

## 脑卒中后计算机化认知评估与康复系统的现状及研究进展

陈安天<sup>1,2</sup>, 王晨雨<sup>1</sup>, 刘威<sup>3</sup>, 刘欣<sup>4</sup>, 郑斌<sup>5</sup>, 段晓琴<sup>3</sup>

(1. 中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院心内科 北京 100730; 2. 德克萨斯大学奥斯汀分校计算机科学学院 奥斯汀 TX 78705 美国; 3. 吉林大学第二医院康复医学科 吉林 长春 130041; 4. 北京科技大学计算机与通信工程学院 北京 100083; 5. 加拿大阿尔伯塔大学医学与牙学院外科仿真研究实验室 埃德蒙顿 T6G 2E1 加拿大)

**摘要** 认知障碍是脑卒中患者的严重症状之一。传统的认知评估方法主要基于认知量表, 认知的恢复有赖于传统意义上的认知功能训练。但传统方法存在着数据不易整理、效率较低、康复训练受人员及场所限制等问题。近年来, 计算机技术的发展使得计算机化的认知评估及康复训练成为了可能。本文旨在对认知评估的发展及脑卒中后计算机化认知评估、康复训练进行综述。

**关键词** 卒中; 计算机化; 认知评估; 康复

**中图分类号** R743 R493 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2021) 03-0220-05

## Current situation and progress of computerized cognitive assessment and rehabilitation system for stroke patient

CHEN Antian<sup>1,2</sup>, WANG Chenyu<sup>1</sup>, LIU Wei<sup>3</sup>, LIU Xin<sup>4</sup>, ZHENG Bin<sup>5</sup>, DUAN Xiaoqin<sup>3</sup>

(1. Department of Cardiology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; 2. Department of Computer Science, University of Texas at Austin, TX 78705, USA; 3. Department of Rehabilitation, the Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, China; 4. School of Computer and Communication Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China; 5. Surgical Simulation Research Lab, University of Alberta, Edmonton T6G 2E1, Canada)

**Abstract** Cognitive impairment in stroke patients has been a major problem. The traditional cognitive assessment

收稿日期: 2020-12-26 录用日期: 2021-03-11

Received Date: 2020-12-26 Accepted Date: 2021-03-11

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (61873304)

Foundation Item: General Program of National Natural Science Foundation of China(61873304)

通讯作者: 段晓琴, Email: 15204309769@163.com

Corresponding Author: DUAN Xiaoqin, Email: 15204309769@163.com

引用格式: 陈安天, 王晨雨, 刘威, 等. 脑卒中后计算机化认知评估与康复系统的现状及研究进展[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2021, 2(3): 220-224.

Citation: CHEN A T, WANG C Y, LIU W, et al. Current situation and progress of computerized cognitive assessment and rehabilitation system for stroke patient[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020, 2(3): 220-224.

is mainly based on cognitive scale. Recovery of cognitive function depends on the traditional training on cognitive function. However, the traditional approaches facing difficulty in collating data, low efficiency, personnel and place restriction in the rehabilitation training etc. With the development of computer technology, it is possible to do computerized cognitive assessment and rehabilitation training. This article reviews current situation and progress of computerized cognitive assessment and rehabilitation system for stroke patient.

**Key words** Stroke; Computerized; Cognitive assessment; Rehabilitation

认知功能是人类最为基本的能力之一，交通意外、阿尔兹海默症及脑卒中等意外伤害或者疾病状态往往会导致认知功能的减退甚至丧失。这一点在脑卒中患者中的表现尤为突出。认知功能的恢复对于提升患者生活水平和生活质量、增加家庭幸福感十分重要。在发展方面，认知功能的评估先后经历了实验心理学研究阶段、神经心理学量表阶段，目前随着被视为“第四次工业革命”的计算机技术的飞速发展，认知功能评估也进入了计算机辅助的新时代，同时计算机化的认知康复也走上了时代的前线。

## 1 认知评估的发展概述

认知评估的起源可以追溯到 17 世纪或 18 世纪，当时主要是为了处理脑损伤后的语言障碍问题。直到 19 世纪，Carl Wernicke 才发明出评估精神功能的更为具体内容的流程<sup>[1]</sup>。这一时期的发展主要由神经心理学及神经认知功能评估系统两驾马车驱动。具体而言，苏联心理学家 Alexander Romanovich Luria 出版的《神经心理学原理》是当时神经心理学的总结，而韦氏成人智力量表则是神经认知功能评估系统的代表<sup>[2]</sup>。随后，越来越多的量表应运而生，韦氏成人智力量表更是经过了多次修订，甚至直至今日仍被广泛运用于认知评估，中文版也更新至第四版<sup>[3]</sup>。21 世纪以来，计算机技术被越来越多地应用到认知评估中，并且在实际应用中逐步建立了标准化的常模数据，形成了常模参照测验。

所谓常模参照测验 (Norm-referenced test) 是指用常模来解释个人测验分数的一种测验，以团体的心理水平衡量个体心理水平<sup>[4]</sup>。经常使用的常模参照表有百分等级量表、标准分数 z 量表、T 量表、比率智商量表、离差智商量表、标准九分等。

## 2 脑卒中后患者的认知评估

脑卒中是由于大脑缺血导致的脑部不可逆损伤，患者往往伴有一定程度的认知功能障碍，称为卒中后认知障碍 (Post-stroke cognitive impairment, PSCI)。大约每 3 人中就有 1 人会经历脑卒中或痴呆，或两者兼有，而 1/3 的脑卒中患者伴有抑郁状态，这与患者肢体残疾及死亡情况直接相关<sup>[5]</sup>。在我国，卒中患病率为 1 114.8/10 万，发病率为每年 246.8/10 万，病死率则是 114.8/10 万<sup>[6]</sup>。

根据《卒中后认知障碍管理专家共识》，PSCI 指“卒中这一临床事件后 6 个月内出现达到认知障碍诊断标准的一系列综合征”<sup>[7]</sup>。脑卒中后发生认知损伤的风险与年龄、教育程度、职业等相关，目前机制尚不十分明确，不过大脑小血管疾病、阿尔茨海默病作为合并症出现或二者兼有的情况导致的诸如海马及脑白质等决策区域的神经解剖学损伤与认知功能减退相关<sup>[8]</sup>。卒中后的痴呆大多符合血管性痴呆，微小梗死、“血-脑屏障”破坏相关的微血管改变、局灶神经萎缩及并存的退行性神经病变同样发

挥了重要作用<sup>[9]</sup>。

认知评估对于脑卒中患者来说意义重大。传统认知评估主要是评估量表，主要包括记忆障碍自评量表（Alzheimer's disease-8, AD8）、简易认知评估量表（Mini-Cog）、NINCDS-CSN（记忆神经病协会和加拿大卒中网）5min 测验（NINDS-CSN 5-Minute Protocol）、简易精神状态量表（Mini-mental State Examination, MMSE）、蒙特利尔认知评估量表（Montreal cognitive assessment, MoCA）、NINDS-CSN 关于血管性认知障碍（Vascular cognitive impairment, VCI）标准化神经心理测验的建议、神经行为认知状态测验（Neurobehavioral cognitive state examination, NCSE）等，并可根据耗时长短进一步分为 3~5min、5~20min 及 20~60min 评估<sup>[7]</sup>。

### 3 计算机化认知评估

计算机化认知评估系统（Computerized cognitive assessment system, CCAS）可以分为两种，一种是将传统的评估量表计算机化，另一种则是开发出基于计算机所构建的新评估方法<sup>[2]</sup>。前者仅仅是将传统的评估量表以计算机化的形式呈现，即在计算机上完成量表并获取解释结果，与传统评估在本质上区别不大。后者则是利用计算机的特性同时结合认知心理学的研究基础，创造出一种新的计算机评估方法或者系统。

美国国立卫生院研发的 NIH Toolbox（NIH-TB）便是一款比较完善的但尚未登陆我国的苹果商店的应用软件。认知领域是 NIH-TB 实现神经和行为功能评估的 4 个域中的 1 个，同时其补充模块还可以检测运动、感知及情感等。NIH-TB 的有效性已经得到了研究证实，研究的受试者覆盖了年龄 3~85 岁不同种族且横跨了 3 个教育层次的男性和女性<sup>[10]</sup>。然而即便如此，该工

作对于中国人的信度与效度还没有得到进一步证实<sup>[11]</sup>。

伴随着近年来计算机领域的迅速发展，计算机化的认知评估系统也层出不穷，张政霖等<sup>[2]</sup>总结了近 10 年来的主要系统，包括：①宾夕法尼亚大学研发的用于评估 9 个认知功能区的 CNB 系统；② Cogstate 简易量表（CBB）系统；③剑桥大学的涵盖核心认知、抑郁、多动与痴呆症的 CANTAB 系统；④明尼苏达多项人格测验的 MMPI-2 系统；⑤维也纳心理评估 VTS 系统；⑥ CogniFit 在线评估的 CAB 系统；⑦斯坦福大学研发的 CAS- II 系统；⑧ Cogtest 系统；⑨ BRC 公司开发的 Integneuro 系统等。除了 CNB 系统外，上述其他系统目前均已经实现了商业化。

计算机化的认知评估能够促进临床信息的自主化，并提升信息的处理和记录能力。同时，使用计算机不仅更加方便快捷，还能够减少受试者和记录者在完成传统量表时出现的手写误差。早在 10 年前，计算机化认知评估的有效性便已经得到了初步验证，当时一项飞行研究纳入了 14 例卒中患者，其中女性患者 3 例。该研究将计算机化认知评估系统与传统的 MMSE 和 NCSE 量表进行比较，结果发现在内容有效性分析上，组内相关系数达到了 0.972（ $P < 0.01$ ），并证实受试者在计算机化认知评估系统的得分与 MMSE 和 NCSE 的 4 个亚组（复述、命名、结构、计算）具有相关性，计算机化评估系统的内容效度、同时效度及对自理能力的预测得到了初步验证<sup>[11]</sup>。另一项研究则将基于计算机的 CBB 系统与以纸质为媒介的 MoCA 量表进行比较，同时使用上述两种方法对受试者在研究开始时和随访时进行评估，结果发现二者的评估结果具有中等—强显著的相关性，测试—再测试的相关性也十

分明显<sup>[12]</sup>。可见，计算机化认知评估系统确实可以胜任传统意义上的纸质版认知评估量表所承担的职能。

但也需要认识到计算机化认知评估的局限性是客观存在的，熟练掌握电脑操作是对计算机化评估系统的受试者的更高要求，一方面要求其具有基础的电脑应用能力，而这在现阶段的中老年群体中还不普遍；另一方面也需要受试者的认知损害程度在一定范围内，否则即便曾经懂得操作计算机系统，卒中后也可能无法顺利完成整个评估流程。此外，计算机化评估系统也对实行测试的一方提出了高标准，评估方需要具有计算机室，具备一定数目的辅助操作人员以指导操作不便者，同时需要具备对计算机程序进行调试的能力，而上述这些要求对于当前基层来说不免有些苛刻。

#### 4 计算机化认知康复系统

除了对脑卒中患者的认知能力进行评估外，帮助其恢复认知能力也十分重要。有研究表明认知功能与患者生活质量直接相关<sup>[13]</sup>。在这一领域，计算机技术也有着较多的进展与应用。计算机化认知康复（Computerized cognitive rehabilitation, CCR）可以通过使用多媒体和信息学资源，优化受损的认知功能，从而提高卒中患者的生活质量。

在一项旨在评估计算机化认知康复有效性的研究中，纳入了有语言和认知缺陷的受试者，其缺陷在注意力和记忆方面尤为明显，之后他们分别接受计算机化认知康复或传统认知康复训练，结果发现研究结束时两组的认知能力都得到了显著提高，而且在CCR组提高更加明显，这意味着计算机化认知康复能够更好地恢复卒中患者的认知功能<sup>[14]</sup>。然而上述研究的评估

是短期效果，并不能保证训练结束后患者认知水平在较长时间内得到维持。这在另一项研究获得了证实，接受计算机化康复训练的受试者在治疗后长达3个月的时间内都表现出了更强的认知水平和语言能力，而且这种长期维持较高能力的情况仅存在于计算机化的实验组<sup>[15]</sup>。然而，另一项纵向研究则分3个阶段评估了卒中后的神经心理表现，评估时间点分别为纳入研究前、不接受处理的6周后及积极训练6周后，但是并没有观测到认知功能的提升<sup>[16]</sup>。也有研究称并未发现计算机化训练对于实现功能性记忆目标的作用<sup>[17]</sup>。上述阴性结果可能与纳入患者人数较少或训练方法、训练软件程序不适当相关。需要注意的是，我们还需要具有更大样本量及涵盖更长随访时间的进一步研究，去发掘计算机化认知康复对于脑卒中患者更加确切及长远的疗效。

除了传统的计算机化方法外，新兴的虚拟现实技术（Virtual reality, VR）也在认知康复中发挥了重要作用。研究发现在使用VR完成每日活动时，认知能力在6~10个疗程后能够获得短期获益，而较为长期的持续性改变可能需要更高强度的训练方案<sup>[18]</sup>。有趣的是，甚至有VR游戏被开发并用来改善卒中患者的认知功能，并且相比于对照组成功地提升了参与者的注意力及记忆水平<sup>[19]</sup>。

#### 5 总结与展望

脑卒中造成的认知功能障碍对患者的生活质量影响重大。认知评估除了传统的量表方法外，计算机化的评估系统近年来也在飞速发展，其有效性也已经在多项研究中得到了证实。而且其具备提升信息的处理和记录能力，更加方便快捷，同时减少受试者和记录者在完成传统

量表时出现的手写误差等优点。认知康复领域同样也正在经历着科技革命, 计算机化认知康复较传统手段来说可能能够更好地帮助脑卒中患者恢复认知水平。虚拟现实游戏是另一种十分新颖的改善认知能力的方式, 可能因为其娱乐性而具有更好的依从性。然而并非所有的研究都支持计算机化方法的优势, 目前仍需要更大样本量及更长随访时间的研究去证实计算机化认知评估及康复训练在评估和改善脑卒中患者认知能力的效果与长期影响。

## 参考文献

- [1] Eling P. History of Neuropsychological Assessment [J]. *Front Neurol Neurosci*, 2019. DOI: 10.1159/000494963.
- [2] 张政霖, 张利伟, 王文娟, 等. 计算机化神经认知评估系统研究综述 [J]. *计算机科学*, 2020, 47(2): 150–156.
- [3] 崔界峰, 王健, 范宏振, 等. 中文版韦氏成人智力量表第四版的常模制订 [J]. *中国心理卫生杂志*, 2017, 31(8): 635–641.
- [4] 林崇德. *心理学大辞典* [M]. 上海: 上海教育出版社, 2003: 118.
- [5] Quinn T J, Elliott E, Langhorne P. Cognitive and Mood Assessment Tools for Use in Stroke[J]. *Stroke*, 2018, 49(2): 483–490.
- [6] WANG W Z, JIANG B, SUN H X, et al. Prevalence, Incidence, and Mortality of Stroke in China: Results from a Nationwide Population-Based Survey of 480687 Adults[J]. *Circulation*, 2017, 135(8): 759–771.
- [7] 董强, 郭起浩, 罗本燕, 等. 卒中后认知障碍管理专家共识 [J]. *中国卒中杂志*, 2017, 12(6): 519–531.
- [8] SUN J H, TAN L, YU J T. Post-stroke cognitive impairment: epidemiology, mechanisms and management[J]. *Ann Transl Med*, 2014, 2(8): 80.
- [9] Kalaria R N, Akinyemi R, Ihara M. Stroke injury, cognitive impairment and vascular dementia[J]. *Biochim Biophys Acta*, 2016, 1862(5): 915–925.
- [10] Weintraub S, Dikmen S S, Heaton R K, et al. Cognition assessment using the NIH Toolbox [J]. *Neurology*, 2013. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3182872ded.
- [11] Yip C K, Man D W. Validation of a computerized cognitive assessment system for persons with stroke: a pilot study[J]. *Int J Rehabil Res*, 2009, 32(3): 270–278.
- [12] Gagnon M M, Laforce R Jr. Computerized Vs. Paper-Pencil Assessment of Cognitive Change following Acute Ischemic Stroke[J]. *J Neurol Disord*, 2016, 4(8): 317.
- [13] Cumming T B, Brodtmann A, Darby D, et al. The importance of cognition to quality of life after stroke[J]. *J Psychosom Res*, 2014, 77(5): 374–379.
- [14] De Luca R, Leonardi S, Spadaro L, et al. Improving Cognitive Function in Patients with Stroke: Can Computerized Training Be the Future?[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(4): 1055–1060.
- [15] De Luca R, Aragona B, Leonardi S, et al. Computerized Training in Poststroke Aphasia: What About the Long-Term Effects? A Randomized Clinical Trial[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(8): 2271–2276.
- [16] Nyberg C K, Nordvik J E, Becker F, et al. A longitudinal study of computerized cognitive training in stroke patients-effects on cognitive function and white matter[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2018, 25(4): 241–247.
- [17] Withiel T D, Wong D, Ponsford J L, et al. Comparing memory group training and computerized cognitive training for improving memory function following stroke: A phase II randomized controlled trial[J]. *J Rehabil Med*, 2019, 51(5): 343–351.
- [18] Oliveira J, Gamito P, Lopes B, et al. Computerized cognitive training using virtual reality on everyday life activities for patients recovering from stroke[J]. *Disabil Rehabil Assist Technol*, 2020. DOI: 10.1080/17483107.2020.1749891.
- [19] Gamito P, Oliveira J, Coelho C, et al. Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games[J]. *Disabil Rehabil*, 2017, 39(4): 385–388.