

Doi: doi.org/10.70693/cjmsr.v1i1.602

## 人工智能赋能冠心病远程心脏康复的研究进展

姚剑<sup>1,5</sup> 岑开源<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>

(<sup>1</sup>广西壮族自治区桂东人民医院心血管内科, 广西梧州, 543000; <sup>2</sup>马来西亚沙巴大学医学与健康科学学院, 马来西亚沙巴, 88000; <sup>3</sup>贺州市八步区人民医院医务科, 广西贺州, 542803; <sup>4</sup>广西壮族自治区桂东人民医院贺州分院医务部, 广西贺州, 542807; <sup>5</sup>桂林医科大学附属桂东人民医院心血管内科, 广西梧州, 543000)

**摘要** 冠心病 (Coronary Heart Disease, CHD) 是全球主要致死和致残疾病之一, 其慢性病程决定了长期管理和康复的必要性。远程心脏康复 (Telecardiac Rehabilitation, TCR) 作为二级预防的重要手段, 可提高患者的心血管健康水平。然而, 传统 TCR 在个性化、依从性及实时监测方面仍存在局限。人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 通过智能监测、机器学习及个性化干预, 为 TCR 提供精准、高效的管理方案。本文综述 AI 在 TCR 中的应用进展, 重点探讨智能监测、个性化干预及技术挑战, 并展望未来发展方向。

**中文关键词:** 冠心病; 远程心脏康复; 人工智能; 智能监测; 个性化干预; 机器学习; 二级预防; 健康管理

### 1. 引言

冠心病 (Coronary Heart Disease, CHD) 长期以来居高不下的发病率和病死率, 已成为全球公共健康领域的重要挑战。其病程较长, 复发率和致残率均较高, 仅依赖急性期治疗难以显著改善患者的长期预后[1]。心脏康复 (Cardiac Rehabilitation, CR) 模式作为 CHD 二级预防的核心方案, 其提升心肺功能、改善健康相关的生活质量 (Health-Related Quality of Life, HRQoL) 的临床价值已获得大量循证医学证据支持[2-4]。地理空间限制与医疗资源区域分布差异导致传统中心康复 (Center-Based Cardiac Rehabilitation, CBCR) 治疗存在显著依从性缺陷, 直接影响预后效果并增加心血管事件复发风险。远程医疗技术通过可穿戴设备与信息通信系统构建新型远程心脏康复 (Tele-Cardiac Rehabilitation, TCR) 路径, 使居家患者能持续获取专业医疗支持[5,6]。在此基础上, 人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术深度介入医疗数据流后, 实时动态监测系统可解析多维度生理指标, 构建个性化风险预测模型; 这种技术融合不仅优化了运动处方的精准度, 更通过智能反馈机制建立医患互动新范式[7,8]。当前研究聚焦于异构医疗数据的融合处理、深度学习模型的迭代优化及隐私计算框架开发[9-12], 但跨平台数据标准化、算法泛化能力验证、长期成本效益分析仍制约着技术转化进程。本综述将聚焦 AI 技术在 TCR 中的最新应用进展, 并探讨其未来发展方向。

### 2. 远程心脏康复的有效性

<sup>1</sup> \*共同第一作者和通讯作者: 岑开源, cky163163@163.com <https://orcid.org/0009-0006-7947-2909>

## 2.1 远程 vs.传统康复：疗效对比

TCR 在核心心肺运动功能的改善方面，与 CBCR 疗效相当，甚至在某些方面更具优势。一项纳入 2742 例 CHD 患者的 Meta 分析分析揭示[13]：TCR 模式使左心室射血分数提升 2.99%、峰值摄氧量增加 2.19 ml/kg/min、6 分钟步行距离延长 29.21 米，患者 HRQoL 评分亦呈现显著优化趋势，证实该模式对心肺功能重建及运动耐力提升具有明确临床价值。需关注的是，体重指数调控、血压管理及焦虑抑郁等心理健康指标未呈现统计学显著差异，暗示远程干预模式在心血管风险综合管理层面仍存在技术改进空间。随机对照非劣效性试验[14]证实 TCR 与 CBCR 干预具备等效临床价值。最大摄氧量(Maximal Oxygen Uptake,  $VO_{2max}$ )提升幅度显示 TCR 与 CBCR 具有统计学非劣效性，证明数字化康复模式可替代传统机构化方案；TCR 组受试者 24 周随访数据显示日常久坐时长明显缩短，暗示移动医疗技术对行为模式改善存在独特作用。CBCR 组在干预 12 周初期呈现腰臀围度更大幅度下降，但随时间推移体成分指标差异呈现趋同态势。成本效益分析揭示远程模式单次服务成本较传统模式降低 28.6%，伴随药物支出同步缩减，证实数字化转型兼具经济优势；住院费用维度未显现组间差异，提示 TCR 对整体医疗资源消耗的调控机制尚存研究空白。这种基于移动平台的康复体系在可及性提升、费用控制及治疗依从性强化维度展示出可观应用前景。

## 2.2 远程康复的实践探索：特殊时期应用与中国人群研究

TCR 的兴起既是对传统康复模式局限性的回应，更在特定时期凸显不可替代性。新冠疫情(COVID-19)导致医疗机构承压加剧，线下康复中心服务中断与患者持续康复需求间的矛盾亟待解决。TCR 模式的应用不仅维持了患者康复进程的连续性，更显著降低院内感染潜在风险。针对 CHD 患者的 COVID-19 揭示关键发现[15]：远程干预组在峰值摄氧量(Peak Oxygen Uptake,  $VO_{2peak}$ )、无氧阈值摄氧量及峰值负荷等核心生理指标方面，与 CBCR 组差异未达统计学意义。数据证实远程模式在医疗资源紧张时仍能提供循证支持的康复管理方案，保障患者预后质量。

TCR 模式的临床应用范围具有多维研究价值。欧美国家虽已建立相对成熟的 TCR 研究体系，中国本土化实践仍集中于探索阶段，基于特定人群的临床研究初步验证了该模式的实施效果。汕头地区 PCI 术后低危患者随机对照试验数据显示[16]：家庭远程康复方案在 6 分钟步行距离、健康状态评分、烟草依赖程度及心脏抑郁量表等核心指标改善幅度显著优于常规护理组；数字健康素养水平较低的受试对象亦展现出良好的方案依从性。该实证结果不仅证实家庭 TCR 方案在中国医疗场景下的可操作性，更为区域性差异化推广路径的构建提供了数据支撑。TCR 的优势在心理健康和生活方式提升方面也显示出积极作用。一项远程心电监护联合 CR 的研究[17]，经 6 个月干预后，其左室射血分数(Left Ventricular Ejection Fraction, LVEF)值较基线提升 3.79%， $VO_{2peak}$  增加 8.11%；SAQ 量表评估的生活质量维度评分达到(75.51±10.81)分，显著高于常规康复组。心理评估方面，干预组 SAS、SDS 标准分分别下降至(36.94±7.22)和(42.15±5.98)分，PSQI 睡眠质量指数改善幅度达 2.18 分。这种融合生理监测与行为干预的数字化康复模式，通过实时数据反馈建立了医患协同管理机制，在优化心肺功能的有效缓解了患者因长期患病产生的负性情绪，促进健康生活方式的形成与维持。

## 3. 智能监测技术在远程心脏康复中的应用

智能监测技术是 TCR 实现智能化、个性化跃升的核心驱动力。TCR 采用多生物传感器远程监测，测量精度与数据传输稳定性均表现优异，即便网络偶有波动致数据遗失，亦可通过系统优化加以缓解[18]。可穿戴设备及远程心电监护系统实时捕获生理数据，为 TCR 方案精细调整奠定科学基础，安全性和有效性大幅跃升。相比常规 CBCR 训练[19]，TCR 组的心律失常(18.7% vs. 42.0%)、无症状心肌缺血(22.7% vs. 65.3%)及胸闷气急(28.0% vs. 56.7%)检出率明显降低( $P=0.001$ )，提示其在早期异常识别和干预方面更具优势。

此外,该 TCR 组患者的 LVEF 从 49.2% 提高至 51.0%, 6MWD 由 287.0m 增加至 337.7m, HRQoL 评分从  $63.4 \pm 11.3$  提升至  $75.6 \pm 13.0$ , 并有效降低再入院率 (24.7% vs. 12.7%,  $P < 0.01$ )。尽管数据传输可能受到网络波动影响,但通过系统优化可确保监测稳定性,为精准康复提供可靠依据,进一步提升安全性和治疗效果。进一步验证了远程监测在降低不良事件风险及优化个性化康复策略方面的优势[20]。TCR 领域正经历可穿戴设备的技术渗透浪潮。智能设备在运动处方生成、脉搏波监测等环节具备实时反馈机制;这种技术特性显著提升了康复训练的精准执行效率[21]。但数据测量偏差、隐私泄露风险、用户行为黏性不足构成核心挑战。临床观察发现[22],心率监测装置、智能腕带、运动追踪器等硬件虽然实现了体征参数个性化追踪功能,其数据波动性、设备续航能力与患者的持续使用意愿仍制约着技术转化效果。技术优化方向应聚焦传感器精度升级与用户交互界面改进双重路径,通过增强设备可靠性和人机互动性来拓展临床应用边界。

### 3. 个性化干预策略的探索

#### 3.1 个性化康复方案的构建与理论支撑

个性化干预是 TCR 优化患者康复效果和依从性的关键策略。相较于传统标准化方案,个性化干预结合患者个体特征、病情状况及康复需求,制定精准的康复策略,并根据康复进展动态调整。研究表明[23],单一模式难以适应不同患者的需求,康复方案的制定应综合考虑核心内容、影响因素、患者偏好及实施方式,以提升长期依从性并确保康复效果的稳定性。一项基于社会认知理论 (Social Cognitive Theory, SCT) 的研究,针对 CHD 经皮冠状动脉介入治疗术后患者,构建了 TCB 方案[24]。该方案经循证文献检索、专家小组讨论及德尔菲法咨询形成,涵盖综合评估、康复认知纠正、社会支持完善及康复路径实施四大模块,细化为 10 个二级条目及 27 个三级条目,自我效能、社会支持及心理调适是影响患者康复依从性的关键因素。另外个性化康复既要应关注生理指标改善,还需强化心理干预和社会支持,以提升患者的康复信心和自我管理能力。个性化康复方案的构建为 CHD 患者的 TCR 提供了系统化框架,也为 CR 护理的个性化干预奠定了理论基础。

#### 3.2 个性化运动康复与技术辅助干预

个性化干预有助于优化康复效果,提高患者的运动依从性。一项远程医疗辅助运动计划 (Telemedicine-Assisted Exercise Program, TAEP) 在 CHD 的干预成效提供了有力佐证[25]。该计划为期 12 周,包含视频指导下的力量、灵活性及协调性训练,运动强度通过 Borg 量表和谈话测试进行控制。研究发现,完成 TAEP 的患者中,95% 达到了耐力训练推荐量,64% 完成了建议的力量训练,并在 1 分钟坐立试验及 HRQoL 方面均显著改善。此外,医生的运动指导与运动治疗师的远程个性化支持,对提高患者依从性发挥了关键作用。进一步揭示了个性化运动康复不仅依赖科学合理的训练计划,还需结合专业团队的远程指导和实时反馈,以确保患者安全、降低运动风险,并优化康复效果。除运动干预外,技术赋能的个性化康复模式也逐渐受到关注。经过 12 周的远程康复训练,实验组 (EG) 在步行行为 ( $\beta = -763.3$ ,  $p < 0.001$ )、身体活动总量 ( $\beta = -711$ ,  $p = 0.003$ )、运动自我效能感 ( $\beta = -1.19$ ,  $p < 0.001$ ) 和睡眠质量 ( $\beta = 1.69$ ,  $p = 0.012$ ) 方面均显著优于对照组 (CG)。虽然两组在心肺适能和 HRQoL 上无显著差异,但远程康复训练能够有效提高运动意愿,增加身体活动水平,并优化睡眠质量[26]。这一发现突出了技术赋能的个性化康复模式在改善生活方式和健康管理中的重要作用。混合心脏康复 (Hybrid CR) 通过远程监测、教育支持和个体化管理相结合,为不同患者提供更精准的康复指导。研究调查了英格兰三个 CR 中心对 Active+me REMOTE 混合 CR 应用程序的使用情况[27]。患者可依据自身需求调整康复计划,并通过可穿戴设备实时上传生理数据,同时医护人员可精准追踪患者的康复进展,并在必要时进行远程干预。毋庸置疑混合式 CR 的推广仍然受到政策审批、标准化流程及医疗体系整合等因素的限制。这提示我们,在推动个性化康复广泛应用时,还应充分考虑医疗资源的合理配置、患者的康复体验以及技术辅助等关键因素。从 SCT 的 TCR 方案,到 TAEP 远程运动康复计划,再到 Active+me REMOTE 混合 CR,这些模式均体现了个性化 TCR 从被动管理向主动健康管理的转变。

## 4.技术与实施挑战

### 4.1 患者端挑战：数字鸿沟与技术可及性

尽管 AI 推动了 TCR 的发展,但患者端仍面临诸多技术和实施挑战,数字鸿沟问题尤为突出。COVID-19 疫情虽促进了远程医疗的发展,却也扩大了不同群体在技术获取和使用上的差距,尤其是老年患者因缺乏数字设备或操作经验,难以顺利接受 TCR[28]。这一问题影响 TCR 的可及性,还可能加剧医疗公平性的失衡,使部分患者无法充分受益。故而在推进远程康复时,亟需缩小数字鸿沟,提升弱势群体的技术适应能力,使更多患者享受科技进步带来的医疗便利。技术可及性也是影响 TCR 推广的重要因素。宋燕新等人研究发现[29],智能设备使用能力、高学历背景、运动习惯及社区医疗资源的可及性,均与患者接受 TCR 的意愿呈正相关。换言之,健康意识较强、具备一定数字技能的患者更容易适应 TCR,而不熟悉智能设备或缺乏运动习惯的患者,则可能面临较大适应障碍。TCR 的推广除了依赖技术进步,还需结合不同群体的特点制定个性化的教育方案和推广策略,以提高患者的接受度并促进长期依从性。值得注意的是,TCR 的推广需融入更广泛的医疗体系与社会支持网络。基于国际功能、残疾和健康分类理论的研究指出:TCR 的实施受医疗设备的可及性、政策支持、患者态度及健康素养等多重因素影响[30]。由此可见,在推动 TCR 发展还应结合不同地区的医疗资源状况优化康复模式。

### 4.2 监管与伦理挑战：数据安全与人工智能治理

除了患者端的适应问题,AI 医疗设备的监管与伦理治理也是 TCR 广泛应用的重要挑战。随着 AI 在医疗领域的深入应用,如何确保其安全性、可靠性和合规性成为学术界和监管机构的关注重点。WHO 提出的《基于 AI 的医疗设备生成证据:训练、验证和评估框架》指出,AI 医疗设备的全生命周期管理需涵盖证据生成、标准化评估及质量控制,以确保技术的安全性和有效性[4]。因此建立统一的证据标准、评估框架及数据共享体系,对于推动 AI 医疗设备的可持续发展至关重要。然而,中国医学装备行业在 AI 监管体系方面仍处于探索阶段,如何借鉴国际经验并结合本土需求,制定适应性的监管体系,仍是未来亟需解决的问题。与此同时,医疗 AI 的伦理治理问题也日益受到关注。现有医疗伦理框架难以完全适应 AI 技术带来的挑战,主要涉及算法透明度、患者隐私保护、算法偏见及医疗责任归属等方面[31]。患者对 AI 系统的信任度也影响其接受程度,特别是部分老年患者担忧远程监测数据的应用可能取代面对面医疗服务,从而影响诊疗质量。构建合理的伦理监管体系,确保 AI 在医疗领域的公平性、安全性和可解释性,是推动 TCR 可持续发展的关键。同时,加强数据安全保护、优化算法透明度以及完善法律法规,将有助于提升医疗 AI 的可信度。

## 5.人工智能在冠心病的机遇与挑战

AI 凭借强大的数据处理与模式识别能力,在疾病诊断、治疗优化、患者管理及医学影像分析等多个领域展现出广阔应用前景。其技术依托深度学习、自然语言处理和神经网络等方法,已在癌症、心脑血管疾病及神经系统疾病的早期筛查、个体化治疗和预后预测中发挥重要作用 [1,7,9]。AI 结合智能监测设备可基于 ECG、脉搏波和血压数据分析心血管事件风险,优化 CHD 患者的长期健康管理 [9]。同时,AI 在放射影像学、药物研发和远程医疗中不断突破,提高诊断精准度,加速新药开发,并赋能医疗资源匮乏地区 [10,11]。然而,AI 的广泛应用仍面临数据标准化、隐私保护、伦理监管及医疗体系融合等挑战 [12]。医疗决策的透明性、算法公平性及患者信任问题亟待解决,尤其是在发展中国家,设备成本和技术普及度仍是阻碍 AI 落地的重要因素 [11]。有鉴于此,在促进 AI 医疗技术革新的进程中,必须强化监管机制与伦理规范,保障其应用的安全性、公正性及可持续性,从而切实提升 CHD 诊疗水平[31,32]。

## 5. 结语与展望

AI 正以前所未有的速度推动 TCR 向精准化、个性化和智能化方向演进,为 CHD 患者提供更高效的康复路径。AI 技术的深度应用不仅优化了康复方案,提高了依从性,同时也增强了远程监测的实时性和干预的针对性。然而,技术普及不均、患者接受度差异、伦理监管和数据安全等问题仍制约其广泛落地,尤其在老龄群体和资源匮乏地区,如何提升技术可及性和使用便利性仍是待解难题。近年来,个性化干预与智能监测技术的突破性进展,使远程康复体系更加完善。结合远程医疗、智能可穿戴设备以及混合康复模式,TCR 正朝着更加精准、智能和动态调控的方向迈进。未来,多源数据融合、AI 驱动的智能预测模型和远程协作机制将进一步增强康复方案的适配性和优化能力。此外,加强伦理监管、强化数据安全保护,以及提升患者的数字健康素养,将有助于促进 AI 在 CR 领域的信任度和可持续发展。

综上所述,AI 不仅在 TCR 中发挥核心支撑作用,更在重塑 CHD 康复模式,推动医疗可及性和康复质量提升。随着技术不断演进和应用场景的丰富,AI 赋能的 TCR 有望成为未来 CR 的重要方向,为 CHD 患者带来更精准、高效的康复方案。

### 作者贡献

姚剑和岑开源共同负责研究资料的收集与整理、论文撰写和构思与设计;岑开源负责文章修订建议,文章思路,构思,最终版本修订,对论文负责。

### 利益冲突

无

### 参考文献

- [1] HIRANI R, NORUZI K, KHURAM H, et al. Artificial intelligence and healthcare: a journey through history, present innovations, and future possibilities[J]. *Life*, 2024, 14(5): 557.
- [2] KACHUR S, LAVIE C J, MORERA R, et al. Exercise training and cardiac rehabilitation in cardiovascular disease[J]. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 2019, 17(8): 585-596.
- [3] KORYTKO Z, MAISTRUK M, PAVLYUK Y P O, et al. The use of physical rehabilitation for the recovery of patients with hypertension associated with diabetes mellitus[J]. *Journal of Physical Education and Sport*, 2025, 25(2): 302-310.
- [4] 李志勇, 邱晓岚, 杨建龙, 等. WHO 为基于人工智能的医疗设备生成证据训练验证和评估框架解析及其对我国医学装备行业的启示[J]. *中国医学装备*, 2022(07): 157-167.
- [5] 庄洪波, 刘刚, 许丹焰. 远程心脏康复——数字健康技术在心血管疾病管理中的应用与挑战[J]. *广西医学*, 2024, 46(6): 808-813.
- [6] 郭梦雪, 刘淑娟, 王肇元, 等. 远程医疗在 CHD 病人居家心脏康复中的应用进展[J]. *全科护理*, 2024(11): 2041-2044.
- [7] DAVENPORT T, KALAKOTA R. The potential for artificial intelligence in healthcare[J]. *Future Healthcare Journal*, 2019, 6(2): 94-98.
- [8] ALDALI M. Artificial Intelligence Applications in Healthcare[J]. *AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences*, 2024: 597-605.
- [9] ANAND N. Advancement in AI-Based Devices for Monitoring Heart Health in Patients with Cardiac Conditions[J]. *INTERANTIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 2024, 08(05): 1-5.
- [10] WEN Z, HUANG H. The potential for artificial intelligence in healthcare[J]. *Journal of Commercial Biotechnology*, 2023, 27(4).
- [11] ZUHAIR V, BABAR A, ALI R, et al. Exploring the Impact of Artificial Intelligence on Global Health and Enhancing Healthcare in Developing Nations[J]. *Journal of Primary Care & Community Health*, 2024, 15.

- [12] ISLAM Md M. Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Healthcare[J]. Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN:3006-4023, 2024, 2(1): 171-188.
- [13] 张敏, 王琳, 邢娅娜. 家庭远程心脏康复对 CHD 患者临床结局影响的 Meta 分析[J]. 护士进修杂志, 2023(08): 723-729.
- [14] MADDISON R, RAWSTORN J C, STEWART R A H, et al. Effects and costs of real-time cardiac telerehabilitation: randomised controlled non-inferiority trial[J]. Heart, 2018, 105(2): 122-129.
- [15] FANGET M, BAYLE M, LBEIX P, et al. Effects of Cardiac Telerehabilitation During COVID-19 on Cardiorespiratory Capacities in Patients With Coronary Artery Disease[J]. Frontiers in Physiology, 2022, 13.
- [16] FANG J, HUANG B, XU D, et al. Innovative Application of a Home-Based and Remote Sensing Cardiac Rehabilitation Protocol in Chinese Patients After Percutaneous Coronary Intervention[J]. Telemedicine and e-Health, 2019, 25(4): 288-293.
- [17] 潘海燕, 唐荣, 陈丽华, 等. 远程心电监护指导下居家运动康复对经皮冠状动脉介入治疗术后患者运动耐力及生活质量的影响[J]. 中国康复, 2023(10): 600-605.
- [18] RAWSTORN J C, GANT N, WARREN I, et al. Measurement and Data Transmission Validity of a Multi-Biosensor System for Real-Time Remote Exercise Monitoring Among Cardiac Patients[J]. JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies, 2015, 2(1): e2.
- [19] 姜衡, 于曼丽, 李彬, 等. 远程心电监测在 CHD 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(06): 723-728.
- [20] KERKAR P, HARKRISHNAN S, Sawhney J P S, et al. Implementing Remote Cardiac Rehabilitation: Strategic Framework[J]. Heart Failure Journal of India, 2024, 2(3): 156-169.
- [21] CHATURVEDI A, PRABHAKARAN D. Transforming Cardiovascular Care With Digital Health: The Past, Progress, and Promise[J]. JACC: Advances, 2024, 3(9\_Part\_1): 101183.
- [22] 方海丽, 周秀玲, 胡安琪. 可穿戴健康类设备在心脏康复患者中的应用及展望[J]. 中国医疗设备, 2025, 40(2): 143-148.
- [23] 孙旖璇 寇洁. 心脏远程康复在心血管疾病中的应用研究进展[J]. 循证护理, 2025, 11(1): 61-67.
- [24] 戴玲, 周建伟, 郑明香, 等. 基于社会认知理论的 CHD 经皮冠状动脉介入术后 期远程家庭心脏康复方案的构建[J]. 实用临床医药杂志, 2024(22): 110-114.
- [25] HAGENAUER J, KRESTAN S, NEURURER S, et al. Telemedicine-assisted exercise program (TAEP) for coronary heart disease[J]. Current Issues in Sport Science (CISS), 2024, 9(4): 036.
- [26] Lai C Y, Lin C H, Chao T C, et al. Effectiveness of a 12-week telerehabilitation training in people with long COVID: A randomized controlled trial[J]. Annals of physical and rehabilitation medicine, 2024, 67(5): 101853.
- [27] DAMERY S, JONES J, HARRISON A, et al. Technology-enabled hybrid cardiac rehabilitation: Qualitative study of healthcare professional and patient perspectives at three cardiac rehabilitation centres in England[J]. PLOS ONE, 2025, 20(3): e0319619.
- [28] ASTLEY C M, CLARKE R A, CARTLEDGE S, et al. Remote cardiac rehabilitation services and the digital divide: implications for elderly populations during the COVID19 pandemic[J]. European Journal of Cardiovascular Nursing, 2021, 20(6): 521-523.
- [29] 宋燕新, 任川, 刘萍, 等. 熟练使用智能手机有助于 CHD 患者接受基于家庭的远程心脏康复[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2019(03): 20-24.
- [30] 曹雨菡, 李瑾, 何民, 等. 基于 ICFCHD 患者远程康复的 Scoping 综述[J]. 中国康复理论与实践, 2023(04): 433-442.
- [31] 汪琛. 基于价值嵌入的医疗人工智能伦理治理研究: 04[D]. 中国科学技术大学, 2023.
- [32] 金春林, 何达. 人工智能在医疗健康领域的应用及挑战[J]. 卫生经济研究, 2018(11): 3-6.

## Research Progress on AI-Enabled Telecardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease

YAO Jian<sup>1,5</sup> CEN Kaiyuan<sup>1,2,3,4,5</sup>

<sup>1</sup> Cardiovascular Department, Guidong People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous, Guangxi 543000, China

<sup>2</sup> Faculty of Medicine and Health Sciences, University Malaysia Sabah, UMS, Kota Kinabalu, Sabah 88000, Malaysia

<sup>3</sup> Medical Affairs Department, Babu District People's Hospital of Hezhou, Guangxi 542803, China

<sup>4</sup> Medical Affairs Department, Hezhou Branch of Guidong People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guangxi 542807, China

<sup>5</sup> Cardiovascular Department, Affiliated Guidong People's Hospital of Guilin Medical University, Guangxi 543000, China

**Abstract** Coronary Heart Disease (CHD) is one of the leading causes of mortality and disability worldwide, necessitating long-term management and rehabilitation due to its chronic nature. Telecardiac Rehabilitation (TCR), as a crucial approach to secondary prevention, can enhance patients' cardiovascular health. However, traditional TCR still faces limitations in personalization, adherence, and real-time monitoring. Artificial Intelligence (AI), through intelligent monitoring, machine learning, and personalized interventions, provides precise and efficient management solutions for TCR. This review summarizes the progress of AI applications in TCR, with a focus on intelligent monitoring, personalized interventions, and technological challenges, while also discussing future development directions.

**Keywords:** Coronary Heart Disease; Telecardiac Rehabilitation; Artificial Intelligence; Intelligent Monitoring; Personalized Intervention; Machine Learning; Secondary Prevention; Health Management

**Co-first author and corresponding author:** CEN Kaiyuan, cky163163@163.com  
<https://orcid.org/0009-0006-7947-2909>