

可穿戴设备在骨科健康管理中的应用现状与机遇挑战

许小嫒 王汝婷 王雪妃 朱扶瑶 吴桃英

(琼海市人民医院骨病关节外科 琼海 571400)

〔摘要〕 综述可穿戴设备在骨科健康管理中的应用现状,包括疾病康复、症状监测和管理、运动监测、活动促进和功能辅助等方面,探讨可穿戴设备在骨科健康管理应用中的机遇、挑战与对策。

〔关键词〕 可穿戴设备;骨科;健康管理

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2021.07.009

Application Status and Opportunities and Challenges of Wearable Devices in Orthopedic Health Management XU Xiaoman, WANG Ruting, WANG Xuefei, ZHU Fuyao, WU Taoying, Department of Orthopedics and Joint Surgery, Qionghai People's Hospital, Qionghai 571400, China

〔Abstract〕 The paper reviews the application status of wearable devices in orthopedic health management, including disease rehabilitation, symptom monitoring and management, motion monitoring, activity promotion, functional assistance, etc., discusses the opportunities, challenges and countermeasures of wearable devices in the application of orthopedic health management.

〔Keywords〕 wearable devices; orthopedics; health management

1 引言

在医疗领域,可穿戴设备是指在日常生活和临床工作中患者可直接佩戴的便携式电子设备,在相关软件支持下感知、记录、管理并分析佩戴者健康数据,以达到治疗疾病和健康管理的目的^[1]。随着互联网技术不断成熟和个性化健康管理理念日益普及,可穿戴设备在疾病监测、评估干预、居家护理与病后康复等众多领域得到应用^[2]。可穿戴设备能

客观测量并反馈身体活动,有助于提高佩戴者身体活动水平,在多种骨科疾病中应用并取得良好效果^[3]。本文对可穿戴设备在国内外骨科健康管理领域中的应用现状进行综述,分析其面临机遇和挑战,以期提高骨科医护人员对可穿戴设备的认知,促进可穿戴设备在骨科健康管理中的深入融合及临床应用。

2 可穿戴设备在骨科健康管理中的应用现状

2.1 疾病康复

可穿戴设备在骨科疾病康复方面得到较为广泛的关注,提高了患者康复训练灵活性与稳定性。康

〔修回日期〕 2020-12-30

〔作者简介〕 许小嫒,主管护师,发表论文4篇。

凯、耿倩和许宏涛等^[4]，张金陵、荣根祥和唐智等^[5]，亓攀、赵志昕和贾斌等^[6]对比传统康复疗法与新型可穿戴设备对膝关节置换术后患者的康复效果，研究结果显示 3 种新型可穿戴设备均可协助医生制定个性化康复方案，督促患者在系统辅助下完成训练，在训练中实时测量、记录膝关节活动度等康复数据，有助于医生掌握患者康复训练情况，从而有针对性地制定和调整康复训练计划，显著提高患者康复训练效果，值得临床推广应用。Youn ZH、Youn JH 和 Zeni JA 等^[7]设计一款用于监测单侧膝关节置换术后患者惯性步态变量的可穿戴传感器，以判断膝关节置换术后患者康复效果，了解运动模式与康复效果内在联系。Papi E、Belsi A 和 McGregor AH^[8]设计可穿戴设备用于膝骨关节炎患者的治疗和护理，其通过人机交互促进患者康复并加深患者对运动疗法的了解，促使患者坚持运动，有效提高患者主观能动性。

2.2 症状监测与管理

传统医疗主要依靠就诊时患者主诉与症状进行诊断，对病情评估与疗效评价缺乏一定准确性与全面性。随着可穿戴设备的更新换代，便携、无创的可穿戴设备可实时监测和管理患者症状，有效弥补传统医疗模式中的不足。Dekker - van Weering MG、Vollenbroek - Hutten MM 和 Hermens HJ^[9]使用可穿戴监测系统对腰痛患者进行监测，根据系统报告中连续的、与时间相关的个性化反馈指导患者调整其活动方式，增强患者对其自身活动模式的了解，促进患者及时改变不良活动行为，有助于缓解患者腰部疼痛症状。Banos O、Moral - Munoz JA 和 Diaz - Reyes I 等^[10]采用可穿戴惯性传感器跟踪腰痛患者躯干姿势，通过便携式肌电图传感器无缝测量躯干肌肉产生的电活动并实时报告给医生，帮助医护人员管理患者腰痛症状并及时给予干预。Jönsson T、Ekvall Hansson E 和 Thorstensson CA 等^[11]对关节炎患者使用加速度计测量身体活动，随访记录表明随着干预的开展，患者报告的疼痛症状明显减轻。

2.3 运动监测

可穿戴运动监测设备主要由计步器、陀螺仪、

传感器、加速度计等构成，用于采集患者步数、步态、姿势、动作和能量消耗变化，从而了解患者久坐行为、身体活动强度和步数^[12]。Ismailidis P、Nüesch C 和 Kaufmann M 等^[13]使用可穿戴传感器收集重度髋骨关节炎患者和年龄相匹配的健康人步态运动学指标，比较结果显示髋骨关节炎患者行走速度较慢、步幅较短、站立和摆动时运动范围较小。Verlaan L、Bolink SA 和 Van Loarlvoven 等^[14]使用运动监测设备连续 4 天对终末期膝关节炎患者和健康人日常身体活动数据进行检测，结果表明相对于健康人，终末期膝关节炎患者步行次数和步数少、体位变换和坐姿时间长、步行时间短以及节奏慢。Sliepen M、Mauricio E 和 Lipperts M 等^[15]让膝关节炎患者将可穿戴设备佩戴于右大腿外侧，以监测活动和睡眠状态下患者身体活动变化，包括活动类型、次数、时长、速度、久坐行为，结果显示膝关节炎患者大部分清醒时间处于久坐行为状态 (61%)，每天约有 4~5 次处于超过 30 分钟的久坐行为状态，相比骑车和爬楼梯活动，患者更倾向于选择水平行走。可穿戴运动监测设备采集患者身体活动类型、时间、频率、强度等多个维度信息，便携且易于使用，在骨科患者身体运动监测和评估方面极具优势。

2.4 活动促进

骨科患者行动、自理等生活能力在患病后多会有不同程度的受损，可穿戴设备可促进患者尽早开展康复锻炼，提高其身体活动水平。曹安、黄国志和曾庆等^[16]使用穿戴式腰背部训练器，以视频游戏方法促进慢性非特异性下腰痛患者进行治疗性锻炼。Li LC、Feehan LM 和 Xie H 等^[17]进行基于可穿戴设备的膝关节炎患者综合干预，干预持续 12 周，有效提高患者身体活动水平，改善患者疾病预后情况。Katz P、Margaretten M 和 Gregorich S 等^[18]使用可穿戴式计步器对 91 例类风湿关节炎患者进行 21 周随访，结果显示与只接受健康教育的患者相比，使用可穿戴式计步器的患者活动水平明显提高，每周平均步数、疲劳程度和身体机能等都有明显改善，且使用可穿戴式计步器并施以步数目标的患者

活动依从性更高。

2.5 功能辅助

可穿戴设备的辅助功能可帮助骨科患者进行日常活动,预防并发症,促进患者生活自理。Ezzib-deh R、Arora P 和 Amanatuthah DF^[19]将气动外骨骼装置应用于膝关节置换术后患者,该装置提供助力帮助患者完成行走、爬楼等简单动作,可控性与安全性良好,对患者伤口干扰较小,稳定性较强,适合临床推广使用。魏小东、喻洪流和孟青云等^[20]设计一款电机驱动的穿戴式下肢外骨骼机器人,股外和股内侧肌的肌电信号采集结果均显示下肢外骨骼机器人能够为使用者提供行走助力。Lu Z、Chen X 和 Zhang X 等^[21]的设计通过神经传导将脊髓损伤患者所希望完成的动作反馈给外骨骼控制器,从而实现实时意图驱动控制的程序,可辅助患者早期锻炼,避免肌肉废用性萎缩。李向攀、韩建海和郭冰菁等^[22]设计基于柔性气压驱动器的可穿戴式腰部助力机器人,其能够精准为患者提供腰部助力,辅助腰部功能的同时有效降低下腰痛发生风险。

3 可穿戴设备在骨科健康管理中面临的机遇

3.1 国家健康相关政策积极推动可穿戴设备研发与应用

为促进可穿戴设备研发与应用,加速可穿戴设备与医疗健康深度融合,助力中国智能可穿戴设备行业快速发展,中国可穿戴计算产业技术创新战略联盟于 2014 年成立。2015 年中国可穿戴联盟年会上工信部等政府部门共同探讨并发布《中国可穿戴联盟标准》^[23],从国家政府层面建立可穿戴设备行业的标准化体制,以促进可穿戴设备行业规范化发展。2015 年国务院印发的《中国制造 2025》^[24]中明确将发展医疗级可穿戴设备上升为战略要求,强调提高医疗级可穿戴设备创新能力和产业化水平。随后国务院印发的《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》^[25]中强调需加强智能设备、智能可穿戴设备在健康领域中的应用。在国家相关政策推动的时代背景下,可穿戴设备研发被注

入力量与生机,极大促进可穿戴设备在医疗健康领域的应用。

3.2 科学技术发展助力可穿戴设备与骨科健康管理融合应用

3.2.1 大数据与人工智能技术 为可穿戴设备向智能可穿戴设备升级提供有力支撑。持续规范的数据收集与融合,不断发展的大数据算法和人工智能技术,都将推动可穿戴设备在骨科健康管理中不断朝着更为个性化、精准化、智能化的方向发展。借助网络和云端或集成在可穿戴设备上的芯片,可穿戴设备持续监测和收集骨科患者健康管理相关多来源数据,数据分析结果反馈到患者或医护人员端,以实现患者健康监测、风险预警、症状管理、依从性管理等功能。

3.2.2 5G 网络技术 优势主要体现在容量较大、延迟性较低、网络均匀性较好 3 个方面,为人工智能与可穿戴设备的结合提供基础性支持。在 5G 网络支持下使用可穿戴设备将不受时间和地点限制,保障可穿戴设备稳定运行,提升测量精准度和传输效率,使得可穿戴设备不仅能够独立完成骨科患者健康管理相关指标监测和数据分析,还可以与云端互通,提升数据分析精准性和可靠性,为可穿戴设备在骨科健康管理中的多场景应用创造可能。

3.2.3 虚拟现实技术 20 世纪发展起来的一项全新实用技术,融合计算机、电子信息、仿真技术于一体,其基本实现方式是计算机模拟虚拟环境从而给人以环境沉浸感。虚拟现实与可穿戴技术结合应用于骨科患者健康管理,如应用于骨科患者康复锻炼,将增强患者康复过程的可视化程度,使患者在进行康复锻炼时更有沉浸感,增加康复锻炼趣味性,提升骨科患者参与度和依从性。

3.3 创新与包容的社会环境为可穿戴设备在骨科健康管理中的应用发展提供契机

在电子信息技术尚不发达时,技术限制和社会疑虑阻碍了可穿戴设备在骨科健康管理的应用^[26]。当前各类电子信息技术不断成熟,大众对于电子产品和相关技术接受度不断攀升,如运动手环、骨科

康复辅助可穿戴设备等,越来越被大众所了解和接受,创新与包容的人文社会环境成为可穿戴设备在骨科健康管理领域中应用发展的契机,为可穿戴设备更加精准化、智能化、个性化发展提供良好的社会环境。

4 可穿戴设备在骨科健康管理中应用面临的挑战与对策

4.1 可穿戴设备技术有待提升

可穿戴设备在骨科健康管理以及其他健康领域应用中,电池续航力都是限制其发展的重要问题,也是亟待攻克的技术问题。因此以需求推动电池行业的研发动力,研发出尺寸更小且续航性能更强的电池,是保证可穿戴设备美观、轻巧性和功能实用性的基础条件。此外患者对于可穿戴设备的使用体验直接影响其依从性,改善患者使用体验尤为重要。研发中应关注骨科患者真实使用体验,进行以患者为中心的可穿戴设备设计与开发,使患者和相关医护人员参与到开发过程中,同时尽力降低设备成本,以不增添患者经济负担,提升可穿戴设备舒适性、吸引力和临床可推广性。

4.2 智能、精准的可穿戴设备及配套个性化健康管理方案有待完善

可穿戴设备对于骨科患者健康管理的有效性是影响其是否选择可穿戴设备的重要因素之一,目前相关研究还较为表浅。可穿戴设备在骨科健康管理中的有效性取决于智能、精准的可穿戴设备以及与其配套的个性化健康管理方案,二者缺一不可。因此不仅需要关注可穿戴设备的研发,还需组建包含医生、护士、康复专家的多学科团队,基于骨科疾病相关循证证据,为患者构建科学且个性化的健康管理方案,加强对患者的延续性护理和康复指导,提升骨科患者健康管理水平。

4.3 患者数据安全与隐私保护至关重要

可穿戴设备作为新型健康医疗数据载体,患者数据安全与隐私保护尤为重要。在连接互联网状态

下可穿戴设备收集的数据极易被他人获取,存在很大安全隐患。近年来一些可穿戴设备厂家接连出现数据泄露问题,甚至个别可穿戴设备由于侵犯用户隐私而被迫退出市场^[27]。因此应建立可穿戴设备数据收集和使用相关规定,加强对临床医护人员、医学院师生等数据使用者和研究者的培训,强化其数据安全和患者隐私保护意识,在开展相关研究前加强伦理审查工作,以充分尊重骨科患者感受和书面授权,减少数据滥用和泄露风险。此外国家层面建立适用于可穿戴设备行业特征的用户健康数据相关法律法规,从而不断规范数据使用、保护患者隐私、提升患者对可穿戴设备的接受度。

4.4 数据融合应用和数据标准化极具挑战

为实现可穿戴设备在骨科健康管理中的巨大潜能,可穿戴设备必须部署于更广泛的物联网生态系统中,以便与病房或医院内其他设备交互,对来自可穿戴设备和临床各方的数据进行融合与挖掘。然而不同厂商、不同型号可穿戴设备间无法实现互操作,缺少专业数据集成平台,导致数据无法融合使用,碎片化、孤岛化数据难以发挥其科研和临床价值。尽管国家层面在出台相应标准化准则,可穿戴设备采集数据的标准化程度仍不高,数据精度、质量和丰富程度有待提升,数据传输也尚无标准的协议^[28]。因此应加强顶层设计和行业标准建立,在标准化前提下推动可穿戴设备间数据共享,促进产业分工,加强不同领域企业间互通合作,优化资源配置、提升研发效率和质量、形成便于用户统一管理和拓展的生态链,从而实现科研与临床价值最大化。

4.5 培养交叉学科医学人才并组建多学科团队

可穿戴设备与骨科健康管理的深度融合将探索出一种新的人机交互方式,为患者提供个性化健康管理服务。医护人员在这一过程中不仅是健康管理方案的制定者、患者使用可穿戴设备的指导者和监督者,更应是可穿戴设备的研制者。这要求医护人员具备多学科知识,有交叉学科背景的医护人员更能将医学知识与高新信息化技术融合。因此需大力

推动现有医护人员多学科交叉培训与进修,如跨专业的博士后培养或医护人员赴国内外顶尖团队交流和学习,不断提高医护人员专业水平。同时组建多学科团队对推动可穿戴设备在骨科健康管理中的应用十分重要,不同专业方向团队成员分工、协作,持续优化和升级可穿戴设备,提升骨科患者健康管理方案精准性,进而推动可穿戴设备在骨科健康管理中的应用,改善患者体验。

5 结语

可穿戴设备在骨科健康管理中的应用不仅能够促进患者疾病康复,辅助医护人员进行患者症状监测和管理、运动监测、活动促进,还能助力患者恢复肢体功能,减轻医护人员工作负担。在倡导科技创新的时代背景下,可穿戴设备发展迎来政策支持、科学技术助力等机遇,但也面对诸多挑战。因此亟需以医护人员为主的多学科团队协力迎难而上,秉持科学循证态度和人文关怀精神,关注患者体验,借力新兴科学技术,研发更具临床使用价值和改善用户体验的骨科可穿戴设备,推动可穿戴设备与骨科健康管理的进一步融合发展。

参考文献

- 王瑞,吕蓉,梁涛. 可穿戴设备在疾病管理中的应用进展 [J]. 中华护理杂志, 2018, 53 (1): 114 - 116.
- 魏奕星,邓朝华. 可穿戴医疗设备在医疗健康领域的应用综述 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (12): 22 - 25.
- Davergne T, Pallot A, Dechartres A, et al. Use of Wearable Activity Trackers to Improve Physical Activity Behavior in Patients with Rheumatic and Musculoskeletal Diseases: a systematic review and meta - analysis [J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2019, 71 (6): 758 - 767.
- 康凯,耿倩,许宏涛,等. 新型可穿戴设备应用于全膝关节置换术后康复的临床研究 [J]. 中华医学杂志, 2018, 98 (15): 1162 - 1165.
- 张金陵,荣根祥,唐智,等. 智能可穿戴方案应用于全膝关节置换术后康复的前瞻性研究 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6 (3): 153 - 158.
- 亓攀,赵志昕,贾斌,等. 智能可穿戴康复系统在膝关节置换术后康复训练中的应用效果 [J]. 中华解剖与临床杂志, 2019, 24 (6): 560 - 563.
- Youn IH, Youn JH, Zeni JA, et al. Biomechanical Gait Variable Estimation Using Wearable Sensors after Unilateral Total Knee Arthroplasty [J]. Sensors (Basel), 2018, 18 (5): 1577.
- Papi E, Belsi A, McGregor AH. A Knee Monitoring Device and the Preferences of Patients Living with Osteoarthritis: a qualitative study [J]. BMJ Open, 2015, 5 (9): e007980.
- Dekker - van Weering MG, Vollenbroek - Hutten MM, Hermens HJ. A Pilot Study - the Potential Value of an Activity - based Feedback System for Treatment of Individuals with Chronic Lower Back Pain [J]. Disabil Rehabil, 2015, 37 (24): 2250 - 2256.
- Banos O, Moral - Munoz JA, Diaz - Reyes I, et al. mDurance: a novel mobile health system to support trunk endurance assessment [J]. Sensors (Basel), 2015, 15 (6): 13159 - 13183.
- Jönsson T, Ekwall Hansson E, Thorstensson CA, et al. The Effect of Education and Supervised Exercise on Physical Activity, Pain, Quality of Life and Self - efficacy - an Intervention Study with a Reference Group [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19 (1): 198.
- 李秀梅,李亚军,陈姐. 可穿戴运动监测设备在关节炎病人中的应用研究进展 [J]. 护理研究, 2019, 33 (23): 4069 - 4072.
- Ismailidis P, Nüesch C, Kaufmann M, et al. Measuring Gait Kinematics in Patients with Severe Hip Osteoarthritis Using Wearable Sensors [J]. Gait Posture, 2020 (81): 49 - 55.
- Verlaan L, Bolink SA, Van Laarhoven SN, et al. Accelerometer - based Physical Activity Monitoring in Patients with Knee Osteoarthritis: objective and ambulatory assessment of actual physical activity during daily life circumstances [J]. Open Biomed Eng J, 2015 (9): 157 - 163.
- Sliepen M, Mauricio E, Lipperts M, et al. Objective Assessment of Physical Activity and Sedentary Behaviour in Knee Osteoarthritis Patients - beyond Daily Steps and Total Sedentary Time [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19 (1): 64.
- 曹安,黄国志,曾庆,等. 穿戴式腰背部训练器联合推拿治疗慢性非特异性下腰痛 [J]. 康复学报, 2019 (4): 25 - 29.

(下转第 73 页)

体量大、成熟度高的产品作为首选介质来积极推动“互联网+”中医医疗应用,不局限于预约挂号、在线问诊、报告查询等基础功能的实现,更鼓励中医药创新传承应用系统开发,满足便民惠民服务层面需要的同时突出中医药特色属性,可将中医“望闻问切”“理法方药”和适宜技术等与 5G 技术相结合,加强移动中医医疗建设,提供中医药特色诊疗信息资源采集、存储、交换、分类、清洗、汇聚、迭代和发布功能,提高中医药临床信息化水平^[7]。

6 结语

黑龙江省内各级中医医院信息化建设经过近年来的努力呈现良好态势,但与全国平均水平尚存在一定差距。通过本研究调查与分析,发现中医医院信息化建设存在的问题,提出相应策略与建议,为各级中医医院制订信息化发展方案以及有关政府部

门制定相关政策提供参考。

参考文献

- 1 谢言. 国家扶贫开发工作重点县中医医院信息化建设现状调查及影响因素分析 [D]. 湖北: 湖北中医药大学, 2013.
- 2 李林波. 基于智能时代的医院信息化建设 [J]. 电子技术与软件工程, 2019 (16): 215–216.
- 3 刘玉泉. 分析医院信息化建设在医院发展中的作用 [J]. 通讯世界, 2018 (12): 292–293.
- 4 乔慧媛. 医院信息化人才队伍的建设和培养 [J]. 科技资讯, 2017 (36): 129–133.
- 5 祝嫦娥. 医院信息系统使用对医生工作绩效的影响——基于适应性结构化理论视角 [J]. 中国医院管理, 2019, 39 (1): 19–21.
- 6 侯学祥. 医院信息化建设的现状和未来展望 [J]. 网络天地, 2018, 18 (17): 49–50.
- 7 廖志坚. 基于元模型的科技统计综合业务系统应用研究 [J]. 科技管理研究, 2013 (15): 201–205.
- 17 Li LC, Feehan LM, Xie H, et al. Effects of a 12 – Week Multifaceted Wearable – based Program for People with Knee Osteoarthritis; randomized controlled trial [J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2020, 8 (7): e19116.
- 18 Katz P, Margaretten M, Gregorich S, et al. Physical Activity to Reduce Fatigue in Rheumatoid Arthritis; a randomized controlled trial [J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2018, 70 (1): 1–10.
- 19 Ezzibdeh R, Arora P, Amanatullah DF. Utilization of a Pneumatic Exoskeleton after Total Knee Arthroplasty [J]. Arthroplast Today, 2019, 5 (3): 314–315.
- 20 魏小东, 喻洪流, 孟青云, 等. 一种新型穿戴式下肢外骨骼机器人的设计 [J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34 (3): 310–313.
- 21 Lu Z, Chen X, Zhang X, et al. Real – time Control of an Exoskeleton Hand Robot with Myoelectric Pattern Recognition [J]. Int J Neural Syst, 2017, 27 (5): 1750009.
- 22 李向攀, 韩建海, 郭冰菁, 等. 基于柔性气压驱动器的可穿戴式腰部助力机器人研究 [J]. 自动化学报, 2016, 42 (12): 1849–1858.
- 23 中华人民共和国国家互联网信息办公室. 可穿戴计算产业技术创新战略联盟: “穿”起你的智慧生活 [EB/OL]. [2015 – 05 – 27]. http://www.cac.gov.cn/2015-05/27/c_1115424001.htm.
- 24 中华人民共和国国务院. 国务院关于印发《中国制造 2025》的通知 [EB/OL]. [2015 – 05 – 19]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm.
- 25 中华人民共和国国务院办公厅. 国务院办公厅关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见 [EB/OL]. [2016 – 06 – 24]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-06/24/content_5085091.htm.
- 26 范华雨, 曹向阳, 杨鑫. 可穿戴设备在骨科的应用与研究 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2018, 11 (2): 154–156.
- 27 何晓琳, 钱庆, 吴思竹, 等. 健康医疗可穿戴设备数据安全与隐私保护意识实证分析研究 [J]. 医学信息学杂志, 2018, 39 (6): 13–17.
- 28 张泽, 何晓琳, 孙小康, 等. 移动背景下医疗健康可穿戴设备的数据生命周期 [J]. 医学信息学杂志, 2016, 37 (9): 7–12.

(上接第 47 页)