

人工智能步态分析联合康复指导对膝关节置换术患者 行走功能恢复的应用研究

秦秀娟

十堰市太和医院 湖北医药学院 湖北十堰

【摘要】目的 探讨人工智能步态分析联合康复指导在膝关节置换术患者术后行走功能恢复中的应用效果，为临床优化术后康复方案提供科学依据。**方法** 选取 2024 年 1 月-2024 年 12 月本院 94 例膝关节置换术患者，随机分为观察组和对照组各 47 例。对照组实施常规术后康复指导，观察组在其基础上联合人工智能步态分析开展个性化康复指导，均干预 12 周。对比两组干预效果。**结果** 干预前两组各指标比较无统计学差异 ($P>0.05$)；干预 12 周后，观察组步速、步长、步频及 HSS、FAC、ADL 评分均显著高于对照组 ($P<0.05$)，术后并发症发生率显著低于对照组 ($P<0.05$)。**结论** 人工智能步态分析联合康复指导可精准评估患者术后步态异常，制定个性化康复方案，有效改善步态参数，提升膝关节及行走功能，提高日常生活活动能力，降低术后并发症，促进术后康复，临床应用价值较高。

【关键词】 人工智能步态分析；膝关节置换术；康复指导；行走功能；膝关节功能

【收稿日期】 2026 年 3 月 17 日

【出刊日期】 2026 年 4 月 16 日

【DOI】 10.12208/j.jacn.20260190

Application research of artificial intelligence gait analysis combined with rehabilitation guidance on the recovery of walking function in patients after knee arthroplasty

Xiujuan Qin

Shiyan Taihe Hospital, Shiyan, Hubei

【Abstract】 Objective To explore the application effect of artificial intelligence gait analysis combined with rehabilitation guidance in the recovery of walking function after knee arthroplasty, and to provide a scientific basis for optimizing the postoperative rehabilitation plan in clinical practice. **Methods** 94 patients who underwent knee arthroplasty in our hospital from January 2024 to December 2024 were selected and randomly divided into the observation group and the control group, with 47 cases in each group. The control group received routine postoperative rehabilitation guidance, while the observation group received personalized rehabilitation guidance based on artificial intelligence gait analysis, and both groups were intervened for 12 weeks. The intervention effects of the two groups were compared. **Results** Before the intervention, there was no statistically significant difference in each index between the two groups ($P>0.05$); after 12 weeks of intervention, the walking speed, step length, step frequency, HSS, FAC, and ADL scores of the observation group were significantly higher than those of the control group ($P<0.05$), and the incidence of postoperative complications was significantly lower in the observation group ($P<0.05$). **Conclusion** Artificial intelligence gait analysis combined with rehabilitation guidance can accurately assess the postoperative gait abnormalities of patients, formulate personalized rehabilitation plans, effectively improve gait parameters, enhance knee joint and walking function, improve daily living activity ability, reduce postoperative complications, promote postoperative rehabilitation, and have high clinical application value.

【Keywords】 Artificial intelligence gait analysis; Knee arthroplasty; Rehabilitation guidance; Walking function; Knee joint function

膝关节置换术是治疗终末期膝关节疾病的有效手段,术后行走功能恢复是康复核心,直接影响患者生活质量,而科学的康复干预是功能恢复的关键^[1]。人工智能步态分析技术可精准量化采集步态参数,客观识别步态异常,为康复方案制定提供数据支撑,其在骨科术后康复的应用逐渐受关注,但与常规康复指导结合对膝关节置换术患者行走功能恢复的具体效果仍需临床验证^[2]。本研究将二者结合,探讨其在膝关节置换术患者术后康复中的应用效果,为临床制定精准、个性化的术后康复方案提供实践参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2024年1月—2024年12月本院骨科94例膝关节置换术患者为研究对象。采用随机数字表法分为观察组与对照组各47例。观察组男21例、女26例,年龄52~78周岁,平均(65.38±6.82)岁;膝关节骨关节炎41例、类风湿性关节炎6例;病程3~15年,平均(8.25±2.54)年。对照组男23例、女24例,年龄50~79周岁,平均(64.83±7.25)岁;膝关节骨关节炎39例、类风湿性关节炎8例;病程2~16年,平均(8.57±2.78)年。两组一般资料比较无统计学差异($P>0.05$),具有可比性。

纳入标准:符合终末期膝关节骨关节炎或类风湿性关节炎诊断标准,行单侧膝关节置换术;首次手术且手术顺利;意识清晰,可配合沟通;自愿参与并签署知情同意书。排除标准:合并严重脏器器质性疾病、下肢其他骨关节疾病或神经损伤;术前行走功能严重障碍;术后出现严重感染、假体松动等并发症;无法配合完成步态分析及康复干预。

1.2 方法

两组均由同一医护团队完成手术,术后给予抗感染、止痛、消肿等基础治疗,均干预12周。

对照组:实施常规术后康复指导。术后1~3天开展床上踝关节屈伸、股四头肌等长收缩等基础训练;1~4周逐步下床站立、行走,进行膝关节主动屈伸训练,按需调整强度;5~12周强化膝关节功能训练,含上下楼梯、步态矫正等。康复师给予口头及书面指导,告知注意事项与护理要点,每月门诊随访1次。

观察组:在对照组常规康复指导基础上,联合人工智能步态分析开展个性化康复指导。①人工智能步态分析评估:采用含三维运动捕捉摄像头、压力传感器、数据处理终端的智能步态分析系统,分别于术后1周、4周、8周对患者进行步态分析。患者赤脚在检测步道

上自然行走,系统自动采集步速、步长、步频、膝关节屈伸角度等步态参数,通过大数据分析生成量化步态分析报告,精准识别患者步态异常问题。②个性化康复方案制定:康复团队结合步态分析报告、患者膝关节恢复情况及身体耐受度,为患者制定个性化康复指导方案,针对步态异常问题调整训练重点:步速过慢者强化下肢肌力训练,步长不对称者开展平衡及协调训练,膝关节屈伸受限者增加关节松动训练;同时根据患者康复进展,每4周结合新的步态分析结果动态优化康复方案。③康复指导实施:在常规康复训练基础上,按照个性化方案开展针对性训练,由康复师一对一指导训练动作,及时纠正不规范姿势;同时借助视频教学、线上打卡等形式,指导患者居家规范完成训练,每周线上随访1次,解答患者训练疑问,督促训练落实并记录训练完成情况。

1.3 观察指标

①步态参数:干预前、干预12周后检测步速、步长、步频;②膝关节功能:采用HSS评分评估,分值越高功能越好;③行走功能:采用FAC评分评估,级数越高行走功能越佳;④日常生活活动能力:采用ADL评分评估,分值越高能力越强;⑤术后并发症:统计12周内关节肿胀、深静脉血栓等发生情况。

1.4 统计学方法

采用SPSS 29.0统计学软件进行数据分析。计数资料采用(%)表示,进行 χ^2 检验,计量资料采用($\bar{x}\pm s$)表示,进行 t 检验, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者干预前后步态参数、膝关节功能及行走功能评分对比

干预前,两组患者步速、步长、步频及HSS、FAC、ADL评分比较,差异不显著($P>0.05$);干预12周后,两组各项指标均较干预前显著提升,且观察组步速、步长、步频及HSS、FAC、ADL评分均显著高于对照组, ($P<0.05$)。具体数据:观察组干预后步速(0.85±0.12) m/s、步长(65.36±7.18) cm、步频为(105.68±9.25)步/min,对照组分别为(0.62±0.10) m/s、(52.14±6.83) cm、(90.24±8.76)步/min;观察组的干预后HSS评分为(86.72±6.15)分、FAC评分(4.68±0.51)级、ADL评分(88.69±7.24)分,对照组分别为(70.35±5.88)分、(3.25±0.48)级、(73.25±6.98)分。

2.2 两组患者术后并发症发生率对比

观察组术后并发症发生率为4.26%,显著低于对照组的17.02%, ($P<0.05$),详见表1。

表1 两组患者术后并发症发生率对比[n (%)]

组别	例数	关节肿胀	疼痛加重	深静脉血栓	假体脱位	总发生率 (%)
观察组	47	1 (2.13)	1 (2.13)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.26
对照组	47	3 (6.38)	3 (6.38)	2 (4.26)	0 (0.00)	17.02
χ^2 值	-	-	-	-	-	4.371
P 值	-	-	-	-	-	0.036

3 讨论

膝关节置换术后行走功能恢复的关键在于精准评估步态异常并实施针对性干预，而传统康复指导依赖临床经验，缺乏量化的步态数据支撑，康复方案同质化明显，难以契合患者个体康复需求，进而影响康复效率和效果^[3]。人工智能步态分析技术凭借数字化、量化的技术优势，可精准采集步态周期中的各项参数，客观、全面识别患者步速、步长、膝关节屈伸角度等方面的异常问题，突破了传统评估的主观局限性，为术后个性化康复指导提供了科学的数据支撑，本研究结果也证实，将其与常规康复指导结合，能显著提升膝关节置换术患者的术后康复效果^[4]。观察组干预后步态参数、膝关节功能、行走功能及日常生活活动能力的改善效果均显著优于对照组，正是因为康复团队基于人工智能步态分析的量化报告，为患者制定并动态调整个性化康复方案，针对具体的步态异常问题开展靶向训练，实现了“精准评估、精准干预”，让康复指导更贴合患者的实际恢复情况，有效促进了患者步态特征的改善和肢体功能的恢复^[5]。

人工智能步态分析联合康复指导不仅能提升膝关节置换术患者的术后康复效果，还能有效降低术后并发症的发生风险。膝关节置换术后易因训练强度不当、动作不规范、活动量不合理等引发关节肿胀、深静脉血栓、假体脱位等并发症，而个性化康复指导模式下，康复方案是根据患者的步态分析结果、膝关节假体固定情况及肌力恢复水平科学制定的，能有效避免过度训练导致的关节损伤，也可防止训练不足引发的下肢血液循环不畅^[6]。同时，康复师的一对一动作指导能及时纠正患者的不规范训练姿势，线上线下结合的随访模式又能保障康复训练的规范落实和持续推进，从多方面减少了并发症的诱发因素，因此观察组术后并发症发生率显著低于对照组。本研究也存在样本量有限、仅单中心研究、缺乏长期随访等局限性，后续可扩大样本量开展多中心研究，并延长随访时间，进一步验证该康复模式的长期应用效果，同时可针对不同年龄、病程

的患者开展分层研究，优化人工智能步态分析在膝关节置换术术后康复中的应用方案，为临床提供更具针对性的康复指导策略^[7-8]。

综上所述，人工智能步态分析联合康复指导可精准评估患者术后步态异常，制定个性化康复方案，有效改善步态参数，提升膝关节及行走功能，提高日常生活活动能力，降低术后并发症，值得进一步推广。

参考文献

- [1] 张明, 眭亚楠, 王铖, 等. 基于人工智能动态影像识别的全膝关节置换术后早期步态分析研究[J]. 中国骨伤, 2024, 37(09):855-861.
- [2] 李彦锋, 孙青, 高腾, 等. 不同坡度行走中膝关节助力外骨骼对人体步态和肌肉协同的影响分析[J]. 医用生物力学, 2024, 39(01):163-163.
- [3] 刘芳超, 张元鸣飞, 武美奇, 等. 人工智能人体关键点检测技术在步态运动学分析中的效度[J]. 中国康复理论与实践, 2025, 31(03):249-253.
- [4] 李振鑫, 金凤, 郭欢萱, 等. 人工智能结合影像学用于全膝关节置换术研究现状与应用进展[J]. 中国医学影像技术, 2025, 18(01):11-142.
- [5] 张晶, 阿依沙·吉力力, 艾力江·阿斯拉, 等. 人工智能在膝关节置换术后康复中应用的研究进展[J]. 护理研究, 2025, 39(15):2668-2672.
- [6] 黄东健, 刘旋, 陈谦, 等. 人工智能在全膝关节置换术中的应用与展望[J]. 骨科, 2025, 16(05):466-469.
- [7] 班吉鹤, 李鹏鹏, 彭礼禄, 等. 人工智能模拟技术在全膝关节置换术前规划中的应用[J]. 现代实用医学, 2025, 37(04):405-407.
- [8] 王岩. 人工智能赋能机器人辅助关节外科手术的应用, 研究进展及展望[J]. 中华外科杂志, 2025, 63(01):32-38.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS