

- [29] Munot S, Bray J, Bauman A, et al. Development of an intervention to facilitate dissemination of community-based training to respond to out-of-hospital cardiac arrest: first CPR[J]. PLoS One, 2022, 17(8): e273028.
- [30] Abdulghani H M, Shaik S A, Khamis N, et al. Research methodology workshops evaluation using the Kirkpatrick's model: translating theory into practice[J]. Med Teach, 2014, 36(Suppl 1): S24-S29.
- [31] Yi Z M, Zhou L Y, Yang L, et al. Effect of the international pharmacy education programs: a pilot evaluation based on Kirkpatrick's model[J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(27): e20945.
- [32] Watson A, Zhou G. Breath E Z: using smartwatches to improve choking first aid[J]. Smart Health, 2019, 13:

100058.

- [33] Boada I, Rodriguez B A, Thió-Henestrosa S, et al. A serious game on the first-aid procedure in choking scenarios: design and evaluation study[J]. JMIR Serious Games, 2020, 8(3): e16655.
- [34] 易永红, 朱慧云, 陈锦秀. 志愿护理服务对婴幼儿家长居家安全的指导作用[J]. 护理学杂志, 2014, 29(3): 78-80.
- [35] 刘忆宁, 梁慧敏, 张燕. 天津市城区孕妇对婴幼儿家庭意外伤害防护认知及社区护理对策[J]. 天津护理, 2019, 27(5): 517-521.
- [36] Raines D A. Factors that influence parents' adherence to safe sleep guidelines[J]. J Obstet Gynecol Neonatal Nurs, 2018, 47(3): 316-323.

(本文编辑 李春华)

主观认知下降老年患者网络化认知训练的研究进展

周璇, 张雪妍, 陈立

摘要: 介绍网络化认知训练的形式, 包括以多媒体为媒介的认知训练、计算机辅助认知训练、虚拟现实技术的认知训练; 网络化认知训练对主观认知下降老年患者的应用效果、优势与不足, 以期对护理实践和科研提供参考。

关键词: 老年人; 主观认知下降; 认知障碍; 阿尔茨海默症; 网络化认知训练; 虚拟现实技术; 综述文献

中图分类号: R473.1 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2023.18.121

Research progress of internet-based cognitive training for older adults with subjective cognitive decline

Zhou Xuan, Zhang Xueyan, Chen Li. School of Nursing, Jilin University, Changchun 130021, China

Abstract: This review introduces the formats of internet-based cognitive training, including multimedia-based, computerized, and virtual reality-based; and summarizes the effectiveness in various cognitive domains, the advantages and disadvantages, so as to provide references for nursing practice and scientific research.

Key words: the elderly; subjective cognitive decline; cognitive impairment; Alzheimer's disease; internet-based cognitive training; virtual reality; review

主观认知下降 (Subjective Cognitive Decline, SCD) 是指患者感觉认知水平较前下降, 而神经心理检测未达异常范围, 且排除急性事件引起的认知下降^[1], 被认为是阿尔茨海默症的高危因素及临床最早期症状^[2]。Jessen 等^[3]指出, SCD 发病年龄主要集中在 60 岁及以上, 约 25% 的老年人患有 SCD^[4], 且在 3 年内进展为阿尔茨海默症的风险高达 40% ~ 62%^[5], 是正常老年人的 2.16 倍^[6]。因此, SCD 阶段可能是阿尔茨海默症早期防治的最佳窗口。认知训练是基于大脑可塑性的神经基础, 既可以针对单一认知域, 也可针对多个认知域开展, 训练效果具有迁移性和时效性^[7], 作为一种无明显不良反应的非药物干预手段, 已成为预防和干预认知障碍疾病的重要手段^[8]。《认知训练中国指南 (2022 年版)》推荐, 认知训练可以不同程度地改善 SCD 患者的认知功能^[9]。

近年来, 随着科技与日俱进, 认知训练已从纸笔式、教学式训练方法, 逐渐转变为难度自适应、注重能力提升的网络化认知训练^[10]。网络化认知训练是指利用互联网信息及通讯技术等科技手段, 通过精准地定期训练患者的记忆功能、执行功能等认知域, 刺激大脑的可塑性, 进而改善认知功能^[11]。网络化认知训练在我国 SCD 老年患者的应用起步相对较晚, 为更好地完善和应用此训练方法, 笔者对网络化认知训练形式、应用于老年 SCD 患者的效果和优缺点进行综述。

1 网络化认知训练的形式

目前, 网络化认知训练主要分为以多媒体为媒介、计算机辅助和基于虚拟现实技术 3 种形式。

1.1 以多媒体为媒介的认知训练 以多媒体为媒介的认知训练主要是基于网络信息平台, 通过线上视频会议^[12]、在线程序^[13-14]、软件应用^[15]、智能产品^[16]等形式进行认知训练, 多以模块形式来完成, 包括 SCD 的记忆训练、情绪管理、健康教育、自我调节训练、认知补偿策略训练等。治疗师通过视频会议等形式, 远程指导参与者循序渐进地完成模块任务, 解决患者的认知疑问及训练相关问题^[17-18]。其中, 多以记忆训练

作者单位: 吉林大学护理学院 (吉林 长春, 130021)

周璇: 女, 硕士在读, 学生

通信作者: 陈立, chen_care@126.com

科研项目: 吉林省高教科研课题 (JGJX2021D49)

收稿: 2023-04-16; 修回: 2023-05-28

为主,针对单一认知域(记忆力或注意力),因而对整体认知或功能影响并不一致。Kim等^[16]对60例SCD老年患者应用基于智能音箱的元记忆训练,内容包括健康教育、记忆训练、自我调节训练等,每天3次、共45 min,持续8周。结果显示,参与者的延迟自由回忆、数字跨度向前、数字向后和流利度测试分数显著增加,且满意度高。以多媒体为媒介的认知训练具有不同的特点,有助于医护人员为患者的个体化治疗、精准护理和康复提供更多方案,已被证明有助于改善SCD、轻度认知障碍、阿尔兹海默症等患者的认知能力。今后研究者在开发设计以多媒体为媒介的认知训练时,应充分考虑中国SCD老年患者特征,如感觉运动障碍、文化背景、记忆主诉等,调整训练的难易程度、画面音频以及功能模块,建议强化其在临床的早期评估和数据分析工作,完善对老年SCD患者在家庭-社区-医院的延续性应用,有利于阿尔兹海默症的早期预防。

1.2 计算机辅助认知训练 计算机辅助认知训练是指通过使用一系列针对单个或多个认知领域的练习或游戏来提高受训练者认知功能的治疗方法^[19]。国内外关于计算机辅助认知训练的程序较多,包括BrainHQ、RehaCom、计算机化认知康复系统及视听综合训练等^[20-21],多针对注意力、记忆、空间认知能力、语言、非语言执行功能五大认知域进行多模块训练,且记忆训练效果具有远迁移性^[22]。目前计算机辅助认知训练的有效性更突出在轻度认知障碍群体^[22],针对SCD老年患者的研究有限,与不同人群相比临床效果不一,还需进一步探索。Pereira-Morales等^[23]将计算机辅助认知训练应用于针对49例SCD老年患者的处理速度、工作记忆和口语流利度等多个认知域,每次平均60 min,每周4次,持续8周,采用神经心理学测试和心理功能量表进行评估显示,能较明显地改善SCD老年患者的认知和心理健康。1项荟萃分析结果表明^[24],计算机辅助认知训练能显著改善轻度认知障碍和SCD老年患者的认知功能,特别是记忆领域,且计算机辅助认知训练对SCD的影响几乎是对轻度认知障碍影响的2倍,这一结果可能意味着计算机辅助认知训练对早期SCD患者最有效,最佳实施时间是SCD阶段而不是轻度认知障碍阶段。也有研究对计算机辅助认知训练应用于SCD人群的临床疗效存疑,国外研究者对各60例SCD患者和阿尔兹海默症患者进行3个月或至少1200 min的计算机游戏与体育锻炼视频组合干预,每周进行评估,发现阿尔兹海默症组的整体认知功能、视觉空间和学习领域显著改善,但对SCD老年患者认知功能只有微小的改善,可忽略不计^[25]。另一项研究对不同认知状态的患者进行12周计算机辅助认知训练后,发现轻度认知障碍患者和认知正常的受试者分别在记忆领域、语言和注意力/精神运动速度领域表现

出显著改善,而SCD患者的认知功能无改善^[26]。国内欠缺统一的干预标准及长期的随访数据。今后需密切关注计算机辅助认知训练干预方案标准的制定,开展大规模的高质量研究,以确定训练类别、频次和强度,还可嵌入远程信息处理系统,如引导跟踪、监督、电子外接辅助设备,甚至是远程指导训练,从而为SCD老年患者提供更大的受益。

1.3 基于虚拟现实技术的认知训练 虚拟现实是由计算机生成的可保留现实世界感官输入的交互式三维模拟环境^[27-28],是一种经济、易操作、富有趣味性的新途径^[29-33]。基于虚拟现实的认知训练对现实生活中复杂任务情景模拟得更加真实,使参与者更加身临其境,有助于激发不同水平SCD老年患者的学习兴趣,提高依从性。部分研究表明,基于虚拟现实技术的认知训练能显著改善阿尔兹海默症和轻度认知障碍患者的认知功能、情绪状态和日常生活活动^[27-29]。此外,已有研究证明其在SCD老年患者的可行性和生态有效性^[34]。目前虚拟现实技术已应用于SCD老年患者的认知评估(注意力、执行功能、空间导航和记忆力)^[35-36]及其工具性日常生活能力评估^[37]。研究显示,虚拟超市测试可用作数字生物标志物,将虚拟游戏内可测量的性能参数与低成本、非侵入性的可穿戴脑电图设备结合起来,可以更好、更及时地检测SCD和轻度认知障碍^[38]。应用于SCD老年患者的基于虚拟现实技术的认知训练形式主要包括虚拟游戏软件程序干预、虚拟现实双任务训练、虚拟现实记忆训练、双交互模式虚拟现实干预。其中,干预情境的设置主要是虚拟驾驶、虚拟超市和虚拟游戏。SCD老年患者经历每周2次、持续4周的完全沉浸式虚拟游戏干预后,与仅用药物治疗的对照组相比,视觉空间功能、冷漠、情感、生活质量和增加额枕功能连接均有显著改善^[39]。但国内外对SCD患者进行虚拟现实技术认知训练的研究证据十分有限,缺乏多元化的情境和多样性的干预方式,在今后的研究中,有必要借鉴其他老年群体的干预情境和方式,并结合地域特色,为SCD患者设计个性化的干预方案。

2 网络化认知训练在老年SCD各认知领域的应用效果

2.1 网络化认知训练可改善记忆功能 记忆是人脑的最高功能之一,记忆功能是人脑存储和提取信息的能力^[40]。Oh等^[15]基于智能手机的认知训练研究显示,试验组患者工作记忆分数和听觉-言语分数均显著高于对照组患者,并且训练效果可维持相当长时间,但是,并没有改进注意力和自我报告的认知功能。Mahncke等^[41]对182例SCD老年患者进行计算机认知训练,每次60 min,每周5 d,持续8~10周。结果表明,干预组的记忆能力显著提升,且在3个月的非接触随访期后,记忆力增强似乎持续存在。一项对49例55岁以上的SCD患者参与为期8周的随机对

照试验,结果提示单纯计算机训练对参与者的认知和情感功能有影响,在提高短期记忆方面效果显著^[23]。另一项为期 2 周、每周 3 次 50 min 的虚拟现实记忆训练中,与相同虚拟现实环境仅进行视觉运动练习的对照组相比,以虚拟超市和虚拟驾驶为载体的训练组表现出更突出的记忆力改善^[42]。总的来说,网络化认知训练可显著改善 SCD 老年患者的记忆功能。

2.2 网络化认知训练可改善执行功能 执行功能,一种高级认知功能的过程,是有效地启动进而完成目标活动的的能力^[43],在所有认知领域和高阶认知控制中都起着重要作用。Pang 等^[44]对 42 例中老年 SCD 患者应用基于智能手机的日历训练和步行锻炼,每周 60 min,共 12 周,提高了患者执行功能的客观指标,且伴随时间的延长,效果优势更明显。但目前证据十分有限。

2.3 网络化认知训练可短期改善整体认知功能 研究发现^[45],计算机辅助认知训练可以显著改善 SCD 患者整体认知功能,特别是与记忆有关的功能;同时,计算机辅助认知训练可根据患者在认知子领域的优势和劣势量身定制,提供即时反馈,并动态调整训练的特异性,比非特异性计算机辅助认知训练或安慰剂更有效,但与传统纸笔式认知训练效果相当。另一项研究对 14 例社区 SCD 患者进行线上认知训练,每次 2 h,共 10 次,整体认知功能得到改善^[41],但尚缺乏长期效果的评估。

2.4 网络化认知训练对认知功能干预的阴性结果 Salisbury 等^[46]开展基于 apple-TV 和 iP 阿尔兹海默症的认知训练,虽与现实生活中的任务相似,增加了治疗的生态有效性、趣味性,但对 SCD 老年患者的记忆功能、执行功能以及整体认知均没有改善作用。阴性结果可能与结局评估和干预方案有关,在干预持续时间、关键组成部分和频率方面存在差异。如个体的认知状态及其变化通常通过蒙特利尔认知评估量表(MoCA)、简易智力状态检查(MMSE)或其他量表来确定^[46],而这些量表对于 SCD 的敏感性和特异性不高。《认知训练中国指南(2022 年版)》建议每次训练时间不短于 30 min,每周不少于 3 次训练,持续训练的总时间不低于 20 h^[9],而有些研究的认知训练强度和训练量并不足^[25],因此导致部分网络化认知训练阴性结果的出现。

3 网络化认知训练的优势

传统的认知训练常使用纸笔训练法,因受培训材料的限制,培训内容不能多样化,形式较单一,患者很容易感到枯燥和疲劳,且需要治疗师一对一的指导^[47]。目前仍不明确网络化认知训练是否比传统认知训练在改善认知功能方面更有效,但有几点优势可以确定。

3.1 节省人力资源 传统认知训练主要由护士协助治疗师对患者面对面、一对一进行,面对患者与治疗师及护士的比例失衡,网络化认知训练缓解了人员紧

缺的问题。护士及治疗师可进行远程指导和监测,并全程详细记录所有数据,根据不同患者的认知水平、兴趣及爱好制定训练方案并结合评估结果调整,极大地节省临床人力资源。

3.2 降低经济成本 网络化认知训练可有效节约治疗师及护士的指导时间,并便捷地对社区居住的 SCD 老年患者进行随访,可提高治疗效率,节省与训练管理相关的成本。网络化认知训练在时间、空间上更具灵活性,对于偏远地区又有治疗需求的患者,可减少其往返医院次数,降低医疗开支以减轻照顾者负担。

3.3 提高接受度与依从性 网络化认知训练可应用不同技术以满足不同类型老年患者的需求。如利用动态演示干预过程,使文化程度较低的老年患者也可看懂测试说明^[48];对肢体功能障碍患者,可以采用识别技术实现与计算机的交互^[49];通过游戏模式增加测试的趣味性和针对性,促进老年患者对网络化认知训练的接受度和依从性^[50]。

3.4 利于技术发展 一方面,网络化认知训练的深度应用有利于数据挖掘、机器学习等算法在智能医学的应用发展,另一方面在设计认知训练方案时,可利用大数据和人工智能算法优势,对训练方案进行个体化调整,促进技术在不断发展和应用中形成正向反馈。

4 网络化认知训练的局限性

4.1 国内缺乏高质量的原始研究 目前我国网络化认知训练在 SCD 老年患者中的应用仍处于探索阶段,缺乏随机双盲且针对不同认知领域的实证研究,特别是在神经机制的探索方面更少,缺乏多模态脑结构和脑功能的指标对比。

4.2 疗效评估不够全面 大多数研究仅对日常认知训练的有效性进行检测,而忽略了临床研究的有效性评价,包括近迁移、远迁移、实时性和照护类的评价,很少有研究评估网络化认知训练的长期效果以及对 SCD 到阿尔兹海默症转化率的影响。同时,在评价网络化认知训练效果时,很少纳入功能磁共振、电生理指标等能反映神经可塑性变化的生物标志物作为疗效监测指标。

4.3 各研究异质性较大 研究对象多以老年女性为主;共病、认知储备、年龄等的特殊性与局限性;网络化认知训练的干预时间频率、干预内容方式和对对照组的选择标准各异,均使结果存在一定的偏差,导致训练效果可比性和重复性较差。

4.4 不良反应易感 目前 SCD 老年患者在使用网络技术时,仍然需要考虑技术与设备带来不良反应的可能性,如出现头晕、恶心、头痛、眼睛疲劳等模拟机症状,存在对设备的陌生和恐惧心理,长期干预使用可能导致上瘾等。

5 结论

网络化认知训练,以人脑的可塑性学说为理论基

础,具有丰富多元、依从性高、个体兴趣化等特点,能够提高 SCD 老年患者以记忆力为主的认知能力,为其提供了新兴干预手段和研究证据。目前应用最广泛的是计算机辅助认知训练,随着科学技术的发展,虚拟现实技术与认知训练的结合可能会成为今后的发展趋势。建议增加护理人员网络化认知训练的相关培训,并对网络生疏的老年患者及照护者开展相关知识科普讲座,特别是计算机辅助认知训练,辅助治疗师开展以记忆训练为主的多领域认知干预,并分工协作规范标准化操作流程,进而提高效率和减少时间成本。科研人员应完善网络化认知训练的设计方案和算法,开展涵盖多认知领域的多中心、大样本、长期随访研究,揭示训练提升认知和生活能力的深层次脑神经机制,以便更科学地制定认知训练方案;在整体认知功能和记忆力评估的基础上,对 SCD 老年患者易受损的其他认知域进行尽可能全面的评估,并纳入更加完整、可量化的生物标志物和临床效果评价指标,观测干预的扩散范围和持续时间,建立并推广网络化认知训练效果评价体系;合理利用网络化认知训练的反馈及监测功能,实现家庭、社区和医院三位一体的延续性监测,便于患者管理和训练方案调整,并提供适当的训练强度和足够的训练量,确保训练效果;网络化认知训练应提高生态性和个体化,从患病人群的实际生活和需求出发,并考虑不同环境下的应用场景,探索适合于我国国情的老年 SCD 干预系统,以改善 SCD 老年患者认知功能,减缓其进展为阿尔茨海默症的进程。

参考文献:

- [1] Molinuevo J L, Rabin L A, Amariglio R, et al. Subjective Cognitive Decline Initiative (SCD-I) Working Group. Implementation of subjective cognitive decline criteria in research studies [J]. *Alzheimers Dement*, 2017,13(3):296-311.
- [2] 胡晴,宋银华,王诗媛,等.养老机构老年人主观认知下降现状及影响因素研究[J]. *护理学杂志*, 2022,37(9):87-90.
- [3] Jessen F, Amariglio R E, van Boxtel M, et al. Subjective Cognitive Decline Initiative (SCD-I) Working Group. A conceptual framework for research on subjective cognitive decline in preclinical Alzheimer's disease[J]. *Alzheimers Dement*, 2014,10(6):844-852.
- [4] Röhr S, Pabst A, Riedel-Heller S G, et al. Cohort Studies of Memory in an International Consortium (COSMIC). Estimating prevalence of subjective cognitive decline in and across international cohort studies of aging: a COSMIC study[J]. *Alzheimers Res Ther*, 2020,12(1):167.
- [5] 韩瓔,盛灿.重视主观认知下降的非药物干预[J]. *医学研究杂志*, 2020,49(2):1-5.
- [6] Jessen F, Amariglio R E, Buckley R F, et al. The characterisation of subjective cognitive decline[J]. *Lancet Neurol*, 2020,19(3):271-278.
- [7] 杨晓辰,朱圆,孙琼,等.主观认知下降的影响因素、评估与干预研究新进展[J]. *诊断学理论与实践*, 2022,21(1):90-94.
- [8] Anguera J A, Boccanfuso J, Rintoul J L, et al. Video game training enhances cognitive control in older adults [J]. *Nature*, 2013,501(7465):97-101.
- [9] 中国医师协会神经内科医师分会,认知训练中国指南写作组. 认知训练中国指南(2022年版)[J]. *中华医学杂志*, 2022,102(37):2918-2925.
- [10] Loewenstein D A, Acevedo A, Czaja S J, et al. Cognitive rehabilitation of mildly impaired Alzheimer disease patients on cholinesterase inhibitors[J]. *Am J Geriatr Psychiatry*, 2004,12(4):395-402.
- [11] 冯丽娜,贺瑾,张会来.网络化认知训练在癌症相关认知障碍患者中的应用现状[J]. *天津护理*, 2022,30(1):124-126.
- [12] Youn J H, Ryu S H, Lee J Y, et al. Brain structural changes after multi-strategic metamemory training in older adults with subjective memory complaints: a randomized controlled trial[J]. *Brain Behav*, 2019,9(5):e01278.
- [13] Kwok T C, Bai X, Li J C, et al. Effectiveness of cognitive training in Chinese older people with subjective cognitive complaints: a randomized placebo-controlled trial [J]. *Int J Geriatr Psychiatry*, 2013,28(2):208-215.
- [14] Cheng C P, Chiu-Wa Lam L, Cheng S T. The effects of integrated attention training for older Chinese adults with subjective cognitive complaints: a randomized controlled study[J]. *J Appl Gerontol*, 2018,37(10):1195-1214.
- [15] Oh S J, Seo S, Lee J H, et al. Effects of smartphone-based memory training for older adults with subjective memory complaints: a randomized controlled trial[J]. *Aging Ment Health*, 2018,22(4):526-534.
- [16] Kim J, Shin E, Han K, et al. Efficacy of smart speaker-based metamemory training in older adults: case-control cohort study [J]. *J Med Internet Res*, 2021,23(2):e20177.
- [17] Mihuta M E, Green H J, Shum D H K. Web-based cognitive rehabilitation for survivors of adult cancer: a randomised controlled trial [J]. *Psychooncology*, 2018,27(4):1172-1179.
- [18] Ferguson R J, Sigmon S T, Pritchard A J, et al. A randomized trial of video conference-delivered cognitive behavioral therapy for survivors of breast cancer with self-reported cognitive dysfunction [J]. *Cancer*, 2016,122(11):1782-1791.
- [19] 范嘉晨,邢炯,柳荣荣,等.计算机认知功能训练治疗抑郁症的研究进展[J]. *国际精神病学杂志*, 2019,46(6):971-974.
- [20] Nousia A, Martzoukou M, Siokas V, et al. Beneficial effect of computer-based multidomain cognitive training in patients with mild cognitive impairment [J]. *Appl Neuropsychol Adult*, 2021,28(6):717-726.
- [21] 曹瀚元,夏文广,郑婵娟,等.计算机辅助认知训练对脑

- 卒中后不同程度认知障碍康复疗效的影响[J]. 生物医学工程与临床, 2018, 22(6): 633-637.
- [22] 吴玲丽, 张占军, 李馨. 认知训练在老年认知功能障碍人群中的研究现状与展望[J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(11): 1449-1452.
- [23] Pereira-Morales A J, Cruz-Salinas A F, Aponte J, et al. Efficacy of a computer-based cognitive training program in older people with subjective memory complaints: a randomized study[J]. Int J Neurosci, 2018, 128(1): 1-9.
- [24] Hu M, Wu X, Shu X, et al. Effects of computerised cognitive training on cognitive impairment: a meta-analysis [J]. J Neurol, 2021, 268(5): 1680-1688.
- [25] Çinar N, Sahiner T A H. Effects of the online computerized cognitive training program BEYNEX on the cognitive tests of individuals with subjective cognitive impairment and Alzheimer's disease on rivastigmine therapy [J]. Turk J Med Sci, 2020, 50(1): 231-238.
- [26] Na H R, Lim J S, Kim W J, et al. Multimodal assessment of neural substrates in computerized cognitive training: a preliminary study[J]. J Clin Neurol, 2018, 14(4): 454-463.
- [27] 陈妞, 陆萍静, 陈雪梅, 等. 虚拟现实技术在老年痴呆患者认知功能训练中的研究进展[J]. 护理学杂志, 2017, 32(3): 106-109.
- [28] 朱佳倩, 袁勇贵. 虚拟现实技术在精神障碍中的应用进展[J]. 国际精神病学杂志, 2020, 47(4): 666-669.
- [29] Kim S, Kim E. The use of virtual reality in psychiatry: a review[J]. Soa Chongsonyon Chongsin Uihak, 2020, 31(1): 26-32.
- [30] 朱开彦. 沉浸式虚拟老年认知管理系统的开发及可行性研究[D]. 福州: 福建医科大学, 2022.
- [31] Wu J, Ma Y, Ren Z. Rehabilitative effects of virtual reality technology for mild cognitive impairment: a systematic review with meta-analysis[J]. Front Psychol, 2020, 11: 1811.
- [32] 谢兴, 农青芳, 农冬晖, 等. 沉浸式虚拟现实技术在老年痴呆患者认知训练中的应用[J]. 广西医学, 2020, 42(20): 2717-2720.
- [33] D'Cunha N M, Nguyen D, Naumovski N, et al. A mini-review of virtual reality-based interventions to promote well-being for people living with dementia and mild cognitive impairment [J]. Gerontology, 2019, 65(4): 430-440.
- [34] Arlati S, Di Santo S G, Franchini F, et al. Acceptance and usability of immersive virtual reality in older adults with objective and subjective cognitive decline [J]. J Alzheimers Dis, 2021, 80(3): 1025-1038.
- [35] Ouellet É, Boller B, Corriveau-Lecavalier N, et al. The Virtual Shop: a new immersive virtual reality environment and scenario for the assessment of everyday memory[J]. J Neurosci Methods, 2018, 303: 126-135.
- [36] Allison S L, Fagan A M, Morris J C, et al. Spatial navigation in preclinical Alzheimer's disease [J]. J Alzheimers Dis, 2016, 52(1): 77-90.
- [37] Atkins A S, Khan A, Ulshen D, et al. Assessment of instrumental activities of daily living in older adults with subjective cognitive decline using the Virtual Reality Functional Capacity Assessment Tool (VRFCAT)[J]. J Prev Alzheimers Dis, 2018, 5(4): 216-234.
- [38] Iliadou P, Paliokas I, Zygouris S, et al. A comparison of traditional and serious game-based digital markers of cognition in older adults with mild cognitive impairment and healthy controls[J]. J Alzheimers Dis, 2021, 79(4): 1747-1759.
- [39] Kang J M, Kim N, Lee S Y, et al. Effect of cognitive training in fully immersive virtual reality on visuospatial function and frontal-occipital functional connectivity in predementia: randomized controlled trial[J]. J Med Internet Res, 2021, 23(5): e24526.
- [40] 孟军鹏, 尤雪梅, 赵佩, 等. 影响脑卒中患者发生记忆功能障碍的相关危险因素分析[J]. 陕西医学杂志, 2018, 47(1): 41-43.
- [41] Mahncke H W, Connor B B, Appelman J, et al. Memory enhancement in healthy older adults using a brain plasticity based training program: a randomized, controlled study [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2006, 103(33): 12523-12528.
- [42] Boller B, Ouellet É, Belleville S. Using virtual reality to assess and promote transfer of memory training in older adults with memory complaints: a randomized controlled trial[J]. Front Psychol, 2021, 12: 627242.
- [43] 刘远文, 潘翠环, 胡楠, 等. 重复经颅磁刺激治疗脑卒中后执行功能障碍的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(10): 1132-1136.
- [44] Pang Y, Kim O. Effects of smartphone-based compensatory cognitive training and physical activity on cognition, depression, and self-esteem in women with subjective cognitive decline[J]. Brain Sci, 2021, 11(8): 1029.
- [45] Hu M, Wu X, Shu X, et al. Effects of computerised cognitive training on cognitive impairment: a meta-analysis[J]. J Neurol, 2021, 268(5): 1680-1688.
- [46] Salisbury D, Plocher T, Yu F. Efficacy of simultaneous aerobic exercise and cognitive training in subjective cognitive decline: study protocol for randomized controlled trial of the Exergames Study[J]. Trials, 2021, 22(1): 14.
- [47] 张保艳, 吕多娇, 张倩, 等. 认知功能障碍训练的新进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(2): 187-189.
- [48] Wong A, Fong C H, Mok V C, et al. Computerized Cognitive Screen (CoCoSc): a self-administered computerized test for screening for cognitive impairment in community social centers[J]. J Alzheimers Dis, 2017, 59(4): 1299-1306.
- [49] König A, Linz N, Tröger J, et al. Fully automatic speech-based analysis of the semantic verbal fluency task [J]. Dement Geriatr Cogn Disord, 2018, 45(3-4): 198-209.
- [50] Wilda K, Webbe F, Seelye A, et al. Status of computerized cognitive testing in aging: a systematic review[J]. Alzheimers Dement, 2008, 4(6): 428-437.