

# 股四头肌与骨-髌腱-骨自体移植对前交叉韧带重建的 Meta 分析

李飞<sup>1,2</sup>, 顾晓东<sup>1,2</sup>, 卫小春<sup>1,2</sup>

(1. 山西医科大学第二医院骨科, 山西 太原 030001; 2. 山西医科大学骨与软组织损伤修复山西省重点实验室, 山西太原 030001)

**【摘要】** 目的: 通过 Meta 分析比较股四头肌与骨-髌腱-骨自体移植对前交叉韧带重建手术疗效的影响。方法: 计算机检索建库至 2019 年 5 月 PubMed、EMbase、Cochrane 图书馆、万方数据库和中国知网发表的比较股四头肌、骨-髌腱-骨自体移植物的病例对照研究文献, 根据纳入与排除标准进行文献筛选、质量评价及数据提取, 采用 Review Manager 5.3 统计学软件对患膝与健康膝前向移位差值、Lachman 试验、轴移试验、Lysholm 评分、IKDC (International Knee Documentation Committee) 客观等级、膝前疼痛和移植失败率进行 Meta 分析。结果: 共纳入 6 篇文献, 915 例患者, 其中股四头肌自体移植 495 例, 骨-髌腱-骨自体移植 420 例。Meta 分析结果显示: 股四头肌自体移植与骨-髌腱-骨自体移植在胫骨前向移位差值  $>3$  mm [ $OR=1.53, 95\%CI(0.68, 3.44), P=0.31$ ],  $3\sim 5$  mm [ $OR=0.64, 95\%CI(0.31, 1.35), P=0.24$ ],  $>5$  mm [ $OR=1.18, 95\%CI(0.33, 4.22), P=0.80$ ], Lachman 试验阴性率 [ $OR=0.88, 95\%CI(0.38, 2.02), P=0.76$ ], 轴移试验阴性率 [ $OR=0.63, 95\%CI(0.24, 1.68), P=0.36$ ] 方面比较差异无统计学意义。两组在 Lysholm 评分 [ $MD=-0.56, 95\%CI(-2.00, 0.89), P=0.45$ ], IKDC 客观等级 A 或 B 级 [ $OR=0.87, 95\%CI(0.47, 1.60), P=0.66$ ] 及移植失败率 [ $OR=0.76, 95\%CI(0.28, 2.02), P=0.58$ ] 方面比较差异无统计学意义; 在减少膝前疼痛方面, 股四头肌自体移植优于骨-髌腱-骨自体移植 [ $OR=0.16, 95\%CI(0.09, 0.29), P<0.000 01$ ]。结论: 股四头肌自体移植的临床和功能结果以及移植存活率与骨-髌腱-骨自体移植相当, 且股四头肌自体移植可以明显减少膝前疼痛。对于前交叉韧带重建患者, 股四头肌自体移植可作为前交叉韧带重建合适的移植替代物。

**【关键词】** 四头肌; 骨-髌腱-骨移植; 前交叉韧带重建; Meta 分析

中图分类号: R686.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.07.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Outcomes of quadriceps tendon autograft versus bone-patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a Meta-analysis** Li Fei, GU Xiao-dong, and WEI Xiao-chun\*. \* Department of Orthopaedics, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi, China

**ABSTRACT Objective:** To evaluate clinical effect of quadriceps tendon autograft and bone-patellar tendon-bone autograft on anterior cruciate ligament reconstruction by Meta-analysis. **Methods:** From the time of building databases to May 2019, literatures on case-control study on quadriceps tendon and bone-patellar tendon-bone autograft on anterior cruciate ligament reconstruction were searched from PubMed, EMbase, the Cochrane library, Wanfang and CNKI database. Literature screening, quality evaluation and data extraction were carried out according to include and exclude standard. Difference of forward displacement between the affected and health knee, Lachman test, axial shift test, Lysholm score, international knee documentation committee (IKDC) objective grade, anterior knee joint pain and transplant failure rate were analyzed by Meta analysis. **Result:** Totally 6 literatures were included, including 915 patients with anterior cruciate ligament reconstruction, 495 patients with quadriceps tendon autograft and 420 patients with bone-patellar tendon-bone autograft. There were no statistical differences in anterior displacement of tibia was less than 3 mm [ $OR=1.53, 95\%CI(0.68, 3.44), P=0.31$ ], 3 to 5 mm [ $OR=0.64, 95\%CI(0.31, 1.35), P=0.24$ ], greater than 5 mm [ $OR=1.18, 95\%CI(0.33, 4.22), P=0.80$ ], negative rate of Lachman test [ $OR=0.88, 95\%CI(0.38, 2.02), P=0.76$ ], negative rate of axial shift test [ $OR=0.63, 95\%CI(0.24, 1.68), P=0.36$ ] between two groups. There were no differences in Lysholm score [ $MD=-0.56, 95\%CI(-2.00, 0.89), P=0.45$ ], IKDC objective grade A and B [ $OR=0.87, 95\%CI(0.47, 1.60), P=0.66$ ], and transplant failure rate [ $OR=0.76, 95\%CI(0.28, 2.02), P=0.58$ ]. In reducing anterior knee pain, quadriceps tendon autograft was better than that of bone-patellar tendon-bone autograft [ $OR=0.16, 95\%CI(0.09, 0.29), P<0.000 01$ ]. **Conclusion:** Quadriceps tendon autograft and bone-patellar tendon-bone auto-

通讯作者: 卫小春 E-mail: sdeygksys@163.com

Corresponding author: WEI Xiao-chun E-mail: sdeygksys@163.com

graft on anterior cruciate ligament reconstruction has equal clinical and functional outcomes, transplant failure rate, quadriceps tendon autograft could reduce anterior knee pain. For patients with anterior cruciate ligament reconstruction, quadriceps tendon autograft could be seen as suitable alternative bone graft substitutes for anterior cruciate ligament reconstruction.

**KEYWORDS** Quadriceps muscle; Bone-patellar tendon-bone grafts; Anterior cruciate ligament reconstruction; Meta-analysis

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 损伤是最常见的膝关节损伤之一。ACL 断裂可导致膝关节活动时不稳定, 并增加半月板损伤和膝关节退变疾病早期发生的风险<sup>[1-3]</sup>。多种类型的移植物已被用于 ACL 重建以恢复膝关节稳定性, 然而, 最佳移植物来源仍存在争议。骨-髌腱-骨 (bone-patellar tendon-bone, BPTB) 自体移植是治疗前交叉韧带损伤的常用术式, 具有失败率低、膝关节稳定性好以及患者可恢复较高活动水平的优势<sup>[4-7]</sup>。然而, 有研究表明, 尽管膝关节失稳程度有所改善, 但膝前疼痛的发病率仍然很高<sup>[8-9]</sup>。股四头肌 (quadriceps tendon, QT) 自体移植因具有较低的供区疼痛发生率以及较好的膝关节稳定性而被临床所认可<sup>[10-13]</sup>。本研究对 QT 自体移植与 BPTB 在 ACL 重建中膝关节的稳定性、功能结果、膝前疼痛和移植物存活率的临床研究进行荟萃分析, 以期对 QT 作为 ACL 重建移植替代物提供循证依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入和排除标准

**1.1.1 纳入标准** (1) 研究设计类型: 国内外公开发表的前交叉韧带重建 QT 与 BPTB 的直接比较的随机对照和回顾性研究。(2) 研究对象: 接受前交叉韧带重建的前交叉韧带断裂患者。(3) 干预措施: 试验组采用 QT 自体移植, 对照组采用 BPTB 自体移植。(4) 评价指标: 患膝与健膝前向移位差值、Lachman 试验、轴移试验、Lysholm 评分<sup>[14]</sup>、IKDC 客观等级<sup>[15]</sup>、膝前疼痛和移植失败率。

**1.1.2 排除标准** (1) 缺乏原始数据的文献。(2) 动物实验。(3) 重复发表的文献。(4) 无明确疗效评价标准的文献。

### 1.2 文献检索策略

计算机检索 PubMed、EMbase、Cochrane 图书馆、万方、中国知网 (CNKI) 等数据库。检索时间自建库至 2019 年 5 月 31 日。英文检索词: “anterior cruciate ligament” “ACL” “quadriceps tendon autograft” “bone-patellar tendon-bone autograft”。中文检索词: “前交叉韧带重建术” “股四头肌自体移植” “骨-髌腱-骨自体移植”。同时, 手工检索已经查阅文献的参考文献中可能查漏的相关文献。

### 1.3 文献筛选和数据提取

由 2 名研究者根据纳入和排除标准对纳入的文

献独立进行筛选, 通过阅读文题和摘要, 排除明显不符合纳入标准的文献, 再进一步阅读全文, 分别对所获文献进行检索和筛选, 确定最终纳入的研究, 并交叉核对。如果出现意见分歧则由第 3 个研究者进一步查看分析, 最终达成一致。数据提取采用统一表格, 提取资料包括: 作者、发表时间、研究方法、研究对象基本情况、干预措施、临床结果评价工具、随访时间、结局指标。

### 1.4 文献质量评价

根据改良 Jadad 等<sup>[16]</sup>评分对纳入的文献从以下 4 个方面进行质量评价: (1) 随机序列的产生。恰当 (2 分), 不清楚 (1 分), 不恰当 (0 分)。(2) 随机化隐藏。恰当 (2 分), 不清楚 (1 分), 不恰当 (0 分)。(3) 盲法。恰当 (2 分), 不清楚 (1 分), 不恰当 (0 分)。(4) 病例的退出与失访。描述了具体数目和理由 (1 分), 未描述具体数目或理由 (0 分)。最高为 7 分, 其中 1~3 分视为低质量, 4~7 分视为高质量。

依据 Newcastle-Ottawa Scale (NOS)<sup>[17]</sup> 文献质量评价量表对纳入文献进行质量评价。NOS 对文献质量的评价采用了星级系统的半量化原则, 满分为 9 星, 星级越高代表文献质量越高。具体包括研究人群选择、可比性、暴露评价或结果评价。一般 5 星以上文献为高质量文献, 可纳入 Meta 分析。

### 1.5 统计学处理

采用 Review Manager 5.3 软件进行统计学分析。对连续性变量使用加权均数差 (WMD) 及 95% 可信区间 (confidence interval, CI) 表示, 对二分类变量使用比值比 (odds ratio, OR) 及 95% CI 表示。通过森林图显示的异质性检验结果的  $P$  值来判断所纳入研究的异质性, 根据  $I^2$  判断异质性的程度。  $I^2 < 50\%$  且  $P > 0.1$  采用固定效应模型,  $I^2 > 50\%$  且  $P < 0.1$  采用随机效应模型。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 文献筛选结果

共检索文献 266 篇, 根据纳入和排除标准最终纳入符合要求的 6 篇文献<sup>[11, 18-22]</sup>, 共 915 例患者, 其中 QT 自体移植 495 例, BPTB 自体移植 420 例。文献检索流程图见图 1。

### 2.2 文献基本特征与质量评价

纳入的 6 篇文献研究均为回顾性研究, 因此, 采用 NOS 评分进行文献质量评价, 满分为 9 星。所纳

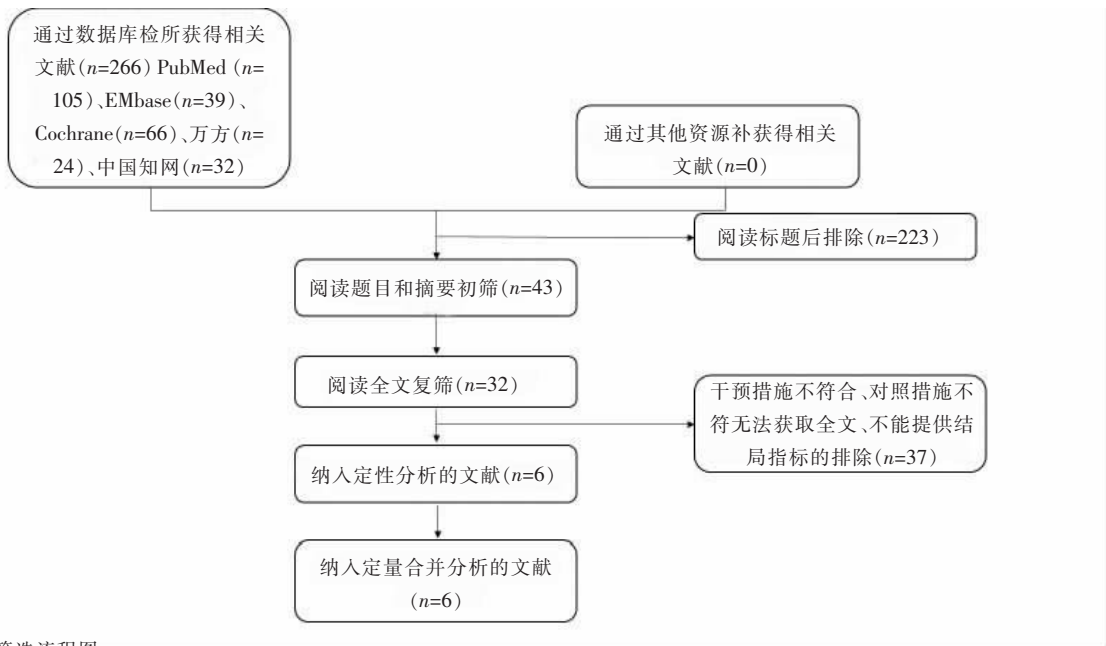


图 1 文献筛选流程图

Fig.1 Flow chart of literature screening

入的文献 NOS 评分有 5 篇 7 星<sup>[11,18-19,21-22]</sup>, 1 篇 6 星<sup>[20]</sup>, 文献质量较好,数据的真实性及可靠性较好。文献基本特征见表 1。

### 2.3 Meta 分析结果

**2.3.1 膝关节 KT1000/2000 测量值** 5 篇文献<sup>[11,19-22]</sup>采用 KT1000/2000 关节测量仪评价了术后膝关节前向移位差值,分别为前向移位差值<3 mm、3~5 mm 以及>5 mm。在患膝与健膝前向移位差值研究中,各研究存在异质性 ( $P<0.1, I^2>50%$ ),故采用随机效应模型进行 Meta 分析,结果显示两组患膝与健膝前向移位差值比较差异无统计学意义, <3 mm [ $OR=1.53,$

$95\%CI(0.68, 3.44), P=0.31$ ], 3~5 mm [ $OR=0.64, 95\%CI(0.31, 1.35), P=0.24$ ], >5 mm [ $OR=1.18, 95\%CI(0.33, 4.22), P=0.80$ ]。图 2。

**2.3.2 膝关节 Lachman 试验** 5 篇文献<sup>[11,19-22]</sup>比较了 Lachman 试验阴性率,研究无统计学异质性 ( $P=0.77, I^2=0\%$ ),故采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果显示两组术后 Lachman 试验阴性率差异无统计学意义 [ $OR=0.88, 95\%CI(0.38, 2.02), P=0.76$ ]。图 3。

**2.3.3 膝关节轴移试验** 5 篇文献<sup>[11,19-22]</sup>比较了轴移试验阴性率。各研究之间无统计学异质性 ( $P=$

表 1 纳入文献的基本特征和质量评价

Tab.1 Basic characteristics and quality evaluation of the included literature

纳入研究	研究类别	样本量(例)		男/女(例)		随访时间(月)	结局指标	NOS 评分
		QT	BPTB	QT	BPTB			
Gorschewsky 等 <sup>[18]</sup> 2007	回顾性研究	93	101	未提及		>24	⑨	7 星
Han 等 <sup>[19]</sup> 2008	回顾性研究	72	72	68/4	68/4	>24	①②③④⑤⑦⑧⑨	7 星
Kim 等 <sup>[21]</sup> 2009	回顾性研究	21	27	18/3	21/26	>24	①③④⑤⑥⑦⑧	7 星
Geib 等 <sup>[11]</sup> 2009	回顾性研究	191	30	未提及		>24	①②③④⑤⑧⑨	7 星
Kim 等 <sup>[20]</sup> 2009	回顾性研究	29	32	11/18	14/18	24	①②③④⑤⑧	6 星
Kim 等 <sup>[22]</sup> 2014	回顾性研究	89	158	未提及		>24	①②③④⑤⑥⑦	7 星

注:①患侧与健侧前向移位差值<3 mm;②患侧与健侧前向移位差值 3~5 mm;③患侧与健侧前向移位差值>5 mm;④Lachman 试验;⑤轴移试验;⑥Lysholm 评分;⑦IKDC 客观等级 A 或 B 级;⑧膝前疼痛;⑨移植失败率;QT:股四头肌;BPTB:骨-髌腱-骨;NOS:文献质量评价量表

Note:①difference of forward displacement between affected and healthy knee <3 mm;②difference of 3 to 5 mm between anterograde displacement of the affected and healthy knee;③difference forward displacement between affected and healthy knee >5 mm;④Lachman test;⑤pivot-shift test;⑥Lysholm scores;⑦IKDC objective grade A or B;⑧anterior knee pain;⑨transplantation failure rate;QT:quadriceps tendon;BPTB:bone-patellar tendon-bone;NOS:newcastle-ottawa scale

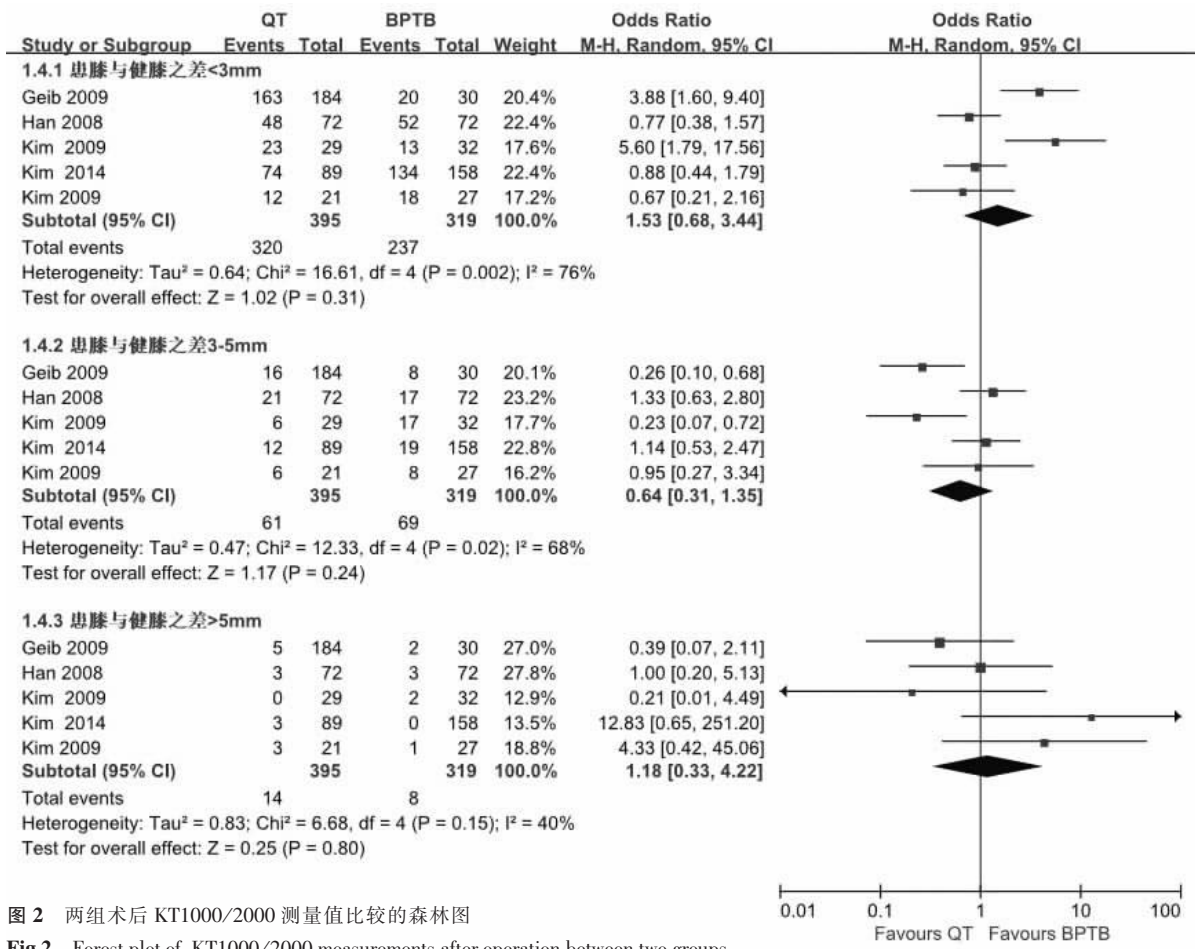


图 2 两组术后 KT1000/2000 测量值比较的森林图

Fig.2 Forest plot of KT1000/2000 measurements after operation between two groups

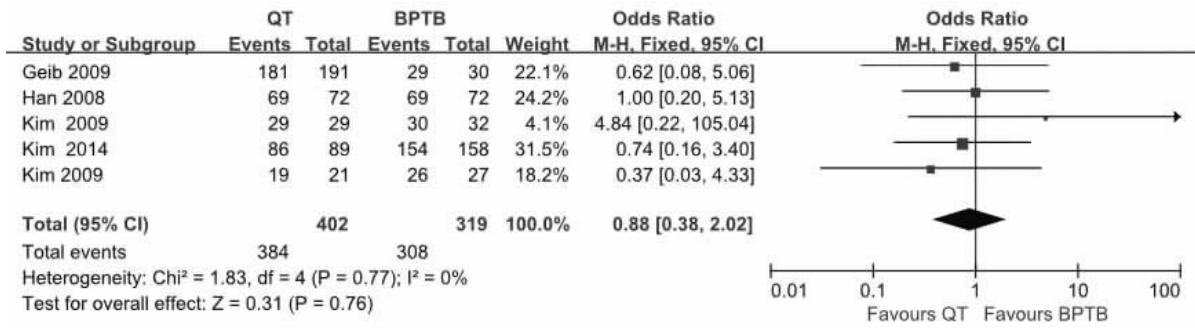


图 3 两组 Lachman 试验阴性率比较的森林图

Fig.3 Forest plot of negative rate of Lachman test between two groups

0.83, I<sup>2</sup>=0%), 可采用固定效应模型进行 Meta 分析。结果显示两组术后轴移试验阴性率比较差异无统计学意义 [OR=0.63, 95%CI(0.24, 1.68), P=0.36]。图 4。

**2.3.4 膝关节 Lysholm 评分** 2 篇文献<sup>[21-22]</sup>进行了 Lysholm 评分比较。各研究之间无统计学异质性 (P=0.17, I<sup>2</sup>=47%), 故采用固定效应模型进行 Meta 分析, 结果显示两组 Lysholm 评分比较差异无统计学意义 [MD=-0.56, 95%CI(-2.00, 0.89), P=0.45]。图 5。

**2.3.5 膝关节 IKDC 客观等级** 3 篇文献<sup>[19, 21-22]</sup>比较了 IKDC 客观等级<sup>[15]</sup>。IKDC 客观等级分为正常

(A)、接近正常(B)、异常(C)、严重异常(D)4 个等级。被鉴定者站立位屈曲 30°拍 X 线片, 当 X 线片没有变化时, 被评为正常(A); 如有轻微改变(如小骨赘、轻度硬化或股骨髁变平), 但关节间隙>4 mm, 标记为接近正常(B); 对于异常(C)和严重异常(D), 关节(软骨)间隙的绝对值是确定的。各研究之间无统计学异质性 (P=0.87, I<sup>2</sup>=0%), 故采用固定效应模型进行 Meta 分析, 结果显示两组 IKDC 客观等级 A 或 B 级的差异无统计学意义 [OR=0.87, 95%CI(0.47, 1.60), P=0.66]。图 6。

**2.3.6 膝前疼痛发生率** 4 篇文献<sup>[11,19-21]</sup>比较了患者膝前疼痛发生率。各研究异质性检验无统计学意义 ( $P=0.89, I^2=0\%$ ), 故采用固定效应模型进行 Meta 分析。结果显示两组在膝前疼痛发生率方面比较差异有统计学意义 [ $OR=0.16, 95\%CI(0.09, 0.29), P<0.00001$ ]。图 7。

**2.3.7 移植失败率** 3 篇文献<sup>[11,18-19]</sup>比较了患者的移植失败率。各研究之间无统计学异质性 ( $P=0.57,$

$I^2=0\%$ ), 故可采用固定效应模型进行 Meta 分析, 结果显示两组移植失败率比较差异无统计学意义 [ $OR=0.76, 95\%CI(0.28, 2.02), P=0.58$ ]。图 8。

**3 讨论**

**3.1 前交叉韧带重建中移植物的选择**

骨-髌腱-骨由于其高的抗张强度及良好的腱骨愈合能力, 在前交叉韧带重建中被广泛应用, 但术后膝前疼痛、髌骨骨折、患者下蹲困难等并发症使人们

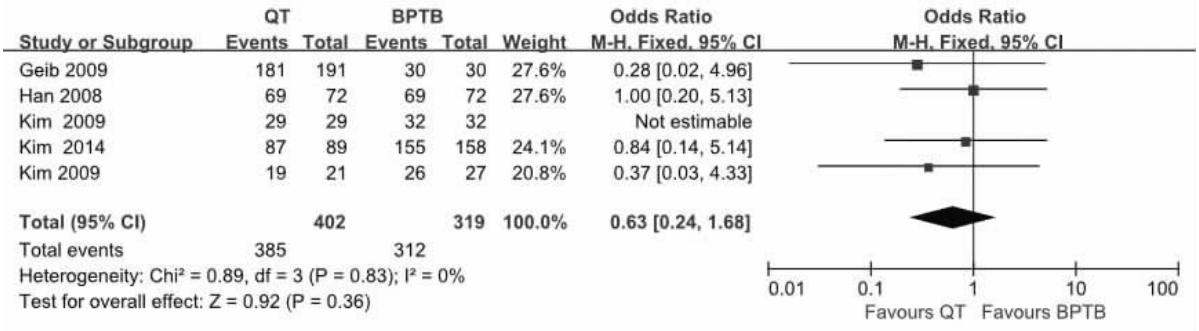


图 4 两组轴移试验阴性率比较的森林图

Fig.4 Forest plot of negative rate of axial shift test between two groups

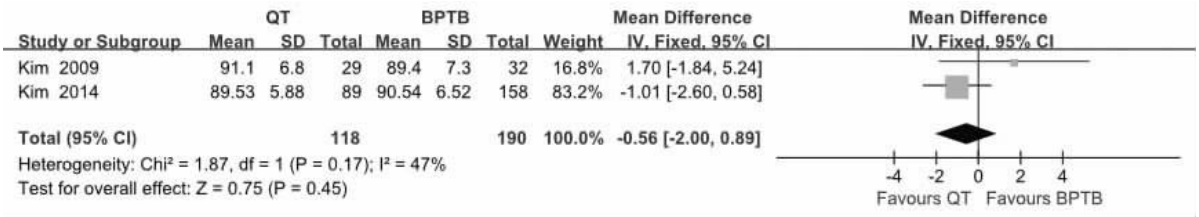


图 5 两组 Lysholm 评分比较的森林图

Fig.5 Forest plot of Lysholm score between two groups

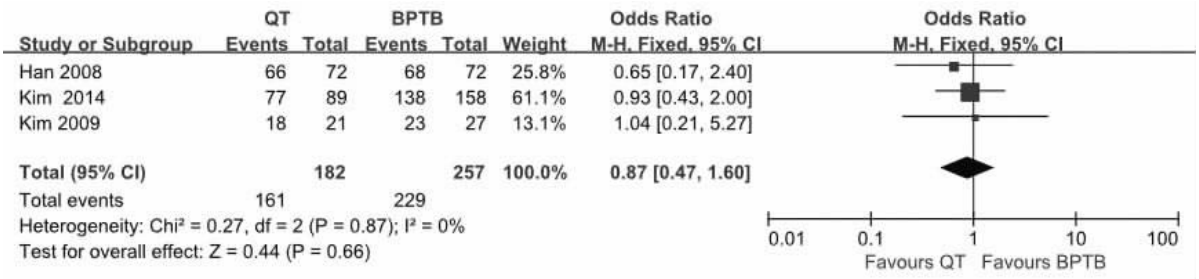


图 6 两组 IKDC 客观等级 A 或 B 级比较的森林图

Fig.6 Forest plot of IKDC objective grade A or B between two groups

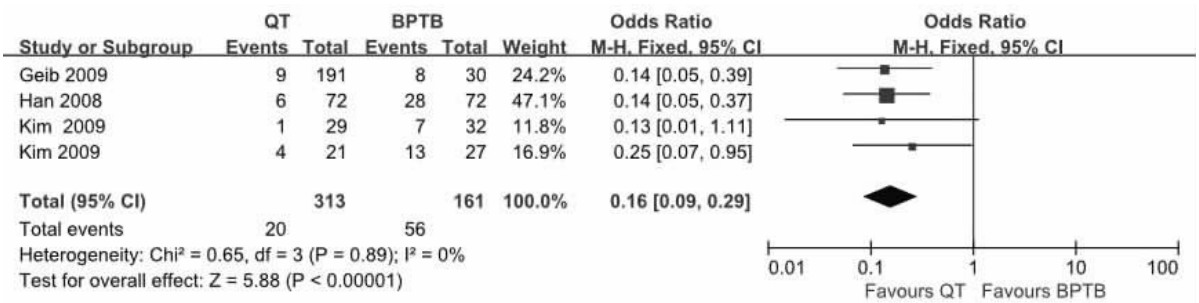


图 7 两组膝前疼痛发生率比较的森林图

Fig.7 Forest plot of incidence of anterior knee pain between two groups

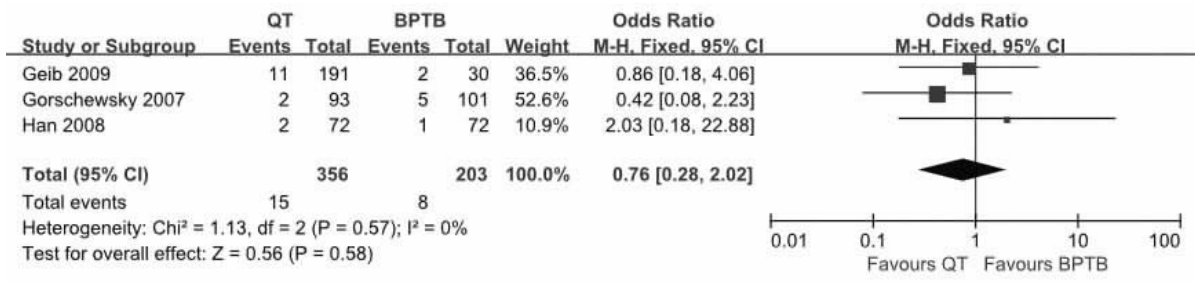


图 8 两组移植失败率比较的森林图

Fig.8 Forest plot of transplant failure rate between two groups

逐渐转向了腓绳肌腱移植用于交叉韧带重建。虽然目前证据表明腓绳肌腱移植有良好的术后效果,但使用腓绳肌腱重建前交叉韧带仍然有一些难以克服的并发症,如膝关节疼痛、腱骨愈合过程较慢以及术后影响膝关节功能<sup>[23]</sup>。因此,合适的韧带移植物的选择仍存在争议。

股四头肌腱是近年来出现的较好的前交叉韧带替代物。有研究表明,QT 自体移植更好的临床结果和较低的供区并发症发生率<sup>[24]</sup>和骨-髌腱-骨自体移植相比,使用 QT 自体移植前疼痛发病率低,并发症较少,但术后膝关节功能恢复和患者满意度没有明显差异<sup>[19,21]</sup>。股四头肌腱与腓绳肌腱重建前交叉韧带相比,术后临床效果相似<sup>[25]</sup>。研究<sup>[26]</sup>发现 QT 与 BPTB 相比,在运动跳跃和压腿练习中的股四头肌力量缺陷方面有统计学意义。Han 等<sup>[19]</sup>发现,QT 和 BPTB 自体移植术后 1 年的四头肌等速肌力水平与 Cybex 等速肌力测试测定的峰值扭矩比相似。QT 自体骨移植与腓绳肌腱自体骨移植相比,术后疼痛更少;与 BPTB 自体骨移植相比,完成膝关节伸展更早<sup>[27-28]</sup>。因此,股四头肌腱重建前交叉韧带必将得到广泛的应用。

### 3.2 本研究的发现

本研究采用 Meta 分析的方法比较了股四头肌腱自体移植和骨-髌腱-骨自体移植对膝关节稳定性和功能恢复等方面的影响。结果表明,与 BPTB 自体移植相比,前交叉韧带重建使用 QT 自体移植可以明显减少膝前疼痛,这是由于 QT 自体移植并不涉及到髌韧带及膝前稳定结构的破坏。在膝关节术后稳定性、膝关节功能评分及移植失败率方面,两组比较差异无统计学意义。QT 自体移植行韧带重建,术后 1 年时肌肉恢复率为 80%~82%,2 年为 89%<sup>[29]</sup>。在使用 MRI 重建的解剖学和形态学评估中,QT 可产生移植解剖学特征,其长度和体积都是可重复和预测的<sup>[30]</sup>。因此,笔者认为 QT 自体移植在前交叉韧带重建中比 BPTB 自体移植更具优势,是一种良好的前交叉韧带移植替代物。

### 3.3 研究的局限性

本研究的局限性如下:(1)手术技术因纳入研究而异。例如,使用不同的移植固定方法和隧道钻孔。(2)纳入研究的方法质量各不相同,没有文章提供前瞻性随机数据。(3)研究之间的随访时间不同,因此可能影响研究的结果。(4)本次 Meta 分析只限定纳入文献均为英文文献,可能存在发表偏倚。然而,所有纳入研究的结论总体上是一致的。虽然已证明两种移植之间膝关节稳定性和移植存活率的等效性,但纳入研究仅提供短期结果,仍需进行研究。

在前交叉韧带重建手术中,股四头肌自体移植在恢复膝关节稳定性和功能以及移植存活率方面与骨-髌腱-骨自体移植相当。然而,股四头肌自体移植可以明显减少膝前疼痛。因此,在前交叉韧带重建手术中,股四头肌自体移植作为移植替代物优于骨-髌腱-骨。

#### 参考文献

- [1] Sanders TL, Kremers HM, Bryan AJ, et al. Is anterior cruciate ligament reconstruction effective in preventing secondary meniscal tears and osteoarthritis[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(7): 1699-1707.
- [2] vanMeer BL, Oei EH, Meuffels DE, et al. Degenerative changes in the knee 2 Years after anterior cruciate ligament rupture and related risk factors: a prospective observational follow-up study[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(6): 1524-1533.
- [3] Wellsandt E, Gardinier ES, Manal K, et al. Decreased knee joint loading associated with early knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury[J]. Am J Sports Med, 2016, 44(1): 143-151.
- [4] Gorschewsky O, Klakow A, Riechert K, et al. Clinical comparison of the Tutoplast allograft and autologous patellar tendon (bone-patellar tendon-bone) for the reconstruction of the anterior cruciate ligament: 2-and 6-year results[J]. Am J Sports Med, 2005, 33(8): 1202-1209.
- [5] Rodríguez-Merchán EC, Durán D, Revilla C, et al. Arthroscopic graft reconstruction in ACL ruptures: 15-year results and survival [J]. Knee, 2014, 21(5): 902-905.
- [6] Shelbourne KD, Benner RW, Gray T. Return to sports and subsequent injury rates after revision anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft[J]. Am J Sports Med, 2014, 42(6): 1395-1400.
- [7] Kraeutler MJ, Bravman JT, McCarty EC. Bone-patellar tendon-bone

- autograft versus allograft in outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of 5182 patients[J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(10): 2439–2448.
- [8] Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, et al. The phenomenon of “ligamentization”: anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon[J]. *J Orthop Res*, 1986, 4(2): 162–172.
- [9] Yasuda K, Ohkoshi Y, Tanabe Y, et al. Quantitative evaluation of knee instability and muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar and quadriceps tendon[J]. *Am J Sports Med*, 1992, 20(4): 471–475.
- [10] Lubowitz JH. Editorial commentary: quadriceps tendon autograft use for anterior cruciate ligament reconstruction predicted to increase[J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(1): 76–77.
- [11] Geib TM, Shelton WR, Phelps RA, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps tendon autograft: intermediate-term outcome[J]. *Arthroscopy*, 2009, 25(12): 1408–1414.
- [12] Shani RH, Umpierrez E, Nasert M, et al. Biomechanical comparison of quadriceps and patellar tendon grafts in anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Arthroscopy*, 2016, 32(1): 71–75.
- [13] Slone HS, Romine SE, Premkumar A, et al. Quadriceps tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a comprehensive review of current literature and systematic review of clinical results[J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(3): 541–554.
- [14] Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale[J]. *Am J Sports Med*, 1982, 10(3): 150–154.
- [15] Hefti F, Müller W, Jakob RP, et al. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1993, 1(3–4): 226–234.
- [16] Jadad AR, Moore RA, Carroll D, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary[J]. *Control Clin Trials*, 1996, 17(1): 1–12.
- [17] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9): 603–605.
- [18] Gorschewsky O, Klakow A, Pütz A, et al. Clinical comparison of the autologous quadriceps tendon (BQT) and the autologous patella tendon (BPTB) for the reconstruction of the anterior cruciate ligament[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2007, 15(11): 1284–1292.
- [19] Han HS, Seong SC, Lee S, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction: quadriceps versus patellar autograft[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2008, 466(1): 198–204.
- [20] Kim SJ, Chang JH, Kim TW, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with use of a single or double-bundle technique in patients with generalized ligamentous laxity[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(2): 257–262.
- [21] Kim SJ, Kumar P, Oh KS. Anterior cruciate ligament reconstruction: autogenous quadriceps tendon-bone compared with bone-patellar tendon-bone grafts at 2-year follow-up[J]. *Arthroscopy*, 2009, 25(2): 137–144.
- [22] Kim SJ, Lee SK, Choi CH, et al. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction for smoking patients[J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(1): 166–172.
- [23] Hiemstra LA, Webber S, MacDonald PB, et al. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, 32(8): 1472–1479.
- [24] Chen CH, Chen WJ, Shih CH. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft[J]. *J Trauma*, 1999, 46(4): 678–682.
- [25] Hart R, Kucera B, Safi A. Hamstring versus quadriceps tendon graft in double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction[J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2010, 77(4): 296–303.
- [26] Pigozzi F, Di Salvo V, Parisi A, et al. Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: quadriceps tendon versus patellar tendon[J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2004, 44(3): 288–293.
- [27] Buescu CT, Onutu AH, Lucaci DO, et al. Pain level after ACL reconstruction: a comparative study between free quadriceps tendon and hamstring tendons autografts[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2017, 51(2): 100–103.
- [28] Joseph M, Fulkerson J, Nissen C, et al. Short-term recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective comparison of three autografts[J]. *Orthopedics*, 2006, 29(3): 243–248.
- [29] Lee S, Seong SC, Jo CH. Outcome of anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps tendon autograft[J]. *Arthroscopy*, 2004, 20(8): 795–802.
- [30] Xerogeanes JW, Mitchell PM, Karasev PA, et al. Anatomic and morphological evaluation of the quadriceps tendon using 3-dimensional magnetic resonance imaging reconstruction: applications for anterior cruciate ligament autograft choice and procurement[J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(10): 2392–2399.

(收稿日期: 2020-01-07 本文编辑: 李宜)