·临床研究·

基于平板电脑的汉语失语症治疗辅助系统的设计及可用性探讨*

史艳莉[1] 明 钰[1] 孙 莉[2] 赵雪芹[1] 张 联[1] 王 质[3] 丁 琳[4]

摘要

目的:基于平板电脑设计研发一种自适应多模式的汉语失语症治疗辅助系统,并通过临床运用了解系统的可用性。

方法:系统由身体功能、患者活动及患者社会参与三大模块构成。每一模块又由视频、图像、文字、声音、音乐和游戏组建具体的康复内容。治疗师基于患者信息的分析,通过治疗师界面为患者分配训练任务并进行训练监督。患者在患者界面执行语言康复训练计划。采用系统可用性量表(SUS)问卷调查表评估系统的可用性。

结果:共有17名语言治疗师和62例被诊断为失语症的患者参加了本项研究。患者在可用性(等级0—100)方面将PC-CATS 1.0应用程序评为好(评分>70;Z=-1.91;*P*=0.03),治疗师将应用程序评为良好(评分>80;Z=-1.72;*P*=0.04)。此外,治疗师和患者对于问题得分:兴趣(11.8±0.37,7.9±0.41)分,有用性(8.9±0.64,7.1±0.81)分,可行性(4.4±0.72,4.5±0.48)分和压力(6.1±0.51,6.7±0.67)分,代表患者可以接受治疗师根据需求调整的个性化训练内容和训练难度。

结论:PC-CATS 1.0系统是一种多模式远程康复系统,适用于不同类型失语症患者的辅助治疗。

关键词 失语症;治疗系统;平板电脑;可用性

中图分类号:R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2021)-07-0822-05

失语症是由于脑损伤而导致已经获得的语言能力丧失或受损,如脑卒中、脑外伤、脑肿瘤、脑部炎症等,表现为语言表达和理解能力的障碍[1]。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[2]。常表现为发音和构音功能正常但不能言语,肢体运动功能正常但不能书写,视力正常但不能阅读,听力正常但不能理解他人言语等,即听、说、读、写四个方面的障碍[3]。临床上有多种康复治疗方法,如传统治疗法、刺激法、自然交谈法、认知促进法、音乐治疗和针灸治疗法等。其中Schuell刺激法是目前康复效果最为显著的,其机理和原则是利用强的、反复的视、听、触觉刺激相互促进康复效果[4]。但这种方法要求有经验的治疗师花费大量时间和精力去创建多途径的语言刺激环境,并且长期的"一对一"治疗模式不仅增加家庭和社会负担,同时也让本就匮乏的语言治疗师队伍更是难以为继。

当前信息技术时代,计算机辅助已经成为语言障碍评估、诊断和治疗的必然趋势。本研究运用平板电脑的触摸屏、语音输出、语音采集、文本输出、图片输出等交互手段,设计了一个针对不同类型失语症的多模式辅助治疗系统,我们将其命名为汉语失语症计算机辅助治疗系统(PC-CATS 1.0),该系统不仅可以远程控制患者语言治疗的强度和频率,而且将语言分层结构处理,为每个失语症患者创立个性化的语言训练模式,做到及时治疗、及时反馈和及时更新。本研究将其运用于临床旨在探讨PC-CATS 1.0进行失语症患者辅助治疗的可用性。

1 研究方法

1.1 系统设计框架

失语症辅助治疗系统于2018—2019在武汉轻工大学计算机中心设计完成。系统包含五个主要部分(图1):①患者界面。用户通过安卓平板app登入系统,可根据治疗师设定的治疗计划进行治疗康复。②治疗师界面。即系统后台维护界面,可维护患者基本信息,动态创建治疗康复计划、训练任务,以及监督并统计患者的任务完成情况。③训练平台。针对患者不同的病情,可动态、定制化的创建患者的训练计划。④资源服务器。存放系统对外的后端服务,数据库等,包括后端服务的代码,静态资源(图片、语音、视频等),通过一系列的服务器安全的手段,诸如统一集中化管理、最小权限访问控制策略等保证服务器安全。⑤数据库。采用NoSQL(非关系型)数据库存放用户的基本信息,以及相关的文件、媒体资源,通过防火墙,数据加密,敏感数据管理等一

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.07.010

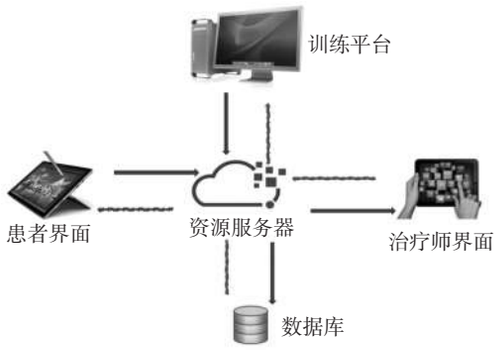
*基金项目:湖北省教育厅科学研究计划项目(B2016081)

1 武汉轻工大学医学技术与护理学院,武汉,430026; 2 武汉脑科医院康复科; 3 武汉市第一医院康复科; 4 武汉市中心医院康复科

第一作者简介:史艳莉,女,教授;收稿日期:2020-05-13

系列手段保证用户的数据安全。

图1 汉语失语症计算机辅助治疗系统(PC-CATS 1.0)设计框架



1.2 基于ICF的训练设计

2001年世界卫生组织(WHO)正式颁布《国际功能、残疾和健康分类》(international classification of functioning, disability and health, ICF)[5]。ICF目标是提供一种统一和标准的语言和框架来描述健康状况和与健康有关的状况。ICF从健康和总体幸福感的角度,分析了健康与功能状态、健康与残疾以及健康与环境之间的相互关系,建立了基于生物-心理-社会模式的健康、功能和残疾新模式,强调了健康是个人身体功能与结构、活动和参与以及环境因素交互作用的结果(见图2),指出各项目之间是双向作用的多维度模式,其中身体功能、身体结构、活动与参与属于人体功能,环境因素和个人因素属于背景性因素[5-6]。ICF为失语症的康复明确了主要目标,即失语症康复旨在优化失语症患者的沟通和社会参与。为了实现这一目标,PC-CATS 1.0辅助治疗系统不仅针对ICF的各个领域进行了设计,而且在步骤上也根据假定任务的难度和语言复杂性按分层递阶结构进行了组织。

PC-CATS 1.0的数据库包含必须在屏幕上显示的详细信息。辅助治疗子系统由三个模块构成:一是面向疾病的干预。该模块主要集中在身体功能领域,目的是通过计算机提供的语言处理模块来帮助患者恢复语言中枢的能力,例如使用语义、语音或语法去完成任务。第二模块是关于功能干预,它以患者活动领域为目标,强调在日常生活中实现交流活动。鉴于语言缺陷,治疗方法旨在实现最佳沟通水平。它可能包括教会患者尽可能有效地利用自身的残余语言技能,或是使用增强和另类交流(AAC)策略来弥补语言缺陷[7],包括打手势,使用高科技或低技术的通讯工具等。参与式干预属于第三模块,直接针对患者社会参与的领域。在这个模块的治疗中,重点在于让患者及家属接受失语症带来的后果。干预通常针对失语症患者的家人和护理人员,而不是失语症患者本人。例如,为了改善沟通,可以通过培训失语症患者的沟通伙伴,使其交流行为适应失语症患者的需求。具体设计描述见表1。

PC-CATS 1.0的设计虽然是由三个模块构成,但并不意味着三种治疗是各自独立或相互矛盾。每种治疗都是构成失语症康复的重要组成部分。治疗师工作的开展是基于对语言障碍的详细评估来选择具体的治疗方法和实施步骤,通常情况下是三者合一,相互补充,每一个治疗方案都充分显示治疗的专一性和方法的多样性,这样不仅有利于失语症患者语言能力的改善,而且还促使了他们与环境的充分融合。

1.3 多模式训练的实现

PC-CATS 1.0设计者与语言治疗师合作,从听、说、读、写方面设立了听理解、复述、表达、阅读、书写、音乐及游戏等8种不同的训练模式用以满足语言功能的需要。系统有超过13 000个汉语训练题,1000多个图片,100多视频动画,他们

表1 汉语失语症计算机辅助治疗系统(PC-CATS 1.0)模块具体设计描述

模板	项目	设计描述
疾病干预	相关词汇检索	参与者使用相关图片或单词抽认卡主动识别目标单词,治疗重点是使用层次提示法,将一连串语义、语音和字形提示系统地呈现出来,指导参与者能检索到目标词汇。
	运动语言生成	参与者使用带字形提示的抽认卡用于他们难以发音的单词练习。像参与者展示每个目标词的多视觉提示以便生产运动性语言(例如音节分割、字形语音提示等)。随着发音的改善,逐渐去掉提示(即Rosenbeck八步法的修改版本)。
	日常会话训练	参与者制作书面剧本,在特定功能语境中讲话(例如接听电话,向朋友或陌生人描述他们的情况等)。口头排练剧本,增加功能能语境的自动性。
功能干预	日常对话策略	参与者制作低技术电子或纸质交流工具,使用与个人相关的刺激性文章和/或图片及手势语等。
	听理解策略	参与者知道如何改善环境(例如:消除环境中的干扰因素)。
	书写交流策略	为了在日常生活中完成功能性写作任务,参与者接受培训使用纸质工具(例如袖珍字典和模板和/或视觉辅助工具)和技术工具(例如文字处理程序中的拼写和/或语法检查功能,语音识别技术用于听写单词提供拼写能力,以及单词预测技术)。
参与式干预	健康课堂	失语症课堂
	技术培训	照护伙伴接受沟通策略、视听辅助工具、软件工具使用的培训。
	交流平台	失语症社交网络平台

图2 ICF“生物-心理-社会”健康理念

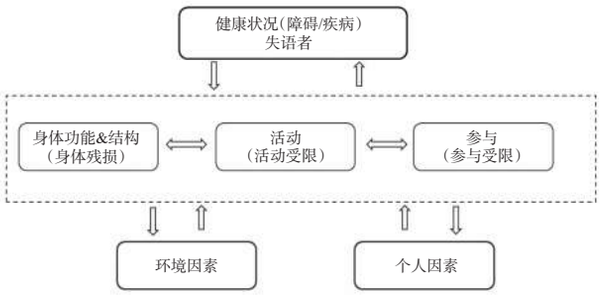


图3 汉语失语症计算机辅助治疗系统(PC-CATS 1.0)多模式训练的设计

分属不同的训练单元,每个训练单元大约包含15—20个任务,练习创建者可以根据患者的需要在线添加新的内容。多模式训练主要包含固定、响应和支持三个主要元素。固定元素构成训练的结构,需要响应元素来帮助完成任务。响应元素是训练用到的视频、图像、文字及声音等。支持元素是协助响应元素解决任务,在系统中主要用来调配任务难度。例如,在图3中的句子完成任务中,“他在(扫)地”是固定元素,“ 拉”、“拖”、“扫”、“拍”是响应元素,音频可作为支持元素。

基于失语症患者不同类型和不同程度的语言功能受损,治疗过程中必须针对不同患者拟定个性化治疗方案。因此,系统在实现辅助治疗时根据患者评估结果、语言特征和训练类型(例如语音、形态、语法、语义和语用)进行了难度构造系统的分层递阶处理。

1.4 系统操作流程

PC-CATS 1.0系统实现功能包括病例管理、训练管理、系统管理、多模式训练、训练提示分层控制, 训练数据再现、全程语音支持,全程训练反馈捕获、单双屏自适应和训练库扩展等(图4)。操作流程上,治疗师首先为患者创建一个帐户。根据患者的临床病理资料、汉语失语成套检测的语言障碍类型和严重程度,治疗师为患者分配任务和创建训练平台。任务和平台将自动下载到患者的平板电脑上。每次患者使用平板电脑进行训练时,触摸屏会呈现出训练用的文字、图片、动画、构音及游戏等,患者可根据训练要求进行语言训练,同时可在展示触摸屏上进行直接选择、分类、单选、多选、书写及游戏等多种操作,训练结果也会同时发送到患者的数据库中。练习完成后,系统会自动给出响应正确性的反馈,如字词的识别率、指令执行度、概念表述完整度、词句复述准确率、听觉响应命名正确率和沟通效率等。治疗师可以实时监控患者的语言功能变化,根据患者的需求远程更改训练任务和训练模式。

1.5 系统评价

为了评价PC-CATS 1.0的临床可用性,研究组于2018年9月—2020年5月邀请了17名语言治疗师首先使用本系统,通过便利抽样对62例失语症患者实行干预治疗。在参加之前,向参与者解释与研究有关的程序,均获得书面知情同意书。患者的主要入选标准是年龄>18岁;根据西方失语成套测验(western aphasia battery,WAB)诊断为失语症,诊断标准:失语商(aphasia quotient,AQ)<93.8分;经2周的PC-CATS 1.0培训,包括打开/关闭设备电源,查找主屏幕,充电,放置,滚动页面和手写笔的使用等使用平板电脑和执行训练任务;满足问卷的最低认知能力。对于治疗师,没有设定纳入标准和排除标准。

采用测量软件、硬件和网站可用性的系统可用性量表(system usability scale,SUS)进行问卷调查(表2)[8]。调查问卷包含4个维度和10个项目组成的针对系统应用情况的问题描述,要求治疗师和患者对每项问题的描述做出LIKERT的主观评测(1分:非常不同意,2分:不同意,3分:中立,4分:同意,5分:非常同意)。通过计算转为0—100的分值[8]。主观体验评价主要包含可行性(问题①—②)、兴趣(问题③—⑤)、有用性(问题⑥—⑦)和压力(问题⑧—⑩)四个方面。其中③—⑦为正向题,①,②,⑧,⑨,⑩为负向题。对于可行性、压力的每问题得分<3,兴趣和有用性每个问题得分>3被认为系统的使用是积极有用的。问卷Cronbach's α达到0.91,而每个维度的Cronbach's α 0.78—0.92。累积方差贡献率达到67.19%,表明具有可靠的信效性。

1.6 统计学分析

图4 汉语失语症计算机辅助治疗系统(PC-CATS 1.0)的操作流程

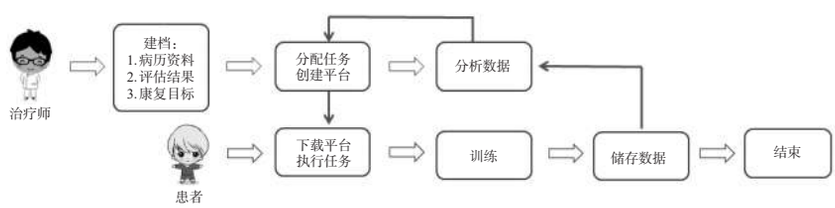


表2 系统可用性量表(System Usability Scale,SUS)调查问卷

类别	问题描述	LIKERT				
		1	2	3	4	5
可行	①训练时间太长					
	②指导/训练对我来说太难了					
兴趣	③这项训练很有趣					
	④喜欢这种训练					
	⑤认为训练是愉快					
有用	⑥训练有助于患者/我功能改善					
	⑦想继续指导/训练					
压力	⑧训练期间感到压力很大					
	⑨进行这项活动感到非常紧张					
	⑩担心训练执行的正确与否					

对数据资料进行整理、编码与录入,并采用SPSS 20.0统计软件进行统计分析。SUS用来测量系统的可用性,采用相关分析评估问卷的内部一致性,百分制来计算其分值。分数>60为可用,≥70为好,≥80为良好,≥90为优,用非参数Wilcoxon符号等级检验,且$P<0.01$为具有显著性意义。

2 结果

2.1 一般资料

17名治疗师指导62例患者使用了PC-CATS 1.0。治疗师中男性6例,女性11例,平均年龄(28.7±5.1)岁,工作年限≥5年,PC-CATS 1.0培训>4h。62例患者中男性39例,女性23例,平均年龄(58.3±7.4)岁,病程(7.6±1.4)个月;脑梗死21例,脑出血27例,颅脑外伤14例;运动性失语23例,感觉性失语17例,皮质下失语13例,命名性失语9例;可命名1—2/25个图片。每名患者均在治疗师远程指导下完成4周训练,每天不少于20min,每周6天。此外,PC-CATS 1.0应用程序在使用过程中(需要互联网连接)运行稳定,没有任何技术问题。

2.2 调查结果

从整体上看,治疗师和患者对于PC-CATS 1.0的可用性评分均比较认可,分别为治疗师(83.9±7.6)分,患者(74.7±6.3)分。其中治疗师在可用性方面将PC-CATS 1.0应用程序评为良好(Z=-1.91,P=0.03),而患者对应用程序的评价为好(Z=-1.72,P=0.04)。

17名治疗师对于问题的调查显示(图5),兴趣(11.8±0.37,Z=-1.26,P=0.056),有用性(8.9±0.64,Z=-1.81,P=0.03),两个正向问题得分明显高于量表得分的平均值。而可行性(4.4±0.72,Z=-1.59,P=0.028)和压力(6.1±0.51,Z=-1.83,P=0.047)的得分则明显较低,突出的问题主要在来自于治疗师对自身任务设计的自信及远程干预对患者执行度的疑问。62例患者平均而言,可行性(4.5±0.48,Z=-0.81,P=0.051),兴趣(7.9±0.41,Z=-1.37,P=0.051)和有用性(7.1±0.81,Z=-1.78,P=0.03),压力(6.7±0.67,Z=-1.79,P=0.03)(图6)。由此可见,患者对于PC-CATS 1.0的治疗比较感兴趣,但在执行任务时还是略感压力。

3 讨论

失语症是由于大脑语言优势半球受损而导致的一种后天获得的多模态语言障碍[9]。研究显示,美国的失语症总体患病率超过了100万人次,单是脑卒中导致的新增病例每年就近8万例[10]。大多数患者的失语症是一个长期过程,一方面是社会、职业和娱乐活动的参与受限,另一方面,是他们在有限的时间内接受有限次数的治疗,不仅影响到他们的生存质量,而且严重滞后康复效果。鉴于此种状况,当务之急是帮助治疗师提供更多的服务,并且能有效解决患者的个性化训练。

计算机辅助失语症诊治的发展主要决定于计算机科学的发展。平板电脑也称之为便携式电脑,是一种小型、方便携带的个人电脑,它拥有的触摸屏允许用户通过触控笔或数字笔来进行作业,用户可以通过内建的手写识别、屏幕上的软键盘、语音识别等实现人机交互。基于平板电脑开发的PC-CATS 1.0的功能特征主要体现在以下几方面:①个性化治疗。PC-CATS 1.0系统由身体功能领域、患者活动领域及

图5 治疗师系统可用性量表(SUS)问卷调查结果雷达图

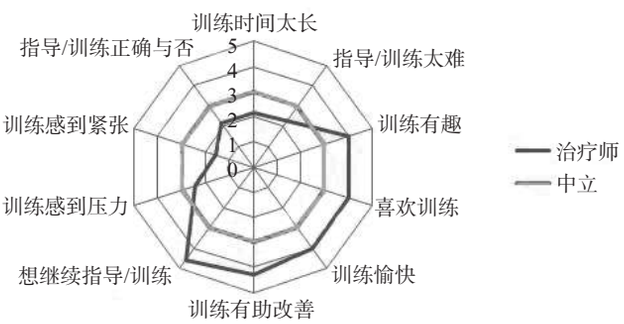
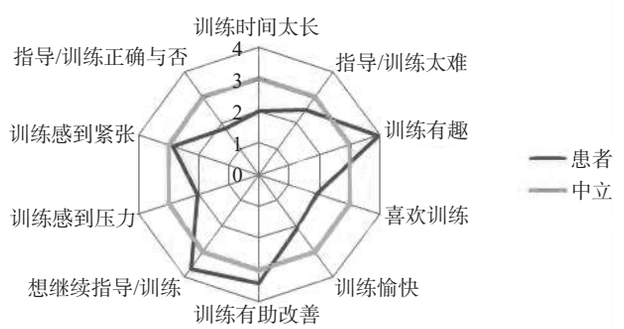


图6 患者系统可用性量表(SUS)问卷调查结果雷达图



患者社会参与领域三大模块构成。每一领域又由视频、图像、文字、声音、音乐和游戏构成分层的康复内容。治疗师通过针对每位患者信息的分析，可为患者量身订制全方位的精准康复方案。②远程服务。由于失语症患者大多非急性期，家庭实行远程诊治有较大的需求，PC-CATS 1.0系统依靠计算机网络的迅猛发展为远程医疗提供了平台。失语症的远程医疗除了可提供远程治疗，另外可实现开放性专家会诊，家庭成员的远程培训等，不但会方便出门不便的患者，也为医疗水平不发达地区提供特殊的诊治服务。③“一对一”的诊治。失语症的诊治，受患者病变性质、发病原因、发病与康复时间、病情轻重、语言背景、智力和文化程度、年龄、性别、家庭社会背景、利手、情绪等许多因素的影响，故失语症的诊疗是“一对一”的过程。PC-CATS 1.0系统代替人的部分工作，实施个体化诊治，同时还大大节省了社会及家庭的支出。

PC-CATS 1.0系统是一种多模式远程康复系统，其可用性是用户体验的重要维度。根据国际标准化组织（ISO 9241-11）的定义，可用性是指特定使用情境下，特定的用户完成特定的目标时，产品所表现出来的效果、效率和令人满意程度[8]。在这项研究中，通过SUS问卷调查发现，该系统易于使用，适应患者和治疗师的需求并得到认可。在患者界面，PC-CATS 1.0应用程序的训练被评为好，这证实了治疗师可以根据患者的需求调整个性化训练内容和训练难度。训练的压力略有增加，表明练习具有挑战性，但并不令人沮丧。治疗师界面的可用性稍高于患者界面，被评为良好。一方面显示系统设计比较适合治疗师的需求，再者系统远程调整和监视患者训练的设计在提高工作效率上发挥了重要作用。因此，在兴趣（11.8±0.4）分和有用性（8.9±0.6）分上均赋予较高分值。然而，对于患者和治疗师都担心远程训练执行的正确性问题，考虑主要与本次研究干预时间比较短，操作流程熟练程度不够有关，相信经过一段时间的训练和磨合，通过数据反馈与分析，患者和治疗师对于系统会有个全新的认识，增加PC-CATS 1.0系统使用信心。

目前虽然计算机在失语症的治疗方面得到了广泛的应用，但仍处在初期发展阶段，只能在治疗师的指导下发挥辅助治疗的功能，但我们相信随着计算机科学的发展，智能算法、问题求解的灵活性、人机交互能力、语音智能识别等技术的进步，计算机辅助失语症诊治将会跳跃式的发展，计算机将会更好地服务于广大的失语症患者。

参考文献

[1] 王政.Web前端开发技术以及优化研究[J].电脑知识与技术，2013，9(22)：5037—5038.

[2] 邓杏娟. 基于语音识别技术的失语症辅助诊断及康复治疗系统的研究[D].重庆大学，2008.

[3] 彭晓兰，陈辉，王岚，等.虚实融合交互系统辅助脑卒中后失语症康复训练[J].计算机辅助设计与图形学学报，2019，31(2)：256—265.

[4] 马英杰，陈骥，帅杰.基于语音识别的失语症康复治疗仪软件设计与实现[J].生物医学工程学杂志，2006，(6)：1343—1346.

[5] WHO (ed). International classification of functioning, disability, and health. Geneva：World Health Organization，2001.

[6] Kostanjsek N，Rubinelli S，Escorpizo R，et al.Assessing the impact of health conditions using the ICF[J]. Disabil Rehabil，2011，33(15—16)：1475—1482.

[7] Rogalski EJ，Saxon M，McKenna H，et al. Communication bridge：a pilot feasibility study of Internet-based speech-language therapy for individuals with progressive aphasia[J]. Alzheimer's Dement，2016，2：213—221.

[8] Sousa VEC，Dunn Lopez K. Towards usable e-health. A systematic review of usability questionnaires[J].Appl Clin Inform，2017，8(2)：470—490.

[9] Palmer R，Cooper C，Enderby P，et al. Clinical and cost effectiveness of computer treatment for aphasia post stroke (Big CACTUS)：study protocol for a randomised controlled trial[J]. Trials，2015，16：18.

[10] Mieke WE. van de Sandt-Koenderman. Aphasia rehabilitation and the role of computer technology: Can we keep up with modern times?[J]. Internation Journal of Speech-Language Pathology，2011，13(1)：21—27.