

轻度认知障碍及痴呆症患者计算机辅助 认知康复现状与趋势

赵御凯¹, 张鼎², 贾妮², 孟帅³, 张芳芳³, 郭肖博³, 张禹²

【关键词】 轻度认知障碍; 痴呆; 计算机辅助认知康复

【中图分类号】 R49; R742 【DOI】 10.3870/zgkf.2021.08.012

随着人口老龄化的不断上升,与年龄相关的认知障碍,尤其是痴呆症的患病人数呈现上升趋势,其认知功能受限、生活自理能力下降,伴随繁多老年疾病的发生,严重影响患者及家庭的生活质量,增加社会负担。轻度认知障碍(Mild cognitive impairment, MCI)指患者在记忆力、注意力、反应速度及沟通交流能力等众多方面的轻度损伤,它是介于正常衰老和痴呆症之间的一个过渡性的临床状态。目前对于 MCI 及痴呆症患者的临床干预治疗已受到众多学者重视,上世纪计算机的衍生到至今逐渐普及,软件开发技术得到了不断发展,计算机辅助认知康复(Computer-assisted cognitive rehabilitation, CACR)技术逐渐被用于 MCI、痴呆症及医学研究的众多领域。此技术可对患者进行系统认知障碍评估,根据结果给予针对性治疗方案,其训练手段多种多样,相较于人工训练融入了更多现代性、娱乐性元素,极大的提升了治疗效果^[1]。本文基于计算机辅助认知康复技术下,对此治疗手段在 MCI 及痴呆症患者临床干预现状方面做一综合性分析和展望,为后续相关研究提供参考。

1 计算机辅助认知康复历史由来及发展特征

关于计算机辅助认知技术起源可以追溯到 20 世纪 60 年代的美国,最初康复人员只是为改善卒中以及脑损伤患者在生活自理能力方面而设计的一种系统程序。时间进入到 1980 年代中期,相关信息化产业相继建立,促使一些没有广泛技术专长的个人或者团体开始逐渐开发属于自己的软件,而一些临床医师也逐渐开始为单个、甚至多个平台编售认知再训练软件^[2]。这种计算机辅助认知软件具有极高的灵活性、创新性,可实际贴合临床医师工作,因此,逐渐得到临床大力推

广。而 CACR 技术主要应用于执行力、注意力、记忆力以及感知能力的大量训练,大多数只是为了康复部分患者抽象性的思维能力,而当时计算机产业技术匮乏、运速缓慢、训练缺乏指标,更多介导于医师的感性思维^[3]。二十一世纪后信息化高速发展,软件技术的缺点和局限性逐渐被填补, CACR 技术与认知障碍方面的训练相互融合,更加接近娱乐元素和现代生活的方方面面,其在相关 MCI 康复检验指标方面更加成熟。如 1998 年 Butti 等^[4]首次将此技术应用于脑损伤和神经衰弱而引起的记忆障碍、视觉障碍以及逻辑数字紊乱的 MCI 患者治疗中,所有受试者规范接受一周 5 次,一次 5h 的记忆力、注意力及视觉逻辑方面的计算机康复训练。最终,患者在记忆能力方面得到显著改变,并且患者心理层面开始出现了乐观积极心态。当然,此研究未采用相关随机对照试验及未进行盲法的设计,但为计算机辅助认知技术在非药物干预治疗认知障碍方面提供了重要的临床证明。1999 年 Podd 等^[5]将此技术应用于临床 MCI 患者的治疗干预中,联合戒备疗法及心理辅导,最终,改善了三名认知障碍患者在认知力及执行力方面的水平,并且在治疗时间段内的简易精神状态评价量表(Mini-mental Status Examination, MMSE)评分准确地预测了患者的治疗程度。当然,随着认知神经科学、神经影像学技术及计算机技术,甚至神经生物学的不断发展,计算机辅助认知康复已作为一种新兴的改善脑认知能力技术,在神经学、神经康复学等重要领域占有一席之地。所展现与传统神经康复不同在于,它具有独立性、无创性、适应性、强大的储存能力及廉价易获取性、易操作等众多特征,且立足于计算机辅助认知康复技术之上,多学科交叉互相取长补短,促使学科融合与发展,故而具有一定意义上的创新性、科学实践性等发展特征^[6]。

2 计算机辅助认知康复媒介类型

对于 MCI 及痴呆症患者所干预的计算机辅助认知康复软件大致分为:软件类、网络平台、虚拟现实技术及其他。

基金项目:陕西省中医药管理局 2017 年项目资助(LCPT100)

收稿日期:2020-04-25

作者单位:1. 黑龙江中医药大学第一附属医院, 哈尔滨 150040; 2. 陕西中医药大学, 陕西 咸阳 712046; 3. 延安大学咸阳医院, 陕西 咸阳 712000
作者简介:赵御凯(1995-),男,硕士在读,主要从事心脑血管疾病预防与研究。

通讯作者:贾妮, doctor-jia@163.com

2.1 软件类

2.1.1 认知训练软件 目前,认知训练软件在CACR领域应用最为广泛。神经心理学软件程序(Neuro-Psychological Training, NT)旨在通过使用各种任务来增强多个认知领域,并且可以提供临床测试数据的及时反馈,从而使参与者可以按照自己的进度完成临床任务。譬如,科罗拉多神经心理测验(Colorado Neuropsychological Test, CNT)软件中改善记忆力的显式和隐式记忆任务,是通过进行为期九周的试验,从而达到评估训练对记忆的效果。Kallio等^[7]针对社区居住的MCI患者进行了为期12周的认知训练,通过CNT软件进行单盲随机对照试验,结果,治疗组在认知功能(注意力、记忆力、执行力及逻辑推理能力)方面改善显著,且优于对照组,并且治疗组经过神经心理学软件干预后,心理幸福感指数(Psychological Well-being, PWB)的有效性显著提高。Anouk等^[8]采用工作记忆训练(Working Memory, WM),对23名健康老年组和18名MCI老年患者组进行为期5周培训及3个月随访,采用CNT软件评估记忆力改善情况,结果显示,健康老年组3个月随访后记忆力未提升,而MCI组改善明显,且记忆力的提升并非只持续一段时间,因此,认知训练软件在改善认知功能障碍方面有一定的临床疗效。

2.1.2 网络视频游戏 与改善认知的神经心理学软件不同,大多数网络视频游戏最初并不是为了改善认知的各个方面而设计的,而仅仅是为了提升患者的后续生活质量。但有研究表明^[9],网络视频游戏不仅可以改善老年人的特定认知领域,也可以影响患者的整体认知功能,因此,网络视频游戏作为新的一种认知康复训练手段,在治疗老年人轻度认知功能障碍,甚至痴呆症患者方面,展现极大的未来开发前景。McCord等^[10]通过为期3周的网络动作视频游戏干预认知功能障碍的社区老年人,实验组在试验后和随访过程中均显示出视觉、注意力和工作记忆力的显著改善,并且各项指数明显优于对照组,差异具有统计学意义。因此,将视频游戏作为老年人的一种休闲娱乐选择之一,是有助于改善老年人认知水平,应给予适当推广。

2.2 网络平台类 CACR技术也可通过网络平台这一方式来改善MCI及痴呆症患者的认知水平,患者可在网络平台中寻找自己需要的相关认知训练软件,并且不经过收费后下载,仅仅需要连接移动流量或者Wi-Fi网络,从而线上训练,根据不同难度等级来确定自己的认知水平及训练强度。譬如,法恩凯斯网站(<http://www.feskits.com>)、智能大脑平台(Start Brain, <http://smartbrain.net/>),通过线上训练改善

认知水平,并结合日常线下训练,达到多角度、全方位康复治疗的效果^[11]。

2.3 虚拟现实技术 为了延缓认知能力下降并减少痴呆症的发生,必须对MCI进行逐条的严格标准制定,虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术在各项标准中的临床反馈已逐渐克服传统纸笔测试的不足。关于VR应用程序,最常见的特征是使用半浸入式,操纵杆或游戏手柄结合设置的场景,进行代入感极强的一次认知行为评估^[12-13]。江山等^[14]基于VR技术将60例颅脑损伤后MCI患者随机分为2组,对照组给予常规认知训练,观察组给予虚拟现实技术治疗,在治疗2周、4周、8周时间节点分别对两组患者进行测试,结果显示,治疗2周时,两组患者的蒙特利尔认知评估(Montreal Cognitive Assessment, MoCA)评分较治疗前明显提升,但MMSE评分、日常生活活动功能(Bartel index, BI)指数与治疗前无显著性差异;治疗4周时,2组MoCA、MMSE评分、BI指数较治疗前均有所改善,但组间无显著差异;治疗8周时,2组MoCA、MMSE评分、BI指数较治疗前均明显提升,且组间具有明显差异。因此,VR技术在改善MCI方面是有明显临床疗效的,但仍需要进一步大样本、多中心、盲法选择的试验研究,以待应用于临床。

2.4 其他

2.4.1 手指操训练 运用手指操来训练MCI患者,可以增加大脑皮层的刺激反馈,提升大脑的活跃点和兴奋点,增强脑代谢,从而改善脑循环,增强认知功能,延缓病情的进一步发展。陈连洲等^[15]通过手指操训练,将64例MCI及痴呆症患者分为随机分为2组,对照组给予常规护理及药物治疗,观察组在对照组的基础之上增加手指操训练,对比2组临床疗效、认知水平及生活能力评分,治疗周期1年。结果显示,观察组临床疗效的总有效率高于对照组,本顿视觉保持测试、快速词汇测验、痴呆简易筛查表、数字广度测试评分显著高于对照组,且组间差异具有统计学意义。因此,运用手指操训练来改善MCI及痴呆症患者的认知水平及生活水平是有一定的临床意义,应给予大力推广。

通过以上阐述的所有治疗手段干预此类疾病,从而达到虚拟与现实的完美结合,提升并改善认知水平。当然,随着我国5G网络技术的不断发展以及全球众多学者在认知功能障碍及痴呆疾病方面的深入研究,未来基于计算机辅助认知康复的介入手段将会更加智能化、多样化^[16]。

3 计算机辅助认知的研究现状

3.1 加强记忆力效果 CACR技术在MCI及痴呆症

患者群体的症状改善中具有一定程度的影响。Moon等^[17]基于CACR技术在改善MCI患者的工作记忆及执行功能方面进行临床随机对照试验,将受试者分为两组进行干预,采用数字记忆测试及Stroop测试A和B,结果显示,数字记忆测试的前后对比中,观察组改善明显,并且Stroop测试A和Stroop测试B,分别在视觉记忆方面明显优于对照组,组间比较差异具有统计学意义,这些发现表明,CACR技术在改善MCI患者的工作记忆和执行功能方面更为有效。同时研究发现,CACR联合重复经颅磁刺激(Repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)技术对MCI患者进行临床干预疗效显著。徐海松等^[18]将72名MCI患者分为4组(药物组、rTMS组、认知训练组、联合组)进行临床研究,结果显示,各组经过治疗后P300潜伏期均有明显下降,但联合组指数较为显著,并且治疗前后不同脑组织区域电LZC值较单纯rTMS组变化明显。因此,CACR联合重复经颅磁刺激技术的手段来干预MCI患者的治疗,通过客观的P300潜伏期缩短指标,更能说明出CACR技术在改善认知力、记忆力等方面的作用,同时作为安全有效、非药物干预的一种临床认知康复手段,此技术有待于进一步推广。

3.2 集中注意力及反应速度 往往注意力、反应速度与记忆力保持密切联系,这些因素均是生活、学习及工作的相关要素,因此,在训练记忆力的同时,要密切关注MCI及痴呆症患者注意力及反应速度的临床刺激反馈^[19]。Park等^[20]在基于CACR技术下,测试患者注意力及反应速度等相关因素,结果显示,观察组视觉空间注意力测试,在进行干预后MCI患者的反应速度测试,并且波士顿命名测试显著改善,3组测试结果均优于对照组,且组间差异具有统计学意义。Lee等^[21]基于CACR技术,将30名MCI及痴呆症患者分为2组,观察患者治疗前后MMSE量表评分的变化情况,研究结果显示,CACR技术训练组的量表评分明显大于传统治疗组,且组间临床疗效差异具有统计学意义。因此,CACR技术可作为机体损伤所带来的认知功能障碍方面的康复治疗手段,这种技术手段可替代临床传统治疗手段,科学地预见并且防止认知水平急剧下降。

3.3 增进沟通交流 临床中常见MCI患者伴随病情时间延长,导致言语障碍,缺乏语言沟通,与患者的一对一治疗存在很大困难,给医护工作带来很大困扰,因此,对此类病患的辅助认知康复治疗显得尤为重要。Qiao等^[22]基于CACR技术在促进语言交流方面进行横断面研究,分别将MMSE评分、认知功能评分作为因变量,MCI患者语音参数作为自变量,进行多元性

线性认知评分,结果得出,沉默持续时间与神经功能评分(MMSE、认知功能)呈正相关。Natalie等^[23]将60名MCI患者分为两组,进行CACR技术治疗,经过6周的干预治疗后,结果显示,两组治疗分数在干预前、干预后这两个时间段内没有显著变化,但干预组痴呆量表评分较前明显改善。因此,在运用CACR技术下可以更好的观察MCI患者神经功能变化与临床言语之间的关系变化,为临床诊治提供更佳选择。

3.4 情感释放训练效果 轻度认知功能的障碍,甚则痴呆症,即是思维能力的丧失。国外相关研究显示^[24],通过刺激情感的释放,从而获取少量情感信息,这样来关注临床病情的发展方向,为临床治疗提供帮助。Pedro等^[25]在CACR技术支持下运用与患者模拟对话的服务方式,结合虚拟环境下的游戏方式,收集MCI及痴呆症患者在接收到“狂欢”“苦恼”“失败”等大量信息后的刺激反馈。研究表明,通过CACR技术干预下患者的情感明显较前增多,且对于感觉阀门的刺激较为明显。

3.5 增强执行能力 执行力与注意力、反应速度密切相关,是患者思维及处理生活中琐碎事务的功能体现。执行力障碍的降低可以从患者的反应速度上体现出来,并且它的下降使患者不能及时适应周围环境,严重影响日常工作生活。因此,在注意力及反应速度训练的同时,给予足够量的执行力训练是至关重要的^[26]。Lee等^[27]将20例MCI患者进行为期12周训练,观察组使用CACR技术,对照组常规辅助治疗,结果显示,治疗前两组在基线年龄,性别,文盲,受教育年限以及MMSE和改良BI指数评分方面无显著差异,但治疗组经过治疗后改良BI指数评分明显优于对照组,接受CACR技术治疗患者的MMSE评分提高,从而证明了CACR技术可有效改善MCI病患的执行力障碍。

3.6 提升日常生活自理能力 对于CACR技术而言,MCI及痴呆症患者的生活质量的提升应是基于此技术治疗后重要的评定标准之一,而提升此类患者的日常生活自理能力,能够增加MCI及痴呆症患者今后的生活质量,因此,CACR技术在改善日常生活自理能力方面显现的尤为重要^[28]。Hagovská等^[29]将60例MCI患者分为两组,观察组采用CACR技术,对照组采用传统认知训练手段,进行为期10周,一周2次,一次30min的随机对照试验,结果显示,观察组经过训练后生活质量及生活自理能力评分优于对照组,且负荷评分增加,2组评分的错误比例均较治疗前减少。因此,CACR技术在提升日常生活自理能力及生活质量方面效果显著,值得临床应用。

4 计算机辅助认知的优势及局限点

虽然 CACR 技术被用于临床,作为一项针对 MCI 及痴呆症患者的治疗和康复训练手段,但就其发展历史而言还相对较短。然而,临床治疗效果却比传统药物疗法等凸显更佳,计算机在认知训练中的作用是将计算机作为认知康复工具的主载体,有众多优点及积极方面,并且在海外,众多学者已做出相关临床证实^[30]。

4.1 CACR 的优势 通过检索大量国外相关研究文献显示^[31-32],CACR 在被用于 MCI 及痴呆症患者认知功能训练中具有以下优点:①它能够高度标准化地记录患者被刺激后的反应回馈,相较于观察员或者测试员,能够更加准确、一致、客观地记录数据,并且将患者所呈现的数据逐个分析,保留于永久数据库,以便于后续临床收集需要。②患者所产生的刺激反应,在计算机上会以明亮且色彩丰富的图形呈现出来,以便于临床医师分析。③此外,计算机作为辅助康复的主载体,具有无限的耐心,可以持续性呈现患者所展示出的应激刺激,不会产生疲劳或者无聊的临床风险,在人为设定的环境中按照指定节奏工作,测试的难易程度不会使患者产生失败感,使患者自我价值感得到提升。④. 计算机辅助认知康复是一种新颖、愉悦、具有挑战性的技术,就目前这类康复技术中大多数计算机都是便携式、易使用、成本较低。

4.2 CACR 的局限点 国外众多学者也针对 CACR 技术阐述了谨慎和局限点^[33]。这些谨慎和局限点体现在^[34]:①医师对 MCI 及痴呆症患者的临床症状能否有一定全面的了解,以便于对其选用适用的软件,否则存在浪费患者宝贵的治疗时间和执行无效的测验。②计算机可以完全独立工作,但是不能够接替医师的工作,其作用仅为康复工具,而并非临床医师,因此,无法及时将患者的应激反馈全面分析。③患者所呈现出的临床刺激反应作为数据采集,未有相应的对照研究,因此,后续数据分析需要研究者进行大样本及长期跟踪随访得到验证。

5 总结与展望

综上所述,CACR 技术可以作为一种提高认知水平的高效辅助治疗手段,并且此技术在改善 MCI 及痴呆症方面显现出不俗疗效。这一康复技术,打破了传统康复治疗手段,疗效突出、经济实用、灵活多变,在临床应用方面可以更好地代替医护人员,缓解人为因素所带来的结果偏差^[35]。同时,国外相关学者认为^[36],技能的培训、技术的推广、患者的依从性等相关

问题依然是该领域的关键问题,应将其视为评估启动或者继续 CACR 技术治疗的关键标准。因此,为了获得更佳预后疗效,技术相关性培训需要重点关注,其内容模式、结构化以及监控模式上尽量采用生态自然背景,并且初始治疗要给予患者在心理方面产生极大的依从性,以便后续临床诊治继续开展^[37]。

相较于西方国家,我国在 CACR 技术领域起步较迟,研究和应用方面较少,且缺乏康复相关软件应用于临床研究^[38]。近年来^[39],我国经济实力飞速发展,医院信息化已全面普及,医护人员的计算机技术也已熟练掌握,CACR 技术应全面临床推广,为后续在认知功能障碍及痴呆症领域提供康复医学技术支持。而就其汉化后的软件应用上,应该贴近于临床治疗,在后续软件开发上,应结合我国当前医疗卫生行业的实践标准及多学科发展的方向,开发适用于符合我国临床要求的 CACR 软件,推动我国在 MCI 及痴呆症治疗及预防事业的进一步发展。

【参考文献】

- [1] 李桢,李冬梅.轻度认知障碍及痴呆症患者计算机辅助认知康复研究现状[J].中华护理杂志,2014,49(8):986-990.
- [2] Long CJ. The Current Status of Computer-Assisted Cognitive[J]. The Rehabilitation of Cognitive Disabilities, 2012,79(8):189-195.
- [3] McKittrick LA, Friedman LF, Pearman A, et al. Ecologically-valid stimuli in memory training and assessment[J]. Clinical gerontologist, 1997, 17(3): 58-62.
- [4] Butti G, Buzzelli S, Fiori M, et al. Observations on mentally impaired elderly patients treated with THINKable, a computerized cognitive remediation[J]. Archives of Gerontology and Geriatrics, 1998, 26(3): 49-56.
- [5] Podd MH. Successful treatment of patients with extraordinary pre-morbid visual memory: Three case studies[J]. Archives of Clinical Neuropsychology, 1999, 14(1): 154-155.
- [6] Zhang J, Yang Y. Effects of computer assisted training combined with the actual environment training on vascular cognitive impairment with no dementia after stroke[J]. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2015, 37(5): 344-347.
- [7] Kallio EL, Hietanen M, Kautiainen H, et al. Neuropsychological outcome of cognitive training in mild to moderate dementia: A randomized controlled trial[J]. Neuropsychological Rehabilitation, 2020, 15(2): 1-19.
- [8] Vermeij A, Claassen JAHR, Dautzenberg PLJ, et al. Transfer and maintenance effects of online working-memory training in normal ageing and mild cognitive impairment[J]. Neuropsychological rehabilitation, 2016, 26(5-6): 783-809.
- [9] Torres ACS. Cognitive effects of video games on old people[J]. International Journal on Disability and Human Development, 2011, 10(1): 55-58.
- [10] McCord A, Cocks B, Barreiros AR, et al. Short video game play improves executive function in the oldest old living in residential care[J].

- Computers in Human Behavior, 2020,11(3): 106-108.
- [11] Talan J. A Tailor-Made Lifestyle Prevention Plan Made Some Headway in MCI: Why 'It's a Great Start'but We're Not There Yet[J]. Neurology Today, 2019, 19(22): 52-54.
- [12] Diaz-Perez E, Florez-Lozano. Realidad virtual y demencia Virtual reality and dementia[J]. Rev Neurol. 2018,66(10):344-352.
- [13] Sakai H, Nagano A, Seki K, et al. Development of a cognitive function test using virtual reality technology: examination in healthy participants[J]. Aging, Neuropsychology, and Cognition, 2018, 25(4): 561-575.
- [14] 江山,李娅娜,王一鸣,等.虚拟现实训练技术对颅脑损伤患者认知功能恢复的疗效[J].中国康复,2019,34(9):451-454.
- [15] 陈连洲,徐莉.手指操对阿尔茨海默病的康复效果观察[J].中国乡村医药,2018,25(14):37-38.
- [16] Vanova M, Irazoki E, García-Casal JA, et al. The effectiveness of ICT-based neurocognitive and psychosocial rehabilitation programmes in people with mild dementia and mild cognitive impairment using GRADIOR and ehcoBUTLER: study protocol for a randomised controlled trial[J]. Trials, 2018, 19(1): 100-105.
- [17] Moon JH, Yang SB, Jeon MJ. The Effects of Computer-Based Cognitive Rehabilitation and Traditional Cognitive Training on the Working Memory and Executive Function in Patients with Mild Traumatic Brain Injury[J]. Systematic Review, 2020, 13(1): 47-57.
- [18] 徐梅松,随瑞斌,陶华英.重复经颅磁刺激和计算机辅助认知训练改善轻度认知功能障碍患者认知的临床研究[J].中华老年心脑血管病杂志,2016,18(4):356-362.
- [19] Mace RA, Mansbach WE. The efficacy of a computer-assisted cognitive rehabilitation program for patients with mild cognitive deficits: A pilot study[J]. Alzheimer's & Dementia, 2015, 11(7): 783-788.
- [20] Park E, Yun BJ, Min YS, et al. Effects of a Mixed Reality-based Cognitive Training System Compared to a Conventional Computer-assisted Cognitive Training System on Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study[J]. Cognitive and Behavioral Neurology, 2019, 32(3): 172-178.
- [21] Lee YM, Jang C, Bak IH, et al. Effects of computer-assisted cognitive rehabilitation training on the cognition and static balance of the elderly[J]. Journal of physical therapy science, 2013, 25(11): 1475-1477.
- [22] Qiao Y, Xie XY, Lin GZ, et al. Computer-Assisted Speech Analysis in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease: A Pilot Study from Shanghai, China[J]. Journal of Alzheimer's Disease, 2020, 10(1): 1-11.
- [23] Lai NYY, Mok CCM, Siu AMH. Efficacy of Computer-Assisted Cognitive Training in People with Early Dementia-A Single-Blind Randomized Controlled Trial[J]. J Aging Stud Ther, 2019, 1(1):11-16.
- [24] Zhuang JP, Fang R, Feng X, et al. The impact of human-computer interaction-based comprehensive training on the cognitive functions of cognitive impairment elderly individuals in a nursing home[J]. Journal of Alzheimer's disease, 2013, 36(2): 245-251.
- [25] Lee GJ, Bang HJ, Lee K M, et al. A comparison of the effects between 2 computerized cognitive training programs, Bettercog and COMCOG, on elderly patients with MCI and mild dementia: a single-blind randomized controlled study[J]. Medicine, 2018, 97(45):109-112.
- [26] Czaja SJ, Loewenstein DA, Lee CC, et al. Assessing functional performance using computer-based simulations of everyday activities[J]. Schizophrenia research, 2017,18(3): 130-136.
- [27] Pedro CP, Zamudio V, Navarro J, et al. Identification and Analysis of Emotions in a Game Based Therapy for Patients with Cognitive Impairment[J]. 2018,26(3):499-506.
- [28] Bernini S, Alloni A, Panzarasa S, et al. A computer-based cognitive training in Mild Cognitive Impairment in Parkinson's Disease[J]. NeuroRehabilitation, 2019, 44(4): 555-567.
- [29] Hagovská M, Dzvonik O, Olekszyová Z. Comparison of two cognitive training programs with effects on functional activities and quality of life [J]. Research in Gerontological Nursing, 2017, 10(4): 172-180.
- [30] Silbert LC, Dodge HH, Lahna D, et al. Less daily computer use is related to smaller hippocampal volumes in cognitively intact elderly[J]. Journal of Alzheimer's Disease, 2016, 52(2): 713-717.
- [31] Fetta J, Starkweather A, Gill J M. Computer-based cognitive rehabilitation interventions for traumatic brain injury: a critical review of the literature[J]. The Journal of neuroscience nursing: journal of the American Association of Neuroscience Nurses, 2017, 49(4): 235-240.
- [32] Harvey PD, McGurk SR, Mahneke H, et al. Controversies in computerized cognitive training[J]. Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging, 2018, 3(11): 907-915.
- [33] Quaglini S, Alloni A, Cattani B, et al. Computerized Cognitive Rehabilitation: Comparing Different Human-Computer Interactions [J]. Studies in Health Technology and Informatics, 2017, 24(5): 1374-1376.
- [34] Lisanne F, Best JR, Crockett RA, et al. The effects of an 8-week computerized cognitive training program in older adults: a study protocol for a randomized controlled trial[J]. BMC geriatrics, 2018, 18(1): 31-36.
- [35] Tierney MC, Charles J, Naglie G, et al. The effects of computerized cognitive testing of older patients on primary care physicians' approaches to care[J]. Alzheimer Disease & Associated Disorders, 2017,31(1): 62-68.
- [36] Bahar - Fuchs A, Martyr A, Goh AMY, et al. Cognitive training for people with mild to moderate dementia[J]. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2018, 18(7):294-299.
- [37] Ip EH, Barnard R, Marshall SA, et al. Development of a video-simulation instrument for assessing cognition in older adults[J]. BMC medical informatics and decision making, 2017, 17(1): 1-11.
- [38] 恽晓平.认知康复的发展方向与趋势[J].中国康复理论与实践, 2016,22(05):497-498.
- [39] Li BY, He NY, Qiao Y, et al. Computerized cognitive training for Chinese mild cognitive impairment patients: a neuropsychological and fMRI study[J]. NeuroImage: Clinical,2019,22(3): 101-106.