

• 论 著 •

基于虚拟现实技术的吞咽训练对卒中后吞咽障碍患者功能恢复的效果

李雅楠¹, 赵瑞¹, 王艳慧¹, 贡静¹, 马梦珂¹, 杨孟丽¹, 冯英璞², 朱明芳¹

摘要:目的 观察基于虚拟现实技术的吞咽训练对卒中后吞咽障碍患者功能恢复的效果。方法 将住院治疗的 94 例卒中后吞咽障碍患者按入院顺序分为传统组($n=47$, 开展常规吞咽训练)和研究组($n=47$, 开展基于虚拟现实技术的吞咽训练), 干预 4 周。比较两组吞咽功能、误吸风险分级、误吸发生率及生活质量。结果 传统组 44 例、研究组 45 例完成研究。吞咽功能评分结果显示, 组间、时间效应及交互效应差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。干预 4 周后, 研究组误吸风险分级显著优于传统组, 误吸发生率显著低于传统组, 吞咽障碍指数总分显著低于传统组(均 $P<0.05$)。结论 通过虚拟现实技术沉浸式场景、功能性任务及交互式反馈设计的吞咽训练游戏可有效改善卒中后吞咽障碍患者吞咽功能, 降低误吸发生率, 提升生活质量。

关键词: 脑卒中; 吞咽障碍; 虚拟现实技术; 吞咽训练; 吞咽功能; 误吸风险; 生活质量; 康复护理

中图分类号: R473.74; R743.3 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2026.07.010

Effects of virtual reality intervention on the swallowing function of patients with post-stroke dysphagia

Li Yanan, Zhao Rui, Wang Yanhui, Gong Jing, Ma Mengke, Yang Mengli, Feng Yingpu, Zhu Mingfang. Department of Neurology, Henan Provincial People's Hospital, Henan Provincial Key Medicine Laboratory of Nursing, Zhengzhou University People's Hospital, Zhengzhou 450003, China

Abstract: **Objective** To explore the effect of swallowing training based on virtual reality technology on recovery of patients with post-stroke dysphagia. **Methods** A total of 94 stroke patients with dysphagia were chronologically divided into a traditional group ($n=47$, receiving routine swallowing training) or a study group ($n=47$, receiving virtual reality-based swallowing training). The intervention lasted 4 weeks. The swallowing function, grading of aspiration risk, incidence of aspiration, and quality of life were compared between the two groups. **Results** Totally, 44 in the traditional group and 45 in the study group completed the study. Significant main effect of group, main effect of time, and group-by-time interaction effect were found in the swallowing function scores (all $P<0.05$). After the intervention, the study group had milder aspiration risk grading, lower incidence of aspiration, and lower score for the Dysphagia Handicap Index compared to the traditional group (all $P<0.05$). **Conclusion** The virtual reality game for swallowing training which integrates immersive scene, functional task and interactive feedback can effectively improve the swallowing function of patients with dysphagia after stroke, reduce the incidence of aspiration and improve swallowing-related quality of life.

Keywords: stroke; dysphagia; virtual reality technology; swallowing training; swallowing function; aspiration risk; quality of life; rehabilitation nursing

脑卒中为全球第二大致死疾病, 幸存者常遗留各种神经缺损并发症, 以吞咽障碍尤为常见^[1]。国外研究报道, 卒中后吞咽障碍(Post-stroke Dysphagia, PSD)发生率为 42%^[2], 国内报道发生率为 37.3%^[3]。大部分 PSD 发生于口腔期与咽期, 其中咽期吞咽损害者更易因咽部肌肉不协调、喉上抬能力低下而引起误吸^[4]。调查显示, PSD 患者误吸发生率可达 60.16%^[5]。误吸可增加肺部感染、窒息发生风险, 甚至危及生命。如何改善 PSD 患者吞咽功能、降低误吸风险成为神经康复科关注的焦点。《中国吞咽障碍康复管理指南

(2023 版)》^[6]指出, 有效的吞咽训练对改善 PSD 患者吞咽功能具有积极意义。既往开展的吞咽训练包括口腔运动、Shaker 训练、门德尔松训练等, 其训练强度受干预人员主观经验的影响较大^[7]。同时, 训练中缺少沉浸式场景构建及实时交互反馈, 可能影响患者参与积极性及对训练动作的准确感知^[8], 不利于功能恢复。近年来, 虚拟现实技术这一新兴的可视化干预手段被逐渐用于医疗领域。其具有沉浸、交互等特性, 可使干预对象获得逼真的虚拟体验, 利于激发其参与度; 且利用肌电信号、传感器等实时反馈技术, 可使干预对象及时了解训练动作是否标准并动态调整, 利于提升训练效果^[9-10]。本研究基于虚拟现实技术对 PSD 患者实施吞咽训练, 为采取科学干预举措提升 PSD 患者吞咽功能恢复效果提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究为非同期对照研究, 以干预 4

作者单位: 河南省人民医院 河南省护理医学重点实验室 郑州大学人民医院 1. 神经内科 2. 脑血管病科(河南 郑州, 450003)

通信作者: 朱明芳, 592898443@qq.com

李雅楠: 女, 硕士, 主管护师, liyanan9090@126.com

科研项目: 河南省医学教育研究项目(Wjlx2022013)

收稿: 2025-10-15; 修回: 2025-12-25

周后吞咽功能为主要结局指标。依据前期试验(两组各 16 例),实施吞咽训练者吞咽功能评分为(4.15±1.12)分,接受虚拟现实技术的吞咽训练者增高 0.81 分。设双侧 $\alpha=0.05$,把握度为 90%。利用 PASS15 软件计算总样本量为 84 例,考虑 10%脱落情况,故总样本量至少需 94 例。以 2023 年 5 月至 2024 年 12 月在本院住院治疗的 PSD 患者为研究对象,按入院时间分成两组,2023 年 5 月至 2024 年 2 月住院患者 47 例设为传统组,2024 年 3—12 月住院患者 47 例设为研究组。纳入标准:①符合卒中的诊断标准^[11],且为首发;②符合吞咽障碍的诊断标准^[12],且经吞咽造影显示有咽期异常特征;③年龄 ≥ 18 岁;④能保证接受连续 4 周的干预;⑤病情稳定,无其他严重神经缺

损后遗症;⑥患者了解研究事项,并同意参与。排除标准:①吞咽障碍由卒中以外的其他原因(包括鼻咽癌、食管癌、重症肌无力等)所致;②存在肝肾功能衰竭等其他严重疾病;③脑干病变;④因视野缺损等原因不宜应用虚拟现实技术;⑤精神障碍。剔除及脱落标准:①未严格执行干预方法;②受试中因病情恶化或其他不良事件而被迫停止研究;③因主观原因要求中途退出。研究组 1 例因未严格执行干预方法而被剔除,1 例因虚拟现实技术干预中出现眩晕而退出研究;传统组 2 例因病情恶化退出研究,1 例主动退出。最终研究组 45 例、传统组 44 例完成研究。两组一般资料比较,见表 1。本研究经我院伦理委员会批准 [(2022)伦理新技术(1-233)号]。

表 1 两组一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	卒中类型(例)		病程 (周, $\bar{x} \pm s$)	文化程度(例)			并存疾病(例)			
		男	女		缺血型	出血型		初中及 以下	高中或 中专	大专及 以上	高血压	糖尿病	冠心病	慢性肺部 疾病
传统组	44	24	20	62.30±6.58	32	12	6.75±2.11	21	17	6	19	7	10	11
研究组	45	27	18	61.73±5.87	30	15	6.58±2.04	20	14	11	18	6	12	14
统计量		$\chi^2=0.271$		$t=0.431$	$\chi^2=0.387$		$t=0.386$	$Z=-0.746$			$\chi^2=0.093$	$\chi^2=0.118$	$\chi^2=0.186$	$\chi^2=0.411$
P		0.603		0.667	0.534		0.700	0.455			0.761	0.731	0.667	0.521

1.2 干预方法

两组患者住院当天经过吞咽障碍筛查评估,住院第 2 天开始干预,干预者均为接受过专业培训的吞咽专科护士。

1.2.1 传统组 实施常规吞咽训练。①口腔运动:包括张闭口、缩唇、展唇、伸舌、舌上下左右运动、鼓腮,以上动作各重复 10 次为 1 组,开展 5 组。②舌抗阻训练:干预人员在用压舌板对患者舌体下压的同时,令患者做向上抗阻抬舌动作 10 s,休息 0.5 min 后再重复,5 次动作为 1 组,开展 5 组。③Shaker 训练:要求患者左右肩紧贴床面,同时屈颈目视足尖,维持 1 min,随后休息 0.5 min,上述动作重复做 5 次为 1 组,共 5 组。④门德尔松训练:令患者将示指、中指分别放于甲状软骨上方、环状软骨位置,在吞咽唾液时感受喉上抬的动作,同时维持喉上抬状态数秒。⑤直接摄食训练:指导患者进食时选择正确体位和适宜的食物,并带领患者进行空吞咽、交互吞咽等吞咽技巧的练习。上述训练 30~40 min/次,上午和下午各 1 次,每周 5 d,共进行 4 周。

1.2.2 研究组

于每日上午吞咽训练休息 1 h 后加用虚拟现实技术干预,每次持续约 20 min,每天 1 次,每周 5 d,共训练 4 周。具体步骤如下。

1.2.2.1 创建虚拟现实技术干预团队 团队由 1 名神经内科护士长、1 名主治医师、4 名护龄不低于 5 年的主管护师及 1 名虚拟现实技术人员组成。护士长担任团队领导者,负责项目的统筹安排,组织成员学习虚拟现实技术的应用方法(包括虚拟现实技术的理

论知识、所用设备的功能特性及具体干预流程等);主治医师负责患者病情评估,协助护士长制订干预计划并监督实施,在干预中对患者出现的不良反应做出医学评估和处理,同时提供专业指导;4 名主管护师中的 3 名吞咽专科护士负责执行虚拟现实技术干预计划,剩余 1 名主管护师负责团队之间的协作分工;虚拟现实技术人员进行内容的开发、设备调试及维护。

1.2.2.2 干预前准备 首次干预前,主管护师向患者详细说明头戴显示设备的使用方式、使用中可能存在的不适反应(如眩晕、眼睛发涩等)及处理措施。随后指导患者佩戴设备进行预训练,训练前向其说明吞咽动作控制虚拟角色的游戏任务,讲明场景象征意义,如搅拌碗代表咽腔、岩壁代表咽部长度等,以降低认知负担。

1.2.2.3 干预步骤 将 2 块表面吞咽电极放于甲状软骨左右两侧并贴紧,利用肌电信号采集分析系统(美国 Noraxon 公司生产,型号 TM400)测量吞咽动作的肌电值。随后将肌电数据经连接端口输出至头盔式虚拟现实设备(苏州明思特医疗科技有限公司)中。协助患者佩戴头盔式虚拟现实设备,设置为“GAME”模式,引导在自然吞咽、用力吞咽及门德尔松吞咽 3 种模式下开展相应游戏,分别是通过吞咽动作来驱动虚拟角色进行“面糊搅拌”“岩壁攀登”“气球悬浮高度控制”。①“面糊搅拌”。场景构建:在 3D 虚拟厨房内,患者站在操作台旁,台上放置搅拌碗(代表咽腔)。任务流程:首先患者通过自然吞咽(即患者自主吞咽唾液的动作)来完成“香蕉糊”的制作,自然吞咽可触发搅拌器旋转,当表面肌电传感器检测到甲状

软骨两侧肌电信号达到阈值(初始肌电值的 100%~105%)提示有效吞咽 1 次,则搅拌器自动旋转 5 s,累积 3 次有效吞咽时即可完成该项游戏任务,随后解锁更高难度原料(如燕麦糊)的搅拌。视听觉奖励:完成任务时碗内闪光,并同步发出“太棒了”激励语音及积分音效(奖励 100 分)。

②“岩壁攀登”。场景构建:在虚拟攀岩场景中,患者面对 3 m 高的岩壁(代表咽部长度),岩面按喉上抬路径设置 3 排攀岩点,即甲状软骨、舌骨、颈下分别对应下、中、上段,背景动态显示实时风速(3~5 m/s)(模拟呼吸干扰)。任务流程:患者佩戴设备后,虚拟场景中会先进行文字提示(如“请做好用力吞咽的准备”),随后发出语音指令(如“请在听到开始后做用力吞咽动作”),患者收到指令后进行用力吞咽,当表面肌电传感器检测到甲状软骨两侧肌电信号达到阈值(初始肌电值的 110%~130%)时提示有效吞咽 1 次,则触发虚拟右手抓握攀岩点,累积 2 次有效吞咽则触发左手抓握,维持喉上抬状态(肌电持续超过 1 s)则触发“引体向上”。视听觉奖励:连续 3 次达到阈值时解锁安全绳,完成登顶时绽放烟花并同步发出积分音效(奖励 100 分)。

③“气球悬浮高度控制”。场景构建:患者通过门德尔松吞咽动作来控制热气球悬浮于空中,气球吊篮绑定喉部投影,背景显示计时装置(代表维持时间)。任务流程:患者在门德尔松吞咽中产生的肌电信号值达到阈值(初始肌电值的 105%~115%),可使气球升高 1 m,累积 3 次即可升至目标高度(3 m),如能维持 3 s 则表示完成该项游戏任务。视听觉奖励:完成游戏则气球镀金,并同步发出积分音效(奖励 100 分)。每次训练时均依次开展上述 3 项游戏任务,每项游戏开展 6~7 min。各项游戏任务均由最低肌电阈值开始,训练 2 周后根据患者耐受情况酌情上调各项游戏的阈值,但注意不超过相应游戏的阈值上限。训练期间备好水及注射器,如患者因口干难以开展吞咽活动时,可向口腔内滴入少许水,以起到湿润作用。若患者训练中出现眩晕、眼睛发涩等不适,令其取下设备休息,不适消失时再继续训练。

1.3 评价指标

1.3.1 吞咽功能 应用功能性经口摄食量表(Functional Oral Intake Scale, FOIS)评定。量表由 Brott 等^[13]研制、朱亚芳^[14]翻译修订。中文版分为 1~7 级,其中 1 级(无法经口摄食)计 1 分,2 级(依靠鼻饲管,进食量极少)计 2 分,3 级(依靠鼻饲管可进食单一食物)计 3 分,4 级(能完全经口进食单一食物)计 4 分,5 级(能完全经口进食多种食物,但仍需对某些食物额外加工制备)计 5 分,6 级(能完全经口进食多种食物,无需额外加工制备,但对特殊食物有限制)计 6 分,7 级(经口摄食完全正常)计 7 分。得分越高患者吞咽功能及摄食能力越强。量表的 Cronbach's α 系

数为 0.862^[14]。

1.3.2 误吸风险及发生率 应用标准吞咽功能评估量表(Standardized Swallowing Assessment, SSA)评定。量表由 Ellul 等^[15]研制、伍少玲等^[16]翻译修订。中文版涉及临床检查、吞咽 5 mL 水 3 次和吞咽 60 mL 水 3 个步骤。①临床检查包含意识水平、头与躯干的控制、呼吸、唇的闭合、软腭运动、喉功能、咽反射和自主咳嗽 8 个条目,总分 8~23 分;②让患者吞咽 5 mL 水 3 次,观察水有无流出(1~2 分)、有无喉运动(1~2 分)、重复吞咽(1~2 分)、吞咽时喘鸣(1~2 分)及吞咽后喉功能(1~3 分)等情况,总分 5~11 分;③异常者终止评估。如上述无异常,让患者吞咽 60 mL 水,观察吞咽需要的时间、有无咳嗽等 6 个条目(其中饮水时间为记录具体值)总分 5~12 分。SSA 最高分 46 分。误吸风险分级:SSA 评分 \leq 18 分为 I 级,19~25 分为 II 级,26~31 分为 III 级, \geq 32 分为 IV 级。分值越高,表明误吸风险等级越高,发生误吸的可能性越大。量表的 Cronbach's α 系数为 0.851^[16]。同时,统计两组误吸发生率。误吸判定标准^[17]:患者在进食过程中出现音质改变,刺激性呛咳;进食后出现气喘、呼吸困难,血氧饱和度下降 \geq 3%,面色改变、唇色发绀等,胸部 X 线检查发现吸入性肺炎征象,满足上述中的任一条即可判定为误吸。

1.3.3 生活质量 应用吞咽障碍指数(Dysphagia Handicap Index, DHI)评估。量表由 Silbergleit 等^[18]研制、魏婷等^[19]翻译修订。中文版涉及误吸症状(9 个条目)、营养与呼吸功能受限(9 个条目)和心理障碍(7 个条目)3 个维度共 25 个条目。各条目均以 0~4 分评分(无、很少、有时、经常、总是分别计 0~4 分)。总分 0~100 分,得分越高,患者生活质量受到的影响越大。总量表的 Cronbach's α 系数为 0.873^[19]。

1.4 资料收集方法 在正式研究前,选拔 2 名调查人员(不参与干预工作)进行系统培训,确保其掌握评估方法及相关要点。患者一般资料于入院时由调查人员通过查阅病历结合口头询问收集;吞咽功能于干预前、干预 2 周及 4 周后,由调查人员现场直接观察患者进食各性状食物的情况,并按照分级标准计分;误吸风险分级于干预前、干预 4 周后,由调查人员按量表规范步骤现场操作测试,同步计分并根据分级标准判定误吸风险程度,测试中若出现误吸征象立即进行紧急处理;生活质量(DHI 量表)由患者于干预前、干预 4 周后自评,评定前向患者说明问卷填写的相关事宜,发放问卷后由其自主完成填写。收回问卷后立即核查有无漏填问题,如有则及时订正。安排双人核对数据并如实录入,以保证数据准确可靠。

1.5 统计学方法 应用 SPSS25.0 软件对数据进行分析。计量资料服从正态分布用($\bar{x} \pm s$)描述,组间比较采用 t 检验,重复测量数据采用广义估计方程进行

分析;计数资料用频数、百分率描述,采用 χ^2 检验;等级资料比较采用 Mann-Whitney U 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组不同时间吞咽功能评分比较 见表 2。

组别	例数	干预前	干预 2 周	干预 4 周
传统组	44	2.30±0.38	2.84±0.61	3.86±0.98
研究组	45	2.36±0.42	3.22±0.74	4.91±1.23
t		0.706	2.640	4.448
P		0.482	0.010	<0.001

注:Wald $\chi^2_{组间}=17.307$,Wald $\chi^2_{时间}=486.225$,Wald $\chi^2_{交互}=27.572$,均 $P<0.001$ 。

表 4 两组不同时间吞咽障碍指数评分比较

组别	例数	误吸症状		营养与呼吸功能受限		心理障碍		总分	
		干预前	干预 4 周	干预前	干预 4 周	干预前	干预 4 周	干预前	干预 4 周
传统组	44	24.64±4.08	21.84±3.28	25.82±4.57	21.14±3.69	20.80±3.64	17.82±2.86	71.25±12.29	60.80±9.83
研究组	45	24.20±3.75	18.16±3.04	25.47±4.30	18.33±3.28	20.53±3.27	15.71±2.59	70.20±11.32	52.20±8.91
t		0.530	5.491	0.372	3.799	0.368	3.650	0.419	4.326
P		0.598	<0.001	0.711	<0.001	0.714	<0.001	0.676	<0.001

3 讨论

3.1 基于虚拟现实技术的吞咽训练可有效改善 PSD 患者吞咽功能

表 2 结果显示,两组干预 2 周、4 周后吞咽功能评分均增高,且研究组较传统组更显著,提示本研究干预在促进 PSD 患者吞咽功能恢复方面具有优势。卒中后患者往往因髓鞘受损而导致咽喉部肌肉失去正常收缩能力,从而影响吞咽功能^[20]。卒中后 3 个月内是吞咽运动皮层神经元重塑的最关键阶段,此时开展功能训练可诱导脑区功能重组,利于吞咽障碍的康复^[21]。传统吞咽训练因缺乏实时反馈和沉浸式体验,患者难以准确感知动作规范性,且依从性较低,训练效果常不理想^[7]。本研究基于吞咽动作特征设计出 3 种虚拟现实游戏任务,“面糊搅拌”通过自然吞咽动作改善口腔期协调性,“岩壁攀登”通过用力吞咽增强咽期喉上抬能力,“气球悬浮高度控制”通过门德尔松吞咽延长咽部闭合时间。患者通过操纵虚拟角色触发游戏任务,并结合肌电信号反馈对吞咽动作做动态调整,可确保动作精准性^[22]。Battel 等^[23]研究证实,引导吞咽障碍患者开展“移动飞机收集尽可能多的星星”的游戏训练,可协调吞咽,增加额下肌群活动,继而改善吞咽功能。同时,虚拟现实游戏干预中通过三维空间的互动可实现对患者多感官的刺激,促使额叶皮层区被激活及新的皮质连接形成,从而能调节吞咽功能^[24-25]。本研究进行分时段干预,上午吞咽训练后进行虚拟现实技术干预,通过沉浸式游戏任务的多感官刺激,激活患者吞咽相关脑区,可为下午的吞咽训练提供神经预激活;下午的吞咽训练依托神经预激活,可进一步强化功能改善效果。故两种干预结合,可有效促进吞咽功能恢复。此

外,为确保高龄或文化程度低的患者理解游戏场景,在预训练阶段,向患者详细说明场景象征意义,可借助实物类比(如用攀岩模型进行喉上抬路径的示范)降低患者的认知负担,确保训练配合度。

2.2 两组误吸风险分级及误吸发生率比较

两组误吸风险分级比较,见表 3。传统组发生误吸 12 例(27.27%),研究组 4 例(8.89%),两组比较, $\chi^2=5.099$, $P=0.024$ 。

表 3 两组误吸风险分级比较

组别	例数	干预前				干预 4 周			
		I 级	II 级	III 级	IV 级	I 级	II 级	III 级	IV 级
传统组	44	0	11	19	14	2	17	17	8
研究组	45	0	14	18	13	8	19	14	4
Z			-0.552				-2.068		
P			0.581				0.039		

2.3 两组不同时间吞咽障碍指数评分比较 见表 4。

表 3 结果显示,研究组干预 4 周后误吸风险分级的改善效果优于传统组,误吸发生率显著低于传统组,和陈芳婷等^[26]研究结果相近,提示本研究干预可降低患者误吸风险,减少误吸发生。误吸为 PSD 患者最严重的并发症,与喉抬高不足、咽部清除能力差及吞咽启动延迟等有关^[27]。本研究辅助应用虚拟现实技术,基于功能性任务导向策略设计咽喉特异性训练游戏,其中自然吞咽训练游戏中,令患者通过持续做自然吞咽动作来触发“面糊搅拌”,可改善吞咽启动,促进咽部协调性重塑;在用力吞咽游戏中,令患者通过持续做用力吞咽动作来驱动虚拟角色完成“岩壁攀登”,可增强舌根向后运动的能力,加快咽喉残留食物的清除;在门德尔松吞咽训练中,令患者持续用喉部力量来完成“气球悬浮高度控制”,可增加喉抬高时间。这种对喉上抬肌群功能的改善和孟阳等^[28]研究的核心机制一致,其通过基于肌电反馈的喉上抬强化训练增强 PSD 患者喉部运动控制能力,继而有助于降低误吸风险。和传统训练相比,本研究干预更注重精准的量化反馈,训练中结合患者初始肌电值设定触发阈值,确保训练强度和患者功能状态精准匹配。因此,虚拟现实技术干预中肌电信号的实时反馈,可提高患者动作感知能力,弥补传统吞咽训练动作感知模糊的不足;在此精准感知基础上进行吞咽训练,可强化规范吞咽动作的肌肉记忆。两者结合,

两者结合,可强化规范吞咽动作的肌肉记忆。两者结合,

可尽可能地纠正吞咽时序紊乱、喉上抬能力低下等病理因素,从而达到预防误吸的目的。

3.3 基于虚拟现实技术的吞咽训练可改善 PSD 患者生活质量

表 4 结果显示,研究组干预 4 周后吞咽障碍指数总分及各维度评分与传统组比较,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$),提示本研究干预可减轻吞咽障碍对患者生活质量的影响。本研究辅助应用虚拟现实技术,患者通过有目的地开展节奏游戏、攀爬游戏及气球悬浮控制气球等任务模拟游戏,可促进其吞咽相关的神经网络激活,继而最大程度恢复吞咽功能,由此减少对营养状况的影响。研究显示,营养不良会影响个体呼吸肌能量供应,导致呼吸肌无力,从而削弱呼吸功能^[29]。故营养状况的改善可为呼吸肌提供充足的能量代谢支持,从而提高呼吸功能^[30]。Lin 等^[31]报道,虚拟现实游戏可通过为老年卒中患者提供多感官体验而使其心理健康水平提升。本研究注重对患者的多感官刺激,当患者训练强度达到预定阈值时给予正面反馈如积分、语音激励,可增强其“有能力完成训练”的信心,相较于单纯传统训练,更易唤醒积极情绪。基于虚拟现实技术的吞咽训练可协同改善 PSD 患者功能障碍,同时兼顾心理调节,可全面提升患者生活质量。

4 结论

基于虚拟现实技术的吞咽训练通过激发 PSD 患者训练动机、提高训练精准性双路径,可使患者吞咽功能有效改善,并利于降低误吸风险,提升生活质量。该方案构建的“沉浸体验-功能导向-交互式反馈”干预模式,能为吞咽功能康复提供护理新路径。值得注意的是,虚拟现实技术干预中需结合患者初始肌电值设定触发阈值,并注意观察患者有无眩晕等不适反应,如出现时,立即暂停训练。对于高龄(年龄 ≥ 75 岁)或身体状况较差患者,可考虑在干预早期将训练时间缩短至 15 min/次,待耐受度提高后逐渐过渡至 20 min/次。在安全保障方面,需在训练前备好吸氧设备、吸痰装置等应急物品,以更好地应对突发状况。本研究仍有以下不足之处:PSD 来源于 1 所机构,导致结论的外推受限;仅进行 4 周的观察,远期功能恢复效果尚不清楚。未来需扩大病例来源开展更长期的研究,以充分明确本研究干预策略的优势所在。

参考文献:

[1] Mancin S, Sguanci M, Reggiani F, et al. Dysphagia screening post-stroke: systematic review[J]. *BMJ Support Palliat Care*, 2024, 13(e3): e641-e650.

[2] Banda K J, Chu H, Kang X L, et al. Prevalence of dysphagia and risk of pneumonia and mortality in acute stroke patients: a meta-analysis[J]. *BMC Geriatr*, 2022, 22(1): 420-429.

[3] 曹猛,宋学梅,梁丽,等.急性缺血性脑卒中后吞咽障碍

发病率及影响因素分析[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(2): 24-27.

[4] Park H Y, Oh H M, Kim T W, et al. Single nucleotide polymorphisms may increase the risk of aspiration pneumonia in post-stroke patients with dysphagia[J]. *Curr Issues Mol Biol*, 2022, 44(8): 3735-3745.

[5] 徐婷,曹瀚元,卢容,等.脑卒中后吞咽障碍患者进食不同稠度食物时发生误吸的影响因素分析[J]. *中国康复*, 2024, 39(10): 589-593.

[6] 中国康复医学会吞咽障碍康复专业委员会.中国吞咽障碍康复管理指南(2023 版)[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023, 45(12): 1057-1072.

[7] Bengisu S, Demir N, Krespi Y. Effectiveness of conventional dysphagia therapy (CDT), neuromuscular electrical stimulation (NMES), and transcranial direct current stimulation (tDCS) in acute post-stroke dysphagia: a comparative evaluation[J]. *Dysphagia*, 2024, 39(1): 77-91.

[8] 徐月,高娜,宋咪,等.虚拟现实技术在脑卒中患者吞咽障碍康复中的研究进展[J]. *武警医学*, 2024, 35(10): 900-903.

[9] Combalia A, Sanchez-Vives M V, Donegan T. Immersive virtual reality in orthopaedics: a narrative review[J]. *Int Orthop*, 2024, 48(1): 21-30.

[10] Afridi A, Malik A N, Tariq H, et al. The emerging role of virtual reality training in rehabilitation[J]. *J Pak Med Assoc*, 2022, 72(1): 188-191.

[11] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710-715.

[12] 中国吞咽障碍康复评估与治疗专家共识组.中国吞咽障碍评估与治疗专家共识(2017 年版)第一部分评估篇[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(12): 881-892.

[13] Brott T, Adams H P Jr, Olinger C P, et al. Measurements of acute cerebral infarction: a clinical examination scale[J]. *Stroke*, 1989, 20(7): 864-870.

[14] 朱亚芳.中文版 FOIS 量表在急性脑卒中住院患者中的信效度研究[D].广州:南方医科大学,2018.

[15] Ellul J, Barer D. Interobserver reliability of a Standardised Swallowing Assessment (SSA)[J]. *Cerebrovasc Dis*, 1996, 6(1): 152-153.

[16] 伍少玲,马超,黄粉燕,等.标准吞咽功能评定量表的临床应用研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2008, 30(6): 396-399.

[17] 张滢滢,王海芳,王玉宇,等. ICU 不同进食方式的患者误吸发生现状及特征比较[J]. *中华护理杂志*, 2022, 57(3): 265-271.

[18] Silbergleit A K, Schultz L, Jacobson B H, et al. The Dysphagia Handicap Index: development and validation[J]. *Dysphagia*, 2011, 27(1): 46-52.

[19] 魏婷,刘晓霞,慕容.基于网络互动平台的延续护理对老年吞咽障碍后误吸患者的效果评价[J]. *护理学杂志*, 2017, 32(16): 93-95.

- GPS-based and self-reported life-space mobility in older adults[J]. *AMIA Annu Symp Proc*,2023,2022:212-220.
- [23] 李洋,孙钰,王兴蕾,等.可穿戴智能设备在脑卒中患者中应用的研究进展[J]. *广西医学*,2023,45(18):2276-2279.
- [24] 张海燕,于卫华,张利,等.跌倒恐惧对老年糖尿病患者生活空间移动的影响及阈值效应研究[J]. *护理学杂志*,2023,38(20):20-24.
- [25] Portacolone E. The notion of precariousness among older adults living alone in the U. S[J]. *J Aging Stud*,2013,27(2):166-174.
- [26] Kootker J A, Rasquin S M, Lem F C, et al. Augmented cognitive behavioral therapy for poststroke depressive symptoms:a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*,2017,98(4):687-694.
- [27] 孙爱华,王红梅,张冰.生活空间扩展联合奥塔戈运动对脑梗死患者预后的影响[J]. *中华养生保健*,2024,42(17):86-88.
- [28] Fristedt S, Kammerlind A S, Fransson E I, et al. Physical functioning associated with life-space mobility in later life among men and women[J]. *BMC Geriatr*,2022,22(1):364.
- [29] Garcia I, Tiuganji C T, Simões M, et al. Activities of daily living and life-space mobility in older adults with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*,2020,15:69-77.
- [30] 韩斌如,张聪雅.老年脑卒中患者护理依赖现状调查[J]. *中华护理杂志*,2019,54(5):672-677.
- [31] Choi J U, Kang S H. The effects of patient-centered task-oriented training on balance activities of daily living and self-efficacy following stroke[J]. *J Phys Ther Sci*,2015,27(9):2985-2988.
- [32] 韩洪莉. Thera-Band 抗阻肌力训练与等速肌力训练对脑卒中患者下肢运动功能与步态的影响[J]. *护理实践与研究*,2019,16(21):60-61.
- [33] Tsuji T, Rantakokko M, Portegijs E, et al. The effect of body mass index, lower extremity performance, and use of a private car on incident life-space restriction;a two-year follow-up study[J]. *BMC Geriatr*,2018,18(1):271.
- [34] Chihuri S, Mielenz T J, DiMaggio C J, et al. Driving cessation and health outcomes in older adults[J]. *J Am Geriatr Soc*,2016,64(2):332-341.
- [35] Kuspinar A, Verschoor C P, Beauchamp M K, et al. Modifiable factors related to life-space mobility in community-dwelling older adults: results from the Canadian Longitudinal Study on Aging[J]. *BMC Geriatr*,2020,20(1):35.
- [36] Ryder-Burbidge C, Wieler M, Nykiforuk C, et al. Life-space mobility and Parkinson's disease. A multiple-methods study[J]. *Mov Disord Clin Pract*,2022,9(3):351-361.

(本文编辑 宋春燕)

(上接第 14 页)

- [20] Muhammad A, Ali L, Hussain S, et al. An in-depth analysis of medullary strokes at a tertiary care stroke center: incidence, clinical and radiological characteristics, etiology, treatment, and prognosis[J]. *Cureus*,2023,15(8):43-57.
- [21] Sasegbon A, Cheng I, Hamdy S. The neurorehabilitation of post-stroke dysphagia: physiology and pathophysiology[J]. *J Physiol*,2025,603(3):617-634.
- [22] 王冉,胡川,王欣,等.基于虚拟现实的生物反馈联合重复经颅磁刺激对脑卒中恢复期患者吞咽障碍的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*,2022,44(5):407-411.
- [23] Battel I, Walshe M. An intensive neurorehabilitation programme with sEMG biofeedback to improve swallowing in idiopathic Parkinson's disease (IPD): a feasibility study[J]. *Int J Lang Commun Disord*,2023,58(3):813-825.
- [24] Hao J, Xie H, Harp K, et al. Effects of virtual reality intervention on neural plasticity in stroke rehabilitation:a systematic review[J]. *Arch Phys Med Rehabil*,2022,103(3):523-541.
- [25] Doeltgen S H, Francis R, Daniels S K, et al. Behavioral interventions targeting base of tongue to posterior pharyngeal wall approximation: a scoping review[J]. *Dysphagia*,2023,38(3):768-784.
- [26] 陈芳婷,郑俊,欧建林,等.基于虚拟现实技术的动作观察疗法对脑卒中后吞咽障碍的影响[J]. *中国康复*,2020,35(7):343-347.
- [27] Liu Z, Cheng J, Tan C, et al. Pharyngeal cavity electrical stimulation-assisted swallowing for post-stroke dysphagia:a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies[J]. *Dysphagia*,2024,39(4):541-551.
- [28] 孟阳,胡川,王珊珊,等.基于“中枢—外周—中枢”理念的咽喉上升强化训练联合重复经颅磁刺激对脑卒中恢复期患者吞咽障碍的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*,2025,47(4):295-299.
- [29] 王利红,崔源,火少晔,等.存在营养风险呼吸系统疾病患者不同启动时间营养干预效果比较[J]. *中国临床医学*,2025,32(2):268-275.
- [30] Fayssoil A, Chaffaut C, Prigent H, et al. Nutritional status, swallowing disorders, and respiratory prognosis in adult Duchenne muscular dystrophy patients [J]. *Pediatr Pulmonol*,2021,56(7):2146-2154.
- [31] Lin C, Ren Y, Lu A. The effectiveness of virtual reality games in improving cognition, mobility, and emotion in elderly post-stroke patients:a systematic review and meta-analysis[J]. *Neurosurg Rev*,2023,46(1):167-175.

(本文编辑 钱媛)