

移动健康技术在老年髋关节置换术后居家康复的研究进展

李文华^{1*}, 周晓玲^{2#}, 王会娟¹

¹延安大学延安医学院, 陕西 延安

²西安交通大学第一附属医院, 陕西 西安

收稿日期: 2025年8月23日; 录用日期: 2025年9月17日; 发布日期: 2025年9月28日

摘要

髋关节置换术后的居家康复对患者的预后起着举足轻重的作用。本文聚焦移动健康技术在老年髋关节置换术后居家康复中的应用效果进行综述, 通过概述移动健康的概念及移动健康在老年髋关节置换术后居家康复中的应用形式, 深入剖析其在居家康复中的优势、面临的挑战及未来发展方向, 旨在为国内开发高质量的移动健康技术提供有益参考。

关键词

老年髋关节置换术, 居家康复, 移动健康, 远程康复, 人工智能

Research Progress of Mobile Health Technology in Home-Based Rehabilitation after Hip Replacement in Elderly Patients

Wenhua Li^{1*}, Xiaoling Zhou^{2#}, Huijuan Wang¹

¹Yan'an Medical College, Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²First Affiliated Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi

Received: Aug. 23rd, 2025; accepted: Sep. 17th, 2025; published: Sep. 28th, 2025

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 李文华, 周晓玲, 王会娟. 移动健康技术在老年髋关节置换术后居家康复的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(9): 2016-2023. DOI: 10.12677/acm.2025.1592712

Abstract

Home-based rehabilitation after hip replacement plays a pivotal role in patients' prognosis. This article focuses on reviewing the application effect of mobile health technology in home-based rehabilitation of elderly patients after hip replacement. By outlining the concept of mobile health and its application forms in home-based rehabilitation of elderly patients after hip replacement, it deeply analyzes the advantages, challenges and future development directions of this technology in home-based rehabilitation, aiming to provide useful references for the development of high-quality mobile health technology in China.

Keywords

Elderly Hip Replacement, Home-Based Rehabilitation, Mobile Health, Tele-Rehabilitation, Artificial Intelligence

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

髋关节置换术(Hip Arthroplasty, HA)是治疗髋关节疾病的有效手段,可以最大程度地保留髋关节功能[1]。现已成为晚期髋关节病变的主要方法之一[2]。随着我国人口老龄化进程的加速,接受HA的老年患者数量也在逐年增加。然而,相较于年轻HA患者,老年HA患者常合并多种基础疾病,术后康复难度大,存在疼痛持续时间长、功能恢复慢、并发症风险高等问题。这不仅影响患者术后生活质量,还增加医疗资源消耗和家庭负担[3]。传统康复模式往往依赖于医院或康复中心的集中治疗,这不仅增加了患者的经济负担,还可能因地理或交通限制而无法及时获得康复服务[4]。据统计,在我国接受髋关节置换的患者中约有一半未能参加基于设施的面对面康复,无监督的家庭康复已成为一种选择[5]。由于缺乏医疗保健专业支持,患者对无监督的家庭康复依从性很低[6]。近年来,电子通信技术的进步和COVID-19的出现加速了“互联网+医疗”的发展。“互联网+就医”成为一种新兴的医疗服务模式,在一定程度上缓解了就医难题,为骨科术后康复提供了新思路[7]。目前,国内外已开展了一些移动健康技术在髋关节置换术后居家康复的应用研究,但仍处于起步阶段。本文通过对移动健康技术在髋关节置换术居家康复中的应用研究进行综述,以此促进移动健康技术在髋关节领域的应用。

2. 移动健康的概念

在当今社会,随着智能科技的突飞猛进,为构建具备移动便携、智能感知、实时监测特性的移动健康技术带来了难得的发展机遇和挑战[8]。特别是在遭遇突发公共卫生事件时,医院常面临着超负荷运转以及病毒传播风险等棘手问题,而移动健康技术此时彰显出了无可替代的独特优势。世界卫生组织(WHO)在相关研究中,将移动健康归为电子医疗的重要组成部分。它借助诸如移动电话、平板电脑、个人数字助理设备(PDA)、患者监测设备、可穿戴设备、应用软件、互动语音通话系统、互联网平台,以及全球定位系统、蓝牙技术、远程通信等更为复杂的设备,实现卫生服务与健康信息的有效供给。移动健康具备便捷性、可视化特点,能够让用户随时随地监测健康数据,达成健康传感终端、移动通信平台与健康服

务的有机融合,进而满足医护人员以及患者对卫生服务和健康信息的需求[9]。

3. 移动健康技术在老年髋关节置换术后居家康复中的应用形式

3.1. 远程康复(Telehealth)

远程康复是指通过视频会议、移动应用程序和虚拟现实等康复形式,使患者能够在家中接受专业的康复指导[10]。研究表明,基于平板电脑和远程指导的居家康复计划在术后6个月的功能测试中表现优于传统护理。Bandura 的自我效能理论和 Illeris 学习模型已被推荐用于开发有效的交互式远程医疗解决方案,结果表明,与常规护理计划相比,基于理论的移动康复计划有可能在术后6周改善患者的自我效能和自我报告的身体机能[11]。此外,远程医疗对于家庭照顾者的优势日益凸显,不但能提高家属解决问题的能力,使家属积极面对患者在不同阶段遇到的困难,而且可定期为家属做心理疏导,缓解负性情绪的发生,进而促进心理健康。马文静等[12]通过微信 App 远程康复护理可改善全髋关节置换术后患者的髋关节功能,提高依从性和生活质量。值得思考的是,心理健康与自我效能感可以提高患者对康复的依从性和积极性,但目前研究很少关注患者心理结局与自我效能感,未来的研究应多关注患者心理健康[13]。以调查远程康复如何影响髋关节置换术后居家康复的效果。对老年人而言,优势在于能避免术后往返医院的体力消耗与出行安全风险,使其在熟悉的居家环境中接受康复指导,减少陌生环境可能引发的焦虑。同时其潜在劣势在于部分老年人可能存在智能设备操作不熟练的问题,若缺乏及时协助,可能会影响对远程康复指导的准确接收与执行,进而降低康复效果。

3.2. 智能穿戴设备

智能穿戴设备如传感器和可穿戴设备能够实时监测患者的运动数据,提供个性化的康复建议[14]。这些设备通过数据分析帮助患者更好地管理康复进程,并减少对人力资源的依赖[15]。Acosta-Vargas 等[16]通过使用惯性传感器测量人体运动、姿势摇摆和预期姿势运动,以诊断和评估运动障碍。这有助于提高康复过程的有效性和效率。Sah 等[17]使用新型跟踪可穿戴传感器评估健康个体在现实生活中活动的髋关节运动范围(ROM)和步态。研究显示,该技术可用于指导术后预防措施,也可用于通过实时监测来监测老年髋关节置换术后的患者。有助于为髋关节置换术恢复期患者的运动需求基线提供背景信息。对于老年人而言,智能穿戴设备更能针对性解决其术后康复痛点,为老年人提供更具安全性和适配性的康复支持。

3.3. 虚拟现实(VR)技术

VR 技术是利用计算机仿真系统模拟现实生活中的日常活动,使患者沉浸在计算机创造的三维多感官环境中,促使患者与虚拟环境交互[18][19]。FASCIOE 等[20]将智能设备与可穿戴传感器相结合设计了一种基于 Kinect 的远程康复系统,医疗人员可在系统中分析患者的影像学图像和传感器反馈的运动数据以评估患者的康复情况,并对患者的运动方案进行针对性调整。VR 技术通过复杂的软硬件设备来模拟真实或虚拟的环境,为患者提供安全的康复训练场景[21]。康复 VR 设备运用游戏化软件,如运动游戏,患者借此开展身心锻炼。基于虚拟现实的疗法(VRBT)凭借游戏化激发患者动力,降低主观努力感知,提升治疗参与度与依从性,助力康复。Özlü A 等[22]研究结果显示,VRBT,特别是使用 NIVR 设备的物理运动游戏,结合物理治疗,在减少 THA 后的残疾和增加髋关节功能方面比单独的物理治疗更有效。在适用人群方面,VRB 对改善老年人身体机能效果显著,是老年骨科患者优质康复工具[23]。尤其针对老年髋关节置换术后患者,VR 技术的适配性更为突出,老年人术后常因担心跌倒、动作疼痛而对康复训练产生抵触,VR 可模拟无跌倒风险的日常场景(如虚拟客厅行走、简单家务模拟),让老年人在低压力环境中练

习髋关节发力与平衡控制,避免真实训练中的二次损伤。

3.4. 人工智能(AI)辅助决策

人工智能是计算机科学的一个分支,其致力于创建赋予机器模仿、扩展和辅助人类智能的计算机系统,其核心技术可分为机器学习、深度学习和自然语言处理[24] [25]。AI 系统可以根据患者的步态数据和活动量,提供个性化的康复计划。Dias Correia 等[26]测试了一种基于惯性运动跟踪器的新型数字生物反馈系统,该系统在全膝关节置换术(TKA)后通过临床团队的远程监测实现独立的家庭物理康复。在这项研究中,我们在为期 8 周的计划中将数字系统与传统的、面对面的、以家庭为基础的 TKA 后康复进行了比较。结果表明,这种解决方案是安全的,并且被广泛接受,具有很高的依从性和满意度,最重要的是,临床结果优于常规康复。对老年髋关节置换术后患者, AI 技术的优势更贴合需求,一是能实时分析其步态、髋关节活动幅度等数据,结合老年人机能退化或基础疾病情况,动态调整康复计划(如减少训练时长、增加休息间隔);二是可通过语音交互降低设备操作难度,还能远程监测并及时纠正动作偏差,兼顾康复安全性与便利性。

3.5. 移动健康平台(mHealth)

移动健康平台通过微信、APP 等形式,为患者提供自我管理工具和健康教育内容。例如, Wang 等[27]人开发了一个基于社交媒体应用程序(WeChat)的程序,该程序基于理论和患者的感知需求,以支持患者在 THA 后 6 周内的康复。结果表明该计划改善了患者的自我效能、身体机能和与健康相关的生活质量,并降低了焦虑和抑郁的水平。Miner 等[28]在 COVID-19 大流行期间采用了新技术,即使用基于智能手机的护理管理平台(sbCMP)进行自我指导康复(SDR)。结果显示 COVID-19 大流行初期美国大部分地区实施居家令时,关节置换术后有更大比例的患者依赖 SDR,但近一半的参与者在此期间寻求辅助 PT。后期只有 53%的患者在家中使用异步康复的患者重新加入面对面 PT,可能与患者对感染的恐惧和避免医疗机构的愿望有关,或者部分与当时无法获得服务有关。这表明通过 sbCMP 促进的 SDR 可能对不能或不愿参加传统 PT 就诊的患者有益。Aprile 等[29]人通过新技术康复系统中本体感觉平台评价全髋关节置换术(THA)后患者的技术本体感觉康复与传统康复的比较,将 64 例 THA 后患者分为常规组和技术组,分别接受本体感觉治疗。结果显示,两种治疗都改善了临床、残疾、疼痛和 QoL 量表以及静态平衡,但只有本体感觉技术康复改善了动态平衡。通过本体感觉平台进行康复确实可以改善静态和动态平衡。Pulik L 等[30]为 THA 患者创建第一个波兰移动应用程序: Endopedia, 该应用程序专为患者参与而设计,不仅具有教育意义,还用于术后疼痛控制,从而更快地减轻疼痛并减少阿片类药物的消耗[31]或支持康复过程。霍妍等[32]通过站点健康教育微视频设计与制作,有利于提高创伤性骨折围术期患者知识知晓度、减少疾病不确定感,减少并发症的发生,可以显著提高护理服务质量及护患满意度。未来,应根据患者手术类型、年龄、文化程度、家属配合程度,为患者量身定制个体化干预措施。

4. 移动健康技术的优势与挑战

4.1. 移动健康技术在老年髋关节置换术后居家康复的优势

4.1.1. 提高治疗依从性,减轻负担

移动健康技术凭借其丰富多样的互动形式,尤其是游戏化设计的应用程序,极大地提升了患者参与康复训练的积极性和依从性。在传统康复模式下,患者常因康复过程的枯燥和单调而难以坚持,导致康复效果不佳。而移动健康技术通过将康复训练与游戏元素相结合,使患者在娱乐中完成康复任务,增加了康复训练的趣味性。多项研究表明,采用移动健康技术进行康复训练的患者,其锻炼依从性明显提高,

功能恢复效果也更为显著，这不仅减轻了患者因康复效果不佳而可能产生的额外医疗费用和时间成本，还减少了家属在康复过程中的照顾负担[33]。

4.1.2. 个性化康复计划与实时指导

根据患者的个体差异，如年龄、身体状况、康复进度、运动能力等因素，制定精准的个性化康复计划。这一计划涵盖了运动锻炼、营养搭配等多个方面，为患者提供全方位的康复支持。以 Health-in-Motion 平台为例，它通过视频教程为患者展示详细的康复训练动作，并根据患者的实时运动数据提供个性化指导。当患者的动作出现偏差时，平台会及时发出提醒并给予纠正建议，同时根据患者的训练情况动态调整康复计划，确保康复训练的科学性和有效性。这种个性化的康复方式让患者感受到被关注和重视，增强了他们对康复过程的掌控感和信心，从而更积极地配合康复治疗[34]。

4.1.3. 提高患者自我管理能力

帮助患者深入了解髋关节置换术后康复的相关知识，有效树立康复意识，显著增强自我管理能力[35]。一些移动健康平台采用动漫式宣传教育的方式，以生动形象的画面和通俗易懂的语言向患者讲解功能锻炼的重要性、康复注意事项等内容，使患者更易于理解和接受[36]。患者在了解这些知识后，能够更加主动地参与康复训练，提高锻炼依从性。此外，患者可以利用移动设备方便地记录自己的运动数据，如运动时间、运动强度、关节活动范围等，并及时获得专业的反馈。这些反馈信息让患者清楚地了解自己的康复进展，进一步提升了自我效能感，促使他们更好地管理自己的康复过程[37]。

4.2. 挑战

4.2.1. 技术接受度

老年患者由于年龄较大，对智能设备和新技术的接受能力相对较弱，在使用过程中可能会遇到各种困难[38]。如智能穿戴设备的操作复杂，对于一些老年人来说，理解和掌握设备的功能及使用方法颇具难度[39]；移动应用程序的界面设计如果不够简洁易懂，也会让老年患者望而却步。这不仅影响了他们对移动健康技术的使用体验，还可能导致他们放弃使用这些技术，无法充分享受其带来的便利[40]。

4.2.2. 数据隐私与安全

移动健康技术在运行过程中会收集大量患者的个人健康数据，包括生理指标、康复进程、疾病史等敏感信息[41]。这些数据一旦泄露，将对患者的隐私造成严重侵犯，甚至可能被不法分子利用，给患者带来潜在的风险。如何保障这些数据的隐私和安全，成为移动健康技术发展过程中亟待解决的重要问题。目前，虽然已经有一些数据加密和安全防护技术，但在实际应用中，仍存在诸多漏洞和风险[42]。

4.2.3. 标准化与规范化

当前，移动健康技术在老年髋关节置换术后居家康复领域缺乏统一的标准和规范化流程。不同的移动健康平台、智能穿戴设备在功能设计、数据采集、康复指导等方面存在差异，这使得医护人员在评估患者康复效果时缺乏统一的依据，也给患者选择合适的移动健康技术带来了困扰[43]。此外，缺乏标准化和规范化还可能导致一些低质量的移动健康产品进入市场，影响整个行业的发展。

4.2.4. 经济负担

从整体上看，移动健康技术在一定程度上降低了患者前往医院或康复中心的交通费用、时间成本等，但数字健康技术的开发和维护需要投入大量资金，这使得部分移动健康产品的价格较高，增加了患者的经济负担。一些高端的智能穿戴设备和功能复杂的移动应用程序，对于经济条件较差的老年患者来说，可能难以承受。而且，部分患者在使用过程中还可能需支付额外的服务费用，进一步加重了他们的经

济压力。

5. 未来发展方向

未来应持续加大对移动健康技术的研发投入,进一步探索其与其他先进医疗技术的整合应用。例如,将移动健康技术与机器人辅助手术技术相结合,在手术过程中,机器人可以根据患者的实时身体数据和术前制定的个性化手术方案进行精准操作,提高手术的成功率和安全性;术后,移动健康技术可以对患者进行实时监测和康复指导,机器人则可以辅助患者进行康复训练,根据患者的康复进度调整训练强度和方式,实现手术与康复的一体化、智能化。同时,还可以将虚拟现实技术与人工智能技术深度融合,为患者创造更加真实、个性化的康复训练场景,使康复训练更具针对性和趣味性。

政策支持与推广

政府和医疗机构应充分认识到移动健康技术在老年髋关节置换术后居家康复中的重要作用,加大对其支持力度。政府可以出台相关政策,如财政补贴、税收优惠等,鼓励企业加大对数字健康技术的研发和生产投入,降低产品成本,提高产品的可及性。医疗机构应积极推广移动健康技术在居家康复中的应用,通过举办健康讲座、培训活动等方式,向患者和家属普及移动健康技术的知识和使用方法,提高他们的接受度和使用能力。此外,还可以建立相关的监管机制,加强对移动健康技术市场的监管,保障患者的合法权益。对研究者,建议开展特定的随机对照试验(RCT);对开发者,建议关注用户界面(UI/UX)的适老化设计;对政策制定者,建议探索数据安全标准和隐私保护法规的建立。

6. 结论

移动健康技术在老年髋关节置换术居家康复领域展现出了广阔的应用前景。通过远程康复、智能穿戴设备、虚拟现实和人工智能等技术的应用,能够有效打破时间和空间的限制,让老年患者在家中就能获得专业的康复指导和支持,显著提高康复效率和满意度。然而,目前在技术接受度、数据隐私保护、标准化和规范化以及经济负担等方面还存在问题,这些问题限制了数字健康技术的广泛应用。未来,需要通过加强技术创新、完善政策支持体系、推动跨学科合作等措施,逐步解决这些问题,推动数字健康技术在居家康复中的广泛应用,为老年髋关节置换术后患者提供更加优质、高效的康复服务,助力他们恢复健康,提高生活质量。

参考文献

- [1] Jo, W., Lee, Y., Ha, Y., Kim, T. and Koo, K. (2018) Delay of Total Hip Arthroplasty to Advanced Stage Worsens Post-Operative Hip Motion in Patients with Femoral Head Osteonecrosis. *International Orthopaedics*, **42**, 1599-1603. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3952-5>
- [2] Wainwright, T.W., Gill, M., McDonald, D.A., Middleton, R.G., Reed, M., Sahota, O., *et al.* (2019) Consensus Statement for Perioperative Care in Total Hip Replacement and Total Knee Replacement Surgery: Enhanced Recovery after Surgery (ERAS[®]) Society Recommendations. *Acta Orthopaedica*, **91**, 3-19. <https://doi.org/10.1080/17453674.2019.1683790>
- [3] 唐浩, 马祝一, 郭邵逸, 等. 全髋关节置换术个性化手术安全区的研究进展[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2025, 18(1): 43-50.
- [4] Wilke, T. and Müller, S. (2010) Nonadherence in Outpatient Thromboprophylaxis after Major Orthopedic Surgery: A Systematic Review. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, **10**, 691-700. <https://doi.org/10.1586/erp.10.77>
- [5] Wang, Q., Lee, R.L., Hunter, S. and Chan, S.W. (2023) Patients' Experiences of Using a Mobile Application-Based Rehabilitation Programme after Total Hip or Knee Arthroplasty: A Qualitative Descriptive Study. *BMC Nursing*, **22**, Article No. 246. <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01409-3>
- [6] Hansen, S., Aaboe, J., Mechlenburg, I., Overgaard, S. and Mikkelsen, L.R. (2018) Effects of Supervised Exercise Compared to Non-Supervised Exercise Early after Total Hip Replacement on Patient-Reported Function, Pain, Health-Related

- Quality of Life and Performance-Based Function—A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Clinical Rehabilitation*, **33**, 13-23. <https://doi.org/10.1177/0269215518791213>
- [7] Zhang, M., Dai, D., Hou, S., Liu, W., Gao, F., Xu, D., *et al.* (2021) Thinking on the Informatization Development of China's Healthcare System in the Post-Covid-19 Era. *Intelligent Medicine*, **1**, 24-28. <https://doi.org/10.1016/j.imed.2021.03.004>
- [8] Addotey-Delove, M., Scott, R.E. and Mars, M. (2023) Healthcare Workers' Perspectives of Mhealth Adoption Factors in the Developing World: Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **20**, Article No. 1244. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021244>
- [9] Vo, V., Auroy, L. and Sarradon-Eck, A. (2019) Patients' Perceptions of mHealth Apps: Meta-Ethnographic Review of Qualitative Studies. *JMIR mHealth and uHealth*, **7**, e13817. <https://doi.org/10.2196/13817>
- [10] Ouendi, N., Avril, E., Dervaux, B., Pudlo, P. and Wallard, L. (2024) Effectiveness of Telerehabilitation Programs in Elderly with Hip or Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *Telemedicine and e-Health*, **30**, 1507-1521. <https://doi.org/10.1089/tmj.2023.0622>
- [11] Wang, Q., Hunter, S., Lee, R.L. and Chan, S.W. (2023) The Effectiveness of a Mobile Application-Based Programme for Rehabilitation after Total Hip or Knee Arthroplasty: A Randomised Controlled Trial. *International Journal of Nursing Studies*, **140**, Article ID: 104455. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2023.104455>
- [12] 马文静, 史阳阳, 张晓莹. 微信 App 远程康复护理对全膝关节置换术后患者的影响[J]. 齐鲁护理杂志, 2023, 29(22): 143-146.
- [13] Wang, Q., Lee, R.L.T., Hunter, S. and Chan, S.W. (2021) The Effectiveness of Internet-Based Telerehabilitation among Patients after Total Joint Arthroplasty: An Integrative Review. *International Journal of Nursing Studies*, **115**, Article ID: 103845. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103845>
- [14] 赵月. 互联网+可穿戴设备在老年全膝关节置换术后患者功能康复中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆医科大学, 2024.
- [15] García-Sánchez, M., Obrero-Gaitán, E., Piñar-Lara, M., Osuna-Pérez, M.C., Díaz-Fernández, Á. and Cortés-Pérez, I. (2024) Early Rehabilitation Using Virtual Reality-Based Therapy Can Enhance Hip Function and Self-Perception of Improvement Following Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-analysis. *Geriatric Nursing*, **60**, 593-601. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2024.10.020>
- [16] Acosta-Vargas, P., Flor, O., Salvador-Acosta, B., Suárez-Carreño, F., Santórum, M., Solorzano, S., *et al.* (2023) Inertial Sensors for Hip Arthroplasty Rehabilitation: A Scoping Review. *Sensors*, **23**, Article No. 5048. <https://doi.org/10.3390/s23115048>
- [17] Sah, A.P. (2022) How Much Hip Motion Is Used in Real-Life Activities? Assessment of Hip Flexion by a Wearable Sensor and Implications after Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, **37**, S871-S875. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.03.052>
- [18] Koucheiki, R., Lex, J.R., Brock, M. and Goel, D.P. (2025) Integrating Artificial Intelligence and Virtual Reality in Orthopedic Surgery: A Comprehensive Review. *HSS Journal®: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*, **21**, 289-298. <https://doi.org/10.1177/15563316251345479>
- [19] Gianola, S., Stucovitz, E., Castellini, G., Mascali, M., Vanni, F., Tramacere, I., *et al.* (2020) Effects of Early Virtual Reality-Based Rehabilitation in Patients with Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Medicine*, **99**, e19136. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000019136>
- [20] Fascio, E., Vitale, J.A., Sirtori, P., Peretti, G., Banfi, G. and Mangiavini, L. (2022) Early Virtual-Reality-Based Home Rehabilitation after Total Hip Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article No. 1766. <https://doi.org/10.3390/jcm11071766>
- [21] Scheper, H., Derogee, R., Mahdad, R., van der Wal, R.J.P., Nelissen, R.G.H.H., Visser, L.G., *et al.* (2019) A Mobile App for Postoperative Wound Care after Arthroplasty: Ease of Use and Perceived Usefulness. *International Journal of Medical Informatics*, **129**, 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.05.010>
- [22] Özlü, A., Ünver, G., Tuna, H.İ. and Menekşeoğlu, A.K. (2023) The Effect of a Virtual Reality-Mediated Gamified Rehabilitation Program on Pain, Disability, Function, and Balance in Knee Osteoarthritis: A Prospective Randomized Controlled Study. *Games for Health Journal*, **12**, 118-124. <https://doi.org/10.1089/g4h.2022.0130>
- [23] 徐飞, 张荣. 从智能到智慧: 医学人工智能发展再思考[J]. 医学与哲学, 2020, 41(20): 1-7.
- [24] Noorbakhsh-Sabet, N., Zand, R., Zhang, Y. and Abedi, V. (2019) Artificial Intelligence Transforms the Future of Health Care. *The American Journal of Medicine*, **132**, 795-801. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.01.017>
- [25] Pacheco, T.B.F., de Medeiros, C.S.P., de Oliveira, V.H.B., Vieira, E.R. and de Cavalcanti, F.A.C. (2020) Effectiveness of Exergames for Improving Mobility and Balance in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Systematic Reviews*, **9**, Article No. 163. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01421-7>

- [26] Dias Correia, F., Nogueira, A., Magalhães, I., Guimarães, J., Moreira, M., Barradas, I., *et al.* (2019) Digital versus Conventional Rehabilitation after Total Hip Arthroplasty: A Single-Center, Parallel-Group Pilot Study. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, **6**, e14523. <https://doi.org/10.2196/14523>
- [27] Wang, Q., Lee, R.L., Hunter, S., Zhu, A. and Chan, S.W. (2024) Patient Engagement in a Mobile App-Based Rehabilitation Program for Total Hip or Knee Arthroplasty: Secondary Data Analysis of a Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, **12**, e57635. <https://doi.org/10.2196/57635>
- [28] Miner, T.M., Anderson, M.B., Van Andel, D.C., Neher, R.E., Redfern, R.E. and Duwelius, P.J. (2024) Evaluating Self-Directed Rehabilitation for Knee and Hip Arthroplasty during the COVID-19 Pandemic: A Multicenter Study. *Medical Sciences*, **12**, 69. <https://doi.org/10.3390/medsci12040069>
- [29] Aprile, I., Iacovelli, C., Cruciani, A., Simbolotti, C., Loreti, S., Galli, G., *et al.* (2020) Technological Rehabilitation versus Conventional Rehabilitation Following Hip Replacement: A Prospective Controlled Study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, **33**, 561-568. <https://doi.org/10.3233/bmr-181211>
- [30] Pulik, Ł., Romaniuk, K., Dyrek, N., Grabowska, N. and Łęgosz, P. (2022) First Polish Mobile Application for Patients Undergoing Total Hip Arthroplasty. *Rheumatology*, **60**, 224-228. <https://doi.org/10.5114/reum.2022.117844>
- [31] Pronk, Y., Peters, M.C.W.M., Sheombar, A. and Brinkman, J. (2020) Effectiveness of a Mobile Ehealth App in Guiding Patients in Pain Control and Opiate Use after Total Knee Replacement: Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth*, **8**, e16415. <https://doi.org/10.2196/16415>
- [32] 霍妍, 贾云洋, 臧青青, 等. 站点微视频健康教育用于创伤性骨折围手术期患者的效果[J]. 护理学杂志, 2025, 40(2): 75-79.
- [33] 孙甜甜, 李云, 李雯静. 居家护理康复训练路径对人工髋关节置换(THA)病人术后康复效果假体脱位的影响[J]. 黑龙江中医药, 2019, 48(4): 249-250.
- [34] Chaudhry, H., Nadeem, S. and Mundi, R. (2020) How Satisfied Are Patients and Surgeons with Telemedicine in Orthopaedic Care during the COVID-19 Pandemic? A Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **479**, 47-56. <https://doi.org/10.1097/corr.0000000000001494>
- [35] 雷铖, 孙子科技木, 吴俞萱, 等. 移动 APP 在老年髋部骨折患者家属健康教育中的应用效果[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(4): 799-802.
- [36] Cieremans, D., Shah, A., Slover, J., Schwarzkopf, R. and Meftah, M. (2023) Trends in Complications and Outcomes in Patients Aged 65 Years and Younger Undergoing Total Hip Arthroplasty: Data from the American Joint Replacement Registry. *JAAOS: Global Research and Reviews*, **7**, e22. <https://doi.org/10.5435/jaaosglobal-d-22-00256>
- [37] 来积芳, 李佳忆, 张洁, 等. 移动健康管理模式在全膝关节置换术后患者健康宣教中的应用效果分析[J]. 临床医药文献电子杂志, 2018, 5(86): 191+193.
- [38] 陈伟仙, 金晓红, 陈曦, 等. 老年全髋关节置换术后患者住院期间康复训练体验的质性研究[J]. 军事护理, 2024, 41(10): 66-69.
- [39] Parkes, R.J., Palmer, J., Wingham, J. and Williams, D.H. (2019) Is Virtual Clinic Follow-Up of Hip and Knee Joint Replacement Acceptable to Patients and Clinicians? A Sequential Mixed Methods Evaluation. *BMJ Open Quality*, **8**, e000502. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-000502>
- [40] 沈芒慧, 韩梦月, 李剑楠, 等. 全膝关节置换术后患者生活自理能力及膝关节功能自我报告与护士报告的一致性研究[J]. 护理学杂志, 2023, 38(21): 42-45.
- [41] 韩成芳. 医疗人工智能领域个人健康数据保护的困境及其破解[J]. 科技与法律(中英文), 2024(1): 54-60.
- [42] Correia, F.D., Nogueira, A., Magalhães, I., Guimarães, J., Moreira, M., Barradas, I., *et al.* (2018) Home-Based Rehabilitation with a Novel Digital Biofeedback System versus Conventional In-Person Rehabilitation after Total Knee Replacement: A Feasibility Study. *Scientific Reports*, **8**, Article No. 11299. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29668-0>
- [43] 唐文浩, 毕龙, 杨旻, 等. 远程医疗在关节置换术后患者康复治疗中的应用现状及前景[J]. 解放军医学杂志, 2021, 46(1): 95-100.