

· 临床研究 ·

机器人辅助与常规全膝关节置换比较[△]王明友^a, 王洪平^a, 陶崎峰^a, 杨晓琴^b, 陈春雨^a, 兰玉平^{a*}

(攀枝花市中心医院, a: 骨科; b: 肝胆科, 四川攀枝花 617000)

摘要: [目的] 评价机器人辅助全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 的早期临床结果。[方法] 2023年6月—11月本院收治的130例膝关节骨关节炎患者, 使用随机数表法按1:1的比例分为两组, 65例采用机器人辅助TKA, 另外65例采用常规TKA。比较两组围手术期、随访及影像学资料。[结果] 机器人组患者手术时间[(95.1±9.1) min vs (81.8±8.1) min, $P<0.001$]、切口长度[(14.9±0.5) cm vs (14.1±0.8) cm, $P<0.001$]均显著长于常规组。与术前相比, 末次随访两组患者VAS、KSS、WOMAC评分及膝ROM均显著改善($P<0.05$), 相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义($P>0.05$)。辅助检查方面, 两组患者术后3 d的Hb、HCT、WBC、NLR、ESR及CRP比较的差异均无统计学意义($P>0.05$)。但是, 术后3 d机器人组冠状面股骨组件角[(89.1±1.0)° vs (87.6±1.9)°, $P<0.001$]、矢状面胫骨组件角[(86.8±0.9)° vs (85.9±2.3)°, $P=0.006$]、髌-膝-踝角[(179.1±1.0)° vs (176.7±1.7)°, $P<0.001$]均显著优于常规组, 两组冠状面胫骨组件角、矢状面股骨组件角比较的差异无统计学意义($P>0.05$)。[结论] 机器人辅助全膝关节置换术可以获得良好下肢力线重建及假体精准置入, 是一种安全、有效的手术方式。

关键词: 膝骨关节炎, 全膝关节置换, 机器人辅助, 疗效

中图分类号: R687.4

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2025) 16-1524-05

Comparison of robot-assisted total knee arthroplasty versus conventional counterpart // WANG Ming-you^a, WANG Hong-pin-g^a, TAO Qi-feng^a, YANG Xiao-qin^b, CHEN Chun-yu^a, LAN Yu-ping^{a*}. a. Department of Orthopedics, b. Department of Hepatobiliary Surgery, Central Hospital of Panzhihua City, Panzhihua 617000, Sichuan, China

Abstract: [Objective] To evaluate the early clinical consequences of robot-assisted total knee arthroplasty (TKA). [Methods] From June to November 2023, 130 patients who admitted to our hospital for knee osteoarthritis were divided into two groups according to the ratio of 1:1 using random number table method. Of them, 65 patients received robot-assisted TKA, while other 65 patients received conventional TKA. The documents regarding to perioperative period, follow-up and images of the two groups were compared. [Results] The robot group consumed significantly longer operative time [(95.1±9.1) min vs (81.8±8.1) min, $P<0.001$], associated with significantly longer incision length [(14.9±0.5) cm vs (14.1±0.8) cm, $P<0.001$] than the conventional group. Compared with those preoperatively, the VAS, KSS, WOMAC scores and knee range of motion (ROM) were significantly improved in both groups at the last follow-up ($P<0.05$), which proved not statistically significant between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). As for auxiliary examinations, there were no statistically significant differences in Hb, HCT, WBC, NLR, ESR and CRP between the two groups 3 days after surgery ($P>0.05$). However, the robot group was significantly superior to the conventional group in terms of postoperative frontal femoral component (FFC) angle [(89.1±1.0)° vs (87.6±1.9)°, $P<0.001$], lateral tibia component (LTC) angle [(86.8±0.9)° vs (85.9±2.3)°, $P=0.006$], hip-knee-ankle (HKA) angle [(179.1±1.0)° vs (176.7±1.7)°, $P<0.001$], despite of the fact that there was no significant difference in frontal tibial component (FTC) angle and lateral femoral component (LFC) angle between the two groups ($P>0.05$). [Conclusion] Robot-assisted total knee arthroplasty is a safe and effective surgical method, which can achieve good reconstruction of lower limb alignment and precise placement of prosthetic components.

Key words: knee osteoarthritis, total knee arthroplasty, robot assistance, clinical outcome

全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 是终末期膝关节骨关节炎治疗方法之一, 传统TKA具有学习曲线长、手术难度高、地域差异大等特点。

而机器人辅助TKA (robot-assisted TKA, RA-TKA) 可通过智能规划手术路径、自动过滤生理抖动等达到精准、安全、微创等目的^[1], HURWA 和华机器人是

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110146

△基金项目: 四川省医学会骨科(尚安通)专项科研课题项目(编号: 2023SAT14)

作者简介: 王明友, 住院医师, 硕士学位, 研究方向: 骨与关节外科, (电子信箱) wmy1241317@163.com

* 通信作者: 兰玉平, (电话) 0812-2238097, (电子信箱) lanyuping@sina.com

我国首款获得国家药品监督管理局批准的国产机器人,目前上市时间短,临床研究报道少,有效性、安全性及系统稳定性仍需进一步探讨。快速康复外科理念(enhanced recovery after surgery, ERAS)是一种基于循证医学、有效、多学科协作的围手术期管理方案^[2],近年来在关节外科中的应用已趋于成熟。ERAS 理念结合 RA-TKA 分别从围手术期管理和手术精准度方面服务患者,因此,本院进行了前瞻性随机对照试验,以探讨两者的早期临床效果,并进行安全性评价。

1 临床资料

1.1 一般资料

共纳入 2023 年 6 月—2023 年 11 月因膝关节骨关节炎就诊于本院的 130 例患者,患者均符合美国风湿病学会严重膝关节骨性关节炎诊断标准,经严格保守治疗无效,首次接受单侧 TKA 手术的患者。排除 BMI>35 kg/m²,既往有膝关节开放手术史,下肢神经肌肉功能障碍,体内存在活动性感染灶,膝关节周围具有严重的骨质疏松、代谢性病和肿瘤的患者及合并严重内外科疾病或体质弱无法耐受手术者。130 例患者使用随机数表法按 1:1 的比例随机分为机器人组和常规组。机器人组 1 例患者因心肌梗死被排除,常规组 2 例患者因肺部感染和术后消化道出血被排除。两组患者年龄、性别、BMI 的差异均无统计学意义($P<0.05$)。该研究经攀枝花市中心医院伦理委员会批准(编号:攀科伦审字第[2024-008]号),患者及其家属签署了知情同意书。

1.2 治疗方法

两组患者围手术期均参照《中国髌-膝关节置换术加速康复——围术期管理策略专家共识》进行抗炎、镇痛、抗凝、消肿及功能锻炼。手术均由同一主刀医生及其团队完成,采用静脉复合麻醉联合神经阻滞麻醉,全程使用气囊止血带,压力为 250 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa),采用测量切除技术,假体参数使用施乐辉 Legion 系统 (Smith & Nephew, London, UK)。

机器人组:术前将髌-膝-踝关节 CT 扫描的 DICOM 文件导入 HURWA 软件系统进行分割、建模,评估和调整相关参数。经膝前正中切口髌旁内侧入路,修整髌骨、去神经化,完成股骨及胫骨注册并确认注册精度,使用机器人手臂进行截骨,清除骨赘并松解软组织,安装假体试模并进行评估,安装假体。

常规组:经膝前正中切口髌旁内侧入路,修整髌骨、去神经化,胫骨髓外定位、股骨髓内定位截骨后股骨髓腔植骨加压填塞,截骨并松解软组织平衡屈伸间隙,安装假体。

围手术期,两组患者均接受 ERAS。

1.3 评价指标

记录围手术期指标,包括手术时间、切口长度、住院时间。采用视觉模拟疼痛评分 (visual analogue scale, VAS)、美国膝关节协会评分 (American Knee Society Score, KSS)、西安大略麦克马斯特大学骨关节炎指数 (Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index, WOMAC)、膝关节活动度 (range of motion, ROM) 评价临床效果。行辅助检查,记录血红蛋白 (haemoglobin, HB)、红细胞比容 (hematocrit, HCT)、白细胞计数 (white blood cell, WBC)、淋巴细胞比值 (neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)、红细胞沉降率 (erythrocyte sedimentation rate, ESR)、C-反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)。影像方面,记录冠状面股骨组件角 (frontal femoral component, FFC, 最优值 90°)、冠状面胫骨组件角 (frontal tibia component, FTC, 最优值 90°)、矢状面股骨组件角 (lateral femoral component, LFC, 最优值 0°)、矢状面胫骨组件角 (lateral tibia component, LTC, 最优值 87°) 评价假体位置,异常值定义为与最优值相差 $\geq 3^\circ$ ^[3]。采用髌-膝-踝角 (hip-knee-ankle angle, HKA, 最优值 180°) 偏移程度评价下肢立线。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两组间比较采用独立样本 t 检验,组内时间点间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 法;资料不符合正态分布时,采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验进行分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

所有患者均顺利完成手术,无神经血管损伤、深静脉血栓、肺栓塞等并发症。两组患者临床资料见表 1,机器人组切口长度、手术时间均显著长于常规组 ($P<0.001$),两组患者住院时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$),患者切口均一期愈合。与术前相比,末次随访两组患者 VAS、KSS、WOMAC 评分及膝 ROM 均显著改善 ($P<0.05$),相应时间点,两组间上述指

标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。机器人组术后 5 例均出现下肢肌间静脉血栓, 常规组 6 例, 两组血栓发生率的差异无统计学意义 ($P>0.05$), 两组住院期间满意度比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。典型病例资料见图 1。

表 1. 两组患者临床资料比较			
Table 1. Comparison of clinical and laboratory test data between the two groups			
指标	机器人组 (n=64)	常规组 (n=63)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	64.6 $\pm$ 7.8	65.7 $\pm$ 10.2	0.489
性别 (例, 男/女)	15/49	10/53	0.284
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.7 $\pm$ 2.8	25.9 $\pm$ 2.3	0.629
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	95.1 $\pm$ 9.1	81.8 $\pm$ 8.1	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	14.9 $\pm$ 0.5	14.1 $\pm$ 0.8	<0.001
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	10.1 $\pm$ 2.9	10.3 $\pm$ 1.9	0.730
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	5.0 $\pm$ 1.3	4.6 $\pm$ 1.3	0.162
末次随访	1.7 $\pm$ 1.0	1.8 $\pm$ 0.8	0.456
P 值	<0.001	<0.001	
KSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	35.3 $\pm$ 5.9	36.8 $\pm$ 3.1	0.086
末次随访	66.4 $\pm$ 5.3	65.1 $\pm$ 6.6	0.211
P 值	<0.001	<0.001	
WOMAC 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术前	73.5 $\pm$ 6.5	71.9 $\pm$ 4.7	0.114
末次随访	60.6 $\pm$ 3.6	59.5 $\pm$ 4.8	0.165
P 值	<0.001	<0.001	
膝 ROM ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)			
术前	101.5 $\pm$ 7.1	103.0 $\pm$ 6.4	0.197
末次随访	112.3 $\pm$ 8.2	110.8 $\pm$ 8.9	0.307
P 值	<0.001	<0.001	
并发症发生情况 [例 (%)]	5 (7.8)	6 (9.5)	0.732
住院期间满意度 (%)	92.2	93.7	0.744

2.2 辅助检查

辅助检查结果见表 2, 两组患者术后 3 d 的 Hb、HCT、WBC、NLR、ESR 及 CRP 比较的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 3 d 机器人组 FFC、LTC、HKA 均显著优于常规组 ($P<0.05$), 两组 FTC、LFC 比较的差异无统计学意义 ($P>0.05$), 机器人组的 LTC 变异率为 3.3%, 常规组为 26.7%; 机器人组 HKA 集中于 180 $^{\circ}$, 机器人组及常规组分别占 3.3%、43.3%超出 (180 $\pm$ 3) $^{\circ}$ 范围。机器人组术后内外屈曲及伸直间隙差值在 ± 2 mm 的保持率分别为 92.2%、

93.8%。

表 2. 术后 3 d 两组患者辅助检查资料 ($\bar{x} \pm s$) 比较			
Table 2. Comparison of auxiliary examination data between the two groups ($\bar{x} \pm s$)			
指标	机器人组 (n=64)	常规组 (n=63)	P 值
Hb (g/L)	118.6 $\pm$ 10.2	117.9 $\pm$ 12.1	0.747
HCT (%)	36.7 $\pm$ 3.1	37.1 $\pm$ 3.4	0.503
WBC ($\times 10^9$)	7.9 $\pm$ 1.8	8.5 $\pm$ 2.2	0.096
NLR	3.6 $\pm$ 1.4	3.9 $\pm$ 2.3	0.420
ESR (mm/h)	56.7 $\pm$ 16.2	54.1 $\pm$ 16.1	0.367
CRP (mg/L)	58.8 $\pm$ 18.2	56.4 $\pm$ 19.9	0.478
FFC ($^{\circ}$)	89.1 $\pm$ 1.0	87.6 $\pm$ 1.9	<0.001
FTC ($^{\circ}$)	88.8 $\pm$ 1.0	88.5 $\pm$ 1.2	0.166
LFC ($^{\circ}$)	6.9 $\pm$ 2.1	7.2 $\pm$ 2.2	0.435
LTC ($^{\circ}$)	86.8 $\pm$ 0.9	85.9 $\pm$ 2.3	0.006
HKA ($^{\circ}$)	179.1 $\pm$ 1.0	176.7 $\pm$ 1.7	<0.001

3 讨论

随着我国人口老龄化, 未来 TKA 数量将逐渐上升, RA-TKA 将发展潜力巨大。2022 年至今以和华瑞博 HURWA 为代表的多家公司获批上市, 预计 2026 年装机数量能达到 788 台^[4]。RA-TKA 是基于计算机辅助技术及功能学对线 (functional alignment, FA) 技术发展起来的, 是一种近年来飞速发展的 TKA 技术^[5-7]。

HURWA 手术机器人可按术前规划进行精确截骨, 保持良好的屈伸间隙平衡并准确恢复下肢立线, 实现假体个性化精准置入。本研究中, 机器人组的 LTC 趋向于 87 $^{\circ}$, 满足胫骨平台假体 3 $^{\circ}$ 后倾角, 展现了在矢状面胫骨截骨的稳定性和准确性, 利于患者完成下蹲等动作并延长假体寿命, 降低翻修率。Xu 等^[8]研究表明, 机器人组的 LTC 偏移率 (3.0%) 显著低于传统组 (29.4%), 与本研究结论相似。机器人组的 FFC 集中于 90 $^{\circ}$, 表现出其在冠状面股骨截骨的稳定性和准确性, 这与 Kort 等^[9]、Batailler 等^[10]及 Song 等^[11]研究结论一致, 且长期随访膝关节功能满意, 但它能否带来更低的假体磨损和翻修率, 还需要长期随访证据支持。术中机器人组患者因需安装股骨和胫骨示踪器、注册等因素增加了切口长度并延长了手术时间, 但仍未增加术后 3 d 炎症反应及失血量。这与 Xu 等^[8]、Kayani 等^[12]研究结论一致, 且两位学者发现机器人组在术后 1、7 d 时炎症反应较常规组轻, 这与更少的软组织剥离、免股骨开髓及

ERAS 理念的应用等因素密切相关。

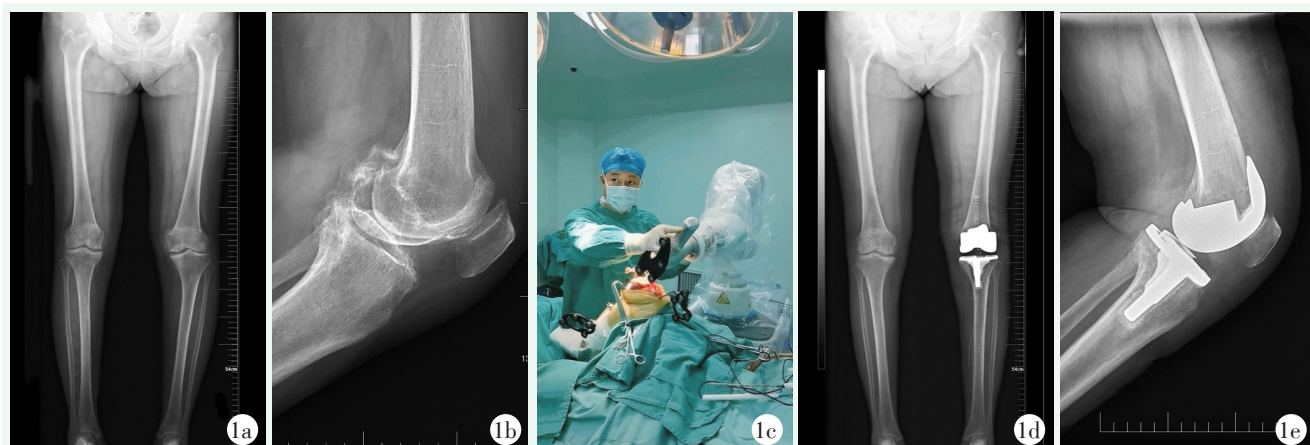


图 1. 患者女性, 61 岁。1a: 术前双下肢全长 X 线片示膝关节外翻畸形, HKA 角 176.3° ; 1b: 术前侧位 X 线片示关节间隙狭窄、软骨下骨硬化、关节面下囊性变和周缘骨赘生成; 1c: 术中机械臂辅助精准截骨; 1d, 1e: 术后 6 个月 X 线片示下肢立线满意, HKA 角 179.0° 、FFC 角 90.0° 、FTC 角 88.0° 、LFC 角 6.0° 、LTC 角 86.0° 。

Figure 1. A 61-year-old female. 1a: Preoperative full-length X-ray of both lower limbs showed knee valgus deformity with HKA angle of 176.3° ; 1b: Preoperative lateral X-ray showed joint space narrowing, with subchondral osteosclerosis, subchondral cystic degeneration and peripheral osteophytes; 1c: Intraoperative robotic arm-assisted precision osteotomy; 1d, 1e: X-rays 6-months postoperatively showed satisfactory lower limb alignment with HKA angle of 179.0° , FFC angle of 90.0° , FTC angle of 88.0° , LFC angle of 6.0° and LTC angle of 86.0°

本研究中机器人组在住院时间、膝关节功能、疼痛、并发症及满意度等方面无明显优势, 这与国产机器人起步较晚且普及率低^[13]、临床应用时限短、不能完全避免机械故障、主刀医师操作不熟练等因素相关。针对机器人组患者, 应将 ERAS 理念中术前宣教与心理学评估、伤口管理、疼痛管理及术后康复锻炼作为管理重点^[14], 以保障患者的安全、手术效果、快速康复及住院满意度。

综上所述, 机器人辅助 TKA 可以获得良好下肢力线重建及假体精准置入, 是一种安全、有效的手术方式。但其能否有效降低炎症反应, 减轻术后疼痛, 获得更好的术后功能, 仍需更多大样本、多中心研究证实。同时, ERAS 的严格实施可保障该类患者的手术安全与效果, 加速康复速度, 保障患者生活质量及满意度, 为机器人技术的发展保驾护航。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 王明友: 酝酿和设计实验、实施研究、统计及分析数据、起草文章; 王洪平: 实施研究、数据采集及分析和解释、论文审阅、指导; 陶崎峰: 采集数据、论文审阅、指导; 杨晓琴: 采集数据、统计分析、论文审阅; 陈春雨: 采集数据、统计分析、论文审阅; 兰玉平: 酝酿和设计实验、实施研究、分析及解释数据、论文审阅、经费及技术支持、指导

参考文献

[1] 康健, 冯晓雷, 付志厚, 等. 两种导航辅助全膝关节置换的比较

[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (10): 876-880. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.03.

Kang J, Feng XL, Fu ZH, et al. Comparison of two navigations used as assistance in total knee arthroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (10): 876-880. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.03.

[2] 齐宇新, 周钰卓, 王志, 等. 快速康复外科在关节科应用的调查 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (8): 698-701. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.08.06.

Qi YX, Zhou YZ, Wang Z, et al. A survey on enhanced recovery after surgery applied in joints surgery [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (8): 698-701. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.08.06.

[3] Fournier G, Muller B, Gaillard R, et al. Increased survival rate for primary TKA with tibial short extension stems for severe varus deformities at a minimum of 2 years follow-up [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28 (12): 3780-3786. DOI: 10.1007/s00167-020-05848-2.

[4] 欧阳安, 霍文磊. 我国手术机器人产业发展现状及对策建议 [J]. 中国仪器仪表, 2021, 12: 21-25. DOI: 10.3969/j.issn.1005-2852.2021.12.002.

Ou YA, Huo WL. Development status and countermeasures of surgical robots industry in China [J]. China Instrumentation, 2021, 12: 21-25. DOI: 10.3969/j.issn.1005-2852.2021.12.002.

[5] Lustig S, Sappey-Mariniere E, Fary C, et al. Personalized alignment in total knee arthroplasty: current concepts [J]. SICOT J, 2021, 7: 19. DOI: 10.1051/sicotj/2021021.

[6] Ferreira JP, Butler J, Zannad F, et al. Mineralocorticoid receptor

- antagonists and empagliflozin in patients with heart failure and preserved ejection fraction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79 (12): 1129–1137. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.01.029.
- [7] 李俊彦, 熊靓, 潘建康, 等. 全膝关节置换术对线理念的研究现状 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (23): 2149–2153. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.08.
- Li JY, Xiong L, Pan JK, et al. Current research on alignment concepts in total knee arthroplasty [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (23): 2149–2153. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.23.08.
- [8] Xu J, Li L, Fu J, et al. Early clinical and radiographic outcomes of robot-assisted versus conventional manual total knee arthroplasty: a randomized controlled study [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14 (9): 1972–1980. DOI: 10.1111/os.13323.
- [9] Kort N, Stirling P, Pilot P, et al. Robot-assisted knee arthroplasty improves component positioning and alignment, but results are inconclusive on whether it improves clinical scores or reduces complications and revisions: a systematic overview of meta-analyses [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30 (8): 2639–2653. DOI: 10.1007/s00167-021-06472-4.
- [10] Batailler C, Fernandez A, Swan J, et al. MAKO CT-based robotic arm-assisted system is a reliable procedure for total knee arthroplasty: a systematic review [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29 (11): 3585–3598. DOI: 10.1007/s00167-020-06283-z.
- [11] Song EK, Seon JK, Yim JH, et al. Robotic-assisted TKA reduces postoperative alignment outliers and improves gap balance compared to conventional TKA [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2013, 471 (1): 118–126. DOI: 10.1007/s11999-012-2407-3.
- [12] Kayani B, Tahmassebi J, Ayuob A, et al. A prospective randomized controlled trial comparing the systemic inflammatory response in conventional jig-based total knee arthroplasty versus robotic-arm assisted total knee arthroplasty [J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-b (1): 113–122. DOI: 10.1302/0301-620X.103B1.BJJ-2020-0602.R2.
- [13] 廖霞, 周宗科, 宁宁, 等. 国产机器人辅助全膝关节置换术围手术期管理的华西方案 [J]. *华西医学*, 2021, 36 (10): 1414–1418. DOI: 10.7507/1002-0179.202108236.
- Liao X, Zhou ZK, Ning N, et al. The West China Hospital program for the perioperative management of domestic robot-assisted total knee arthroplasty [J]. *West China Medical Journal*, 2021, 36 (10): 1414–1418. DOI: 10.7507/1002-0179.202108236.
- [14] 潘咏薇, 秦德春, 陈秀丽, 等. 全膝关节置换一体化加速康复的短期研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (24): 2297–2299. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.20.
- Pan YW, Qin DC, Chen XL, et al. A short-term study of integrated enhanced recovery after surgery in total knee arthroplasty [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (24): 2297–2299. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.20.
- (收稿: 2024-02-27 修回: 2025-02-12)
(同行评议专家: 付国建, 侯存强, 康鹏德, 周宗科)
(本文编辑: 闫承杰)

(上接 1523 页)

- [12] Cai J, Tang M, Wu H, et al. Association of intraoperative hypotension and severe postoperative complications during non-cardiac surgery in adult patients: A systematic review and meta-analysis [J]. *Heliyon*, 2023, 9 (5): e15997. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e15997.
- [13] Song N, Yang Y, Zheng Z, et al. Effect of esketamine added to propofol sedation on desaturation and hypotension in bidirectional endoscopy: A randomized clinical trial [J]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6 (12): e2347886. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.47886.
- [14] 张博, 徐孟婷, 潘超, 等. 艾司氯胺酮超前镇痛对老年髋关节置换术患者术后恢复的影响 [J]. *颈腰痛杂志*, 2023, 44 (3): 386–389. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2023.03.019.
- Zhang B, Xu MT, Pan C, et al. Effect of esketamine preemptive analgesia on postoperative recovery in elderly patients undergoing hip replacement [J]. *The Journal of Cervicodynia and Lumbodynia*, 2023, 44 (3): 386–389. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2023.03.019.
- [15] 刘震, 黄春霞, 李锐. 艾司氯胺酮在围手术期的应用研究进展 [J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2024, 45 (6): 634–637. DOI: 10.3760/cma.j.cn321761-20240315-01060.
- Liu Z, Huang CX, Li R. Application and research advances of esketamine in perioperative period [J]. *International Journal of Anesthesiology and Resuscitation*, 2024, 45 (6): 634–637. DOI: 10.3760/cma.j.cn321761-20240315-01060.
- (收稿: 2024-08-29 修回: 2025-01-03)
(同行评议专家: 黄长明, 袁普卫, 叶仙华, 巩文怡)
(本文编辑: 郭秀婷)