

· 荟萃分析 ·

后稳定型与超形合度假体初次全膝置换的荟萃分析

张思平¹, 马鹏程², 张文豪¹, 刘伟³, 黄异飞^{1*}

(1. 新疆医科大学第四附属医院, 新疆乌鲁木齐 830000; 2. 新疆医科大学, 新疆乌鲁木齐 830000;
3. 新疆医科大学附属肿瘤医院, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要: [目的] 系统评价后稳定型 (posterior stabilized, PS) 假体与超形合度 (ultracongruent, UC) 假体的临床疗效、运动学功能和膝关节稳定性。[方法] 系统检索 PubMed、EMBASE、Cochrane 图书馆、万方、知网及中国生物医学文献数据库中关于后稳定型假体与超形合度假体用于初次全膝关节置换的相关研究, 检索时限为数据库建库至 2021 年 12 月。由 2 名研究人员独立进行文献筛选和数据提取。根据 NOS 评分量表和 Cochrane 风险偏倚评估工具进行文献质量评价, 采用 Review Manager 5.4 进行荟萃分析。[结果] 共纳入 22 项研究, 其中随机对照试验 11 项、回顾性研究 9 项、前瞻性研究 2 项, 包括 2 904 个膝关节。荟萃分析结果显示, 在初次全膝关节置换术中, UC 组的股骨后滚显著小于 PS 组 ($WMD=-5.2, 95\% CI -5.85 \sim -4.54, P<0.001$)、UC 组的最大屈曲度显著小于 PS 组 ($WMD=-2.27, 95\% CI -3.75 \sim -0.79, P=0.003$)、UC 组的胫骨矢状显著松弛大于 PS 组 ($WMD=5.10, 95\% CI 3.45 \sim 6.76, P<0.001$)。两组功能评分 ($SMD=-0.08, 95\% CI -0.30 \sim 0.13, P=0.43$)、疼痛评分 ($WMD=1.88, 95\% CI -2.32 \sim 6.08, P=0.38$)、ROM ($WMD=-0.82, 95\% CI -2.38 \sim 0.75, P=0.31$)、屈曲挛缩 ($SMD=-0.05, 95\% CI -0.25 \sim 0.14, P=0.59$)、两组峰值扭矩 ($WMD=0.26, 95\% CI -2.91 \sim 3.43, P=0.87$) 的差异均无统计学意义。[结论] 在初次全膝关节置换术中, 后稳定型假体具有更好的运动学功能和膝关节稳定性, 仍是后交叉韧带替代型假体的最佳选择。

关键词: 全膝关节置换术, 膝关节假体, 超形合度假体, 后稳定型假体, 荟萃分析

中图分类号: R681.57 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 01-0038-07

A meta-analysis on ultracongruent prosthesis versus posterior stabilized counterpart in primary total knee arthroplasty // ZHANG Si-ping¹, MA Peng-cheng², ZHANG Wen-hao¹, LIU Wei³, HUANG Yi-fei¹. 1. The Fourth Affiliated Hospital, Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, China; 2. Xinjiang Medical University, Urumqi 830000; 3. Tumor Hospital, Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, China

Abstract: [Objective] To determine whether posterior stabilized (PS) prosthesis can obtain better clinical efficacy, kinematic function and knee stability than ultracongruent (UC) prosthesis in primary total knee arthroplasty (TKA). [Methods] The databases, including PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Wanfang, CNKI, and China Biology Medicine Disc database, were searched for relevant studies on the comparison of PS and UC prosthesis in primary TKA from the establishment of the database to December 2021. Two reviewers independently screened literature and extracted data. The quality of the studies was evaluated according to the Newcastle-Ottawa Scale (NOS) and the Cochrane risk of bias assessment tool. Review Manager 5.4 was used for a meta-analysis. [Results] A total of 22 studies were included in this meta-analysis, including 11 randomized controlled trials, 9 retrospective studies, and 2 prospective studies, with a total of 2 904 knees involved. The results of meta-analysis showed that the UC group were less than PS group the in terms of femoral rollback ($WMD=-5.20, 95\% CI -5.85 \sim -4.54, P<0.001$) and the maximal flexion ($WMD=-2.27, 95\% CI -3.75 \sim -0.79, P=0.003$), whereas the UC group was significantly greater than the PS group in term of the tibial sagittal laxity ($WMD=5.10, 95\% CI 3.45 \sim 6.76, P<0.001$). There were no significant differences in function score ($SMD=-0.08, 95\% CI -0.30 \sim 0.13, P=0.43$), pain score ($WMD=1.88, 95\% CI -2.32 \sim 6.08, P=0.38$), ROM ($WMD=-0.82, 95\% CI -2.38 \sim 0.75, P=0.31$), flexion contracture ($SMD=-0.05, 95\% CI -0.25 \sim 0.14, P=0.59$), and peak torque ($WMD=0.26, 95\% CI -2.91 \sim 3.43, P=0.87$) between the two groups. [Conclusion] In the primary TKA, the PS prosthesis has better kinematics and knee stability, and is still the best choice of posterior cruciate ligament replacement prosthesis.

Key words: total knee arthroplasty, knee prosthesis, ultracongruent prosthesis, posterior stabilized prosthesis, meta-analysis

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.01.06

作者简介: 张思平, 在读博士研究生, 研究方向: 骨科疾病及其并发症的诊疗, (电话)17371532331, (电子信箱)zspmzqf@126.com; 共同第一作者: 马鹏程, 住院医师, 研究方向: 骨与关节损伤, (电话)17753803504, (电子信箱)mapengcheng0518@163.com

* 通信作者: 黄异飞, (电话)13325563182, (电子信箱)jerkhuang@163.com

全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 是终末期骨性关节炎的首选治疗方法, 可显著改善疼痛, 恢复患肢功能^[1, 2]。目前 TKA 术中可供选择的假体种类繁多, 以后交叉韧带保留型 (cruciate retaining, CR) 假体和后稳定型 (posterior stabilized, PS) 假体应用较多, 两种假体均能获得良好疗效^[3]。PS 假体以其适应证广泛、无需保留后交叉韧带、手术操作难度较低在临床上得到了广泛应用, 然而, PS 假体也存在截骨量较多、中柱断裂以及引发髌骨撞击综合征等不足之处^[4]。因此, 在应用后交叉韧带替代型假体时, 良好的胫骨垫片对于膝关节术后功能恢复和膝关节稳定性具有重要意义。超形合度 (ultracongruent, UC) 假体是一种新型的后交叉韧带替代型假体, 能够有效防止膝关节屈曲时股骨髁前脱位, 并增加股骨假体与垫片之间的接触面积, 有利于应力分散, 减少垫片磨损, 同时避免髌间骨量的丢失以及中柱磨损的发生^[5]。虽然 UC 假体具有理论上的优点, 但临床应用时间相对较短, 其与 PS 假体的优劣尚不清楚。Bae 等^[6]对 UC 与 PS 假体的临床结果和术中运动学功能进行了荟萃分析。但其纳入文献中大部分是观察性研究, 仅有 5 项随机临床对照试验 (randomized clinical controlled trial, RCT)。本研究旨在对所有相关研究的数据进行提取与合并, 通过功能评分和疼痛评分评估临床疗效; 通过膝关节活动度 (range of motion, ROM)、股骨后滚、屈曲挛缩、膝关节最大屈曲度、股四头肌峰值扭矩评估运动学功能; 通过胫骨矢状松弛评估膝关节前后稳定性, 以期更为客观地评价 PS 假体与 UC 假体的优劣, 从而为临床治疗上假体的选择提供合理的建议。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 研究对象为拟行初次膝关节置换术的患者; (2) 年龄 ≥ 60 岁; (3) 假体类型为 PS 假体与 UC 假体对比的研究; (4) 结局指标包含临床疗效 (功能评分、疼痛评分)、运动学功能 (ROM、股骨后滚、屈曲挛缩、膝关节最大屈曲度、股四头肌峰值扭矩) 和膝关节稳定性 (胫骨矢状松弛) 评估中的一项; (5) 研究类型为 RCT、前瞻性研究或回顾性研究。

排除标准: (1) 未公开发表的文献、有限元分析、尸体研究及重复发表的文献等; (2) 非随机对照试验; (3) 结局指标过少不能进行对比的研究; (4)

非初次全膝关节置换的研究; (5) 研究质量较低的文献; (6) 未设立对照的单臂临床研究。

1.2 文献检索策略

系统检索 PubMed、EMBASE、Cochrane 图书馆、知网、万方及中国生物医学文献数据库。检索时间为建库至 2021 年 12 月 31 日。以 Total Knee Arthroplasty, Knee Prosthesis, Ultracongruent Prosthesis, Posterior Stabilized Prosthesis 等为英文检索词, 以全膝关节置换术, 超形合度假体, 后稳定型假体等为中文检索词。

1.3 文献筛选、数据提取与评估

2 名研究人员按照纳入排除标准严格筛选满足条件的文献并独立提取相关数据, 主要包括: 作者、发表年份、样本量、平均年龄、体质指数 (body mass index, BMI)、假体类型、随访时间、功能评分、疼痛评分、ROM、股骨后滚、屈曲挛缩、膝关节最大屈曲度、股四头肌峰值扭矩、胫骨矢状松弛等。在数据评估过程中, 存在分歧时则通过讨论解决或提交第三方审核决定。

所有纳入研究中, 非随机对照试验采用纽卡斯尔-渥太华量表 (the Newcastle-Ottawa Scale, NOS), 通过研究人群选择、可比性及暴露评价或结果评价 3 大块共 8 个条目进行质量评价。随机对照试验采用 Cochrane 风险偏倚评估工具对每一项纳入的研究进行独立评估, 主要包括 7 个条目: (1) 随机序列的产生方法; (2) 分配隐藏方案; (3) 对试验人员与患者的盲法; (4) 对结局评估者的盲法; (5) 不完全结局资料; (6) 选择性结局报告; (7) 其他偏倚来源。风险评估等级分为低风险、不明确风险和高风险 3 个等级。

1.4 统计学方法

应用 Cochrane 官网提供的 Review Manager 5.4 进行统计学分析。各效应指标以 95% 的置信区间 (CI) 进行区间估计。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。连续型变量资料采用加权均数差 (weighted mean difference, WMD) 或标准化均数差 (standard mean difference, SMD) 分析, 二分类变量资料采用比值比 (odd ratio, OR) 分析。当各研究间异质性不明显时 ($P > 0.1, I^2 \leq 50\%$), 采用固定效应模型; 当各研究之间存在明显异质性时 ($P \leq 0.1, I^2 > 50\%$), 采用随机效应模型, 并通过敏感性分析逐篇寻找异质性的来源。

2 结果

2.1 文献检索结果

初检得到文献 1 156 篇，利用条件限定排除文献 873 篇，通过阅读文题及摘要排除未分组比较及无关

文献 233 篇，详细阅读全文，排除低质量以及结局指标过少的文献 28 篇，最终纳入 22 篇文献。文献筛选流程及结果见图 1 [7-28]。

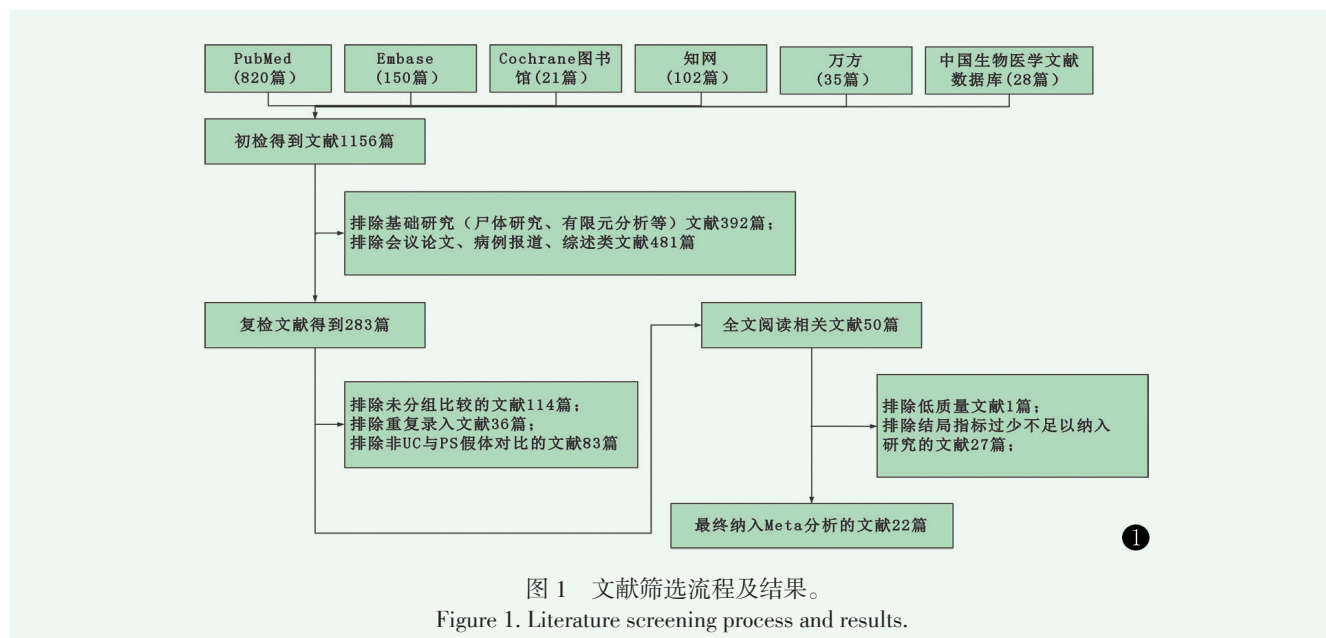


图 1 文献筛选流程及结果。
Figure 1. Literature screening process and results.

2.2 纳入研究的基本特征

纳入研究中有 11 项 RCT，9 项回顾性研究，2 项前瞻性研究，共计纳入 2 904 个膝关节，PS 组 1 610 个，UC 组 1 294 个。非 RCT 应用 NOS 量表进行质量评价，各研究 NOS 评分均≥7 分，文献质量较高；RCT 应用 Cocharane 风险偏倚评估工具进行质量评价，11 项 RCT 均为中低风险，不存在高风险研究。两组基线资料与纳入研究的基本特征见表 1。

2.3 荟萃分析结果

2.3.1 功能评分

16 项研究比较了功能评分 [7, 9-11, 13-21, 23-25]，各项研究异质性较为明显 ($P<0.001, I^2=83%$)，采用随机效应模型进行分析，荟萃分析结果显示，两组功能评分的差异无统计学意义 ($SMD=-0.08, 95% CI - 0.30\sim 0.13, P=0.43$)。

2.3.2 疼痛评分

6 项研究比较了疼痛评分 [7, 18, 21, 22, 26, 28]，各项研究存在明显异质性 ($P<0.001, I^2=82%$)，采用随机效应模型进行分析，荟萃分析结果显示，两组疼痛评分的差异无统计学意义 ($WMD=1.88, 95% CI - 2.32\sim 6.08, P=0.38$)。

2.3.3 ROM

15 项研究比较了 ROM [7, 12, 14-21, 23, 24, 26-28]，各项研究之间具有轻度异质性 ($P=0.01, I^2=51%$)，采用随机效应模型进行分析，荟萃分析结果显示，两组 ROM 的差异无统计学意义 ($WMD=-0.82, 95% CI -$

$2.38\sim 0.75, P=0.31$)。

2.3.4 屈曲挛缩

5 项研究比较了屈曲挛缩 [7, 13, 15, 17, 26]，各项研究之间无显著异质性 ($P=0.74, I^2=0%$)，采用固定效应模型进行分析，荟萃分析结果显示，两组屈曲挛缩的差异无统计学意义 ($SMD=-0.05, 95% CI - 0.25\sim 0.14, P=0.59$)。

2.3.5 股骨后滚

2 项研究比较了股骨后滚 [15, 17]，各项研究间无显著异质性 ($P=0.40, I^2=0%$)，采用固定效应模型进行分析，荟萃分析结果显示，UC 组的股骨后滚显著小于 PS 组 ($WMD=-5.2, 95% CI - 5.85\sim -4.54, P<0.001$)。

2.3.6 膝关节最大屈曲度

5 项研究比较了膝关节最大屈曲度 [7, 13, 17, 24, 26]，各项研究间无显著异质性 ($P=0.71, I^2=0%$)，采用固定效应模型进行分析，荟萃分析结果显示，UC 组的最大屈曲度小于 PS 组 ($WMD=-2.27, 95% CI - 3.75\sim -0.79, P=0.003$)。

2.3.7 峰值扭矩

2 项研究比较了峰值扭矩 [8, 13]，各项研究之间无显著异质性 ($P=0.29, I^2=19%$)，采用固定效应模型分析，荟萃分析结果显示，两组峰值扭矩之间的差异无统计学意义 ($WMD=0.26, 95% CI - 2.91\sim 3.43, P=0.87$)。

2.3.8 胫骨矢状松弛

表 1 纳入研究的基本特征
Table 1 Basic features of included studies

作者	年份	研究类型	样本量 (男/女)		假体类型		随访时间 (月)	质量评价	结局指标
			UC	PS	UC	PS			
Akti ^[8]	2020	RCT	33 (4/29)	33 (7/26)	Vanguard	Vanguard	12	-	⑧
Appy ^[9]	2015	RS	35 (8/27)	43 (17/26)	Triathlon	Triathlon	12	NOS 8	①③
Argenson (1) ^[10]	2013	RS	38 (NA)	216 (NA)	NA	NA	120	NOS 7	①
Argenson (2) ^[10]	2013	RS	199 (NA)	254 (NA)	NA	NA	120	NOS 7	①
Bignozzi ^[11]	2014	RS	30 (1/29)	30 (5/25)	Gemini	FIRST	24	NOS 8	①③
Fritzsche ^[12]	2018	PS	40 (16/24)	40 (16/24)	Columbus	Columbus	12	NOS 8	③⑥
Han ^[13]	2020	RCT	34 (1/33)	34 (1/33)	Triathlon	Triathlon	66	-	①④⑦⑧
Hinarejos (1) ^[14]	2021	RCT	30 (5/25)	29 (10/19)	Triathlon	Triathlon	12	-	①⑥
Hinarejos (2) ^[14]	2021	RCT	29 (8/21)	27 (9/18)	U2	U2	12	-	①⑥
Jang ^[15]	2019	RCT	45 (1/44)	45 (1/44)	Vanguard	Vanguard	24	-	①③④⑤⑥
蒋毅 ^[16]	2016	RS	64 (6/58)	74 (8/66)	Vanguard	Vanguard	28.5±3.6	NOS 8	①⑥
Kim ^[7]	2016	RCT	42 (2/40)	40 (2/38)	E-motion	E-motion	20	-	①②④⑥⑦
Kim ^[17]	2021	RCT	50 (1/49)	50 (1/49)	Persona	Persona	24	-	①③④⑤⑥⑦
Laskin ^[18]	2000	RCT	48 (NA)	62 (NA)	Genesis II	Genesis II	18	-	①②⑥
Lee ^[19]	2020	RS	100 (8/92)	100 (9/91)	Columbus	NRG	68.6	NOS 8	①⑥
林家钟 ^[20]	2020	RS	51 (24/27)	53 (23/30)	Columbus	PFC	14.3±9.7	NOS 8	①⑥
Lütznér ^[21]	2017	RCT	60 (19/41)	62 (23/39)	Columbus	Columbus	12	-	①②③⑥
Lütznér ^[22]	2021	RCT	51 (14/37)	56 (20/36)	Columbus	Columbus	60	-	②
Machhindra ^[23]	2015	PS	103 (4/99)	99 (3/96)	E-motion	E-motion	24	NOS 8	①⑥
Parsley ^[24]	2006	RS	88 (24/64)	121 (38/83)	NK-II	Apollo	12	NOS 8	①⑥⑦
Singh ^[25]	2016	RS	21 (8/11)	23 (8/11)	NK-II	PFC	3	NOS 7	①
Sur ^[26]	2015	RCT	28 (2/26)	28 (2/26)	Triathlon	Triathlon	62.4	-	②③④⑥⑦
石亚雄 ^[27]	2019	RS	50 (6/44)	69 (13/56)	Genesis II	Genesis II	24	NOS 8	⑥
Uvehammer ^[28]	2001	RCT	25 (10/15)	22 (12/10)	AMK	AMK	24	-	②⑥

注, 研究类型: RCT, randomized controlled trial, 随机对照试验; RS, retrospective study, 回顾性研究; PS, prospective study, 前瞻性研究。结局指标: ①功能评分; ②疼痛评分; ③胫骨矢状松弛; ④屈曲挛缩; ⑤股骨后滚; ⑥ROM; ⑦最大屈曲度; ⑧峰值扭矩。

7 项研究比较了胫骨矢状松弛^[9, 11, 12, 15, 17, 21, 26], 各项研究之间的异质性较为显著 ($P<0.001$, $I^2=87%$), 采用随机效应模型进行分析, 荟萃分析结果显示, UC 组的胫骨矢状松弛大于 PS 组 ($WMD=5.10$, $95\% CI 3.45\sim 6.76$, $P<0.001$)。

2.4 敏感性分析与发表偏倚分析

通过荟萃发现, 两组在功能评分、疼痛评分、ROM 和胫骨矢状松弛方面存在显著的异质性, 按照逐篇排除的方法寻找异质性的来源, 然后采用固定效应模型再次进行荟萃分析, 最终结果并未发生改变, 表明相关结果稳定性良好。根据纳入功能评分的文献生成漏斗图进行发表偏倚分析, 可见漏斗图两侧基本对称, 表明纳入研究不存在显著的发表偏倚。

3 讨论

PS 假体广泛应用于临床, 其在股骨假体有髁间盒设计, 同时在聚乙烯垫片中央有突起的中柱。通过股骨假体与胫骨垫片之间的“凸轮-立柱”结构, PS 假体能够很好地实现股骨后滚并维持膝关节的后稳定性, 最大限度恢复患者的膝关节功能^[29]。PS 假体在置入时需行髁间截骨以容纳“凸轮-立柱”结构, 会在一定程度上引起骨量的丢失, 导致股骨髁骨折的可能及后期翻修难度的增加, 但“凸轮-立柱”结构也是膝关节稳定性和良好活动度的重要保证^[30]。

UC 假体去除了胫骨垫片的立柱及股骨髁部的横栓结构, 通过增加垫片前后唇的高度来提供前后向的稳定性, 其功能仍类似于 PS 假体。但其在膝关节屈曲过程中可能会增加股骨的轴向外旋, 引起股骨假体与垫片之间的横向摩擦, 从而导致垫片磨损的增加, 进一步影响膝关节的功能和导致假体松动的出现^[31]。

PS 假体在屈曲过程中能够产生并保持恒定的股

骨后滚和良好的灵活性，更加接近生理性的膝关节运动方式，主要得益于“凸轮—立柱”结构的良好啮合^[12, 15]。而 UC 假体在缺乏后稳定的情况下，难以还原膝关节生理性的股骨后滚，减小的股骨后滚可进一步导致膝关节最大屈曲度和 ROM 的降低^[23]。但此次荟萃分析仅发现 UC 假体的股骨后滚程度和膝关节最大屈曲度显著低于 PS 假体，Wajsfisz 等^[32]也发现，PS 假体的膝关节屈曲功能更好。但两者之间的 ROM 没有显著差异，这与 Bae 等^[6]的荟萃分析结果相反，可能是由于纳入研究数量不同产生的，研究数据的样本量越大，其结果的差异性也就越大。

当膝关节屈曲 30°时，胫骨矢状松弛 ≥ 7 mm 就会引起不稳定的感觉，从而出现各种症状^[33]。长期过度的胫骨矢状松弛可导致聚乙烯磨损、假体松动等不良后果^[34]。PS 假体主要通过“凸轮—立柱”结构维持膝关节的矢状位稳定性，防止关节过度松弛^[35]。UC 假体没有“凸轮—立柱”结构，仅通过深盘设计、增高的前唇和周围软组织张力限制膝关节过度松弛，从而保持稳定，其强度和有效性有限。因此，PS 假体的胫骨矢状松弛程度更小，具有更好的膝关节稳定性，从而显著降低术后聚乙烯磨损、假体松动、功能恢复欠佳等潜在风险。

本研究的局限性：(1) 部分结局指标的数据有限，多数研究未比较术后假体磨损率、松动率、生存率及术后并发症的发生情况，从而无法对这些数据进行综合比较与分析；(2) 临床疗效以及运动学评估的方法相对较为混乱，随访时间长短不一致，在数据汇总的过程中不可避免的丢弃了部分无法比较的数据，也不能进行亚组分析；(3) 由于临床治疗及手术的特殊性，部分研究对患者与术者无法施行盲法，也会产生一定的偏倚。

综上所述，在初次膝关节置换术中，PS 假体与 UC 假体均能获得良好的临床疗效，但 PS 假体具有更大的股骨后滚和膝关节最大屈曲度，更小的胫骨矢状松弛程度。因此，PS 假体具有更好的运动学功能和膝关节稳定性，仍是 PCL 替代型假体的最佳选择。

参考文献

- [1] Neuprez A, Neuprez AH, Kaux JF, et al. Total joint replacement improves pain, functional quality of life, and health utilities in patients with late-stage knee and hip osteoarthritis for up to 5 years [J]. *Clin Rheumatol*, 2020, 39 (3) : 861-871. DOI: 10.1007/s1067-019-04811-y.
- [2] 杨植栋, 冯宗权, 陈坚锋, 等. 保留后交叉韧带与否在全膝关节置换术中的影响 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (9) : 826-829. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.09.12.
- [3] Yang ZD, Feng ZQ, Chen JF, et al. Effect of whether or not preserving posterior cruciate ligament on total knee arthroplasty [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2018, 26 (9) : 826-829. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.09.12.
- [4] 李斌, 詹会贤, 王学文, 等. 交叉韧带保留与后稳定型假体全膝置换早期比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (12) : 1057-1062. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.12.01.
- [5] Li B, Zhan HX, Wang XW, et al. Comparison of short-term outcomes of cruciate retaining versus posterior stabilized total knee arthroplasty [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (12) : 1057-1062. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.12.01.
- [6] Conrad DN, Dennis DA. Patellofemoral crepitus after total knee arthroplasty: etiology and preventive measures [J]. *Clin Orthop Surg*, 2014, 6 (1) : 9-19. DOI: 10.4055/cios.2014.6.1.9.
- [7] Mazzucchelli L, Deledda D, Rosso F, et al. Cruciate retaining and cruciate substituting ultra-congruent insert [J]. *Ann Transl Med*, 2016, 4 (1) : 2. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.12.52.
- [8] Bae JH, Yoon JR, Sung JH, et al. Posterior-stabilized inserts are preferable to cruciate-substituting ultracongruent inserts due to more favourable kinematics and stability [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26 (11) : 3300-3310. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.12.52.
- [9] Kim TW, Lee SM, Seong SC, et al. Different intraoperative kinematics with comparable clinical outcomes of ultracongruent and posterior stabilized mobile-bearing total knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24 (9) : 3036-3043. DOI: 10.1007/s00167-014-3489-0.
- [10] Akti S, Karakus D, Sezgin EA, et al. No differences in clinical outcomes or isokinetic performance between cruciate-substituting ultra-congruent and posterior stabilized total knee arthroplasties: a randomized controlled trial [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29 (10) : 3443-3449. DOI: 10.1007/s00167-020-06275-z.
- [11] Appy Fedida B, Krief E, Havet E, et al. Cruciate-sacrificing total knee arthroplasty and insert design: A radiologic study of sagittal laxity [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2015, 19 (15) : S1877-0568. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.07.024.
- [12] Argenson JN, Boisgard S, Parratte S, et al. Survival analysis of total knee arthroplasty at a minimum 10 years' follow-up: a multicenter French nationwide study including 846 cases [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013, 99 (4) : 385-390. DOI: 10.1016/j.otsr.2013.03.014.
- [13] Bigozzi S, Zaffagnini S, Akkawi I, et al. Three different cruciate-sacrificing TKA designs: minor intraoperative kinematic differences and negligible clinical differences [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014, 22 (12) : 3113-3120. DOI: 10.1007/s00167-014-3200-5.
- [14] Fritzsche H, Beyer F, Postler A, et al. Different intraoperative kinematics, stability, and range of motion between cruciate-substituting ultracongruent and posterior-stabilized total knee arthroplasty

- [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26 (5) : 1465–1470. DOI: 10.1007/s00167-017-4427-8.
- [13] Han HS, Kang SB. Anterior-stabilized TKA is inferior to posterior-stabilized TKA in terms of postoperative posterior stability and knee flexion in osteoarthritic knees: a prospective randomized controlled trial with bilateral TKA [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28 (10) : 3217–3225. DOI: 10.1007/s00167-019-05827-2.
- [14] Hinarejos P, Leal-Blanquet J, Fraile-Suari A, et al. Increased posterior translation but similar clinical outcomes using ultracongruent instead of posterior stabilized total knee arthroplasties in a prospective randomized trial [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30 (9) : 3041–3048. DOI: 10.1007/s00167-021-06710-9.
- [15] Jang SW, Kim MS, Koh IJ, et al. Comparison of anterior-stabilized and posterior-stabilized total knee arthroplasty in the same patients: a prospective randomized study [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34 (8) : 1682–1689. DOI: 10.1016/j.arth.2019.03.062.
- [16] 蒋毅, 杨德金, 张亮, 等. 前稳定型垫片在初次全膝关节置换术中应用的早期临床结果 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2016, 9 (3) : 204–208. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2016.03-06.
- Jiang Y, Yang DJ, Zhang L, et al. Early clinical results of primary total knee arthroplasty with anterior stabilized bearing [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Surgery*, 2016, 9 (3) : 204–208. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2016.03-06.
- [17] Kim MS, Koh IJ, Kim CK, et al. Comparison of joint perception between posterior-stabilized and ultracongruent total knee arthroplasty in the same patient [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2021, 103 (1) : 44–52. DOI: 10.2106/JBJS.20.00279.
- [18] Laskin RS, Maruyama Y, Villaneuva M, et al. Deep-dish congruent tibial component use in total knee arthroplasty: a randomized prospective study [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2000, 380 (380) : 36–44. DOI: 10.1097/00003086-200011000-00006.
- [19] Lee SS, Yeom J, Lee DH, et al. Similar outcomes between ultracongruent and posterior-stabilized insert in total knee arthroplasty: a propensity score-matched analysis [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2020, 28 (1) : 2309499019893515. DOI: 10.1177/2309499019893515.
- [20] 林家钟, 王荣茂, 林翔, 等. 高形合度衬垫型假体与后稳定型假体全膝关节置换的短期疗效评价 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2020, 9 (2) : 94–98. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2020.02.003.
- Lin JZ, Wang RM, Lin X, et al. Early effects of ultra-congruent prosthesis and posterior-stable prosthesis following total knee arthroplasty [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint*, 2020, 9 (2) : 94–98. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2020.02.003.
- [21] Lützner J, Beyer F, Dixel J, et al. No difference in range of motion between ultracongruent and posterior stabilized design in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25 (11) : 3515–3521. DOI: 10.1177/2309499019893515.
- [22] Lützner J, Beyer F, Lützner C, et al. Ultracongruent insert design is a safe alternative to posterior cruciate-substituting total knee arthroplasty: 5-year results of a randomized controlled trial [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30 (9) : 3000–3006. DOI: 10.1007/s00167-021-06545-4.
- [23] Machhindra MV, Kang JY, Kang YG, et al. Functional outcomes of a new mobile-bearing ultra-congruent tka system: comparison with the posterior stabilized system [J]. *J Arthroplasty*, 2015, 30 (12) : 2137–2142. DOI: 10.1016/j.arth.2015.06.011.
- [24] Parsley BS, Conditt MA, Bertolusso R, et al. Posterior cruciate ligament substitution is not essential for excellent postoperative outcomes in total knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2006, 21 (6 Suppl 2) : 127–131. DOI: 10.1016/j.arth.2006.05.012.
- [25] Singh AD. Retrospective study of asymmetric vs symmetric tibial plates and ultracongruent vs posterior stabilized inserts in Indian population: An Indian experience of Natural Knee II [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2016, 7 (Suppl 2) : 184–190. DOI: 10.1016/j.jcot.2016.07.005.
- [26] Sur YJ, Koh IJ, Park SW, et al. Condylar-stabilizing tibial inserts do not restore anteroposterior stability after total knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2015, 30 (4) : 587–591. DOI: 10.1016/j.arth.2014.11.018.
- [27] 石亚雄, 田华. 超形合度型假体与后方稳定型假体在全膝关节置换术中应用的短期效果对比 [J]. *中华医学杂志*, 2019, 99 (9) : 680–684. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.09.009.
- Shi YX, Tian H. Clinical outcomes with cruciate-substituting ultra-congruent and posterior stabilized in total knee arthroplasty [J]. *National Medical Journal of China*, 2019, 99 (9) : 680–684. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.09.009.
- [28] Uvehammer J, Kärrholm J, Regnér L, et al. Concave versus posterior-stabilized tibial joint surface in total knee arthroplasty: randomized evaluation of 47 knees [J]. *J Arthroplasty*, 2001, 16 (1) : 25–32. DOI: 10.1302/0301-620X.82B4.10651.
- [29] Meng F, Jaeger S, Sonntag R, et al. How prosthetic design influences knee kinematics: a narrative review of tibiofemoral kinematics of healthy and joint-replaced knees [J]. *Exp Rev Med Dev*, 2019, 16 (2) : 119–133. DOI: 10.1080/17434440.2019.1564037.
- [30] 原福贞, 孙泽文, 齐岩松, 等. 膝关节置换假体研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (2) : 154–158. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.13.
- Yuan FZ, Sun ZW, Qi YS, et al. Current researches on knee arthroplasty prosthesis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2019, 27 (2) : 154–158. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.13.
- [31] Marion B, Hutten D, Boyer P, et al. Medium-term osteolysis with the Wallaby I® deep-dished total knee prosthesis [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100 (4) : 403–408. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.03.014.
- [32] Wajsfisz A, Biau D, Boisrenoult P, et al. Comparative study of intraoperative knee flexion with three different TKR designs [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2010, 96 (3) : 242–248. DOI: 10.1016/j.otsr.2009.12.006.