

励-协夫曼言语治疗在脑卒中后构音障碍患者中的应用

庞子建¹ 何怡^{2,3} 贾革红^{2,3} 张庆苏^{2,3} 王博^{2,3}

¹国家康复辅具研究中心附属康复医院康复治疗科, 北京 102600; ²中国康复研究中心北京

博爱医院听力语言科, 北京 100068; ³首都医科大学康复医学院, 北京 100068

通信作者: 王博, Email: 29225581@qq.com

【摘要】 **目的** 观察励-协夫曼言语治疗(LSVT)对脑卒中后构音障碍患者的临床疗效。**方法** 选取脑卒中后构音障碍患者 49 例,按随机数字表法随机分为对照组 25 例和观察组 24 例。对照组采用常规构音障碍治疗,观察组则采用 LSVT 进行治疗,2 组均每日治疗 1 次,每次治疗 1 h,每周治疗 4 d,连续治疗 4 周。于治疗前和治疗 4 周后(治疗后)对 2 组患者进行言语清晰度测试(SI)、Frenchay 构音障碍评定(FDA)、嗓音障碍指数(VHI)、最长发声时间(MPT)和声学分析,其中声学分析包括音量、音调、三角声学空间面积(tVSA)、元音构音指数(VAI)和共振峰集中率(FCR)。**结果** 治疗后,观察组的 SI、FDA、VHI、MPT、tVSA、VAI、FCR 与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);对照组的 FDA、MPT、VAI、FCR 与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后,2 组患者的 SI、FDA、VHI、MPT、音量、音调、tVSA、VAI、FCR 组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** LSVT 可显著改善脑卒中后构音障碍患者的言语清晰度、嗓音障碍程度、构音器官运动功能和构音准确性,其疗效与常规构音障碍训练相近,临床可尝试将 LSVT 用于脑卒中后构音障碍的治疗。

【关键词】 励-协夫曼言语治疗; 脑卒中; 构音障碍; 声学分析

DOI:10.3760/cma.j.cn421666-20240308-00172

Lee-Silverman voice treatment for stroke survivors with dysarthria

Pang Zijian¹, He Yi^{2,3}, Jia Gehong^{2,3}, Zhang Qingsu^{2,3}, Wang Bo^{2,3}

¹Rehabilitation Treatment Department, Rehabilitation Hospital affiliated to National Research Center for Rehabilitation Technical Aids, Beijing 102600, China; ²Speech & Language Department, Beijing Bo'ai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China; ³Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing 100068, China

Corresponding author: Wang Bo, Email: 29225581@qq.com

【Abstract】 **Objective** To observe the clinical effect when Lee Silverman voice therapy (LSVT) is used to treat stroke survivors with dysarthria. **Methods** Forty-nine stroke survivors with dysarthria were randomly divided into a control group ($n=25$) and a treatment group ($n=24$). The control group received conventional treatment, while the treatment group received daily one-hour sessions of LSVT, 4 times per week for 4 weeks. Before and after the treatment, both groups were given a speech intelligibility (SI) test, a Frenchay dysarthria assessment (FDA), and acoustic analysis including intensity, pitch, triangular vowel space area (tVSA), vowel articulation index (VAI), and formant centralization ratio (FCR). Their maximum phonation time (MPT) was measured and a voice handicap index (VHI) was assigned. **Results** Before and after treatment, there were significant differences in VHI observed in the observation group, as well as significant differences in their average SI, FDA, MPT, tVSA, VAI and FCR values. In the control group the significant changes were limited to the VAI, FDA, MPT and FCR measurements. However, after the intervention, no significant differences were found between the two groups in VAI, nor in their SI, FDA, VHI, MPT, intensity, pitch, tVSA and FCR scores. **Conclusions** LSVT has similar therapeutic effects to conventional treatment in relieving voice impairment, improving speech intelligibility, improving the motor functioning of articulation organs and improving the articulation accuracy of stroke survivors with dysarthria. Therefore, it is worthy of clinical application.

【Key words】 Lee-Silverman voice treatment; Stroke; Dysarthria; Acoustic analysis; Speech rehabilitation

DOI:10.3760/cma.j.cn421666-20240308-00172

脑卒中是运动性构音障碍(简称构音障碍)最常见的发病因素之一^[1]。研究发现,约 20~30%的脑卒中患者伴有构音障碍,而构音障碍可严重影响患者的沟通能力,并显著降低其生活质量^[2-3]。目前针对运动性构音障碍的常规治疗其目的主要是改善言语相关系统的生理功能^[4-5],如改善唇舌等构音器官的运动功能,纠正患者的错误发音,改善韵律,提高言语清晰度等训练^[6]。

近年来,励-协夫曼言语治疗(Lee-Silverman Voice Treatment, LSVT)被越来越广泛地应用于运动性构音障碍的治疗, LSVT 是一种标准化的治疗程序,最初是为帕金森患者设计,是治疗与帕金森病相关的运动过少型构音障碍时应用最广泛的言语治疗方法^[7-14],主要专注点在于提高患者的音量^[15]。有研究认为,采用 LSVT 进行治疗的过程中,治疗师主要通过示范和尽可能少量的提示来帮助患者将注意力放在提高音量上,即“大声”,而这种方式可能大幅减少患者的认知负荷^[15]。自研发以来,LSVT 现已被逐渐应用于其他疾病(如脑卒中、脑外伤^[16-17]、儿童言语障碍^[18]、重症肌无力^[19]等)所导致的构音障碍的治疗中,且均发现,LSVT 不仅可以提高患者的音量,还可改善其整体言语功能。目前,采用 LSVT 治疗脑卒中后构音障碍的研究仍较少,本研究旨在观察 LSVT 对脑卒中后构音障碍的疗效,以期为该类患者的临床治疗提供参考和借鉴。

资料与方法

一、一般资料

纳入标准:①年龄 18~75 岁;②符合《2016 版中国脑血管病诊治指南与共识》中脑卒中的诊断标准,并经 CT 或 MRI 证实为脑卒中(脑出血或脑梗死),病程 ≥ 30 d;③根据 Frenchay 构音障碍检查评定为运动性构音障碍^[5];④发病前熟练使用普通话;⑤右利手,受教育年限 ≥ 6 年;⑥简易精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)评分 >22 分,可配合完成本研究;⑦签署知情同意书。

排除标准:①脑卒中发病 3 次或以上;②脑外伤或脑肿瘤等其他神经系统疾病病史;③仅存在左侧大脑半球和或左侧基底节区损伤;④合并其他言语-语言障碍,如失语症、言语失用等(不排除吞咽障碍);⑤入组近 1 周内患感冒、鼻炎、咽喉炎等影响发音的疾病;⑥重度视力、听力障碍;⑦拒绝或无训练欲望;⑧伴有明显精神或情绪障碍。

剔除和脱落标准:①因突发疾病、出院等不能完成评估或治疗;②主动要求退出。

本研究经中国康复研究中心医学伦理委员会批准(伦理审查编号:2021-133-1)。选取 2021 年 11 月至 2022 年 11 月在北京博爱医院听力语言科就诊的脑卒中患者,采用 Excel 软件生成 20 \times 20 随机数字表,自第 6 行第 3 列数字为起始,竖向选择数字,奇数为对照组($n=25$),偶数为观察组($n=24$)。2 组患者的平均年龄、平均病程、性别、受教育程度、病变性质、有无伴随吞咽障碍、脑卒中发病次数、构音障碍类型、构音障碍严重程度^[20](根据 Frenchay 构音障碍检查结果,0~13 分为重度,14~17 分为中度,18~26 分为轻度)、病变部位等一般资料组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),详见表 1。

二、训练方法

对照组采用常规构音障碍治疗,观察组则采用 LSVT 进行治疗。

1. 常规构音障碍训练方法:由于每种类型的构音障碍的特点各不相同,因此按构音障碍的类型对患者给予针对性的治疗。痉挛型进行改善费力音训练、改善鼻音过重训练、软起声和构音训练;弛缓型进行改善构音器官(如唇、舌)运动的幅度和力量训练、改善语调韵律训练、推撑训练、硬起声和构音训练;单侧上运动神经元型主要进行构音训练;失调型进行说话时的呼吸/气流控制训练、语调韵律训练和构音训练;混合型主要进行呼吸训练、共鸣训练、发声训练和构音训练。常规构音障碍治疗每日治疗 1 次,每次治疗 1 h,每周治疗 4 d,连续治疗 4 周。

表 1 2 组患者一般资料

组别	例数	平均年龄(岁)	平均病程(d)	性别(例)		受教育程度(例)		病变性质(例)		吞咽障碍(例)		脑卒中发病次数(例)	
				男	女	高中及以下	大专及以上	脑梗死	脑出血	无	有	首次	再发
观察组	24	55 \pm 15	75 \pm 24	20	4	12	12	14	10	18	6	15	9
对照组	25	57 \pm 14	82 \pm 36	20	5	12	13	14	11	14	11	18	7

组别	构音障碍类型(例)					构音障碍严重程度(例)			病变部位(例)			
	单上	痉挛型	弛缓型	失调型	混合型	轻度	中度	重度	大脑半球	脑干	小脑	多结构损伤
观察组	7	11	0	3	3	2	3	19	9	6	2	7
对照组	10	10	1	1	3	1	3	21	7	8	0	10

注:单上为单侧上运动神经元型构音障碍,多结构损伤为两种或以上结构损伤

2. LSVT 治疗方法: LSVT 是一种为期 4 周的一对一强化、密集型的言语治疗, 训练由具有 LSVT LOUD® 国际资质认证的治疗师完成。因授权问题, 本研究仅可使用 LSVT, 但不能完整转载该治疗方法, 在此仅对该疗法作简要介绍^[9]: ①最长及最响发声训练——由治疗师示范, 要求患者以较大音量(如 80 dB)和较好的音质发元音/a/, 时间尽量延长, 练习 15 次; ②升降调训练——由治疗师示范, 要求患者以高音调发元音/a/, 再以低音调发音, 各练习 15 次; ③功能短句训练——选取患者日常生活中常用短句 10 句, 要求患者以较大的音量和较好的音质说出, 每句说 5 次; ④朗读训练——选取短语、句子、段落, 要求患者以较大的音量和较好的音质朗读 1~2 次; ⑤对话训练——治疗师选取患者感兴趣的话题, 与患者进行对话, 过程中时刻提醒患者保持较大的音量和较好的音质; ⑥日常维持训练——要求患者在生活中与家人或朋友交流时, 尽可能地使用上课时学习到的发音策略进行发音, 将训练扩展至日常生活。LSVT 每日治疗 1 次, 每次治疗 1 h, 每周治疗 4 d, 连续治疗 4 周。

三、评估及观察指标

于治疗前、治疗 4 周后(治疗后)对 2 组患者进行疗效评定, 具体评定内容包括以下方面。

(一) 言语清晰度

采用第二次全国残疾人抽样调查使用的语音清晰度测试进行言语清晰度(speech intelligibility, SI)测试, 该测试用于言语残疾的分级, 也应用于构音障碍的相关研究中, 是评估和治疗中非常重要的指标^[20-21], 亦可用于构音障碍严重程度的分级。语音清晰度>95%为正常; 65%~95%为轻度; 45%~65%为中度; 25%~45%为中重度; 25%~45%为重度; 语音清晰度≤10%为极重度。

(二) Frenchay 构音障碍评价

Frenchay 构音障碍评价(Frenchay dysarthria assessment, FDA)广泛用于各种类型构音障碍的评估, 评定范围包括反射、呼吸、唇、腭、喉、舌和清晰度, 包括 6 个大项、28 个小项, 各项评估分为 a、b、c、d、e 等 5 个等级, 将评估等级得 a 的个数作为构音障碍严重程度的判断标准, 最终 a 的个数越少则构音障碍越重^[22]。

(三) 嗓音障碍指数

采用李红艳^[23]等提出的嗓音障碍指数(voice handicap index, VHI)简化中文版进行评估。该量表包括 10 个问题, 患者对每个问题打分, 0~4 分分别代表某情况出现的频率, 0 分为无或从来没有; 1 分为很少; 2 分为有时; 3 分为经常; 4 分为总是。VHI 的总分越高则患者主观上觉得自己嗓音问题越严重。

(四) 最长发声时间

最长发声时间(maximum phonation time, MPT)是目前脑卒中后构音障碍研究中最常用的结局指标之一^[24-29]。要求患者深吸气后, 尽可能长地发出元音“a”, 并记录时长(单位为 s)。

(五) 声学分析

在安静房间内, 采用北京产 TASCAM DR-05 型录音笔进行录音, 设置为 WAV 格式, 16 位脉冲编码调制, 单声道, 采样率 4 4100 Hz。录音笔话筒距患者唇部 50 cm, 患者分别发元音“/a/、/i/、/u/”各 3 s, 每个发音重复 3 次; 采用荷兰阿姆斯特丹大学音系科学研究所开发的 Praat6.2.03 版语音声学分析软件提取和分析声学参数, 包括音量、音调、三角声学空间面积(triangular vowel space area, tVSA)、元音构音指数(vowel articulation index, VAI)和共振峰集中率(formant centralization ratio, FCR), 最终结果取 3 次发音中的平均值。

1. 音量和音调^[5, 26]: 音量和音调分别体现声音的大小和高低, 是声学分析和治疗监测的常用指标, 本研究中取发/a/时的音量(单位为 dB)和音调(单位为 Hz)。

2. tVSA: 是指特定语言中由核心元音“/a/、/i/、/u/”几何距离包围的工作空间的大小, 用于表示元音发音的准确性和语音运动控制的能力^[30], 单位为 kHz²。tVSA 越高则语音清晰度越高^[31-32]。

3. VAI: VAI 可用于解释个体之间元音集中趋势的差异性, 研究认为, 噪音疲劳时, VAI 是最稳定、最敏感的声学指标^[32]。VAI 值越低则元音的集中度也越高(舌活动范围小)。

4. FCR: 目前的研究结果表明, FCR 是一种敏感、有效和可靠的声学指标^[33], 对个体间变异的敏感性较低, 而对元音集中的敏感性较强, 可用于区分构音障碍和正常语音, 并辅助判断治疗效果^[34-35]。FCR 值越低则元音集中度越低(舌活动范围大)。

四、统计学分析

采用 SPSS 27.0 版统计学软件对本研究所得数据进行分析。SI、VHI、MPT、音量、音调、VAI、FCR 符合正态或近似正态分布, 以($\bar{x} \pm s$)表示, 采用独立样本 t 检验; FDA 得分、tVSA 不符合正态分布, 以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 采用两样本秩和检验(Mann-Whitney U 检验)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

治疗前, 2 组患者的 SI、FDA 分值、VHI、MPT、音量、音调、tVSA、VAI、FCR 组间比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后, 观察组的 SI、FDA 分值、VHI 分数、MPT、tVSA、VAI、FCR 均显著优于组内治疗前,

表 2 2 组患者治疗前、后 SI、VHI、MPT、音量、音调、VAI、FCR 比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	SI (%)	VHI (分)	MPT (s)	音量 (dB)	音调 (Hz)	VAI	FCR
观察组								
治疗前	24	55±32	23±11	10.30±2.75	77.46±3.98	153.92±45.87	0.78±0.13	1.31±0.20
治疗后	24	77±19 ^a	16±10 ^a	16.85±6.56 ^a	79±3	175±60	0.87±0.15 ^a	1.18±0.22 ^a
对照组								
治疗前	25	61±30	17±12	9.49±2.84	78.64±5.09	180.48±48.22	0.83±0.17	1.26±0.27
治疗后	25	73±28	15±12	16.42±5.46 ^a	78.88±5.08	163.56±53.38	0.92±0.14 ^a	1.11±0.20 ^a

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$

差异均有统计学意义 ($P<0.05$),其音量、音调与组内治疗前比较,差异均无统计学意义 ($P>0.05$);对照组的 FDA、MPT、VAI、FCR 均显著优于组内治疗前,差异有统计学意义 ($P<0.05$),其 SI、VHI、音量、音调、tVSA 与组内治疗前比较,差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。治疗后,2 组患者的各项指标组间比较,差异均无统计学意义 ($P>0.05$),详见表 2 和表 3。

表 3 2 组患者治疗前、后 FDA 和 tVSA 比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组别	例数	FDA (个)	tVSA (kHz ²)
观察组			
治疗前	24	8(6,13)	54.3(25.82,168.38)
治疗后	24	13(10,18) ^a	146.98(85.84,204.86) ^a
对照组			
治疗前	25	8(5,12)	123.23(31.14,181.63)
治疗后	25	13(8,19) ^a	154.15(108.64,254.27)

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,治疗后,观察组有 SI、FDA、VHI、MPT、tVSA、VAI、FCR 等 7 个指标较组内治疗前显著改善 ($P<0.05$),而对照组仅 FDA、MPT、VAI、FCR 等 4 个指标较组内治疗前显著改善 ($P<0.05$),但 2 组治疗后的各项指标组间却均无统计学意义 ($P>0.05$)。该结果提示,LSVT 可显著改善脑卒中后构音障碍患者的言语清晰度、嗓音障碍程度、构音器官运动功能和构音准确性,且其疗效虽然不能显著优于常规构音障碍训练,但至少与其相近。

构音障碍是一种神经运动性言语障碍,由言语相关肌肉肌力、肌张力等的异常引起,临床特征因原发病、病变部位和程度而异,其表现主要是舌、下颌、唇、喉部肌肉运动障碍,呼吸控制不协调,构音和共鸣障碍,以及语音不清晰^[1]。研究证实,即使严重程度较轻的构音障碍也会对人们的生活产生重大的心理和社会影响^[36]。有研究提出,言语治疗的康复目标之一是使患者可积极地参与生活情境,提高与人交谈时的言语清晰度,因此言语治疗在脑卒中后构音障碍患者的评估和康复中非常重要^[37]。

LSVT 是一种相对标准化的言语治疗方法,治疗要

求患者尽可能地发出响亮、音质较好的声音,并在治疗和日常生活中尽量保持^[9]。采用 LSVT 治疗帕金森病的临床研究发现,经 LSVT 治疗后,帕金森病患者朗读时的音量、言语清晰度和 tVSA 均显著改善^[7-14]。本研究结果显示,观察组和对照组的 MPT 经 4 周的治疗后均较组内治疗前延长了 6 s,且差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。本课题组认为,这可能与常规构音障碍训练和 LSVT 均将 MPT 作为训练的重点有关。

研究表明,帕金森病患者的言语表现之一就是音量降低,而脑卒中后所致构音障碍中,仅弛缓型患者会有音量降低的表现,而其他类型的患者音量降低不明显^[1],甚至部分患者会出现音量偏高的情况。因此在本研究中,观察组患者在治疗前的音量和音调并不低,且训练中也始终要求其大力发声,从而导致了治疗 4 周后其音量和音调较组内治疗前差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

本研究通过对元音/a,i,u/进行声学分析,计算出 3 个声学变量,即 tVSA、VAI 和 FCR 的值。通过这三个参数的计算,可以更准确、全面地分析患者元音的集中趋势。通常来说,如果发音时舌运动范围变小,则元音发音时的集中趋势越明显。通常构音障碍患者的 tVSA 会明显小于健康受试者,但将 tVSA 作为评估指标,对轻微的改变并不敏感^[38],这可能解释了为何对照组患者经治疗后,其 tVSA 较组内治疗前并无显著提高。言语治疗师在对构音障碍患者进行听感知评估时,会将元音发音是否充分作为一个指标,元音发音不充分是构音不足的一种表现,其特征是目标元音向元音空间中心集中,虽然治疗师凭经验可以感知出来,但 tVSA 却无法体现出的较小的语音变化,因此 VAI 较 tVSA 更为敏感^[32]。FCR 是元音相关的一个有效且高度敏感的指标,其区分构音障碍和健康语音的表现优于 tVSA^[33],而 FCR 值还可反映元音空间的增加,且与言语清晰度具有相关性^[35]。本研究结果中,对照组和观察组治疗后的 VAI 较组内治疗前显著增加,而 FCR 则显著降低,该结果说明,经治疗后,构音器官的活动范围和构音位置的准确性得到改善,而元音发音运动也趋向正常范围。

SI 是指讲者仅通过语音信号传达出的信息能够被听者所理解的程度。本研究中采用语音清晰度进行评估,更接近可懂度 (comprehensibility), 是指听者能够理解讲者所说言语的程度, 不仅仅是基于讲者发出的语音, 还涉及到听者对讲者的熟悉程度。脑卒中后构音障碍患者发病后, 那些经常听其讲话的人, 对患者的语音更为熟悉, 往往可以通过很少的语音信息就可理解患者想表达的内容, 该评估更符合日常生活^[20]。研究表明, SI 可以作为沟通表现的一个功能指标, 在制定训练计划和评估疗效中也必不可少^[20-21]。本研究结果显示, 观察组经治疗后其 SI 显著改善, 而对照组的 SI 在治疗前、后差异无统计学意义, 这充分说明, LSVT 对脑卒中后构音障碍患者有很好的治疗效果, 这可能与 LSVT 在训练中有大量的朗读和对话练习有关。

VHI 是评估嗓音障碍的常用评估指标之一^[7,19], 本研究采用的 VHI 简化中文版具有良好的信度和效度, 简便实用且结果可靠^[29]。本研究结果中, 观察组治疗后的 VHI 较组内治疗前显著改善, 提示经 LSVT 训练后, 患者的自觉言语症状从生理、功能活动、情绪状态等方面均有较好的改善。

本研究的声学评估指标所用目标音为单元音, 后续研究可考虑采用提取词汇或语句中的元音共振峰参数等声学参数, 可能更符合患者实际言语表现。此外, 本文的不足之处还在于并未对不同严重程度、不同类型构音障碍患者进行详细分类分析, 也是下一步研究的重点。

综上所述, LSVT 可较好地改善脑卒中后构音障碍患者的言语清晰度、嗓音障碍程度、构音器官运动功能和构音准确性, 其疗效与常规构音障碍训练相近, 甚至可能稍好, 在脑卒中后构音障碍的临床康复中可尝试应用。

参 考 文 献

[1] Duffy JR. Motor speech disorders substrates, differential diagnosis, and management [M]. Missouri: Mosby, 2013: 92-264.

[2] Lawrence ES, Coshall C, Dundas R, et al. Estimates of the prevalence of acute stroke impairments and disability in a multiethnic population [J]. Stroke, 2001, 32 (6): 1279-1284. DOI: 10.1161/01.str.32.6.1279.

[3] Lubart. E, Leibovitz. A, Baumochl. Y, et al. Progressing stroke with neurological deterioration in a group of Israeli elderly [J]. Arch Gerontol Geriatr, 2005, 41 (1): 95-100. DOI: 10.1016/j.archger.2004.12.002.

[4] 姜丽, 王强, 孟萍萍, 等. 构音障碍强化训练改善脑卒中患者构音障碍的疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014, 36 (5): 367-370. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.05.013.

[5] 李胜利. 语言治疗学. 2 版 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013:

122-142.

[6] Chiamonte R, Pavone P, Vecchio M. Speech rehabilitation in dysarthria after stroke: a systematic review of the studies [J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2020, 56 (5): 547-562. DOI: 10.23736/S1973-9087.20.06185-7.

[7] Pu T, Huang M, Kong X, et al. Lee Silverman Voice Treatment to improve speech in parkinson's disease: a systemic review and meta-analysis [J]. Parkinsons Dis, 2021, 2021: 1-10. DOI: 10.1155/2021/3366870.

[8] Alharbi GG, Cannito MP, Buder EH, et al. Spectral/Cepstral analyses of phonation in parkinson's disease before and after voice treatment: a preliminary study [J]. Folia Phoniatr Logop, 2019, 71 (5-6): 275-285. DOI: 10.1159/000495837.

[9] Bryans LA, Palmer AD, Anderson S, et al. The impact of Lee Silverman Voice Treatment (LSVT LOUD®) on voice, communication, and participation: Findings from a prospective, longitudinal study [J]. J Commun Disord, 2020, 89: 106031-106087. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2020.106031.

[10] Martel Sauvageau V, Roy JP, Langlois M, et al. Impact of the LSVT on vowel articulation and coarticulation in Parkinson's disease [J]. Clin Linguist Phon, 2015, 29 (6): 424-440. DOI: 10.3109/02699206.2015.1012301.

[11] Mcallister T, Nightingale C, Moya-Galé G, et al. Crowdsourced perceptual ratings of voice quality in people with Parkinson's disease before and after intensive voice and articulation therapies: secondary outcome of a randomized controlled trial [J]. J Speech Lang Hear Res, 2023, 66 (5): 1541-1562. DOI: 10.1044/2023_JSLHR-22-00694.

[12] Ramig L, Halpern A, Spielman J, et al. Speech treatment in Parkinson's disease: randomized controlled trial (RCT) [J]. Mov Disord, 2018, 33 (11): 1777-1791.

[13] Sackley CM, Rick C, Au P, et al. A multicentre, randomised controlled trial to compare the clinical and cost-effectiveness of Lee Silverman Voice Treatment versus standard NHS speech and language therapy versus control in Parkinson's disease: a study protocol for a randomised controlled trial [J]. Trials, 2020, 21 (1): 436. DOI: 10.1186/s13063-020-04354-7.

[14] Whitehill TL, Kwan L, Lee FPH, et al. Effect of LSVT on lexical tone in speakers with Parkinson's disease [J]. Parkinson's Dis, 2011, 2011: 897494. DOI: 10.4061/2011/897494.

[15] Wenke RJ, Theodoros D, Cornwell P. The short- and long-term effectiveness of the LSVT® for dysarthria following TBI and stroke [J]. Brain Inj, 2009, 22 (4): 339-352. DOI: 10.1080/02699050801960987.

[16] Mahler LA, Ramig LO. Intensive treatment of dysarthria secondary to stroke [J]. Clin Linguist Phon, 2012, 26 (8): 681-694. DOI: 10.3109/02699206.2012.696173.

[17] Wenke RJ, Cornwell P, Theodoros DG. Changes to articulation following LSVT® and traditional dysarthria therapy in non-progressive dysarthria [J]. Int J Speech Lang Pathol, 2010, 12 (3): 203-220. DOI: 10.3109/17549500903568468.

[18] Langlois C, Tucker BV, Sawatzky AN, et al. Effects of an intensive voice treatment on articulatory function and speech intelligibility in children with motor speech disorders: A phase one study [J]. J Commun Disord, 2020, 86: 106003. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2020.

- 106003.
- [19] Yaşar Ö, Tahir E, Erensoy I, et al. Comparing dysphonia severity index, objective, subjective, and perceptual analysis of voice in patients with multiple sclerosis and healthy controls[J]. *Mult Scler Relat Disord*, 2023, 82: 105378. DOI: 10.1016/j.msard.2023.105378.
- [20] 谢倩文,肖晶旻,刘少南,等.卒中后构音障碍随机对照试验结局指标的系统评价[J].*中国循证医学杂志*, 2020, 20(6): 708-712. DOI:10.7507/1672-2531.202001053.
- [21] 李咏雪,谭茗丹,范豪,等.励-协夫曼言语治疗对中国帕金森病患者言语功能的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(3): 245-248. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.03.013.
- [22] Enderby P. Frenchay Dysarthria Assessment[J]. *Int J Speech Lang Pathol*, 1980, 15(3): 165-173. DOI:10.3109/13682828009112541.
- [23] 李红艳,徐文,胡蓉,等.嗓音障碍指数量表简化中文版的研究[J].*听力学及言语疾病杂志*, 2010, 18(6): 566-570. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7299.2010.06.014.
- [24] Park EJ, Kim JH, Choi YH, et al. Association between phonation and the vowel quadrilateral in patients with stroke a retrospective observational study[J]. *Medicine*, 2020, 99(39): e22236. DOI: 10.1097/MD.00000000000022236.
- [25] Kim S J, Jo U. Study of accent-based music speech protocol development for improving voice problems in stroke patients with mixed dysarthria[J]. *NeuroRehabilitation*, 2013, 32(1): 185-190. DOI: 10.3233/NRE-130835.
- [26] 刘晓蔓. 针刺配合语言训练治疗脑卒中后构音障碍患者的临床效果[J].*世界中医药*, 2020, 15(15): 2312-2316. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7202.2020.15.023.
- [27] 夏家怡,陈柱,陈韵佳,等.六字诀功法训练治疗脑卒中后痉挛型构音障碍[J].*听力学及言语疾病杂志*, 2021, 29(3): 271-275. DOI: 1006-7299(2021)03-0271-05.
- [28] De Cock E, Oostra K, Bliki L, et al. Dysarthria following acute ischemic stroke; Prospective evaluation of characteristics, type and severity [J]. *Int J Speech Lang Pathol*, 2021, 56(3): 549-557. DOI: 10.1111/1460-6984.12607.
- [29] 郑亚楠,李洪丽,丁珊珊,等.“六字诀”训练治疗脑卒中后运动性构音障碍-呼吸控制异常的疗效观察[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(07): 618-622. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.07.008.
- [30] Thompson A, Hirsch ME, Lansford KL, et al. Vowel acoustics as predictors of speech intelligibility in dysarthria[J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2023, 66(8s): 3100-3114. DOI: 10.1044/2022_JSLHR-22-00287.
- [31] Mou Z, Chen Z, Yang J, et al. Acoustic properties of vowel production in Mandarin-speaking patients with post-stroke dysarthria[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 14188. DOI: 10.1038/s41598-018-32429-8.
- [32] Roland V, Huet K, Harmegnies B, et al. Vowel production: a potential speech biomarker for early detection of dysarthria in Parkinson's disease[J]. *Front Psychol*, 2023, 14: 1129830. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1129830.
- [33] Sapir S, Ramig LO, Spielman JL, et al. Formant centralization ratio: A proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech [J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2010, 53(1): 114-125. DOI: 10.1044/1092-4388(2009/08-0184).
- [34] Ge SN, Wan Q, Yin MM, et al. Quantitative acoustic metrics of vowel production in mandarin-speakers with post-stroke spastic dysarthria [J]. *Clin Linguist Phon*, 2021, 35(8): 779-792. DOI: 10.1080/02699206.2020.1827295.
- [35] Mendoza Ramos V, Paulyn C, Van Den Steen L, et al. Effect of boost articulation therapy (BArT) on intelligibility in adults with dysarthria [J]. *Int J Lang Commun Disord*, 2021, 56(2): 271-282. DOI: 10.1111/1460-6984.12595.
- [36] Baylor C, Linna Jin J, Mach H, et al. Communicative participation outcomes in individuals with Parkinson's disease receiving standard care speech-language therapy services in community settings[J]. *Int J Lang Commun Disord*, 2023, 00: 1-20. DOI: 10.1111/1460-6984.12965.
- [37] Alaka B, Shibwabo B. Models and approaches for comprehension of dysarthric speech using natural language processing: systematic review [J]. *JMIR Rehabil Assist Technol*, 2023, 10: e44489. DOI: 10.2196/44489.
- [38] Skodda S, Visser W, Schlegel U. Vowel articulation in Parkinson's disease[J]. *J Voice*, 2011, 25(4): 467-472. DOI:10.1016/j.jvoice.2010.01.009.

(修回日期:2024-10-25)

(本文编辑:阮仕衡)