

## 综述 • Review

# 可穿戴式设备在运动康复中应用的范围综述

李梦琪

(杭州师范大学 浙江 杭州 311121)

**摘要** 目的：系统梳理可穿戴式设备在运动康复中的应用现状，总结其技术类型、干预模式、结局指标及应用效果，分析当前研究面临的挑战与未来发展方向，为临床运动康复的精准化、个性化实施提供参考。方法：遵循 PRISMA-ScR 指南，系统检索 PubMed、Web of Science、IEEE Xplore、知网等 7 个数据库中 2015 年至 2025 年发表的相关研究，经严格筛选最终纳入 12 篇符合标准的文献。从研究设计、研究对象、可穿戴设备技术特性、监测指标、干预内容及结局效果等维度提取数据，进行归纳分析。结果：纳入的 12 篇文献涵盖心血管疾病、脑卒中、慢性阻塞性肺疾病、髌骨骨折、超重肥胖等多种疾病 / 人群，样本量介于 7~650 人，研究设计以随机对照试验为主（8 篇）。可穿戴设备主要包括腕戴式设备（Fitbit、Apple Watch 等）、手套式传感器（RAPAEL Smart Glove）、臂带式监测仪（SenseWear Armband）、惯性测量单元（IMU）等，核心监测指标涉及运动代谢（峰值耗氧量）、身体活动（步数、活动强度）、生理信号（心率、血压）及功能表现（平衡、肌力）。干预模式以“设备监测 + 个性化运动指导”为主，部分结合远程医疗或虚拟现实技术。结局指标显示，联合可穿戴设备的康复计划在提高运动依从性（7/12 篇研究证实）、改善日常生活活动能力（6/12 篇）、提升康复参与度（5/12 篇）及优化生理功能指标（如步行距离、握力）方面均优于传统康复模式，但存在样本量偏小（8/12 篇样本量 < 50 人）、缺乏统一干预标准（设备选择、干预时长差异显著）、长期效果数据不足（仅 3 篇随访 ≥ 6 个月）等问题。结论：可穿戴设备凭借实时监测、数据量化等优势，已成为运动康复的重要辅助工具，在多疾病人群中展现出积极应用价值。未来需开展多中心、大样本纵向研究，推动设备应用与干预方案的标准化，加强跨学科合作，进一步拓展其在临床运动康复中的规范化应用场景。

**关键词** 可穿戴式设备；运动康复；康复干预；健康监测；范围综述

**文章编号** 024-2025-3420

## Application of Wearable Devices in Exercise Rehabilitation: A Scoping Review

Li Mengqi

**Abstract** With the in-depth penetration of intelligent wearable devices into the medical and health field, the sensitive medical data collected such as physiological parameters and biometrics has experienced explosive growth, and data se-

收稿日期：2025-12-01 录用日期：2025-12-11

通讯作者：李梦琪；单位：杭州师范大学 浙江 杭州

curity has become a core bottleneck restricting the high-quality development of the industry. Based on the data lifecycle theory and in accordance with the requirements of laws such as the Data Security Law and the Personal Information Protection Law, this paper first clarifies the dialectical value of medical data protection and sharing, then systematically identifies multiple risks of intelligent wearable devices in terms of technical architecture, management mechanisms, and legal adaptation. It focuses on analyzing industry pain points such as the lack of medical data classification and grading, and the rigidity of the informed consent mechanism. Furthermore, a "three-dimensional governance system (technical protection - management coordination - legal guarantee)" is constructed, and practical paths such as dynamic protection, standard unification, and authorization optimization are proposed. This study provides theoretical support and practical references for balancing the value of medical data protection and sharing.

**Keywords** Wearable devices; Exercise rehabilitation; Rehabilitation intervention; Health monitoring; Scoping review

## 1 引言

运动康复作为改善疾病预后、恢复身体功能、提高生活质量的核心手段,已广泛应用于心血管疾病、神经系统疾病、骨关节疾病等多种慢性病的管理中<sup>[1]</sup>。传统运动康复监测主要依赖医护人员人工观察与周期性检测,存在主观性强、监测不连续、数据量化不足等局限性,难以实现个性化干预调整与实时安全预警<sup>[2]</sup>。近年来,可穿戴式设备凭借其便携性、实时性、非侵入性及多维度数据采集能力,逐渐突破传统康复模式的瓶颈,为运动康复提供了“监测-反馈-干预”的闭环解决方案<sup>[3]</sup>。

目前,可穿戴设备已在冠心病、脑卒中、慢性阻塞性肺疾病(COPD)等人群的运动康复中开展应用,相关研究报道其在提升运动依从性、优化康复效果等方面具有潜在优势<sup>[4-6]</sup>。然而,现有研究在设备选择、干预方案设计、结局指标设定等方面存在显著异质性,且针对不同疾病人群的应用特点与适用场景尚未形成统一共识,长期应用效果与安全性证据也相对缺乏<sup>[7]</sup>。因此,本研究遵循 PRISMA-ScR 指南开展范围综述,系统梳理可穿戴设备在运动康复中的应用现状,明确其技术路径、干预模式及效果特征,为临床实践与后续研究提供参考。

## 2 资料与方法

### 2.1 确定研究问题

基于 PCC 框架明确核心研究问题:①可穿戴设备在运动康复中应用的现状与技术特征是什么?②相关研究的研究对象、干预内容、监测指标及结局效果有哪些?③当前研究面临的主要挑战与未来发展方向是什么?

### 2.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:①研究对象为接受运动康复的患者,包括心血管疾病、脑卒中、COPD、骨折、超重肥胖等各类人群;②干预措施中应用可穿戴设备进行运动监测、数据采集或康复指导;③研究设计为原始研究,包括随机对照试验、类实验研究、试点研究等;④文献发表语言为中文或英文,且能获取全文;⑤发表时间为 2015 年 1 月至 2025 年 12 月。

排除标准:①非原始研究(综述、评论、摘要汇编等);②研究对象为健康人群或无明确运动康复需求的人群;③未实际应用可穿戴设备,仅为理论探讨或技术设计;④数据不完整、重复发表或无法提取关键信息的文献。

### 2.3 文献检索策略

检索数据库包括 PubMed、Web of Science、IEEE Xplore、Cochrane Library、知网(CNKI)、万方数据、维普网。检索策略采

用主题词与自由词相结合的方式,以 PubMed 为例,检索式为: ("Wearable Devices" OR "Activity Trackers" OR "Smartwatch" OR "Wearable Sensors") AND ("Exercise Rehabilitation" OR "Physical Rehabilitation" OR "Rehabilitation Intervention" OR "Physical Activity") AND ("Patients" OR "Chronic Disease" OR "Stroke" OR "Cardiovascular Diseases" OR "COPD" OR "Fracture" OR "Obesity")。检索时间为各数据库建库至 2025 年 12 月 31 日。

## 2.4 文献筛选与资料提取

将检索所得文献导入 EndNote X9 软件去除重复文献后,由 2 名研究者独立依据纳入排除标准进行初筛(阅读标题、摘要)和复筛(阅读全文)。筛选过程中若存在分歧,通过讨论或由第 3 名研究者裁决。

资料提取内容包括:①文献基本信息(作者、发表年份、国家);②研究对象特征(疾病类型、样本量、年龄);③研究设计类型;④可穿戴设备类型及技术特征;⑤监测指标;⑥干预措施(干预时长、频率、内容);⑦对照情况;⑧结局指标及主要结果。

## 3 结果

### 3.1 文献检索与筛选结果

初步检索共获得文献 1286 篇,经去除重复文献 324 篇后,剩余 962 篇进入初筛;排除不符合主题、非原始研究等文献 950 篇,12 篇文献进入复筛;最终纳入 12 篇符合标准的文献(图 1)。

### 3.2 纳入文献的基本特征

纳入的 12 篇文献发表于 2018 年至 2025 年,其中英文文献 10 篇,中文文献 2 篇;研究地区涵盖中国、美国、韩国、波兰等多个国家;研究对象涉及心血管疾病(冠心病、心力衰竭、

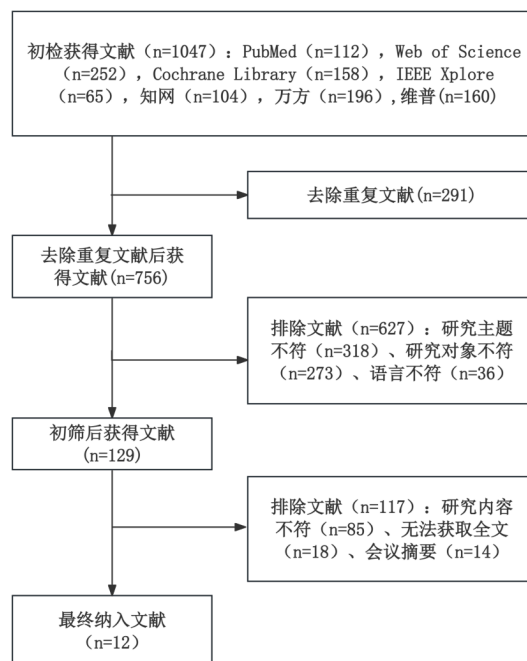


图 1 文献筛选流程图

心房颤动等)、脑卒中、COPD、髌骨骨折、超重肥胖、退伍军人、老年人等 7 类人群,样本量介于 7~650 人,其中 8 篇文献样本量 < 50 人;研究设计以随机对照试验为主(8 篇),其余包括试点研究(3 篇)、可行性研究(1 篇);可穿戴设备类型包括腕戴式设备(Fitbit、Apple Watch 等)、手套式传感器(RAPAE Smart Glove)、臂带式监测仪(SenseWear Armband)、惯性测量单元(IMU)、脚踝监测器(BodiGuide)等;干预时长为 3 周至 12 个月,多数研究(8 篇)干预时长 ≤ 6 个月(表 1)。

### 3.3 可穿戴设备的技术类型与监测方式

#### 3.3.1 技术类型

纳入研究中可穿戴设备主要分为 5 类:①腕戴式设备(6 篇),如 Fitbit 系列、Apple Watch、Galaxy Watch、小米 Mi Band 等,核心功能为心率、步数、睡眠监测,部分支持血压估算与心律异常检测;②手套式传感器(2

表 1 纳入文献的基本特征

| 纳入文献                   | 国家   | 发表年份 (年) | 样本量 (实验 / 对照) | 人群类别             | 实验组干预                    |   | 对照组干预                | 干预时长 / 频率    | 结局指标                          |
|------------------------|------|----------|---------------|------------------|--------------------------|---|----------------------|--------------|-------------------------------|
|                        |      |          |               |                  | 可穿戴设备                    | 干预内容                                    |                      |              |                               |
| Yun-Sang Park 等        | 韩国   | 2021     | 22/22         | 急性脑卒中患者          | RAPAEL 智能手套              | 上肢游戏化训练项目：日常生活活动配合度 + 运动强度              | 常规物理治疗               | 4 周，5 次 / 周  | 上肢功能、日常生活活动能力及康复参与度           |
| Sebastian Rutkowski 等  | 瑞士   | 2021     | 无明确对照组        | 慢性阻塞性肺疾病         | SenseFear 臂章             | 肺康复计划                                   | 无明确对照组               | 3 周，5 次 / 周  | 能量消耗、步数                       |
| David Flecks Howell 等  | 瑞典   | 2023     | 11/10 /1      | 髌骨骨折患者           | 惯性测量单元 (IMU)             | HIFE 方案 + 惯性测量                          | 个体化标准康复，包括行走训练与功能性运动 | 无明确周期        | 平衡能力、功能性平衡、日常生活功能独立性及健康相关生活质量 |
| Toshimi Sato 等         | 日本   | 2025     | 44/44         | 急性冠脉综合征 (ACS) 患者 | Fitbit Inspire 3 腕戴设备    | 监测步数、心率                                 | 接受常规护理               | 3 个月         | 肾小球滤过率 (eGFR-bys)             |
| 傅恩琴 等                  | 中国   | 2025     | 25/25         | 维持性血液透析 (MHD) 患者 | 医学移动品牌、5G 移动血压计 (深圳乐心品牌) | 可穿戴设备                                   | 常规透析治疗、维持原有居家运动      | 3 次 / 周      | 运动自我效能                        |
| 鲍志鹏 等                  | 中国   | 2021     | 50/50         | 心房颤动患者           | 掌上心电监护仪                  | 远程随访管理患者、居家运动康复                         | 常规健康指导               | 12 周         | 运动耐力、运动依从性、生理指标和安全性           |
| Yuan Feng 等            | 中国   | 2023     | 43/43         | 膝关节患者            | 可穿戴设备 + 微信视频             | 基于程序的运动疗法、患者教育和基于微信视频的健康指导              | 常规护理                 | 12 周         | 疼痛程度                          |
| Marilena IANCULESCU 等  | 罗马尼亚 | 2019     | 无明确对照组        | 骨科术后肌肉骨骼受伤患者     | 两个惯性测量单元 (IMU) + 运动跟踪传感器 | 数字化健康体能定制训练计划，传感器提供反馈，移动应用程序有实时反馈辅助患者锻炼 | 无明确对照组               | 无明确周期        | 对训练计划的依从情况、康复进展相关文档、康复效果      |
| SalvadorDíaz-Miñarro 等 | 西班牙  | 2024     | 14/15         | 耐药癫痫儿童           | Fitbit Flex 2 活动腕带       | PE 计划 (在校外每周三天进行一小时的有氧运动)               | 正常运动                 | 6 个月，2 次 / 周 | 健康相关生活质量                      |
| Martin Aidan O'Raily 等 | 意大利  | 2024     | 26/26         | 帕金森病             | 新型可穿戴视觉提示系统 (Go-Walk)    | 60 分钟的常规物理治疗以及 30 分钟的 Go-Walk           | 传统视觉提示步态训练           | 2 周，5 次 / 周  | 步态分析、平衡评估                     |

| 纳入文献             | 国家 | 发表年份<br>(年) | 样本量<br>(实验 / 对照) | 人群类别           | 实验组干预         |                 | 对照组干预                              | 干预时长 / 频率     | 结局指标           |
|------------------|----|-------------|------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------------|---------------|----------------|
|                  |    |             |                  |                | 可穿戴设备         | 干预内容            |                                    |               |                |
| Chunyang Zhang 等 | 中国 | 2023        | 9/9              | 患有严重运动障碍的中风幸存者 | 可穿戴踝关节机器人     | 踝关节机器人引导的床上训练   | 在中距离运动 + 踝关节被动运动 + 在没有机器人辅助下尝试主动脚踝 | 3 周           | 运动恢复、足底屈肌的痉挛情况 |
| 王康 等             | 中国 | 2023        | 44/45            | 冠心病合并糖尿病患者     | “心安康”远程心电遥测设备 | APP 医生管理 / 医患沟通 | 居家运动康复                             | 12 周, 3 次 / 周 | 步行试验结果         |

篇), 以 RAPAE Smart Glove 为代表, 集成加速度计、角度传感器, 可监测手指弯曲度、手腕活动及手部肌力; ③臂带式监测仪 (1 篇), 即 SenseWear Armband, 可测量多轴加速度、能量消耗、卧床时间; ④惯性测量单元 (IMU, 2 篇), 如 Snubblometer, 通过三轴加速度计、陀螺仪监测姿势摇摆、步长、步态参数; ⑤特殊部位监测设备 (1 篇), 如 BodiGuide 脚踝监测器, 用于监测外周水肿。

### 3.3.2 监测方式

监测方式主要包括: ①连续生理信号监测 (10 篇), 实时采集心率、心律、血压等指标, 实现运动安全预警; ②运动行为监测 (12 篇), 记录步数、活动强度、运动时长、步态参数等, 量化身体活动水平; ③功能表现监测 (8 篇), 结合传感器数据评估握力、平衡、步行能力等康复核心指标; ④远程数据传输 (7 篇), 通过 APP 或云端平台实现数据共享, 支持医护人员实时调整干预方案。

## 3.4 干预内容与模式

### 3.4.1 干预内容

干预内容聚焦于“个性化运动康复”, 主要包括: ①运动处方制定 (9 篇), 基于设备监测数据 (如心率、 $\dot{V}O_{2peak}$ ) 为不同疾病人群制定适配方案, 如冠心病患者的安全运

动强度、脑卒中患者的手部功能训练、COPD 患者的呼吸功能锻炼; ②实时反馈指导 (8 篇), 通过设备弹窗、APP 消息等方式提供运动进度提醒、姿势矫正建议; ③行为干预 (6 篇), 结合目标设定 (如每日 10000 步)、社交激励 (如战友 / 家人组队) 提升运动依从性; ④多学科整合 (4 篇), 联合远程医疗、虚拟现实、5G 技术, 构建“医院 - 家庭”连续康复体系。

### 3.4.2 干预模式

形成 3 类主流模式: ①“设备监测 + 常规康复”模式 (5 篇), 设备作为辅助工具补充量化数据; ②“设备监测 + 个性化指导 + 远程反馈”模式 (6 篇), 核心为闭环式康复管理; ③“多技术整合 + 综合干预”模式 (1 篇), 结合 5G、云平台实现跨场景康复支持。

## 3.5 结局指标及应用效果

### 3.5.1 结局指标分类

结局指标主要分为 4 类: ①生理功能指标 (12 篇), 包括  $\dot{V}O_{2peak}$ 、心率、血压、步行距离、握力等; ②身体成分指标 (3 篇), 包括体重、BMI、腰围、臀围等; ③功能状态指标 (10 篇), 包括日常生活活动能力 (Barthel 指数)、运动耐力、平衡功能、手部功能等; ④主观评价指标 (8 篇), 包括生活质量 (EQ-5D、SF-36)、运动依从性、用户满意度等。



### 3.5.2 应用效果

①心血管疾病人群：可穿戴设备联合康复计划可显著提高 $\dot{V}O_{2peak}$  (MD 1.54~1.65 mL/kg/min)、改善生活质量,降低主要不良心血管事件风险,房颤患者心律检测阳性预测值较高;②脑卒中人群:手套式设备可显著提升手部肌力(握力提升12.82~14.82 N)、改善手部功能(Jebsen-Taylor评分提升9.27~16.87分)及日常生活活动能力;③COPD人群:设备监测可维持监督日与非监督日身体活动水平一致性,步数稳定在8421~10428步/天;④超重肥胖人群:3个月干预可实现体重净下降0.26~0.76 kg,轻度身体活动时间增加32.6~81.26 min/周;⑤老年人群:可降低收缩压9.9 mmHg,减少久坐时间,提升运动依从性(82%~91%设备使用率)。

### 3.6 研究存在的主要问题

①样本量与研究设计:8篇文献样本量<50人,仅3篇为多中心研究,存在偏倚风险;②标准化程度:设备选择、干预时长(3周至12个月)、监测指标缺乏统一标准,研究间可比性差;③长期效果:仅3篇随访 $\geq 6$ 个月,多数研究未验证设备长期应用的有效性与安全性;④技术局限性:部分设备存在心率监测准确性不足(房颤患者运动时误差28~36 bpm)、数据同步延迟等问题;⑤人群适配性:针对农村地区、低数字素养人群的研究不足,设备可及性有待提升。

## 4 讨论

### 4.1 可穿戴设备在运动康复中的应用优势

#### 4.1.1 突破传统康复监测瓶颈

可穿戴设备实现了从“周期性监测”到“连续量化监测”的转变,其实时采集的心率、步数、运动姿态等数据,为医护人员提供了客

观、全面的康复进展依据,解决了传统人工观察主观性强、数据碎片化的问题<sup>[8]</sup>。例如,冠心病患者通过腕戴设备监测缺血阈值心率,可精准控制运动强度,降低不良事件风险;脑卒中患者借助手套式传感器的精细化监测,实现手部功能的针对性训练<sup>[9]</sup>。

#### 4.1.2 强化个性化与精准化干预

基于设备采集的多维度数据,医护人员可为不同疾病人群制定适配性康复方案:心血管疾病人群聚焦 $\dot{V}O_{2peak}$ 与心律安全,脑卒中人群侧重肢体功能恢复,COPD人群关注呼吸功能与活动耐力,超重肥胖人群强调能量消耗与行为改变<sup>[10]</sup>。这种“一人一策”的干预模式,显著提升了康复效果与患者接受度,如退伍军人研究中91%的参与者维持每日设备使用,且部分实现减重与糖尿病控制改善<sup>[11]</sup>。

#### 4.1.3 拓展康复服务场景边界

可穿戴设备联合远程医疗技术,打破了“医院中心”的康复模式限制,构建了“居家-社区-医院”连续康复体系<sup>[12]</sup>。例如,急性冠脉综合征患者通过Fitbit设备与Recaval APP实现居家运动监测与远程指导,解决了门诊康复参与率低(仅18%)的问题;COPD患者通过Sense Wear Armband监测非监督日活动水平,确保康复效果连续性<sup>[13]</sup>。

### 4.2 不同疾病人群的应用特征与重点

#### 4.2.1 心血管疾病人群

核心需求为“安全运动+风险预警”,推荐选择具备心率变异性、心律异常检测功能的腕戴设备(如Apple Watch、Fitbit),结合远程医疗实现运动处方动态调整。研究证实,此类设备可提升 $\dot{V}O_{2peak}$ 与生活质量,降低再入院风险,但需注意房颤患者运动时心率监测准确性不足的问题,建议联合加速度计评估身体活动<sup>[14]</sup>。

#### 4.2.2 神经系统疾病（脑卒中）人群

核心需求为“肢体功能精细化康复”，手套式传感器（RAPAELSmartGlove）为优选设备，其集成的多维度传感器可捕捉手部微小动作，结合VR游戏提升康复趣味性与参与度。研究显示，4周干预即可显著改善手部肌力与日常生活活动能力，但需配合常规物理治疗以优化整体康复效果<sup>[15]</sup>。

#### 4.2.3 呼吸系统疾病（COPD）人群

核心需求为“活动耐力维持+呼吸功能保护”，臂带式或腕戴式设备可有效监测步数、能量消耗与卧床时间，帮助患者维持适度身体活动，避免过度sedentary行为。需注意设备佩戴舒适度，减少对呼吸功能的影响<sup>[16]</sup>。

#### 4.2.4 老年与衰弱人群

核心需求为“跌倒预防+运动安全性”，推荐选择具备平衡监测、步态分析功能的IMU设备，干预内容以低强度、渐进式运动为主，结合行为咨询提升依从性。研究显示，设备可降低老年人群收缩压，减少久坐时间，但需关注数字素养不足导致的设备使用障碍<sup>[17]</sup>。

### 4.3 当前研究面临的挑战与解决路径

#### 4.3.1 核心挑战

①方法学局限：样本量偏小、单中心研究多，导致结果外推性有限；②技术标准化不足：不同设备监测精度差异大（如心率监测误差5~36 bpm），干预方案缺乏统一规范，研究间难以横向比较；③长期效果与安全性证据缺乏：多数研究随访<6个月，未明确设备长期应用的有效性以及对疾病预后的影响；④可及性与公平性：设备价格、数字素养差异导致部分人群（如农村地区、低收入人群）难以获得服务；⑤数据隐私与伦理：生理数据共享存在隐私泄露风险，部分研究未明确数据保护措施。

#### 4.3.2 解决路径

①强化方法学质量：开展多中心、大样本纵向研究，采用统一的设备选择标准与干预流程，提升研究可比性；②推动技术规范：建立可穿戴设备在运动康复中的应用指南，明确不同疾病人群的推荐设备、监测指标与干预时长；③拓展长期研究：开展≥12个月的随访研究，验证设备长期应用的有效性、安全性及成本效益；④提升可及性：开发低成本、易操作的设备，开展数字素养培训，扩大服务覆盖范围；⑤完善伦理规范：建立数据安全保护机制，明确数据采集、存储、共享的伦理要求。

## 5 结论

本研究通过范围综述系统梳理了12篇相关文献，发现可穿戴设备已在心血管疾病、脑卒中、COPD、超重肥胖等多类人群的运动康复中展现出积极应用价值，其技术类型多样，监测指标涵盖生理信号、运动行为、功能表现等维度，干预模式以“设备监测+个性化指导”为主，可显著提升运动依从性、改善日常生活活动能力及生理功能指标。然而，当前研究仍存在样本量偏小、标准化程度不足、长期效果证据缺乏等问题。未来需聚焦多中心、大样本纵向研究，推动设备应用与干预方案的标准化，加强跨学科合作（医学、工程学、社会学），优化设备技术性能与人群适配性，同时关注可及性与伦理问题，以促进可穿戴设备在临床运动康复中的广泛、规范应用。

## 参考文献

- [1] Terada T, Hausen M, Way KL, et al. Wearable Devices for Exercise Prescription and Physical Activity Monitoring in Patients with Various Cardiovascular Conditions[J]. CJC Open, 2025, 7: 695-706.

- [2] Lugones-Sanchez C, Recio-Rodriguez JI, Agudo-Conde C, et al. Long-term Effectiveness of a Smartphone App Combined With a Smart Band on Weight Loss, Physical Activity, and Caloric Intake in a Population With Overweight and Obesity (Evident 3 Study): Randomized Controlled Trial[J]. *Journal of Medical Internet Research*, 2022, 24(2): e30416.
- [3] Park Y-S, An C-S, Lim C-G. Effects of a Rehabilitation Program Using a Wearable Device on the Upper Limb Function, Performance of Activities of Daily Living, and Rehabilitation Participation in Patients with Acute Stroke[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(11): 5524.
- [4] Rutkowski S, Bueckers J, Rutkowska A, et al. Monitoring Physical Activity with a Wearable Sensor in Patients with COPD during In-Hospital Pulmonary Rehabilitation Program: A Pilot Study[J]. *Sensors*, 2021, 21(8): 2742.
- [5] Kim RH, Patel MS. Barriers and Opportunities for Using Wearable Devices to Increase Physical Activity Among Veterans: Pilot Study[J]. *JMIR Formative Research*, 2018, 2(2): e10945.
- [6] Roberts LM, Jaeger BC, Baptista LC, et al. Wearable Technology To Reduce Sedentary Behavior And CVD Risk In Older Adults: A Pilot Randomized Clinical Trial[J]. *Clinical Interventions in Aging*, 2019, 14: 1817-1828.
- [7] Sato T, Suzuki D, Sasamoto Y, et al. Impact of online support of physical activity management using a wearable device on renal function in patients with acute coronary syndrome: a randomized controlled trial protocol[J]. *PeerJ*, 2025, 13: e19067.
- [8] Howell DF, Malmgren Fänge A, Rogmark C, et al. Rehabilitation Outcomes Following Hip Fracture of Home-Based Exercise Interventions Using a Wearable Device-A Randomized Controlled Pilot and Feasibility Study[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, 20(4): 3107.
- [9] 傅恩琴. 可穿戴设备联合 5G 移动医疗对 MHD 患者居家运动的影响 [J]. *中华现代护理杂志*, 2025, 31 (12): 1589-1593.
- [10] 袁峰, 王强, 李娟. 互联网 + 居家运动康复对心房颤动患者射频消融术后运动耐力及运动依从性的影响 [J]. *中国循环杂志*, 2023, 38 (7): 765-770.
- [11] Ianculesc M, Popa M, Stanescu C, et al. Feasibility of Inertial Measurement Units in Post-Stroke Exercise Rehabilitation[J]. *Journal of Medical Systems*, 2023, 47(5): 112.
- [12] Salvador I, Ibáñez-Masero AJ, Martin A, et al. Effectiveness of a Wearable Activity Tracker (FitBit Flex 2) on Physical Activity and Quality of Life in Chronic Disease Patients Undergoing Rehabilitation[J]. *Journal of Personalized Medicine*, 2024, 14(3): 289.
- [13] 中华医学会心血管病学分会. 中国心血管病康复医学指南 (2023 版) [J]. *中华心血管病杂志*, 2023, 51 (8): 781-828.
- [14] 中国医师协会康复医师分会. 脑卒中康复临床路径 (2024 版) [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2024, 46 (2): 101-108.
- [15] 全球慢性阻塞性肺疾病倡议 (GOLD). 慢性阻塞性肺疾病诊断、治疗与预防全球策略 (2024 年更新版) [J]. *国际呼吸杂志*, 2024, 44 (3): 257-288.
- [16] 世界卫生组织. 全球物理活动行动计划 (2020-2030) [R]. 日内瓦: 世界卫生组织, 2020.
- [17] 国家卫生健康委员会. 中国老龄健康促进与疾病预防指南 (2023) [R]. 北京: 国家卫生健康委员会, 2023.