

同种异体骨软骨移植治疗髌股关节软骨损伤疗效的 Meta 分析

李正刚¹⁾, 王国梁²⁾, 杨毅¹⁾, 唐兴¹⁾, 陈佳晖¹⁾, 刘俊洪¹⁾, 李彪¹⁾

(1) 昆明医科大学第一附属医院骨科; 2) 运动医学科, 云南昆明 650032)

[摘要] **目的** 采用单个率 Meta 分析评价同种异体骨软骨 (osteochondral allograft, OCA) 移植治疗髌股关节软骨损伤的临床疗效。**方法** 系统检索 PubMed、MEDLINE、EMBASE、Cochrane Library、Cochrane Database、Ovid、Web of Science 数据库。检索语言为英文; 检索时间为建库至 2020 年 3 月; 采用主题词联合自由词进行检索, 检索式为 (参考 MeSH Terms): “Osteochondral” OR “Cartilage” OR “Articular cartilage” AND “Allografts” OR “Allograft” OR “Implantation” AND “Patella” OR “Trochlea” OR “Patellofemoral”。**结果** 共纳入 8 篇英文文献, 129 例患者, Meta 分析结果提示, OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤的术后 5 a 移植物存活率为 84.9% (95% CI: 73.3% ~ 92.1%), 术后 10 a 移植物存活率为 77.2% (95% CI: 66.2% ~ 85.5%), 术后患者满意率为 88.8% (95% CI: 78.9% ~ 94.3%), 术后再手术率为 54.3% (95% CI: 36.3% ~ 71.4%), 术后失败率为 27.5% (95% CI: 19.4% ~ 37.1%)。**结论** OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤, 术后症状和功能可获明显改善, 患者满意度高, 短、中、长期随访生存率高, 具有较好的临床应用前景。

[关键词] 软骨移植; 同种异体骨; 软骨损伤; 髌股关节

[中图分类号] R459.9 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095-610X (2021) 1B-0023-07

Efficacy of Allogeneic Osteochondral Transplantation for Patellofemoral Articular Cartilage Injury: A Meta-analysis

LI Zheng-gang¹⁾, WANG Guo-liang²⁾, YANG Yi¹⁾, TANG Xing¹⁾, CHEN Jia-hui¹⁾, LIU Jun-hong¹⁾, LI Biao¹⁾

(1) Dept. of Orthopaedics; 2) Dept. of Sports Medicine, The 1st Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming Yunnan 650032, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate clinical efficacy of osteochondral allograft transplantation in treatment of patellofemoral articular cartilage injury by single rate meta-analysis. **Methods** Literatures were searched in PubMed, Medline, Embase, Cochrane Library, Cochrane Database, Ovid and Web of Science databases. The search language is English; retrieval time is from the establishment of the database to March 2020. The search was carried out with subject words combined with free words; retrieval formula is (refer to Mesh Terms): "Osteochondral" OR "Cartilage" OR "Articular Cartilage" AND "Allografts" OR "Allograft" OR "Implantation" AND "Patella" OR "Trochlea" OR "Patellofemoral". **Results** Eight articles were enrolled, involving 129 patients. Meta-analysis result of results showed that the survival rate of patellofemoral articular cartilage injury with OCA transplantation was 84.9% (95%CI: 73.3% ~ 92.1%) at 5 years and 77.2% (95%CI: 66.2% ~ 85.5%) at 10 years. The satisfaction rate of postoperative patient was 87.2% (95% CI: 77.8% ~ 93.0%). The postoperative reoperation rate was 54.3% (95%CI: 36.3% ~ 71.4%). The postoperative failure rate was 27.5% (95%CI: 19.4% ~ 37.1%). **Conclusion** OCA transplantation in the treatment of patellofemoral articular cartilage injury can

[收稿日期] 2020-12-03

[基金项目] 云南省骨关节疾病临床医学中心建设基金资助项目 (ZX-2019-03-04)

[作者简介] 李正刚 (1995~), 男, 云南腾冲人, 在读硕士研究生, 主要从事骨与关节损伤临床研究工作。

[通信作者] 李彪, E-mail: libiao0012010@163.com

significantly improve the postoperative symptoms and function, with high patient satisfaction and high short, medium and long-term follow-up survival rate, which has a good clinical application prospect.

[Key words] Cartilage transplantation; Osteochondral allograft; Cartilage injury; Patellofemoral joint

关节软骨主要由细胞基质和软骨细胞构成,由于无血管、无神经,导致其自发修复和再生能力有限^[1-2]。当关节软骨因外伤或疾病发生损伤时,通常容易进行性发展,导致不可逆的病理改变,最终发展为骨性关节炎^[3]。因此,目前对于软骨损伤的治疗既是热点,也是难点。髌股关节是继股骨内侧髁之后最容易发生软骨损伤的部位,在接受膝关节镜检查的患者中,有超过 33% 的患者存在髌股关节软骨病变^[4-5]。膝骨关节炎常从髌股关节开始,是膝前疼痛的重要来源^[6],因此,适时、合理的临床干预是有必要的。目前髌股关节软骨损伤的治疗方法主要包括:自体骨软骨移植、同种异体骨软骨移植、骨髓刺激(微骨折术、打磨成形或钻孔术)、关节置换术等^[2-3]。自体、异体骨软骨移植是唯一可真正替代透明软骨的方法^[7]。Groos 等^[8]自 1975 年提出了骨软骨移植的概念以来,这种软骨修复技术在治疗局灶性和弥漫性(单间室)骨软骨损伤方面得到越来越多的关注。相比其他治疗方式,同种异体骨软骨(osteochondral allograft, OCA)主要优点在于既可提供有活力的透明软骨,也可提供结构性骨,不存在供区并发症,一旦骨床愈合,天然软骨便可以完全负重,且更适用于缺损范围较大的软骨损伤^[9]。

现今已有大量研究证实了 OCA 移植对于膝关节软骨损伤的治疗具有良好的临床结果^[10],但多数为对 OCA 移植治疗股骨髁软骨损伤的报道。由于髌股关节损伤通常合并异常的解剖结构和生物力学环境,如:过度外移、错位,高位髌骨,滑车发育不良,关节应力过大等导致其治疗尤为困难,因此有学者认为 OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤的疗效不如股骨髁和胫骨平台^[4]。目前关于 OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤的临床研究相对匮乏,本研究将利用单个率的 Meta 分析对相关文献进行系统分析,进而评价 OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 文献检索

系统检索 PubMed、MEDLINE、EMBASE、

Cochrane Library、Cochrane Database、Ovid、Web of Science 数据库。检索语言为英文;检索时间为建库至 2020 年 3 月;采用主题词联合自由词进行检索,检索式为(参考 MeSH Terms):“Osteochondral” OR “Cartilage” OR “Articular cartilage” AND “Allografts” OR “Allograft” OR “Implantation” AND “Patella” OR “Trochlea” OR “Patellofemoral”。

1.2 文献纳入标准与排除标准

纳入标准:(1)研究对象:临床诊断为髌股关节软骨损伤的患者;患者的年龄、国籍、种族、性别、损伤面积不作限制;(2)干预措施:采用 OCA 移植治疗;(3)研究类型:髌股关节软骨损伤患者接受 OCA 移植治疗术后随访的研究;(4)结局指标:报道了 OCAT 治疗的移植物存活率、满意率、失败率、再次手术率等;(5)研究为人体临床试验,且至少有 5 名受试者,随访 >18 个月。

排除标准:(1)非髌股关节软骨损伤患者或未接受 OCA 移植治疗的研究;(2)合并其他对治疗有影响的疾病,如:重度骨关节炎、恶性肿瘤、自身免疫性关节疾病等;(3)尸体研究、动物研究、生物力学报道、文献综述、病例报告、重复发表的文献;(4)数据混乱导致无法提取有效数据。

1.3 文献质量评价

纳入研究为非随机对照试验,根据 Loney 等^[11]提出的研究质量评价标准对文献进行质量评价。质量评价标准:A:研究设计和抽样方法是否适合所研究问题?B:样本构成是否恰当?C:样本量是否恰当?D:是否采用客观、适当和标准的准则来衡量结果?E:结果是否以合理的方式报道?F:回应率是否足够?是否有失访者记录?G:是否对流行率或发生率的估计有置信区间,并酌情进行亚组分析?H:是否详细描述研究的主题和背景,其是否与感兴趣的内容相似?回答“是”及 1 分,回答“否”计 0 分。

1.4 文献筛选与资料提取

由 2 名研究者根据制定检索式独立检索数据库,并参考纳入与排除标准独立阅读、筛选文献,然后进行文献质量评价,并提取有效数据。若整个过程中出现分歧,由第三位研究者再次评估、讨论

以决定文献是否纳入。提取文献的基本信息, 包括作者、发表时间、国籍、研究类型、样本年龄、样本性别比例、软骨损伤病因、软骨损伤面积、随访时间等。提取结局指标, 包括 OCA 治疗的满意度、失败率、移植物存活率、再次手术率等。文献检索流程图, 见图 1。

1.5 统计学处理

采用 Review Mannger 5.3 统计软件分析。参考陈月红等^[12]的方法进行单个率的 Meta 分析, 通过计算 I^2 值分析各研究之间异质性, 若 $I^2 < 50\%$ 表明各项研究之间无异质性或异质性较小, 采用固定效应模型进行分析。若 $I^2 \geq 50\%$ 表明各项研究之间存在统计学的异质性, 选择随机效应模型进行分析。各效应量以 95% 置信区间 (confidence interval, CI) 表示。

2 结果

2.1 文献检索结果

通过制度的检索式从数据库中初步检索出文献

498 篇文献, 采用 Endnote 软件查找并删除重复文献, 通过阅读标题、摘要, 排除 387 篇, 根据文献纳入与排除标准最终纳入 8 篇英文文献。

2.2 纳入文献的基本特征

对纳入的 8 篇文献制定基本特征表, 内容包括作者、发表时间、国籍、研究类型、样本年龄、样本性别比例、软骨损伤病因、软骨损伤面积、随访时间、文献质量评分, 见表 1。

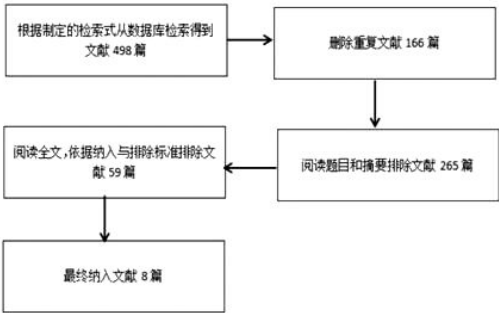


图 1 文献检索流程图

表 1 纳入文献的基本信息 (1)

纳入研究	国家	研究类型	患者例数 (膝关节数)	年龄 (岁)	男 / 女 (n)
Wang ^[13] ,2018	美国	前瞻性研究	10 (10)	37.1 ± 8.2	8/2
Frank ^[14] ,2017	美国	前瞻性研究	8 (8)	31.1 (24 ~ 48)	3/5
Gracitelli ^[15] ,2015	美国	回顾性研究	27 (28)	33.7 (14 ~ 64)	13/14
Cameron ^[16] ,2016	美国	回顾性研究	28 (29)	30.2 ± 10.6 (12 ~ 47)	20/8
Jamali ^[17] ,2005	美国	回顾性研究	18 (20)	42.0 (19 ~ 64)	7/11
Torga Spark ^[18] ,2006	美国	回顾性研究	11(14)	37 (24 ~ 56)	0/11
Wang ^[19] ,2018	美国	回顾性研究	19 (19)	47.0 (40 ~ 53)	13/6
Bakay ^[20] ,1998	匈牙利	回顾性研究	8 (8)	48.0 (21 ~ 64)	

表 1 纳入文献的基本信息 (2)

纳入研究	损伤部位 (n)	病因	随访 时间 (a)	文献 质量 评分
Wang ^[13] ,2018	股骨滑车(10)	退变性软骨损伤	3.9(2.0 ~ 10.7)	7
Frank ^[14] ,2017	髌骨(2) 股骨滑车(6)	创伤	4.4(2.1 ~ 7.7)	6
Gracitelli ^[15] ,2015	髌骨(28)	剥脱性骨软骨炎, 退变性软骨损伤, 骨关节炎, 创伤, 缺血性骨坏死	9.7(1.8 ~ 30.1)	7
Cameron ^[16] ,2016	股骨滑车(29)	剥脱性骨软骨炎, 退变性软骨损伤, 骨关节炎, 创伤	7.0(2.1 ~ 19.9)	7
Jamali ^[17] ,2005	髌骨(20), 股骨滑车(12)	创伤	7.8(2.0 ~ 18.0)	7
Torga Spark ^[18] ,2006	髌骨(14), 股骨滑车(12)	创伤, 骨关节炎, 下肢力线不齐, 髌骨不稳, 医源性软骨刮除	10.0(2.5 ~ 17.5)	6
Wang ^[19] ,2018	髌骨(7), 股骨滑车(16)	剥脱性骨软骨炎, 退变性软骨损伤, 骨关节炎	3.3(2.0 ~ 6.8)	7
Bakay ^[20] ,1998	髌骨(8)	创伤	19.0(10.0 ~ 38.0)	6

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 OCA 移植术后 5 a、10 a 移植物存活率 4 篇临床研究报道了术后 5 a 移植物存活率, 异质性检验结果: $P = 0.29$, $I^2 = 20\%$, 提示各研究之间无异质性, 采用固定效应模型, Meta 分析结果显示 OCA 移植术后 5 a 移植物存活率的合并结果为

84.9% (95%CI: 73.3% ~ 92.1%), 见图 2。4 篇临床研究报道了术后 10a 移植物存活率, 异质性检验结果: $P = 0.20$, $I^2 = 35\%$, 提示各研究之间无异质性, 采用固定效应模型, 术后 10 a 移植物存活率的合并结果为 77.2% (95%CI: 66.2% ~ 85.5%), 见图 3。

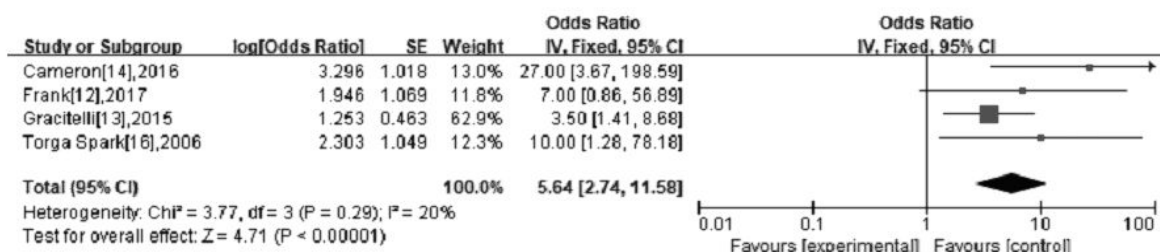


图 2 OCA 移植术后 5a 移植物存活率的 Meta 分析森林图

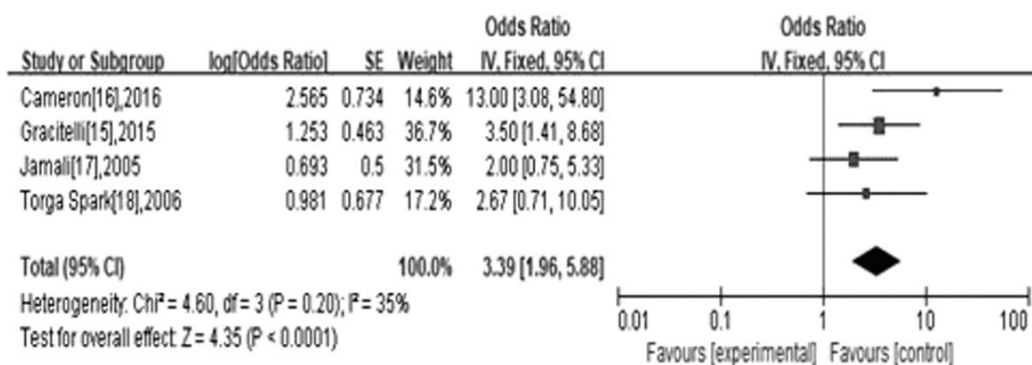


图 3 OCA 移植术后 10a 移植物存活率森林图

2.3.2 OCA 移植术后患者满意率 5 篇临床研究报道了术后患者满意率, 异质性检验结果: $P = 0.41$, $I^2 = 0\%$, 提示各研究之间无异质性, 采用固

定效应模型, Meta 分析结果显示 OCA 移植术后满意率的合并结果为 88.8% (95%CI: 78.9% ~ 94.3%), 见图 4。

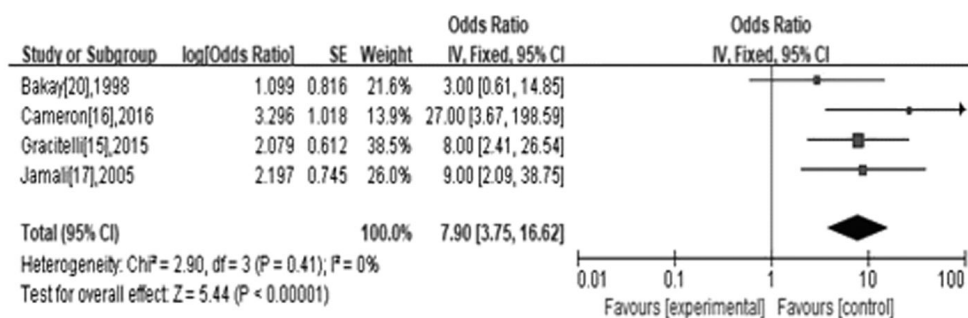


图 4 OCA 移植术后患者满意率森林图

2.3.3 OCA 移植术后再手术率 7 篇临床研究报告了 OCA 移植术后再手术率, 异质性检验结果: $P = 0.003$, $I^2 = 70\%$, 提示各研究之间存在异质性,

采用随机效应模型, Meta 分析结果显示 OCA 移植术后再手术率的合并结果为 54.3% (95% CI: 36.3% ~ 71.4%), 见图 5。

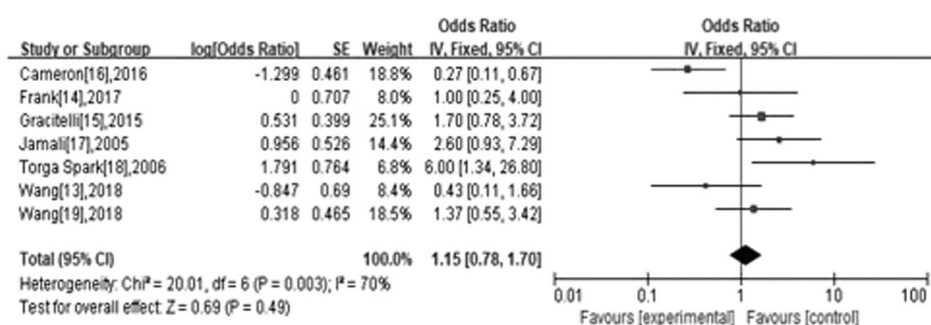


图 5 OCA 移植术后再手术率森林图

2.3.4 OCA 移植术后失败率 8 篇临床研究报告了术后失败率, 异质性检验结果: $P = 0.14$, $I^2 = 37\%$, 提示各研究之间无异质性, 采用固定效应模

型, Meta 分析结果显示 OCA 移植术后失败率的合并结果为 27.5%, (95% CI: 19.4% ~ 37.1%), 见图 6。

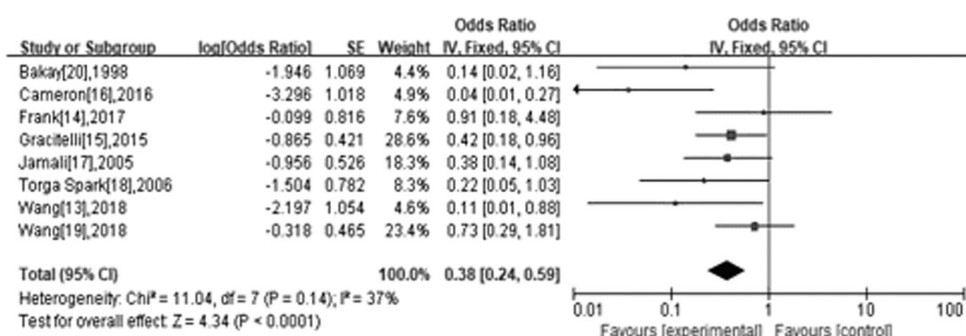


图 6 OCA 移植术后失败率森林图

3 讨论

虽然理想的软骨损伤修复手术仍然存在争议, 但 OCA 移植已经成为一种有吸引力的治疗方案。因为它能够治疗缺损面积较大的损伤, 解决骨丢失, 并且可以通过单期手术进行, 可能比基于细胞的自体软骨细胞移植手术更受欢迎^[21]。OCA 移植是基于其固有的生物学特性来完成的, 软骨细胞周围的基质可保护其避免与受体淋巴细胞及浆细胞接触, 具有免疫豁免效应, 故移植植物可以在没有组织匹配、冷冻或免疫抑制治疗的情况下存活数年^[22]。OCA 移植不仅可以替代关节软骨, 还可以替代软骨下骨, 已有部分研究发现, OCA 移植在治疗软骨损伤时, 较微骨折术有更好的临床结果

^[23]。相比自体骨软骨移植, OCA 优势在于可提供有活性和具有生物力学活性的透明软骨, 尤其可用于替代较大面积缺损部位或稳定形态结构缺损部位^[24]。另外, 异体骨软骨材料易于获取, 手术技术要求相对较低, 并能避免供区损伤, 具有较好的应用前景^[25]。

尽管关于 OCA 移植治疗股骨髌骨软骨损伤的文献较多, 但是 OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤术后长期疗效的相关研究信息较少。本研究对髌股关节 OCA 移植术后移植植物存活率进行统计分析, 5 a 存活率为 84.9% (95% CI: 73.3% ~ 92.1%), 10 a 存活率为 77.2% (95% CI: 66.2% ~ 85.5%)。Familiari 等^[9]对以 OCA 移植治疗股骨髌骨软骨损伤的

系统回顾中报告了相似的移植物存活率: 5 a 存活率为 86.7% (范围为 64.1% ~ 100%), 10 a 存活率为 78.7% (范围为 39% ~ 93%)。Gracitelli 等^[15]对 27 例 (28 膝) 髌骨损伤进行 OCA 移植治疗, 存活率 (5a:78%, 10a:55.8%) 低于目前的研究报告。因此有研究认为, 涉及髌骨损伤可能导致更复杂的修复环境, 治疗孤立股骨滑车损伤可能导致更有利的临床结果^[7,16]。虽然各项研究应用了许多不同的评分量表评价临床疗效, 但无论应用哪种量表, 结果都显示从术前到随访症状均有改善, 且本研究中发现 OCA 移植治疗髌骨关节软骨损伤, 患者满意率可达 88.8% (95%CI=78.9% ~ 94.3%)。由此表明 OCA 移植治疗膝关节软骨损伤在可以获得良好的功能结果和存活率, 且在髌股关节软骨损伤中也可获得相似较好的临床疗效。

近年有文献对 OCA 移植治疗膝关节软骨损伤长期随访及荟萃分析, 发现再手术率为 36%, 失败率为 25%^[7]。本研究对纳入文献进行 Meta 分析, 发现 OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤术后再手术率为 54.3% (95%CI: 36.3% ~ 71.4%)。通过回顾文献笔者发现, 在髌股关节 OCA 移植术后的再次手术主要集中在去除内固定和关节镜下清理^[6,14]。有研究认为, 关节镜下清理可以清除增生的炎性滑膜以及一些轻度退变导致的边缘骨赘, 这有利于延缓疾病进展, 帮助患者功能康复^[14,26]。本研究发现 OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤术后失败率为 27.5%, (95%CI: 19.4% ~ 37.1%)。OCA 移植治疗髌股关节损伤的失败因素主要包括年龄、关节不稳、力线不良、既往膝关节手术史、骨关节炎程度等^[27]。目前关于软骨损伤修复手术的证据表明, 年龄越大, 失败率越高, 因此建议软骨修复手术应尽量运用于 <50 岁的患者^[28]。膝关节是一个整体, 治疗软骨损伤的同时也应重视病因治疗。Bakay 等^[20]对 3 例中度内翻膝 (10° ~ 15° 内翻) 的股骨内侧髁植入 OCA 均失败, 后期手术中进行再次 OCA 移植的同时纠正了力线, 所有移植物均愈合, 临床效果良好。另外, 髌骨关节不稳定时可将其剪切力传递到移植上, 导致移植物失败^[18]。由此可见, 正常的关节功能和生物力学环境对于维持移植物的生存能力至关重要。因此, 一些学者认为进行 OCA 移植的同时可以联合伴行手术, 能够转移受损间室的应力, 改善髌骨轨迹, 恢复轨迹稳定性, 包括半月板移植、截骨矫形、髌骨对线调整等, 从而更有效地改善患者膝关节功能, 延缓骨关节炎的

进展, 延迟行关节置换术^[29-30]。

本研究的局限性: (1) 纳入的文献数量及样本量较少, Meta 分析的检验效能可能不足; (2) 由于缺乏高质量 RCT 文献, 8 项纳入研究未设立对照组, 只能进行单个率的 Meta 分析, 其统计意义和结果的准确性不足; (3) 纳入文献均为英文文献, 可能存在发表偏移; (4) 各项研究应用的功能评分量表和结局评价标准不尽统一, 导致存在测量偏移和一致性。

综上所述, OCA 移植治疗髌股关节软骨损伤, 术后症状和功能可获明显改善, 患者满意度高, 短、中、长期随访生存率高, 具有较好的临床应用前景。

[参考文献]

- [1] 马崇文, 杨信信, 李睿, 等. 无支架-基于间充质干细胞软骨修复技术的研究现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(12):1112-1115.
- [2] Zamborsky R, Danisovic L. Surgical techniques for knee cartilage repair: An updated large-scale systematic review and network Meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Arthroscopy, 2020, 36(3):845-858.
- [3] 李刚, 焦强, 王春理, 等. 基质诱导自体软骨细胞移植治疗软骨损伤的研究现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(14):1292-1296.
- [4] Brophy R H, Wojahn R D, Lamplot JD. Cartilage restoration technique for the patellofemoral joint [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2017, 25(5):321-329.
- [5] Chahla J, Sweet M C, Okoroha K R, et al. Osteochondral allograft transplantation in the patellofemoral joint: A systematic review [J]. Am J Sports Med, 2019, 47 (12): 3009-3018.
- [6] Duncan R, Peat G, Thomas E, et al. Does isolated patellofemoral osteoarthritis matter [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2009, 17 (9):1151-1155.
- [7] Assenmacher A T, Pareek A, Reardon P J, et al. Long-term outcomes after osteochondral allograft: A systematic review at long-term follow-up of 12.3 years [J]. Arthroscopy, 2016, 32(10):2160-2168.
- [8] Gross A E, Silverstein E A, Falk J, et al. The allotransplantation of partial joints in the treatment of osteoarthritis of the knee [J]. Clin Orthop Relat Res, 1975, (108):7-14.
- [9] Familiari F, Cinque M E, Chahla J, et al. Clinical outcomes and failure rates of osteochondral allograft transplantation in the knee: A systematic review [J]. Am J Sports Med, 2018, 46(14):3541-3549.

- [10] Krych A J, Pareek A, King A H, et al. Return to sport after the surgical management of articular cartilage lesions in the knee: a meta-analysis [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(10):3186–3196.
- [11] Loney P L, Chambers L W, Bennett K J, et al. Critical appraisal of the health research literature prevalence or incidence of a health problem [J]. *Chronic Dis Can*, 1998, 19(4):170–176.
- [12] 陈月红, 杜亮, 耿兴远, 等. 无对照二分类数据的 Meta 分析在 RevMan 软件中的实现 [J]. *中国循证医学杂志*, 2014, 14(7):889–896.
- [13] Wang D, Rebolledo B J, Dare D M, et al. Osteochondral allograft transplantation of the knee in patients with an elevated body mass index [J]. *Cartilage*, 2019, 10(2):214–221.
- [14] Frank R M, Lee S, Levy D, et al. Osteochondral allograft transplantation of the knee: Analysis of failures at 5 years [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(4):864–874.
- [15] Gracitelli G C, Meric G, Pulido P A, et al. Fresh osteochondral allograft transplantation for isolated patellar cartilage injury [J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(4):879–884.
- [16] Cameron J I, Pulido P A, McCauley J C, et al. Osteochondral allograft transplantation of the femoral trochlea [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(3):633–638.
- [17] Jamali A A, Emmerson B C, Chung C, et al. Fresh osteochondral allografts: Results in the patellofemoral joint [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2005, 437:176–185.
- [18] Torga Spak R, Teitge R A. Fresh osteochondral allografts for patellofemoral arthritis: long-term followup [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2006, 444:193–200.
- [19] Wang D, Kalia V, Eliasberg C D, et al. Osteochondral allograft transplantation of the knee in patients aged 40 years and older [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(3):581–589.
- [20] Bakay A, Csenge L, Papp G, Fekete L. Osteochondral resurfacing of the knee joint with allograft. Clinical analysis of 33 cases [J]. *Int Orthop*, 1998, 22(5):277–281.
- [21] Erratum: Clinical and MRI Outcomes of fresh osteochondral allograft transplantation after failed cartilage repair surgery in the knee [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2019, 101(2):1949–1959.
- [22] Arnoczky Steven P. The biology of allograft incorporation [J]. *J Knee Surg*, 2006, 19(3):207–214.
- [23] Riff A J, Huddleston H P, Cole B J, et al. Autologous chondrocyte implantation and osteochondral allograft transplantation render comparable outcomes in the setting of failed marrow stimulation [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(4):861–870.
- [24] T í rico L E P, McCauley J C, Pulido P A, et al. Lesion size does not predict outcomes in fresh osteochondral allograft transplantation [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(4):900–907.
- [25] Mistry H, Metcalfe A, Smith N, et al. The cost-effectiveness of osteochondral allograft transplantation in the knee [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(6):1739–1753.
- [26] L ü tzner J, Kasten P, G ü nther K P, et al. Surgical options for patients with osteoarthritis of the knee [J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2009, 5(6):309–316.
- [27] Gracitelli G C, Meric G, Pulido P A, et al. Osteochondral allograft transplantation for knee lesions after failure of cartilage repair surgery [J]. *Cartilage*, 2015, 6(2):98–105.
- [28] Chahal J, Gross A E, Gross C, et al. Outcomes of osteochondral allograft transplantation in the knee [J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(3):575–588.
- [29] Frank R M, Lee S, Cotter E J, et al. Outcomes of osteochondral allograft transplantation with and without concomitant meniscus allograft transplantation: A comparative matched group analysis [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(3):573–580.
- [30] Gelber P E, Ramírez-Bermejo E, Ibaez M, et al. Fresh osteochondral resurfacing of the patellofemoral joint [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8(11):1395–1401.