

# 计算机辅助认知康复在老年轻度认知障碍患者中的应用研究进展

周铭

浙江中医药大学

DOI:10.12238/carnc.v3i1.12536

**[摘要]** 随着人口老龄化加剧,老年轻度认知障碍(Mild Cognitive Impairment,MCI)的早期干预成为延缓认知衰退的关键。本研究提出“基线评估-数字表型分析-动态调整”三级干预模型,并建立家庭-机构联动机制,通过便携式设备实现康复数据远程同步。当前技术应用中存在硬件重量、文化适配性及双重任务风险等挑战,需通过柔性OLED减重40%、本土化场景改造及实时生理监测模块优化。未来应加强多学科协作,深化老年友好型技术转化研究,推动认知康复护理流程的系统整合。

**[关键词]** 计算机辅助; 认知康复; 老年轻度认知障碍; 康复治疗

中图分类号: R49 文献标识码: A

## Research Progress on the Application of Computer-Assisted Cognitive Rehabilitation in Elderly Patients with Mild Cognitive Impairment

Ming Zhou

Zhejiang Chinese Medical University

**[Abstract]** With the aging of the population, early intervention of Mild Cognitive Impairment (MCI) has become the key to delay cognitive decline. In this study, a three-level intervention model of "baseline assessment-digital phenotypic analysis-dynamic adjustment" was proposed, and a family-institution linkage mechanism was established to realize remote synchronization of rehabilitation data through portable devices. At present, there are challenges in the application of technology, such as hardware weight, cultural adaptability, and dual-task risk, which need to be optimized through flexible OLED weight reduction of 40%, localized scene transformation, and real-time physiological monitoring module. In the future, multidisciplinary collaboration should be strengthened, research on the transformation of age-friendly technologies should be deepened, and the systematic integration of cognitive rehabilitation nursing processes should be promoted.

**[Key words]** Computer-assisted; Cognitive rehabilitation; Mild cognitive impairment in the elderly; Rehabilitation treatment

### 引言

随着中国人口老龄化的加剧,老年认知障碍问题日益凸显,尤其是轻度认知障碍(MCI),作为阿尔茨海默病等痴呆症的前期阶段,对老年人的生活质量和社会功能产生了显著影响。MCI患者虽在日常生活和工作中仍能基本自理,但其认知功能已出现轻度下降,若不及时干预,可能进一步发展为痴呆。因此,探索有效的认知康复方法,延缓MCI向痴呆的转化进程,具有重要意义。

计算机辅助认知康复作为一种结合计算机科学、神经科学和康复医学的新型治疗手段,近年来在MCI患者的康复中逐渐受到关注。它利用计算机技术设计个性化的认知训练程序,通过反复练习和强化,改善患者的认知功能,提高生活质量。本文旨在综述计算机辅助认知康复在老年轻度认知障碍患者中的应用研

究进展,以期为临床实践提供理论参考。

### 1 MCI康复干预的范式转型

老年MCI作为阿尔茨海默病的前驱阶段,其年转化率达10%-15%,对老年人的生活质量构成了严重威胁。传统纸笔式训练受限于刺激单一性与反馈滞后性,难以满足神经可塑性干预的需求,效果有限。2019年,世界卫生组织(WHO)发布的《降低认知衰退风险指南》明确指出,动态化、多模态的认知刺激是延缓病程的核心策略。这一指南为MCI的康复干预提供了新的方向,促使我们探索更为高效、科学的康复方法。

在此背景下,计算机辅助认知康复(CCR)技术应运而生,它以其独特的优势迅速成为MCI康复领域的研究热点。CCR技术通过实时数据采集、分析与反馈闭环,实现了个体化训练方案的生成、多感官通道整合的沉浸式干预环境以及远程监测与自适应

<b>体重管理</b>	对中年超重和/或肥胖的干预, 可能降低认知衰退和/或痴呆的风险。 证据质量: 低到中等 推荐力度: 有条件的
<b>高血压管理</b>	根据现有WHO指南, 向患有高血压的成年人提供高血压管理。 证据质量: 低到高等 (针对不同的干预措施) 推荐力度: 强 向患有高血压的成年人提供高血压管理, 以降低认知衰退和/或痴呆的风险。 证据质量: 非常低 (与痴呆结局相关) 推荐力度: 有条件的
<b>糖尿病管理</b>	根据现有WHO指南, 应向糖尿病患者提供药物和/或生活方式干预, 进行糖尿病管理。 证据质量: 非常低到中等 (针对不同的干预措施) 推荐力度: 强 对患有糖尿病的成年人提供糖尿病管理, 可能降低认知衰退和/或痴呆的风险。 证据质量: 非常低 推荐力度: 有条件的
<b>血脂异常的管理</b>	对中年血脂异常的管理可能降低认知衰退和痴呆的风险。 证据质量: 低 推荐力度: 有条件的
<b>抑郁症的管理</b>	目前没有足够证据支持使用抗抑郁药物可降低认知衰退和/或痴呆的风险。 应根据现有WHO mhGAP指南, 向抑郁症患者提供抗抑郁药和/或心理干预开式的抑郁症管理。
<b>听力丧失的管理</b>	没有足够的证据支持使用助听器可降低认知衰退和/或痴呆的风险。 应按照WHO ICOPE指南中的建议, 向老年人提供筛查及助听器, 以便及时识别和管理听力丧失。
<b>躯体活动干预</b>	应该向认知正常的成年人推荐躯体活动, 以降低认知衰退的风险。 证据质量: 中等 推荐力度: 强 可以向患有轻度认知障碍的成年人推荐躯体活动, 以降低认知衰退的风险。 证据质量: 低 推荐力度: 有条件的
<b>戒烟干预</b>	应该向吸烟的成年人提供戒烟干预措施, 因为除了其他健康福利之外, 还可能降低认知衰退和痴呆的风险。 证据质量: 低 推荐力度: 强
<b>营养干预</b>	可以向认知正常和轻度认知障碍的成年人推荐地中海类型的饮食, 以降低认知衰退和/或痴呆的风险。 证据质量: 中等 推荐力度: 有条件的 应根据WHO关于健康饮食的建议, 向所有成年人推荐健康均衡的饮食。 证据质量: 低-高 (根据不同饮食成分) 推荐力度: 有条件的 不建议使用维生素B和E、多不饱和脂肪酸和多种复合物补充剂来降低认知衰退和/或痴呆的风险。 证据质量: 中等 推荐力度: 强
<b>酒精使用障碍的干预</b>	应向认知正常和轻度认知障碍的成年人提供旨在减少或停止危险性和有害性饮酒的干预措施, 以减少认知衰退和/或痴呆症的风险以及获得其它健康益处。 证据质量: 中等 (源于观察性证据) 推荐力度: 有条件的
<b>认知干预</b>	可以向认知正常和轻度认知障碍的老年人提供认知训练, 以降低认知衰退和/或痴呆的风险。 证据质量: 很低到低 推荐力度: 有条件的
<b>社交活动</b>	没有足够的证据证明社交活动与认知衰退/痴呆的风险降低有关。 社会参与和社会支持与整个生活中的健康和福祉密切相关, 应在整个生命历程支持社会融入。

图一 《认知衰退与痴呆风险控制指南简表》

难度调节机制等关键突破, 为MCI患者提供了更为精准、高效的康复手段。

## 2 CCR技术在MCI患者中的应用现状

CCR技术在MCI患者中的应用主要体现在以下几个方面:

2.1 技术原理与个体化训练。CCR技术基于机器学习算法, 能够根据患者的基线评估结果, 自动生成个性化的训练方案。这种方案不仅考虑了患者的认知功能水平, 还结合了其日常行为数据, 如数字轨迹分析等, 从而确保了训练的针对性和有效性。通过实时监测患者的训练表现, CCR系统能够动态调整训练难度, 确保患者在舒适区与挑战区之间保持平衡, 最大化训练效果。

2.2 多模态干预与沉浸式体验。CCR技术通过整合视觉、听觉、触觉等多种感官通道, 为患者提供沉浸式的干预环境。这种环境不仅有助于增强患者的认知刺激, 还能激发其情感共

鸣, 提高训练的趣味性和参与度。并且基于虚拟现实(virtual reality, VR)技术的训练干预有助于延缓MCI向痴呆的进展。VR训练能够改善MCI老年人的整体认知功能, 特别是记忆、注意和执行功能, 其干预效果受到沉浸程度、训练形式和任务内容等因素的影响<sup>[1]</sup>。

2.3 远程监测与家庭康复。CCR技术还具备远程监测功能, 能够实时跟踪患者的训练进度和效果, 为医生提供及时、准确的反馈。通过整合VR虚拟现实技术, 系统可生成具有空间定位功能的沉浸式训练场景, 如模拟超市购物、厨房操作等日常生活场景, 使居家训练更具真实感和功能导向性。同时, 通过开发具备蓝牙同步功能的便携式设备, 如NeuroNation家庭套件等, 患者可以在家中继续接受康复训练, 实现医院训练数据与居家练习进度的双向同步。特别设计的VR认知训练模块支持手势识

## Clinical Application Research of Nursing Care

别和眼动追踪,可实时捕捉患者在执行虚拟任务时的空间感知能力和执行策略,为远程评估提供多维数据支持。这种家庭-机构联动机制不仅提高了康复的便捷性和连续性,还有助于减轻患者的经济负担和心理压力。

### 3 护理实践中的整合路径

3.1 个性化处方的生成逻辑。在护理实践中,针对老年轻度认知障碍(MCI)患者的计算机辅助认知康复(CCR)治疗,个性化处方的生成至关重要。为实现精准康复,我们建议采用“基线评估-数字表型分析-动态调整”三级模型。基于VR技术的三维环境导航测试可作为补充评估工具,通过分析患者在虚拟超市中寻找指定商品的路径规划效率,量化评估其视空间处理能力。这一模型首先通过蒙特利尔认知评估量表(MOCA)对患者的认知功能进行全面评估,MOCA量表涵盖了记忆、语言、视空间、执行功能、注意力、抽象思维以及定向力等多个维度,能够较为准确地反映患者的认知状态。

基于上述评估结果,我们可以确定个性化的干预靶点。例如,对于存在执行功能障碍的患者,优先部署Stroop任务模块,该模块通过颜色与文字意义不一致的刺激,训练患者的抑制控制能力和注意力切换能力。同时,根据患者的恢复情况,动态调整训练难度和频率确保训练既具有挑战性又不至于过于艰巨,从而最大限度地促进认知功能的恢复。

3.2 多学科协作模式构建。信息工程师团队需重点开发VR交互界面的自适应调节系统,根据患者前庭功能状况动态调整虚拟场景的运动参数,减少30%以上的VR眩晕发生率。护理人员在这一多学科协作模式中扮演着重要角色<sup>[2]</sup>。他们需要掌握基本的数据解读技能,如通过训练日志中的反应时变异系数(CVRT)来识别患者潜在的注意力波动。

3.3 家庭-机构联动机制。最新研发的VR头显设备配备无线体感手套,可将患者在虚拟环境中的抓握力度、动作精度等运动参数同步上传至云端为护理人员提供运动功能衰退的早期预警信号。在家庭-机构联动机制中,护理随访同样不可或缺。护理人员需要定期访问患者家庭,检查设备的使用情况,特别关注VR设备使用中的安全隐患,如指导患者正确设置虚拟边界,避免现实空间碰撞风险。

### 4 现存挑战与应对策略

尽管CCR技术在MCI患者的康复中取得了显著成效,为无数家庭带来了希望,但这一领域的发展并非一帆风顺,仍面临一系列挑战和问题,需要我们不断探索和创新以寻求解决方案。

4.1 硬件设备重量引发的颈椎负担。部分CCR设备由于集成了高精尖的技术元件,往往重量较大,长时间佩戴或使用无疑会对患者的颈椎造成不小的负担。针对这一棘手问题,我们可以从材料工学角度入手进行优化。例如,采用先进的柔性OLED显示屏技术,这种显示屏不仅轻薄如纸,还能提供出色的色彩表现和视角,据研究显示,柔性OLED显示屏相比传统显示屏能减重40%左右,极大减轻了设备的整体重量。此外,我们还可以通过改进设备的设计结构,如采用人体工学头带或耳挂设计,使其更加贴合头部轮廓,分散重量压力,进一步减少对患者颈椎的不良影响。

4.2 文化适应性不足导致的符号识别困难。文化差异是全球背景下不可忽视的问题。由于不同国家和地区的文化背景和符号体系存在显著差异,部分CCR设备中的符号和图标可能难以被所有患者准确识别和理解。为了提升设备的文化包容性和适应性,我们需要进行深入的本土化改造。例如,将设备中的西方超市场景替换为中国患者更为熟悉的菜市场场景,不仅贴近患者生活,还能增强他们的代入感和参与感。同时,在设备中增加多语言支持和自定义符号功能,让用户可以根据自己的文化背景和习惯进行设置,从而满足不同患者的个性化需求。

4.3 认知-运动双重任务下的心率变异风险。在CCR训练中,部分患者需要同时完成认知和运动双重任务,这对他们的身心都是极大的考验。特别是在使用VR设备时,患者需要在虚拟环境中行走、转身等,这种高强度的双重任务可能会增加他们的心率变异风险,甚至引发意外<sup>[3]</sup>。为了有效应对这一挑战,我们可以在CCR设备中植入先进的实时生理监测模块,如心率监测、血压监测等,这些模块能够实时监测患者的生理指标,一旦发现异常,系统可以立即发出警报并自动停止训练,从而确保患者的安全。此外,我们还可以通过算法优化训练方案,根据患者的身体状况和承受能力调整训练强度和难度,避免过度训练带来的风险。

### 5 总结

计算机辅助认知康复(CCR)技术在老年轻度认知障碍(MCI)患者的康复中发挥了重要作用。通过个体化训练方案的生成、多模态干预与沉浸式体验以及远程监测与家庭康复等手段,CCR技术为患者提供了更为精准、高效的康复手段。然而,在应用过程中仍存在一些挑战和问题,如硬件设备重量引发的颈椎负担、文化适应性不足导致的符号识别困难以及认知-运动双重任务下的心率变异风险等。为了进一步提高CCR技术在MCI患者中的应用效果,我们需要从多个方面着手进行改进和优化。一方面可以加强跨学科合作,共同制定和优化康复方案,也可以提高护理人员的数据解读能力,以便更好地指导患者进行康复训练,关注患者的心理健康状况,及时提供心理支持和干预。

未来,随着人工智能、虚拟现实等技术的不断发展,CCR技术将在MCI患者的康复中发挥更加重要的作用。我们将继续深化研究,探索更为高效、科学的康复方法,为MCI患者提供更好的康复服务。同时,我们也将积极应对技术应用中的挑战和问题,不断完善和优化CCR技术,推动其在MCI康复领域的广泛应用和发展。

### [参考文献]

- [1] 昌思琴,黄辰,戴元富.VR训练对轻度认知障碍老年人认知功能的影响及神经机制[J].心理科学进展,2025,33(2):322-335.
- [2] 边继萍,刘晓凤,魏利荣,等.虚拟现实技术用于轻度认知障碍患者康复的Meta分析[J].护理学杂志,2023,38(21):96-102.
- [3] 王东,王栋娟.基于VR的老年认知障碍康复训练游戏设计[J].数字技术与应用,2023,41(05):26-28.

### 作者简介:

周铭(2004—),女,汉族,浙江省温州市人,本科,研究方向:老年护理。