

## 关节镜下全内技术与传统技术重建前交叉韧带: 疗效和放射学结果的 Meta 分析

王 锋, 曹春风, 何 超, 张 涛, 周子弦, 朱凤臣

<https://doi.org/10.12307/2025.938>

投稿日期: 2024-10-16

采用日期: 2024-12-06

修回日期: 2025-02-18

在线日期: 2025-03-15

中图分类号:

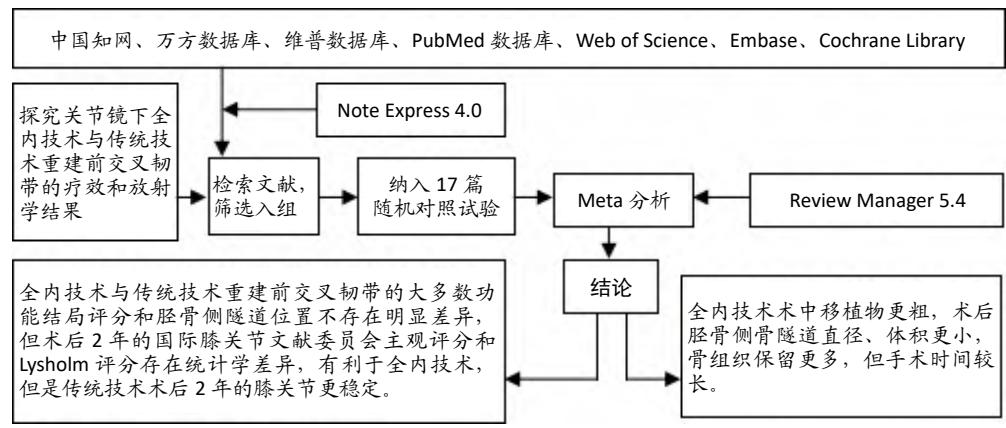
R459.9; R318; R686.5

文章编号:

2095-4344(2025)35-07629-10

文献标识码: A

文章快速阅读: 系统评价关节镜下全内技术与传统技术重建前交叉韧带的临床疗效和放射学结果



## 文题释义:

**全内技术重建前交叉韧带:** 该技术仅需取半腱肌, 通过四股折叠后便能达到移植骨直径要求, 借助倒打钻头制备胫骨侧半骨道, 利用可调式皮质悬吊装置进行股骨端和胫骨端固定, 整个重建过程在关节腔内完成。

**传统技术重建前交叉韧带:** 即全长胫骨隧道前交叉韧带重建, 取自自身股薄肌和半腱肌 2 条肌腱作为移植骨(直径通常为 7.0–8.0 mm), 制做胫骨全长骨道以及股骨半长骨道, 然后将移植骨引入并固定, 最后切掉多余的韧带尾端, 胫骨侧移植骨通常使用干涉螺钉挤压固定。

## 摘要

**目的:** 比较关节镜下全内技术与传统技术重建前交叉韧带的临床疗效和放射学结果。

**方法:** 检索 PubMed、Web of Science、Embase 和 Cochrane Library、CNKI、万方以及维普数据库关于全内技术与传统技术重建前交叉韧带的文献。检索时限为各数据库建立至 2024 年 9 月。对纳入文献进行 Meta 分析。

**结果:** ① 共 17 篇文献纳入 Meta 分析, 全内技术重建组患者 631 例, 传统技术重建组患者 626 例, 末次随访时间最早为术后半年, 最晚术后 5 年, 大多数随访时间为 2 年。② Meta 分析结果显示: 与传统技术重建前交叉韧带相比, 全内技术重建前交叉韧带术中移植骨更粗 [MD=0.20, 95%CI(0.09, 0.31), P=0.000 5], 术后胫骨侧骨道最大直径 [SMD=-3.64, 95%CI(-6.00, -1.28), P=0.002] 和体积 [SMD=-3.69, 95%CI(-5.37, -2.00), P<0.000 1] 更小, 术后 2 年的国际膝关节文献委员会主观评分 [MD=2.41, 95%CI(0.49, 4.32), P=0.01] 和 Lysholm 评分 [MD=1.11, 95%CI(0.42, 1.8), P=0.002] 更高, 但手术时间相对较长 [MD=10.06, 95%CI(4.71, 15.4), P=0.000 2], 且 2 年以后膝关节稳定性较差 [SMD=0.3, 95%CI(0.04, 0.55), P=0.02]。两组术后半年和术后 1 年的国际膝关节文献委员会主观评分 [MD=-0.05, 95%CI(-1.96, 1.83), P=0.96]、[MD=0.51, 95%CI(-1.17, 2.19), P=0.55]、术后半年至 1 年双侧膝关节前向松弛度差值 [SMD=-0.02, 95%CI(-0.3, 0.27), P=0.9]、术后半年 Lysholm 评分 [MD=0.87, 95%CI(-0.15, 1.89), P=0.09]、末次随访国际膝关节文献委员会客观评分 [RR=0.95, 95%CI(0.86, 1.06), P=0.37]、末次随访美国膝关节协会评分 [MD=0.33, 95%CI(-0.55, 1.21), P=0.47]、末次随访 Tegner 评分 [MD=0.05, 95%CI(-0.11, 0.22), P=0.53]、末次随访轴移试验阴性率 [RR=0.92, 95%CI(0.83, 1.01), P=0.09]、末次随访术后翻修率 [RR=2.2, 95%CI(0.98, 4.92), P=0.05] 和单腿跳跃测试结果 [MD=-0.06, 95%CI(-4.99, 4.86), P=0.98] 均无统计学差异。

**结论:** 全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后, 大多数功能结局评分以及胫骨侧隧道位置并无明显差异。从术后 2 年的国际膝关节文献委员会主观评分和 Lysholm 评分来看, 全内技术更为有利。从膝关节稳定性来看, 传统技术在术后 2 年表现得更为稳定。此外还发现, 全内技术使用的移植骨更粗, 术后胫骨侧隧道的直径与体积更小, 能保留更多骨组织, 但手术所需时间相对较长。

**关键词:** 前交叉韧带; 前交叉韧带损伤; 全内技术; 悬吊固定; 全胫骨隧道技术; 前交叉韧带重建; 关节镜; Meta 分析; 随机对照试验

## All-inside versus traditional techniques of anterior cruciate ligament reconstruction: meta-analysis of therapeutic efficacy and radiological outcomes

Wang Feng, Cao Chunfeng, He Chao, Zhang Tao, Zhou Zixian, Zhu Fengchen

Yongchuan Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 402160, China

Wang Feng, Master, Physician, Yongchuan Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 402160, China

**Corresponding author:** Zhu Fengchen, Associate chief physician, Master's supervisor, Yongchuan Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 402160, China

重庆医科大学附属永川医院, 重庆市 402160

第一作者: 王锋, 男, 1997 年生, 安徽省全椒县人, 汉族, 2024 年昆明理工大学毕业, 硕士, 医师, 主要从事关节骨科以及运动损伤修复研究。

通讯作者: 朱凤臣, 副主任医师, 硕士生导师, 重庆医科大学附属永川医院, 重庆市 402160

<https://orcid.org/0000-0002-7618-1368> (王锋)

基金资助: 云南省科技厅科技计划项目 (202301AY070001-214), 项目参与者: 王锋; 重庆市永川区自然科学基金项目 (2023yc-jckx20059), 项目负责人: 曹春风

引用本文: 王锋, 曹春风, 何超, 张涛, 周子弦, 朱凤臣. 关节镜下全内技术与传统技术重建前交叉韧带: 疗效和放射学结果的 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(35):7629-7638.



## Abstract

**OBJECTIVE:** To compare the clinical efficacy and radiological results of arthroscopic all-inside technique and traditional technique in anterior cruciate ligament reconstruction.

**METHODS:** Databases such as CNKI, WanFang, VIP, PubMed, Web of Science, Embase, and Cochrane Library were searched for literature on all-inside technique and traditional technique in anterior cruciate ligament reconstruction. The search time was from the establishment of each database to September 2024. Meta-analysis was conducted on the included literature.

**RESULTS:** (1) A total of 17 articles were included in the meta-analysis, with 631 patients in the all-inside technique reconstruction group and 626 patients in the traditional technique reconstruction group. The earliest time for the last follow-up was half a year after surgery, and the latest was 5 years after surgery. Most follow-up period was 2 years. (2) Meta-analysis results showed that compared with traditional anterior cruciate ligament reconstruction, the all-inside technique had a thicker graft during anterior cruciate ligament reconstruction [mean difference (MD)=0.20, 95% confidence interval (CI) (0.09, 0.31),  $P=0.000\ 5$ ], smaller postoperative maximum diameter [standardized mean difference (SMD)=-3.64, 95% CI (-6.00, -1.28),  $P=0.002$ ] and volume [SMD=-3.69, 95% CI (-5.37, -2.00),  $P<0.000\ 1$ ] of the tibial tunnel, and higher International Knee Documentation Committee subjective scores [MD=2.41, 95% CI (0.49, 4.32),  $P=0.01$ ] and Lysholm scores [MD=1.11, 95% CI (0.42, 1.8),  $P=0.002$ ] 2 years after surgery. However, the operation time was relatively longer [MD=10.06, 95% CI (4.71, 15.4),  $P=0.000\ 2$ ], and the knee stability was poorer after 2 years [SMD=0.3, 95% CI (0.04, 0.55),  $P=0.02$ ]. No significant differences were found between the two groups in the following aspects: the subjective scores of the International Knee Documentation Committee at 6 months and 1 year postoperatively [MD=-0.05, 95% CI (-1.96, 1.83),  $P=0.96$ ; MD=0.51, 95% CI (-1.17, 2.19),  $P=0.55$ ]; the difference in anterior laxity of bilateral knees at 1 year postoperatively [SMD=-0.02, 95% CI (-0.3, 0.27),  $P=0.9$ ]; the Lysholm score at 6 months postoperatively [MD=0.87, 95% CI (-0.15, 1.89),  $P=0.09$ ]; the objective score of the International Knee Documentation Committee at the last follow-up [RR=0.95, 95% CI (0.86, 1.06),  $P=0.37$ ]; the American Knee Society Score at the last follow-up [MD=0.33, 95% CI (-0.55, 1.21),  $P=0.47$ ]; the Tegner score at the last follow-up [MD=0.05, 95% CI (-0.11, 0.22),  $P=0.53$ ]; the negative rate of the pivot shift test at the last follow-up [RR=0.92, 95% CI (0.83, 1.01),  $P=0.09$ ]; the postoperative revision rate at the last follow-up [RR=2.2, 95% CI (0.98, 4.92),  $P=0.05$ ]; and the result of the single-leg hop test at the last follow-up [MD=-0.06, 95% CI (-4.99, 4.86),  $P=0.98$ ].

**CONCLUSION:** There were no significant differences in most functional outcome scores and the position of the tibial tunnel between the all-inside technique and the traditional technique after anterior cruciate ligament reconstruction. The all-inside technique was more favorable in terms of subjective International Knee Documentation Committee scores and Lysholm scores at 2 years postoperatively. Meanwhile, the knee joint was more stable 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction using the traditional technique. In addition, it was found that the graft was thicker during the all-inside technique, while the diameter and volume of the tibial tunnel were smaller postoperatively, with more bone tissue preserved. Nevertheless, the operation time of the all-inside technique was longer.

**Key words:** anterior cruciate ligament; anterior cruciate ligament injury; all-inside technique; suspension fixation; transtibial tunnel technique; anterior cruciate ligament reconstruction; arthroscope; Meta-analysis; randomized controlled trial

**Funding:** Science and Technology Plan Project of Yunnan Provincial Science and Technology Department, No. 202301AY070001-214 (to WF [project participant]); Natural Science Foundation of Yongchuan District of Chongqing, No. 2023yc-jckx20059 (to CCF)

**How to cite this article:** WANG F, CAO CF, HE C, ZHANG T, ZHOU ZX, ZHU FC. All-inside versus traditional techniques of anterior cruciate ligament reconstruction: meta-analysis of therapeutic efficacy and radiological outcomes. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu.* 2025;29(35):7629-7638.

## 0 引言 Introduction

前交叉韧带是膝关节的关键组成部分,在限制胫骨向前过度移位、维持膝关节稳定性以及控制运动方面起着关键作用。前交叉韧带损伤相对常见,尤其是在涉及旋转、减速和突然变向的运动中。前交叉韧带重建术已成为恢复膝关节功能和避免继发关节软骨损伤的公认方法。在前交叉韧带重建中,全胫骨隧道技术是目前主流的手术方式,通常取自身股薄肌和半腱肌2条肌腱作为移植物,制备胫骨全长骨道,然后将移植物引入并固定,最后切掉多余的韧带尾端,用干涉螺钉挤压固定。但该术式对移植物要求较高,骨质损伤大,且挤压螺钉有偏心固定、切割移植物及腱骨接触面积少等缺点,存在腱骨不愈合风险,难以满足当下对微创医疗和快速康复的需求。全内技术是近年来逐渐流行的新手术技术,有别于传统全胫骨隧道技术和干涉螺钉固定移植物,全内技术采用胫骨侧半长骨道和袢钛板悬吊固定,在有效固定移植物并提供良好的术后膝关节稳定性的基础上,减少了自体肌腱的使用,保留了更多的骨组织,关节液骨道渗漏的可能性更小,

切口感染风险更低,患者的术后疼痛也明显降低<sup>[1-3]</sup>。此外,TANG等<sup>[4]</sup>针对青少年前交叉韧带损伤患者,对全内技术进行了改良,可以更好地恢复关节内解剖结构,最大限度地降低骨骺损伤的风险。

目前不同作者对全内技术与传统技术重建前交叉韧带的临床疗效和放射学结果有不同的观点。有些学者认为与传统前交叉韧带重建相比,全内技术在前交叉韧带重建方面的效果更优,术后稳定性更好且胫骨侧骨道扩大程度较小<sup>[5-6]</sup>。但也有部分学者反驳了上述观点,LIN等<sup>[7]</sup>研究发现,在术后早期,全内重建前交叉韧带的移植物成熟度低于传统前交叉韧带重建,且术后膝关节松弛度相对较高。目前全内技术重建前交叉韧带是否优于传统前交叉韧带重建技术仍存在争议,冯建豪等<sup>[8]</sup>针对上述问题进行了一项Meta分析研究,但纳入文献包含非随机对照研究,部分研究质量较低,且未对早期临床疗效进行分析。该研究增加了几项新发表的随机对照试验,比较了全内技术与传统技术重建前交叉韧带的早期、中期临床疗效和放射学结果,以期在全内技术的临

床应用提供循证医学证据。

## 1 资料和方法 Data and methods

**1.1 文献检索** 遵循PRISMA指南,在PROSPERO网站成功注册后(CRD42023459019),于2024年9月检索PubMed、Web of Science、Embase和Cochrane Library、CNKI、万方以及维普数据库相关文献。中文检索词:前交叉韧带,前交叉韧带重建,前交叉韧带损伤,前十字韧带,前十字韧带重建,前十字韧带损伤,全内重建;英文检索词:anterior cruciate ligament, ACL, anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR, anterior cruciate ligament injury, ACL injury, All inside。检索策略见图1。

### 1.2 入选标准

**1.2.1 纳入标准** ①中英文公开发表的随机对照试验;②研究对象为接受前交叉韧带重建的患者;③干预措施:对照组采用常规前交叉韧带重建方式,通过全胫骨隧道联合干涉螺钉固定移植物;观察组通过全内技术重建前交叉韧带,通过胫骨侧半长骨道和袢钛板悬吊固定移植物。

**1.2.2 排除标准** ①无法获取全文;

②文献中缺乏所需要的效应指标；③研究试验设计有严重缺陷；④动物实验；⑤非随机对照研究、会议论文、Meta 分析、综述、个案报道类文献以及博士或硕士论文；⑥手术方式为双束前交叉韧带重建；⑦文献质量较低、数据有误、数据提取困难、数据不完整。

**1.3 文献筛选和资料提取** 文献筛选和资料提取由 2 位作者独立完成，且完成后进行交叉核对，以此确保结果的准确性。如果 2 位作者之间出现意见分歧，将会在研究组内进行专题讨论，并通过投票方式做出最终决断。提取数据包括：移植物类型、胫骨侧固定方式、受试者人数、手术时间、作者姓名、发表年份、移植物宽度、随访周期、临床结局指标以及放射学指标。

**1.4 纳入研究的偏倚风险评价** 由 2 名评价员按照 Cochrane 手册评价纳入研究的偏倚风险，评价内容以及各条目低风险判定标准见表 1。此外 2 名评价员还对纳入的随机对照研究参照改良 Jadad 评分量表进行文献质量评价。满分为 7 分，其中 4-7 分为高质量文献，1-3 分为低质量文献，见表 2。

**1.5 结局指标** ①各种主观或客观结局指标，提取的功能结局包括双侧膝关节前向松弛度差值、国际膝关节文献委员会膝关节评分 (International Knee Documentation Committee Knee Form, IKDC)、Lysholm 评分、Tegner 评分和美国膝关节协会评分 (American Knee Society Score, KSS)、末次随访时轴移试验阴性率以及术后翻修率；②放射学指标；③手术时间、移植物宽度、胫骨侧骨道体积和最大直径。

**1.6 统计学分析** 采用 Review Manager 5.4 软件进行 Meta 分析。研究选取的 14 个结局指标中轴移试验阴性率和术后翻修率、客观 IKDC 评分 A 级率为二分类变量，其余均为连续变量。二分类变量以相对危险度 (RR) 作为效应量；对于连续性变量，当纳入研究的测量单位和度量衡相同时，运用均数差 (MD) 作为效应量；反之，采用标准化均数差 (SMD) 作为效应量。采用  $\chi^2$  检验和  $I^2$  值分析研究间的异质性，若研究间无异质性，采用固定效应

PubMed 数据库	中国知网
#1 Anterior Cruciate Ligament [Mesh]	#1 前交叉韧带 [主题]
#2 Anterior cruciate ligament reconstruction [Mesh]	#2 前十字韧带 [主题]
#3 Anterior cruciate ligament injury [Mesh]	#3 前交叉韧带损伤 [主题]
#4 ACL [Title/Abstract]	#4 前十字韧带损伤 [主题]
#5 ACLR [Title/Abstract]	#5 前交叉韧带重建 [主题]
#6 ACL injury [Title/Abstract]	#6 前十字韧带重建 [主题]
#7 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6	#7 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6
#8 All inside [Mesh]	#8 全内重建 [主题]
#9 #7 AND #8	#9 #7 AND #8

图 1 | 中英文数据库检索策略

Figure 1 | PubMed and CNKI database retrieval strategies

表 1 | 风险评估量表

Table 1 | Risk of bias table

条目	低风险判定标准
随机序列产生	详细描述了产生随机分配序列的方法
分配隐藏	详细描述了隐藏随机分配序列的方法，以便判断干预措施分配情况是否能预知
参与者盲法	详细描述了对受试者实施盲法的方法
研究者盲法	详细描述了对评估者实施盲法的方法
结果数据的完整性	完整性地报告了每个主要结局指标的数据，包括失访及退出
选择性报告研究结果	描述的信息可供系统评价者判断选择性报告研究结果的可能性及相关情况
其他偏倚	除上述偏倚外，提供的信息是否可评估存在其他引起偏倚的因素

表 2 | 改良 Jadad 评分量表

Table 2 | Modified Jadad Scale

条目	低风险判定标准
随机序列产生	恰当：计算机产生的随机数字或类似方法 (2 分) 不清楚：随机试验但未描述随机分配的方法 (1 分) 不恰当：采用交替分配的方法如单双号 (0 分)
随机化隐藏	恰当：中心或药房控制分配方案、或用序列编号一致的容器、现场计算机控制、密封不透光的信封或其他使临床医生和受试者无法预知分配序列的方法 (2 分) 不清楚：只表明使用随机数字表或其他随机分配方案 (1 分) 不恰当：交替分配、病例号、星期日期、开放式随机号码表、系列编码信封以及任何不能防止分组的可预测性的措施 (0 分) 未使用 (0 分)
盲法	恰当：采用了完全一致的安慰剂片或类似方法 (2 分) 不清楚：试验陈述为盲法，但未描述方法 (1 分) 不恰当：未采用双盲或盲的方法不恰当，如片剂和注射剂比较 (0 分)
撤出与退出	描述了撤出或退出的数目和理由 (1 分) 未描述撤出或退出的数目或理由 (0 分)

模型进行分析 ( $I^2 < 50\%$  且  $P \geq 0.1$ )，反之采用随机效应模型进行分析 ( $I^2 \geq 50\%$  且  $P < 0.1$ )。此外，使用单篇文献剔除法进行敏感性分析。 $P < 0.05$  为差异有显著性意义。文章统计学方法已经通过重庆医科大学附属永川医院统计学专家审核。

## 2 结果 Results

**2.1 文献筛选流程及结果** 共获得文献 1 627 篇，经 Note Express 4.0 软件剔除 431 篇重复文献后剩余 1 196 篇，阅读文章标题、摘要后排除 1 099 篇低相关性文献，严格按照纳入、排除标准对剩余的 97 篇文献进行全文阅读后去除 75 篇文献，剩余 22 篇文献。课题组成员对剩余文献质量与内容反

复研究和讨论后，排除 5 篇文献，最终纳入 17 篇文献<sup>[7, 9-24]</sup>，文献筛选流程见图 2。

**2.2 纳入文献基本特征** 纳入 17 篇随机对照研究，其中 12 项研究循证证据 I 级，5 项研究循证证据为 II 级。共包括 1 265 例患者，其中 634 例采用全内技术重建前交叉韧带，631 例采用传统技术重建前交叉韧带。在肌腱移植类型方面，14 项研究采用全内技术自体半腱肌重建前交叉韧带，14 项研究采用传统技术自体半腱肌和股薄肌重建前交叉韧带，1 项研究采用全内技术自体腓骨长肌肌腱重建前交叉韧带<sup>[11]</sup>，1 项研究采用传统技术自体骨-髌腱-骨重建前交叉韧带<sup>[15]</sup>，另外还有 2 项研究中的全内技术和传

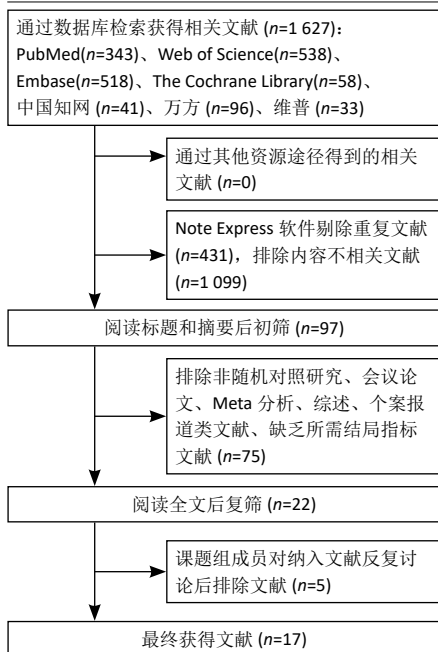


图 2 | 文献筛选流程图  
Figure 2 | Flow chart of literature screening

统技术均采用同种异体肌腱重建前交叉韧带<sup>[22, 24]</sup>。在纳入的所有文献中, 末次随访时间最早为术后半年, 最晚为术后 5 年, 大部分随访时间为 2 年, 占比约 47.1%。文献基本信息见表 3。

2.3 纳入研究的质量评价结果 纳入文献均为随机对照研究, 均报道了随机序列产生的具体方法, 主要为区组随机化 (占比 29.41%) 和计算机随机

序列法 (占比 23.53%), 在分配隐藏方面, 4 篇研究存在争议, 经研究组讨论后, 认为不存在分配隐藏。在盲法评估方面, 6 篇文献使用双盲, 10 篇文献使用单盲, 1 项研究没有对参与者和人员实施盲法, 总体而言, 纳入研究的设计质量是理想的, 见表 3, 图 3, 4。对所有研究进行改良 Jadad 评分: 仅有 2 项研究为低质量文献 (Jadad 评分: 1-3 分), 其余研究均为高质量文献 (Jadad 评分: 4-7 分), 见表 3。

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 移植物直径 共 6 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带的移植物直径<sup>[7, 10, 12, 16-18]</sup>, 全内组 175 例、常规组 170 例。异质性检验显示组间异质性小 ( $I^2=29%$ ,  $P=0.22$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带相比, 移植物直径更大, 差异有显著性意义 [ $MD=0.20$ ,  $95%CI(0.09, 0.31)$ ,  $P=0.000 5$ ], 见图 5。

2.4.2 胫骨侧隧道体积 共 3 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年胫骨侧隧道体积<sup>[12, 16, 21]</sup>, 全内组 42 例、常规组 42 例。各组间存在异质性 ( $I^2=79%$ ,  $P=0.008$ )

且文献间测量方式不同, 故采用随机效应模型进行分析并通过 SMD 进行合并。Meta 分析结果显示全内组术后半年胫骨侧隧道体积更小, 差异有显著性意义 [ $SMD=-3.69$ ,  $95%CI(-5.37, -2.00)$ ,  $P < 0.000 1$ ], 见图 6A。敏感性分析显示, 有 1 项研究具有高度敏感性<sup>[12]</sup>, 将其剔除后对剩余文献进行 Meta 分析, 研究间异质性降低 ( $I^2=0$ ,  $P=0.87$ ), 且合并结果稳定 [ $MD=-1.63$ ,  $95%CI(-1.92, -1.34)$ ,  $P < 0.000 01$ ]。此外, 共 2 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的胫骨侧隧道体积<sup>[12, 16]</sup>, 全内组 25 例、常规组 26 例。各组间无异质性 ( $I^2=0%$ ,  $P=0.71$ ) 且文献间测量方式不同, 故采用固定效应模型进行分析并通过 SMD 进行合并。Meta 分析结果显示全内组末次随访时胫骨侧隧道体积更小, 差异有显著性意义 [ $SMD=-3.26$ ,  $95%CI(-4.14, -2.38)$ ,  $P < 0.000 01$ ], 见图 6B。

2.4.3 胫骨侧隧道最大直径 共 3 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年胫骨侧隧道的最大直径<sup>[12, 16, 21]</sup>, 全内组 42 例、常规组 42 例。各组间存在异质性 ( $I^2=91%$ ,  $P < 0.000 1$ ) 且文献间测量方式不同, 故采用随机效应模型进行分析并通过 SMD 进行合并。Meta 分

表 3 | 纳入文献基本信息表  
Table 3 | Basic information of the included literature

第一作者, 发表年份	国家	研究类型	循证证据	最长随访时间	全内技术			传统技术			结局指标	Jadad 评分
					例数	移植物	胫骨侧固定类型	例数	移植物	胫骨侧固定类型		
VARGHESE <sup>[9]</sup> , 2024	印度	RCT	I 级	1 年	22	半腱肌	悬吊固定	22	半腱肌和股薄肌	挤压固定	i, n	7
MO <sup>[10]</sup> , 2024	挪威	RCT	I 级	2 年	48	半腱肌	悬吊固定	49	半腱肌和股薄肌	挤压固定	a, f, g, j, k, l, m, o	6
徐一宏 <sup>[11]</sup> , 2024	中国	RCT	II 级	1 年	55	腓骨长肌	悬吊固定	55	半腱肌和股薄肌	挤压固定	f	3
EICHINGER <sup>[12]</sup> , 2023	奥地利	RCT	II 级	5 年	9	半腱肌	悬吊固定	12	半腱肌和股薄肌	挤压固定	a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, o	4
RAI <sup>[13]</sup> , 2023	印度	RCT	I 级	1 年	120	半腱肌	悬吊固定	120	半腱肌和股薄肌	挤压固定	g, i, j, l, n	5
LIN <sup>[7]</sup> , 2022	中国	RCT	I 级	1 年	25	半腱肌	悬吊固定	26	半腱肌和股薄肌	挤压固定	a, f, g, i, j	5
KULSHRESTHA <sup>[14]</sup> , 2021	印度	RCT	I 级	2 年	40	半腱肌	悬吊固定	40	半腱肌和股薄肌	挤压固定	j, n	5
SMITH <sup>[15]</sup> , 2020	美国	RCT	I 级	2 年	27	半腱肌	悬吊固定	29	骨-髌腱-骨	挤压固定	f, g, m	5
MAYR <sup>[16]</sup> , 2020	奥地利	RCT	II 级	2 年	16	半腱肌	悬吊固定	14	半腱肌和股薄肌	挤压固定	a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, o	6
ROGER <sup>[17]</sup> , 2020	法国	RCT	I 级	2 年	33	半腱肌	悬吊固定	27	半腱肌和股薄肌	挤压固定	a, f, g, l, m	5
KOULOUMENTAS <sup>[18]</sup> , 2019	希腊	RCT	I 级	2 年	44	半腱肌	悬吊固定	42	半腱肌和股薄肌	挤压固定	a, g, h, i, m	5
BALDASSARRI <sup>[19]</sup> , 2019	意大利	RCT	I 级	2 年	28	半腱肌	悬吊固定	31	半腱肌和股薄肌	挤压固定	h	6
MARIUS <sup>[20]</sup> , 2019	罗马尼亚	RCT	I 级	半年	31	半腱肌	悬吊固定	32	半腱肌和股薄肌	挤压固定	g	2
MAYR <sup>[21]</sup> , 2017	奥地利	RCT	II 级	半年	17	半腱肌	悬吊固定	16	半腱肌和股薄肌	挤压固定	b, c	5
LUBOWITZ <sup>[22]</sup> , 2015	美国	RCT	II 级	2 年	21	同种异体肌腱	悬吊固定	22	同种异体肌腱	挤压固定	f, g, h, n	4
BENEA <sup>[23]</sup> , 2014	法国	RCT	I 级	半年	22	半腱肌	悬吊固定	22	半腱肌和股薄肌	挤压固定	f, g, h, m, o	4
LUBOWITZ <sup>[24]</sup> , 2013	美国	RCT	I 级	2 年	76	同种异体肌腱	挤压固定	72	同种异体肌腱	挤压固定	g, h, n	5

表注: RCT 为随机对照试验。a: 移植物直径; b: 术后胫骨侧隧道体积; c: 胫骨侧隧道最大直径; d: 胫骨侧隧道最大直径大于 10 mm 的频数; e: 术后胫骨侧隧道位置; f: 膝关节松弛度; g: IKDC 主观评分; h: IKDC 客观评分; i: Lysholm 评分; j: Tegner 评分; k: 单腿跳试验; l: 轴移试验阴性率; m: 术后前交叉韧带翻修率; n: 膝关节功能活动评分; o: 手术时间。

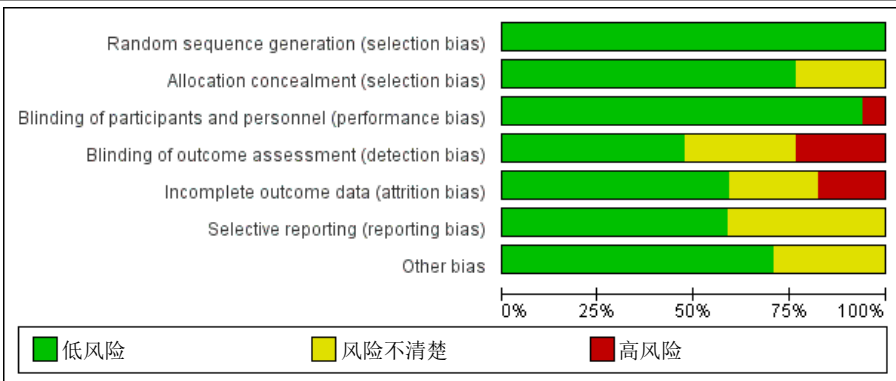
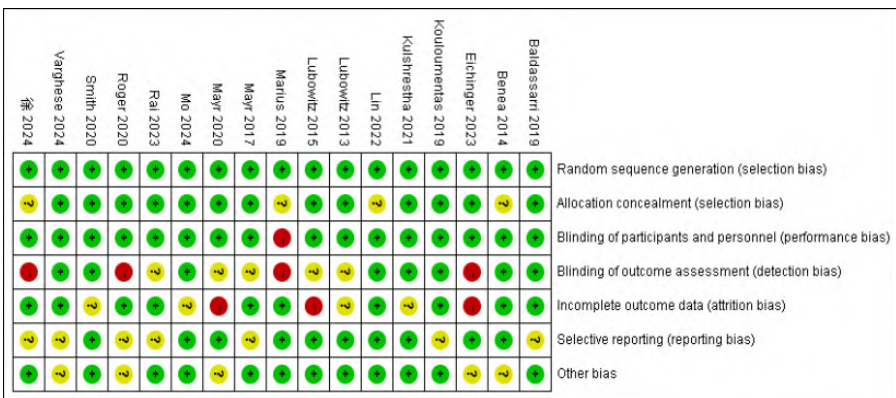


图3 | 纳入文献的质量评价  
Figure 3 | Quality evaluation of the included literature



图注：“-”为高风险，“?”为风险不清楚，“+”为低风险。  
图4 | 纳入文献的评价总结  
Figure 4 | Evaluation summary of the included studies

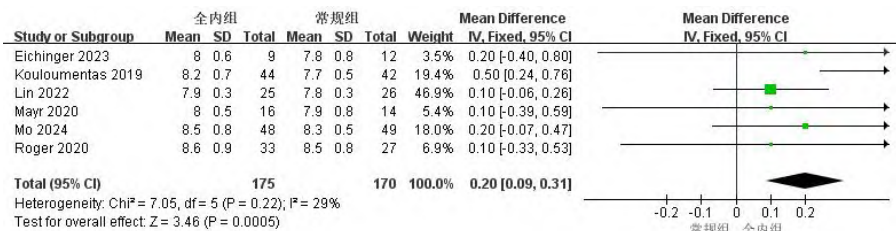
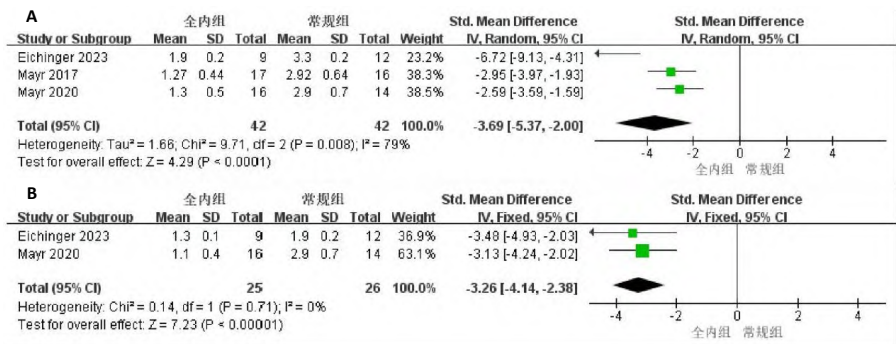


图5 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带术中移植直径对比森林图  
Figure 5 | Forest plot of graft diameter during anterior cruciate ligament reconstruction with all-inside technique versus traditional technique



图注：图A为术后半年胫骨侧隧道体积对比；B为末次随访时的胫骨侧隧道体积对比。  
图6 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后胫骨侧隧道体积对比森林图  
Figure 6 | Forest plot of tibial tract volume after anterior cruciate ligament reconstruction with all-inside technique versus traditional technique

析结果显示全内组术后半年胫骨侧隧道最大直径更小，差异有显著性意义 [SMD=-3.64, 95%CI(-6.00, -1.28), P=0.002], 见图7A。敏感性分析显示，EICHINGER等<sup>[12]</sup>研究通过核磁共振来测量隧道体积，而其他2项研究的测量方式为CT平扫，将该研究剔除后对剩余文献进行Meta分析，研究间异质性降低 (I<sup>2</sup>=0%, P=0.72)，且合并结果稳定 [MD=-2.17, 95%CI (-2.77, -1.58), P<0.000 01]。共2篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时胫骨侧隧道最大直径大于10 mm的频数<sup>[12, 16]</sup>，全内组25例、常规组26例。各组间无异质性 (I<sup>2</sup>=0%, P=0.59) 且均为随机对照研究，故采用固定效应模型进行分析并通过RR进行合并。Meta分析结果显示末次随访时全内组胫骨侧隧道最大直径大于10 mm的频数更低，差异有显著性意义 [RR=0.18, 95%CI (0.07, 0.46), P=0.000 3], 见图7B。

2.4.4 术后胫骨侧隧道位置 共2篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后胫骨侧隧道位置的准确性<sup>[12, 16]</sup>，全内组25例、常规组26例。各组间无异质性 (I<sup>2</sup>=0%, P=0.59) 且文献间测量方式相同，故采用固定效应模型进行分析并通过MD进行合并。Meta分析结果显示术中两组胫骨侧隧道位置的准确性相似，差异无显著性意义 [MD=0.26, 95%CI(-2.96, 3.47), P=0.88], 见表4。

2.4.5 双侧松弛度差值 共5篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年至1年的膝关节松弛度结果<sup>[7, 11, 17, 22-23]</sup>，全内组156例、常规组152例。异质性检验显示组间异质性较小 (I<sup>2</sup>=34%, P=0.19)，采用固定效应模型进行分析，由于文献间测量方式不相同，故采用SMD进行分析。Meta分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年至1年的膝关节松弛程度相似，差异无显著性意义 [SMD=-0.02, 95%CI (-0.3, 0.27), P=0.9], 见表4。

共5篇文分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后2年或以上的膝关节松弛度结果<sup>[10, 12, 15-16, 22]</sup>，全内组118例、常规组121例。异质性检验显示组间

表 4 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带对比阴性 Meta 分析结果

Table 4 | Contrast-negative meta-analysis results of anterior cruciate ligament reconstruction with all-inside technique versus traditional technique

结局指标	样本量 (n)		异质性检验		效应模型	Meta 分析效应值	文献来源
	全内组	常规组	I <sup>2</sup> 值 (%)	P 值			
术后胫骨侧隧道位置	25	26	0	0.59	固定	MD=0.26, 95%CI(-2.96, 3.47)	[12, 16]
术后 1 年的膝关节松弛度	156	152	34	0.19	固定	SMD=-0.02, 95%CI(-0.3, 0.27)	[7, 11, 17, 22-23]
术后半年的 IKDC 主观评分	225	229	47	0.11	固定	MD=-0.05, 95%CI(-1.96, 1.83)	[7, 13, 15, 20, 23]
术后 1 年的 IKDC 主观评分	248	246	2	0.4	固定	MD=0.51, 95%CI(-1.17, 2.19)	[7, 13, 15, 22, 24]
IKDC 客观评分 A 级	203	200	39	0.13	固定	RR=0.95, 95%CI(0.86, 1.06)	[12, 16, 18-19, 22-24]
术后半年的 Lysholm 评分	167	168	68	0.04	随机	MD=0.87, 95%CI(-0.15, 1.89)	[7, 9, 13]
Tegner 评分	230	230	72	0.01	随机	MD=0.05, 95%CI(-0.11, 0.22)	[7, 10, 13-14]
单腿跳试验	69	67	0	0.44	固定	MD=-0.06, 95%CI(-4.99, 4.86)	[10, 12, 16]
轴移试验阴性率	222	214	35	0.19	固定	RR=0.92, 95%CI(0.83, 1.01)	[10, 12-13, 16-17]
术后前交叉韧带翻修率	212	201	0	0.69	固定	RR=2.2, 95%CI(0.98, 4.92)	[10, 12, 15-18, 23]
膝关节功能活动评分	265	261	0	0.57	固定	MD=0.33, 95%CI(-0.55, 1.21)	[9, 13-14, 22, 24]

异质性较小 ( $I^2=0\%$ ,  $P=0.47$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式不相同, 故采用 SMD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术相比与传统技术重建前交叉韧带相比, 术后 2 年以后的膝关节松弛程度更高, 且差异有显著性意义 [ $SMD=0.30$ ,  $95\%CI(0.04, 0.55)$ ,  $P=0.02$ ], 见图 8。

**2.4.6 主观 IKDC 评分** 共 5 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年的主观 IKDC 评分 [7, 13, 15, 20, 23], 全内组 225 例、常规组 229 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=47\%$ ,  $P=0.11$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年的主观 IKDC 评分相似, 差异无显著性意义 [ $MD=-0.05$ ,  $95\%CI(-1.96, 1.83)$ ,  $P=0.96$ ], 见表 4。

共 5 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后 1 年的主观 IKDC 评分 [7, 13, 15, 22, 24], 全内组 248 例、常规组 246 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=2\%$ ,  $P=0.4$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后 1 年的主观 IKDC 评分相似, 差异无显著性意义 [ $MD=0.51$ ,  $95\%CI(-1.17, 2.19)$ ,  $P=0.55$ ], 见表 4。

共 8 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后 2 年及以上的主观 IKDC 评分 [10, 12, 15-18, 22, 24], 全内组 240 例、常规组 229 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=33\%$ ,

$P=0.17$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术相比与传统技术重建前交叉韧带相比, 术后 2 年以后的主观 IKDC 评分更高, 且差异有显著性意义 [ $MD=2.41$ ,  $95\%CI(0.49, 4.32)$ ,  $P=0.01$ ], 见图 9。

**2.4.7 客观 IKDC 评分** 共 7 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的客观 IKDC 评分 [12, 16, 18-19, 22-24], 全内组 203 例、常规组 200 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=39\%$ ,  $P=0.13$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于纳入文献均为随机对照研究, 故采用 RR 进行合并。结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带的 IKDC 客观评分 A 级百分比的差异无显著性意义 [ $RR=0.95$ ,  $95\%CI(0.86, 1.06)$ ,  $P=0.37$ ], 见表 4。

**2.4.8 Lysholm 评分** 共 3 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年的 Lysholm 评分 [7, 9, 13], 全内组 167 例、常规组 168 例。异质性检验显示组间异质性较大 ( $I^2=68\%$ ,  $P=0.04$ ), 采用随机效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后半年的 Lysholm 评分相似, 差异无显著性意义 [ $MD=0.87$ ,  $95\%CI(-0.15, 1.89)$ ,  $P=0.09$ ]。敏感性分析表明, 有 1 项研究具有高度敏感性 [9], 将其剔除后对剩余文献进行 Meta 分析, 研究间异质性降低 ( $I^2=0$ ,  $P=0.45$ ), 且合并结果稳定 [ $MD=0.3$ ,  $95\%CI(-0.83, 1.42)$ ,  $P=0.60$ ], 见表 4。

共 6 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后两年的 Lysholm 评分 [7, 9, 12-13, 16, 18], 全内组 236 例、常规组 236 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=46\%$ ,  $P=0.1$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术相比与传统技术重建前交叉韧带相比, 术后第 2 年的 Lysholm 评分更高, 且差异有显著性意义 [ $MD=1.11$ ,  $95\%CI(0.42, 1.80)$ ,  $P=0.002$ ], 见图 10。

**2.4.9 Tegner 评分** 共 4 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的 Tegner 评分 [7, 10, 13-14], 全内组 230 例、常规组 230 例。异质性检验显示组间异质性较大 ( $I^2=72\%$ ,  $P=0.01$ ), 采用随机效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的 Tegner 评分相似, 差异无显著性意义 [ $MD=0.05$ ,  $95\%CI(-0.11, 0.22)$ ,  $P=0.53$ ]。敏感性分析表明, 有 1 项研究具有高度敏感性 [14], 将其剔除后对剩余文献进行 Meta 分析, 研究间异质性降低 ( $I^2=24\%$ ,  $P=0.27$ ), 且合并结果稳定 [ $MD=-0.05$ ,  $95\%CI(-0.24, 0.13)$ ,  $P=0.56$ ], 见表 4。

**2.4.10 单腿跳试验** 共 3 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的单腿跳试验结果 [10, 12, 16], 全内组 69 例、常规组 67 例。异质性检验显示组间异质性小 ( $I^2=0\%$ ,  $P=0.44$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用 MD 进行合并。Meta 分析结果显

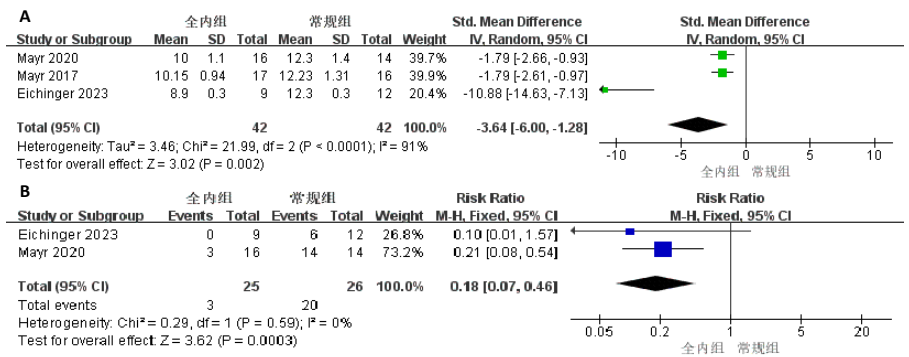
示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的单腿跳试验结果相似, 差异无显著性意义 [ $MD=-0.06$ ,  $95\%CI(-4.99, 4.86)$ ,  $P=0.98$ ], 见表 4。

**2.4.11 轴移试验阴性率** 共 5 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时轴移试验阴性的频数<sup>[10, 12-13, 16-17]</sup>, 全内组 222 例、常规组 214 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=35\%$ ,  $P=0.19$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于纳入文献均为随机对照研究, 故采用  $RR$  进行合并。结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时轴移试验阴性的频数差异无显著性意义 [ $RR=0.92$ ,  $95\%CI(0.83, 1.01)$ ,  $P=0.09$ ], 见表 4。

**2.4.12 术后前交叉韧带翻修率** 共 7 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后翻修的频数<sup>[10, 12, 15-18, 23]</sup>, 全内组 212 例、常规组 201 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=0\%$ ,  $P=0.69$ ), 采用固定效应模型进行 Meta 分析, 由于纳入文献均为随机对照研究, 故采用  $RR$  进行合并。结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后翻修率的差异无显著性意义 [ $RR=2.2$ ,  $95\%CI(0.98, 4.92)$ ,  $P=0.05$ ], 见表 4。

**2.4.13 膝关节功能活动评分** 共 5 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的膝关节功能活动评分<sup>[9, 13-14, 22, 24]</sup>, 全内组 265 例、常规组 261 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=0\%$ ,  $P=0.57$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用  $MD$  进行合并。Meta 分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后末次随访时的 KSS 评分相似, 差异无显著性意义 [ $MD=0.33$ ,  $95\%CI(-0.55, 1.21)$ ,  $P=0.47$ ], 见表 4。

**2.4.14 手术时间** 共 4 篇文献分析了全内技术与传统技术重建前交叉韧带的手术时间<sup>[10, 12, 16, 23]</sup>, 全内组 95 例、常规组 97 例。异质性检验显示组间异质性较小 ( $I^2=1\%$ ,  $P=0.39$ ), 采用固定效应模型进行分析, 由于文献间测量方式相同, 故采用  $MD$  进行合并。图 11 的 Meta 分析结果显示全内技术与传统技术重建前交叉韧带相



图注: 图 A 为术后半年两组胫骨侧隧道最大直径对比; B 为末次随访时两组胫骨侧隧道最大直径大于 10 mm 频数对比。

图 7 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后胫骨侧隧道最大直径对比森林图

Figure 7 | Forest plot of the maximum diameter of the tibial tract after anterior cruciate ligament reconstruction with all-inside technique versus traditional technique

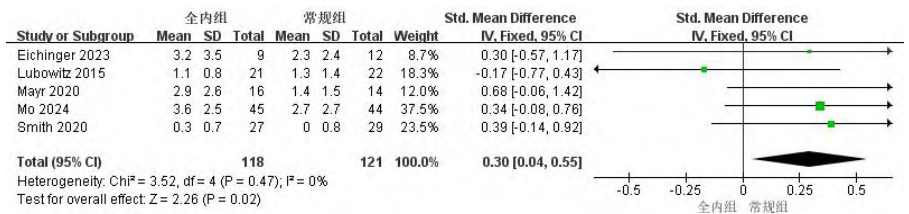


图 8 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后 2 年及以上的双侧膝关节松弛度差值对比森林图

Figure 8 | Forest plot of the difference in bilateral knee laxity 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction with all-inside technique versus traditional technique

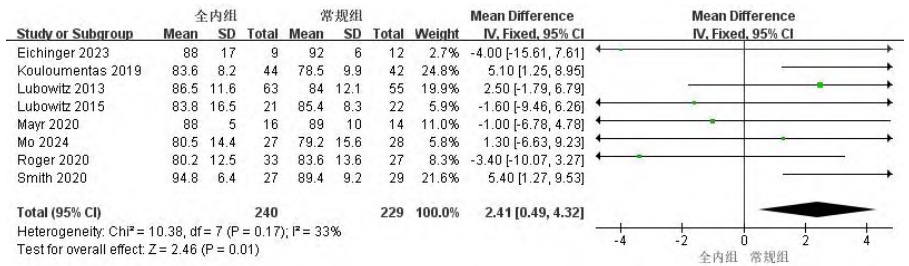


图 9 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后 2 年及以上主观 IKDC 评分对比森林图

Figure 9 | Forest plot of subjective International Knee Documentation Committee scores 2 years or more after anterior cruciate ligament reconstruction with all-inside technique versus traditional technique

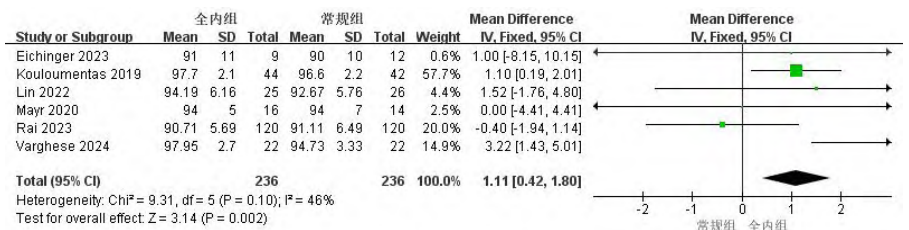


图 10 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后 2 年及以上 Lysholm 评分对比森林图

Figure 10 | Forest plot of Lysholm scores 2 years or more after anterior cruciate ligament reconstruction with all-inside technique versus traditional technique

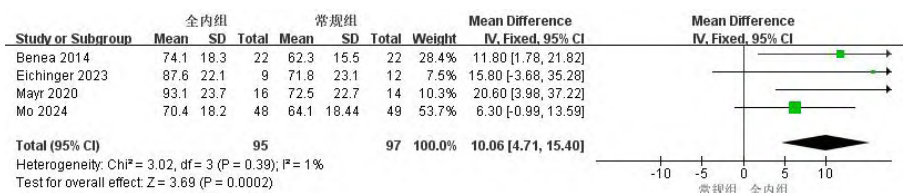


图 11 | 全内技术与传统技术重建前交叉韧带手术时间对比森林图

Figure 11 | Forest plot of the duration of anterior cruciate ligament reconstruction with total technique versus traditional technique

比, 手术时间更长, 差异有显著性意义 [MD=10.06, 95%CI(4.71, 15.40), P=0.000 2]。

**2.5 发表偏倚** 该研究中各项结局指标所纳入的文献数量均少于 10 篇, 发表偏倚漏斗图检验效能低, 故未行发表偏倚评估。

### 3 讨论 Discussion

该研究最重要的发现是统计学证明全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后的早期临床疗效相似。在中期随访时, 全内技术在 IKDC 主观评分和 Lysholm 评分上明显优于传统技术重建前交叉韧带, 但传统技术重建前交叉韧带术后膝关节稳定性更好。此外, 该研究还发现两种手术方案术中的胫骨侧隧道位置相似, 但全内技术术中移植物更粗, 术后胫骨侧骨隧道直径、体积更小, 骨组织保留更多。还有一项值得注意的是, 与传统技术相比, 全内技术重建前交叉韧带的手术时间更长。

前交叉韧带重建的主要目标是恢复患者膝关节稳定性、使患者重返运动、延缓膝关节退行性病变进展, 提高生活质量<sup>[25]</sup>。全胫骨隧道技术是重建前交叉韧带最常见的术式, 但该技术目前仍然存在诸如骨隧道增宽、骨组织丢失较多以及关节液渗漏等缺陷。ASHFAQUE 等<sup>[26]</sup>进行了一项回顾性分析, 随访了 23 例全胫骨隧道技术重建前交叉韧带患者术后 1 年的胫骨侧隧道最大宽度, 发现与术中相比, 胫骨侧隧道孔径显著增大。全内技术作为近年来逐渐流行的韧带重建技术, 在减少骨组织丢失、节省肌腱及移植物长度方面明显优于全胫骨隧道技术<sup>[27]</sup>。然而, 与任何外科手术一样, 这种新开发的技术无法避免并发症的发生<sup>[28]</sup>, 且缺乏长期的临床随访研究, 因此两种术式术后疗效的差异一直是运动医学医师关注的热点。MAHIROGULLARI 等<sup>[29]</sup>描述了全内技术和传统技术重建前交叉手术在临床功能结局方面的疗效相似。BALDASSARRI 等<sup>[29]</sup>认为传统前交叉韧带重建患者在术后 6-8 个月随访中表现略好, 但在进一步随访中这种差异变得不显著。SCHUTZENBERGER 等<sup>[30]</sup>和 XIANG 等<sup>[31]</sup>也进行了相似的研究,

并在原来的观察指标上增加了对两种手术方案术后膝关节松弛度的描述, 结果发现末次随访时二者具有相似的稳定性和临床结果。然而, 此 Meta 分析结果却与上述结论不全相同, 作者发现在大多数临床结局评分中两种手术方案术后疗效类似, 例如: IKDC 客观评分为 A 级的百分比、轴移试验阴性率、移植物再断裂率、单腿跳跃实验、Tegner 评分、膝关节功能活动评分, 但在对 IKDC 主观评分、Lysholm 评分两项结果进行 Meta 分析后, 发现两种手术方案在术后 6-12 个月随访中疗效相似, 但在术后 2 年甚至更长的随访周期中, 全内组表现出更高的 IKDC 主观评分和 Lysholm 评分。LV 等<sup>[32]</sup>在 2023 年发表的 Meta 分析中也提出了相似的观点, 即在至少 1 年的随访中, 2 种术式术后 IKDC 主观评分和 Lysholm 评分相似。

移植物直径与前交叉韧带重建预后密切相关, 直径越粗初始强度越高, 移植物再断裂的风险更低<sup>[33-34]</sup>。SNAEBJORNSSON 等<sup>[35]</sup>进行了一项多中心研究, 发现与接受 < 8 mm 的腓绳肌腱自体移植物治疗的前交叉韧带损伤患者相比, 接受较大直径腓绳肌腱自体移植物治疗后早期前交叉韧带翻修风险更低。此外, JAGADEESH 等<sup>[36]</sup>在一项对 144 例连续使用腓绳肌自体移植物进行原发性前交叉韧带重建患者的前瞻性比较研究中发现移植物直径 ≤ 8 mm 与 > 8 mm 相比失败风险增加了约 11 倍。SARAKATSIANOS 等<sup>[37]</sup>在一项纳入 4 519 例接受前交叉韧带重建的大型队列研究中发现, 四股半腱肌自体移植物平均直径为 (8.3±0.7) mm, 基本能够满足前交叉韧带重建的要求。LIN<sup>[38]</sup>的研究也进一步证明了四股半腱肌自体移植物适合用于前交叉韧带重建。在纳入的 6 项研究中, 全内组的移植物直径均值均大于常规组, Meta 分析结果也证明了全内技术重建前交叉韧带术中移植物直径较传统技术更大, 差异有显著性意义, 这与冯建豪等<sup>[8]</sup>的研究结果相同。此外, 还对两种手术方案术后胫骨侧隧道位置的准确性进行了 Meta 分析, 分析结果表明二者并无显著性差异。综上所述, 常规方法重建前交叉韧带需同时获取半腱肌与股薄肌肌腱才能

达到手术要求, 而全内技术重建前交叉韧带只需取一条半腱肌肌腱即可满足手术要求, 这使股薄肌得以保留, 更有利于膝关节活动功能的恢复, 适合对运动需求较高的人群<sup>[39]</sup>。

全内技术重建前交叉韧带的另一个特点是胫骨侧半骨道, 相比于传统技术的胫骨侧全骨道而言, 能够有效减少骨量丢失<sup>[27, 40]</sup>。此外, 由于胫骨侧半骨道的存在, 全内技术需要采用可调节钛板对移植物进行悬吊固定, 该方法可以灵活调整环的长度以及移植物的张力, 使移植物能尽量贴紧骨隧道, 进而有效避免“蹦极效应”和“雨刷效应”, 降低移植物与骨隧道间的微动, 从而在一定程度上防止了骨道的增宽<sup>[41]</sup>。文章汇总胫骨侧体积的相关指标并进行了 Meta 分析, 结果显示全内技术重建前交叉韧带术后胫骨侧骨道体积更小。同时, 还对两种手术方案术后胫骨侧骨隧道的最大直径进行了分析, 发现不管是在术后半年还是更长的随访时间内, 全内技术胫骨侧骨隧道的最大直径都更小。此外, 还有 2 篇文献描述了末次随访时胫骨侧隧道最大直径大于 10 mm 的例数, 发现传统技术重建前交叉韧带在末次随访时胫骨侧最大直径 10 mm 的例数远远大于全内技术, 约 6.7 倍<sup>[12, 16]</sup>。因此, 结合两种手术方案术中移植物直径相似, 得出这样一个结论, 即相比于传统技术重建前交叉韧带, 全内技术重建前交叉韧带术后的胫骨隧道体积更小且更不容易增宽。MONACO 等<sup>[42]</sup>对相同时间内两种手术方案的胫骨侧骨道增宽的差值进行了比较, 也发现了类似的结果, 即与全内技术相比, 传统技术重建前交叉韧带术后胫骨侧骨道扩大程度更大。

尽管前交叉韧带重建手术已取得较大的成功, 但仍有部分手术失败的患者需要进行二次翻修。在一项随访时间长达 25 年的队列研究中发现前交叉韧带重建的失败率约为 9%, 常见的危险因素包括隧道位置和移植物的固定方式、大小以及类型<sup>[43]</sup>, 其中移植物类型已被确定为影响前交叉韧带重建结果的重要因素<sup>[44]</sup>。此 Meta 分析结果没有发现两种手术治疗方案在术后翻修率之间存在任何

显著差异。膝关节的稳定性是前交叉韧带重建术后功能恢复的重要指标之一。针对两种手术方案,分别对术后1年及2年以后双侧膝关节松弛度差值进行了Meta分析。在术后第1年,两种手术方案之间未呈现出显著性差异,这与LV等<sup>[32]</sup>的研究呈现出高度相似性;然而,在术后2年甚至更长的随访时间内,传统手术技术重建前交叉韧带术后却表现出更高的稳定性。ZHU等<sup>[45]</sup>也展开了一项关于全内技术与传统技术重建前交叉韧带术后疗效的Meta分析,包括9项随机对照研究和11项队列研究,综合结果显示,全内技术重建前交叉韧带术后在中期随访时表现出较高的膝关节稳定性,且差异有显著性意义。此外,BRESSY等<sup>[46]</sup>的研究也认为全内技术重建前交叉韧带在超过12个月的随访中膝关节缺乏稳定性。

据课题组所知,该研究目前是国内第1篇通过随机对照研究对全内技术与传统技术重建前交叉韧带的术后疗效进行Meta分析的文章,从多角度多维度出发,尽可能多的对纳入文献中的各种临床指标与放射学指标进行分析,并针对部分临床结果从多个术后随访时间点出发,以动态评估两种手术方案的术后疗效。此外,纳入文献均为随机对照研究,循证证据等级多为I级,这显著提高了分析结果的可靠性、准确性和可重复性。然而,该研究仍存在一些局限性:①仅纳入中文和英文文献,可能存在语言偏倚;②纳入文献多以早、中期随访结果为主的单中心、小样本量的随机对照研究,可能会使分析结果的普适性、准确性和全面性受到限制;③不同研究对术后骨隧道宽度和体积的测量方法不同,可能存在测量偏倚;④纳入文献中对两种手术方案重建前交叉韧带术后肌腱骨愈合情况描述较少,可能存在报告偏倚。因而结果需要谨慎解释,未来仍需要高质量、多中心、大样本量、长期随访的大型随机对照研究来验证结论的可靠性。

**作者贡献:** 王锋负责研究设计、研究实施、统计分析、论文撰写和修改;曹春风、何超、张涛、周子弦负责研究实施、数据采集、统计分析;朱凤臣负责研究指导、研究设计、论文审阅与修改。

**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。

**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。

**版权转让:** 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

**出版规范:** 该文章撰写遵守国际医学期刊编辑委员会《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA指南)。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稿宗旨。

#### 4 参考文献 References

- [1] 中华医学会运动医疗分会下肢运动创伤学组,中国医师协会运动医学医师分会.前十字韧带全内重建技术中国专家共识(2023年版)[J].中华骨科杂志,2023,43(24):1631-1640.
- [2] CAI Z, LIU D, YANG Y, et al. Outcomes from different aspects indicate the all-inside technique may serve as an ideal option for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2024; 32(11):2746-2754.
- [3] AN BJ, WANG YT, ZHAO Z, et al. Comparative study of the clinical efficacy of all-inside and traditional techniques in anterior cruciate ligament reconstruction. *World J Clin Cases.* 2023;11(14):3195-3203.
- [4] TANG H, XIAO YF, WU YM, et al. Physal-Sparing, All-Inside Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Quadrupled Semitendinosus Autograft and Suture Tape Augmentation for Skeletally Immature Patients. *Arthrosc Tech.* 2024;13(3):102889.
- [5] LI X, CAO W, ZHOU H, et al. The healing effect of the all inside technique is superior to the traditional technique in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Eur J Transl Myol.* 2024;34(1):11970.
- [6] XU J, JIA Y, ZHANG B, et al. Comparison of the Clinical Outcomes between All-inside and Standard Technique in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with 6-strand Hamstring Tendon Autograft. *Orthop Surg.* 2024;16(5):1034-1041.
- [7] LIN R, ZHONG Q, WU X, et al. Randomized controlled trial of all-inside and standard single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with functional, MRI-based graft maturity and patient-reported outcome measures. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):289.
- [8] 冯建豪,徐一宏,徐卫东.全内技术与全胫骨隧道技术重建前十字韧带的临床疗效 meta 分析 [J].中华骨科杂志,2023,43(16):1104-1114.
- [9] VARGHESE P, PATRA SK, DAS G, et al. Comparison of the Functional Outcomes of Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction through the All-inside and Outside-in Techniques: A Double-Blinded Randomized Controlled Trial. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo).* 2024;59(3):e385-e392.
- [10] MO IF, HARLEM T, FALEIDE AGH, et al. ACL Reconstruction Using Quadrupled Semitendinosus Versus Double-Stranded Semitendinosus and Gracilis Autograft: 2-Year Results From a Prospective Randomized Controlled Study. *Am J Sports Med.* 2024;52(8):1927-1936.
- [11] 徐一宏,冯建豪,宋廷轩,等.腓骨长肌全内重建前交叉韧带与腓绳肌重建的对比 [J].中华关节外科杂志(电子版),2024,18(2):175-185.
- [12] EICHINGER M, PLONER M, DEGENHART G, et al. Tunnel widening after ACL reconstruction with different fixation techniques: aperture fixation with biodegradable interference screws versus all-inside technique with suspensory cortical buttons. 5-year data from a prospective randomized trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143(11):6707-6718.
- [13] RAI P, PURI S, GUPTA LM, et al. Comparative study of functional outcomes of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using anteromedial portal and translateral all-inside technique. *Med J Armed Forces India.* 2023;79(Suppl 1):S181-S188.
- [14] KULSHRESTHA V, SOOD M, KUMAR S, et al. Original study: early patient-reported functional outcome of all-inside ACL reconstruction as compared to anteromedial portal technique. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2021;31(7):1477-1483.
- [15] SMITH PA, COOK CS, BLEY JA. All-Inside Quadrupled Semitendinosus Autograft Shows Stability Equivalent to Patellar Tendon Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Randomized Controlled Trial in Athletes 24 Years or Younger. *Arthroscopy.* 2020;36(6):1629-1646.
- [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. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(4):1036-1044.
- [17] ROGER J, BERTANI A, VIGOUROUX F, et al. ACL reconstruction using a quadruple semitendinosus graft with cortical fixations gives suitable isokinetic and clinical outcomes after 2 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(8):2468-2477.

- [18] 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. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(11):3592-3598.
- [19] BALDASSARRI M, PERAZZO L, GHINELLI D, et al. Return to Sport after ACL Surgery: A Comparison between Two Different Reconstructive Techniques. *J Knee Surg.* 2019;32(6):513-518.
- [20] RUSSU OM, CIORCILA E, FEIER AM, et al. Early Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Full Tibial tunnel technique compared to all-inside technique. *Revista de Chimie.* 2019;69(12):3753-3755.
- [21] MAYR R, SMEKAL V, KOIDL C, et al. Tunnel widening after ACL reconstruction with aperture screw fixation or all-inside reconstruction with suspensory cortical button fixation: Volumetric measurements on CT and MRI scans. *Knee.* 2017;24(5):1047-1054.
- [22] LUBOWITZ JH, SCHWARTZBERG R, SMITH P. Cortical Suspensory Button Versus Aperture Interference Screw Fixation for Knee Anterior Cruciate Ligament Soft-Tissue Allograft: A Prospective, Randomized Controlled Trial. *Arthroscopy.* 2015;31(9):1733-1739.
- [23] BENEH H, D'ASTORG H, KLOUCHE S, et al. Pain evaluation after all-inside anterior cruciate ligament reconstruction and short term functional results of a prospective randomized study. *Knee.* 2014;21(1):102-106.
- [24] LUBOWITZ JH, SCHWARTZBERG R, SMITH P. Randomized controlled trial comparing all-inside anterior cruciate ligament reconstruction technique with anterior cruciate ligament reconstruction with a full tibial tunnel. *Arthroscopy.* 2013;29(7):1195-1200.
- [25] GERFROIT A, MARTY-DILOY T, LABOUDIE P, et al. Correlation between Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury Score at 6 Months after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Mid-Term Functional Test Results: An Observational Study at 5-Year Follow-Up. *J Clin Med.* 2024;13(15):4498.
- [26] ASHFAQUE MU, ASIF N, KHAN MJ, et al. Radiological study of bone tunnel widening following ACL reconstruction and its effect on clinical outcome: A retrospective study. *J Orthop Rep.* 2025;4(3):100510.
- [27] 李翼, 杨文博, 孟春庆, 等. 全内技术在前交叉韧带重建中的应用进展 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2024, 21(4): 82-86.
- [28] LIN TY, CHUNG CC, CHEN WC, et al. Complications following all-inside anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop.* 2022;46(11):2569-2576.
- [29] MAHIROGULLARI M, KEHRIBAR L, SURUCU S, et al. Comparative Results of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Full Tibial Tunnel: Quadrupled Semitendinosus Suspensory Femoral and Tibial Fixation versus Quadrupled Semitendinosus and Gracilis Suspensory Femoral and Tibial Screw and Staple Fixation. *J Knee Surg.* 2023;36(10):1069-1076.
- [30] SCHÜTZENBERGER S, KELLER F, GRABNER S, et al. ACL reconstruction with femoral and tibial adjustable versus fixed-loop suspensory fixation: a retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res.* 2022;17(1):244.
- [31] XIANG S, AO Z, REN Z, et al. Comparison of a full tibial tunnel or an all-inside technique for anterior cruciate ligament reconstruction: An observational study. *Medicine (Baltimore).* 2024;103(42):e40135.
- [32] LV X, WANG M, ZHAO T, et al. All-inside versus complete tibial tunnel techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2023;18(1):127.
- [33] MARISCALCO MW, FLANIGAN DC, MITCHELL J, et al. The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction: a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Cohort Study. *Arthroscopy.* 2013;29(12):1948-1953.
- [34] RAHARDJA R, ZHU M, LOVE H, et al. Factors associated with revision following anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of registry data. *Knee.* 2020;27(2):287-299.
- [35] SNAEBJÖRNSSON T, HAMRIN-SENORSKI E, SVANTESSON E, et al. Graft Diameter and Graft Type as Predictors of Anterior Cruciate Ligament Revision: A Cohort Study Including 18,425 Patients from the Swedish and Norwegian National Knee Ligament Registries. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101(20):1812-1820.
- [36] JAGADEESH N, DHAWAN T, SHEIK F, et al. Does Hamstring Graft Size Affect Functional Outcome and Incidence of Revision Surgery After Primary Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction? *Cureus.* 2022;14(1):e21158.
- [37] SARA KATSIANOS V, CRISTIANI R, FORSSBLAD M, et al. Patient's Height and Sex Predict Graft Diameter: A Cohort Study of 4,519 Patients With Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Semitendinosus Autograft. *Arthroscopy.* 2024;40(10):2588-2591.
- [38] LIN TJ. Editorial Commentary: Quadrupled Semitendinosus Autograft Is a Suitable Graft Choice for Anterior Cruciate Reconstruction, Regardless of Diameter, in Patients With Lower Risk for Rupture. *Arthroscopy.* 2024. doi: 10.1016/j.arthro.2024.09.031.
- [39] DESAI VS, ANDERSON GR, WU IT, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Autograft: A Matched Cohort Comparison of the All-Inside and Complete Tibial Tunnel Techniques. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(1):2325967118820297.
- [40] GOYAL T, DAS L, PAUL S, et al. Outcomes of retro-drilled all-inside tibial tunnel vs complete tibial tunnel techniques in anterior cruciate ligament reconstruction-a comparative study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2022;32(3):523-532.
- [41] YANG W, HUANG Z, SHAO Z, et al. A Modified Technique for All-Inside Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACLR): True Femoral Socket. *Arthrosc Tech.* 2023;12(11):e2049-e2058.
- [42] MONACO E, FABBRI M, REDLER A, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction is associated with greater tibial tunnel widening when using a bioabsorbable screw compared to an all-inside technique with suspensory fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(8):2577-2584.
- [43] SANDERS TL, PAREEK A, HEWETT TE, et al. Long-term rate of graft failure after ACL reconstruction: a geographic population cohort analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(1):222-228.
- [44] MIN JH, YOON HK, OH HC, et al. Graft choice to decrease the revision rate of anterior cruciate ligament reconstruction: a nationwide retrospective cohort study. *Sci Rep.* 2024;14(1):20004.
- [45] ZHU S, LI R. All-Inside Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Had Clinical Outcome Similar to the Transtibial Technique Except for Improved Side-to-Side Difference and Tegner Activity Scale: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arthroscopy.* 2024;40(8):2276-2288.
- [46] BRESSY G, BRUN V, FERRIER A, et al. Lack of stability at more than 12 months of follow-up after anterior cruciate ligament reconstruction using all-inside quadruple-stranded semitendinosus graft with adjustable cortical button fixation in both femoral and tibial sides. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(7):867-872.

(责任编辑: MZH, ZN, WL, LWJ)