

· 综述与专论 ·

远程医疗在冠心病患者心脏康复中应用的范围综述

刘燕¹, 袁艳玲², 令榕¹, 王兰云¹, 孙丽^{1*}

1.730050 甘肃省兰州市, 中国人民解放军联勤保障部队第九四〇医院心血管内科

2.730000 甘肃省兰州市, 甘肃中医药大学护理学院

*通信作者: 孙丽, 主管护师; E-mail: 3761104944@qq.com



扫描二维码
查看原文

【摘要】 **背景** 冠心病是全球范围内严重影响患者生命质量和生存率的常见心血管疾病之一。心脏康复作为冠心病患者康复过程中的关键环节, 对改善患者预后和生活质量具有重要意义。近年来, 随着信息技术的发展, 远程医疗在冠心病患者心脏康复领域逐渐兴起, 并展现出良好的应用前景, 为患者提供了更为便捷的康复支持。然而, 目前不同心脏康复中心在实施心脏康复时的质量存在差异, 这在一定程度上影响了康复效果的稳定性和可及性。**目的** 对远程医疗在冠心病患者心脏康复中的应用进行范围综述, 系统总结现有研究, 为临床医护人员开展冠心病患者远程心脏康复提供参考依据。**方法** 基于 Arksey 和 O'Malley 的范围综述报告框架, 检索 Cochrane Library、PubMed、Web of Science、Embase、EBSCO、中国生物医学文献数据库、中国知网、万方数据知识服务平台、维普网等, 检索时限为建库至 2024-08-20, 对纳入文献进行筛选、汇总并分析。**结果** 共纳入 23 项研究, 来自 10 个国家, 21 篇为随机对照试验, 1 篇为类实验研究, 1 篇为质性研究。远程医疗依托的载体主要包括应用程序、远程监测系统等; 可对冠心病患者进行康复运动训练频度和强度指导、心律监测、健康教育、社会支持; 研究大多关注冠心病相关指标及症状评估及生活质量、自我管理、患者再入院率及死亡率、资源成本、用户体验(满意度和安全性)、焦虑和抑郁、身体活动水平等。**结论** 远程医疗有助于加强冠心病患者心脏康复参与度、提升运动积极性、服药依从性, 改善久坐行为、提高患者生存率和生活质量, 虽然目前我国远程医疗处于快速发展阶段, 但仍面临一些挑战和局限性, 未来需通过人工智能技术优化远程心脏康复平台功能、完善评价体系、加强与社区服务的结合从而全面提升应用效果。

【关键词】 冠心病; 远程医疗; 心脏康复; 范围综述

【中图分类号】 R 541.4 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0699

Scoping Review of Telemedicine Application in Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease Patients

LIU Yan¹, YUAN Yanling², LING Rong¹, WANG Lanyun¹, SUN Li^{1*}

1. Department of Cardiovascular Medicine, 940th Hospital, PLA Joint Logistic Support Force, Lanzhou 730050, China

2. School of Nursing, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

*Corresponding author: SUN Li, Nurse-in-charge; E-mail: 3761104944@qq.com

【Abstract】 **Background** Coronary heart disease, a common cardiovascular disease, severely impacts patients' quality of life and survival rate globally. Cardiac rehabilitation, crucial for post-coronary heart disease recovery, significantly improves patient prognosis and quality of life. In recent years, with the development of information technology, telemedicine has emerged in cardiac rehabilitation for coronary heart disease patients, showing good prospects and providing more convenient rehabilitation support. However, differences in rehabilitation quality among centers affect the stability and accessibility of rehabilitation outcomes. **Objective** This scoping review aims to summarize existing research on telemedicine application in cardiac rehabilitation for coronary heart disease patients, providing a reference for healthcare professionals conducting remote cardiac rehabilitation. **Methods** Based on Arksey and O'Malley's scoping review framework, we searched multiple databases including Cochrane Library, PubMed, Web of Science, Embase, EBSCO, China Biology Medicine disc, China National

基金项目: 联勤保障部队第 940 医院院内项目 (2021 yxky072)

引用本文: 刘燕, 袁艳玲, 令榕, 等. 远程医疗在冠心病患者心脏康复中应用的范围综述 [J]. 中国全科医学, 2025, 28 (36): 4640-4647. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0699. [www.chinagp.net]

LIU Y, YUAN Y L, LING R, et al. Scoping review of telemedicine application in cardiac rehabilitation for coronary heart disease patients [J]. Chinese General Practice, 2025, 28 (36): 4640-4647.

© Editorial Office of Chinese General Practice. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license.

Knowledge Infrastructure, Wanfang Data, and VIP Network from their inception to August 20, 2024. We screened, summarized, and analyzed the included literature. **Results** We included 23 articles from 10 countries: 21 randomized controlled trials, 1 quasi-experimental study, and 1 qualitative study. Telemedicine carriers mainly included apps and remote monitoring systems. Telemedicine could guide rehabilitation exercise frequency and intensity, monitor arrhythmias, provide health education and social support. Most studies focused on coronary heart disease-related indicators, symptom assessment, quality of life, self-management, rehospitalization and mortality rates, resource costs, user experience (satisfaction and safety), anxiety, depression, and physical activity levels. **Conclusion** Telemedicine enhances cardiac rehabilitation participation, exercise motivation, and medication adherence in coronary heart disease patients, improves sedentary behavior, and increases survival rate and quality of life. Although China's telemedicine is rapidly developing, it still faces challenges. Future improvements should involve optimizing remote cardiac rehabilitation platforms with AI technology, refining evaluation systems, and strengthening community service integration to enhance application effectiveness.

【Key words】 Coronary Disease; Telemedicine; Cardiac rehabilitation; Scope review

心血管疾病 (cardiovascular diseases, CVD) 是全球范围内导致人类死亡和残疾的主要原因之一。在中国 CVD 的死亡率同样占据首位, 占所有疾病死亡原因的 40% 以上, 其中冠心病 (coronary heart disease, CHD) 的患者数量高达 1 139 万^[1], 随着社会经济发展、城镇化进程及人口老龄化的加速, CHD 年增长率达到 20%, 预计未来几十年仍将持续升高。因此, CHD 已经成为一个重大的公共健康问题, 其预防和管理亟须加强^[2]。

在 CHD 防治管理过程中, 心脏康复 (cardiac rehabilitation, CR) 被认为是关键。CR 是以医学整体评估为基础, 提供连续护理, 通过五大核心处方的综合模型干预危险因素来改善二级预防效果^[3], 已被证明可以提高患者运动耐量和生活质量, 降低 CHD 患者的病死率^[4]。尽管多部指南将 CHD 患者实施 CR 作为 I A 级推荐, 但传统依托中心的 CR 受交通和工作等诸多因素影响, 参与率及依从性均相对较低^[5], 尤其 COVID-19 致使患者获得 CR 的机会进一步减少^[6]。随着信息化社会的不断发展, 以远程医疗为基础的远程 CR 模式兴起, 远程医疗利用信息通信技术 (电话、应用程序、专业网站等) 和远程监测系统弥补了低收入和中等收入国家及偏远地区 CR 服务资源稀缺的不足, 也有越来越多的证据支持, 远程 CR 作为传统中心方案的替代或辅助手段, 优势明显^[7-8]。但目前国内外对远程医疗在 CHD 患者 CR 中的应用形式、管理内容、效果评价指标等尚缺乏系统性的整理与综合评价。相较于传统综述, 范围综述展现出更为全面的优势, 尤其擅长捕捉特定研究领域的最新进展。对于远程医疗在 CHD 患者 CR 应用这种相对较新且研究分散的领域而言, 范围综述不仅能够有效整合现有的研究成果, 还能识别研究空白和未来可能的发展趋势, 更贴合本研究对该领域进行系统梳理的需求^[9]。因此, 本研究基于 Arksey 和 O'Malley 的范围综述报告框架, 对国内外相关文献进行

归纳分析, 系统评价远程医疗在 CHD 患者 CR 依托载体的应用形式、管理内容及评价指标, 以期为今后开展 CHD 远程 CR 提供全面的参考, 推动该领域知识体系更新, 为后续研究指明方向。

1 资料与方法

1.1 明确研究问题

研究者通过前期查阅文献确定审查问题: (1) 远程医疗在 CHD 患者 CR 中应用的具体形式有哪些? (2) 远程医疗在 CHD 患者 CR 中应用的具体内容? (3) 远程医疗在 CHD 患者 CR 中的应用效果如何?

1.2 文献纳入与排除标准

根据 PCC 原则确定纳入标准: (1) 研究对象 (participants, P) 为 CHD 患者; (2) 概念 (concept, C) 为涉及为 CHD 患者 CR 提供基于互联网进行远程监测的各种形式的 CR 管理; (3) 情景 (context, C) 为居家 CR; (4) 研究设计包括随机对照试验、类实验研究、质性研究等干预性研究; (5) 语言为中文或英文。排除标准: (1) 研究主题为单纯远程医疗系统开发或软件可用性测试等; (2) 无法获取全文的文献。

1.3 检索策略

检索 Cochrane Library、PubMed、Web of Science、Embase、EBSCO、中国生物医学文献数据库、中国知网、万方数据知识服务平台、维普网等。检索范围为标题、关键词等常用字段, 筛选关于远程医疗在 CHD 患者 CR 中的应用研究, 检索时限为建库至 2024-08-20。以 PubMed 为例, 检索式如下: (“Coronary Disease” [MeSH] OR “Coronary Diseases” [Ti/Ab] OR “Coronary Heart Disease” [Ti/Ab]) OR (“Coronary Heart Diseases” [Ti/Ab]) AND (“Virtual Medicine” [MeSH] OR “Mobile Health” [Ti/Ab] OR “mHealth” [Ti/Ab] OR “Telehealth” [Ti/Ab] OR “eHealth” [Ti/Ab] OR “Telemedicine” [Ti/Ab])

Ab] AND (“Cardiac Rehabilitations” [MeSH] OR “Cardiovascular Rehabilitation” [Ti/Ab] OR “Cardiovascular Rehabilitations” [Ti/Ab])。以中国知网为例，中文检索词为“冠心病”“冠状动脉粥样硬化性心脏病”“冠状动脉疾病”“远程监测”“远程”“移动”“可穿戴”“电子健康”“网站”“智能”“APP”“康复”。

1.4 文献筛选和资料提取

导入 EndNote 去除重复文献，由 2 名经过培训的研究者独立阅读标题和摘要对文章进行初筛，对初筛后文献阅读全文后再次筛选，如遇到分歧，进行讨论或咨询第三方。对纳入的文献进行信息提取，提取内容包括作者、发表（更新）年份、国家、研究类型、研究对象、远程医疗的应用形式、远程医疗在 CHD 患者 CR 中的管理内容、结局指标等，并进行汇总。

2 结果

2.1 文献筛选结果

初步检索共获得文献 857 篇，剔除重复文献后剩余 663 篇，阅读题目、摘要初筛后剔除 578 篇。对剩余 85 篇研究进行全文阅读，剔除文献 62 篇，其中无法获取全文 16 篇，最终纳入 23 项研究^[10-32]，详见图 1。

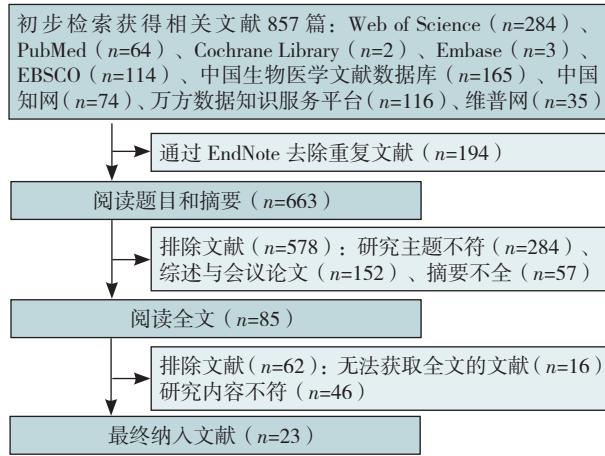


图 1 文献筛选流程示意图

Figure 1 Literature screening process diagram

2.2 纳入文献的基本信息

纳入的 23 项研究中包括中文 3 篇^[10-12]、英文 20 篇^[13-32]；发表国家共 10 个，包括中国 7 篇^[10-12, 18-19, 23, 30]、美国 2 篇^[13, 32]、西班牙 2 篇^[14, 21]、捷克共和国 3 篇^[15, 27-28]、荷兰 2 篇^[16, 20]、英国 1 篇^[10-12]、希腊 1 篇^[22]、以色列 1 篇^[24]、比利时 2 篇^[25-26]、新西兰 2 篇^[29, 31]；从文献类型来看，21 篇为随机对照试验^[10-14, 16-29, 31-32]，1 篇为类实验研究^[15]，1 篇为质性研究^[30]，见表 2。

2.3 远程医疗在 CHD 患者 CR 中的应用形式

2.3.1 应用程序: 在纳入的 23 项研究中，有 6 项研究^[10-11, 17-18, 21, 30]涉及使用智能手机应用程序（application, APP）进行 CHD 患者的 CR，包括单独使用 APP 以及 APP 与其他方法相结合两种模式，其中后者应用较多。LAO 等^[30]研究的 APP 包含了教育、带有推送通知的健康数据输入、健康状况跟踪以及交互式通信四大功能，为 CR 患者提供教育支持、健康数据反馈以及短信通信激励等服务。尤炎丽等^[10]研究则是通过心率带、肌氧监测可穿戴设备以及手机 APP 组成了 Smart 心率肌氧监测网。心率带和肌氧监测设备收集的数据通过蓝牙传递至手机 APP 中，不仅显示运动靶心率，同时可以对运动中的心率和肌氧饱和度（SmO₂）实时监测，从而监测实际心率与靶心率之间的差异以及患者的情况，协助医护人员适时调整运动强度。另外，有 5 项研究^[16, 22, 25, 27-28]是利用 APP 结合佩戴运动传感器、加速度计、计步器等可穿戴设备，实时监测病人的生命体征及运动情况，判断病人的运动有效性及安全性。

2.3.2 远程监测系统: 8 项研究^[12-14, 19-20, 24, 26, 31]指出，通过远程心电监测系统，可以不受时间或地域的限制对 CHD 患者 CR 实时监测，使医护人员为患者提供有效的干预与指导，并能及时发现患者运动过程中的风险，调整康复方案，减少不良心血管事件的发生。姜衡等^[12]所采用的 TE-8000Y3 型无线网络生理参数监测仪，是利用便携式监护终端对患者实施连续的实时监测，并将采集到的监测数据通过移动通信网络传输至服务器，服务器随后将检测到的异常数据发送至医护人员的手机，进而为患者提供指导。DALLI 等^[14]开发的 Cardioplan 心脏远程康复系统不仅包含了健康管理软件来记录患者的一般状况、生命体征以及服药情况，为患者提供饮食建议，而且其锻炼模块还能为患者提供热身和伸展运动视频、虚拟课堂，同时还能追踪并记录每次锻炼的详细情况。

2.3.3 专业网站: 2 项研究^[15, 23]通过专业网站监测对 CHD 远程 CR 进行管理。BATALIK 等^[15]开发的专业网络平台，集成了 Polar M430 心率监测器和与网络平台兼容的 H10 胸部传感器，可实时监测患者的心率、为患者建立电子健康档案、保障数据的安全性。该专业网络平台方便康复师通过训练日记查看历史数据记录，比较训练值，准确制订康复计划，此外，网站仅允许康复师与患者登录，有效保护了患者隐私。DUAN 等^[23]通过利用专业网站针对 CHD 患者在 CR 过程中的生活方式及身体活动进行了细致的监测，并为患者量身定制干预计划，促使患者在康复过程中保持健康的生活方式。

2.3.4 其他: 2 项研究^[29, 32]通过短信服务和虚拟世界技术用于 CHD 患者 CR 计划的制订和管理。PFAEFFLI 等^[29]借助短信服务和支持网站，通过每日自动向患者

表1 纳入文献的基本信息
Table 1 Basic information of the included literature

第一作者	发表时间(年)	国家	研究类型	样本量(例)	应用形式	管理内容	评价指标
尤炎丽 ^[10]	2020	中国	随机对照试验	54	①	①②③④	①③⑧
李利侠 ^[11]	2022	中国	随机对照试验	90	①	①②③④	①②③⑥
姜衡 ^[12]	2022	中国	随机对照试验	300	②	①②④	①②④
O'SHEA ^[13]	2020	美国	随机对照试验	120	②	①③④	③⑥
DALLI ^[14]	2022	西班牙	随机对照试验	67	②	①②③④	①②③⑥
BATALIK ^[15]	2021	捷克共和国	类实验研究	19	③	①②③④	①③④⑥
BROUWERS ^[16]	2021	荷兰	随机对照试验	300	①	①②③④	②③⑤
DENTON ^[17]	2023	英国	随机对照试验	30	①	①②③④	①②③⑥
XU ^[18]	2020	中国	随机对照试验	70	①	①②③④	①②③
SONG ^[19]	2020	中国	随机对照试验	96	②	①②③④	①③
BROUWERS ^[20]	2017	荷兰	随机对照试验	300	②	①②③④	①②⑤⑥⑦⑧
CRUZ-COB ^[21]	2024	西班牙	随机对照试验	300	①	①②③④	①②③⑥⑦⑧
ANTONIOU ^[22]	2022	希腊	随机对照试验	124	①	①②③④	①②③⑤⑦⑧
DUAN ^[23]	2018	中国	随机对照试验	114	③	①③④	①②③⑦
NABUTOVSKY ^[24]	2020	以色列	随机对照试验	22	②	①②③④	①③④⑤⑥⑧
AVILA ^[25]	2020	比利时	随机对照试验	90	①	①②③④	①②③⑥⑧
AVILA ^[26]	2018	比利时	随机对照试验	90	②	①②③④	①③④⑥⑧
BATALIK ^[27]	2021	捷克共和国	随机对照试验	56	①	①②③④	①③⑥⑧
BATALIK ^[28]	2021	捷克共和国	随机对照试验	44	①	①②③④	①②③④⑥⑧
PFAEFFLI ^[29]	2015	新西兰	随机对照试验	123	④	③④	①③⑦⑧
LAO ^[30]	2022	中国	质性研究	10	①	①③④	③⑥⑦⑧
MADDISON ^[31]	2014	新西兰	随机对照试验	162	②	①②③④	①②③④⑤⑥⑦⑧
BREWER ^[32]	2015	美国	随机对照试验	10	④	③④	①②③④⑥⑧

注: 应用形式①应用程序, ②远程监测系统, ③专业网站, ④其他; 管理内容①康复训练频度和强度指导, ②心律监测, ③健康教育, ④社会支持, 评价指标①冠心病相关指标及症状评估, ②生活质量, ③自我管理, ④患者再入院率及死亡率, ⑤资源成本, ⑥用户体验(满意度、安全性), ⑦焦虑和抑郁, ⑧身体活动水平。

发送定制化健康计划短信为患者 CR 提供指导, 有效激励患者提高自我效能感, 从而降低血压和再住院次数。有研究利用虚拟现实技术平台为 CHD 患者实施 CR, 每周举办聚焦于心血管健康相关主题的会议, 并邀请专业的营养师和运动生理学家, 通过现场“专家咨询”群聊的形式, 为患者提供关于饮食与运动的深入指导^[32]。另外, 患者将有机会亲身参与多种虚拟活动, 内容涵盖健康食品的选择与份量控制、CHD 危险因素解析、药物治疗、行为管理策略以及运动方案制订等。但利用短信形式进行交流可能存在缺乏反馈、信息超载等弊端, 难以达到预期干预效果。

2.4 远程医疗在 CHD 患者 CR 管理中应用的具体内容

2.4.1 康复训练频度和强度指导: CR 被认为是 CHD 管理的关键, 利于改善心功能, 提高健康相关体适能。然而运动是其重要组成部分, 并且是国际指南中 I 类 A 级推荐^[19, 24]。许多研究者针对不同的 CR 运动方式进行研究, 从最初的持续单一强度的训练到后来的间歇有氧训练, CR 运动模式现在已经发展为以个体化运动处方为核心的管理模式, 尽管模式发生了转变, 康复过

程中仍存在较多的风险因素, 有效监管尤为重要。

纳入的 23 项研究中 20 项研究^[10-12, 14-15, 17-29, 31-32]表明, 远程医疗可实现 CR 运动的强度、方式、频率及时间指导。尤炎丽等^[10]利用 APP 和可穿戴设备, 实时监测患者运动过程中的心率及肌氧曲线图的动态变化, 基于这些数据评估患者的运动能力, 并设定合理的靶心率范围, 利用靶心率所对应的步行速度, 制订和调整患者的运动强度, 确保运动方案的安全性与有效性, 同时还可以在 APP 设定运动达标标准。SONG 等^[19]确认远程监测能有效提升 CHD 患者的运动耐量, 并且其康复效果与传统中心康复方法相当, 甚至更好。

2.4.2 心律监测: 18 项研究^[10-12, 14-22, 24-28, 31]提到远程医疗能突破时间或地域限制进行实时心律监测, 对心律失常、心肌缺血等心血管事件及时预警。姜衡等^[12]证实通过远程心电监测对患者整个康复训练过程进行实时监测, 可及时发现室性及室上性期前收缩、室上性/室性心动过速、心房颤动及扑动、房性心动过速、窦性心动过速、心室颤动等心律失常, 能够有效地提高心律不齐的检出率。ANTONIOU 等^[22]通过远程实时查看患者

的心率、当前运动状态，使患者在规定的心率区间内进行锻炼，确保安全。

2.4.3 健康教育：CHD 患者的不良事件归因于不健康的行为，而饮食、身体活动以及戒烟，是提升 CHD 患者健康行为的主要因素，因此，借助应用程序、网站、微信、短信等工具以文字、图文、视频的形式向 CHD 患者推送疾病相关知识及饮食、运动、用药、体质量、生活方式管理等内容，提高患者健康行为认知是健康教育的关键。李利侠等^[11]通过每周对患者进行 1 次电话随访及家庭访问，记录并及时解答患者的疑问，进行情绪疏导。BREWER 等^[32]采用虚拟现实技术，运用交互式 3D 空间使患者身临其境，同时可与参与者进行讨论交流，促进患者健康生活方式改变，提高患者自我管理效能。

2.4.4 社会支持：社会支持被认为是决定心理应激和健康的重要因素之一，随着 CHD 患者认知水平的提升，患者与周围群体关系密切、沟通顺畅，能够激发其内在动机，从而最终提高 CR 依从性。纳入的文献均为 CHD 患者提供社会支持，包括来自医护人员、亲属以及家庭的支持。DUAN 等^[23]认为健康行为改变过程有两个不同的阶段，然而，第一个阶段激励阶段就主要依赖社会支持，通过护士每周电话、短信联系提醒患者及电话充值奖励等方式，提高 CR 参与度。

2.5 远程医疗在 CHD 患者 CR 中的应用结局指标及效果

2.5.1 疾病相关指标及症状评估：20 项研究^[10-12, 14-15, 17-29, 31-32]纳入关于远程医疗在 CHD 患者 CR 过程中的效果评价，这些指标涉及了 CHD 相关的多项关键指标及症状，具体包括心功能评估、心律失常及心肌缺血的检出率、体重的变化情况、血压、糖尿病及高脂血症的控制效果，以及胸闷、气促等典型症状的改善情况。SONG 等^[19]将运动耐力和运动习惯改善纳入了指标评价，通过对患者进行 6 个月的干预随访，发现干预组的运动耐力明显提高，远程监测组有运动习惯的患者比例为 93.8%，高于常规随访组。

2.5.2 生活质量：14 项研究^[11-12, 14, 16-18, 20-23, 25, 28, 31-32]关注远程医疗在 CHD 患者 CR 中对生活质量的影响，其中李利侠等^[11]采用中国心血管病人生活质量评定问卷 (CQQC) 评分评价生活质量，结果表明，远程监测不仅能及时评估患者病情变化，而且能显著改善患者生活质量。

2.5.3 自我管理：21 项研究^[10-11, 13-19, 21-32]将自我管理作为其中一项评价指标纳入，通过随访调查问卷、自我管理行为量表 (GS-MS)、国际身体活动问卷 (IPAQ)、地中海饮食预防问卷 (PREDIMED) 等工具^[14-15, 19, 24]进行评估。其中，10 项研究^[10-12, 20-23, 29-31]通过患者身体活动水平或博格 (Borg) 量表评分，评价发现明显

改善 CHD 患者的运动能力并增加耗氧量，同时有助于减轻体质量及减少内脏脂肪。7 项研究^[20-23, 29-31]提及采用焦虑抑郁量表 (HADS) 评估患者焦虑抑郁水平，结果表明，远程医疗组即使有心理压力，通过康复师的教育管理可以积极改善，因此，远程医疗对 CHD 行为改变和自信水平有积极的影响，并有助于患者更早地回归社会。纳入的 21 项研究研究均表明远程医疗可提高 CHD 患者运动或服药依存性，进而提升自我管理效能。

2.5.4 患者再入院率及死亡率：7 项研究^[13, 15, 24, 26, 28, 31-32]揭示，远程监测下的 CR 可以克服以中心为基础的 CR 所面临的参与障碍，并且能明显降低 CHD 患者的死亡率、再住院率。BATALIK 等^[15]对康复者实施 200 m 快走测试和自觉用力率 (RPE) 评估，结果显示改善了患者的心肺功能，同时在研究中指出，心肺健康是预测心血管死亡率、并发症发生率和再住院的独立因素之一，进而验证了这一观点。

2.5.5 资源成本：5 项研究^[16, 20, 22, 24, 31]将资源成本纳入了评价指标，其中 BROUWERS 等^[16]在研究中全面探讨了远程 CR 与基于中心的 CR 在 CHD 患者中的成本效益。该研究将 300 例患者分为两组，其中 153 例患者被纳入远程干预组，另外 147 例患者纳入中心对照组。通过对比康复期间的生活质量以及平均心脏保健和社会成本，进行了基本案例分析。最终表明，相较于基于中心的 CR，远程 CR 在成本效益方面表现更为优越。

2.5.6 用户体验：15 项研究^[11, 13-15, 17, 20-21, 24-28, 30-32]评价了远程医疗在 CHD 患者 CR 过程中的满意度和安全性。其中，10 项研究^[11, 14-15, 17, 20, 24-28]对远程监测下的 CR 方案及远程康复替代中心的康复模式表现出较高的满意度，5 项研究^[13, 21, 30-32]评价了应用程序的可用性。有研究者采用疾病家庭负担量表 (FBS) 对远程康复组与中心康复组的患者进行了对比分析，结果显示，远程康复组的 FBS 评分普遍较低，且患者满意度更高^[11]。

3 讨论

3.1 多样化载体在 CHD 患者 CR 过程中远程医疗应用的探索

互联网技术的飞速发展与医疗行业的融合，促进了远程医疗的诞生，并逐步在慢性疾病管理中得到推广应用。远程医疗为 CHD 患者的 CR 提供了支持，提高了患者的依从性。早期通过电子邮件、短信以及微信等通讯方式对患者进行疾病管理的提醒^[29]。随着数字健康技术的不断进步和发展，APP、远程监测系统以及虚拟现实技术等远程医疗手段在预测健康风险和制订个性化的 CR 计划方面，展现出优势。然而，在探索多样化载体在 CHD 患者 CR 应用的研究中，因患者群体特征、研究设计的不同及各国、各地区技术发展水平存在差异。

4项研究^[13-14, 21, 27]指出女性在参与CR计划时展现出较低的参与度和依从性，10项研究^[17-18, 21-23, 26-28, 30-31]强调纳入研究的患者会使用智能手机和互联网，但老年患者群体可能面临智能手机及互联网平台操作不熟练的挑战，从而影响远程医疗载体在老年人群中的广泛推广与实际应用效果^[13, 19]。23项研究^[10-32]中远程CR均在经济比较发达地区，对于偏远、资源匮乏地区的推广及普及并未提及。我国CR起步相对较晚，加之各地区经济和技术发展不平衡，远程CR计划仍处于优化阶段。因此，理解并应对由患者特征和文化背景所带来的差异，和为医疗资源匮乏地区患者提供便捷的咨询和监测服务，对于优化远程医疗服务的可及性和有效性至关重要。

另外，样本量、随访时间和评估指标的不同可能是导致研究结果差异的主要原因之一^[18, 24, 31]。因此，为了更全面地评估远程医疗载体的应用效果，未来开展多中心、大样本的临床研究迫在眉睫。

3.2 远程医疗在CHD患者CR管理中应具有安全性、普适性和个体性

CR是当前治疗CHD患者的重要措施，多项研究^[10-32]结果均表明，远程CR能突破时间与空间限制，不仅使患者通过专业网站、微信、图文等健康教育形式提高运动及健康行为管理知识、调节运动恐惧泛化、促进恐惧消退，有效达到运动处方的要求^[33]，而且还能对其服药、饮食等方面进行追踪进而提高CR的效能管理。目前，老年患者作为CR的主要群体，且研究揭示“互联网+”背景下的CR对于独居老人、空巢老人存在局限性。因此，在以后研发中，需更注重设备功能和操作设计上的便捷性，以便提高老年患者的接受度^[34]。同时，建议医护人员采用目标对象访谈方式了解患者的需求、期望，制订CR方案初稿，组建多学科团队综合评估患者能力，进一步探讨并建立个性化CR方案。

纳入的13项研究^[10-15, 19, 24, 26-29, 32]指出，远程监测下的CR对于中低风险的CHD患者，在康复过程中无严重不良事件发生，与基于中心的CR在有效性和康复效果上具有相当的优势。8项研究^[12, 14-15, 17, 20-22, 28]强调了系统的安全性，指出其网页采用了密码保护机制，能确保所有访问均受密码保护，从而有效保障患者数据的机密性和隐私安全。可见，远程康复在安全性方面的可靠性。然而，在高风险患者中的安全性研究目前相对较少。因此，未来研究仍需加强对高风险患者在远程监测下的康复效果及安全性评价。

3.3 远程医疗在CHD患者CR中具有明确效果，但仍需完善其评价指标

远程医疗在CHD患者CR中提高心功能、生活质量，

改善运动耐力，有效降低再住院率、死亡率及心血管危险因素及并发症的发生中，表现出良好的应用效果。另外，多项研究^[11, 13-15, 17, 20-21, 24-28, 30-32]将患者体验感和满意度作为评价指标，进一步拓宽了远程医疗在CR中的有效性范围。5项研究^[16, 20, 22, 24, 31]聚焦于远程CR与基于中心的CR在成本效益方面的对比分析。其中，1项研究^[16]从参与者的干预成本、远程CR与基于中心的CR期间每位患者的平均医疗保健成本以及社会成本进行了探讨，结果显示并无明显差异。然而，在通勤成本这一关键领域，相较于基于中心的CR，远程CR在成本效益方面呈现出优越性，并为远程医疗在CHD患者CR中的广泛应用提供了有力的经济支持。1项研究^[18]将广泛性焦虑症量表（GAD-7）纳入评价指标，用于评估患者的心理健康状况，并指出远程医疗不仅有助于优化CHD患者的生理指标，还可能通过缓解焦虑等心理问题，间接促进患者对康复计划的积极参与和长期坚持。

虽然远程医疗在CHD患者CR治疗中取得了长足发展，但现有研究证据仍存在局限，如长期效果评估不足、评价工具的文化差异、自我管理的长期维持等，严重制约了远程医疗在基层和社区的普遍推广。未来研究应重点关注患者康复过程中的持续性和数据收集的准确性，更客观地评估远程医疗在CHD患者CR中的效果和应用潜力。

4 小结

本研究对远程医疗在CHD患者CR中应用的研究进行归纳分析，系统总结了其依托载体的应用形式、管理内容及评价指标等。结果显示，远程医疗依托的载体形式多样化，管理内容全面，评价指标较丰富，总体来说远程医疗在CHD患者CR过程中改善运动、服药依存性、久坐行为、提高患者生存率和生活质量方面显示出良好的结果。然而，在女性、老年患者知信行水平和电子健康素养以及高风险CHD患者CR方面有待提升^[35]。伴随人工智能（artificial intelligence, AI）技术的日趋成熟^[36]，未来将AI与远程监测系统深度融合，通过优化远程CR平台功能、完善评价体系，降低康复风险，促进其嵌入患者生活，可实现长期康复效果的可持续化。

作者贡献：刘燕负责本文构思与设计、研究资料的收集与整理、论文撰写；孙丽负责本文构思、质量控制及审核，对文章整体负责；袁艳玲负责本文资料的收集与整理；令榕负责图、表的绘制；王兰云负责本文内容和格式的修订。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 刘明波, 何新叶, 杨晓红, 等.《中国心血管健康与疾病报告2023》要点解读[J].中国全科医学, 2025, 28(1): 20-38.
- [2] 张松江, 李龙洋, 高剑峰.冠心病患者高强度间歇训练康复的研究进展[J].中国老年学杂志, 2024, 44(9): 2289-2295.
- [3] 郭卫婷, 刘建萍, 张晓雪, 等.远程心脏康复有效性及依从性的系统评价再评价[J].中华护理杂志, 2023, 58(4): 426-433. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2023.04.006.
- [4] 程晋芳, 薛君, 由迪慧, 等.心脏康复在不同心血管疾病中应用的进展[J].中华老年心脑血管病杂志, 2024, 26(2): 229-231. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2024.02.027
- [5] DENTON F, WADDELL A, KITE C, et al. Remote maintenance cardiac rehabilitation (MAINTAIN): a protocol for a randomised feasibility study [J]. Digit Health, 2023, 9: 20552076231152176. DOI: 10.1177/20552076231152176.
- [6] RAMACHANDRAN H J, JIANG Y, TAM W W S, et al. Effectiveness of home-based cardiac telerehabilitation as an alternative to Phase 2 cardiac rehabilitation of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis [J]. Eur J Prev Cardiol, 2022, 29(7): 1017-1043. DOI: 10.1093/europ/jwab106.
- [7] TAYLOR R S, DALAL H M, MCDONAGH S T J. The role of cardiac rehabilitation in improving cardiovascular outcomes [J]. Nat Rev Cardiol, 2022, 19(3): 180-194. DOI: 10.1038/s41569-021-00611-7.
- [8] MACKINNON G E, BRITTAINE E L. Mobile health technologies in cardiopulmonary disease [J]. Chest, 2020, 157(3): 654-664. DOI: 10.1016/j.chest.2019.10.015.
- [9] 巩璐, 王艳红, 牟成华, 等.延迟折扣对糖尿病患者自我管理行为影响的范围综述[J].护理学杂志, 2025, 40(3): 109-113.
- [10] 尤炎丽, 赵杰刚, 张弓, 等.基于可穿戴设备监测的经皮冠状动脉介入治疗术后患者心脏康复运动指导模式的效果评价[J].中国康复医学杂志, 2020, 35(4): 453-458. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2020.04.012.
- [11] 李利侠, 刘成玲, 李红影.家庭远程康复平台对冠心病PCI术后患者的康复效果及运动耐力、生活质量的影响[J].中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(11): 1383-1385, 1390. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2022.11.22.
- [12] 姜衡, 于曼丽, 李彬, 等.远程心电监测在冠心病合并慢性心力衰竭患者心脏康复中的应用价值[J].心血管康复医学杂志, 2022, 31(6): 723-728. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2022.06.14.
- [13] O'SHEA O, WOODS C, MCDERMOTT L, et al. A qualitative exploration of cardiovascular disease patients' views and experiences with an eHealth cardiac rehabilitation intervention: The PATHway Project [J]. PLoS One, 2020, 15(7): e0235274. DOI: 10.1371/journal.pone.0235274.
- [14] DALLI PEYDRÓ E, SANZ SEVILLA N, TUZÓN SEGARRA M T, et al. A randomized controlled clinical trial of cardiac telerehabilitation with a prolonged mobile care monitoring strategy after an acute coronary syndrome [J]. Clin Cardiol, 2022, 45(1): 31-41. DOI: 10.1002/clc.23757.
- [15] BATALIK L, KONECNY V, DOSBABA F, et al. Cardiac rehabilitation based on the walking test and telerehabilitation improved cardiorespiratory fitness in people diagnosed with coronary heart disease during the COVID-19 pandemic [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(5): 2241. DOI: 10.3390/ijerph18052241.
- [16] BROUWERS R W M, VAN DER POORT E K J, KEMPS H M C, et al. Cost-effectiveness of cardiac telerehabilitation with relapse prevention for the treatment of patients with coronary artery disease in the Netherlands [J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(12): e2136652. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.36652.
- [17] DENTON F, WADDELL A, KITE C, et al. Remote maintenance cardiac rehabilitation (MAINTAIN): a protocol for a randomised feasibility study [J]. Digit Health, 2023, 9: 20552076231152176. DOI: 10.1177/20552076231152176.
- [18] XU L Q, XIONG W J, LI J W, et al. Role of the intelligent exercise rehabilitation management system on adherence of cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease: a randomised controlled crossover study protocol [J]. BMJ Open, 2020, 10(6): e036720. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-036720.
- [19] SONG Y X, REN C, LIU P, et al. Effect of smartphone-based telemonitored exercise rehabilitation among patients with coronary heart disease [J]. J Cardiovasc Transl Res, 2020, 13(4): 659-667. DOI: 10.1007/s12265-019-09938-6.
- [20] BROUWERS R W M, KRAAL J J, TRAA S C J, et al. Effects of cardiac telerehabilitation in patients with coronary artery disease using a personalised patient-centred web application: protocol for the SmartCare-CAD randomised controlled trial [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2017, 17(1): 46. DOI: 10.1186/s12872-017-0477-6.
- [21] CRUZ-COBO C, BERNAL-JIMÉNEZ M Á, CALLE G, et al. Efficacy of a mobile health app (eMOTIVA) regarding compliance with cardiac rehabilitation guidelines in patients with coronary artery disease: randomized controlled clinical trial [J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2024, 12: e55421. DOI: 10.2196/55421.
- [22] ANTONIOU V, XANTHOPOULOS A, GIAMOUZIS G, et al. Efficacy, efficiency and safety of a cardiac telerehabilitation programme using wearable sensors in patients with coronary heart disease: the TELEWEAR-CR study protocol [J]. BMJ Open, 2022, 12(6): e059945. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-059945.
- [23] DUAN Y P, LIANG W, GUO L, et al. Evaluation of a web-based intervention for multiple health behavior changes in patients with coronary heart disease in home-based rehabilitation: pilot randomized controlled trial [J]. J Med Internet Res, 2018, 20(11): e12052. DOI: 10.2196/12052.
- [24] NABUTOVSKY I, ASHRI S, NACHSHON A, et al. Feasibility, safety, and effectiveness of a mobile application in cardiac rehabilitation [J]. Isr Med Assoc J, 2020, 22(6): 357-363.
- [25] AVILA A, CLAES J, BUYS R, et al. Home-based exercise with telemonitoring guidance in patients with coronary artery disease: Does it improve long-term physical fitness? [J]. Eur J Prev Cardiol, 2020, 27(4): 367-377. DOI: 10.1177/2047487319892201.

- [26] AVILA A, CLAES J, GOETSCHALCKX K, et al. Home-based rehabilitation with telemonitoring guidance for patients with coronary artery disease (short-term results of the TRICH study): randomized controlled trial [J]. *J Med Internet Res*, 2018, 20 (6) : e225. DOI: 10.2196/jmir.9943.
- [27] BATALIK L, PEPERA G, PAPATHANASIOU J, et al. Is the training intensity in phase two cardiovascular rehabilitation different in telehealth versus outpatient rehabilitation? [J]. *J Clin Med*, 2021, 10 (18) : 4069. DOI: 10.3390/jcm10184069.
- [28] BATALIK L, DOSBABA F, HARTMAN M, et al. Long-term exercise effects after cardiac telerehabilitation in patients with coronary artery disease: 1-year follow-up results of the randomized study [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2021, 57 (5) : 807-814. DOI: 10.23736/s1973-9087.21.06653-3.
- [29] PFAEFFLI DALE L, WHITTAKER R, JIANG Y N, et al. Text message and Internet support for coronary heart disease self-management: results from the Text4Heart randomized controlled trial [J]. *J Med Internet Res*, 2015, 17 (10) : e237. DOI: 10.2196/jmir.4944.
- [30] LAO S S W, CHAIR S Y. The feasibility of smartphone-based application on cardiac rehabilitation for Chinese patients with percutaneous coronary intervention in Macau: a qualitative evaluation [J]. *Int J Qual Stud Health Well-being*, 2022, 17 (1) : 2023940. DOI: 10.1080/17482631.2021.2023940.

(上接第 4639 页)

- [114] ZAMBRANO J, CELANO C M, JANUZZI J L, et al. Psychiatric and psychological interventions for depression in patients with heart disease: a scoping review [J]. *J Am Heart Assoc*, 2020, 9 (22) : e018686. DOI: 10.1161/JAHA.120.018686.
- [115] FU L M, ZHANG G B, QIAN S S, et al. Associations between dietary fiber intake and cardiovascular risk factors: an umbrella review of meta-analyses of randomized controlled trials [J]. *Front Nutr*, 2022, 9: 972399. DOI: 10.3389/fnut.2022.972399.
- [116] LI J J, DOU K F, ZHOU Z G, et al. Role of omega-3 fatty acids in the prevention and treatment of cardiovascular diseases: a consensus statement from the Experts' Committee of National Society Of Cardiometabolic Medicine [J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 1069992. DOI: 10.3389/fphar.2022.1069992.
- [117] WIJARNPREECHA K, SCRIBANI M, RAYMOND P, et al. PNPLA3 gene polymorphism and overall and cardiovascular mortality in the United States [J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2020, 35 (10) : 1789-1794. DOI: 10.1111/jgh.15045.
- [118] CHEN X F, CHEN X Q, TANG X Q. Short-chain fatty acid, acylation and cardiovascular diseases [J]. *Clin Sci (Lond)*, 2020, 134 (6) : 657-676. DOI: 10.1042/CS20200128.
- [119] GROUP M S, ANALYSTS L, GROUP M S. Temporal dynamics of the multi-omic response to endurance exercise training [J]. *Nature*, 2024, 629 (8010) : 174-183. DOI: 10.1038/s41586-023-06877-w.

- [31] MADDISON R, RAWSTORN J C, ROLLESTON A, et al. The remote exercise monitoring trial for exercise-based cardiac rehabilitation (REMOTE-CR): a randomised controlled trial protocol [J]. *BMC Public Health*, 2014, 14: 1236. DOI: 10.1186/1471-2458-14-1236.
- [32] BREWER L C, KAIHOI B, ZARLING K K, et al. The use of virtual world-based cardiac rehabilitation to encourage healthy lifestyle choices among cardiac patients: intervention development and pilot study protocol [J]. *JMIR Res Protoc*, 2015, 4 (2) : e39. DOI: 10.2196/resprot.4285.
- [33] 王子涵, 岳雯静, 张向毅, 等. 心脏康复患者运动恐惧形成与消退质性研究的 Meta 整合 [J]. *中国护理管理*, 2024, 24 (5) : 725-730.
- [34] 孙爱萍, 丁雯, 王斐, 等. 中青年慢性心力衰竭病人运动康复影响因素的质性研究 [J]. *循证护理*, 2023, 9 (6) : 1080-1085. DOI: 10.12102/j.issn.2095-8668.2023.06.026.
- [35] 刘欣源, 陈素晖, 文红, 等. 专科护理门诊开展经皮冠状动脉介入治疗术后患者运动康复的实践 [J]. *中国护理管理*, 2025, 25 (1) : 6-11.
- [36] YU K H, HEALEY E, LEONG T Y, et al. Medical artificial intelligence and human values [J]. *N Engl J Med*, 2024, 390 (20) : 1895-1904. DOI: 10.1056/NEJMra2214183.

(收稿日期: 2024-11-20; 修回日期: 2025-03-20)

(本文编辑: 邹琳)

- [120] ZHENG X W, ZHU Y, ZHAO Z H, et al. The role of amino acid metabolism in inflammatory bowel disease and other inflammatory diseases [J]. *Front Immunol*, 2023, 14: 1284133. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1284133.
- [121] DEREJE D, LAMBA D, ABESSA T G, et al. Unlocking the potential of serious games for rehabilitation in low and middle-income countries: addressing potential and current limitations [J]. *Front Digit Health*, 2025, 7: 1505717. DOI: 10.3389/fdgh.2025.1505717.
- [122] ZAMORANO A M, KLEBER B, DE MARTINO E, et al. Prior use-dependent plasticity triggers different individual corticomotor responses during persistent musculoskeletal pain [J]. *bioRxiv*, 2025: 2025.01.15.633250. DOI: 10.1101/2025.01.15.633250.
- [123] BHATLA A, KIM C H, NIMBALKAR M, et al. Cardiac rehabilitation enabled with health technology: innovative models of care delivery and policy to enhance health equity [J]. *J Am Heart Assoc*, 2024, 13 (2) : e031621. DOI: 10.1161/JAHA.123.031621.
- [124] ELF M, NORIN L, MEIJERING L, et al. Rehabilitation at home with the development of a sustainable model placing the person's needs and environment at heart: protocol for a multimethod project [J]. *JMIR Res Protoc*, 2024, 13: e56996. DOI: 10.2196/56996.

(收稿日期: 2025-03-31; 修回日期: 2025-06-22)

(本文编辑: 邹琳)