺素注射液 1 mg+复方倍他米松注射液 1 mL)关节囊周围注射,降低术后疼痛;③松止血带前 10 min 静脉注射氨甲环酸以减少出血;④术后返回病房后即开始冷疗,以防止术后皮肤肿胀不适;⑤佩戴膝关节支具外固定,尽早开始踝泵运动,防止失用性肌肉萎缩;⑥术后 1 d 即可扶拐下地活动,术后 5~8 周逐渐开始完全负重。

1.2.3 评价指标

随访评估患者 Lysholm 膝关节评分、国际膝关节文献委员会(International Knee Documentation Committee, IKDC)主观膝关节评分,且于山东第一医科大学附属省立医院骨关节科门诊复查时记录术后拉赫曼试验:胫骨前移 0~5 mm 被认为是轻度损伤(I 度损伤),表现为少量韧带纤维的撕裂,韧带长度基本正常,伴有局部压痛但无关节不稳;胫骨前移 5~10 mm 属于中度损伤(II 度损伤),表现为更多韧带纤维的断裂,韧带长度改变,伴有更重的功能丧失和关节反应,并有轻到中度的关节不稳;胫骨前移 >10 mm 为重度损伤(III 度损伤),即韧带的完全断裂(急性损伤),表现为显著的关节不稳。轴移试

验:依据 IKDC 主观膝关节评分标准:一度(I 度):滑动,表示前交叉韧带松弛;二度(II 度):跳动,表明前交叉韧带可能存在损伤;三度(III 度):绞索或半脱位,表示前交叉韧带断裂的检查结果。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计学软件。定量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,资料呈正态分布时,术前与术后比较采用配对 *t* 检验,资料呈非正态分布时,采用 Wilcoxon 符号秩检验。定性资料采用配对  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术结果

所有患者均顺利完成内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术,见图 1。肌腱-可调祥钢板-高强线复合体制备后的照片及示意图,见图 2。

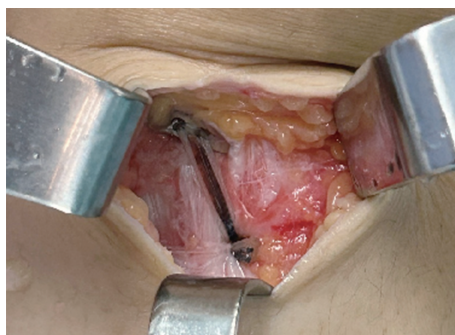


图 1 内支撑技术辅助膝关节前交叉韧带全内重建术后  
Figure 1 Postoperative diagram of all-inside arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with internal brace



图 2 肌腱-可调祥钢板-高强线复合体制备后的照片(A)及示意图(B)  
Figure 2 Photo(A) and schematic diagram(B) of tendon - adjustable loop plate - high strength wire complex after preparation

2.2 术后膝关节核磁共振复查

术后 4 周复查核磁共振可看到股骨侧、胫骨侧

半长骨隧道,以及胫骨远端固定 internal brace 缝线的无结锚钉。见图 3。



图3 术后4周,患者检查膝关节核磁共振结果

A: 膝关节侧位片; B: 膝关节正位片。

Figure 3 Four weeks after surgery, the patient underwent MRI of the knee

A: Lateral position of the knee joint; B: Anteroposterior projection of the knee joint.

### 2.3 手术前后 Lysholm 评分和 IKDC 主观膝关节评分比较

手术完成后对所有患者进行 6.1~12.5 个月随访,平均随访 9.7 个月。所有患者末次随访均未出现感染、韧带再断裂等并发症。Lysholm 评分和

IKDC 主观膝关节评分分别由术前(50.10±3.19)分和(51.42±4.52)分恢复至术后末次随访(82.38±2.86)分和(84.89±3.39)分,差异有统计学意义( $P < 0.001$ ),见表 1。

表 1 患者术前、术后 Lysholm 评分与 IKDC 评分

Table 1 Preoperative and postoperative Lysholm score and IKDC score

| 评分类型         | 例数 | 手术前        | 手术后        | 差值         | <i>t</i> | <i>P</i> |
|--------------|----|------------|------------|------------|----------|----------|
| Lysholm 评分   | 42 | 50.10±3.19 | 82.38±2.86 | 32.29±2.43 | 86.022   | <0.001   |
| IKDC 主观膝关节评分 | 42 | 51.42±4.52 | 84.89±3.39 | 33.46±3.93 | 55.198   | <0.001   |

### 2.4 手术前后拉赫曼试验和轴移试验比较

拉赫曼试验术前均为阳性(Ⅱ度 17 例,Ⅲ度 25

例),末次随访仅 1 例阳性(Ⅰ度 1 例),通过 McNemar 检验, $\chi^2$  为 39.024,差异有统计学意义

( $P < 0.001$ )。轴移试验末次随访均阴性,显著少于术前42例(正常2例,I度12例,II度28例,III度0例),通过 McNemar 检验, $\chi^2$  为 38.025,差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。

### 3 讨论

前交叉韧带的主要作用包括维持膝关节的稳定性、参与膝关节的运动控制、吸收和分散应力、提供本体感觉反馈等,是人体重要的运动结构。它的损伤不仅限制了患者的运动能力,同时也加大了患膝发展为关节骨性关节炎的风险<sup>[5-6]</sup>。经过多年的临床实践探索,前交叉韧带损伤的治疗经历了由保守治疗到切开缝合再到关节镜下重建的过程。膝关节前交叉韧带全内重建技术是近年逐渐兴起的一种新技术,其具体的临床疗效引发了当前广泛关注和讨论。

目前取自体肌腱进行前交叉韧带重建术仍是金标准。传统的重建方式因需要在胫骨和股骨端打通全长骨髓道,且兼顾肌腱的长度和直径,通常同时取自体半腱肌和股薄肌,然而 Xergia 等<sup>[7]</sup>研究发现,自体半腱肌加股薄肌取腱后,对患者术后的屈膝肌力有着一定影响,最早出现在术后第6个月,在术后第24个月部分患者仍无缓解。本研究采用全内重建术仅钻取患者胫骨和股骨端半长骨隧道,显著减小了对移植物长度的要求,进而可选择更大直径的移植物。有研究显示,在7~9 mm 范围内,移植物直径每增加0.5 mm,患者再次修复的可能性就会降低0.82倍<sup>[8]</sup>;相关研究发现,移植物直径在7~10 mm之间,移植物直径每增加0.5 mm,翻修手术可能降低0.86倍<sup>[9]</sup>。由此可见,移植物的直径可反映韧带强度进而影响手术质量。采用全内重建技术,单根半腱肌进行多股折叠即可同时满足长度和直径需求,因而在术中可保留股薄肌仅取半腱肌肌腱。股薄肌具有维持髌关节内收和旋外,帮助膝关节屈曲并内旋的功能<sup>[10]</sup>。Monaco 等<sup>[11]</sup>研究发现,股薄肌的保留可以在较低的角速度下产生更好的屈曲力量恢复。股薄肌的保留减少了对患者皮肤和软组织损伤<sup>[12]</sup>,减少取腱肢体的肌肉力量损失和膝关节在旋转负荷下不稳定的风险<sup>[13-14]</sup>。本研究术后随访患者时,未发现因取腱肢疼痛或力量不足,导致康复锻炼效果欠佳以致关节活动度差,甚至出现关节僵硬的情况,表明全内重建技术的应用可以减小取腱并发症的可能性,且利于加速康复。半长骨髓

道的钻取相对于传统手术全长骨隧道来说,也意味着可保留患者更多的骨量,骨量保留利于患者骨质强度的维持以及远期翻修时的质量。

本研究膝关节前交叉韧带全内重建术患者均采用双侧可调髌皮质悬吊固定。患者术后拉赫曼实验除1例I度阳性外其他全部阴性,表明应用双侧可调髌皮质悬吊固定的全内重建,可以恢复前向的稳定。因为患者术前轴移实验均为I~II度阳性,所以术中仅采取前交叉韧带重建,未对前外侧韧带进行修复或重建,然而术后随访患者轴移实验均为阴性,表明膝关节前外侧旋转稳定性同样得到恢复。悬吊钛板全内重建术与传统重建术相比,具有更佳的腱骨愈合,更微创等优势。Smith 等<sup>[15]</sup> 研究结果显示,悬吊固定腱骨愈合更优;Mayr 等<sup>[16]</sup> 研究结果表明,可调节的皮质悬吊固定胫骨骨道扩大远小于界面螺钉固定;Fu 等<sup>[17]</sup> 的荟萃分析显示,界面螺钉术后骨道直径扩大较皮质悬吊组显著。Schützenberger 等<sup>[18]</sup> 研究发现,在股骨和胫骨侧使用可调节环装置和固定装置有着相似稳定性,并且能够显著降低大隐神经病变的发生;Lubowitz 等<sup>[19]</sup> 研究显示,膝关节前交叉韧带全内重建术的皮质悬吊固定和界面螺钉固定在膝关节前后稳定性无明显差异,表明皮质悬吊固定与界面螺钉固定同样牢固可靠。由此可见,全内重建术的应用不仅能取得良好的稳定性,还可保留股薄肌、利于腱骨愈合、降低术后骨髓道扩大等优势,值得在临床上大力推广。

当术后没有发生创伤性事件但仍然出现移植物失败时,应考虑移植物愈合及其强度的问题<sup>[20]</sup>。重建的前交叉韧带需经历缺血坏死期、血管再生期、细胞增殖期和塑形期四个阶段,在早期会经历机械强度显著下降的过程<sup>[21]</sup>,因此本研究中利用移植物内支撑技术来提供早期保护,减少移植物失效,利于早期康复。移植物内支撑技术即在移植肌腱内部埋藏高强度缝线/纤维带,两端固定于骨皮质,重建后可独立收紧提供内部支撑强度的技术<sup>[22]</sup>。Bachmaier 等<sup>[23]</sup> 研究发现,使用缝线内支撑技术可减少移植物延长、增加最大失败载荷,尤其在小直径移植物中更为显著。在较低张力下,缝线内支撑技术不会导致移植物应力遮挡。另外,在猪动物模型中,软组织移植物的内支撑技术显著降低了循环位移,同时显著增加了极限载荷和屈服载荷,而不会增加移植物结构刚度<sup>[24]</sup>。本研究所有移植物未出现失效,并且未

发现内支撑技术带来的不良并发症,由此可见,该项技术在早期给移植物提供机械支撑保护的同时,降低韧带松弛甚至断裂的发生率,其远期影响需要长时间的随访来进行评估。有研究发现,除直接增加内支撑技术外,还可采用交叉内缝方法直接增加移植物本身的强度,抵抗术后早期的牵拉损害,有效地防止移植物早衰和延长<sup>[25]</sup>。

本研究尚存在一定局限:①缺乏不同前交叉韧带重建技术的横向对比,由于收集资料的限制,所有病例均采用自身对照的方法评估近期疗效;②患者术后膝关节功能改善以及手术安全性的评估内容较为局限,后续将会进一步扩大开展。

综上所述,患者早期功能评分显著优于术前,未出现显著并发症,表明采用内支撑辅助下前交叉韧带全内重建技术在早期有良好手术效果,但中远期效果尚需要进一步研究支持。

## 参考文献:

- [1] Petersen W, Tillmann B. Anatomie und funktion des vorderen kreuzbandes [J]. *Der Orthopäde*, 2002, 31(8): 710-718.
- [2] Duthon VB, Barea C, Abrassart S, et al. Anatomy of the anterior cruciate ligament[J]. *Knee Surg Phys Traumatol Arthrosc*, 2006, 14(3): 204-213.
- [3] Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2000, 8(3): 141-150.
- [4] Sandon A, Engström B, Forssblad M. High risk of further anterior cruciate ligament injury in a 10-year follow-up study of anterior cruciate ligament-reconstructed soccer players in the Swedish national knee ligament registry[J]. *Arthroscopy*, 2020, 36(1): 189-195.
- [5] 王静宇,林小慧,李晓兰.前交叉韧带损伤研究进展[J]. *现代医药卫生*, 2024, 40(1): 122-126.  
WANG Jingyu, LIN Xiaohui, LI Xiaolan. Research progress of anterior cruciate ligament injury[J]. *Journal of Modern Medicine Health*, 2024, 40(1): 122-126.
- [6] 王钜忠.前交叉韧带损伤的治疗进展[J]. *中国城乡企业卫生*, 2023, 38(12): 45-47.  
WANG Juzhong. Treatment progress of anterior cruciate ligament injury[J]. *Chinese Journal of Urban and Rural Industrial Hygiene*, 2023, 38(12): 45-47.
- [7] Xergia SA, McClelland JA, Kvist J, et al. The influence of graft choice on isokinetic muscle strength 4-24 months after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. *Knee Surg Phys Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(5): 768-780.
- [8] 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[J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(6): 1475-1481.
- [9] 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[J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(9): 2092-2097.
- [10] Genç AS, Güzel N, Yılmaz AK, et al. Post-operative modified all-inside ACL reconstruction technique's clinical outcomes and isokinetic strength assessments [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(17): 2787.
- [11] Monaco E, Redler A, Fabbri M, et al. Isokinetic flexion strength recovery after ACL reconstruction: a comparison between all inside graft-link technique and full tibial tunnel technique [J]. *Phys Sportsmed*, 2019, 47(1): 132-135.
- [12] Bora M, Deshmukh P. Clinical and patient-reported functional outcome of semitendinosus autograft anterior cruciate ligament reconstruction with FiberTape® Internal-Brace™ all-inside technique: a prospective study [J]. *Cureus*, 2023, 15(9): e44700.
- [13] Phatama KY, Mustamsir E, Jaya AO, et al. Patellofemoral functional outcome of gracilis sparing compared to gracilis sacrificing ACL reconstruction [J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2022, 84: 104940. doi: 10.1016/j.amsu.2022.104940
- [14] Kouloumentas P, Kavroudakis E, Charalampidis E, et al. Superior knee flexor strength at 2 years with all-inside short-graft anterior cruciate ligament reconstruction vs a conventional hamstring technique[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(11): 3592-3598.
- [15] Smith PA, Stannard JP, Pfeiffer FM, et al. Suspensory versus interference screw fixation for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction in a translational large-animal model [J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(6): 1086-1097.
- [16] Mayr R, Smekal V, Koidl C, et al. ACL reconstruction with adjustable-length loop cortical button fixation results in less tibial tunnel widening compared with interference screw fixation[J]. *Knee Surg Phys Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(4): 1036-1044.
- [17] Fu CW, Chen WC, Lu YC. Is all-inside with suspensory cortical button fixation a superior technique for anterior cruciate ligament reconstruction surgery? A systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 445.