

mance, balance and aerobic capacity as predictors of falls in older adults with cardiovascular disease: a comparative study[J]. Behav Sci (Basel), 2023, 13(6):488.

[39] Liao Y, Zhou H, Liu M, et al. A comprehensive assessment of the Chinese Version of the Duke Activity Status Index in patients with cardiovascular diseases[J]. Rev Cardiovasc Med, 2024, 25(2):45.

[40] Jeon W, Ramadan A, Whittall J, et al. Age-related differences in lower limb muscle activation patterns and balance control strategies while walking over a compliant surface [J]. Sci Rep, 2023, 13(1):16555.

[41] Segev D, Hellerstein D, Carasso R, et al. The effect of a stability and coordination training programme on balance in older adults with cardiovascular disease: a randomised exploratory study[J]. Eur J Cardiovasc Nurs, 2019, 18(8):736-743.

[42] Hashimoto K, Hirashiki A, Ozaki K, et al. Benefits of a balance exercise assist robot in the cardiac rehabilitation of older adults with cardiovascular disease: a preliminary study[J]. J Cardiovasc Dev Dis, 2022, 9(6):191.

[43] Hirashiki A, Shimizu A, Kamihara T, et al. Randomized controlled trial of cardiac rehabilitation using the balance exercise assist robot in older adults with cardiovascular disease[J]. J Cardiovasc Dev Dis, 2024, 11(5):133.

[44] Jauniaux B, Anand A, Abbas R, et al. From expectations to experiences: a systematic review of patient and public perspectives on robotic surgery[J]. J Robot Surg, 2025, 19(1):484.

[45] 徐伟琨,沈春悦. AI 医疗机器人临床应用法律风险及其应对策略[J]. 中国医院, 2024, 28(10):53-59.

[46] 王硕,文佩骁,刘天语,等. 医疗机器人的伦理风险与治理探析:基于“医-患-机”分析框架[J]. 医学与哲学, 2023, 44(23):16-21.

(本文编辑 吴红艳)

严肃游戏在轻度认知障碍患者中的研究进展

王姝然¹, 赵肖利², 李川², 郑朱婷³, 王婧婷²

摘要: 严肃游戏通过多感官整合、认知-运动双重任务、自适应设计及沉浸式场景模拟等策略,结合虚拟现实/增强现实、人工智能与多模态交互技术,能改善轻度认知障碍患者认知、运动、心理与社会功能,并提升康复依从性。本文围绕严肃游戏对轻度认知障碍患者的设计策略、技术应用以及应用效果进行综述,提出未来应加强神经心理学基础与用户中心设计,推进低成本技术融合与长期临床研究,并促进其与运动、心理等多维干预策略整合。

关键词: 轻度认知障碍; 严肃游戏; 虚拟现实; 增强现实; 人工智能; 多模态交互技术; 康复护理; 综述文献

中图分类号: R473.5 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2026.05.020

Research progress of serious games for mild cognitive impairment Wang Shuran, Zhao Xiaoli, Li Chuan, Zheng Zhuting, Wang Jingting. School of Basic Medical Sciences, Naval Medical University, Shanghai 200433, China

Abstract: Serious games, through strategies such as multi-sensory integration, cognitive-motor dual-task, adaptive design, and immersive scenario simulation—combined with technologies like virtual reality/augmented reality, artificial intelligence, and multi-modal interaction—can improve mild cognitive impairment patients’ cognitive, motor, psychological, and social functions, while enhancing rehabilitation compliance. This article reviews the design strategies, technological applications, and effectiveness of serious games for patients with mild cognitive impairment. It proposes that future efforts should strengthen neuropsychological foundations and user-centered design, promote the blending of low-cost technologies and long-term clinical research, and facilitate the combination of serious games with multidimensional intervention strategies such as exercise and psychological therapies.

Keywords: mild cognitive impairment; serious game; virtual reality; augmented reality; artificial intelligence; multimodal interaction technology; rehabilitation nursing; literature review

随着全球老龄化进程的加速,老年认知功能障碍已成为日益突出的公共卫生问题。据统计,全球15%~20%的老年人存在轻度认知障碍(Mild Cognitive Impairment, MCI),其中约1/3的人会在5年内进展为阿尔茨海默症^[1-2]。在MCI的干预中,药物治疗和常规认知训练等传统干预手段虽有一定效果,但仍存在患者依从性较低、训练过程单调等问题^[3]。严肃游戏是将科学信息以易接受的方式呈现的电子游戏,通过愉悦感激发玩家的主动性,促进行为改变^[4-5]。目前,严肃游戏已广泛应用于军事、工业、教育等领域,并在医学教育、慢性病治疗与康复及患者健康教育中得到越来越多的应用^[5]。近年来,严肃游戏凭借目标导向的设计与游戏机制的有机结合,为MCI患者提供了兼具趣味性与有效性的新型干预工

随着全球老龄化进程的加速,老年认知功能障碍已成为日益突出的公共卫生问题。据统计,全球15%~20%的老年人存在轻度认知障碍(Mild Cognitive Impairment, MCI),其中约1/3的人会在5年内进展为阿尔茨海默症^[1-2]。在MCI的干预中,药物治疗和常规认知训练等传统干预手段虽有一定效果,但仍存在患者依从性较低、训练过程单调等问题^[3]。严肃游戏是将科学信息以易接受的方式呈现的电子游戏,通过愉悦感激发玩家的主动性,促进行为改变^[4-5]。目前,严肃游戏已广泛应用于军事、工业、教育等领域,并在医学教育、慢性病治疗与康复及患者健康教育中得到越来越多的应用^[5]。近年来,严肃游戏凭借目标导向的设计与游戏机制的有机结合,为MCI患者提供了兼具趣味性与有效性的新型干预工

作者单位:1. 海军军医大学基础医学院(上海,200433);2. 海军军医大学护理系;3. 复旦大学护理学院

通信作者:王婧婷, jtwang730@hotmail.com

王姝然:女,本科在读,学生, 15381194623@163.com

科研项目:国家自然科学基金面上项目(72374204);上海市2025年度高水平机构建设运行计划“软科学研究”项目(25692108400)

收稿:2025-10-24;修回:2025-12-21

随着全球老龄化进程的加速,老年认知功能障碍已成为日益突出的公共卫生问题。据统计,全球15%~20%的老年人存在轻度认知障碍(Mild Cognitive Impairment, MCI),其中约1/3的人会在5年内进展为阿尔茨海默症^[1-2]。在MCI的干预中,药物治疗和常规认知训练等传统干预手段虽有一定效果,但仍存在患者依从性较低、训练过程单调等问题^[3]。严肃游戏是将科学信息以易接受的方式呈现的电子游戏,通过愉悦感激发玩家的主动性,促进行为改变^[4-5]。目前,严肃游戏已广泛应用于军事、工业、教育等领域,并在医学教育、慢性病治疗与康复及患者健康教育中得到越来越多的应用^[5]。近年来,严肃游戏凭借目标导向的设计与游戏机制的有机结合,为MCI患者提供了兼具趣味性与有效性的新型干预工

具^[6]。然而,严肃游戏在 MCI 领域的研究多集中在国外,国内相关探索仍较为有限。因此,本文对严肃游戏在 MCI 患者中的应用现状展开综述,以期严肃游戏在我国 MCI 人群的应用提供参考。

1 针对 MCI 患者的严肃游戏设计策略

1.1 多感官整合的综合性认知训练设计 MCI 患者常表现出多种认知功能的广泛性衰退^[7]。严肃游戏通过整合视觉、听觉与触觉等多感官通道,能够在多个认知维度上为 MCI 患者提供系统化训练。如 Brain Talk™ 通过设计一系列互动任务,结合视觉提示与触控操作,针对性训练 MCI 患者的记忆、注意力及空间感知能力^[8]。另一类以舞蹈视频游戏为代表的干预方式,则通过多感官协同实现认知与运动功能的整合训练,患者需根据屏幕箭头提示(视觉刺激),配合音乐节奏(听觉刺激),在舞蹈垫上完成相应肢体动作(运动感知),从而激活前额叶皮层,改善患者的认知和运动功能^[9]。此类严肃游戏通过多感官整合训练,有助于激活大脑神经可塑性,提升 MCI 患者的综合认知表现^[10]。

1.2 认知-运动双重任务设计 MCI 患者常存在认知功能和身体活动功能的双重损害^[11]。严肃游戏可通过整合认知训练与运动任务的双重干预模式,促进患者的整体功能康复。ROBiGAME 游戏采用双重任务设计,患者在通过上肢伸展动作完成指定任务以改善运动功能的同时,还需应对屏幕上数量与位置变化的视觉干扰刺激,以此增加认知负荷,达到训练注意力的目的^[12]。国内的“小象脑力”游戏则结合了认知训练和有氧运动,在训练 MCI 患者的记忆、计算、思维和注意等认知功能的同时,融入肢体协调性锻炼,形成身心协同的训练模式^[13]。严肃游戏通过将认知与运动任务有机结合,不仅能够提升 MCI 患者的认知表现,还可借助有氧运动改善其躯体功能,促进患者的全面康复。

1.3 动态认知评估的自适应设计 严肃游戏融合多维数据与智能算法,可构建个性化认知训练框架,实现对患者认知功能的动态评估,并据此实时调整游戏难度与训练进程。一款基于游戏的神经反馈训练系统利用脑电图设备采集信号,通过分析 β/α 频段功率比值以评估患者注意力水平,并动态调整游戏角色行为等元素,结合校准会话和移动平均值算法确保注意力值评估的准确性和实时反馈机制的稳定性^[14]。Eun 等^[15]开发的认知训练游戏基于机器学习算法分析患者的游戏历史表现,自动判断是否调整难度并优化模块参数。此类基于实时认知状态的游戏自适应机制,不仅增强了训练的个性化与患者的参与度,也提升了干预的智能化水平,为 MCI 患者提供了更精准的认知康复支持。

1.4 叙事引导下的参与依从性提升设计 MCI 患者进行认知训练的参与度、持久度、依从性是影响训练效果的关键决定因素^[16]。严肃游戏中的叙事设计可

通过构建具有情感吸引力的社交情境,激发患者的参与动机,调动其积极情绪,进而提升训练依从性。Choi 等^[17]开发的互动冒险游戏使患者扮演的主角在冒险故事中完成游戏任务。Chang 等^[18]开发了一款怀旧风格交互式体感游戏,通过重现 20 世纪 60 年代的怀旧叙事游戏,唤起患者美好回忆,促进其参与游戏。On the trail of time 游戏中,玩家通过解开与父亲移民历史相关的谜题推进叙事,将记忆与执行功能训练自然融入剧情进程,增强任务的真实感与患者代入感^[19]。叙事设计不仅提升了 MCI 患者的训练参与度与依从性,还有助于改善患者心理社会功能。

1.5 沉浸式日常生活场景模拟设计 MCI 患者常因认知功能受损导致生活自理能力下降^[20]。严肃游戏可通过模拟日常生活场景,为患者提供高度贴近真实生活情境的训练环境,帮助患者将认知训练效果迁移到实际生活中。Thapa 等^[21]采用虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术构建完全沉浸式游戏任务,包含制作果汁、记忆房屋物品等日常活动游戏任务,通过还原真实场景与任务逻辑,实现对患者的认知功能训练。Kwan 等^[22]打造 3D 沉浸式游戏场景,设计了寻找公交站、超市购物等 8 项贴合香港老年人日常的任务,将骑行运动与认知训练相融合,以此开展针对 MCI 患者的认知与运动功能训练。此类基于日常生活场景的游戏模拟训练,不仅提升了患者的认知功能,还通过增强训练的生态效率与参与趣味性,促进认知成果向实际生活转化,从而提升 MCI 患者的生活自理能力。

2 严肃游戏在 MCI 患者干预中的技术应用

2.1 VR 与增强现实(Augmented Reality, AR)技术

VR 和 AR 技术通过构建虚拟环境或将虚拟信息叠加至现实场景,增强认知训练游戏的沉浸感与交互体验^[23-24]。COGNIPLAT 游戏平台将 VR 和 AR 技术与认知训练深度融合,通过 VR 技术模拟厨房烹饪、超市购物等日常生活场景,打造高度沉浸的认知训练环境,并借助 AR 技术识别现实场景、叠加虚拟图像,增强训练内容的真实性与情境关联性^[25]。中国虚拟超市则基于沉浸式 VR 技术构建了 360°可交互的 3D 超市场景,患者借助无线遥控器完成商品记忆、数字排序干扰、定位选购及模拟付款等购物流程^[3]。

2.2 人工智能技术 人工智能技术通过算法与模型实现对海量数据的高效处理与自主决策,为严肃游戏赋予个性化与自适应能力,从而提升训练的针对性与效果持续性^[26]。Eun 等^[15]开发的认知训练游戏集成人工智能系统,基于长短期记忆-循环神经网络算法分析用户在游戏时的时序行为数据(如问题解决时间、总分及各维度得分),利用算法的门控机制记忆长期表现规律,从而动态决策是否调整及如何调整任务难度,形成精准匹配个体能力水平的自适应训练方案。

2.3 多模态交互技术 多模态交互技术通过整合语

音、手势、触摸、眼神等多种输入和输出模式,提升人机交互的自然度与效率,为 MCI 患者构建更富趣味性和参与感的康复训练环境^[27]。在一款交互式体感游戏中,MCI 患者通过手势识别控制器操作虚拟积木,在游戏化情境中完成手部功能训练^[18]。一款太极运动游戏通过 Kinect 系统的红外技术捕捉参与者肢体动作并生成 3D 虚拟映射,同步结合屏幕虚拟教练的视觉引导与动作准确性的实时信息反馈,形成了视-动-信息协同的交互式太极训练体验^[28]。多模态交互技术的应用不仅增强了游戏的吸引力,也为改善患者的认知、运动功能提供了有效技术路径^[28]。

3 严肃游戏在 MCI 患者干预中的应用效果

3.1 核心认知功能改善

3.1.1 记忆功能改善 严肃游戏通过训练大脑功能可有效改善 MCI 患者的多种记忆功能,包括空间工作记忆、视觉记忆、情景记忆等。一个包含 5 款小游戏的神经反馈训练系统,通过实时监测患者注意力以动态调控游戏内元素,并据此提供直观的视觉反馈来维持专注,MCI 患者经过 10 周共 20 次训练后,空间工作记忆与视觉记忆得到了显著提升^[29]。Game Show 游戏中,患者通过关联几何图案与空间位置进行记忆训练,经过 4 周的游戏训练后,干预组神经心理测验记忆得分显著提升,错误数和尝试次数显著减少,表明其情景记忆得到了有效改善^[30]。Fit Brains Trainer 系统内置多种靶向不同认知域的认知训练游戏,可针对性改善 MCI 患者的注意力、记忆力及形象思维能力,47 例 MCI 患者经过为期 3 个月、每周 3 次的系统性干预后,整体记忆功能显著提升^[31]。

3.1.2 复杂注意力改善 严肃游戏通过设计需要持续注意、快速反应与包含干扰项的任务情境,训练 MCI 患者的注意力分配、维持及切换能力,从而改善其复杂注意力。中国虚拟超市沉浸式 VR 游戏要求患者记忆商品清单、完成数字排序后,在虚拟超市中进行购物与付款,经过 5 周干预,MCI 患者的注意力得到明显改善^[3]。Solé 等^[32]开发了一款眼动控制游戏,要求患者注视或追踪移动目标并避开干扰,经过为期 1 个月、每周 3 次的干预,MCI 患者的视觉持续注意力得到有效提升,快速视觉信息处理测试中的目标序列检测敏感性从 0.75 提高至 0.79。另有研究表明,严肃游戏可显著提升 MCI 患者在视觉持续注意力、目标检测、注意力集中及反应速度等多方面的表现^[14,29]。

3.1.3 执行功能改善 严肃游戏要求患者在动态环境中进行多任务处理、规划与决策,锻炼其任务切换、工作记忆与抑制控制等核心能力,从而改善 MCI 患者的执行功能。Escapad 游戏中,患者需进行蹬车练习,在保持蹬车动作连贯性的同时,实时关注游戏界面弹出的指令,MCI 患者经过每次 20 min、共 4 次的游戏干预后,其执行功能得到显著改善^[33]。另有研究采用 iPACESTM 游戏对 MCI 患者进行干预,结果

显示患者的执行功能得到显著提升^[34-35]。Body and Brain Exercises 游戏基于 Xbox 360 Kinect 平台,让患者通过身体动作和手势响应视觉提示完成游戏任务,干预组患者经过 6 周共 30 次干预后,连线测验完成时间降低,执行功能得到改善^[36]。

3.1.4 感知运动功能改善 严肃游戏通过需要身体运动与视觉空间协调的互动任务,刺激感觉与运动系统的整合,从而改善 MCI 患者的感知运动功能。Liou 等^[37]使用 4 款适配老年人认知与身体功能的体感游戏对 23 例 MCI 患者进行 8 周的干预,干预后患者的简单反应能力得到明显提升。Kitchen and cooking 游戏以烹饪情节为基础,要求 MCI 患者从冰箱和橱柜中选择正确食材,规划行动顺序,经过 4 周游戏训练后,患者完成实践操作的耗时显著减少,操作速度明显提升^[38]。

3.1.5 语言功能改善 严肃游戏通过针对性的语言训练任务,增强词汇提取与语义联想能力,从而改善 MCI 患者的语言功能。Brain TalkTM 游戏涵盖了记忆、注意力、语言等多个认知领域的训练内容,12 例 MCI 患者经过 12 周的游戏训练,语义言语流畅性测验(以动物词汇得分为例)从基线 10.25 分提升至 12.83 分,且这种效果在训练结束后至少可以维持 4 周^[8]。Choi 等^[17]开发了一款基于叙事的严肃游戏,MCI 患者经过 4 周的训练,语音流畅性得到了提升。

3.2 躯体运动功能改善 基于肢体交互的体感游戏与 VR 运动游戏,在提升患者认知功能的同时,还能显著改善其身体平衡、协调及移动行走能力。Christogianni 等^[39]的研究中,21 例 MCI 患者接受 28 d 的 COSMA 训练,患者运动技能、持续注意力及游戏反应时间均有显著改善。Ip 等^[40]构建基于全沉浸式 VR 技术的认知-运动训练干预游戏,患者经历 8 周的训练后,计时起立-行走测试时间和平衡量表得分均改善至跌倒低风险水平。这些研究结果表明,“认知任务+运动交互”的游戏设计,可在改善认知功能的同时,有效训练患者的躯体运动功能,为 MCI 患者的康复训练提供了新的思路和方法。

3.3 心理健康与社会功能改善 严肃游戏能通过激发积极情绪、提升人际交往能力,减轻 MCI 患者的消极情绪,降低抑郁症风险,增强他们的社交技巧和自信心,对改善其心理健康与社会功能有重要作用。研究显示,12 周的 COGNIPLAT 游戏平台干预可有效提升患者的积极情绪和自我效能感^[25,41];2 周的 EMOGAME 游戏在改善记忆功能同时,患者的积极情绪显著增加,孤独感和抑郁情绪显著降低^[42]。此外,多人合作游戏已被证明可以促进患者之间的社交互动,缓解 MCI 患者常见的社交孤立感,进一步增强他们的社会心理适应能力^[28]。

3.4 康复依从性与持续参与度提升 严肃游戏通过新颖的交互形式、情感化的内容设计以及沉浸式的任务情境,激发患者的参与兴趣和内在动机,从而提高

其康复训练的依从性与持续参与度。Chang 等^[18]研究表明,怀旧风格的交互式体感游戏设计能唤起其童年时代的美好回忆,有效提升患者的康复积极性与意愿。叙事型移动视频游戏以第三人称悬疑冒险为主线,将额叶功能认知训练任务自然融入游戏剧情,通过优化的任务设计有效维持患者的长期参与,提升了康复训练的依从性与持续性^[17]。

4 严肃游戏在 MCI 患者干预中的优化方向

4.1 强化严肃游戏中认知训练方案的科学性 严肃游戏对 MCI 患者干预效果的关键在于游戏背后认知训练方案的科学性。因此,游戏内容的开发必须紧密依托神经心理学相关理论,且需多学科团队的全程参与,针对 MCI 患者特定的认知域缺损(如记忆、执行功能、注意力等)进行精准的靶向干预设计^[43]。每项游戏任务的设置都应有明确的训练目标,并与经过验证的标准化认知评估工具相关联,确保游戏活动能有效激活和锻炼目标脑区。同时,建立科学的数据追踪与评估机制,如游戏中客观记录患者的操作准确性、反应时间等行为数据,并生成量化进展报告,可以为医生或治疗师调整干预方案提供客观依据,从而实现训练方案持续优化,真正提升严肃游戏的干预效果。

4.2 提升严肃游戏中认知训练方案的个性化水平

严肃游戏中 MCI 患者认知训练方案应遵循个体化原则,针对 MCI 患者在认知功能上的差异性,可设计多级难度,如提供不同复杂程度的任务路径与内容模块,允许患者根据自身情况调整训练进度,以此增强游戏的适应性和包容性^[34-35,40]。同时,可将基于人工智能的自适应算法与患者实时生物信号融合,动态评估患者的训练表现,让游戏能根据患者的实时表现动态调整难度,使患者始终处于“挑战与能力平衡”的最佳状态,有效激发患者的兴趣,既避免因训练难度过高产生挫败感,也防止因训练过于简单而失去训练价值^[15]。

4.3 落实以用户为中心理念助力游戏设计优化

MCI 患者以老年人群为主。因此,严肃游戏设计需特别注重可用性与适老化,如游戏界面设计应采用大字体、高对比度色彩以及简洁直观的布局,以提升信息识别度;交互方式上可引入语音指令简化操作,减少对精细触控的依赖,从而降低老年 MCI 患者的学习和操作门槛^[44]。同时,针对本土化干预的不足,游戏设计应立足患者的文化背景与情感需求,融合具有中国文化特色的元素,如引入纸牌、麻将等传统游戏形式,或结合“春节写福字”等中华传统节日情境。同时,通过设计代际协作任务,引导家庭成员参与互动,促使严肃游戏更贴近患者的生活与情感,从而推动其生活化与本土化^[3]。

4.4 通过严肃游戏机制设计增加患者的体验感 严肃游戏可通过提供即时的正向反馈来增强 MCI 患者的成就感和自信心,并且及时纠正错误,帮助玩家更好地理解游戏规则和训练任务要求^[32,34]。同时,严肃

游戏可遵循无错性学习原则,允许患者犯错误而不受惩罚,鼓励他们积极探索和尝试,从而增强认知训练的积极性和主动性^[19,25]。此外,设计引人入胜的游戏故事线,将认知训练任务融入到有趣的游戏故事情节中,使患者在完成任务的同时享受游戏的乐趣,提高其参与度和持续性^[17,19]。

4.5 探索成本效益高的技术融合方案 在运用前沿技术提升严肃游戏干预效果的同时,必须审慎考量其应用成本与推广可行性。VR、AR 和多模态交互技术能构建高度沉浸的虚拟环境,通过逼真的视听反馈有效提升 MCI 患者的代入感与训练参与度。但是,其依赖昂贵专业硬件与复杂技术支持的特点,也制约了在资源有限场景(如社区或家庭)中的普及^[45]。为平衡技术先进性与成本可控性,未来应积极探索高性价比的技术路径。一方面,可着力开发基于智能手机等移动终端的轻量化应用,利用开源算法与模块化设计降低开发门槛与硬件依赖。另一方面,在内容设计上,可聚焦于模拟现实生活场景(如虚拟购物、行程规划),这不仅能有效促进认知技能向日常生活的迁移,提升训练生态,也避免了构建复杂虚拟环境所需的高昂成本。

4.6 推动严肃游戏在 MCI 干预中大规模长期效果验证 当前,严肃游戏在 MCI 患者中多以小样本、单中心的短期试点研究为主^[13,19,25,34-35,40-41]。应在科学构建基础上开展大规模、多中心的长期随机对照试验,将干预周期延长至 1~2 年甚至更久,以系统评估严肃游戏的远期效益与可持续性。此外,在研究过程中,应综合运用神经影像学等技术,纵向追踪患者大脑结构和功能连接的变化,旨在从神经机制层面揭示严肃游戏诱导神经可塑性的客观证据,为其干预效果提供坚实的生物学基础^[46]。

4.7 促进严肃游戏在 MCI 多领域综合干预中的融合应用 MCI 患者不仅存在认知功能障碍,还可能伴有运动能力、心理情绪等多方面问题^[47]。严肃游戏的设计与应用应突破单一认知训练的局限,向多领域综合干预的方向拓展。可将认知训练任务与简单的肢体运动相结合,如在游戏中设置一些需要患者用手操作或起身活动的环节,既能锻炼患者的肢体协调能力,又能增强大脑与身体的互动,促进神经系统的整体功能恢复^[28,39-40]。同时,在游戏内容和情境设计中融入心理疏导元素,通过积极的社交互动、家人或同伴共同参与、情绪引导等手段,帮助患者缓解焦虑、抑郁等不良情绪,实现认知、运动和心理等多方面的协同改善,从而提升患者的整体生活质量^[18]。

4.8 发挥护理工作者在 MCI 患者严肃游戏干预中的作用 在 MCI 患者严肃游戏的设计与应用中,护理人员发挥着关键作用。首先,基于对患者认知水平、身体能力与个体偏好的评估,护理人员可将抽象康复需求转化为具体游戏目标,并参与制订难度动态调整策略,以匹配患者能力、维持训练有效性^[48]。在

干预实施阶段,护理人员协助患者熟悉设备与操作,关注其生理与心理状态,确保干预安全可行;同时,结合游戏绩效与临床数据追踪干预效果、提供反馈,增强治疗动机。在跨学科协作中,护理人员与医生、心理学专家、游戏开发者等共同优化游戏设计及干预方案,确保其贴合 MCI 患者需求并具有临床适用性^[48]。护理人员的深度参与,可推动严肃游戏从技术驱动向以患者为中心、临床可用、伦理可控的综合健康干预工具发展。

5 小结

严肃游戏通过多感官整合、认知-运动双重任务、自适应设计及沉浸式场景模拟等策略,结合 VR/AR、人工智能与多模态交互技术,能改善 MCI 患者认知、运动、心理与社会功能,并提升康复依从性。然而,当前研究仍存在训练方案科学性不足、个性化与用户体验待优化、技术成本偏高及缺乏长期大规模验证等问题。未来应加强神经心理学基础与用户中心设计,推进低成本技术融合与长期临床研究,并促进其与运动、心理等多维干预策略整合,以构建更系统、普惠的 MCI 康复体系。

参考文献:

- [1] Better M A. Alzheimer's disease facts and figures[J]. *Alzheimers Dement*,2023,19(4):1598-1695.
- [2] Levy S A, Smith G, De Wit L, et al. Behavioral interventions in mild cognitive impairment (MCI): lessons from a multicomponent program[J]. *Neurotherapeutics*, 2022,19(1):117-131.
- [3] Zhu K, Zhang Q, He B, et al. Immersive virtual reality-based cognitive intervention for the improvement of cognitive function, depression, and perceived stress in older adults with mild cognitive impairment and mild dementia: pilot pre-post study[J]. *JMIR Serious Games*,2022,10(1):e32117.
- [4] 丁丽娜,蔡春风. 自闭症儿童严肃游戏干预研究进展[J]. *护理学杂志*,2019,34(2):109-112.
- [5] 柳怡,郑朱婷,董小兰,等. 严肃游戏在儿童和青少年健康照护领域的应用现状及未来展望[J]. *军事护理*, 2024,41(8):97-101.
- [6] Gao Y, Liu N. Effects of digital technology-based serious games interventions for older adults with mild cognitive impairment: a meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Age Ageing*,2025,54(4):afaf080.
- [7] 中华医学会神经病学分会痴呆与认知障碍学组. 阿尔茨海默病源性轻度认知障碍诊疗中国专家共识 2024[J]. *中华神经科杂志*,2024,57(7):715-737.
- [8] Lim E H, Kim D S, Won Y H, et al. Effects of home based serious game training (Brain Talk™) in the elderly with mild cognitive impairment: randomized, a single-blind, controlled trial[J]. *Brain Neurorehabil*,2023,16(1):e4.
- [9] Sato K, Ochi A, Watanabe K, et al. Effects of dance video game training on cognitive functions of community-dwelling older adults with mild cognitive impairment [J]. *Aging Clin Exp Res*,2023,35(5):987-994.
- [10] Canapa G, Paternò F, Santoro C. Interactive serious games for cognitive training of older adults: a systematic review [J]. *IEEE Trans Comput Soc Syst*,2025,12(5):2445-2468.
- [11] Bergmann M, Geda Y E, Boes K, et al. Physical fitness and incident mild cognitive impairment: a systematic review[J]. *Eur Rev Aging Phys Act*,2025,22(1):10.
- [12] Doumas I, Lejeune T, Edwards M, et al. Clinical validation of an individualized auto-adaptative serious game for combined cognitive and upper limb motor robotic rehabilitation after stroke[J]. *J Neuroeng Rehabil*,2025,22(1):10.
- [13] 李双力,李为华,赵燕琼,等. 基于严肃游戏的双重任务训练对养老机构轻度认知障碍老年人的干预效果[J]. *护理学杂志*,2023,38(24):88-91.
- [14] Jirayucharoensak S, Israsena P, Pan-Ngum S, et al. A game-based neurofeedback training system to enhance cognitive performance in healthy elderly subjects and in patients with amnesic mild cognitive impairment[J]. *Clin Interv Aging*,2019,14:347-360.
- [15] Eun S J, Kim E J, Kim J Y. Development and evaluation of an artificial intelligence-based cognitive exercise game: a pilot study[J]. *J Environ Public Health*,2022,2022:4403976.
- [16] Li Z, He H, Chen Y, et al. Effects of engagement, persistence and adherence on cognitive training outcomes in older adults with and without cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Age Ageing*,2024,53(1):afad247.
- [17] Choi Y, Lim J S, Choi H, et al. Narrative mobile video game-based cognitive training to enhance frontal function in patients with mild cognitive impairment[J]. *Sci Rep*, 2025,15(1):195.
- [18] Chang C H, Yeh C H, Chang C C, et al. Interactive somatosensory games in rehabilitation training for older adults with mild cognitive impairment: usability study [J]. *JMIR Serious Games*,2022,10(3):e38465.
- [19] Nieto-Vieites A, Mallo S C, Pérez-Blanco L, et al. A narrative video game for adults with subjective and objective cognitive impairment. Design and preliminary results on user-interaction and efficacy [J]. *Behav Inf Technol*,2024,43(8):1518-1530.
- [20] Jiao Y, Liu C, Chang J, et al. Self-management preferences in patients with mild cognitive impairment: a qualitative study[J]. *Front Psychol*,2022,13:955960.
- [21] Thapa N, Park H J, Yang J G, et al. The effect of a virtual reality-based intervention program on cognition in older adults with mild cognitive impairment: a randomized control trial[J]. *J Clin Med*,2020,9(5):1283.
- [22] Kwan R Y C, Liu J Y W, Fong K N K, et al. Feasibility and effects of virtual reality motor-cognitive training in community-dwelling older people with cognitive frailty: pilot randomized controlled trial [J]. *JMIR Serious Games*,2021,9(3):e28400.

- [23] Begum S H, Mahalty M F N, Adil M S, et al. Augmented reality in interactive multiplayer game application [C]. Theni:2023 International Conference on Sustainable Communication Networks and Application (ICSCNA), 2023.
- [24] Reer F, Wehden L O, Janzik R, et al. Virtual reality technology and game enjoyment: the contributions of natural mapping and need satisfaction[J]. *Comput Hum Behav*, 2022, 132: 107242.
- [25] Goumopoulos C, Skikos G, Frounta M. Feasibility and effects of cognitive training with the COGNIPLAT game platform in elderly with mild cognitive impairment: pilot randomized controlled trial[J]. *Games Health J*, 2023, 12(5): 414-425.
- [26] Naseer F, Khan M, Addas A, et al. Game mechanics and artificial intelligence personalization: a framework for adaptive learning systems[J]. *Educ Sci*, 2025, 15(3): 301.
- [27] Jia J, He Y, Le H. A multimodal human-computer interaction system and its application in smart learning environments[C]//Cheung S K S, Li R, Phusavat K, et al, eds. Cham: Springer, 2020: 3-14.
- [28] Liu C L, Cheng F Y, Wei M J, et al. Effects of exergaming-based Tai Chi on cognitive function and dual-task gait performance in older adults with mild cognitive impairment: a randomized control trial[J]. *Front Aging Neurosci*, 2022, 14: 761053.
- [29] Israsena P, Jirayucharensak S, Hemrungron S, et al. Brain exercising games with consumer-grade single-channel electroencephalogram neurofeedback: pre-post intervention study[J]. *JMIR Serious Games*, 2021, 9(2): e26872.
- [30] Savulich G, Piercy T, Fox C, et al. Cognitive training using a novel memory game on an iPad in patients with amnesic mild cognitive impairment (aMCI) [J]. *Int J Neuropsychopharmacol*, 2017, 20(8): 624-633.
- [31] 郑静. 南京市机构老年人轻度认知障碍现状及严肃游戏干预效果评价[D]. 南京: 南京医科大学, 2019.
- [32] Solé Puig M, Bustos Valenzuela P, Romeo A, et al. A pilot study to improve cognitive performance and pupil responses in mild cognitive impaired patients using gaze-controlled gaming[J]. *Vision (Basel)*, 2024, 8(2): 25.
- [33] Ayari S, Gavarry O, Abellard A. "Escapad" dance serious game: designing a therapeutic tool for elderly with mild cognitive impairment [C]. Copenhagen: HCI in Games, 2023.
- [34] Anderson-Hanley C, Stark J, Wall K M, et al. The interactive physical and cognitive exercise system (iPACES™): effects of a 3-month in-home pilot clinical trial for mild cognitive impairment and caregivers[J]. *Clin Interv Aging*, 2018, 13: 1565-1577.
- [35] Wall K, Stark J, Schillaci A, et al. The enhanced interactive physical and cognitive exercise system (iPACES™ v2.0): pilot clinical trial of an in-home iPad-based neuro-exergame for mild cognitive impairment (MCI) [J]. *J Clin Med*, 2018, 7(9): 249.
- [36] Amjad I, Toor H, Niazi I K, et al. Xbox 360 kinect cognitive games improve slowness, complexity of EEG, and cognitive functions in subjects with mild cognitive impairment: a randomized control trial[J]. *Games Health J*, 2019, 8(2): 144-152.
- [37] Liou M, Chen S T, Fu H C, et al. Effects of somatosensory video games on simple reactions of institutional-dwelling older adults with mild-cognitive impairments [C]. Hualien: 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies, 2015.
- [38] Manera V, Petit P D, Derreumaux A, et al. 'Kitchen and cooking', a serious game for mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: a pilot study[J]. *Front Aging Neurosci*, 2015, 7: 24.
- [39] Christogianni A, Bojan K, Mukaetova-Ladinska E B, et al. Attention and motor skill improvements in mild cognitive impairment patients using COSMA application [J]. *Int J Serious Games*, 2022, 9(4): 25-42.
- [40] Ip W K, Soar J, James C, et al. Virtual reality game-based training for preventing falls among community-dwelling older adults with mild cognitive impairment: a pilot randomized control trial study [J]. *Virtual Real*, 2025, 29(1): 18.
- [41] Goumopoulos C, Skikos G, Karapapas C, et al. Applying serious games and machine learning for cognitive training and screening: the COGNIPLAT approach [C]. Volos: Proceedings of the 25th Pan-Hellenic Conference on Informatics, 2022.
- [42] Damayanti N R, Ali N M. Emogame: digital games therapy for older adults [J]. *Int J Adv Comput Sc*, 2022, 13(3): 183-191.
- [43] 杨璐. 严肃游戏视角下老年人轻度认知障碍康复训练设计研究[D]. 无锡: 江南大学, 2023.
- [44] Ortega Morán J F, Pagador J B, Gilete Preciado V, et al. A serious game for cognitive stimulation of older people with mild cognitive impairment: design and pilot usability study [J]. *JMIR Aging*, 2024, 7: e41437.
- [45] Sohn M, Yang J, Sohn J, et al. Digital healthcare for dementia and cognitive impairment: a scoping review [J]. *Int J Nurs Stud*, 2023, 140: 104413.
- [46] Zhang Y, Li F, Chang D. VR rehabilitation system evaluator: a fNIRS-based and LLM-enabled evaluation paradigm for mild cognitive impairment [J]. *Adv Eng Inform*, 2024, 62: 102734.
- [47] Martin E, Velayudhan L. Neuropsychiatric symptoms in mild cognitive impairment: a literature review [J]. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 2020, 49(2): 146-155.
- [48] Guzmán D E, Rengifo C F, García-Cena C E. Serious games for cognitive rehabilitation in older adults: a conceptual framework [J]. *Multimodal Technol Interact*, 2024, 8(8): 64.