

机器人辅助全膝关节置换术治疗膝骨关节炎 临床效果研究

鲁军伟¹, 韩亮², 韩帅³, 陈安强⁴

(1. 西安市第五医院骨科 陕西 西安 710082; 2. 武警陕西省总队医院骨科 陕西 西安 710054;
3. 西安市高陵区医院骨科 陕西 西安 710200; 4. 西安秦皇医院骨科 陕西 西安 710699)

摘要 **目的:** 探究机器人辅助全膝关节置换术在膝骨关节炎患者中的临床应用效果。**方法:** 选取2020年6月—2023年6月西安市4家医院收治的92例膝骨关节炎患者实施前瞻性研究, 按照随机数字表法分为研究组和对照组, 每组46例。对照组实施传统全膝关节置换术, 研究组实施机器人辅助全膝关节置换术, 比较两组患者手术指标、Hb、Hct、疼痛程度、影像学评价指标、膝关节功能、并发症情况。**结果:** 与对照组相比, 研究组手术时间更长。与术前相比, 术后两组Hb、Hct均降低, 但两组间比较差异无统计学意义。与术后8 h相比, 术后16 h、24 h两组疼痛视觉模拟评分法(VAS)评分均降低, 且术后24 h VAS评分更低, 术后8 h、16 h研究组VAS评分低于对照组。与术前相比, 术后6个月两组胫骨近端内侧角(MPTA)、股骨远端外侧角(LDFA)均升高, 髌-膝-踝角(HKA)偏移、关节线收敛角(JLCA)均降低, 且研究组HKA偏移、JLCA更低。与术前相比, 术后6个月两组西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC)各项评分均降低, 美国膝关节协会评分(KSS)各项评分及膝关节活动度(ROM)均升高, 且研究组术后6个月ROM高于对照组, 但两组间WOMAC评分、KSS评分比较, 差异无统计学意义。两组患者术后随访6个月, 均未发生手术相关并发症。**结论:** 机器人辅助全膝关节置换术治疗膝骨关节炎具有较好效果, 可有效缓解术后疼痛, 提高治疗效果, 安全性较好。

关键词 膝骨关节炎; 机器人辅助手术; 全膝关节置换术; 临床效果

中图分类号 R687.4 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2024)05-0783-06

Clinical effect of robot-assisted total knee arthroplasty in the treatment of knee osteoarthritis

LU Junwei¹, HAN Liang², HAN Shuai³, CHEN Anqiang⁴

(1. Department of Orthopedics, Xi'an No.5 Hospital, Xi'an 710082, China; 2. Department of Orthopedics, Armed Police Corps Hospital of Shaanxi, Xi'an 710054, China; 3. Department of Orthopedics, Xi'an Gaoling District Hospital, Xi'an 710200, China; 4. Department of Orthopedics, Xi'an Qinhuang Hospital, Xi'an 710699, China)

Abstract **Objective:** To investigate the clinical effect of robot-assisted total knee arthroplasty (TKA) in the treatment of patients with knee osteoarthritis. **Methods:** 92 patients with knee osteoarthritis admitted to the four hospitals in Xi'an from June 2020 to June 2023 were selected for prospective study. They were divided into the study group and the control group using a random number table method, with 46 cases in each group. Conventional TKA was performed in the control group, and

收稿日期: 2024-02-29 录用日期: 2024-04-16

Received Date: 2024-02-29 Accepted Date: 2024-04-16

基金项目: 陕西省重点研发计划项目(2022SF-100)

Foundation Item: Key R&D Project of Shaanxi Province (2022SF-100)

通讯作者: 陈安强, Email: 15129793508@163.com

Corresponding Author: CHEN Anqiang, Email: 15129793508@163.com

引用格式: 鲁军伟, 韩亮, 韩帅, 等. 机器人辅助全膝关节置换术治疗膝骨关节炎临床效果研究[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2024, 5(5): 783-788.

Citation: LU J W, HAN L, HAN S, et al. Clinical effect of robot-assisted total knee arthroplasty in the treatment of knee osteoarthritis[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(5): 783-788.

robot-assisted TKA was performed in the study group. The surgical indexes, Hb, Hct, pain level, imaging evaluation indexes, knee joint function, and complications between the two groups were compared. **Results:** Compared with the control group, the study group had a longer operative time. Compared with that before surgery, Hb and Hct levels were both decreased in the two groups after surgery, but the difference between the two groups was not statistically significant. Compared with that 8 h after surgery, visual analogue scales (VAS) scores of the two groups were both decreased at 16 h and 24 h after surgery, and more lower at 24 h after surgery, and they were lower in the study group than those in the control group at 8 h and 16 h after surgery. Compared with that before surgery, the medial proximal tibial angle (MPTA) and lateral distal femoral angle (LDFA) were raised, and the hip-knee-ankle angle (HKA) excursion and the joint-line convergence angle (JLCA) were reduced in the two groups at 6 months after surgery, and the HKA excursion and JLCA were lower in the study group than those in the control group. The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis index (WOMAC) scores were lower in the two groups at 6 months after surgery, while the knee society score (KSS) scores and range of motion (ROM) were higher, and ROM was higher in the study group than that in the control group at 6 months after surgery, but the differences in WOMAC and KSS scores were not statistically significant between the two groups. There were no surgical-related complications in both groups during the 6-month follow-up. **Conclusion:** Robot-assisted TKA has good effect in treating knee osteoarthritis, which can effectively alleviate postoperative pain, improve the therapeutic effect with better safety.

Key words Knee Osteoarthritis; Robot-assisted Surgery; Total Knee Arthroplasty; Clinical Effect

膝骨关节炎是一种常见的关节疾病^[1],主要表现为由关节软骨磨损、骨质增生等原因导致的关节疼痛、僵硬和功能障碍。随着人口老龄化的加剧,膝骨关节炎发病率呈上升趋势^[2],严重影响患者的生活质量。全膝关节置换术(Total Knee Arthroplasty, TKA)是治疗膝骨关节炎的有效手段之一,可以帮助患者恢复关节功能、减轻疼痛。然而,传统人工TKA对医生技术要求高^[3],手术风险较大,且术后恢复效果不一。近年来,随着机器人技术的发展,机器人辅助全膝关节置换术(Robot-assisted Total Knee Arthroplasty, RTKA)逐渐成为新的治疗方式^[4],具有更高的精确度和更小的创伤。但RTKA治疗膝骨关节炎患者的研究报道较少。鉴于此,本研究对膝骨关节炎患者进行分析,旨在探讨RTKA在治疗膝骨关节炎中的临床效果,为该技术的进一步推广和应用提供依据。现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究为前瞻性随机、对照临床试验研究。选取2020年6月—2023年6月西安市4家医院收治的92例膝骨关节炎患者作为研究对象。纳入标准:①诊断符合《骨关节炎诊治指南》中膝骨关节炎相关标准^[5],且具备TKA手术指征;②初次行手术者,年龄为18~90岁;③患者与家属均知情同意。排除标准:①需要截骨矫形的关节外畸形;②存在重要脏器功能不全者;③存在活动性感染者;④存在膝关节周围神经系统病变者;⑤原发精神疾病、意识障碍、认知障碍者;⑥同时行双侧TKA者;⑦存在膝关节肌肉瘫痪者。按照随机数字表法分为研究组、对照组,每组46例,两组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性(见表1)。本方案获得伦理委员会审批。

1.2 方法 两组患者手术由同一组医生主刀,患者行全身麻醉。研究组行RTKA,术前将CT

表1 两组患者一般资料比较 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]
Table 1 Comparison of general data between the two groups of patients [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

组别 ($n=46$)	性别		年龄 (岁)	体质指数 (kg/m^2)	病程(年)	侧壁	
	男	女				左侧	右侧
研究组	13 (28.26)	33 (71.74)	58.66 $\pm$ 2.31	24.26 $\pm$ 2.59	10.13 $\pm$ 2.57	24 (52.17)	22 (47.83)
对照组	17 (36.96)	29 (63.04)	58.88 $\pm$ 2.18	24.62 $\pm$ 2.49	11.17 $\pm$ 2.37	28 (60.87)	18 (39.13)
t/χ^2 值	0.791		0.34	0.493	1.458	0.708	
P 值	0.374		0.735	0.624	0.151	0.400	

数据导入膝关节手术导航系统并创建膝关节手术计划。患者取平卧位，切皮前安装被动反射标记球、一次性无菌保护套，快速安装刀具，锯片安装完成后给予锯片验证。选择膝前正中切口，采用髌旁内侧入路显露术区，组装膝关节支撑架，固定下肢。安装股骨定位架及胫骨定位架，摆放好机器人手术系统位置，给予股骨、胫骨配准。进行截骨操作，截骨完成后评估膝关节力线，安装膝关节假体。对照组行传统TKA^[6]。两组术后常规放置引流管，术后第1 d复查血常规，第2 d拔除引流管。

1.3 观察指标 ①观察两组手术指标，包括手术时间、术后引流量、住院时间、术中出血量。②比较手术前后两组血红蛋白(Hb)与红细胞比容(Hct)。③评价两组疼痛程度，采用疼痛视觉模拟评分法(Visual Analogue Scales, VAS)^[7]，评分为0~10分，分数越高表示疼痛越剧烈。④拍摄患者双下肢全长标准X线片，比较术前及术后6个月两组影像学评价指标，测量参数如下。a. 胫骨近端内侧角(Medial Proximal Tibial Angle, MPTA)：测量胫骨解剖轴与胫骨近端关节线之间的夹角。b. 股骨远端外侧角(Lateral Distal Femoral Angle, LDFA)：测量股骨解剖轴与股骨远端关节线之间的夹角。c. 髌-膝-踝角(Hip-knee-ankle Angle, HKA)：测量髌关节中心、膝关节中心和踝关节中心三点连线之间的夹角，用于评估下肢的整体力线。d. 关节线收敛角(Joint-line Convergence Angle, JLCA)：测量股骨远端关节线与胫骨近端关节线之间的夹角，正常值为0°~2°，JLCA增大可能意味着软组织不平衡或关节退行性改变。⑤评价术前及术后6个月两组骨关节炎程度，采用西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(Western Ontario

and McMaster Universities Osteoarthritis Index, WOMAC)^[8]评分，包括疼痛、僵硬、功能3个方面，采用五级评分法，分数越高表示骨关节炎症状越严重。⑥评价术前及术后6个月两组膝关节功能，采用美国膝关节协会评分(Knee Society Score, KSS)，包括功能评分和临床评分两部分，分数越高表示膝关节功能越好，记录膝关节活动度(Range of Motion, ROM)。⑦术后对患者进行随访，观察两组术后3个月的并发症发生情况。

1.4 统计学处理 应用SPSS 22.0软件进行数据分析。计数资料以例数(百分比)[$n(\%)$]表示，行 χ^2 检验，正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示，行 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术指标 两组术中出血量、术后引流量、术后住院时间比较，差异无统计学意义($P > 0.05$)，与对照组相比，研究组手术时间更长，差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表2。

2.2 血液指标 手术前后两组Hb、Hct比较，差异均无统计学意义($P > 0.05$)，与术前相比，术后两组Hb、Hct均降低，差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表3。

2.3 疼痛程度 与术后8 h相比，术后16 h、24 h两组VAS评分均降低，且术后24 h VAS评分更低，差异有统计学意义($P < 0.05$)；与对照组相比，研究组术后8 h、16 h VAS评分更低，差异有统计学意义($P < 0.05$)，术后24 h两组VAS评分相比，差异无统计学意义($P > 0.05$)，见表4。

2.4 影像学评价指标 术前两组MPTA、LDFA、

表2 两组患者手术指标比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of surgical indicators between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别($n=46$)	手术时间(min)	术中出血量(mL)	术后引流量(mL)	术后住院时间(d)
研究组	84.31 $\pm$ 11.88	48.39 $\pm$ 4.14	229.53 $\pm$ 73.41	4.30 $\pm$ 0.47
对照组	66.67 $\pm$ 6.74	49.46 $\pm$ 3.96	252.83 $\pm$ 78.03	4.48 $\pm$ 0.51
t 值	8.759	1.267	1.475	1.718
P 值	<0.001	0.209	0.144	0.089

HKA 偏移、JLCA 比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 与术前相比, 术后 6 个月两组 MPTA、LDFA 均升高, HKA 偏移、JLCA 均降低, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 且与对照组相比, 研究组术后 6 个月 HKA 偏移、JLCA 更低, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 但两组术后 6 个月 MPTA、LDFA 比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 5。

2.5 WOMAC 评分 与术前相比, 术后 6 个月两组 WOMAC 各项评分均降低, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 手术前后两组 WOMAC 各项评分比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 6。

2.6 膝关节功能 与术前相比, 术后 6 个月两组 KSS 评分、ROM 均升高, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 术前两组 KSS 评分、ROM 比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 术后 6 个月 KSS 功能评分及临床评分比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 但研究组 ROM 高于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 7。

2.7 并发症 两组患者在术后随访 6 个月内均未发生手术相关并发症。

3 讨论

膝骨关节炎是一种常见的关节疾病, 患病

表 3 两组患者 Hb 与 Hct 比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of Hb and Hct levels between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别 ($n=46$)	Hb (g/L)		Hct (%)	
	术前	术后	术前	术后
研究组	130.86 $\pm$ 10.12	122.75 $\pm$ 9.01 ^a	39.96 $\pm$ 2.65	36.36 $\pm$ 2.75 ^a
对照组	131.34 $\pm$ 13.93	123.86 $\pm$ 16.17 ^a	40.19 $\pm$ 2.45	36.50 $\pm$ 4.53 ^a
<i>t</i> 值	0.189	0.407	0.432	0.179
<i>P</i> 值	0.850	0.685	0.667	0.858

注: 与术前相比, ^a $P<0.05$

表 4 两组患者 VAS 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of VAS scores between the two groups of patients (score, $\bar{x} \pm s$)

组别 ($n=46$)	术后 8 h	术后 16 h	术后 24 h
研究组	3.07 $\pm$ 0.88	1.67 $\pm$ 0.56 ^a	1.04 $\pm$ 0.21 ^{ab}
对照组	4.61 $\pm$ 1.11	2.41 $\pm$ 0.65 ^a	1.07 $\pm$ 0.25 ^{ab}
<i>t</i> 值	7.412	5.831	0.455
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	0.650

注: 与术后 8 h 相比, ^a $P<0.05$; 与术后 16 h 相比, ^b $P<0.05$

表 5 两组患者影像学评价指标比较 ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)

Table 5 Comparison of indexes for image assessment between the two groups of patients ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)

组别 ($n=46$)	MPTA		LDFA		HKA 偏移		JLCA	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后	术前	术后
研究组	85.04 $\pm$ 3.78	89.02 $\pm$ 1.18 ^a	84.87 $\pm$ 2.52	89.05 $\pm$ 1.46 ^a	10.67 $\pm$ 2.91	1.61 $\pm$ 0.36 ^a	4.45 $\pm$ 2.45	0.00 $\pm$ 0.00 ^a
对照组	84.74 $\pm$ 3.82	88.46 $\pm$ 2.85 ^a	85.21 $\pm$ 4.12	88.87 $\pm$ 2.02 ^a	10.98 $\pm$ 3.15	3.38 $\pm$ 0.63 ^a	4.63 $\pm$ 2.50	2.33 $\pm$ 0.34 ^a
<i>t</i> 值	0.379	1.231	0.478	0.490	0.491	16.552	0.349	46.473
<i>P</i> 值	0.706	0.221	0.634	0.626	0.625	<0.001	0.728	<0.001

注: 与术前相比, ^a $P<0.05$

表 6 两组患者 WOMAC 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)
Table 6 Comparison of WOMAC scores between the two groups of patients (score, $\bar{x} \pm s$)

组别 (n=46)	僵硬		疼痛		功能	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
研究组	2.87 ± 0.91	1.63 ± 0.61 ^a	15.28 ± 1.93	12.78 ± 2.02 ^a	55.13 ± 3.68	39.87 ± 2.31 ^a
对照组	2.67 ± 0.67	1.78 ± 0.59 ^a	15.91 ± 1.99	13.07 ± 2.25 ^a	56.07 ± 2.43	40.26 ± 3.88 ^a
t 值	1.176	1.214	1.544	0.635	1.437	0.588
P 值	0.243	0.228	0.126	0.527	0.154	0.558

注：与术前相比，^aP<0.05

表 7 两组患者膝关节功能比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 7 Comparison of knee joint function between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别 (n=46)	KSS 功能评分 (分)		KSS 临床评分 (分)		ROM (°)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
研究组	38.15 ± 9.47	77.70 ± 2.16 ^a	44.35 ± 8.65	82.24 ± 3.73 ^a	97.15 ± 12.42	120.59 ± 5.52 ^a
对照组	37.87 ± 9.90	78.37 ± 2.57 ^a	44.17 ± 8.62	81.22 ± 3.37 ^a	96.85 ± 12.00	113.17 ± 6.94 ^a
t 值	0.14	1.362	0.097	1.378	0.119	5.674
P 值	0.889	0.176	0.923	0.172	0.905	<0.001

注：与术前相比，^aP<0.05

率较高，在老年人群中更为常见。我国膝骨关节炎症状性骨关节炎的患病率约为 8.1%，膝骨关节炎发病率明显高于髌骨关节炎，且呈现明显的地域差异。膝骨关节炎可能导致膝关节疼痛，严重时会造成膝关节的畸形，影响患者的日常生活。TKA 是一种将病变的膝关节表面替换为人工假体的治疗方法^[9]，可以显著缓解疼痛，改善关节功能，提高患者生活质量。近年来 RTKA 逐渐成为研究的热点。张鹏远等人^[10]研究显示，与传统手工 TKA 相比，RTKA 取得的手术效果更佳。机器人辅助手术是在人工智能发展下诞生的一种辅助形式，具有精准度高、稳定性好、可视化操作等优点，可以提高手术的精准度和稳定性，减少手术创伤和并发症风险，加速患者的康复^[11]。机器人可以通过术前影像资料如 CT 等精确测量患者的股骨后髁角，依据测量值进行手术路径规划和操作，还可通过高精度的导航和定位能力实现下肢精准对线，同时能够根据手术医生的指令进行微调，从而达到最佳的对线效果。本研究对膝骨关节炎应用 RTKA 治疗后，效果比较理想。

首先，RTKA 能够改善手术指标。本研究

显示，与对照组相比，研究组的手术时间更长，分析为机器人辅助手术术中医生需要操作机器人系统，输入数据指令，机器人再精准执行截骨等步骤，这增加了操作时间，使得手术时间进一步延长。但两组患者在术中引流量、术中出血量方面相差无异，可见机器人辅助手术不会增加术中出血量，在改善手术指标方面与 TKA 无异。

其次，RTKA 能够减轻疼痛程度，且对 Hb、Hct 水平未见显著影响。汝跃方等人^[11]研究结果显示，RTKA 可减轻膝骨性关节炎术后疼痛程度。术后疼痛不仅影响患者的舒适度和心理状态^[12-13]，还可能延缓康复进程，增加并发症风险。因此，降低疼痛程度对于膝关节炎患者术后恢复至关重要。本研究显示，治疗前两组 VAS 评分均处于异常增高状态，治疗后两组疼痛程度均得到缓解，且与对照组相比，研究组的 VAS 评分更低。分析为机器人辅助手术可以精确地进行手术规划和操作，减少手术对周围组织的损伤，从而减轻术后炎症反应和疼痛。此外，微创手术方式通过小切口进行操作^[14-15]，减少了手术创伤，有助于患者更快恢复和减轻

疼痛。另外,本研究显示,两组患者的 Hb、Hct 水平在治疗前无明显差异,治疗后两组 Hb、Hct 水平均有不同程度的降低,但两组差异性不大。提示机器人辅助手术不会增加对 Hb、Hct 水平的影响。

其次,RTKA 能够改善影像学指标。影像学评价指标是评估膝关节炎患者术后效果的重要方法^[16],通过改善指标可以帮助患者更好地恢复膝关节功能,提高生活质量。本研究显示,与对照组相比,研究组术后 6 个月 HKA 偏移、JLCA 更低。分析为机器人辅助手术通过术前详细的三维扫描和手术规划^[17],能够精确地确定关节面的切除量和假体的放置位置,从而降低 HKA 偏移和 JLCA。

最后,RTKA 能够提高膝关节功能,且无并发症发生。术后膝关节功能会影响患者行走、站立等基本能力^[18-19],提高膝关节功能有助于减轻患者疼痛,帮助患者恢复正常生活。本研究显示,研究组术后 6 个月 ROM 高于对照组。分析为机器人辅助手术可精确规划手术,确保假体准确放置^[20],恢复关节正常结构,而微创手术能够减轻疼痛^[21],有助于提高患者的膝关节功能。本研究中两组均未见并发症发生,可见 RTKA 和传统人工 TKA 均能获得较高的安全性,能够提高手术的整体疗效。

综上所述,RTKA 治疗膝骨关节炎具有较好效果,可有效缓解术后疼痛,提高治疗效果,且安全性较好。但本研究尚存不足,包括长期随访数据缺乏、患者群体局限。今后的研究需要扩大样本量、增加不同类型的患者群体、延长随访时间等,同时还需要加强对机器人辅助手术技术的培训和普及,提高医生的操作水平和熟练度,从而更好地发挥机器人辅助手术的优势。此外,开展多中心合作研究也是解决研究不足的有效途径,可以通过共享数据资源,提高研究结果的可靠性和准确性。

利益冲突声明: 所有作者均无任何利益冲突

作者贡献声明: 鲁军伟负责设计论文框架、起草论文,论文撰写;韩亮负责研究过程实施、数据收集、统计学分析、绘制图表;韩帅、陈安强负责拟定写作思路,指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] Liu C Y, Tu J F, Lee M S, et al. Is acupuncture effective for knee osteoarthritis? A protocol for a systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ Open*, 2022, 12(1): e052270.
- [2] 邢路瑶,胡娟娟,周琦,等.机器人辅助全膝关节置换术的护理配合[J]. *护理学杂志*, 2022, 37(6): 40-43.
- [3] 夏增兵,胡文林,吴荣,等.机器人辅助全膝关节置换术的近期疗效与安全性评价[J]. *中国医刊*, 2023, 58(3): 276-279.
- [4] 安浩铭,平航宇,李海峰,等.国产“鸿鹄”骨科手术机器人辅助与传统人工全膝关节置换术近期疗效比较研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2023, 37(4): 404-409.
- [5] 邱贵兴. 骨关节炎诊治指南[C].//2011 全国骨关节创伤学术研讨会论文集, 2011: 1-2.
- [6] 杨天翔,张博文,张晋宁,等.单髁与全膝关节置换术治疗膝单间室骨关节炎的早期疗效比较[J]. *临床骨科杂志*, 2023, 26(1): 47-51.
- [7] 汪东亮,董礼,刘斌.视觉模拟评估法对 AECOPD 患者症状感知的适用性研究[J]. *临床肺科杂志*, 2023, 28(1): 25-29.
- [8] 严攀,刘波,阴俊,等.西安大略和麦马斯特大学骨关节炎指数用于膝退行性骨关节炎患者评定的反应度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(2): 215-216.
- [9] Gacto-S á nchez M, Lozano-Meca J A, Lozano-Guadalajara J V, et al. Concurrent validity of the 2-and 6-minute walk test in knee osteoarthritis[J]. *Knee*, 2023, 43(4): 34-41.
- [10] 张鹏远,马明阳,孔祥朋,等.MAKO 机器人辅助与传统手工全膝关节置换术后下肢力线的对比研究[J]. *骨科*, 2023, 14(2): 155-160.
- [11] 汝跃方,何荣新.Mako 机器人辅助全膝关节置换术在膝骨性关节炎的早期应用[J]. *中国骨伤*, 2023, 36(2): 133-139.
- [12] 张颖,韩慧,刘烨,等.MAKO 机器人辅助下全膝关节置换的手术室标准护理流程探讨[J]. *中日友好医院学报*, 2022, 36(5): 295-297.
- [13] 荣根祥,张金陵,张弘景,等.机器人辅助全膝关节置换术治疗膝骨关节炎的临床研究[J]. *实用骨科杂志*, 2022, 28(11): 976-981.
- [14] 杨程,张彦,朱铁,等.腓骨截骨与运动疗法联合治疗内翻型膝骨关节炎效果分析[J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2023, 09(1): 28-32.
- [15] 董跃福,宋群山,徐祥钧,等.全膝关节置换术中 Pie-crusting 技术治疗膝骨关节炎内翻畸形的临床研究[J]. *中国医药导报*, 2022, 19(6): 85-88.
- [16] GUO Z, WANG J W, LI Z L, et al. Protocol to establish auxiliary diagnostic model for knee osteoarthritis functional testing equipment[J]. *J Tradit Chin Med*, 2023, 43(2): 379-385.
- [17] 高峰,徐锋,吴晓峰,等.全膝关节置换术治疗老年膝骨关节炎的临床疗效[J]. *临床骨科杂志*, 2023, 26(2): 193-197.
- [18] 胡泽森,夏磊,郝非凡,等.间隙平衡技术与测量截骨技术在内翻膝骨性关节炎患者全膝关节置换术中的应用效果比较[J]. *新乡医学院学报*, 2022, 39(12): 1145-1149, 1154.
- [19] 钱春晓,储旭东,过锡民,等.全膝关节置换术治疗膝骨关节炎合并固定性髌骨脱位对 HSS、VAS 评分及股骨胫骨角的影响[J]. *重庆医学*, 2022, 51(S02): 240-242.
- [20] 杨勇,郭庆华,陈志辉.膝骨关节炎合并化脓性关节炎患者感染控制后行全膝关节置换术的疗效观察[J]. *新乡医学院学报*, 2022, 39(4): 358-361.
- [21] 冯帅.膝关节单髁置换在膝内侧间室骨关节炎患者中的疗效及对关节功能、关节相关参数的影响[J]. *中外医学研究*, 2023, 21(14): 9-13.

编辑: 张笑嫣