

· 循证医学 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.01.024

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20221129.0820.002.html\(2022-11-29\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20221129.0820.002.html(2022-11-29))

个性化截骨板辅助单髁置换与传统截骨辅助单髁置换治疗内侧膝关节骨关节炎疗效的 meta 分析*

任鹏鹏¹, 朱寅¹, 吴骏¹, 陈阳¹, 曹峰¹, 张启栋^{2△}

(1. 苏州市中西医结合医院骨科, 江苏苏州 215000; 2. 中日友好医院骨科, 北京 100029)

[摘要] **目的** 比较个性化截骨板(PSI)辅助膝关节单髁置换术(UKA)与传统截骨(CI)辅助 UKA 治疗内侧膝关节骨关节炎的疗效。**方法** 检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方等数据库, 时间为建库至 2022 年 3 月。按照纳入与排除标准筛选文献、质量评价及提取数据, 使用 RevMan5.3 软件对结局指标进行 meta 分析。**结果** 共纳入 9 篇文献, 共 556 例患者, PSI 组 278 例, CI 组 278 例。meta 分析结果显示, 与 CI 组相比, PSI 组在手术时间 [$MD = -9.89, 95\%CI(-19.20, -0.58), P = 0.04$]、总失血量 [$MD = -155.60, 95\%CI(-229.42, -81.79), P < 0.01$]、术后 6 个月膝关节特种外科医院(HSS)评分 [$MD = -1.37, 95\%CI(-2.59, -0.14), P = 0.03$] 较低 ($P < 0.05$), 在术后 1 个月膝关节 HSS 评分 [$MD = 1.06, 95\%CI(0.18, 1.94), P = 0.02$] 较高 ($P < 0.05$)。两组在冠状位股骨假体离群值 [$OR = 3.07, 95\%CI(0.31, 30.34), P = 0.34$]、矢状位股骨假体离群值 [$OR = 0.85, 95\%CI(0.28, 2.63), P = 0.78$]、冠状位胫骨假体离群值 [$OR = 0.49, 95\%CI(0.24, 0.99), P = 0.05$]、矢状位胫骨假体离群值 [$OR = 0.73, 95\%CI(0.34, 1.59), P = 0.43$]、术后 3 个月膝关节 HSS 评分 [$MD = -0.29, 95\%CI(-1.08, 0.50), P = 0.47$] 及术后 3 个月膝关节 VAS 评分 [$MD = -0.22, 95\%CI(-1.00, 0.55), P = 0.57$] 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** PSI 与 CI 辅助 UKA 都取得了较好的假体植入精准度及临床疗效, 但是 PSI 辅助 UKA 在手术时间、总失血量更少。

[关键词] 内侧膝关节骨关节炎; 单髁置换术; 个性化截骨板; meta 分析

[中图法分类号] R320.27 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)01-0118-06

Efficacy of personalized osteotomy plate assisted unicompartmental replacement versus conventional unicompartmental replacement in treating medial knee osteoarthritis: a meta analysis*

REN Pengpeng¹, ZHU Yin¹, WU Jun¹, CHEN Yang¹, CAO Feng¹, ZHANG Qidong^{2△}

(1. Department of Orthopedics, Suzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Suzhou, Jiangsu 215000, China; 2. Department of Orthopedics, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China)

[Abstract] **Objective** To compare the efficacy of unicompartmental knee arthroplasty (UKA) assisted by patient-specific instrument (PSI) versus conventional instrument (CI) for treating medial knee osteoarthritis. **Methods** The databases of PubMed, Embase, Cochrane Library, CNKI and Wanfang were retrieved from their establishment to March 2022. The literatures screening, quality evaluation and data extract were conducted according to the inclusion and exclusion standards. The outcome indicators conducted the meta analysis by the RevMan 5.3 software. **Results** Totally 9 papers were included, with 556 cases of knee joint, there were 278 cases in the PSI group and 278 cases in the CI group. The meta analysis results showed that compared with the CI group, the operation time [$MD = -9.89, 95\%CI(-19.20, -0.58), P = 0.04$], total blood loss amount [$MD = -155.60, 95\%CI(-229.42, -81.79), P < 0.01$], the Hospital for Special Surgery (HSS) score in postoperative 6 months [$MD = -1.37, 95\%CI(-2.59, -0.14), P = 0.03$] in the PSI group were significantly lower ($P < 0.05$), the HSS score in postoperative 1 month [$MD = 1.06, 95\%CI(0.18, 1.94), P = 0.02$] was higher ($P < 0.05$), there was no statistically significant differences in coronal femoral component

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(81972130); 苏州市“科教兴卫”青年科技项目(KJXW2021080)。 作者简介: 任鹏鹏(1993-), 医师, 硕士, 主要从事骨科研究。 △ 通信作者, E-mail: tjzhqd@163.com。

outliers [$OR=3.07, 95\%CI(0.31, 30.34), P=0.34$], sagittal femoral component outliers [$OR=0.85, 95\%CI(0.28, 2.63), P=0.78$], coronal tibial component outliers [$OR=0.49, 95\%CI(0.24, 0.99), P=0.05$], sagittal tibial component outliers [$OR=0.73, 95\%CI(0.34, 1.59), P=0.43$], HSS in postoperative 3 months [$MD=-0.29, 95\%CI(-1.08, 0.50), P=0.47$] and knee joint VAS score in postoperative 3 months [$MD=-0.22, 95\%CI(-1.00, 0.55), P=0.57$] between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Both PSI assisted UKA and traditional UKA have achieved the prosthesis implantation accuracy and clinical efficacy, but PSI assisted UKA has little operation time and little total blood loss.

[Key words] medial knee osteoarthritis; unicompartmental knee arthroplasty; patient-specific instrument; meta analysis

膝关节骨关节炎(osteoarthritis, OA)是一种常见的关节退行性疾病,约三分之一的膝关节 OA 患者只有 1 个间室受到影响^[1]。膝关节单髁置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)是一种应用于膝关节单间室 OA 治疗的手术方法,可以缓解关节疼痛、改善关节功能及提高患者生活质量等^[2]。与全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)相比,UKA 具有手术风险低、并发症少、再入院率低、恢复快等优点,但是再手术率和翻修率较高^[3-4]。UKA 翻修率高的最主要原因是假体位置不良,这与手术技术要求高有关^[5-8]。传统 UKA 主要参考骨性解剖标志定位、截骨,要求手术医生有丰富的临床经验。即使临床经验丰富的关节外科医生应用传统手术器械进行手术,UKA 术后假体位置不良发生率仍高达 30%^[9]。对于如何获得良好的假体位置,延长假体使用寿命,提高假体生存率,降低假体翻修率,是目前关节外科面临的一大问题。

近年来,随着科技的发展与进步,应用 3D 打印技术制作个性化截骨板(patient-specific instrumentation, PSI)成为膝关节外科领域的又一大亮点^[10]。通过 PSI 辅助截骨,期望达到提高截骨精准度和 UKA 术后假体位置植入的精确性,增加 UKA 假体使用寿命及生存率的目的^[11]。但是,PSI 术前准备增加患者射线暴露、额外时间及费用,手术医生需要学习 PSI 设计等,存在争议^[12]。有些研究认为在 UKA 术后假体位置植入精确性方面,PSI 较传统截骨(conventional instrument, CI)优势更大^[13-16];但是也有不少研究认为,PSI 对于 UKA 术后假体位置植入精确性方面较 CI 无明显优势^[17-20]。对于 PSI 是否能提高 UKA 术后假体位置植入精确性尚有争议。因此,本文比较了 PSI 和 CI 辅助 UKA 术后假体位置植入精确性及临床功能评分,为临床选择更好的治疗内侧膝关节 OA 的 UKA 截骨方法提供更多的循证医学证据。

1 资料与方法

1.1 文献检索

检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方等数据库,检索文献时间自建库起至 2022 年 3 月,对重要文献的参考文献进行手工检索。英文检索词:“partial knee arthroplasty”“partial knee re-

placement”“UKR”“unicompartmental knee replacement”“unicondylar knee replacement”“medial compartment knee replacement”“UKA”“unicompartmental knee arthroplasty”“unicondylar knee arthroplasty”“medial compartment knee arthroplasty”“patient-specific”“patient-matched”“custom instrumentation”“guide instrumentation”“cutting blocks”“custom fit”“three-dimensional printing”;中文检索词:“单髁置换术”“膝关节部分置换术”“单间室置换术”“内侧间室置换术”“个性化”“个体化”“导向器”“辅助截骨导板”“3D 打印”。

1.2 纳入和排除标准

纳入标准:研究对象为符合内侧 UKA 指征的膝关节 OA 患者;干预措施分为 PSI 组和 CI 组;结局指标至少包含以下指标中的一项,冠状位股骨假体离群值、矢状位股骨假体离群值、冠状位胫骨假体离群值、矢状位胫骨假体离群值、膝关节特种外科医院(hospital for special surgery, HSS)评分、膝关节视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分、手术时间、总失血量等;研究类型为随机对照试验(RCT)或队列研究。排除标准:研究对象伴有严重关节外畸形、屈曲挛缩及内外翻畸形等;纳入文献中原始数据或转换后数据都不能进行 meta 分析;动物研究、尸体研究、人工骨骼研究、会议摘要、案例报告、综述及未正式发表的研究;未设立对照研究、重复发表及数据不全的文献。

1.3 质量评价

使用 Cochrane 风险偏倚工具(<https://www.cochranelibrary.com/>)评估 RCT 的偏倚风险。纽卡斯尔-渥太华量表(the newcastle-ottawa scale, NOS)评分对队列研究进行质量评价^[21]。由 2 名研究者独立对纳入文献进行质量评价,如遇分歧,一起讨论解决,若仍有分歧,与第 3 名研究者共同讨论。NOS 评分为 9 分,≥7 分为高质量文献,5~<7 分为中等质量文献,<5 分为低质量文献。

1.4 数据提取

由 2 名研究者提取纳入文献数据,如遇分歧,一起讨论解决,若仍有分歧,与第 3 名研究者共同讨论。提取数据包括第一作者、发表年份、国家或地区、研究

设计类型、研究时间、PSI 的术前扫描方式、PSI 系统、样本量、年龄、性别及结局指标等。

1.5 统计学处理

利用 Cochrane 协作网提供的 RevMan5.3 软件进行 meta 分析。通过 χ^2 检验及 I^2 评估各研究间异质性,如果各研究间无异质性($P > 0.05, I^2 \leq 50\%$),采用固定效应模型分析,若其有异质性($P < 0.05, I^2 > 50\%$),则采用随机效应模型分析。连续性数据用均数差(MD)及 95%CI 评估,二分类数据用比值比(OR)及 95%CI 评估。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 检索结果

按照检索策略一共检索文献 716 篇,去除重复文献后剩余 293 篇,严格按照纳入和排除标准,阅读标题及摘要后获得 107 篇,阅读全文后获得 14 篇,最后纳入 9 篇文献^[13-19, 22-23],共 556 例患者,PSI 组 278 例,CI 组 278 例。文献筛选过程见图 1。

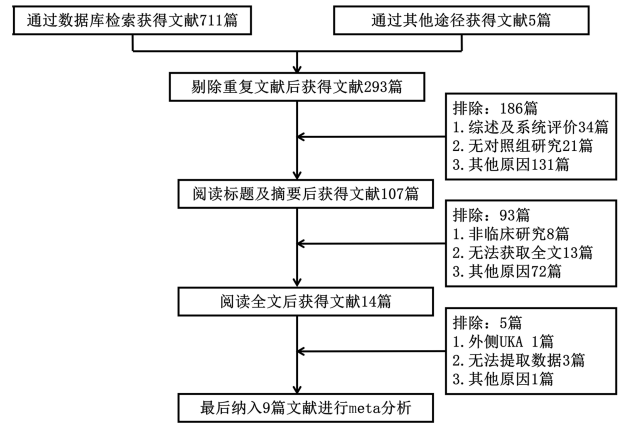


图 1 文献检索流程图

2.2 文献质量评价

共纳入 9 篇^[13-19, 22-23] 文献,纳入文献基本特征见表 1。5 篇 RCT^[13-14, 17, 19, 23],其偏倚风险基本特征见图 2。4 篇队列研究^[15-16, 18, 22] 通过 NOS 评分对其质量进行评估,均为高质量文献,见表 2。

表 1 纳入文献的患者基本信息

作者	国家	研究类型	PSI 系统	扫描方式	PSI 组			CI 组			结局指标
					男/女	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	男/女	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	
郭东辉等 ^[13]	中国	RCT	3-Matic Research 11.0	CT	21/19	50~68	—	17/23	55~72	—	⑤⑥
GAN 等 ^[14]	中国	RCT	Launch Geomagic Studio 10.0	CT	17/43	52~74	—	13/47	52~76	—	②③
蔡康等 ^[15]	中国	队列研究	—	CT	13/8	—	—	11/10	—	—	⑤⑥⑦
樊宗庆等 ^[16]	中国	队列研究	Creo 2.0	CT	1/11	53~67	—	1/12	53~66	31.8(22.2~39.5)	⑤⑥⑦
LEENDERS 等 ^[17]	荷兰	RCT	Signature	MRI	21/35	—	29.0±4.3	30/29	—	29.0±4.5	①②③④⑥
KALACHE 等 ^[18]	瑞士	队列研究	—	CT	19/6	46~86	27.3±2.9	7/15	52~85	21~33	③
ALVAND 等 ^[19]	英国	RCT	Signature	MRI	10/13	52.2~77.1	29.8(23.8~40.3)	13/9	51.0~88.2	—	①②③④
KERENS 等 ^[22]	比利时	队列研究	Signature	MRI	13/17	48~85	29(23~40)	13/17	48~85	29(20~37)	③④
GU 等 ^[23]	中国	RCT	Computer-aided design	CT-MRI	3/8	—	—	5/6	—	—	⑤⑥

—:无数据;①:冠状位股骨假体离群值;②:矢状位股骨假体离群值;③:冠状位胫骨假体离群值;④:矢状位胫骨假体离群值;⑤:膝关节评分;⑥:手术时间;⑦:总失血量。

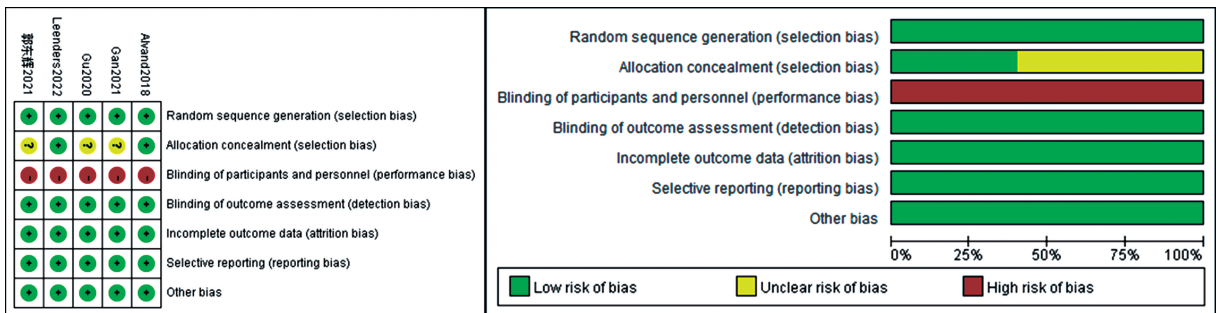


图 2 文献质量评价结果

2.3 meta 分析结果

2.3.1 冠状位股骨假体离群值

2 篇文献^[17,19]报道了 UKA 术后冠状位股骨假体离群值,各研究间无异质性($P=0.98, I^2=0$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组冠状位股骨假体离群值大于 CI 组,但差异无统计学意义[$OR=3.07, 95\%CI(0.31, 30.34), P=0.34$]。

表 2 队列研究 NOS 评分结果

作者	选择	可比性	结局	总分	质量评级
蔡康等 ^[15]	4	2	2	8	高
樊宗庆等 ^[16]	4	2	2	8	高
KALACHE 等 ^[18]	4	2	3	9	高
KERENS 等 ^[22]	3	2	2	7	高

2.3.2 矢状位股骨假体离群值

3 篇文献^[14,17,19]报道了 UKA 术后矢状位股骨假体离群值,各研究间无异质性($P=0.58, I^2=0$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组矢状位股骨假体离群值小于 CI 组,但差异无统计学意义[$OR=0.85, 95\%CI(0.28, 2.63), P=0.78$]。

2.3.3 冠状位胫骨假体离群值

5 篇文献^[14,17-19,22]报道了 UKA 术后冠状位胫骨假体离群值,各研究间无异质性($P=0.75, I^2=0$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组冠状位胫骨假体离群值小于 CI 组,但差异无统计学意义[$OR=0.49, 95\%CI(0.24, 0.99), P=0.05$]。

2.3.4 矢状位胫骨假体离群值

3 篇文献^[17,19,22]报道了 UKA 术后矢状位胫骨假体离群值,各研究间无异质性($P=0.20, I^2=38\%$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组矢状位胫骨假体离群值小于 CI 组,但差异无统计学意义[$OR=0.73, 95\%CI(0.34, 1.59), P=0.43$]。

2.3.5 膝关节 HSS 评分

3 篇文献^[15-16,23]报道了 UKA 术后 1 个月膝关节 HSS 评分,各研究间无异质性($P=0.53, I^2=0$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组术后 1 个月膝关节 HSS 评分大于 CI 组,差异有统计学意义[$MD=1.06, 95\%CI(0.18, 1.94), P=0.02$]。

4 篇文献^[13,15-16,23]报道了 UKA 术后 3 个月膝关节 HSS 评分,各研究间无异质性($P=0.20, I^2=36\%$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组术后 3 个月膝关节 HSS 评分小于 CI 组,但差异无统计学意义[$MD=-0.29, 95\%CI(-1.08, 0.50), P=0.47$]。

2 篇文献^[15-16]报道了 UKA 术后 6 个月膝关节 HSS 评分,各研究间无异质性($P=0.94, I^2=0$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组术后 6 个月膝关节 HSS 评分小于 CI 组,差异有统计学意义[$MD=-1.37, 95\%CI(-2.59, -0.14), P=0.03$]。

2.3.6 膝关节 VAS 评分

2 篇文献^[13,23]报道了 UKA 术后 3 个月膝关节 VAS 评分,各研究间有异质性($P<0.01, I^2=90\%$),故采用随机效应模型分析。结果显示 PSI 组术后 3 个月膝关节 VAS 评分小于 CI 组,但差异无统计学意义[$MD=-0.22, 95\%CI(-1.00, 0.55), P=0.57$]。

2.3.7 手术时间比较

5 篇文献^[13,15-17,23]报道了手术时间,各研究间有异质性($P<0.01, I^2=92\%$),故采用随机效应模型分析。结果显示 PSI 组手术时间小于 CI 组,差异有统计学意义[$MD=-9.89, 95\%CI(-19.20, -0.58), P=0.04$]。

2.3.8 总失血量比较

2 篇文献^[15-16]报道了总失血量(术中失血量+术后引流量),各研究间无异质性($P=0.98, I^2=0$),故采用固定效应模型分析。结果显示 PSI 组总失血量小于 CI 组,差异有统计学意义[$MD=-155.60, 95\%CI(-229.42, -81.79), P<0.01$]。

3 讨论

膝关节 OA 是一种常见的关节退行性疾病,患病率随着年龄的增长而增加,严重影响患者生活质量^[24]。UKA 是一种应用于膝关节单间室 OA 治疗的手术方法,疗效明显,受到广泛关注^[2]。CI 辅助截骨因其髓内或髓外定位复杂,截骨步骤繁琐,对术者手术技术的要求非常高^[25]。PSI 基于术前个体化 CT 或 MRI 扫描后数据,理论上计算机模拟截骨能计算出截骨角度、截骨量、股骨髁及胫骨平台假体大小,从而指导术者进行精确截骨^[10]。PSI 辅助截骨无须定位,截骨步骤简单,对于 PSI 是否在 UKA 术后假体植入精确性、下肢力线、假体生存率及临床疗效等方面优于 CI 尚有争议。与 PSI 辅助截骨相比,CI 辅助截骨的髓内定位可引起脂肪栓塞、髓腔内出血等,手术风险较高^[26]。在胫骨侧垂直截骨时,CI 辅助截骨过程中既要避免过度外移引起前交叉韧带损伤,又要保证截骨方向指向同侧髁前上棘,但是 PSI 辅助截骨是经过计算机模拟截骨验证的,截骨精确性较高,并发症较少^[27]。在胫骨侧水平截骨时,PSI 和 CI 辅助截骨均需要注意保护内侧副韧带^[27]。在股骨侧截骨时,CI 辅助截骨过程中需要先去除髁间窝及内侧髁内侧骨赘,有利于髓内定位杆开髓点定位、股骨侧假体大小及植入位置选择;与之相反,PSI 辅助截骨时需要保留骨赘作为安装 PSI 的定位解剖标志^[16,27]。由于 PSI 辅助截骨是在 CT 或 MRI 扫描后重建三维模型(CT 扫描不含软骨及软组织)上进行计算机模拟截骨,所以安装 PSI 时软骨刮除不彻底、PSI 与骨之间存在软组织嵌顿等都会导致截骨不精确^[28]。通过 PSI 辅助截骨,期望达到提高截骨精准度,提高 UKA 术后假体位置植入的精确性^[11]。

本文纳入了 9 篇文献,总计 556 例患者,其中 PSI 组 278 例,CI 组 278 例。分析结果显示,PSI 组在手

术时间、总失血量、术后 1 个月膝关节 HSS 评分等方面较 CI 组有优势。与 CI 组比较,PSI 组股、胫骨截骨步骤简单,股骨不扩髓,软组织剥离少,所以手术时间、总失血量更少。由于 PSI 组软组织损伤小、股骨不扩髓,手术创伤更小,恢复更快,所以术后 1 个月膝关节 HSS 评分较高。术后膝关节功能恢复情况是临床疗效是否满意的重要指标,PSI 组在术后 1 个月临床疗效更好。本研究结果显示,PSI 组及 CI 组在术后 3 个月膝关节 HSS 评分及 VAS 评分方面差异无统计学意义($P>0.05$),但是在术后 6 个月膝关节 HSS 评分 PSI 组处于劣势。虽然 CI 组创伤大,骨及软组织损伤严重,但是随着膝部损伤组织的修复,疼痛减轻,PSI 组及 CI 组在膝关节功能恢复方面无明显差异,所以术后 3 个月膝关节 HSS 评分及 VAS 评分方面差异无统计学意义($P>0.05$)。PSI 组在术后 6 个月膝关节 HSS 评分更低,但是蔡康等^[15]和樊宗庆等^[16]均发现两组术后 6 个月膝关节 HSS 评分差异无统计学意义($P>0.05$)。虽然两组临床疗效都较好,PSI 组是否较 CI 组临床效果更差需要长期随访研究来验证。

本文分析结果显示,PSI 组及 CI 组在冠状面股骨假体离群值、矢状面股骨假体离群值、冠状面胫骨假体离群值、矢状面胫骨假体离群值无明显差异。这与 PSI 理论上的优势有差距,考虑 UKA 由有丰富经验的高年资医生完成,PSI 理论上的优势会被掩盖。但是 JONES 等^[29]研究发现 PSI 具有明显优势,可以使无经验年轻医生的手术技术达到专家水平。同时,SANZ-RUIZ 等^[30]研究也表明 PSI 可以缩短无经验年轻医生的学习曲线,使更多的患者获益。所以,PSI 在提高手术量少的初学者截骨及假体植入精确性方面具有优势。

本研究尚存在以下不足,需要进一步改进和完善:(1)纳入文献较少,样本量较小,部分为回顾性研究;(2)无股骨及胫骨假体旋转对合关系的评价指标,不能从三维立体角度评价假体植入精确度;(3)PSI 系统厂家不同,术前影像资料获取方法不同(CT 或 MRI),手术医生不同等,可能对研究结果有影响;(4)随访时间短,远期临床效果、假体生存率及并发症的情况还有待进一步研究;(5)发表偏倚主要是纳入文献均为已发表文献,因此无法统计未发表文献,并且阳性结果更容易发表。

综上所述,PSI 组与 CI 组都取得了较好的假体植入精准度及临床疗效,但是 PSI 组在手术时间、总失血量等方面更少。PSI 虽然未呈现出理论上的优势,但是可复制性好、手术操作简易化,可以缩短学习曲线、降低手术时间、降低总失血量等,应用于临床治疗仍有优势。

参考文献

- [1] LEDINGHAM J,REGAN M,JONES A,et al. Radiographic patterns and associations of osteoarthritis of the knee in patients referred to hospital[J]. *Ann Rheum Dis*, 1993, 52(7): 520-526.
- [2] KIM K T. Unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2018, 30(1): 1-2.
- [3] HANSEN E N,ONG K L,LAU E,et al. Unicompartmental knee arthroplasty has fewer complications but higher revision rates than total knee arthroplasty in a Study of Large United States Databases [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(8): 1617-1625.
- [4] MURRAY D W,PARKINSON R W. Usage of unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Bone Joint J*, 2018, 100-B(4): 432-435.
- [5] JANSSEN S J,VAN OOST I,BREUGEM S,et al. A structured evaluation of the symptomatic medial Oxford unicompartmental knee arthroplasty (UKA) [J]. *EFORT Open Rev*, 2021, 6(10): 850-860.
- [6] SLAVEN S E,CODY J P,SERSHON R A,et al. Alignment in medial fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty: the limb has a leg up on the component [J]. *J Arthroplasty*, 2021, 36(12): 3883-3887.
- [7] BEGUM F A,KAYANI B,MORGAN S,et al. Robotic technology: current concepts, operative techniques and emerging uses in unicompartmental knee arthroplasty [J]. *EFORT Open Rev*, 2020, 5(5): 312-318.
- [8] KASODEKAR V B,YEO S J,OTHMAN S. Clinical outcome of unicompartmental knee arthroplasty and influence of alignment on prosthesis survival rate [J]. *Singapore Med J*, 2006, 47(9): 796-802.
- [9] MÜLLER P E,PELLENGAHR C,WITT M,et al. Influence of minimally invasive surgery on implant positioning and the functional outcome for medial unicompartmental knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2004, 19(3): 296-301.
- [10] 顾飞,姚庆强,刘帅,等. 3D 打印截骨导板在膝关节单髁置换术中的应用 [J]. *中国数字医学*, 2020, 15(6): 97-100.
- [11] 聂宇,樊宗庆. 3D 打印截骨导板辅助膝关节单髁置换近期临床疗效研究 [J]. *中国矫形外科杂志*,

- 2018,26(1):84-86.
- [12] MITTAL A, MESHRA P, KIM T K. What is the evidence for clinical use of advanced technology in unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Int J Med Robot*, 2021, 17(5): e2302.
- [13] 郭东辉, 董军, 马世强, 等. 三维 PSI 导板辅助单髁置换术治疗膝骨性关节炎[J]. *西部医学*, 2021, 33(8): 1189-1193.
- [14] GAN Y, ZHUANG J, JIANG W, et al. Application of personalized navigation templates to Oxford single condylar replacement in a Chinese population[J]. *J Knee Surg*, 2021, 34(11): 1155-1161.
- [15] 蔡康, 黄远源, 武明鑫. 3D 打印定位截骨导板行膝关节单髁置换(UKA)治疗膝关节内侧间室骨性关节炎的效果分析[J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2019, 40(10): 1247-1248.
- [16] 樊宗庆, 聂宇, 符东林, 等. 3D 打印截骨导板在膝关节单髁置换中的应用[J]. *中华全科医学*, 2018, 16(7): 1085-1087.
- [17] LEENDERS A M, KORT N P, KOENRAADT K, et al. Patient-specific instruments do not show advantage over conventional instruments in unicompartmental knee arthroplasty at 2 year follow-up: a prospective, two-centre, randomised, double-blind, controlled trial[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30(3): 918-927.
- [18] KALACHE H, MÜLLER J H, SAFFARINI M, et al. Patient-specific instrumentation does not improve tibial component coronal alignment for medial UKA compared to conventional instrumentation[J]. *J Exp Orthop*, 2020, 7(1): 42.
- [19] ALVAND A, KHAN T, JENKINS C, et al. The impact of patient-specific instrumentation on unicompartmental knee arthroplasty: a prospective randomised controlled study[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(6): 1662-1670.
- [20] OLLIVIER M, PARRATTE S, LUNEBOURG A, et al. The John Insall Award: no functional benefit after unicompartmental knee arthroplasty performed with patient-specific instrumentation: a randomized trial[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2016, 474(1): 60-68.
- [21] 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.
- [22] KERENS B, SCHOTANUS M G, BOONEN B, et al. No radiographic difference between patient-specific guiding and conventional Oxford UKA surgery[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 23(5): 1324-1329.
- [23] GU F, LI L, ZHANG H, et al. Three-dimensional-printed guiding template for unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 7019794.
- [24] SPITAEELS D, MAMOURIS P, VAES B, et al. Epidemiology of knee osteoarthritis in general practice: a registry-based study[J]. *BMJ Open*, 2020, 10(1): e031734.
- [25] WALKER T, HEINEMANN P, BRUCKNER T, et al. The influence of different sets of surgical instrumentation in Oxford UKA on bearing size and component position [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137(7): 895-902.
- [26] 蔡珉巍, 马童, 涂意辉, 等. 微创膝关节单髁置换术股骨髓内定位与髓外定位假体位置的影像学比较[J]. *中国矫形外科杂志*, 2012, 20(7): 594-597.
- [27] 张启栋, 王卫国, 郭万首. 如何实现 Oxford 单髁置换的准确截骨和术后稳定[J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2022, 19(1): 1-5.
- [28] DE SANTIS V, BURROFATO A, D'APOLITO R, et al. Evaluation of accuracy of bone cuts and implant positioning in total knee arthroplasty using patient specific instrumentation [J]. *J Biol Regul Homeost Agents*, 2017, 31(4 Suppl 1): S51-60.
- [29] JONES G G, LOGISHETTY K, CLARKE S, et al. Do patient-specific instruments (PSI) for UKA allow non-expert surgeons to achieve the same saw cut accuracy as expert surgeons[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(11): 1601-1608.
- [30] SANZ-RUIZ P, MATAS-DIEZ J A, CARBO-LASO E, et al. Patient-specific instrument can improve functional and radiographic results during learning curve for Oxford unicompartmental knee arthroplasty[J]. *J Knee Surg*, 2019, 32(2): 180-185.