

人工智能辅助下的髌骨关节炎康复方案优化体系及临床效果分析

祁双 金佳*

苏州大学附属第二医院

DOI:10.12238/ffcr.v3i5.16226

[摘要] 目的：探究人工智能辅助下的髌骨关节炎康复方案优化体系的临床应用价值。方法：选取2024年5月—2025年5月本院收治的80例髌骨关节炎患者，按随机数字表法分为对照组和观察组，各40例。对照组采用常规康复方案，观察组采用人工智能辅助下的康复方案优化体系。比较两组治疗效果、疼痛评分、膝关节功能评分及生活质量评分。结果：观察组治疗总有效率高于对照组，疼痛评分低于对照组，膝关节功能评分及生活质量评分高于对照组，差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。结论：人工智能辅助下的髌骨关节炎康复方案优化体系能显著提升治疗效果，改善患者生活质量。

[关键词] 人工智能；髌骨关节炎；康复方案；优化体系

中图分类号：R684.3 文献标识码：A

Optimization System and Clinical Effect Analysis of Artificial Intelligence Assisted Rehabilitation Program for Patellar Arthritis

Shuang Qi, Jia Jin*

Suzhou University Affiliated Second Hospital

Abstract: Objective: To investigate the clinical application value of an AI-assisted patellar arthritis rehabilitation optimization system. Methods: A total of 80 patients with patellar arthritis admitted to our hospital between May 2024 and May 2025 were randomly divided into a control group (40 cases) and an observation group (40 cases) using a random number table method. The control group received conventional rehabilitation protocols, while the observation group adopted an AI-assisted rehabilitation optimization system. The treatment efficacy, pain scores, knee function scores, and quality of life scores were compared between the two groups. Results: The observation group demonstrated higher overall treatment effectiveness, lower pain scores, and significantly better knee function and quality of life scores than the control group, with all differences reaching statistical significance ($P<0.05$). Conclusion: The AI-assisted patellar arthritis rehabilitation optimization system significantly improves treatment outcomes and enhances patients' quality of life.

Keywords: artificial intelligence; patellofemoral arthritis; rehabilitation program; optimization system

引言

髌骨关节炎作为一种退行性关节疾病，在中老年人群中发病率较高，其病理改变主要涉及髌骨软骨的磨损、退变，伴随滑膜炎及骨质增生等，传统康复方案多依赖医护人员经验制定，存在个体适配性不足、训练强度把控不准等问题，部分患者因训练效果不佳而丧失治疗信心^[1]。随着人工智能技术与医疗领域的深度融合，基于机器学习、运动捕捉、数据建模的康复辅助系统逐渐崭露头角，本研究通过对比常规康复方案与人工智能辅助下的优化方案在髌骨关节炎患者中的应用效果，进一步验证该体系的临床价值，为临床康复治疗提供实践依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2024年5月—2025年5月本院收治的80例髌骨关节炎患者。其中男性38例，女性42例；年龄46-76岁，平均(59.2±7.5)岁；病程8个月-6年，平均(2.5±1.3)年；左侧膝关节病变43例，右侧37例。所有患者均存在不同程度的膝关节疼痛，上下楼梯或蹲起时症状加重，X线检查显示髌骨边缘骨赘形成、关节间隙变窄。

纳入条件：符合髌骨关节炎的临床诊断标准，存在典型的膝关节疼痛及功能障碍；能够理解并配合康复训练指令；自愿参与本研究并签署知情同意书。

排除条件：合并膝关节急性创伤、结核、肿瘤等器质性病变；存在严重膝关节内外翻畸形或关节强直；患有严重心脑血管疾病、肝肾功能衰竭等基础病；存在认知功能障碍或精神疾病，无法配合治疗；近3个月内接受过膝关节手术或注射治疗。

1.2 方法

对照组采用常规康复方案：

由康复师根据临床经验制定训练计划，包括膝关节屈伸训练（患者坐位，缓慢伸直膝关节至最大角度，维持5秒后缓慢屈曲，每组15次，每日3组）、股四头肌等长收缩训练（患者仰卧，膝关节伸直，收紧大腿肌肉，维持10秒后放松，每组20次，每日3组）、直腿抬高训练（患者仰卧，伸直膝关节，缓慢抬高下肢至30°，维持5秒后放下，每组12次，每日3组）。康复师每周指导2次，其余时间由患者自行训练，持续3个月。训练过程中根据患者主观感受调整强度，未进行系统数据监测^[2]。

观察组采用人工智能辅助下的康复方案优化体系：

智能评估阶段：使用搭载红外运动捕捉技术的智能康复设备，采集患者膝关节在不同活动状态（步行、蹲起、上下台阶）下的三维运动参数，包括关节活动度、髌骨轨迹、肌力分布等；通过压力传感鞋垫获取步态压力数据。

方案生成阶段：人工智能系统基于深度学习算法，分析患者数据库信息，并与系统内存储的 thousands 例髌骨关节炎康复案例进行匹配，生成初始康复方案，方案内容包括：针对股四头肌、腘绳肌等肌群的个性化训练动作（如渐进式抗阻训练、平衡稳定性训练）；根据肌力评估结果设定的训练负荷（初始负荷为最大肌力的30%，逐步递增）；每日训练频次（2~3次）及单次时长（20~40分钟，随耐力提升延长）；结合疼痛阈值设定的训练强度警戒线。

训练执行阶段：患者佩戴智能手环及关节运动传感器进行训练，实时接收设备语音提示；智能屏幕同步显示动作标准影像与患者实时动作轨迹，便于患者对比修正；训练数据实时上传至系统，生成训练报告。

动态调整阶段：每周进行1次智能评估，系统根据训练报告及评估数据自动调整方案：若某一肌群肌力提升明显，则增加该动作的抗阻负荷；若疼痛评分升高，则暂时降低训练强度或更换低冲击性动作；若平衡能力改善不佳，则增加平衡训练比重^[3-4]。

1.3 观察指标

疼痛程度：采用VAS评分法，于治疗前、治疗1个月、治疗3个月时评估，0分无痛，10分剧痛。

膝关节功能：采用Lysholm评分量表，于治疗前、治疗3个月时评估，包括疼痛、跛行、关节不稳、肿胀等8项内

容，总分100分，分数越高功能越好。

生活质量：采用健康调查简表(SF-36)，于治疗3个月时评估，包括生理功能、生理职能、情感职能等8个维度，得分越高生活质量越好。

治疗效果：治愈（疼痛消失，关节活动正常，Lysholm评分≥90分）；显效（疼痛明显减轻，关节活动基本正常，Lysholm评分80~89分）；有效（疼痛减轻，关节活动改善，Lysholm评分60~79分）；无效（未达上述标准）。

1.4 统计学处理

数据采用SPSS 20.0系统统计软件。计量资料，以“均数±标准差”($\bar{x} \pm s$)呈现，组间比较运用独立样本t检验，计数资料用例数和百分比(n/%)描述，通过卡方检验(X^2)对比两组差异。设定P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

观察组治疗有效率偏高，(P<0.05)，见表1

表1 两组患者治疗总有效率比较[n(%)]

组别	n	治愈	显效	有效	无效	总有效率
观察组	40	18(45.0)	13(32.5)	7(17.5)	2(5.0)	38(95.0)
对照组	40	9(22.5)	11(27.5)	10(25.0)	10(25.0)	30(75.0)
X^2	-	6.512	2.512	3.052	7.415	8.543
P	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

治疗前，两组VAS评分差异无统计学意义(P>0.05)。治疗1个月、3个月时，观察组VAS评分均低于对照组(P<0.05)，见表2

表2 两组患者治疗前后VAS评分比较(分, $x \pm s$)

组别	n	治疗前	治疗1个月	治疗3个月
观察组	40	6.9±1.4	3.2±1.1	1.0±0.7
对照组	40	6.8±1.3	5.5±1.2	3.8±1.0
X^2	-	0.815	2.523	2.856
P	-	>0.05	<0.05	<0.05

治疗前，两组Lysholm评分比较，差异无统计学意义(P>0.05)。治疗3个月时，观察组Lysholm评分(87.6±5.3分)高于对照组(73.2±6.1分)，SF-36各维度得分(生理功能82.3±6.5分、生理职能78.5±7.2分等)均高于对照组(P<0.05)。

3 讨论

髌骨关节炎的康复核心在于通过科学训练增强膝关节

周围肌群力量，改善髌骨稳定性，减轻软骨磨损，从而缓解疼痛、恢复功能，传统康复方案难以适配不同患者的肌力差异与病变程度；缺乏客观数据支撑，无法有效刺激肌群，或过量加重关节损伤；患者居家训练时因动作不标准，导致康复效果打折扣。

人工智能辅助下的康复方案优化体系通过“评估—生成—执行—调整”的闭环模式，突破了传统康复的瓶颈，智能评估阶段，多维度采集的运动数据与功能评分，为方案制定提供了精准的“患者画像”，避免了主观评估的偏差，方案生成阶段，深度学习算法的应用使方案具备“循证”特征。系统不仅参考患者个体数据，还整合了大量临床案例的康复规律，使初始方案既符合个体特征，又遵循疾病康复的普遍规律^[5-6]。

智能设备的动作矫正与负荷预警，解决了居家训练“无人指导”的问题，直接提升了肌群激活效率，加快了肌力恢复，可视化的训练数据让患者直观看到进步，有助于增强康复信心与依从性。

人工智能系统依据客观数据自动优化方案，使训练始终处于“有效且安全”的区间，当患者VAS评分短暂升高时，系统会自动减少高冲击动作，避免疼痛加剧导致的康复中断；而当肌力持续提升时，及时增加负荷可避免“训练平台期”，加速功能恢复。

从本研究结果看，观察组在疼痛缓解、关节功能改善、生活质量提升方面均优于对照组，印证了该体系的有效性，股四头肌力量增强后，可有效分担膝关节负荷，减少软骨摩擦，从而缓解疼痛、改善活动度，生活质量的显著提升，则是疼痛减轻与功能恢复的综合结果，患者能够重新参与散步、购物等日常活动，心理状态也随之改善。

训练数据的全程记录，不仅便于医护人员掌握患者进展，也为康复医学研究提供了宝贵的真实世界数据，有助于进一步优化康复方案，智能设备的便携性与操作简便性，使患者无需频繁往返医院，尤其适合中老年患者居家康复，提高了

治疗的可及性^[7-8]。

综上所述，人工智能辅助下的髌骨关节炎康复方案优化体系，为髌骨关节炎的康复治疗提供了高效、科学的新方法，具有的临床价值。

[参考文献]

[1]刘洋,弓雪妍,苏雅珍,等.人工智能在类风湿关节炎中的研究进展[J].中华风湿病学杂志,2024,28(6):416-421.

[2]樊向斌,郑兰兰,孙婕.利用深度算法构建高频肌骨超声诊断痛风性关节炎掌指关节病变的人工智能系统及验证[J].Journal of Modern Medicine&Health,2024,40(24).

[3]李雪兰,王铭,赵辰阳,等.人工智能在类风湿关节炎肌骨超声成像中的应用研究进展[J].中华医学超声杂志电子版,2023,20(12):1300-1303.

[4]赵祎,李正豪,武衡,等.基于人工智能的电针仪治疗膝关节关节炎的最优方案研究[J].科技创新与应用,2023,13(6):41-44.

[5]韩挺,朱典,丰泽辉,等.膝关节关节炎全流程数字化医疗健康:创新与前沿技术综述[J].包装工程,2024,45(20):81-96.

[6]黄斌,李林武,盛希.人工智能辅助设计与3D打印个性化截骨导板辅助人工全膝关节置换术的精准度[J].中国医师杂志,2025,27(04):542-546.

[7]姜仲博,郭艳波,吕文学,等.人工智能——骨科新的“头脑风暴”[J].实用骨科杂志,2024,30(3):286-286.

[8]张明,睦亚楠,王铖.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(9):855-861.

作者简介:

祁双(1989.07-),女,汉族,江苏苏州人,本科,主管护师,研究方向为骨科。

基金项目:

项目编号:TY2024-404。