

# 远程康复技术在记忆障碍中的应用研究进展

马睿<sup>a,b</sup>, 屈云<sup>a,b</sup>, 王婷婷<sup>a,b</sup>, 王静静<sup>a,b</sup>

【关键词】 远程康复; 康复; 脑卒中; 记忆障碍

【中图分类号】 R49; R493 【DOI】 10.3870/zgkf.2019.08.012

脑卒中具有高死亡率和高致残率的特点,大部分患者会遗留运动、言语及认知障碍,而认知障碍不仅影响了患者的日常生活,更会严重影响到患者运动、言语和日常生活活动能力的康复<sup>[1-2]</sup>。记忆障碍是最常见的临床症状,约占45.4%<sup>[3]</sup>。研究显示,约有20%~50%的卒中患者会遗留学习和记忆功能障碍<sup>[4-5]</sup>。脑卒中后进行正确的记忆功能训练,可以有效的缓解记忆功能障碍,提高记忆能力<sup>[6]</sup>。传统的记忆功能训练方式主要有联想记忆法<sup>[7]</sup>、无差错性学习<sup>[8]</sup>、选择重复训练<sup>[9]</sup>,以及间隔提取技术<sup>[10]</sup>等。这些针对记忆的训练方式需要治疗师现场实施,面对面给予患者指导,但是由于大部分患者分散于偏远地区,存在就诊困难、治疗人员缺乏,治疗人员技术水平不等、训练方式单一等弊端。而随后出现的计算机辅助训练系统,虽可提供同等水平的康复治疗,但是仍有治疗条件受限、出院后训练效果下降及记忆功能评估及训练中断等局限性,不足以满足脑卒中或脑损伤后患者记忆训练的长期需求。随着科学技术的发展以及患者对康复需求的增多,远程康复技术成为解决上述问题的最主要的方式之一。本文综述了近年来治疗记忆障碍常见的远程康复技术,对其分类及功能进行介绍,综合分析其疗效,旨在为临床提供参考。

## 1 远程记忆康复的常见技术

1.1 基于远程康复的互联网辅助认知训练 该方式是将远程互联网通讯和多媒体技术与康复医学相结合,建立人-机交互的模式,对记忆障碍的患者进行远程治疗的方法,通过远程康复的模式,建立医生及治疗师与患者、基层医院、社区医院、公立医院等之间的信息交流和诊疗服务网络<sup>[11-12]</sup>。通过多媒体游戏等

方式,给予患者任务性训练,增加患者的兴趣,使患者更加投入,这种远程技术对卒中后认知功能障碍的恢复有较好的疗效<sup>[12]</sup>。作为最常用的远程康复治疗手段,国内外基于互联网技术的记忆康复已经较成熟。国内正在研发的智能化脑卒中远程康复辅助系统,可通过远程人机接口设备将居家的评估和训练数据传入数据库云终端进行处理,利用终端的大型医院或专家资源确定治疗方案,指导患者,并督促患者参与治疗,同时保障患者安全<sup>[13-14]</sup>。Bergquist等<sup>[15]</sup>利用基于互联网的认知康复模式,提出远程康复可能是一种有效的补偿认知康复的机制。Solana等<sup>[16]</sup>对Guttmann神经私人训练助手(Guttmann Neuropersonal Trainer, GNPT)远程康复平台进行研究,提出该平台可使脑损伤患者延长医院外的康复治疗,提高康复过程的效率,相对于治疗师与患者面对面的方式,可显著节约成本。

1.2 虚拟现实技术 虚拟现实(Virtual Reality, VR)是具有视觉、触觉、运动觉等相互作用的3D体验方式,通过电脑产生接近现实的环境,让患者沉浸其中,身临其境进行治疗<sup>[17-18]</sup>。它具有沉浸、交互等特点。利用其特点使患者在虚拟场景中与各种对象相互联系,利用认知功能与想象,提升患者记忆功能。国内目前针对远程虚拟现实治疗记忆障碍的研究尚少,VR治疗患者体验性强、良好的生态效度等优势会加速其未来的发展。Caglio等<sup>[19]</sup>利用视觉3D游戏进行记忆功能的研究,发现虚拟航行训练可以激活记忆相关脑区,从而改善脑损伤患者的记忆功能。VR可提供丰富的功能刺激及激励情境,增强患者在康复过程中的参与程度,通过数据收集,监测和评估康复进展。由于治疗及操作系统基于传感器、屏幕、计算机等设施,其载体的本质决定了VR技术可以运用于远程康复之中,Riva<sup>[20]</sup>等设计的身体形象虚拟现实量表(Body Image Virtual Reality Scale, BIVRS)使用VR技术建模可通过互联网进行访问。

1.3 移动终端 手机已经成为生活中不可缺少的工具之一,患者可与治疗人员实时通话、信息交流以及网络实时视频,实现远程治疗人员对患者的记忆评估及

基金项目:国家重点研发计划课题(2017YFC1308504)

收稿日期:2018-07-18

作者单位:四川大学 a. 华西医院康复医学中心, b. 华西临床医学院, 成都 610041

作者简介:马睿(1987-),男,硕士研究生,主要从事神经与脑病康复的研究。

通讯作者:屈云, dr\_yunqu@163.com

训练。越来越多关于智能手机的研究表明中度到重度记忆障碍的病人可以从使用这项技术中获益<sup>[21-23]</sup>,且智能移动终端相对于其他远程康复设备具有成本低,携带方便,覆盖面广等优势,已成为未来康复发展趋势<sup>[24]</sup>。此种技术在国内研究较少,但在国外,针对记忆障碍的移动终端治疗技术及智能手机治疗软件已有相应的研究。有研究通过筛选对13名脑损伤患者使用智能手机结合互联网日历治疗前瞻性记忆功能,通过前瞻性及回顾性记忆量表评估结果证明该方式为脑损伤后记忆障碍的有效治疗方法<sup>[24]</sup>。Joode等<sup>[25]</sup>研究发现脑损伤后认知记忆障碍的患者使用个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)可以获得与传统纸笔辅助下无差异的治疗效果。另一项研究使用智能手机与PDA对10位中度及重度记忆障碍患者进行治疗,所有患者日常生活能力均提高,反映了该方式对记忆障碍的有效性<sup>[26]</sup>。Tactus Therapy公司设计的Spaced Retrieval(SR)手机应用,有助于巩固记忆中的信息。该应用会自动增加记忆正确后的提示间隔时间,并减少记忆错误后的提示间隔时间<sup>[27]</sup>。Bourgeois等<sup>[28]</sup>针对三种不同的记忆障碍患者进行研究,证实了在相同的手机使用时间内,使用SR应用可以更有效的提高患者的记忆功能。

## 2 远程技术在记忆康复中的临床应用

2.1 远程技术在记忆康复中的评估 目前的研究中涉及的记忆评估大多使用传统的记忆评估量表,将量表以不同方式植入电脑、VR系统或手机系统内,通过治疗人员的远程操作来完成评估。常采用简易精神状态检查量表(Mini-mental State Examination, MMSE)、洛文斯顿作业疗法认知评定量表(Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment, LOTCA)、蒙特利尔认知评定(Montreal Cognitive Assessment, MoCA)、Rivermead行为记忆测试等进行评定。在Evald<sup>[29]</sup>的研究中,脑损伤患者使用手机改善了前瞻性记忆,评估使用的是前瞻性记忆问卷和回顾性记忆问卷。Thomas等<sup>[30]</sup>设计的一款虚拟环境杂货店,通过购物及计算来评估患者的情景记忆与前瞻性记忆,研究结果显示该方式于传统神经心理学检测具有良好的相关性。Riva等<sup>[20]</sup>使用身体形象虚拟现实量表(Body Image Virtual Reality Scale, BIVRS)作为工具来评估认知。Robert等<sup>[31]</sup>将脑卒中患者置于虚拟的办公室环境中,通过学习和回忆16个训练项目,评估记忆功能。该研究证明了VR对评估脑卒中患者的记忆和学习能力的有效性,且具有良好的生态效度。一项研究对30名卒中后患者进行远程手机版

MMSE评估,结果显示该远程评估方式是一种有效的临床评估手段<sup>[22]</sup>。

2.2 远程技术在记忆康复中的治疗 ①基于互联网的计算机辅助治疗:在该治疗方式中,常用的是神经心理学训练软件(NeuroPsychological Training NPT),它是一款针对认知多领域的多维软件包,在Giovanna Cipriani<sup>[32]</sup>的研究中,阿尔茨海默病(Alzheimer's disease AD)及轻度认知障碍患者(mild cognitive impairment MCI)使用NPT治疗后,AD患者在长时记忆、短时记忆、文字记忆与视觉记忆等多方面均取得明显的改善,MCI患者的工作记忆也获得了显著的提高。Rozzini<sup>[33]</sup>对59名MCI患者进行了研究,其中15人使用NPT及胆碱酯酶抑制剂(cholinesterase inhibitors, ChEIs)、22人只使用ChEIs,22人未接受任何治疗,观察一年后,发现实验组患者记忆功能明显提高。Bergquist等<sup>[15]</sup>利用基于互联网的认知康复IM系统,对10名获得性脑损伤后记忆障碍的患者进行治疗,通过系统内的治疗日程安排给予精准的、有效的认知康复,结果显示大部分记忆障碍患者均可使用基于互联网的远程康复计划,验证了远程记忆康复的可操作性。电脑及互联网的普及使这种治疗方式可以延续院内治疗,偏远地区的患者能够接受康复服务,既减轻了医院的运作负担,也为患者提供便利<sup>[34]</sup>。此外,基于互联网的计算机辅助治疗硬件和软件相对稳定,患者可接受基本相同的治疗,避免了由于治疗人员水平不同,所造成患者接受的治疗存在差异性的问题。②虚拟现实的记忆治疗:Zygouris等<sup>[35]</sup>利用远程虚拟现实超市辅助系统对轻度认知障碍患者进行治疗,通过Rivermead行为记忆测试量表评估,发现该系统在视觉记忆、语言记忆方面有较好疗效。Gamito等<sup>[36]</sup>利用网络3D平台设计的Unity 2.5游戏引擎,通过头盔式显示器等设备对患者记忆力进行训练。Yip<sup>[37]</sup>设计的非沉浸式VR,通过3DVIA Virtools软件对患者进行前瞻记忆的训练。研究表明,不论沉浸式或非沉浸式VR,均借助不同的软件取得了良好的治疗效果。VR技术的高体验性是其治疗的巨大优势,其特殊的治疗方式及沉浸式体验等均对患者有一定的吸引力,能够使患者有更好的配合度,良好的网络基础可以使医患之间有充分的沟通交流,提高了院外患者的治疗依从性。③智能手机的记忆治疗:Ellen等<sup>[38]</sup>对比智能手机与比普通手机,发现记忆障碍的患者对于智能手机的需求明显高于常规手机。Tacchino等<sup>[39]</sup>使用名为认知训练工具(Cognitive Training Kit, COGNITRAcK)的手机应用对患者的工作记忆进行密集的、个性化的康复干预,其实用性及患者依从性都有良好

的表现。此外,使用基于智能手机的大脑抗衰老和记忆强化训练程序进行研究,结果显示患者工作记忆较前明显提高<sup>[40]</sup>。智能手机是重要的生活工具,利用其便携、使用方便等优势,基于智能手机的记忆康复也应应运而生。通过智能手机治疗可以改善康复治疗人员不足、资源分布不均等现状,临床医生每天可以安排更多的患者进行治疗<sup>[34]</sup>。同样,智能手机也可以为患者及医生减少更多的路费以及评估和治疗时的人工成本。

④多种远程技术联合使用:一项研究中, Kim 等<sup>[41]</sup>对28例卒中后认知障碍的患者进行康复训练,实验组接受虚拟现实和计算机认知功能治疗,对照组只接受计算机认知功能治疗,进行4周的训练,并且在治疗前后进行认知功能评估,结果显示实验组相比对照组在视觉注意和短期的视觉空间记忆方面有显著的提高。此外,在基于网络的治疗日程安排与智能手机联合的研究中,脑损伤后患者的前瞻记忆在治疗介入后明显改善,证明了其可实践性和有效性<sup>[29]</sup>。多种远程技术联合,可能会优于传统方式的治疗效果。融合各种技术的优点,患者能接受更加全面的院外康复治疗,但其信效度有待进一步验证。

### 3 总结与展望

远程康复技术的应用包含了评估、监督、防治、辅导、教育、会诊、指导等多项服务意义。目前的远程技术往往包含了人工智能的因素,包括数据的自动处理、核心算法的研发和预后的判定等。Johansson 等<sup>[42]</sup>通过对远程康复的一系列数据进行回顾,验证了卒中后的远程治疗的有效性。因其治疗效果明显及治疗方式的多样化,远程康复技术已逐渐成为脑卒中后康复的重要手段之一。作为远程医疗的延伸,远程康复已被描述为优于其他次级专业的传统康复方式的替代方式之一。首先,大量研究证明了远程康复治疗技术治疗记忆障碍的有效性;其次,通过远程设备进行评估及治疗,减少人力物力的消耗,节省更多的医疗资源,同时,减少患者往返医院、转移等问题,为治疗提供极大的便利;第三,由于远程康复技术可以实现实时监控、实时指导等功能,在治疗人员的远程指导下,患者在训练中的安全性也得到了保障。然而,远程康复技术仍然存在不足。目前的研究对于记忆障碍的评估相关文献较少,涉及的评定均使用传统记忆评估量表,无专门适用于远程康复的评定量表,且评定过程仍需治疗人员远程进行,只解决了距离的问题,仍需消耗大量人力;而对于存在严重认知障碍的患者,由于患者的依从性较低,远程康复技术的效果甚微,可能需花费更大的成本。另外,目前市面上的远程康复技术,仅单方面针对

上肢、下肢或认知功能进行训练,能够整合运动功能及认知功能康复的远程设备较少。

随着科学技术的飞速发展,互联网及手机等信息技术的普及,远程康复及智慧化康复已经成为研究的热门。未来的研究趋势将在传统远程康复的基础上,使患者从远程评估、数据传入、治疗处方的匹配发送均达到自动化、智能化,大大减少人工使用率,并且可在整个治疗过程中针对患者的治疗进展自动调整治疗方案等。根据第六次全国人口普查及第二次全国残疾人抽样调查,2010年我国残疾人已达到8500万人次,其中约5000多万人有康复治疗的需求<sup>[43]</sup>,到2015年,我国共有残疾人3145余万人,其中仅755万人得到康复服务<sup>[44]</sup>,预计至2030年,我国80%的慢性疾病均需要康复治疗。庞大的康复需求,需要相应的康复资源供应。随着政府鼓励多层次多样化医疗服务,未来远程智能化康复医疗将拥有更广阔的发展前景。

### 【参考文献】

- [1] Aprile I, Di Stasio E, Romitelli F, et al. Effects of rehabilitation on quality of life in patients with chronic stroke[J]. *Brain Inj*, 2009,22(6):451-456.
- [2] Shigaki C, Frey S, Barrett A. Rehabilitation of Poststroke Cognition[J]. *Semin Neurol*, 2014,34(5):496-503.
- [3] Stamenova V, Jennings J M, Cook S P, et al. Repetition-lag memory training is feasible in patients with chronic stroke, including those with memory problems[J]. *Brain Inj*, 2017,31(1):57-67.
- [4] Middleton L E, Lam B, Fahmi H, et al. Frequency of domain-specific cognitive impairment in sub-acute and chronic stroke[J]. *NeuroRehabilitation*, 2014,34(2):305-312.
- [5] Cho SJ, Yu KH, Oh MS, et al. Post-stroke memory impairment among patients with vascular mild cognitive impairment[J]. *BMC Neurol*, 2014,14(3):244-256.
- [6] Elliott M, Parente F. Efficacy of memory rehabilitation therapy: a meta-analysis of TBI and stroke cognitive rehabilitation literature[J]. *Brain Inj*, 2014,28(12):1610-1616.
- [7] McDougall GJ. A framework for cognitive interventions targeting everyday memory performance and memory self-efficacy[J]. *Fam Community Health*, 2009,32(1):S15-S26.
- [8] Roberts JL, Anderson ND, Guild E, et al. The benefits of errorless learning for people with amnesic mild cognitive impairment [J]. *Neuropsychol Rehabil*, 2018,28(6):984-996.
- [9] Stamenova V, Jennings JM, Cook SP, et al. Repetition-lag memory training is feasible in patients with chronic stroke, including those with memory problems[J]. *Brain Inj*, 2017,31(1):57-67.
- [10] Das NR, Martin KJ, Lincoln N B. Memory rehabilitation for people with multiple sclerosis[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016,3:8754.
- [11] 恽晓平,白晶,张慧丽,等. 基于因特网的认知远程康复治疗系统的构建[J]. *中国康复理论与实践*, 2007,13(10):901-903.

- [12] Sarfo F S, Ulasavets U, Opare-Sem O K, et al. Tele-Rehabilitation after Stroke: An Updated Systematic Review of the Literature[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(9): 2306-2318.
- [13] 孟琳, 都天慧, 范晶晶, 等. 基于微型传感器的可穿戴远程康复设备的设计[J]. *中国医疗器械杂志*, 2017, 50(3): 189-192.
- [14] 都天慧, 袁梦玮, 屈云. 基于安全性和用户体验的远程康复系统设计[J]. *中国医疗器械杂志*, 2017, 50(2): 110-113.
- [15] Bergquist T, Gehl C, Mandrekar J, et al. The effect of internet-based cognitive rehabilitation in persons with memory impairments after severe traumatic brain injury[J]. *Brain Inj*, 2009, 23(10): 790-799.
- [16] Solana J, Caceres C, Garcia-Molina A, et al. Improving brain injury cognitive rehabilitation by personalized telerehabilitation services: Guttman neuropersonal trainer[J]. *IEEE J Biomed Health Inform*, 2015, 19(1): 124-131.
- [17] Laver K, George S, Thomas S, et al. Virtual reality for stroke rehabilitation: an abridged version of a Cochrane review[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2015, 51(4): 497-506.
- [18] Laver K E, Lange B, George S, et al. Virtual reality for stroke rehabilitation[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 11: 8349.
- [19] Caglio M, Latini-Corazzini L, D'Agata F, et al. Virtual navigation for memory rehabilitation in a traumatic brain injured patient[J]. *Neurocase*, 2012, 18(2): 123-131.
- [20] Riva G, Gamberini L. Virtual reality in telemedicine [J]. *Telemed J E Health*, 2000, 6(3): 327-340.
- [21] Ferguson S, Friedland D, Woodberry E. Smartphone technology: Gentle reminders of everyday tasks for those with prospective memory difficulties post-brain injury[J]. *Brain Inj*, 2015, 29(5): 583-591.
- [22] Park H Y, Jeon S S, Lee J Y, et al. Korean Version of the Mini-Mental State Examination Using Smartphone: A Validation Study [J]. *Telemed J E Health*, 2017, 23(10): 815-821.
- [23] Sliwinski M J, Mogle J A, Hyun J, et al. Reliability and Validity of Ambulatory Cognitive Assessments[J]. *Assessment*, 2018, 25(1): 14-30.
- [24] Evald L. Prospective memory rehabilitation using smartphones in patients with TBI[J]. *Disabil Rehabil*, 2018, 40(19): 2250-2259.
- [25] De Joode E A, Van Heugten C M, Verhey F R, et al. Effectiveness of an electronic cognitive aid in patients with acquired brain injury: a multicentre randomised parallel-group study[J]. *Neuropsychol Rehabil*, 2013, 23(1): 133-156.
- [26] Svoboda E, Richards B, Yao C, et al. Long-term maintenance of smartphone and PDA use in individuals with moderate to severe memory impairment[J]. *Neuropsychol Rehabil*, 2015, 25(3): 353-373.
- [27] Oren S, Willerton C, Small J. Effects of spaced retrieval training on semantic memory in Alzheimer's disease: a systematic review [J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2014, 57(1): 247-270.
- [28] Bourgeois M S, Lenius K, Turkstra L, et al. The effects of cognitive teletherapy on reported everyday memory behaviours of persons with chronic traumatic brain injury[J]. *Brain Inj*, 2007, 21(12): 1245-1257.
- [29] Evald L. Prospective memory rehabilitation using smartphones in patients with TBI[J]. *Disabil Rehabil*, 2017, 7(1): 1-10.
- [30] Parsons T D, Barnett M. Validity of a Newly Developed Measure of Memory: Feasibility Study of the Virtual Environment Grocery Store[J]. *J Alzheimers Dis*, 2017, 59(4): 1227-1235.
- [31] Matheis R J, Schultheis M T, Tiersky L A, et al. Is learning and memory different in a virtual environment [J]. *Clin Neuropsychol*, 2007, 21(1): 146-161.
- [32] Cipriani G, Bianchetti A, Trabucchi M. Outcomes of a computer-based cognitive rehabilitation program on Alzheimer's disease patients compared with those on patients affected by mild cognitive impairment[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2006, 43(3): 327-335.
- [33] Rozzini L, Costardi D, Chilovi B V, et al. Efficacy of cognitive rehabilitation in patients with mild cognitive impairment treated with cholinesterase inhibitors[J]. *Int J Geriatr Psychiatry*, 2007, 22(4): 356-360.
- [34] Laver K E, Schoene D, Crotty M, et al. Telerehabilitation services for stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013, 16(12): 10255-10260.
- [35] Zygouris S, Ntovas K, Giakoumis D, et al. A Preliminary Study on the Feasibility of Using a Virtual Reality Cognitive Training Application for Remote Detection of Mild Cognitive Impairment [J]. *J Alzheimers Dis*, 2017, 56(2): 619-627.
- [36] Gamito P, Oliveira J, Pacheco J, et al. Traumatic brain injury memory training: a virtual reality online solution[J]. *Int J Disabil Hum Dev*, 2011, 10(4): 309-312.
- [37] Yip B C, Man D W. Virtual reality-based prospective memory training program for people with acquired brain injury[J]. *Neuro-Rehabilitation*, 2013, 32(1): 103-115.
- [38] Migo E M, Haynes B I, Harris L, et al. mHealth and memory aids: levels of smartphone ownership in patients [J]. *J Ment Health*, 2015, 24(5): 266-270.
- [39] Tacchino A, Pedulla L, Bonzano L, et al. A New App for At-Home Cognitive Training: Description and Pilot Testing on Patients with Multiple Sclerosis[J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2015, 3(3): 85-92.
- [40] 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.
- [41] Kim B R, Chun M H, Kim L S, et al. Effect of virtual reality on cognition in stroke patients[J]. *Ann Rehabil Med*, 2011, 35(4): 450-459.
- [42] Johansson T, Wild C. Telerehabilitation in stroke care-a systematic review[J]. *J Telemed Telecare*, 2011, 17(1): 1-6.
- [43] 李建军. 严重缺乏康复人才, 是制约中国康复医学事业发展的“瓶颈”[C]. 第二届北京国际康复论坛论文集. 北京. 2007.
- [44] 中国残疾人联合会. 2015年中国残疾人事业发展统计公报[Z].