

• 临床护理 •

基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法对脑卒中后非流畅性失语症患者语言功能的影响

邵圣洁,陈鹏港,张胜哲

[河南省中医院(河南中医药大学第二附属医院)急诊科,河南 郑州 450002]

[摘要] **目的** 探讨基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法对脑卒中后非流畅性失语症患者语言功能的影响。**方法** 选取 2022 年 4 月至 2024 年 9 月该院收治的 106 例脑卒中后非流畅性失语症患者作为研究对象,采用随机数字表法分为对照组和观察组,每组 53 例。对照组患者给予常规语言功能康复训练,观察组患者在常规语言功能康复训练基础上增加基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法。对比 2 组患者语言功能、失语严重程度、神经功能。**结果** 观察组患者训练后自发言语[(14.38±2.35)分]、听觉理解[(151.28±17.35)分]、复述[(81.35±9.52)分]、命名[(78.83±8.90)分]、西方失语症成套测验总分[(325.84±49.25)分]均高于对照组[分别为(11.62±1.70)、(137.23±13.86)、(75.18±8.87)、(71.15±8.27)、(295.18±42.82)分],差异均有统计学意义($t=6.928,4.642,3.452,4.602,3.420,P<0.001$)。观察组患者训练后失语严重程度低于对照组,差异有统计学意义($Z=3.164,P=0.002$)。观察组患者训练后美国国立卫生院卒中量表分值为(3.62±0.87)分、改良 Rankin 量表分值为(0.81±0.19)分,均低于对照组[分别为(5.15±1.19)、(1.25±0.36)分],差异均有统计学意义($t=7.556,7.869,P<0.001$)。**结论** 基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法联合常规语言功能康复训练能够有效改善患者语言功能,减轻失语严重程度,提高神经功能。

[关键词] 脑卒中; 虚拟现实技术; 镜像神经元; 动作观察模仿疗法; 非流畅性失语症
DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2026.01.039 **中图法分类号:**R743.3;R493
文章编号:1009-5519(2026)01-0206-05 **文献标识码:**A

Effect of action observation and imitation therapy based on virtual reality technique of mirror neuron on language function in patients with non-fluent aphasia after stroke

SHAO Shengjie, CHEN Penggang, ZHANG Shengzhe

[Department of Emergency, Henan Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine
(The Second Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine),
Zhengzhou, Henan 450002, China]

[Abstract] **Objective** To analyze the effect of mirror neuron action observation and imitation therapy based on virtual reality technology on the language function of patients with non-fluent aphasia after stroke. **Methods** A total of 106 patients with non-fluent aphasia after stroke in our hospital from April 2022 to September 2024 were selected as the research subjects and grouped by the random number table method. In the control group, 53 cases were given conventional language function rehabilitation training, while in the observation group, 53 cases received mirror neuron action observation therapy based on virtual reality technology. Language function, aphasia severity, and neurological function were compared between the two groups. **Results** After the training, the scores of spontaneous speech in the observation group were (14.38±2.35) points, auditory comprehension was (151.28±17.35) points, repetition was (81.35±9.52) points, naming was (78.83±8.90) points, and the total score of the Western Aphasia Battery was (325.84±49.25) points. All were higher than those of the control group [(11.62±1.70) points, (137.23±13.86) points, (75.18±8.87) points, (71.15±8.27) points, (295.18±42.82) points]. The differences were statistically significant ($t=6.928,4.642,3.452,4.602,3.420,P<0.001$). After the training, the severity of aphasia in the observation group was lower than that in the control group, and the difference was statistically significant ($Z=3.164,P=0.002$). After the training, the score of the National Institutes of Health Stroke Scale in the observation group was (3.62±0.87) points, and the score of the Modified Rankin Scale was (0.81±0.19) points, both of which were lower than those in the control group [(5.15±1.19) points, (1.25±0.36) points]. The differences were statistically significant ($t=7.556,7.869,P<0.001$). **Conclusion** Mirror neuron action observa-

tion and imitation therapy based on virtual reality technology combined with conventional language rehabilitation training can effectively improve the language function of patients with non-fluent aphasia after stroke, reduce the severity of aphasia, and improve neurological function.

[Key words] Stroke; Virtual reality technology; Mirror neuron; Action observation and imitation therapy; Non-fluent aphasia

脑卒中是临床常见的脑血管疾病,患者即使经过及时治疗,也常伴随多种类型功能障碍,其中非流畅性失语症是常见的一种,其发生机制与大脑的语言处理系统密切相关,特别是与 Broca 区功能受损有直接关系^[1]。患者主要表现为自发谈话时词汇量减少,并伴随说话费力、语调不良等特征。同时,患者在表达时往往缺乏语法结构,但说出的词汇通常是比较重要的实质词汇,不仅影响患者日常交流,还对其心理和社会功能造成严重负面影响^[2]。常规语言功能康复训练多给予患者发音器官训练、口语表达训练、听理解训练等,能够帮助患者改善语言功能。但常规康复训练较枯燥、乏味,患者参与度有限,康复进展较为缓慢,亟待进一步调整康复措施。虚拟现实技术能够通过模拟三维环境,使患者能够在虚拟的场景中进行语言训练,从而避免现实环境干扰,提高训练针对性^[3]。在虚拟现实技术的基础上,结合镜像神经元动作观察模仿疗法,可以进一步促进患者语言功能的恢复。镜

像神经元是一种特殊的神经元,能够在观察他人动作时产生反应,仿佛自己在执行相同的动作,通过观察与言语相关的动作视频,能够激活镜像神经元系统,促进受损语言网络重塑。鉴于此,本研究给予脑卒中后非流畅性失语症患者基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法,并为其在临床上的应用提供科学依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 选取 2022 年 4 月至 2024 年 9 月本院收治的 106 例脑卒中后非流畅性失语症患者作为研究对象,采用随机数字表法分为对照组和观察组,每组 53 例。2 组患者性别、年龄、非流畅性失语症病程、脑卒中类型比较,差异无统计学意义($P>0.05$),研究具有可比性,见表 1。本研究经医院伦理委员会批准(审批号:HNSZYWWZ-2022026)。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	n	性别(n)		年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	非流畅性失语症病程($\bar{x}\pm s$,d)	脑卒中类型(n)	
		男	女			缺血性	出血性
对照组	53	29	24	58.93±6.57	35.17±5.58	46	7
观察组	53	30	23	59.38±6.12	35.68±5.90	48	5
χ^2/t	—	0.038		0.365	0.457	0.376	
P	—	0.845		0.716	0.649	0.540	

注:—表示无此项。

1.1.2 纳入标准 (1)符合脑卒中诊断标准^[4-5];(2)符合非流畅性失语症诊断标准^[6];(3)患者均处于恢复期,意识清醒,病情稳定;(4)患者或家属签署知情同意书。

1.1.3 排除标准 (1)合并听觉障碍、视觉障碍等难以配合研究的患者;(2)合并恶性肿瘤、肝肾等重要脏器功能衰竭患者;(3)合并构音障碍、认知功能障碍患者;(4)合并精神疾病患者。

1.2 方法

1.2.1 样本计算方法 本研究的主要结局指标为语言功能改善,采用西方失语症成套测验(WAB)总分(范围 0~420 分)。本研究参数综合预实验与文献证据所得。预实验数据($n=20$):采用相同纳入标准及干预方案。结果显示,对照组(常规康复)训练后 WAB 总分均值(μ)=250 分,标准差(σ)=42 分;观察

组(新型干预)训练后 WAB 总分均值(μ)=280 分,标准差(σ)=48 分。组间差异:30.2 分(95%CI 22.5~37.9)。文献证据:PEDERSEN 等^[7]研究报道脑卒中后非流畅性失语患者 6 个月自然恢复 WAB 总分为(253±44)分。BREIER 等^[8]研究显示,强化语言干预可提高 WAB 评分 28.6 分(95%CI 22.1~35.1)。综合预实验与文献证据,最终设定:对照组 $\mu_1=255$ 分,观察组 $\mu_2=285$ 分($\sigma=45, \Delta=30$ 分)。检验水准为 $\alpha=0.05$ (双侧),检验效能为 $1-\beta=90\%$,脱落率为 10%。样本量计算公式:
$$n = \frac{2 \times (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \times \sigma^2}{(\mu_2 - \mu_1)^2} = \frac{2 \times (1.96 + 1.28)^2 \times 45^2}{30^2} = \frac{2 \times 10.50 \times 2025}{900} \approx 47.25$$
。考虑 10% 脱落率, $n = \frac{47.25}{1-0.1} \approx 52.5$ 。取整后为每组 53 例,总样本量 106 例。

1.2.2 护理方法 对照组给予常规语言功能康复训练。(1)发音器官训练:给予口唇的闭合与张开练习、舌头的伸缩与卷曲运动、下颌的上下移动训练,以及吹气球控制练习,每天 1 次,每次 15 min。(2)口语表达训练:从简单的单词、短语复述开始,逐步增加难度至句子和段落,鼓励患者模仿治疗师发音,尝试自主表达;治疗师提供单词提示、句子框架等辅助,引导患者复述完整句子,注重语音清晰度、语调的抑扬顿挫及语速的自然调节,每天 1 次,每次 15 min。(3)听理解训练:利用录音材料播放简单至复杂的语言指令,让患者识别并做出相应反应,如指出图片、执行动作;逐步增加语言材料的难度,包括不同主题、不同语速的对话或叙述,每天 1 次,每次 15 min。(4)交流能力训练:模拟购物、点餐、打电话等日常交流场景,鼓励患者在模拟环境中运用所学语言进行自然交流;治疗师设置具体的交流任务,如询问时间、描述物品,与患者进行角色扮演,提供即时反馈和鼓励,以促进患者语言运用、社交能力提升,每天 1 次,每次 15 min。

观察组在此基础上增加基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法。(1)静态口部动作观察与模仿,每天 1 次,每次 20 min。①基础口型展示:患者进入虚拟现实环境后,首先会看到 1 个虚拟的“训练师”,训练师展示一系列基础口型,如元音发音时的口型(如“啊”“哦”“咦”等);虚拟训练师将口型以静态图片的形式逐一展示,每个口型停留 5 s,供患者仔细观察。②镜像模仿尝试:在观察完静态口型后,虚拟训练师要求患者尝试模仿口型,患者动作会被虚拟现实系统实时捕捉并投影在虚拟环境中,形成患者的“虚拟镜像”;患者可以通过观察自己的“虚拟镜像”与训练师展示口型进行对比,调整自己口型,以达到更高的准确性。(2)动态口部动作观察与模仿,每天 1 次,每次 20 min。①连续口型变化:虚拟训练师展示一系列连续的口型变化,这些变化通常与特定的单词或短语发音相关。例如,从“啊”到“哦”再到“咦”的连续变化,模拟单词“apple”的发音过程。患者需仔细观察这些连续变化,并尝试在虚拟环境中模仿这些口型变化。②发音尝试与反馈:在模仿口型变化的同时,患者尝试发出相应的声音,虚拟现实系统捕捉患者声音,并通过声音分析技术提供反馈,如声音响度、音调等,患者根据反馈信息调整自己发音,以更接近正确发音。(3)综合语言训练日常练习,每天 1 次,每次 20 min。①单词与短语模仿:虚拟训练师以动态视频形式展示简单的单词、短语,包括发音时口型、声音和文字表示,患者仔细观察视频,并尝试模仿发音和口型。②虚拟现实环境模拟真实的对话场景,如日常对话、购物对话等。患者运用所学的口型模仿和发音技巧,与虚拟人物进行互动,虚拟人物根据患者回答给出反馈,帮助患者提高语言交流能力。2 组患者均训练

4 周。

1.2.3 观察指标

1.2.3.1 语言功能 训练前、训练 4 周后,采用 WAB 评估患者语言功能,其分为自发言语、听觉理解、复述、命名 4 个项目,各个项目分值范围分别为 0~20、0~200、0~100、0~100 分,总分值范围为 0~420 分,分值越高表明患者语言功能越好。

1.2.3.2 失语严重程度 训练前、训练 4 周后,采用波士顿诊断性失语症检查(BDAE)评估患者失语严重程度,其分为 0~5 级。0 级:语言能力完全丧失,无法发声、理解和表达任何语言信息,处于深度失语状态。1 级:仅能发出无意义的音节或单字,语言理解和表达能力极度受限。2 级:能说出少量简单词汇,但对语言的理解和回应能力仍然有限,交流困难。3 级:在特定情境下能用简单句子表达基本需求,但语言流畅性和准确性有待提高。4 级:日常用语理解和表达基本无障碍,能参与简单对话,但仍需努力提升语言复杂度。5 级:语言能力接近正常,能够进行流畅的日常交流和复杂对话,仅在某些特定情况下可能出现轻微的语言障碍。

1.2.3.3 神经功能 训练前、训练 4 周后,采用美国国立卫生院卒中量表(NIHSS)、改良 Rankin 量表(mRS)评估患者神经功能。NIHSS 分值范围为 0~42 分,分值越高表明神经功能损伤越严重;mRS 分值范围为 0~5 分,分值越高表明神经损伤越严重。

1.3 统计学处理 应用 SPSS22.0 统计软件处理数据,计数资料和等级资料以例数或百分比表示,采用 χ^2 检验和非参数检验;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内比较采用配对样本 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组患者语言功能比较 2 组患者训练前自发言语、听觉理解、复述、命名、WAB 总分分值比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。2 组患者训练后自发言语、听觉理解、复述、命名、WAB 总分分值均较训练前显著升高,且观察组升高幅度显著高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 2 组患者失语严重程度比较 2 组患者训练前失语严重程度比较,差异无统计学意义($Z = -0.760$, $P = 0.447$)。观察组患者训练后失语严重程度优于对照组,差异有统计学意义($Z = -3.164$, $P = 0.002$)。见表 3。

2.3 2 组患者神经功能比较 2 组患者训练前 NIHSS、mRS 分值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。2 组患者训练后 NIHSS、mRS 分值均较训练前显著降低,且观察组降低幅度显著高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。

表 2 2 组患者语言功能比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	n	自发言语		听觉理解		复述	
		训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后
观察组	53	9.45±1.38	14.38±2.35 ^a	120.63±12.02	151.28±17.35 ^a	56.23±6.53	81.35±9.52 ^a
对照组	53	9.27±1.59	11.62±1.70 ^a	123.12±10.75	137.23±13.86 ^a	55.37±7.26	75.18±8.87 ^a
t	—	0.622	6.928	1.124	4.642	0.641	3.452
P	—	0.535	<0.001	0.264	<0.001	0.523	<0.001

组别	n	命名		总分	
		训练前	训练后	训练前	训练后
观察组	53	52.67±7.59	78.83±8.90 ^a	238.98±40.87	325.84±49.25 ^a
对照组	53	53.82±6.65	71.15±8.27 ^a	241.58±38.09	295.18±42.82 ^a
t	—	0.824	4.602	0.339	3.420
P	—	0.412	<0.001	0.735	<0.001

注：—表示无此项；与同组训练前比较，^aP<0.05。

表 3 2 组患者失语严重程度比较[n(%)]

组别	n	训练前						训练后					
		0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
对照组	53	8(15.09)	20(37.74)	19(35.85)	6(11.32)	0	0	2(3.77) ^a	7(13.21) ^a	17(32.08) ^a	13(24.53) ^a	12(22.64) ^a	2(3.77) ^a
观察组	53	6(11.32)	17(32.08)	25(47.17)	5(9.43)	0	0	0	5(9.43)	6(11.32)	15(28.30)	19(35.85)	8(15.09) ^a
Z	—	0.760						3.164					
P	—	0.447						0.002					

注：—表示无此项；与同组训练前比较，^aP<0.05。

表 4 2 组患者神经功能比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	n	NIHSS6 评分		mRS 评分	
		训练前	训练后	训练前	训练后
观察组	53	8.15±1.92	3.62±0.87 ^a	3.63±0.90	0.81±0.19 ^a
对照组	53	8.32±1.65	5.15±1.19 ^a	3.77±0.82	1.25±0.36 ^a
t	—	0.489	7.556	0.837	7.869
P	—	0.626	<0.001	0.404	<0.001

注：—表示无此项；与同组训练前比较，^aP<0.05。

3 讨 论

3.1 脑卒中后非流畅性失语症的临床特征与发病机制 脑卒中是一种急性脑血管病,常常导致局部脑功能障碍,患者经治疗后可存在多种后遗症,其中非流畅性失语症较为常见,主要特点为口语表达能力受损严重,而听理解能力相对保留^[9]。脑卒中后非流畅性失语症发病机制与大脑特定区域的损伤紧密相关,尤其是 Broca 区受损,成为诱发本病的主要原因。Broca 区位于大脑左半球额下回后部,是大脑语言处理网络中的关键一环,主要负责语言的产生、表达,当 Broca 区因脑卒中而受损时,患者往往会出现口语表达能力显著下降,表现为说话费力、语言贫乏、缺乏语法结构,严重时甚至完全丧失语言能力,不仅影响患者日常交流,更对其心理、情感造成严重影响^[10]。

3.2 常规康复训练对语言功能和失语严重程度的改

善效果及局限性 本研究结果显示,训练后观察组患者失语严重程度低于对照组,自发言语、听觉理解、复述、命名、WAB 总分分值均高于对照组,表明基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法联合常规语言功能康复训练能够有效改善患者语言功能,减轻失语严重程度。常规语言功能康复训练能够给予患者发音器官训练、口语表达训练、听理解训练、交流能力训练,其中发音器官训练能够通过口唇闭合张开、舌头伸缩卷曲及下颌移动等,强化口腔肌肉协调性,为清晰发音打下坚实基础;口语表达训练逐步引导患者从单词复述过渡至句子、段落表达,借助模仿与辅助提示提升语音清晰度与语调自然性,同时注重语速调节,逐步增强语言产出能力^[11];听理解训练则通过由简至繁的语言指令,锻炼学生对语言信息的识别与理解能力,逐步适应复杂多变的语言环境,进而有效改善患者语言功能,减轻失语严重程度。但常规康复措施为填鸭式,措施较为枯燥,整体改善效果欠佳,为进一步提高康复效果,本研究在常规康复训练基础上增加了基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法。

3.3 基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法对语言功能和失语严重程度的改善效果 基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法是一种创新且高效的语言功能康复手段,其能够将虚拟现实技术、镜像神经元动作观察模仿疗法相结合,充分

利用镜像神经元的特殊映射功能,给予患者静态口部动作观察与模仿训练、动态口部动作观察与模仿训练、综合语言训练日常练习。其中静态口部动作观察与模仿训练中,能够使患者进入虚拟现实环境,观察虚拟训练师展示的静态口型图片,患者通过仔细观察,尝试模仿这些口型,并通过虚拟现实系统的实时捕捉与投影功能,形成自己的“虚拟镜像”,通过视觉反馈机制使患者能够直观地对比自己的口型与训练师的标准口型,从而精确调整自己的发音动作,提升口型准确性;动态口部动作观察与模仿训练中,虚拟训练师展示一系列连续的口型变化,模拟特定单词或短语的发音过程,患者在观察这些连续变化的同时,尝试在虚拟环境中模仿这些口型,并尝试发出相应的声音,虚拟现实系统通过声音分析技术提供即时反馈,如声音响度、音调等,帮助患者调整发音,逐步接近正确发音^[12];综合语言训练日常练习中,虚拟训练师能够以动态视频形式展示简单的单词、短语,并模拟真实的对话场景,如日常对话、购物对话等,患者在这些场景中运用所学的口型模仿和发音技巧,与虚拟人物进行互动,虚拟人物根据患者回答给出反馈,帮助患者在实际交流中逐步提高语言交流能力。上述 3 种康复措施能够通过虚拟现实技术创造的沉浸式训练环境,激活患者大脑中镜像神经元系统,促进语言区的神经重塑和功能恢复,配合常规语言功能康复训练,有效提高患者语言功能,减轻失语严重程度。

3.4 基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法联合常规语言功能康复训练对神经功能的改善效果 脑卒中后非流畅性失语症患者由于脑部血管破裂或阻塞导致的脑部供血不足,可造成大脑优势半球语言功能区受损,影响患者语言产生,导致口语表达不流畅、语法错误、理解受损等症状,降低神经功能^[13]。本研究结果显示,训练后观察组患者 NIHSS、mRS 分值均低于对照组,表明基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法联合常规语言功能康复训练能够有效改善患者神经功能。常规语言功能康复训练能够通过发音器官练习、口语表达逐步提升、听理解锻炼及模拟日常交流场景,能够加强口腔肌肉协调性,提升语言产出、理解与运用能力,使患者在清晰发音、流畅表达及社交互动方面取得显著进步,进而刺激相关神经中枢,全面激活并重塑大脑语言处理区,有效改善患者神经功能^[14]。但单纯采用常规康复措施效果欠佳。基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法能够给予患者静态口部动作观察与模仿训练、动态口部动作观察与模仿训练、综合语言训练日常练习,使患者进入虚拟现实环境,观察虚拟训练师展示的精确口型,静态图片与连续变化结合,促使镜像神经元激活,鼓励患者运用所学技巧进行互动,增强语言理解、运用能力,同时促进语言产生相关神经通路的重建,增强大脑神经可塑性,协同常规语

言功能康复训练,有效提高患者神经功能。

综上所述,基于虚拟现实技术的镜像神经元动作观察模仿疗法联合常规语言功能康复训练能够有效改善患者语言功能,减轻失语严重程度,提高神经功能。本研究局限在于患者均源自单一医院,可能存在一定局限性,需后续多中心研究进一步验证。

参考文献

[1] 王哲,万勤,黄昭鸣,等.成年卒中后非流畅性失语症患者言语韵律功能特征[J].中国康复理论与实践,2024,30(8):979-992.

[2] 胡含波,何小俊,李薇薇,等.基于汉语韵律的五言绝句节奏式朗读在脑卒中后非流畅性失语症中的应用[J].中国实用神经疾病杂志,2023,26(4):416-420.

[3] 李宁,张明,周敬杰,等.沉浸式虚拟现实言语康复系统在卒中后失语症患者康复治疗中的作用[J].中国听力语言康复科学杂志,2024,22(6):628-631.

[4] 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.中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J].中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.

[5] 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.中国脑出血诊治指南(2019)[J].中华神经科杂志,2019,52(12):994-1005.

[6] 中华医学会神经病学分会神经康复学组,中国康复医学会脑血管病专业委员会,中国康复研究中心.卒中后失语临床管理专家共识[J].中国康复理论与实践,2022,28(1):15-23.

[7] PEDERSEN P M,VINTER K,OLSEN T S. Aphasia after stroke: type, severity and prognosis. The Copenhagen aphasia study[J]. Cerebrovasc Dis,2004,17(1):35-43.

[8] BREIER J I,JURANEK J,MAHER L M,et al. Behavioral and neurophysiologic response to therapy for chronic aphasia[J]. Arch Phys Med Rehabil,2009,90(12):2026-2033.

[9] 崔锦娜,陈奕菲,吴春薇,等.两种手动动作视频对脑卒中慢性非流畅性失语症患者言语功能的影响[J].现代中西医结合杂志,2021,30(20):2212-2216.

[10] 熊明月,唐妍妍,曹黎花,等.智能手机言语训练结合头针治疗脑卒中后非流畅性失语症临床观察[J].康复学报,2021,31(3):234-240.

[11] 郑怡,顾莹,员玲玲,等.注意训练联合重复经颅磁刺激治疗卒中后非流畅性失语症的疗效[J].听力学及言语疾病杂志,2022,30(3):304-307.

[12] 胡含波,何小俊,李薇薇,等.虚拟现实技术在脑卒中后失语症病人言语康复中的应用进展[J].护理研究,2021,35(9):1601-1604.

[13] 赵勇勇,吴松,刘思,等.反应扩充疗法联合 rTMS 对脑卒中后非流畅性失语症患者的语言疗效分析[J].中国康复,2022,37(6):341-345.

[14] 李薇薇,何小俊,朱珊珊,等.汉语成语组合关联词语在脑卒中非流畅性失语中的应用研究[J].中国康复,2022,37(4):195-199.