

构建失语症计算机训练系统软件模型：设计与使用特征

姜迎萍¹, 周益凡², 秦冰³, 申建国⁴(¹新疆维吾尔自治区中医医院康复中心, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830000; ²新疆医科大学研究生学院, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830000; ³河北工程大学医学院医学检验系, 河北省邯郸市 056002; ⁴北京康和时代科技有限公司, 北京市 102600)

文章亮点:

1 失语症的计算机辅助治疗主要是通过计算机训练系统, 目前市场的应用型软件主要是汉语失语症训练系统软件。维吾尔族是新疆人数最多的少数民族, 母语为维吾尔语, 针对维吾尔语失语症患者, 运用目前汉语失语症训练系统不仅不方便, 而且疗效不佳。而且由于中国新疆地区言语治疗师的缺乏, 尤其是少数民族言语治疗的缺乏, 目前尚未报道关于维吾尔语失语症的训练软件。
2 文章作者研发出一套基本成熟的失语症(维吾尔语)训练系统 V1.0, 可以极大地提高维吾尔族患者言语障碍评定的准确性, 保障康复训练的有效性。

关键词:

实验动物; 组织工程; 维吾尔语; 数字化医学; 失语症; 计算机辅助技术; 软件设计; 国家自然科学基金

主题词:

组织工程; 命名; 语言; 维吾尔族; 计算机; 软件

基金资助:

乌鲁木齐市科技计划项目(Y121320018); 新疆维吾尔自治区自然科学基金面上项目(2012211A093); 国家自然科学基金(81260554)

摘要

背景: 有研究表明, 失语症的辅助治疗手段主要是通过计算机训练系统, 目前市场的应用型软件主要是汉语失语症训练系统软件。此软件对母语为维吾尔语的维吾尔族失语症患者并不适用, 针对维吾尔语失语症训练软件的研发至今少有报道。

目的: 根据康复治疗师训练维吾尔族失语症患者的治疗规范, 构建了一种适合于维吾尔族失语症的训练软件。
方法: 于 2013 年 1 至 12 月, 在新疆维吾尔自治区南、北疆地区, 深入调研维吾尔族常用及熟悉的生活素材, 结合维吾尔族的生活习俗, 筛选出相应的言语康复训练素材, 初步建立维吾尔族生活言语素材数据库, 并以此数据库为基础设计出维吾尔语、汉语双界面的计算机辅助应用软件。由软件设计研发人员按照本课题组成员的要求, 设计出具有维吾尔语、汉语双界面的言语康复训练软件, 然后筛选新疆维吾尔族脑卒中失语症患者 30 例, 将软件进行临床实验和评价, 经过多次修正, 详细记录实验阶段中出现的问题和有价值的数据。再与软件工程师不断沟通, 将训练过程中的不妥之处反复修正, 最终研发出一套基本成熟的失语症(维吾尔语)训练系统 V1.0。

结果与结论: 试验设计出了一套基本成熟的失语症(维吾尔语)训练系统 V1.0。此软件的研发为新疆言语治疗师提供了一种功能完善、操作简便、扩展灵活的训练工具, 有助于减轻言语治疗师的工作负担, 从而提高临床效率。

姜迎萍, 周益凡, 秦冰, 申建国. 构建失语症计算机训练系统软件模型: 设计与使用特征[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(49):7919-7923.

Design and usage of aphasia computer training software modeling

Jiang Ying-ping¹, Zhou Yi-fan², Qin Bing³, Shen Jian-guo⁴ (¹Rehabilitation Center, Traditional Chinese Medicine Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; ²Graduate School of Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; ³Department of Medical Laboratory, Medical College, Hebei University of Engineering, Handan 056002, Hebei Province, China; ⁴Beijing Kanghe Era Science and Technology Company, Beijing 102600, China)

Abstract

BACKGROUND: The aid treatment of aphasia is mainly achieved through computer training system, and the applied software of the market at present is mainly Chinese aphasia training system software. The software for a native Uighur aphasia patient does not apply and no research of Uygur language aphasia training software has been reported.

OBJECTIVE: To design a clinic oriented training software for Uighur aphasia, based on training specifications of rehabilitative therapist in the treatment of Uighur aphasia patients.

姜迎萍, 女, 1974 年生, 甘肃省人, 汉族, 2007 年上海中医药大学毕业, 博士, 副教授, 主任医师。主要研究方向: 神经系统疾病的中西医结合康复。

通讯作者: 姜迎萍, 新疆维吾尔自治区中医医院康复中心, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830000

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.49.009
<http://www.crter.org>

中图分类号:R318

文献标识码:B

文章编号:2095-4344

(2014)49-07919-05

稿件接受: 2014-10-18

Jiang Ying-ping, M.D., Associate professor, Chief physician, Rehabilitation Center, Traditional Chinese Medicine Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Corresponding author: Jiang Ying-ping, Rehabilitation Center, Traditional Chinese Medicine Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Accepted: 2014-10-18

METHODS: The experiment was conducted from January 2013 to December 2013 in South and North areas of Xinjiang Uygur Autonomous Region, deeply researching the common and familiar life material of the Uyghur's and combining the life custom of the Uyghur's, to screen the relevant materials of the speech rehabilitation training, preliminary build up the living language material database of the Uyghur's. Basing on this database, we designed the computer-assisted application software which has the Uyghur and Chinese double interface. The software is designed by the software research and development personnel in accordance with the requirements of the members of our group, with Uyghur and Chinese double interface speech rehabilitation training software. 30 Uyghur aphasiac patients after stroke in Xinjiang were screened for clinical trials and evaluation, the software after many corrections, detailed recorded the valuable dates and the problems existing in the experimental stage. And we constantly communicate with the software designers so as to repeatedly revise the wrong in the process of training, and eventually developing a set of basic mature Uyghur language aphasia and training software.

RESULTS AND CONCLUSION: A set of basic mature Uyghur aphasia training software was designed. With the research and development of the Uighur aphasia training software, speech therapists of Xinjiang get a fully functional, easy operation, flexible extension training tool, which help to reduce the workload of speech therapists and improve the clinical efficiency.

Subject headings: tissue engineering; designation; language; Uighur; computer; software

Funding: a grant from Urumqi Municipal Science and Technology Program, No. Y121320018; Natural Science Foundation of Xinjiang Uygur Autonomous Region, No. 2012211A093; the National Natural Science Foundation of China, No. 81260554

Jiang YP, Zhou YF, Qin B, Shen JG. Design and usage of aphasia computer training software modeling. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2014;18(49):7919-7923.

0 引言 Introduction

随着计算机技术的飞速发展, 许多使用英语的国家率先研发了很多针对语言功能的评估及康复训练软件, 可进行听词汇测验, 通过听词汇语音并理解, 完成选择合适图片或选择合适文字等。德国和法国等其他国家也相继研发了以本国母语为语境的言语康复软件^[1-2], 如图片命名训练、图词匹配训练、阅读理解训练等软件。

目前国外也有相关运用计算机失语症训练软件进行失语症的治疗, 取得了显著疗效^[3-4]。中国目前也有技术成熟的此类产品, 使用较多的是由国内陈卓铭主持研发, 由江苏钱瑾康复器械有限公司生产的语言障碍诊治仪ZM2.1和北京康和时代科技有限公司研发生产的失语症评定及治疗系统, 临床效果显著^[5-7]。就国内外言语康复治疗的情况而言, 应用计算机辅助技术已经成为语言障碍诊断和治疗发展的大趋势, 计算机辅助训练系统因具有生动、简便、高效等特点得到了日益广泛的重视和应用。

新疆是中国少数民族最多的地区, 主要为维吾尔族, 有研究表明新疆地区维吾尔族脑血管病发病率较高^[8-10], 且相当一部分患者合并失语症。但针对新疆地区维吾尔族失语症患者而言, 维吾尔语为母语, 有自己独具的语言特点, 与汉语语法结构, 语法规则, 发音规则等完全不同^[11], 维吾尔民族有其特有的文化背景、民俗和生活习惯, 与汉族也有很大的不同, 即使简单地把目前使用的汉语训练系统翻译成维吾尔语, 也不能真实客观的反映出维吾尔民族的语言学特点和日常使用语境, 进而影响言语康复治疗效果。大多数学者认为: 如果母语是患者病前最熟悉的语言, 又是最先自发恢复的语言, 当环境语言不是该语言时, 建议以母语作为康复治疗语言, 有目的地改变该环境, 使环境中出现的语言最大程度地倾向于康复治疗语言^[7, 12]。

目前全国使用较多的计算机应用软件大多为汉语语言, 维吾尔族失语症患者在使用此类软件接受语言障碍检测和康复训练时, 大部分只能接受一些初步、简单、笼统的评定和训练。言语评定和训练的内容仅仅涉及患者听、说、读、写等基础能力, 对于以维吾尔语为母语的维吾尔族失语症患者来说, 现有的言语评定和康复训练系统根本不能客观真实地反映以上4个方面的评定结果, 极大地影响了患者的康复治疗效果, 加之新疆的康复医学事业起步较晚, 具备良好专业素质的语言治疗师在各地州和基层单位相对匮乏, 人员培训也不能在短时间内达到理想状态, 这均使得维吾尔族失语症患者不能得到有效的言语康复治疗。试想如果能够针对维吾尔语系的语言学特点, 结合维吾尔族的生活习俗, 筛选相应言语康复训练素材, 研发一套以维吾尔语为训练指导语的康复训练和评定软件, 治疗师只需通过操作计算机就能得到准确的评定结果和有效的康复训练措施, 这将极大程度地提高新疆地区维吾尔族失语症患者言语康复的疗效, 有效提高患者的生活质量。

目前在国内尚未见维吾尔族失语症患者计算机辅助训练的相关研究报道。因此, 本课题组在2013年1至12月期间, 研发了一套适合于维吾尔族失语症的失语症(维吾尔语)训练系统V1.0。

1 材料和方法 Materials and methods

设计: 计算机模拟实验。

时间和地点: 于2013年1月至2013年12月在新疆维吾尔自治区中医医院康复中心及北京康和时代科技有限公司完成。

材料: 本课题组于2013年1至12月, 在新疆维吾尔自治区南、北疆地区, 通过深入调研维吾尔族常用及熟悉的

生活素材, 结合维吾尔族的生活习俗, 由精通维吾尔语和汉语语言的语言学专业人员筛选出相应的言语康复训练素材, 使所选择的图文和音像资料等素材最大程度地贴近维吾尔族患者的生活, 防止因患者对所见的画面和词汇内容陌生, 表现出认知度不够, 导致实验数据不准确, 初步建立维吾尔族生活言语素材数据库。在新疆维吾尔自治区中医医院康复中心、乌鲁木齐市温泉康复医院完成维吾尔族失语症病例的纳入, 在北京康和时代科技有限公司研究中心完成软件的研发, 由专业软件工程师根据我科言语治疗师的要求, 结合临床上治疗维吾尔族失语症患者的治疗规范, 初步设计出维语、汉语双界面的计算机辅助应用软件。将训练过程中出现的患者不熟悉的名词、动词、句子、语音及歌曲等, 经专业维吾尔族言语治疗师精心讨论后进行删除和替代, 针对Broca失语症患者, 选择了大量的构音表达和文字阅读训练素材; 对Wernicke失语症患者, 选择了大量的听理解训练素材, 包括名词、动词及句子理解素材等, 最终研发出一套基本成熟的维吾尔语失语症训练软件。

对象: 来源于2014年1月至6月, 在新疆维吾尔自治区中医医院及乌鲁木齐市温泉康复医院, 收治的脑卒中维吾尔族失语症患者30例, 其中男17例, 女13例; 平均年龄(59.17±9.88)岁; 出血性14例, 缺血性16例; 右利手28例, 左利手2例; 其中Broca失语症10例, Wernicke失语7例, 命名性失语13例。

纳入标准: ①所有患者经头颅CT 或MRI诊断为脑卒中^[13], 并经本课题组设计的汉语失语成套检测(维文版)进行失语症诊断为失语症者。②维吾尔族, 年龄38-70岁, 首次脑卒中发病, 病程1-6个月, 既往无其他脑部器质性病变史, 小学文化程度以上, 会说汉语, 神志清楚, 检查合作, 定向力基本完整, 无明显智力障碍, 意识清楚。③签署知情同意书并愿意参加本次试验。

排除标准: ①意识不清, MMSE量表评价提示痴呆, 合并精神障碍及其他影响语言功能等疾病, 不能配合检查及治疗的患者。②有严重并发症, 如呼吸衰竭、心力衰竭、急性心肌梗死、肾脏衰竭、肝脏衰竭、严重的肺部感染以及癌症等。③不能完成基本疗程, 依从性可能不好者(即不能坚持治疗)及难以随访者。

失语症计算机训练系统软件模型构建的主要仪器: 试验仪器为本院与北京康和时代科技有限公司共同研发的失语症(维吾尔语)训练系统V1.0。

方法:

平台建设: 将支持手写的触摸液晶显示器接入到笔记本电脑的VGA端口, 设置显示模式为扩展显示, 建立双屏操作平台。安装alkatip支持维文输入和显示。

开发模式: 遵循软件工程, 按照快速原型开发模式, 建立维吾尔语失语症计算机训练模型, 由康复言语治疗师进行软件训练系统的试用, 根据反馈意见修改系统进行递增开发。

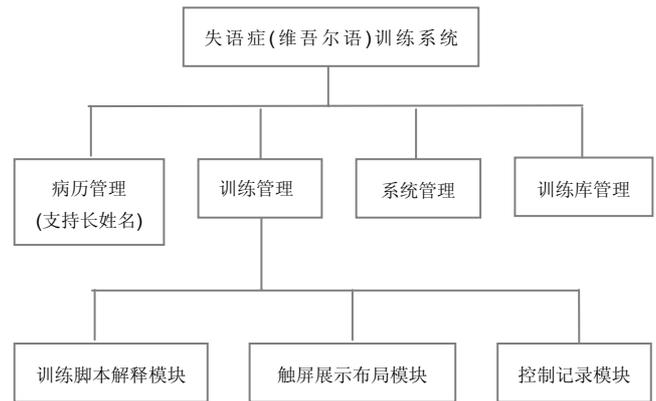


图1 维吾尔语失语症计算机训练系统模块结构
Figure 1 Structure of Uygur aphasia training software system

维吾尔语失语症计算机训练系统模块结构, 见图1。

技术选择: 此软件通过可视化快速开发工具Delphi进行设计, 资料性数据存储于Access数据库中, 其他数据以文档方式存放在操作系统文件系统中, 训练项目及文字以Unicode文本格式存储, 以便汉语和维语同时存储, 语音以WAV格式存储, 图片以JPEG格式存储, 动画以MPEG或AVI格式存储, 采用对象数据统一存储机制实现训练数据的管理, 以模块化数据实现数据的多样性, 用通用反馈记录组件统一记录全程反馈数据。

训练内容: 由维吾尔族言语治疗师根据不同的失语症类型来设计训练的类别和内容, 对于Broca失语患者, 主要以构音表达和文字阅读训练为主, 训练时选择言语表达训练与阅读模块, 比如选择言语表达训练中的视图命名模块, 患者根据语音提示: “这是什么?(维语)”, 指出并说出屏幕中出现的图片名称; 再者根据词选择模块, 患者根据语音提示: “这是钢笔还是杯子?(维语)”, 患者说出正确答案。对于Wernicke失语症患者, 主要以听理解训练为主, 包括名词、动词及句子理解, 训练时选择听理解模块, 比如选择听理解训练中的激发反应模块, 患者根据语音提示: “这是黄瓜, 指一下黄瓜(维语)”, 患者说出屏幕中出现的图片名称。从而防止训练内容的随意性, 以确保训练的合理性。

主要观察指标: 根据汉语失语成套检测(维文版)评定训练前后疗效。

2 结果 Results

2.1 维语失语症训练软件的使用方法 言语治疗师打开训练软件, 根据患者的临床病例资料, 通过汉语失语成套检测(维文版)^[14], 确定维吾尔族患者失语症类型, 然后从数据库中挑选出合适的训练内容, 选中的训练内容显示在训练工作区的项目区, 治疗师在训练区选择相应的训练内容, 患者相应的展示触摸屏会呈现出训练用的文字、图片、动画、构音游戏等, 维语语音信息同步播放, 患者可根据训练要求进行言语训练, 同时可在展示触摸屏上进行直接

选择、分类、单选、多选、书写、游戏等多种操作, 言语治疗师根据患者情况快速记录训练的直接结果。

2.2 维吾尔失语症训练软件实现的主要功能 病例管理、训练管理、系统管理, 多类型训练、训练提示梯次控制, 训练数据再现、全程语音支持, 全程训练反馈捕获、双屏自适应和训练库扩展等。

2.3 维吾尔失语症训练系统软件的类型 包括听理解训练、阅读与听理解、言语表达训练、文字表达训练、音乐训练及构音训练等6大模块^[15], 可细分为激发反应、执行命令、视图命名和分类作业等17个小类, 提供训练题达600多道, 训练图片有400多张, 视频动画有40多个, 维吾尔音频歌曲有100多首, 内置与训练题配套的维吾尔语音及维吾尔指导语, 而且训练图片、视频、音频和训练题均可以扩展补充, 各项内容最大为100 000条。

2.4 维吾尔失语症训练软件的操作简便优势 训练软件运行后, 在计算机主屏幕上会显示言语治疗师的控制窗口, 在辅助屏幕上显示患者训练窗口, 两个窗口可重新设置位置, 系统上所有内容可在触摸屏上操作完成, 治疗师可以根据不同类型和不同程度失语症患者制定训练内容和步骤, 即使接受过少量言语康复的治疗师也可以通过该软件进行操作, 并有相应的正负反馈。

3 讨论 Discussion

随着中国人民生活水平的不断提高, 脑卒中人群中失语症的发病率从21%上升至38%^[16-18], 在中国, 随着近年来脑血管病的发病率逐步上升, 中国急性脑血管疾病患者中有34.2%会出现言语障碍, 其中有16.6%为失语症^[19]。据统计, 中国每年新发脑卒中约200万人^[20], 脑卒中患者有21%-38%伴有失语症^[21]。即每年中国要新增约60万失语症患者。新疆是中国少数民族最多的地区, 主要为维吾尔族, 人口将近一千万, 有研究表明新疆地区维吾尔族脑血管病发病率较高^[8-10], 且相当一部分患者合并失语症。脑卒中后失语已经严重影响到日常生活的很多方面, 给家庭和社会带来了沉重的负担。社会的进步带来了计算机技术的快速发展, 利用多媒体技术开发的失语症诊断与治疗系统已经广泛地应用于临床, 它能将图像、声音、动画有机结合起来, 具有信息量大、形式多样、画面精彩的特点, 使患者从枯燥、单调的传统语言训练中解脱出来, 最大限度地激发患者语言潜能, 该方法的训练效果已经得到肯定^[15, 22-27]。针对新疆地区维吾尔族失语症患者而言, 维吾尔语为母语, 目前市场上的汉语失语症训练系统软件并不适用。为此本课题组研发了一套适用于维吾尔族人群的失语症训练软件。

失语症(维吾尔语)训练系统V1.0的是在原有北京康和时代科技有限公司研发的汉语失语症训练软件的基础上^[28-29], 在新疆维吾尔自治区南、北疆地区, 通过深入调研维吾尔族常用及熟悉的生活素材, 并结合维吾尔族的生

活习俗, 建立维吾尔族生活言语素材数据库, 筛选出相应的言语康复训练素材, 初步设计出维吾尔、汉语双界面的计算机辅助应用软件。以往的汉语失语症训练软件, 仅仅针对母语是汉语的人群。

失语症(维吾尔语)训练系统V1.0涉及近20类训练项目, 基本上覆盖了维吾尔语失语症训练的所有方面。言语治疗师根据维吾尔族不同失语症类型设计出合适的训练方案, 在软件训练工作区的项目区, 选择相应的训练内容, 如针对Broca失语患者, 主要以构音表达和文字阅读训练为主, 训练时选择言语表达训练与阅读模块, 患者根据维吾尔语音提示, 指出并说出屏幕中出现的图片名称; 对于Wernicke失语症患者, 主要以听理解训练为主, 包块名词、动词及句子理解, 训练时患者根据语音提示说出屏幕中出现的图片名称。与以往针对汉语听理解训练软件不同的是, 失语症(维吾尔语)训练系统V1.0支持维吾尔语音信息同步播放^[30], 极大的方便了维吾尔族失语症患者的使用。

失语症患者的训练必须是个体化的, 因为失语症患者的类型和程度不同, 不同地区的维吾尔族的生活方式、生活环境、文化层次、工作性质也不同。失语症(维吾尔语)训练系统V1.0中涵盖了大量的维吾尔族言语素材, 言语治疗师根据治疗需要选择合适的言语训练素材, 做到个性化治疗。以往个体化汉语失语症训练软件主要针对母语为汉语的患者, 介于语言的差异, 母语为维吾尔语的失语症患者并不适用。

随着维吾尔族失语症患者语言功能的逐渐康复, 训练难度不断增加, 这就要求对训练控制必须建立在灵活多变的基础上, 主要体现在在训练康复过程中, 言语治疗师对患者的暗示多少和种类上, 如当要求患者复述“西瓜”(维吾尔语)时, 若患者不能完成, 可首先提示“西瓜”(维吾尔语)的首发音, 仍然不能完成, 可提示“西”(维吾尔语)和“瓜”(维吾尔语)的首发音, 甚至给患者展示相应的发音口形动画, 即训练控制梯次化。以往汉语失语症训练软件都是汉语发音, 而新疆地区维吾尔族失语症患者, 维吾尔语为母语, 有自己独具的语言特点, 与汉语语法结构、语法规则及发音规则等完全不同。失语症(维吾尔语)训练系统V1.0能够根据维吾尔族母语的需, 大大方便了维吾尔失语症患者。

失语症(维吾尔语)训练系统V1.0采用分屏技术, 将控制与训练分别实现, 既保证了治疗师的需要, 又对患者训练无干扰。而且操作方便, 言语治疗师打开训练软件后, 在计算机主屏幕上会显示言语治疗师的控制窗口, 在辅助屏幕上显示患者训练窗口, 两个窗口可重新设置位置, 系统上所有内容可在触摸屏上操作完成。新疆的康复医学事业起步较晚, 具备良好专业素质的言语治疗师在各地州和基层单位相对匮乏, 人员培训也不能在短时间内达到理想状态。失语症(维吾尔语)训练系统V1.0的研发, 使接受过少量言语康复的治疗师也可以通过该软件进行操作。

本课题组下一步将纳入维吾尔失语症患者, 随机分成

两组, 试验组为维吾尔语失语症训练软件, 对照组为汉语失语症训练软件, 分别进行疗效对比, 从而为维吾尔语失语症计算机训练系统提供客观的疗效依据。本软件的研发使维吾尔族失语症患者得到了有效的言语康复治疗, 为新疆言语治疗师提供了一种功能完善、操作简便、扩展灵活的训练工具, 有助于减轻言语治疗师的工作负担, 从而提高临床效率。

致谢: 感谢乌鲁木齐市康复温泉医院对本课题组的大力支持。

作者贡献: 第一作者对本系统评价进行了实际设计, 文献收集及资料提取由第二、三作者实施, 第一作者及通讯作者对文章的方法学进行了指导并对数据进行了统计分析, 第三作者协助第一作者成文, 通讯作者负责对文章进行了最终修改和审校, 第四作者对文章负责。

利益冲突: 文章及内容不涉及相关利益冲突。

伦理要求: 根据中华人民共和国国务院颁发的《医疗机构管理条例》, 在实验前将实验方案和风险告知对方, 并签署知情同意书。

学术术语: 失语症-是指与语言功能有关的脑组织的病变, 如脑卒中, 脑外伤、脑肿瘤和脑部炎症等, 造成患者对人类进行实际符号系统的理解和表达能力的损害, 尤其是语音、词汇、语法等成分、语言结构和语言的内容与意义的理解和表达障碍, 以及作为语言基础的语言认知过程的减退和功能的损害。失语症不包括由于意识障碍和普通的智力减退造成的语言症状, 也不包括听觉、视觉、书写、发音等感觉和运动器官损害引起的语言、阅读和书写障碍。

作者声明: 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

4 参考文献 References

- [1] Katz RC, Wertz RT. The efficacy of computer-provided reading treatment for chronic aphasic adults. *J Speech Lang Hear Res.* 1997;40(3):493-507.
- [2] Aftonomos LB, Steele RD, Wertz RT. Promoting recovery in chronic aphasia with an interactive technology. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(8):841-846.
- [3] Palmer R, Enderby P, Paterson G. Using computers to enable self-management of aphasia therapy exercises for word finding: the patient and carer perspective. *Int J Lang Commun Disord.* 2013;48(5):508-521.
- [4] Latimer NR, Dixon S, Palmer R. Cost-utility of self-managed computer therapy for people with aphasia. *Int J Technol Assess Health Care.* 2013;29(4):402-409.
- [5] 陈卓铭. 利用汉语语言特点设计语言康复[J]. *新医学*, 2001, 32(9): 526-527.
- [6] 汪洁. 计算机在失语症治疗中的应用[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2002, 24(5): 318-320.
- [7] 李胜利. 语言治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [8] 李筠, 买尼沙·买买提, 王晓妍, 等. 吐鲁番维、汉、回三民族脑卒中发病特点分析[J]. *中国全科医学*, 2005, 8(23): 1956-1957.
- [9] 张小宁, 邹梅, 吐尔逊, 等. 新疆维吾尔族和汉族急性脑卒中患者临床特点分析[J]. *中华脑血管病杂志(电子版)*, 2009, 3(4): 173-177.
- [10] 方向华, 王淳秀, 梅利平, 等. 脑卒中流行病学研究进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2011, 32(9): 847-853.
- [11] 席艳玲, 祖菲娅·吐尔迪, 刘鹏, 等. 脑卒中后维吾尔语和汉语失语症的语言特点及病灶部位分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(11): 819-822.
- [12] 高素荣. 失语症[M]. 北京: 北京医科大学医学出版社, 2006.
- [13] 脑卒中患者临床神经功能缺损程度评分标准(1995)[J]. *中华神经科杂志*, 1996, (6): 62-64.
- [14] 热娜·阿不都萨拉木, 吐尔逊·沙比尔, 席艳玲, 等. 维吾尔语版失语症量表的信度和效度研究[J]. *维吾尔语版失语症量表的信度和效度研究*, 2014, 29(6): 547-551.
- [15] 丘卫红, 窦祖林, 王桂芳, 等. 无障碍电脑语言系统U1在失语症患者语言训练中的应用[J]. *中国临床康复*, 2004, (1): 28-29.
- [16] Pedersen P, Jorgensen H, Nakayama H, et al. Aphasia in acute stroke: incidence, determinants, and recovery. *Ann Neurol.* 1995;38:659-666.
- [17] Engelter S, Gostynski M, Papa S, et al. Epidemiology of aphasia attributable to first ischemic stroke. *Stroke.* 2006; 37:1379-1384.
- [18] Dickey L, Kagan A, Lindsay M, et al. Incidence and profile of inpatient stroke-induced aphasia in Ontario, Canada. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:196-202.
- [19] Wang XD, Chen HD. The speech-language disorder of the acute cerebral blood vessel disease. *Zhonghua Shenjing Jingshengke Zazhi (Chin J Nerv Psychiatry).* 1988.
- [20] 饶明俐. 中国脑血管病防治指南[M]. 人民卫生出版社, 2007.
- [21] Berthier ML. Poststroke aphasia: epidemiology, pathophysiology and treatment. *Drugs Aging.* 2005;22(2): 163-182.
- [22] 翟浩瀚, 夏娉文, 程薇萍, 等. 语言障碍ZM2.1康复系统对失语症的疗效研究[J]. *深圳中西医结合杂志*, 2007, 17(3): 156-158.
- [23] Palmer R, Enderby P, Cooper C, et al. Computer therapy compared with usual care for people with long-standing aphasia poststroke: a pilot randomized controlled trial. *Stroke.* 2012;43(7):1904-1911.
- [24] Van de Sandt-Koenderman WM. Aphasia rehabilitation and the role of computer technology: can we keep up with modern times? *Int J Speech Lang Pathol.* 2011;13:21-27.
- [25] 肖勇. 计算机言语评估及康复系统TG-PX-111治疗脑卒中失语症[J]. *实用医药杂志*, 2014, 31(3): 217.
- [26] 杨标, 古剑雄, 梁钊明, 等. 失语症强化训练软件系统在脑卒中后失语治疗中的应用[J]. *广东医学*, 2014, (12): 1852-1854.
- [27] 彭爱军, 蒋京功, 周肖东, 等. 汉语失语症测评软件在脑出血后失语评定中的应用[J]. *临床神经外科杂志*, 2014, 11(1): 58-60.
- [28] 陈卓铭. 计算机辅助语言障碍评定的现状与展望[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2005, (2): 62-64.
- [29] 秦冰, 申建国. 失语症计算机评定系统的设计与临床应用[J]. *中国临床康复*, 2005, 9(12): 48-49.
- [30] 樊红, 曾真, 刘玉凤. 应用语言障碍ZM2.1康复系统治疗完全性失语症听理解的疗效研究[A]. 中国康复医学会、中国康复医学会康复治疗专业委员会. 传播康复新技术, 推广治疗新理念—中国康复医学会第九届全国康复治疗学术年会论文集[C]. 中国康复医学会、中国康复医学会康复治疗专业委员会, 2012.