

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.04.024

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20260110.1519.004\(2026-01-12\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20260110.1519.004(2026-01-12))

固定型与活动型单髁置换术用于 KOA 的疗效对比及其对 膝关节生物力学的影响*

冯仁海¹ 王婷伟² 王辉¹ 陶崑^{3△}

(1. 宁波市第六医院影像科, 浙江宁波 315100; 2. 浙江省台州医院影像科, 浙江台州 317000;
3. 宁波市第六医院关节科, 浙江宁波 315100)

[摘要] **目的** 比较固定型单髁置换术与活动型单髁置换术在膝关节骨关节炎(KOA)治疗中的疗效、并发症发生率及长期预后。**方法** 选取 2023 年 1 月至 2024 年 6 月在宁波市第六医院接受单间室 KOA 手术的 178 例患者, 分为两组, 每组 89 例, 分别接受固定型单髁置换术(固定组)和活动型单髁置换术(活动组)。比较两组患者治疗前后膝关节活动度、Lysholm 评分、IKDC 评分、胫骨平台内侧角(MPTA)和胫骨平台后倾角(PTS)。**结果** 术后, 两组膝关节活动度较术前明显增加, Lysholm 评分、IKDC 评分明显升高, 且活动组上述指标明显高于固定组($P < 0.05$)。术后, 两组 MPTA 较术前增大($P < 0.001$), 且活动组明显大于固定组($P < 0.001$), 但两组 PTS 比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 活动型单髁置换术在术后膝关节功能恢复方面较固定型单髁置换术可能更具优势, 且有助于维持术后的 MPTA。但固定型单髁置换术创伤更小、并发症更少。

[关键词] 膝关节骨关节炎; 单髁置换术; 固定型单髁; 活动型单髁; 疗效比较

[中图分类号] R687.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2026)04-0864-04

Comparative efficacy and biomechanical impact of fixed-bearing versus mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty for KOA*

FENG Renhai¹, WANG Tingwei², WANG Hui¹, TAO Kun^{3△}

(1. Department of Imaging, Ningbo Sixth Hospital, Ningbo, Zhejiang 315100, China; 2. Department of Imaging, Taizhou Hospital of Zhejiang Province, Taizhou, Zhejiang 317000, China; 3. Department of Joint Surgery, Ningbo Sixth Hospital, Ningbo, Zhejiang 315100, China)

[Abstract] **Objective** To compare the efficacy, complication rates, and long-term prognosis between fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty and mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty in the treatment of knee osteoarthritis (KOA). **Methods** A total of 178 patients who underwent unicompartmental knee arthroplasty for KOA at Ningbo Sixth Hospital from January 2023 to June 2024 were selected and divided into two groups, with 89 patients in each group. They received fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty (the fixed-bearing group) and mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty (the mobile-bearing group), respectively. The range of motion of the knee joint, Lysholm score, IKDC score, medial proximal tibial angle (MPTA), and posterior tibial slope (PTS) were compared between the two groups before and after treatment. **Results** Postoperatively, the range of motion of the knee joint in both groups increased significantly compared with that before surgery, and the Lysholm score and IKDC score increased significantly. These indices in the mobilization group were significantly higher than those in the immobilization group ($P < 0.05$). Postoperatively, the MPTA in both groups increased compared with that before surgery ($P < 0.001$), and it was significantly greater in the mobilization group than in the immobilization group ($P < 0.001$). However, no statistically significant difference in the PTS was found between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty may offer superior advantages in postoperative knee function recovery compared to fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty and may help maintain postoperative MPTA. However, fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty is associated with less trauma and fewer complications.

[Key words] knee osteoarthritis; unicompartmental knee arthroplasty; fixed-bearing unicompartmental knee; mobile-bearing unicompartmental knee; comparison of therapeutic efficacy

膝关节骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是一种常见的退行性关节疾病,常导致疼痛、活动受限及生活质量下降^[1-3],多发生于老年人。膝关节内侧因承受较大负荷,较其他部分更易发生退变,导致内侧 KOA 较为常见^[4]。对于症状严重且保守治疗效果欠佳的患者,手术治疗成为主要选择。膝关节单髁置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)是针对单侧关节病变的有效治疗手段,相较于全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA),UKA 具有创伤小、恢复快和保留更多正常关节结构的优势^[5]。

固定型单髁置换术和活动型单髁置换术是目前临床上常用的两种术式。两者在设计理念、手术技巧和术后康复等方面均有所不同。固定型单髁置换术主要通过固定的假体结构提供稳定力,而活动型单髁置换术则通过假体平台的可移动性来减少应力分布,两种术式可能会对关节功能恢复产生不同影响。这种设计差异可能导致两者在术后关节功能恢复及长期预后方面产生不同的结果。本研究旨在比较分析固定型和活动型单髁置换术的疗效、并发症发生率及长期预后,为临床医生在手术方式的选择上提供更多的科学依据,以提高患者的术后效果和满意度。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 1 月至 2024 年 6 月宁波市第六医院收治的 178 例单间室 KOA 患者为研究对象,根据手术方式分为固定组和活动组,每组 89 例。固定组中男 57 例、女 32 例,平均年龄(67.5 ± 5.4)岁, BMI (25.1 ± 2.1) kg/m^2 ;受伤膝关节部位:左侧 52 例、右侧 37 例。活动组中男 45 例、女 44 例,平均年龄(65.7 ± 6.4)岁, BMI (22.6 ± 3.3) kg/m^2 ;受伤膝关节部位:左侧 38 例、右侧 51 例。纳入标准:(1)单侧膝关节行 UKA;(2)膝内侧间室软骨磨损,外侧间室软骨完好;(3)前交叉韧带功能完好;(4)内翻畸形及屈曲畸形均 $<15^\circ$;排除标准:(1)类风湿关节炎;(2)胫骨或股骨手术史;(3)感染性关节炎;(4)严重骨质疏松症;(5)有明显手术禁忌证。两组一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。本研究已通过本院医学伦理委员会批准(审批号:甬六医伦审 2024 论第 95 号),患者均知情同意。

1.2 方法

术前 30 min 静脉滴注头孢呋辛 1.5 g 及氨甲环酸 1.0 g。麻醉生效后,患者取平卧位,患肢常规消毒铺巾,于大腿近端安放充气止血带(压力设定为收缩压+100 mmHg)。取髌骨内上缘至胫骨结节上缘纵行切口,依次切开皮肤及皮下组织,经髌旁内侧入路切开关节囊,切除部分髌下脂肪垫,显露膝关节内侧间室。确认内侧间室软骨磨损、骨赘增生,前后交叉韧带完整且张力正常后,行 UKA。

采用胫骨髓外定位系统,于前交叉韧带止点内侧平行股骨内侧壁行矢状位截骨;定位内侧平台后,于

平台下方约 5 mm 处行水平截骨。置入 8 mm 试模测试屈曲间隙。股骨侧使用摆锯去除表面软骨层,显露软骨下骨,根据试模确定股骨假体型号。固定股骨试模,确认无撞击及悬挂,屈膝 90° 位时股骨试模纵轴垂直于胫骨平台。钻取固定孔并开槽。安装股骨及胫骨试模,测试膝关节屈伸稳定性及运动轨迹。切除内侧半月板,测量胫骨尺寸并开槽。使用 3 L 含 1.0 g 万古霉素的生理盐水脉冲冲洗创面。配置局部浸润镇痛混合液 30 mL(含氨甲环酸 22.5 mg、罗哌卡因 225 mg、酮咯酸 30 mg、地塞米松 8 mg、肾上腺素 0.3 mg),注射于后方及前内侧关节囊。取骨水泥 80 g 混合万古霉素 2.0 g,分别植入固定型(固定组)或活动型(活动组)单髁假体,并置入 5 mm 聚乙烯垫片。清理骨水泥残渣后再次脉冲冲洗。检查膝关节活动度、稳定性及下肢力线。彻底止血后,使用 2-0 可吸收倒刺线缝合伸膝装置及关节囊,关节腔内注射氨甲环酸 1.0 g。放松止血带,确认无活动性出血及关节囊渗漏。依次缝合皮下组织及皮肤,加压包扎。记录止血带使用时间。

1.3 收集指标

术后对所有入组患者均行为期 6 个月的随访,178 例患者均完成随访,随访结束后,比较两组下列指标。(1)膝关节活动度:利用量角器分别测量两组患者术前、术后 6 个月随访时膝关节伸膝及屈曲受限角度,各时间点测量 2 次取平均值。(2)Lysholm 膝关节评分^[6]:主要包括跛行、交锁、肿胀、疼痛等 8 个项目,满分 100 分,分值越高提示膝关节功能恢复越好。(3)膝关节功能^[7]:采用国际膝关节文献委员会膝关节评估表(international knee documentation committee knee joint evaluation form, IKDC)进行评估,IKDC 主要包括症状、功能、体育运动 3 方面,共 18 个问题,分值 0~100 分,分值越高提示膝关节功能恢复越好。(4)胫骨平台内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)和胫骨平台后倾角(posterior tibial slope, PTS):MPTA 定义为胫骨解剖轴线与自然胫骨关节面间的内侧角^[8](图 1A)。PTS 定义为胫骨解剖轴线与自然胫骨关节面间的夹角(图 1B)。胫骨解剖轴线是距关节面平行的两条线段中点的连线。所有影像学测量由两名具备 5 年以上工作经验的影像科医师独立完成。测量前对医师进行统一培训,确保测量标准一致。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评估测量者间一致性, $\text{ICC} > 0.85$ 表示一致性良好。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据统计分析。计量资料行正态性检验,符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用独立样本 t 检验或配对样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

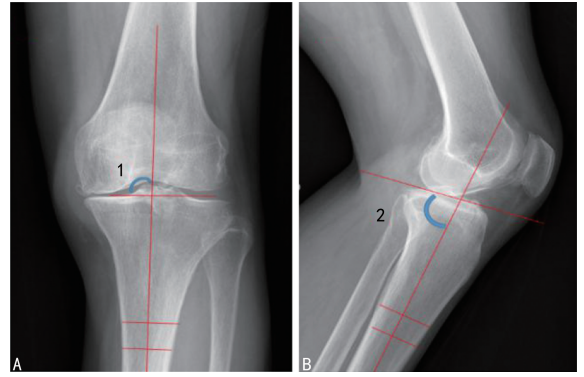
2 结果

2.1 膝关节功能恢复情况

术前,两组关节活动度、Lysholm 评分、IKDC 评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$);术后,两组关节活动度较术前明显增加, Lysholm 评分、IKDC 评分较术前明显升高,且活动组上述指标明显高于固定组($P<0.05$),见表 1。

2.2 单髁置换手术前后 MPTA 变化情况

术前,两组 MPTA、PTS 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。术后,两组 MPTA 较术前增大($P<0.001$),且活动组明显高于固定组($P<0.001$);两组 PTS 较术前略有增大,但差异无统计学意义($P>0.05$),两组间术后 PTS 比较差异也无统计学意义($P>0.05$),见表 2。



A: MPTA; B: PTS; 角 1 为 MPTA; 角 2 为 PTS。

图 1 MPTA 及 PTS 的测量

表 1 固定组与活动组手术前后膝关节功能恢复情况比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	关节活动度($^{\circ}$)		Lysholm(分)		IKDC(分)	
		术前	术后	术前	术后	术前	术后
固定组	89	101.91 \pm 9.91	118.51 \pm 8.41 ^a	43.05 \pm 3.92	58.46 \pm 2.31 ^a	47.91 \pm 1.64	67.60 \pm 2.06 ^a
活动组	89	102.27 \pm 9.53	125.61 \pm 7.51 ^{ab}	43.11 \pm 3.00	65.25 \pm 2.07 ^{ab}	48.31 \pm 2.16	72.53 \pm 1.31 ^{ab}

^a: $P<0.05$, 与同组术前比较; ^b: $P<0.05$, 与固定组术后比较。

表 2 固定组与活动组手术前后 MPTA 变化($\bar{x}\pm s$, $^{\circ}$)

组别	n	MPTA		PTS	
		术前	术后	术前	术后
固定组	89	84.13 \pm 2.35	85.92 \pm 1.56 ^a	86.83 \pm 3.42	86.43 \pm 3.42
活动组	89	84.33 \pm 1.78	87.02 \pm 1.18 ^{ab}	86.26 \pm 2.30	87.36 \pm 1.92

^a: $P<0.001$, 与同组术前比较; ^b: $P<0.001$, 与固定组术后比较。

3 讨论

固定型与活动型单髁置换术虽均能取得满意的临床疗效,但二者在假体设计及生物力学传导机制上存在本质差异,这直接影响了术后关节的运动学特征。PRONK 等^[9]采用固定型或活动型单髁内侧关节置换术治疗内侧间室骨关节炎,在术后 6、12 和 24 个月时均获得极好的患者满意度,患者疼痛缓解,功能和生活质量得到改善,本研究结果与之相似。而进一步对比发现活动组术后关节活动度明显高于固定组,表明活动型单髁置换术在关节活动度恢复方面可能更具优势^[10]。可能与活动型单髁置换术的设计允许承载面在植入的金属托板上移动,这种移动可以在屈伸过程中更好地适应膝关节的生物力学负荷有关。它可以根据患者关节的运动轨迹调整接触面,减少不均匀的压力,从而提升活动度。相较之下,固定型单髁置换术中,人工关节的承载面是固定的,容易在某些角度产生应力集中,限制活动范围。

研究发现,两种置换方式在 MPTA 变化上差异有统计学意义($P<0.05$),这提示不同平台置换术对关节生物力学产生了不同的影响。NACCA 等^[11]研究显示,这主要归因于活动型衬垫的微动特性:其能够促使负荷更均匀地分布于关节面,有效降低局部应力集中与磨损风险,从而更有利于维持术后胫骨平台

的生理角度,促进下肢力线恢复及长期稳定功能。基于此,多项研究^[12-13]认为,活动型设计通过允许膝关节在屈伸过程中进行更符合人体生理轨迹的自然运动,不仅优化了运动学特征,还进一步提升了术后的功能恢复水平与关节活动范围。

本研究结果表明,无论采用固定型还是活动型 UKA,均不会明显改变胫骨平台的 PTS,但 PTS 的解剖特征^[14]仍然在膝关节力学稳定中起着至关重要的作用。例如,生物力学研究显示,增加 PTS 可降低胫股最大接触力并提高股四头肌效率^[15-16]。正常的 PTS 不仅能维持膝关节屈伸过程中的力学平衡,限制胫骨相对于股骨的异常前移,还能有效避免关节过度负荷及潜在的不稳定风险。此外,适宜的 PTS 可在负重状态下优化关节载荷分布,特别是在前交叉韧带功能完整的前提下,能明显降低软骨磨损及韧带损伤的风险^[17]。若 PTS 过大,可能导致胫骨的前移和膝关节前部的不稳定,增加前交叉韧带和半月板的负担;若 PTS 过小,可能限制膝关节的自然运动轨迹,影响屈伸活动。因此,在 UKA 后维持适当的 PTS,对保障术后关节生物力学长期稳定性相当重要。

以上结果表明,活动型单髁置换术可能在促进 UKA 术后膝关节功能恢复方面更具优势,能更好地维持术后 MPTA。这一结论可为临床医师在 UKA 的选择中提供参考。但相较于活动型平台,固定型平台无需髓内定位,手术创伤更小,术后并发症更少^[18-19],也具有其独特的优势。因此,在选择置换方式时,需考虑患者个体的解剖结构和力线特征,来选择更适合的置换方式,以优化术后效果。

本研究存在的一些不足:(1)本研究为回顾性设计,存在选择偏倚和混杂因素干扰的可能性;(2)影像

学测量依赖膝关节正位 X 线片,相较于胫骨全长片或三维 CT,其在角度测量上可能存在投影误差,尤其在肢体旋转或屈曲状态下。未来研究可采用更精确的影像学手段以提高测量准确度;(3)本研究中所使用的固定型与活动型单髁假体分别来自不同生产厂家,两者在设计理念、材料特性及工艺精度方面可能存在差异,这些差异可能对术后功能恢复及生物力学参数产生影响,从而在一定程度上干扰两种术式疗效的比较结果。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] KAN H S, CHAN P K, CHIU K Y, et al. Non-surgical treatment of knee osteoarthritis [J]. *Hong Kong Med J*, 2019, 25(2): 127-133.
- [2] XU T, SHEN L, CAO X, et al. Genetic evidence links hyperthyroidism to knee osteoarthritis [J]. *Hormones (Athens)*, 2025, 24(2): 359-365.
- [3] OSUALA U, GOH M H, MANSUR A, et al. Minimally invasive therapies for knee osteoarthritis [J]. *J Pers Med*, 2024, 14(9): 970.
- [4] VEIZI E, ÇAY N, GÜVEN Ş, et al. Plain radiographs can safely be used to measure and follow up on tibial component alignment in unicompartmental knee replacement: a correlation study with CT scans [J]. *Cureus*, 2021, 13(8): e16902.
- [5] SLAVEN S E, CODY J P, SERSHON R A, et al. The impact of coronal alignment on revision in medial fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35(2): 353-357.
- [6] BRIGGS K K, STEADMAN J R, HAY C J, et al. Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees [J]. *Am J Sports Med*, 2009, 37(5): 898-901.
- [7] NASREDDINE A Y, CONNELL P L, KALISH L A, et al. The pediatric international knee documentation committee (pedi-IKDC) subjective knee evaluation form: normative data [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(3): 527-534.
- [8] 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.
- [9] PRONK Y, PATERS A A M, BRINKMAN J M. No difference in patient satisfaction after mobile bearing or fixed bearing medial unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(3): 947-954.
- [10] HARIRI M, HAUER G, SMOLLE M, et al. Mobile bearing versus fixed bearing medial unicompartmental knee replacement: an independent two center matched-pairs analysis [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(6): 3383-3389.
- [11] NACCA D C, AMARO J T, MIYAHIRA M K C, et al. Comparative study of the function and quality of life of patients submitted to total knee arthroplasty with fixed and mobile tibial platforms [J]. *Rev Bras Ortop*, 2021, 56(1): 53-60.
- [12] 张启栋, 黄诚, 孙晓威, 等. 运动学对位对线技术下内侧活动型单髁关节置换的 5 年以上随访研究 [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(1): 18-24.
- [13] 李沼, 关振鹏. 单髁置换术治疗膝关节内侧间室骨关节炎 [J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(14): 902-908.
- [14] 郑峒, 张辉, 宋关阳, 等. 前十字韧带撕裂后胫骨前移现象与膝关节骨性特征的相关性研究 [J]. *中华骨科杂志*, 2022, 42(9): 594-602.
- [15] GUO N, SMITH C R, SCHÜTZ P, et al. Posterior tibial slope influences joint mechanics and soft tissue loading after total knee arthroplasty [J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2024, 12: 1352794.
- [16] BAUER L, THORWÄCHTER C, STEINBRÜCK A, et al. Does posterior tibial slope influence knee kinematics in medial stabilized TKA? [J]. *J Clin Med*, 2022, 11(22): 6875.
- [17] WEBER P, BECK M, KLUG M, et al. Survival of patient-specific unicompartmental knee replacement [J]. *J Pers Med*, 2023, 13(4): 665.
- [18] 林飞太, 冯尔宥, 张怡元, 等. 内侧固定平台单髁置换术治疗膝关节前内侧骨关节炎或自发性骨坏死 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(6): 540-543.
- [19] REVILLA-LEÓN M, YILMAZ B, KOIS J C, et al. Prevention of peri-implant disease in edentulous patients with fixed implant rehabilitations [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2023, 25(4): 743-751.