

双柱活动平台单髁假体治疗膝关节前内侧骨关节炎的中期疗效

苗壮¹,刘培来²

(1.北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院,北京 100191;

2.山东大学齐鲁医院骨科,山东 济南 250012)

摘要:目的 探讨双柱活动平台单髁假体治疗膝关节前内侧骨关节炎的中期疗效。方法 采用前瞻性单臂临床试验的方法,前瞻性纳入2018年12月至2019年6月山东大学齐鲁医院30例使用双柱活动平台单髁假体行单髁置换术治疗膝关节前内侧骨关节炎的患者,于术前,术后7d,6周,3、6个月,1、5年随访,分析其美国特种外科医院功能评分、影像学结果。结果 术前美国特种外科医院功能评分(68.03±10.34)分,术后1年评分(90.52±4.57)分,术后5年评分(92.03±5.45)分,术前与术后1、5年美国特种外科医院功能评分在总分与各分项得分差异有统计学意义($P<0.05$),术后1年与5年美国特种外科医院功能评分在总分与各分项得分差异无统计学意义($P>0.05$)。术后膝关节内翻得到有效纠正,假体组件对线良好,未发生垫片脱位、假体松动等严重不良事件。结论 使用双柱活动平台单髁假体行膝关节前内侧单髁置换术具有显著的中期疗效,假体性能安全可靠。

关键词:双柱活动平台单髁假体;单髁置换术;膝关节前内侧骨关节炎;中期疗效

中图分类号:R687.4

文献标志码:A

Mid-term efficacy of double-column mobile bearing unicompartamental knee prosthesis in treating anterior-medial knee osteoarthritis

MIAO Zhuang¹, LIU Peilai²

(1. School of Instrumentation and Optoelectronic Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China;

2. Department of Orthopedics, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China)

Abstract: Objective To investigate the mid-term efficacy of double-column mobile-bearing unicompartamental knee prosthesis in the treatment of anterior-medial knee osteoarthritis. **Methods** A prospective single-arm clinical trial was conducted. From December 2018 to June 2019, 30 patients with anterior-medial knee osteoarthritis undergoing unicompartamental knee arthroplasty using double-column mobile-bearing prosthesis were prospectively enrolled at Qilu Hospital of Shandong University. Follow-up assessments were performed preoperatively and at postoperative intervals: 7 days, 6 weeks, 3 months, 6 months, 1 year and 5 years. Evaluations included Hospital for Special Surgery (HSS) functional scores and radiographic outcomes. **Results** The HSS scores significantly improved from preoperative (68.03±10.34) to 1-year postoperative (90.52±4.57) and 5-year postoperative (92.03±5.45). Statistically significant differences were observed in total scores and each subscale scores between preoperative and both 1-year and 5-year postoperative time-points ($P<0.05$), whereas no significant differences existed between 1-year and 5-year scores ($P>0.05$). Radiographic assessments demonstrated effective correction of knee varus deformity with satisfactory prosthesis alignment. No severe complications occurred, including bearing dislocation or prosthesis loosening. **Conclusion** Unicompartamental knee arthroplasty with double-column mobile-bearing prosthesis shows favorable mid-term outcomes for anterior-medial knee osteoarthritis, demonstrating reliable prosthesis safety and efficacy.

Key words: Double-column mobile-bearing unicompartamental knee prosthesis; Unicompartamental knee arthroplasty; Anterior-medial knee osteoarthritis; Mid-term efficacy

近年,膝关节骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)患者人数呈持续上升趋势,2021年全球约有3.74亿骨关节炎患者,其中50.83%的KOA患者发病年龄在55岁以下^[1]。KOA严重影响患者的生活质量,给社会造成了极大的经济负担^[2]。传统的全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)虽然能够有效缓解KOA症状,但也伴随着创伤大、恢复期长等局限性。近年来,膝关节单髁置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)因其创伤小、恢复快、术后功能好^[3],成为治疗前内侧KOA的一种重要选择。

单髁假体根据假体设计不同,可分为活动平台和固定平台,两者的主要区别在于股骨组件与胫骨组件间垫片的运动功能。固定平台单髁假体使用固定的垫片,稳定性好,无垫片脱位风险,但关节应力分布集中导致垫片磨损率高^[4];活动平台单髁假体通过可移动垫片模拟膝关节自然运动,能够更好地分散关节压力,减少垫片磨损率,但易发生垫片脱位及假体撞击等并发症^[5-6]。近年来双柱型活动平台单髁假体通过增加支撑柱提升力学稳定性,采用高交联超高分子量聚乙烯垫片改善材料耐磨性,并结合高形合度球窝匹配设计,进一步均匀分散关节压力,显著降低了磨损率与脱位风险,同时延长了假体寿命,尤其适用于运动需求高或关节负荷大的患者^[7-8]。

本研究旨在对使用双柱活动平台单髁假体行UKA的KOA患者进行5年中期随访,进一步评估其临床效果、假体生存率,为双柱活动平台单髁假体的长期安全性与有效性提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

1.1.1 研究对象

本研究采用前瞻性单臂临床试验方法,选取2018年12月至2019年6月于山东大学齐鲁医院因前内侧KOA使用双柱活动平台单髁假体行膝关节内侧UKA患者30例,其中男16例,女14例,53~77岁,平均64.53岁。所有研究对象均签署知情同意书,经山东大学齐鲁医院伦理委员会批准(批号:2018048)。

1.1.2 纳入标准与排除标准

纳入标准:①年龄18~80岁,性别不限;②膝关节患有骨关节炎,理疗、口服药物、外用膏药、关节腔内注射玻璃酸钠等保守治疗措施无效,需行手术治疗;③膝关节为前内侧骨关节炎,MRI提示内侧间

室软骨磨损,外侧间室软骨厚度完整,侧副韧带及交叉韧带功能良好;④膝关节内翻小于 15° ;⑤膝关节屈曲畸形小于 15° ;⑥自愿受试并签署知情同意书,能够遵从研究要求与研究进行良好沟通,未参加其他临床研究。

排除标准:①MRI提示外侧间室软骨磨损或侧副韧带、交叉韧带功能丧失;②膝关节内翻畸形大于 15° ;③膝关节屈曲畸形大于 15° ;④局部或整体急性或慢性感染,可能造成术后感染者;⑤可能影响功能及危及肢体的严重血管、神经或肌肉病变者;⑥妊娠及哺乳期妇女;⑦因心血管系统、呼吸系统等其他系统疾病造成手术风险高,不宜手术的其他情况者;⑧不能按期随访或因其他原因拒绝与研究配合者。

1.2 方法

1.2.1 手术及围手术期处理

所有手术均由同一手术医师完成,术中使用止血带。患者取平卧位,将患侧下肢置于下肢托架,使其屈髋 30° ,外展 40° ,同时小腿自然下垂使其可以自由屈曲且活动度可达到 110° 。取髌骨内侧做一6 cm切口,依次切开内侧关节囊,显露关节腔。探查膝关节,评估前交叉韧带及外侧间室软骨是否完好,若损伤则改行全膝关节置换术。切除髌骨、内侧胫骨平台及内侧股骨髁周围骨赘,切除部分髌前脂肪垫及内侧半月板。行胫骨髓外定位,后倾 7° 行胫骨内侧平台截骨,测量假体型号。行股骨髓内定位,测量股骨假体型号。行股骨后髁截骨,安装研磨栓行股骨成形,测量屈伸间隙后继续研磨,选择衬垫。活动膝关节,测试屈伸间隙是否平衡。冲洗、安装假体及衬垫。

1.2.2 随访指标

选取术前,术后7 d,6周,3、6个月,1、5年共7个随访节点,所有功能评分随访由同一随访人员完成,该人员不接触患者影像学结果及手术相关信息。影像学评估由2名医师独立完成,对患者影像学资料进行匿名化处理。①每随访节点行美国特种外科医院(hospital for special surgery, HSS)功能评分评价膝关节功能,包括疼痛、功能、活动度、肌力、屈曲畸形、稳定性和减分项目等,其中减分项目包括使用手杖或拐杖、伸直滞缺、膝关节内翻或外翻;②术前、术后5年拍摄下肢站立全长X线片,测量胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)、髌膝踝角(hip-knee-ankle angle, HKA)、股骨组件内外翻角(femoral varus-valgus angle, FVA,股骨组件长轴与股骨机械轴之间的夹角)、胫骨组件内外翻角(tibial varus-valgus angle, TVA,胫骨组件与关节线之间的夹角)、股骨胫骨组件交角(component joint

angle, CJA, 股骨组件与胫骨组件的垂线之间的夹角)(图1)^[9];③术后每随访节点拍摄膝关节正侧位X线片,根据膝关节正侧位X线片评价假体植入情况,记录有无垫片脱位或假体移位。其中假体对位良好、无透亮带、无松动记为优;假体对位良好、透亮带小于25%、无松动记为良;假体对位不良、透亮带小于50%,其中连续透亮带小于25%记为中;假体对位不良,内外翻大于5°,连续透亮带大于50%记为差。

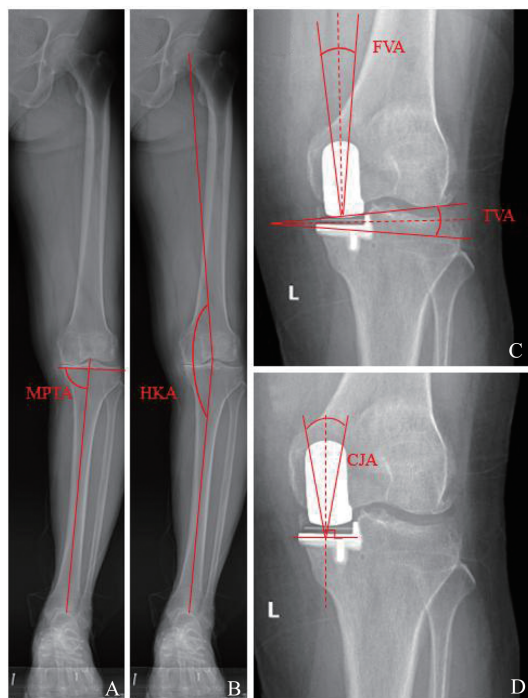


图1 影像学测量示意图

A: MPTA; B: HKA; C: FVA 和 TVA; D: CJA。

Figure 1 Schematic diagram of imaging measurements

A: MPTA; B: HKA; C: FVA and TVA; D: CJA.

1.3 统计学处理

采用 SPSS 27 统计学软件。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)对不同观察者测量结果一致程度进行评定,以评价观察者间信度。ICC ≥ 0.75 为可信度很好, $0.60 \leq \text{ICC} < 0.75$ 为可信度较好, $0.40 \leq \text{ICC} < 0.60$ 为可信度可, ICC < 0.40 为可信度差。患者术前与术后各随访节点的定量数据,采用 Shapiro-Wilk 方法进行正态性检验。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以 $n(\%)$ 表示。对术后 5 年与术前的影像学参数比较,正态分布数据比较采用配对样本 t 检验。对术前及术后多个随访节点的 HSS 评分定量数据,采用重复测量方差分析进行评估。通过 Mauchly 检验判断数据是否满足球形假设,若满足球形假设 ($P \geq 0.05$),则基于原始自由度分析时间主效应;若不满足球形假设 ($P < 0.05$),采用 Greenhouse-Geisser 校正自由度后进行分析。若时间效应显著 ($P < 0.05$),进一步通过 Bonferroni 法进行事后两两比较。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 一般情况

患者手术时基线数据如表 1 所示。28 例患者完成 5 年随访,2 例患者在 5 年随访时失访。在 5 年随访过程中,无患者因垫片脱位或假体松动行翻修术。

表 1 患者基线数据

Table 1 Patients' baseline data

性别	例数	年龄/岁	侧别(左/右)	BMI	病史时间/年
男	16	63.50 \pm 6.90	3(18.75%)/13(81.25%)	26.01 \pm 2.61	2(0.5~30)
女	14	65.71 \pm 5.18	7(50.00%)/7(50.00%)	27.09 \pm 2.69	4.5(1~20)
合计	30	64.53 \pm 6.16	10(33.33%)/20(66.67%)	26.51 \pm 2.66	3(0.5~30)

2.2 HSS 评分结果

HSS 评分,术前(68.03 \pm 10.34)分,术后 7 d(64.20 \pm 13.90)分,术后 6 周(75.77 \pm 9.88)分,术后 3 个月(82.81 \pm 7.57)分,术后 6 个月(86.58 \pm 6.02)分,术后 1 年(90.52 \pm 4.57)分,术后 5 年(92.03 \pm

5.45)分。术前与术后 1、5 年随访 HSS 评分在总分及疼痛、功能、活动度、屈曲畸形分项比较差异有统计学意义($P < 0.05$),术后 1 年与术后 5 年随访 HSS 评分在总分及各分项比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2,图 2。

表 2 各随访节点 HSS 评分比较

Table 2 Comparison of HSS scores among follow-up nodes

项目	术前	术后 7 d	术后 6 周	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 1 年	术后 5 年	$F_{\text{时间}}$	P
总分	68.03 \pm 10.34	64.20 \pm 13.90	75.41 \pm 9.86	82.81 \pm 7.57*	86.58 \pm 6.02*	90.52 \pm 4.57*	92.03 \pm 5.45*	36.660	<0.001
疼痛	15.00 \pm 5.62	25.60 \pm 18.18	20.71 \pm 5.89*	24.44 \pm 5.77*	25.63 \pm 3.70*	28.00 \pm 2.89*	29.11 \pm 2.38*	23.460	<0.001
功能	14.27 \pm 4.15	8.60 \pm 3.70*	14.35 \pm 4.08	17.18 \pm 3.19	17.58 \pm 2.45	18.60 \pm 1.87*	18.82 \pm 3.16*	26.349	<0.001

续表

项目	术前	术后7d	术后6周	术后3个月	术后6个月	术后1年	术后5年	$F_{\text{时间}}$	P
活动度	12.60±1.57	11.63±1.19	12.59±1.62	13.30±1.59	13.83±1.40	14.00±1.15*	14.42±1.21*	12.949	<0.001
肌力	9.27±0.98	8.07±1.62	9.57±0.84	9.63±0.97	9.83±0.56	10.00±0.00*	9.93±0.38	15.569	<0.001
屈曲畸形	7.63±3.05	7.87±2.76	8.25±0.25	8.44±2.31	9.79±1.02	9.92±0.40*	10.00±0.00*	6.600	<0.001
稳定性	9.33±1.40	9.20±2.19	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00	2.805	0.090
减分项目	-0.57±1.04	-0.13±1.12	-0.36±0.56	-0.19±0.48	-0.08±0.41	0.00±0.00	-0.21±0.63	8.624	<0.001

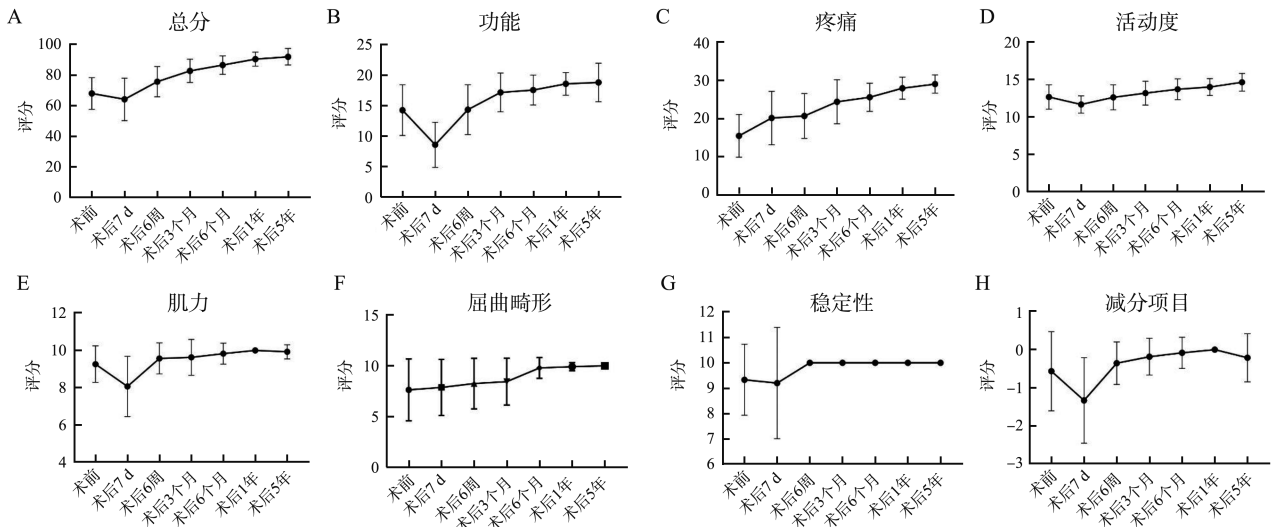
* Bonferroni 法进行事后两两比较时与术前相比 $P<0.05$ 。

图2 各随访节点 HSS 评分变化

A: HSS 评分总分; B: 功能评分; C: 疼痛评分; D: 活动度评分; E: 肌力评分; F: 屈曲畸形评分; G: 稳定性评分; H: 减分项目评分。

Figure 2 Changes in HSS scores at each follow-up time point

A: HSS Total Score; B: Function Section Score; C: Pain Section Score; D: Range of Motion Section Score; E: Muscle Strength Section Score; F: Flexion Deformity Section Score; G: Stability Section Score; H: Deduction Items Section Score.

2.3 影像学参数结果

两名医师所有影像学测量结果间的 ICC 均大于 0.75。术前患者 HKA 为 $(171.17 \pm 2.17)^\circ$, MPTA 为 $(83.74 \pm 1.52)^\circ$ 。术后患者膝关节内翻得到有效纠正, HKA 为 $(177.62 \pm 0.96)^\circ$, MPTA 为 $(87.88 \pm 0.77)^\circ$, 与术前相比差异有统计学意义 ($t_{\text{HKA}} = -13.483, P < 0.001$; $t_{\text{MPTA}} = -12.568, P < 0.001$)。术后 5 年假体 CJA 为 $(1.96 \pm 1.15)^\circ$, 股骨组件 FVA 为 $(2.24 \pm 1.11)^\circ$, 胫骨组件 TVA 为 $(2.47 \pm 0.77)^\circ$, 各组件放置角度符合操作手册要求。在 5 年随访时, 假体植入评价均为优, 对位良好、无透亮带、无松动。

3 讨论

近年来, UKA 逐渐成为治疗前内侧 KOA 的重要选择。尽管 UKA 在术后短期内表现出良好的临床效果, 但其长期效果仍存在一定争议^[5-6], 尤其对于双柱活动平台单髁假体缺乏中远期临床随访结果。本研究结果显示, 双柱活动平台单髁假体在中

期效果方面具有良好的安全性和稳定性。在术后 5 年内, 未见垫片脱位、假体移位等严重并发症发生, 且在随访时间内患者膝关节功能未出现显著的下降, 进一步证实了双柱活动平台单髁假体在前内侧 KOA 治疗的中期有效性。

既往研究报道, 单髁置换术中期随访的假体翻修率为 15%~28%, 其中无菌性松动为手术失败的主要原因, 其他原因包括外侧间室病变、垫片磨损等^[10-11]。假体设计的优化在减少并发症的发生中起到了重要作用。双柱单髁假体较早期的单柱单髁假体增加了假体的抗旋转力, 能够防止假体松动及旋转移位, 增强稳定性^[12]。Hurst 等^[13]研究表明, 使用双柱定位较单柱定位, 股骨组件位置能够在放射学上获得更准确的组件定位结果。同时, 双柱单髁假体股骨髁外弧面与平台垫片的凹球面增加形合度匹配性, 保证不同屈曲角度下股骨髁与垫片的接触, 防止屈伸活动中旋转脱位的发生; 内凹球面的股骨髁组件和解剖型的胫骨平台组件, 可实现优秀的骨覆盖, 使假体-骨界面应力分布均匀, 满足患者高

屈曲度的活动要求。本研究结果显示,术后1年的HSS评分较术前显著提高,患者的膝关节功能与术前相比有显著改善。术后5年膝关节功能评分维持在较高水平,无明显的功能衰退出现,表明使用双柱活动平台单髁假体行UKA不仅能够在术后早期有效缓解KOA的症状,而且在长期随访中保持较为稳定的效果。在随访期内未有松动等并发症发生,证明双柱活动平台单髁假体的可靠性。

除假体设计的优化外,手术技术的进步也是UKA生存率不断提高的重要原因^[14-15]。手术技术如力线矫正和假体组件对线也会影响中长期结果^[16]。在力线矫正方面,对线不良一直被认为是UKA早期失败的重要危险因素^[17-18]。活动平台UKA通常将力线矫正至略内翻,因为外翻矫正会加速术后外侧间室的退变,但过度的内翻也会加速假体松动、衬垫磨损等并发症的发生^[19]。Zuiderbaan等^[20]研究认为,术后力线应矫正至 $1^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 内翻,以最大限度降低磨损率。在组件对线方面,假体对线不良与功能预后不佳以及假体寿命之间存在联系^[21-22]。尽管牛津单髁允许组件放置时内翻 10° 至外翻 10° 的误差,但研究者普遍认为,精准的对线会带来更好的效果,冠状面假体对线的异常会显著增加假体失败的风险^[23]。Khow等^[24]研究认为,假体组件对线在 $0^{\circ}\sim 2^{\circ}$ 之间与患者10年随访时较好的临床结果有关。Chatellard等^[25]提出股骨组件与胫骨组件对线不良时垫片每年最大磨损约0.08 mm,而对线准确时仅有0.01 mm,提示假体的精准对位对于恢复正常膝关节的运动和防止植入物磨损以及外侧间室骨关节炎至关重要。本研究患者术前内翻得到有效纠正,术后平均MPTA为 87.88° 即轻度内翻,有效避免了外侧间室病变的发生;股骨组件与胫骨组件平均CJA $<2^{\circ}$,有效降低了垫片的磨损,是术后维持膝关节功能、避免并发症发生的重要因素。

本研究结果显示双柱活动平台UKA在术后5年内具有良好的临床效果,但仍存在一定的局限性。首先,作为单臂研究,缺乏与单柱活动平台UKA或固定平台UKA的直接对比,未能进一步评估不同手术方式的相对优劣;其次,样本量相对较小,且仅在单一中心进行,可能存在一定的选择偏倚。未来的多中心、前瞻性随机对照研究将有助于进一步验证本研究结果,并提供更为广泛的临床证据支持。综上所述,双柱活动平台单髁假体在治疗膝关节前内侧骨关节炎方面具有显著的中期疗效,能够在术后5年保持假体稳定,无垫片脱位或假体移位等并发症,且膝关节功能评分未出现显著下降。该手术

方法能够有效矫正术前的膝关节内翻畸形,假体对位符合手术要求,为KOA的治疗提供了一个安全、有效的选择。

参考文献:

- [1] Li E, Tan J, Xu K, et al. Global burden and socioeconomic impact of knee osteoarthritis: a comprehensive analysis[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2024, 11: 1323091. doi: 10.3389/fmed.2024.1323091
- [2] Lv Y, Sui L, Lv H, et al. Burden of knee osteoarthritis in China and globally from 1992 to 2021, and projections to 2030: a systematic analysis from the global burden of disease study 2021 [J]. *Front Public Health*, 2025, 13: 1543180. doi: 10.3389/fpubh.2025.1543180
- [3] 朱锦源,尹超逸,陈芷晴,等.单髁与全膝关节置换术治疗膝骨关节炎的短期临床效果对比[J].*实用骨科杂志*, 2023, 29(10): 871-876.
ZHU Jinyuan, YIN Chaoyi, CHEN Zhiqing, et al. Comparison of short-term clinical outcomes between single condylar and total knee arthroplasty for the treatment of knee osteoarthritis [J]. *Journal of Practical Orthopaedics*, 2023, 29(10): 871-876.
- [4] 屈亚飞.单髁膝关节假体安装精度对聚乙烯衬垫磨损的影响研究[D].陕西:长安大学,2023.
- [5] 孙超,虞宵,周晓强,等.活动和固定平台单髁置换术的临床应用进展[J].*生物骨科材料与临床研究*, 2022, 19(2): 91-96.
SUN Chao, YU Xiao, ZHOU Xiaoqiang, et al. The research advance in clinical application of mobile-bearing and fixed-bearing in unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Orthopaedic biomechanics materials and clinical study*, 2022, 19(2): 91-96.
- [6] 孙孟帅,鞠昌军,赵锦伟,等.活动平台与固定平台假体膝单髁置换术早期临床疗效比较[J].*中华骨与关节外科杂志*, 2024, 17(11): 1029-1036.
SUN Mengshuai, JU Changjun, ZHAO Jinwei, et al. Comparison of early clinical outcomes between mobile-bearing and fixed-bearing prostheses in unicompartmental knee arthroplast [J]. *Chinese Journal Bone and Joint Surgery*, 2024, 17(11): 1029-1036.
- [7] 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. doi: 10.1007/s00402-017-2702-2
- [8] 苗壮,刘培来,卢群山,等.双柱活动型单髁假体治疗膝关节内侧骨关节炎的早期疗效分析[J].*山东大学学报(医学版)*, 2021, 59(5): 90-95.

- MIAO Zhuang, LIU Peilai, LU Qunshan, et al. Early efficacy analysis of double-column mobile bearing unicompartmental knee prosthesis in treating medial knee osteoarthritis[J]. *Journal of Shandong University (health sciences)*, 2021, 59(5): 90-95.
- [9] 柳剑,涂意辉,刘国彬,等.运动学对线截骨应用于具有明显关节外畸形的牛津单髁置换[J]. *实用骨科杂志*, 2024, 30(10): 876-879.
- LIU Jian, TU Yihui, LIU Guobin, et al. Kinematic alignment tibial plateau osteotomy technique for Oxford unicompartmental knee arthroplasty of larger varus deformities[J]. *Journal of practical orthopaedics*, 2024, 30(10): 876-879.
- [10] 万伏银,郭万首.单髁假体的演变及现状[J]. *中国组织工程研究*, 2017, 21(23): 3753-3759.
- WAN Fuyin, GUO Wanshou. Evolution and status of unicompartmental knee prostheses[J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2017, 21(23): 3753-3759.
- [11] 谭红略,于进洋,史小涛,等.膝关节内侧单髁置换术后并发症的诊治进展[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2023, 17(2): 267-275.
- TAN Honglue, YU Jinyang, SHI Xiaotao, et al. Diagnosis and treatment of complications after medial unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Chinese Journal of Joint Surgery (Electronic Edition)*, 2023, 17(2): 267-275.
- [12] Reiner T, Schwarze M, Panzram B, et al. The influence of the twin peg design on femoral Interface temperature and maximum load to failure in cemented Oxford unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Clin Biomech (Bristol)*, 2018, 55: 23-27. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2018.04.003
- [13] Hurst JM, Berend KR, Adams JB, et al. Radiographic comparison of mobile-bearing partial knee single-peg versus twin-peg design [J]. *J Arthroplasty*, 2015, 30(3): 475-478.
- [14] Hansen EN, Ong KL, 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.
- [15] 曾绪雯,杨春喜.膝关节单髁置换术假体生存率的研究进展[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2019, 13(5): 606-610.
- ZENG Xuwen, YANG Chunxi. Research progress of prosthesis survivorship for unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Chinese Journal of Joint Surgery (Electronic Edition)*, 2019, 13(5): 606-610.
- [16] 李嘉晖.单髁置换术后非感染性并发症的相关危险因素分析[D].广东:广州中医药大学,2022.
- [17] 邓铭聪.牛津单髁置换术下肢力线对外侧间室骨关节炎进展的影响[D].广东:广州中医药大学,2020.
- [18] 彭智浩,冯宗权,邹勇根,等.活动平台单髁置换后下肢力线与外侧间室骨关节炎进展的关系[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(9): 1368-1374.
- PENG Zhihao, FENG Zongquan, ZOU Yonggen, et al. Relationship of lower limb force line and the progression of lateral compartment arthritis after unicompartmental knee arthroplasty with mobile bearing[J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2021, 25(9): 1368-1374.
- [19] Vasso M, Del Regno C, D'Amelio A, et al. Minor varus alignment provides better results than neutral alignment in medial UKA[J]. *Knee*, 2015, 22(2): 117-121.
- [20] Zuiderbaan HA, van der List JP, Chawla H, et al. Predictors of subjective outcome after medial unicompartmental knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31(7): 1453-1458.
- [21] 李文鹏,丁勇.膝关节内侧单髁置换假体位置与临床预后关系[J]. *实用骨科杂志*, 2022, 28(11): 1002-1006.
- [22] 马鹏程.单髁置换术固定平台股骨假体不同置入位置的有限元分析[D].新疆:新疆医科大学,2022.
- [23] Kazarian GS, Barrack TN, Okafor L, et al. High prevalence of radiographic outliers and revisions with unicompartmental knee arthroplasty[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2020, 102(13): 1151-1159.
- [24] Khaw YZ, Liow MHL, Lee M, et al. The effect of tibial and femoral component coronal alignment on clinical outcomes and survivorship in unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-B(2): 338-346.
- [25] Chatellard R, Sauleau V, Colmar M, et al. Medial unicompartmental knee arthroplasty: does tibial component position influence clinical outcomes and arthroplasty survival? [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013, 99(4 Suppl): S219-S225.

(编辑:徐苗蓁)