

旋转铰链膝在复杂初次膝关节置换中的应用及临床疗效

王兴山,张浩天,张云峰,周一新

(首都医科大学附属北京积水潭医院矫形骨科,北京 100035)

摘要: **目的** 探讨旋转铰链型膝关节假体在复杂初次全膝关节置换术中的临床应用并评价其临床疗效。**方法** 回顾性分析2012年4月至2024年11月北京积水潭医院矫形骨科因严重膝关节畸形或韧带功能不全而使用旋转铰链型假体行初次膝关节置换患者36例(38膝)的临床资料,其中男15例(16膝),女21例(22膝),25~78(62.1±11.4)岁。术前诊断包括严重内外翻畸形、神经性关节炎和创伤后关节炎等。采用美国膝关节协会评分(Knee Society Score, KSS)评估膝关节疼痛、稳定性及功能;使用量角器测量膝关节主动活动范围(range of motion, ROM),比较患者术前及末次随访时的膝关节协会评分和膝关节活动度,记录术后并发症情况和患者满意度,采用Kaplan-Meier法计算假体生存率,以任何原因的假体翻修或有症状的影像学松动为终点事件。**结果** 所有患者随访时间(75.8±38.1)个月。末次随访时,膝关节KSS评分由术前(26.1±12.1)分提升至(77.2±18.5)分,功能评分由(26.3±15.9)分提升至(70.5±22.6)分,活动度由(79.5±32.9)°改善至(99.6±19.4)°,差异均有统计学意义($P<0.001$)。术后患者满意度为86.7%。至末次随访,共有3膝(7.9%)发生终点事件。假体5年累积生存率为94.6%(95%CI: 87.6~100)。总并发症发生率为26.3%(10/38膝),包括术中骨折、伤口延迟愈合、术后铰链柱脱出、假体松动及关节僵硬。**结论** 旋转铰链膝应用于复杂初次膝关节置换,可以显著改善患者膝关节功能,中期假体生存率满意,但其并发症发生率较高,严格选择适应证是手术成功的关键。

关键词: 关节成形术;置换;膝;旋转铰链膝;临床疗效

中图分类号:R687.4

文献标志码:A

Application and clinical outcomes of rotating hinge knee prosthesis in complex primary total knee arthroplasty

WANG Xingshan, ZHANG Haotian, ZHANG Yunfeng, ZHOU Yixin

(Department of Orthopedic Surgery, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical application of rotating hinge knee (RHK) prosthesis in complex primary total knee arthroplasty (TKA) and evaluate the clinical efficacy. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 36 patients (38 knees) who underwent primary TKA using a RHK prosthesis between April 2012 and November 2024 for severe knee deformity or ligamentous insufficiency. The cohort included 15 males (16 knees) and 21 females (22 knees), with (62.1±11.4) years at surgery. Preoperative diagnoses included severe varus/valgus deformity, neuropathic arthropathy, and post-traumatic arthritis. The American Knee Society Score (KSS) was used to assess knee pain, stability and function, and the active range of motion (ROM) of the knee was measured using a goniometer. Preoperative and final follow-up KSS and ROM were compared. The postoperative complications and patient satisfaction were assessed. Prosthesis survival was calculated using the Kaplan-Meier method, with revision for any reason or symptomatic radiographic loosening defined as the endpoint. **Results** All patients were followed up for

(75.8±38.1) months. At the final follow-up, significant improvements were observed: the KSS knee score increased from (26.1±12.1) to (77.2±18.5) points, the function score from (26.3±15.9) to (70.5±22.6) points, and ROM from (79.5±32.9)° to (99.6±19.4)° ($P<0.001$). Patient satisfaction was 86.7%. Three knees (7.9%) reached the endpoint by the final follow-up. The 5-year cumulative survival rate was 94.6% (95% CI: 87.6-100). The overall complication rate was 26.3% (10/38 knees), including intraoperative fracture, delayed wound healing, postoperative hinge post dislocation, prosthetic loosening, and joint stiffness. **Conclusion** The application of rotating hinge knees in complex primary TKA can significantly improve knee function and yield satisfactory mid-term prosthesis survival. However, the procedure is associated with a high complication rate. Successful outcomes depend on strict patient selection.

Key words: Arthroplasty; Replacement; Knee; Rotating hinge knee; Clinical outcome

随着人工全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)的普及,TKA已成为治疗终末期膝关节炎、重建关节功能和缓解疼痛的主要手术方案,在全球范围内每年有数百万患者接受TKA手术,取得了良好的临床效果^[1]。初次TKA手术通常依赖于尽可能保留患者固有的膝关节稳定结构,通过精确的截骨和软组织平衡,选择低限制性假体,获得关节稳定和良好功能。然而对于一些复杂膝关节病变,如严重创伤或炎症性关节炎导致的严重畸形、下肢发育畸形或夏科氏关节炎等关节病变,多伴有关节固有稳定结构缺失或显著骨性畸形,普通初次TKA假体甚至髁限制性假体难以提供足够的稳定性,极易发生手术失败^[2-3]。

铰链式膝关节假体由于其高限制性,通常作为TKA术中处理严重骨缺损和关节不稳定的最后手段,主要应用于复杂的TKA翻修手术。早期固定铰链膝为单纯铰链连接,股骨和胫骨假体之间不允许旋转,导致假体-骨界面承受巨大的应力,术后假体断裂或松动等并发症发生率较高^[4-5]。而现代旋转铰链膝设计明显改进,旋转平台的设计降低了骨-假体界面的应力,股骨和胫骨假体匹配度的增加使得垫片具备更好的承载应力,降低了铰链应力和断裂风险,而假体延长杆、近端袖套和垫块等模块化组件的改进,保证了假体的可靠固定^[6-7]。临床研究表明,针对存在骨量严重丢失、韧带广泛松弛或缺失的TKA翻修病例,旋转铰链膝可提供良好的稳定性,其术后疗效及长期生存率令人满意^[8-10]。上述结果为旋转铰链膝在复杂初次TKA手术的应用提供了重要依据。

本研究通过对使用旋转铰链型膝关节假体的复杂初次TKA患者进行回顾性分析,探讨旋转铰链型膝关节假体在复杂初次TKA中的应用,并评价其临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为单中心、回顾性、观察性病例研究。纳入2012年4月至2024年11月于我院矫形骨科接受旋转铰链型膝关节置换的初次TKA手术患者36例(38膝),其中男15例(16膝),女21例(22膝),25~78(62.1±11.4)岁。本研究已通过北京积水潭医院医学伦理委员会批准[(K2022)第(207)号-00]。

纳入标准:①符合复杂初次TKA适应证,包括严重内/外翻畸形(影像学测量角度 $>20^\circ$)伴有临床评估的侧副韧带功能不全、神经性关节病(夏科氏关节病、脊髓灰质炎后遗症等)、创伤后关节炎伴关节不稳定、严重膝关节过伸($>15^\circ$)或屈曲畸形($>30^\circ$)等;②使用现代旋转铰链膝关节假体系统;③术后随访时间至少满12个月。

排除标准:①术前或随访期间病历及影像学资料不完整,影响有效评估者;②失访病例。

根据上述标准,初步筛选出患者44例(46膝)。排除失访8例(8膝)后,最终共有36例(38膝)纳入本研究分析。通过电子病历系统回顾性收集以下数据:①人口统计学资料包括年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、侧别;②原发病诊断(如骨关节炎、类风湿关节炎、创伤后关节炎、夏科氏关节病等);③术前膝关节状态评估结果(包括畸形程度、韧带功能、骨缺损程度等);④患者术前采用美国膝关节协会评分(Knee Society Score, KSS)评估膝关节疼痛、稳定性及功能。

1.2 方法

1.2.1 手术技术

所有手术均由具有丰富关节置换经验的高年资

医生主刀完成。采用标准的膝关节手术入路,必要时行股四头肌剪开以充分显露。遵循标准截骨技术以恢复下肢机械力线。所有患者均因术中确认存在严重的韧带功能缺失(主要为侧副韧带)及冠状面/矢状面软组织无法平衡,而决定使用旋转铰链型假体。对术中发现的骨缺损,根据缺损程度,采用骨水泥填充、结构性植骨或使用假体配套的金属垫块与延长杆进行重建。本组患者所使用的假体均为旋转铰链型假体,其中包括捷迈 NexGen RHK 假体 32 膝,春立 XN-RHK 假体 3 膝,爱康 AHK 假体 2 膝, LINK Endo-Model 假体 1 膝。

1.2.2 术后管理与随访

术后常规使用抗生素预防感染及抗凝药物预防血栓。根据患者病情制定个性化康复方案,麻醉恢复后开始踝泵及股四头肌伸缩锻炼,术后第 1 天开始在助行器保护下负重行走。于术后 1、3、6、12 个月及之后每年进行门诊随访。

1.2.3 评估指标

主要结局指标:假体生存率。将以下情形定义为终点事件:①因任何原因(如无菌性松动、感染、假体周围骨折、机械失效等)进行的假体翻修手术;②经影像学确诊且伴有相关临床症状的假体松动,无论患者是否接受翻修手术。

次要结局指标:采用 KSS 评估膝关节疼痛、稳定性及功能;使用量角器测量膝关节主动活动范围(range of motion, ROM);通过问卷调查评估患者对手术效果的总体满意度。

并发症记录:全面记录术中及术后早期(≤ 90 d)、晚期(>90 d)的所有并发症,包括但不限于:术中骨折、血管神经损伤、假体周围感染、伤口愈合不良或裂开、症状性深静脉血栓/肺栓塞、假体周围骨折、关节僵硬等。

影像学评估:在术后即刻、6 个月、1 年及之后每 1~2 年或出现临床症状时,拍摄膝关节正侧位及双下肢全长站立位 X 线片。评估内容包括:下肢力线(股胫角)、假体固定界面有无进行性透亮线(>2 mm)或骨溶解,以及假体组件的对位关系与稳定性(排除铰链断裂、脱位或半脱位)。

1.3 统计学处理

采用 R 4.5.0 统计学软件。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用配对 t 检验。非正态分布资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Wilcoxon 符号秩检验。计数资料以 $n(\%)$ 表示。假

体生存分析采用 Kaplan-Meier 法,计算累积生存率并给出 95%CI。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 人口学与术前临床特征

本研究患者 BMI(25.7 ± 3.5) kg/m²。术前诊断骨关节炎合并严重内外翻畸形 10 例(11 膝, 28.9%),创伤后关节炎 8 例(8 膝, 21.1%),脊髓灰质炎后遗症继发骨关节病 6 例(6 膝, 15.8%),夏科氏关节病 4 例(4 膝, 10.5%),类风湿关节炎 2 例(3 膝, 7.9%),骨关节炎合并膝关节过伸畸形 2 例(2 膝, 5.3%),陈旧感染伴膝关节僵直 2 例(2 膝, 5.3%),痛风性关节炎伴严重屈曲畸形 2 例(2 膝, 5.3%)。

2.2 手术一般情况

所有患者手术时间 75~270 min,术中出血量为 50~600 mL。

2.3 临床功能结果

KSS 评分中,膝关节评分从术前(26.1 ± 12.1)分提高至末次随访的(77.2 ± 18.5)分($t=-15.168, P<0.001$),功能评分从(26.3 ± 15.9)分提高至(70.5 ± 22.6)分($t=-12.296, P<0.001$)。膝关节主动活动范围由术前(79.5 ± 32.9)°改善至末次随访的(99.6 ± 19.4)°($t=-4.231, P<0.001$)。至末次随访,33 例患者(33 膝, 86.7%)对手术效果表示满意,5 例患者(5 膝, 13.3%)表示不满意。

2.4 并发症

总并发症发生率为 26.3%(10/38 膝)。术中并发症(2 膝, 占 5.3%)均为假体置入时发生的骨折。1 例为类风湿关节炎伴膝外翻患者的股骨内侧髁骨折,因有延长杆保护未行特殊固定,术后延迟负重后愈合;1 例为脊髓灰质炎后遗症患者因胫骨髓腔狭窄导致的近端劈裂骨折,术中以钢缆捆扎结合螺钉固定,术后顺利愈合。

术后并发症(8 膝, 占 21.1%):机械相关并发症(3 膝, 占 7.9%)包括 1 例术后 6 个月发生铰链柱脱出,行垫片更换翻修术(图 1);2 例假体松动(1 例夏科氏关节病患者术后 22 个月因骨折不愈合、内固定失效、股骨侧假体松动放弃翻修;1 例术后 13 年发生股骨侧假体松动伴假体周围骨折,因高龄选择保守治疗)。



图1 翻修患者术前及术后X线片

A: 术前X线片示右膝严重外翻畸形, 胫骨平台骨缺损; B: 术后即刻X线片示右膝关节力线恢复, 假体位置良好; C: 术后6个月X线片示假体铰链柱脱出; D: 翻修术后X线片示铰链柱复位。

Figure 1 Preoperative and postoperative X-ray images of the revision patient

A: Preoperative X-ray demonstrates severe valgus knee deformity and bone defect of tibial plateau; B: Postoperative X-ray shows that the prosthesis is well-positioned and the limb alignment is good; C: Postoperative X-ray at 6-month follow-up shows the dislocation of hinge post; D: X-ray after revision surgery shows the hinge post is relocated.

局部并发症(2膝, 占5.3%): 1例术后关节血肿, 经手术清除; 1例伤口浅表感染/愈合不良, 经换药及抗感染治愈。

其他并发症(3膝, 占7.9%): 2例术前僵直膝患者术后存在关节僵硬, 但疼痛显著缓解, 患者对结果满意; 1例症状性关节僵硬(痛风性关节炎患者), 功能改善不佳。

本组未发生症状性深静脉血栓、肺栓塞或永久

性神经血管损伤。

2.5 假体生存率分析

本研究患者随访时间13~164(75.8±38.1)个月。至末次随访, 共有3膝(7.9%)发生终点事件(1例翻修, 2例有症状的影像学松动)。Kaplan-Meier法分析显示, 旋转铰链膝假体在本研究复杂初次TKA人群中的5年累积生存率为94.6%(95%CI: 87.6~100)。生存曲线见图2。

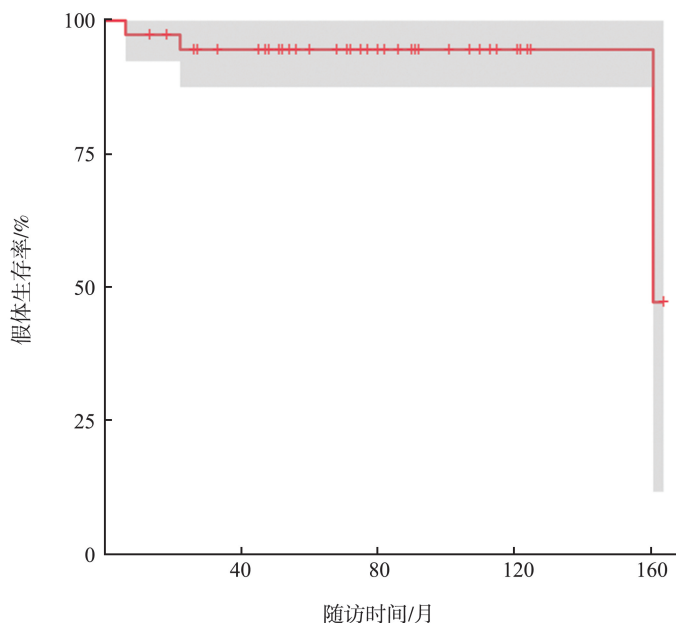


图2 旋转铰链膝关节假体的Kaplan-Meier生存曲线

Figure 2 Kaplan-Meier survival curve for rotating hinge knee prostheses

2.6 典型病例

患者,男,43岁。因“左膝关节外伤后疼痛、活动受限1年余”入院。患者1年前因工伤致双侧膝关节多发韧带损伤,左膝关节脱位,于外院行双侧膝关节韧带重建术。术后左膝仍持续肿胀、疼痛且活动受限。遂就诊于我院,于创伤骨科行膝关节清创及外固定架复位固定术。2个月后收入矫形骨科行二期手术,拆除外固定架、取出原有内固定物,并实施旋转铰链型TKA术。术后在系统康复指导下进行功能锻炼。末次随访为术后9年,患者膝关节功能良好,主动活动范围为 $0^{\circ}\sim 120^{\circ}$,日常活动无明显受限。术前及术后影像学资料见图3。



图3 患者术前及术后X线片

A、B: 术前膝关节正侧位片示左膝关节内固定存留,外固定架固定,左膝关节半脱位,内侧平台骨缺损,关节间隙变窄; C~E: 术后9年膝关节正侧位及下肢全长正位片示假体位置良好,假体周围无透亮线及骨溶解征象,下肢力线恢复。

Figure 3 Preoperative and postoperative X-ray images of the patient

A, B: Preoperative X-ray demonstrates retained internal fixation and external fixator, knee subluxation, medial tibial plateau bone defect, and narrowing of the joint space; C-E: Postoperative X-ray at 9-year follow-up shows that the prosthesis is well-positioned, with no evidence of periprosthetic radiolucent lines or osteolysis, and satisfactory limb alignment is achieved.

3 讨论

本研究所关注的复杂初次TKA患者,因为严重内外翻畸形及侧副韧带功能不全或缺失,往往难以

通过常规截骨和软组织平衡实现膝关节的稳定,膝关节严重过伸或屈曲畸形,也常难以通过普通初次假体或髁限制性假体获得矢状面的稳定^[11]。国外研究显示,对于上述复杂病例,现代旋转铰链型膝关节假体可通过增加假体限制性和延伸固定,重建关节稳定性,中长期结果良好^[12-15]。既往国内亦有一些关于旋转铰链膝应用的临床研究^[16-19],近期效果良好,但目前国内尚缺少旋转铰链膝应用于复初次TKA的5年以上中长期随访结果。

现代铰链型膝关节假体设计通过旋转平台、优化应力传导和模块化组件设计,显著改善了早期铰链膝因应力集中导致的高松动率问题^[6,12]。旋转铰链膝应用于初次TKA手术的系统回顾研究显示,其5~10年和10~15年假体生存率分别为91.5% (95% CI: 88.6~93.6) 和86.3% (95% CI: 82.2~89.5),患者术后KSS评分和活动范围的显著改善,获得了较高的患者满意度^[13]。本研究的5年随访结果与国外研究结果一致,表明在严格把握适应症的前提下,现代旋转铰链膝可以为复杂初次TKA提供可靠的临床疗效。使用旋转铰链膝的复杂初次TKA患者往往存在严重畸形、关节不稳定、关节僵直等问题,或经历过多次手术,这些因素增加了手术难度和并发症的发生率。Abdel等^[13]研究显示,需要翻修手术的并发症发生率为7.4%。与上述结果相比,本研究的并发症发生率较高,原因在于国外研究为系统回顾研究,仅统计了需要翻修的主要并发症,而本研究大部分并发症为不影响患者术后远期疗效的次要并发症。其中两例患者出现术中骨折,其发生原因是由于患者存在骨性畸形和骨质疏松,髓腔狭窄影响了假体的正常植入,从而导致了术中的假体周围骨折。两例术中骨折在术后均顺利愈合,未影响患者术后临床疗效和假体生存率。

既往研究表明,旋转铰链膝假体存在术后铰链柱脱位风险^[20-22],其常见原因在于铰链柱的锁紧机制失效,以及术中屈曲间隙过度松弛,或存在伸膝装置功能不全,导致屈膝时铰链柱从胫骨侧假体脱出^[23-24]。本研究中亦有1例患者因铰链柱脱出而行翻修手术,术中发现屈曲间隙过度松弛,同时原假体铰链柱较短,且尾部螺纹较少,增加了解锁和脱出风险。因而对于铰链型假体,TKA术中仍需关注屈伸间隙平衡,避免屈曲间隙过度松弛导致的不稳定,同时在假体设计方面也需要适当优化,改进铰链柱的锁紧机制,同时适当增加铰链柱长度,延长脱出距离,从而降低铰链柱脱出风险^[23]。

既往研究表明,合并神经肌肉病变的TKA患

者,由于缺乏稳定的肌肉软组织保护,膝关节假体局部应力增加,普通假体面临极高的术后不稳定或松动失败风险,应用 RHK 假体术可取得良好的效果,显著降低手术失败率^[25-26]。本研究有 6 例脊髓灰质炎后遗症患者、4 例夏科氏关节病患者,其中 9 例患者术后随访假体稳定,疗效满意。1 例患有先天性无痛无汗症的夏科氏关节病患者,TKA 术后 1 年出现股骨假体周围骨折,在外院行骨折内固定手术,术后 1 年 10 个月因骨折不愈合,内固定失效,股骨假体松动移位再次入院,后患者因预后不确切放弃翻修手术,提示此类无痛无汗症患者由于痛觉完全丧失,没有疼痛保护机制,具有极高的手术失败风险,TKA 手术应慎重选择。

近年来,针对翻修 TKA 术中骨缺损的处理,假体固定的三区固定理论日渐得到重视,关节面、干骺端以及骨干区中至少两个区域的可靠重建可提高假体的远期生存率^[27-29]。复杂初次 TKA 的患者,由于内外翻畸形,TKA 术中同样面临骨缺损重建的问题。本研究中的另 1 例假体松动患者为幼年骨骺损伤继发严重膝外翻,股骨外侧髁缺如,术中通过结构性植骨填充股骨外侧髁骨缺损,缺乏关节面和干骺端的可靠固定,假体稳定性依赖于骨水泥延长杆提供的骨干区固定,从而出现骨干区域应力增加,导致了远期假体松动。因而对于使用 RHK 的复杂初次 TKA,由于假体限制性导致的假体应力增加,与膝关节翻修手术类似,应遵循假体固定的三区固定理念,从而降低假体远期松动失败的风险。

本研究尚存在一定的局限性:①作为一项回顾性、单中心、小样本量的病例系列研究,其结果易受选择偏倚和偶然性影响,证据等级有限;②本研究虽然平均随访超过 6 年,但研究主要为中期随访数据,长期(>10 年)生存情况有待进一步观察;③本研究未说明 TKA 术中选择 RHK 假体的量化标准,这是研究的不足之处,其原因在于如何标准化 RHK 在初次 TKA 中的使用指征,目前缺乏清晰的共识,因此假体选择仍主要依赖术者的经验和术中判断;④患者群体的病因异质性较大,且使用的假体来自于不同厂家,可能对结果的一致性产生影响;⑤本研究未设置对照,在并发症方面仅进行了描述性分析,无法通过假设检验评判旋转铰链膝在并发症方面与传统方法的优劣性。期待有多中心、大样本的前瞻性对照研究,以进一步评价旋转铰链膝在复杂初次 TKA 中的疗效。

综上所述,旋转铰链膝应用于复杂初次 TKA 可以显著改善患者膝关节功能,中期假体生存率满意,

但其并发症发生率较高,严格选择适应症是手术成功的关键。

参考文献:

- [1] Stubnya BG, Schulz M, Vánca S, et al. Global trends in joint arthroplasty: a systematic review and future projections [J]. *J Clin Med*, 2025, 14(22): 8214. doi: 10.3390/jcm14228214
- [2] Tigani D, Fosco M, Amendola L, et al. Total knee arthroplasty in patients with poliomyelitis [J]. *Knee*, 2009, 16(6): 501-506.
- [3] Stroobant L, Marvellie A, Windels J, et al. Instability after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of treatment options and outcomes [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2025, 33(11): 3817-3839.
- [4] Tetteh AE, Derr T, Kurtz MA, et al. Hinge-knee megaprotheses components wear and corrode: a retrospective study of 40 devices [J]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2025, 9(10): e24.00381. doi: 10.5435/JAAOS-Global-D-24-00381
- [5] Kienzle A, Walter S, von Roth P, et al. High rates of aseptic loosening after revision total knee arthroplasty for periprosthetic joint infection [J]. *JB JS Open Access*, 2020, 5(3): e20.00026. doi: 10.2106/JBJS.OA.20.00026
- [6] Wignadasan W, Kirschbaum SM, Perka C, et al. Contemporary insights into hinged knee arthroplasties: biomechanics, indications, and outcomes in complex primary and revision total knee arthroplasty [J]. *Bone Joint J*, 2025, 107-B(12): 1254-1262.
- [7] Oliver TC, Kayani B, Luo TD, et al. Current concepts in total knee arthroplasty: rotating hinge prostheses [J]. *SICOT J*, 2025, 11(18). doi: 10.1051/sicotj/2025010
- [8] 黄菲, 郑秋坚. 旋转铰链膝假体在全膝关节置换翻修术后的临床效果 [J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2016, 10(1): 108-112.
HUANG Fei, ZHENG Qiujian. Clinical effect of rotating hinge knee prosthesis after total knee replacement revision [J]. *Chinese Journal of Joint Surgery (Electronic Edition)* 2016, 10(1): 108-112.
- [9] Dandamudi S, Guerrero O, DeBenedetti A, et al. Rotating hinge revision total knee arthroplasty with and without porous cone adjunct fixation [J]. *J Arthroplasty*, 2025, 40(7S1): S277-S282.
- [10] Hantouly AT, Muthu S, Shahab M, et al. What are the indications for hinged implants in revision total knee arthroplasty? [J]. *J Arthroplasty*, 2025, 40(2S1): S164-S167.

- [11] Garabano G, Perez Alamino L, Nieto XAM, et al. Total knee replacement in severe genu recurvatum. High prosthetic survival rate without deformity recurrence, using rotating hinge prosthesis[J]. *J Orthop*, 2025, 61: 109-113. doi: 10.1016/j.jor.2024.10.008
- [12] Von Hintze J, Ponkilainen V, W-Dahl A, et al. Incidence of constrained condylar and hinged knee implants and mid- to long-term survivorship: a register-based study from the Nordic Arthroplasty Register Association (NARA) [J]. *Acta Orthop*, 2025, 96: 142-150. doi: 10.2340/17453674.2025.42999
- [13] Abdel Khalik H, Cruickshank M, Nadeem SM, et al. Rotating hinge implants for primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of 6, 554 knees [J]. *J Arthroplasty*, 2025; S0883-S5403 (25) 01336-1. doi: 10.1016/j.arth.2025.10.057
- [14] Lex JR, Entezari B, Backstein DJ, et al. Reliable outcomes provided by a rotating hinge knee arthroplasty for patients who have moderate-to-severe arthrofibrosis [J]. *J Arthroplasty*, 2025; S0883-S5403 (25) 00905-2. doi: 10.1016/j.arth.2025.07.041
- [15] Schaible SF, Eberlein SC, Schaefer R, et al. Clinical outcomes of standard primary vs. primary rotating hinge total knee arthroplasty: a retrospective matched-pair analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2025, 20(1): 575. doi: 10.1186/s13018-025-05961-3
- [16] 庄至坤, 许志庆, 林行会, 等. 可旋转铰链膝在晚期夏科氏膝关节病的应用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30(3): 277-280.
ZHUANG Zhikun, XU Zhiqing, LIN Hanghui, et al. Application of rotatable hinged knee in advanced Charcot's knee joint disease [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30(3): 277-280.
- [17] 罗德素, 刘培来, 苗壮. 分期外固定架牵引联合铰链膝假体置换术治疗复杂创伤性膝关节炎 1 例 [J]. *山东大学学报(医学版)*, 2022, 60(1): 121-124.
LUO Desu, LIU Peilai, MIAO Zhuang. Staged external fixator distraction combined with rotating hinge knee arthroplasty for the treatment of complex post-traumatic knee arthritis: a case report [J]. *Journal of Shandong University (Health Science)*, 2022, 60(1): 121-124.
- [18] 刘朝武. 旋转铰链型膝关节假体治疗重度膝关节畸形的中期疗效分析 [D]. 沈阳: 中国医科大学, 2019.
- [19] 张锐, 柳海平, 尤从新, 等. 可旋转铰链膝关节假体治疗严重膝关节畸形 25 例 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2016, 24(7): 65-68.
- [20] Cavaignac E, Tricoire JL, Pailhé R, et al. Recurring intraprosthetic dislocation of rotating-hinge total knee prosthesis. Effect of implant design on intrinsic stability [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100(7): 835-837.
- [21] Makiev KG, Vasios IS, Keskinis A, et al. Atraumatic dislocation of a modern rotating hinge total-knee prosthesis. A rare but devastating complication [J]. *Med Eng Phys*, 2023, 117: 103991. doi: 10.1016/j.medengphy
- [22] Kornilov N, Wagenaar FC, Kuliaba T, et al. Dislocation of modern design rotating hinge total knee arthroplasty: case series and narrative review [J]. *Acta Orthop Belg*, 2020, 86(2): 303-312.
- [23] Encinas-Ullán CA, Gómez-Cardero P, Ruiz-Pérez JS, et al. Dislocation of rotating-hinge total knee arthroplasty [J]. *EFORT Open Rev*, 2021, 6(2): 107-112.
- [24] Biswas D, Haughom B, Mayle RE Jr, et al. Case report: failure of rotating-hinge total knee prosthesis by disengagement of the hinge-post extension [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2013, 471(4): 1389-1392.
- [25] Digennaro V, Manzetti M, Bulzacki Bogucki BD, et al. Total knee replacements using rotating hinge implants in polio patients: clinical and functional outcomes [J]. *Musculoskelet Surg*, 2025, 109(2): 155-162.
- [26] Moreira da Silva AG, Giglio PN, Fernandes DA, et al. Primary total knee arthroplasty in patients who have neuromuscular disorders and genu recurvatum using a rotating-hinge implant: a case series with a mean four-year follow-up [J]. *J Arthroplasty*, 2025; S0883-S5403 (25) 01238-0. doi: 10.1016/j.arth.2025.09.049
- [27] Morgan-Jones R, Oussedik SI, Graichen H, et al. Zonal fixation in revision total knee arthroplasty [J]. *Bone Joint J*, 2015, 97-B(2): 147-149.
- [28] Oh JH, Scuderi GR. Zonal fixation in revision TKA: the key is metaphyseal fixation [J]. *J Knee Surg*, 2021, 34(13): 1402-1407.
- [29] D'Amato M, Flevas DA, Salari P, et al. A novel quantitative grading system for implant fixation in revision total knee arthroplasty [J]. *Bone Joint J*, 2024, 106-B(5): 468-474.

(编辑:徐苗蓁)