

· 临床研究 ·

基于镜像神经元理论的语音训练对儿童功能性构音障碍的影响

葛向阳 倪钰飞 顾秋燕 缪丽丽 许占斌 杨美娟

南通大学附属妇幼保健院(南通市妇幼保健院)儿童康复科,南通 226000

通信作者:倪钰飞,Email:19409652@qq.com

【摘要】 目的 观察基于镜像神经元理论的语音训练对功能性构音障碍(FAD)儿童构音清晰度和口部运动功能的影响。**方法** 选取 FAD 患儿 50 例,按照随机数字表法将其分为训练组和对照组,每组 25 例。2 组患儿均给予常规语音训练,每次 30 min,每周 5 次,共 24 周。训练组在对照组基础上,增加基于镜像神经元理论的语音训练,每次 20 min,每周 5 次,共 24 周。治疗前及治疗 24 周后(治疗后),比较 2 组患儿的构音语音能力评估词表得分和口部运动功能得分。**结果** 治疗前,2 组患儿的构音清晰度、口部运动功能比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,2 组患儿的构音清晰度、口部运动功能均较组内治疗前明显提高($P<0.05$),且治疗后训练组构音清晰度 $[(84.33\pm 3.84)\%]$ 、下颌 $[(79.45\pm 5.20)\%]$ 、舌 $[(82.75\pm 3.60)\%]$ 、唇 $[(90.75\pm 4.46)\%]$ 运动能力优于对照组($P<0.05$)。**结论** 基于镜像神经元理论的语音训练可以显著改善 FAD 儿童的构音清晰度和口部运动功能。

【关键词】 镜像神经元; 功能性构音障碍; 语音训练

基金项目:南通市市级科技计划科研项目(MSZ20009);南通市卫生健康委员会科研项目(QA2020033)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.06.003

Speech training based on mirror neuron theory can improve children's functional articulation disorders

Ge Xiangyang, Ni Yufei, Gu Qiuyan, Miao Lili, Xu Zhanbin, Yang Meijuan

Department of Children's Rehabilitation Medicine, Affiliated Maternity and Child Health Care Hospital of Nantong University, Nantong 226000, China

Corresponding author: Ni Yufei, Email: 19409652@qq.com

【Abstract】 Objective To observe the effect of speech training based on mirror neuron theory on children with functional articulation disorder (FAD). **Methods** Fifty children with FAD were randomly divided into a training group and a control group, each of 25. Both groups received 30 minutes of conventional speech training 5 times a week for 24 weeks, while the training group was additionally given 20 minutes of speech training based on mirror neuron theory simultaneously. Before and after the intervention, both groups were evaluated using the articulation speech ability assessment scale and the oral motor ability assessment scale. **Results** Before the treatment, there were no significant differences between the 2 groups in any of the measurements. After the treatment, significant improvement was observed in all of the measurements for both groups, but at that point the training group's articulation, motor ability of the lower jaw, tongue and lips were all significantly superior to the control group's averages. **Conclusions** Speech training based on mirror neuron theory can significantly improve the articulation, intelligibility and oral motor functioning of children with functional articulation disorder.

【Key words】 Mirror neurons; Functional articulation disorders; Speech training

Funding: the Nantong Science and Technology Program (MSZ20009); Nantong Municipal Health Commission Scientific Research Project (QA2020033)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.06.003

构音是指参与言语规划和执行的运动过程的总和,是下颌、腭咽、舌、喉部等发音器官复杂协调运动的结果^[1]。功能性构音障碍(functional articulation disorders, FAD)是指患者在语言发育、智力、听力正常,且构音器官无形态结构缺陷的情况下,出现固定状态的

发音错误^[2-3],是儿童期一种常见的语音障碍疾病^[4]。研究表明,3~7 岁儿童 FAD 患病率达 10%以上^[1]。儿童 FAD 会引起不同程度发音不清及语言可理解度下降,不仅影响其日常沟通交流,还会对其语言发育、心理行为、阅读与书写等能力产生不良影响^[5]。

近年来,基于镜像神经元系统理论的康复疗法被广泛应用于治疗成人认知和言语功能障碍^[6],但将其应用于儿童言语功能障碍康复的报道较少。陶聪等^[7]的研究报道,1 例运动性协调障碍合并 FAD 患儿在经过 12 个月的基于镜像神经元理论的语音训练后,其语言发育水平、构音障碍评定得分和言语理解指数明显改善。Marangolo 等^[8]的研究表明,采用基于镜像神经元“视觉观察-模仿-动作执行”联合学习机制的治疗方法,可以改善言语功能障碍患者的词汇提取和表达能力。Callan 等^[9]的研究发现,镜像神经元脑区在元音识别任务中的反应增强,参与了患者言语感知过程中的语音辨别。本研究采用基于镜像神经元理论的语音训练治疗 FAD 儿童,观察其对患儿构音清晰度和口部运动功能的影响,旨在为临床言语康复训练提供参考。

对象与方法

一、研究对象

纳入标准:①符合 FAD 诊断标准^[10];②年龄 3~6 岁;③无构音器官解剖学异常,如唇腭裂、舌系带过短;④韦氏儿童智力表测试智商在 70 分以上^[2],无智力障碍;⑤无听力障碍^[10],平均听阈<30 dB;⑥所有患者均自愿加入研究并签署知情同意书。排除标准:①各类继发性原因,如器质性脑损伤、脑性瘫痪、自闭症谱系障碍等引起的构音障碍;②不能坚持完成各项语音训练者或中途退出者。

选取 2019 年 1 月至 2020 年 12 月就诊于我院儿童保健科和儿童康复科的 FAD 患儿 50 例,按照随机数字表法将其分为训练组和对照组,每组 25 例。其中,训练组男 14 例,女 11 例;平均年龄(57.76 ± 7.64)月。对照组男 12 例,女 13 例;平均年龄(56.92 ± 6.89)月。2 组患儿一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究获医院医学伦理委员会批准(Y2020061)。

二、治疗方法

2 组患儿均接受一对一常规语音训练治疗,每次 30 min,每周 5 次,共 24 周。训练组在对照组基础上,增加基于镜像神经元理论的语音训练,每次 20 min,每周 5 次,共 24 周。

1. 常规语音训练:患儿均接受常规语音训练治疗。按以下训练程序进行:①按照评估结果确定目标音;②治疗师对目标音逐一进行讲解、示范,让患儿理解错误发音方式;③患儿通过听从治疗师的讲解和指令,认识正确的发音方式,然后进行辨音训练;④患儿习得每一目标音的正确发音后,需按照音位、字、词、句的顺序反复练习。在此过程中,患儿如某一音位出现发音错误,

应退回至第“②”步骤重新练习;⑤正确习得目标音后,将其应用于不同生活场景巩固训练。

2. 基于镜像神经元理论的语音训练:训练组患儿接受常规语音训练治疗后,立刻进行基于镜像神经元理论的语音训练。结合镜像神经元理论“视觉观察-模仿学习-动作执行”的联合学习机制,言语治疗师将异常目标音的正确发音动作逐一分解,解构为直观的口部构音运动,再运用手部运动帮助理解,患儿通过视觉观察后模仿学习,然后再对所学构音动作逐一执行。若患儿不能稳定、重复完成正确的发音动作,治疗师要对相应发音动作反复演示,充分给予视觉刺激。引出正确的发音动作后,进行镜像练习,让其对着镜子观察自己正确发音时的口部运动模式,治疗师发现动作错误时需要立刻纠正,在患儿发音动作正确后,重复镜像练习。习得正确发音动作后再正确辨音。具体方法:①构音器官运动训练——治疗师逐一展示目标音相应口型的运动过程,让患儿通过视觉观察并模仿学习下颌、唇、舌、软硬腭等在发音运动过程中的形态、位置以及运动方向,习得正确运动模式后对镜反复练习;②韵母、声调和声母发音训练——韵母训练按照先单韵母、后双韵母和鼻韵母的顺序进行,治疗师需将双韵母解构为单元音后进行示范,分别习得再组合练习。每个单元音唇形模仿、音位辨别正确习得后,配合手部升降动作(→、↗、↘、↖、↙)引导四声调发音。引导患儿鼻韵母训练时,前鼻韵母配合闭唇、后鼻韵母配合张口动作较易引出目标音。声母训练时注意送气化与不送气化对比练习。患儿习得正确目标音后对镜观察并反复练习;③泛化应用训练——习得正确声母、韵母、声调发音后,从易到难进行拼字、组词、组句练习,并泛化到生活场景之中。

三、评价方法

参照蒋黎艳等^[11]的疗效评价方法,分别于治疗前和治疗 24 周后(治疗后),对 2 组患儿的构音清晰度和口部运动功能进行评估。由不了解干预方案和分组情况的 2 名治疗师独立对患儿构音情况和口部运动功能进行评判,如意见不一,则邀请第三人共同讨论裁定,最终记录并计算得分。

1. 构音清晰度:采用构音语音能力评估词表对 2 组患儿的构音清晰度进行测定,共包含单音节词 50 个,共组成 36 对音位,其中声母音位对有 23 对,韵母音位对有 10 对,声调音位对有 3 对。每一语音对的目标音均正确得 1 分,有 1 个错误则记为 0 分。构音清晰度 = [音位正确对数/总对数(36 对)] × 100%,比例越高,说明患儿构音清晰度越高^[10-11]。

2. 口部运动功能:采用口部运动能力评估对 2 组患儿的口部运动功能进行测定,该评估包含下颌(9

项)、舌(16 项)、唇(8 项)3 个部分的内容,共 33 项,每个项目按照由差到好分为 0~4 级,对应 0~4 分。口部运动能力=[实际得分/总分]×100%,比例越高,表明患儿口部运动功能越好^[10-11]。

四、统计学方法
采用 EpiData 软件录入数据,采用 SPSS 22.0 版软件对数据进行统计分析。计量资料采用($\bar{x}\pm s$)形式表示,计量资料先进行方差齐性检验。正态分布计量资料比较采用 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患儿治疗前、后构音清晰度比较
治疗前,2 组患儿的构音清晰度比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,2 组患儿的构音清晰度均较组内治疗前提高($P<0.05$),且训练组治疗后构音清晰度优于对照组($P<0.05$)。详见表 1。

表 1 2 组患儿治疗前、后构音清晰度比较(%, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	构音清晰度	
		治疗前	治疗后
对照组	25	56.67±5.78	65.56±4.39 ^a
训练组	25	57.00±6.01	84.33±3.84 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

二、2 组患儿治疗前、后下颌、舌、唇运动能力比较
治疗前,2 组患儿的下颌、舌、唇运动能力比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,2 组患儿的下颌、舌、唇运动能力均较组内治疗前提高($P<0.05$),且训练组治疗后下颌、舌、唇运动能力优于对照组($P<0.05$)。详见表 2。

表 2 2 组患儿治疗前、后下颌、舌、唇运动能力比较(%, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	口部运动功能 (下颌)	口部运动功能 (舌)	口部运动功能 (唇)
对照组				
治疗前	25	62.44±3.86	66.88±2.59	72.38±4.30
治疗后	25	72.44±4.24 ^a	78.31±2.93 ^a	83.98±3.93 ^a
训练组				
治疗前	25	62.78±4.24	67.70±3.01	74.25±4.80
治疗后	25	79.45±5.20 ^{ab}	82.75±3.60 ^{ab}	90.75±4.46 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,2 组患儿治疗 24 周后的构音清晰度和口部运动能力均较组内治疗前明显提高,且训练组治疗后各项指标均较对照组优异($P<0.05$),提示基于镜像神经元理论的语音训练可进一步改善 FAD 患儿的构音清晰度和口部运动功能。

镜像神经元最初是通过单细胞记录法在猴脑腹侧前运动皮质的 F5 区和顶下小叶发现,随后在初级运动皮质区和背侧前运动皮质区也发现了镜像神经元的存在^[12]。研究表明,镜像神经元脑区与大脑主要的运动功能区区和语言功能区高度重叠,基于镜像神经元理论的康复疗法对成人神经系统疾病导致的运动、认知和言语功能障碍具有明显效果^[6]。潜在的作用机制是激活镜像神经元,促使大脑可塑性改变和功能重组,进而诱导受损脑区的功能恢复^[6,13]。

本研究发现,训练组 FAD 患儿经过基于镜像神经元理论的语音训练后,其构音清晰度改善情况明显优于对照组。可能的机制是基于镜像神经元理论的语音训练能够改善 FAD 患儿言语感知能力和语音辨别功能。尽管 FAD 病因尚不明确,但绝大部分该类患儿均伴有不同程度的言语感知障碍和语音辨别异常^[5,11]。既往研究证实,包括前运动皮质区、初级运动皮质区等在内的镜像神经元脑区,不仅在人类言语感知过程中起重要作用,还能够帮助区辨语音^[12,14-15]。Callan 等^[9]研究发现,在言语康复训练中激活镜像神经元脑区,可以明显提高患者在元音识别任务中的语音辨别正确率。Restle 等^[16]在受试者镜像神经元脑区(左后额下回)行非侵入性脑刺激治疗,结果发现受试者仿说某种未习得语音的发音准确性提高,证实镜像神经元脑区在言语感知和言语产生的匹配过程中起关键作用。Marangolo 等^[8]采用基于镜像神经元“视觉观察-模仿学习-动作执行”联合学习机制的治疗方法,改善了言语功能障碍患者的听觉辨别、词汇提取和口语表达能力。

有研究指出,提高口部构音器官的精细运动功能(如运动的范围、力度、协调性等)与能否产生有意义且清晰的语音关系密切^[2,17]。本研究结果显示,基于镜像神经元理论的语音训练可以明显改善患儿下颌、唇、舌等口部构音器官的运动功能,为 FAD 患儿语音清晰度的改善提供了理论依据。研究表明,镜像神经元是运动学习的重要神经机制^[6]。基于镜像神经元的康复疗法能够帮助患者对观察到的动作进行识别和理解,并促进运动技能的习得^[18]。同时,镜像神经元在整合处理口部构音动作中具有高级功能,有助于口唇动作的识别,帮助理解口部动作^[19]。本研究在训练组患儿的语音治疗中,强调联合镜像神经元理论“视觉观察-模仿学习-动作执行”联合学习机制,将目标音的正确发音动作解构为直观的口部构音运动,患儿通过视觉观察后,反复模仿学习发音动作。这种反复的观察与模仿,强化了患儿对口部构音动作的参与体验^[20],从而使患儿能够更准确地习得正确的口部构音动作。此外,本研究在训练组患儿治疗过程中,大量使

用手部升降动作引导发音。Skipper 等^[21]研究发现,使用手部姿势帮助患者理解和表达语言时,人脑的镜像神经元会被更强烈地激活。基于功能性磁共振成像技术的研究也得出了一致的结论^[22]。因此,手部动作的参与,使得镜像神经元脑区进一步被激活,也更有助于提高治疗效果。

综上所述,基于镜像神经元理论的语音训练可以明显地改善 FAD 患儿的构音清晰度和口部运动功能。本研究中基于镜像神经元理论的语音训练,不依赖于繁杂的语音知识解说,而是将目标音的正确发音动作解构为直观的口部构音运动,患儿通过视觉观察后模仿学习,在习得正确发音动作后对镜反复练习。临床上,构音障碍儿童常共患脑瘫、智力障碍等疾病,由于学习能力和理解能力受损,单纯的语音训练效果往往欠佳^[7],因此也期望本研究的治疗经验给这类儿童的言语康复治疗提供借鉴。由于本研究纳入样本量偏少,未来仍需多中心、高质量随机对照试验来进一步验证结果。

参 考 文 献

- [1] Kim J, Kim SW, Jeon HR, et al. Speech and linguistic features of children with articulation disorder[J]. *Ann Rehabil Med*, 2017, 41(5): 836-842. DOI: 10.5535/arm.2017.41.5.836.
- [2] 王涛, 徐丽娜, 李峰. 功能性构音障碍患者侧化构音特点分析及语音训练疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(1): 40-43. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.01.010.
- [3] 蒋黎艳, 戚锋锋, 高萍萍, 等. 小龄功能性构音障碍儿童韵母音位对发音状况研究[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2020, 28(4): 391-394. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7299.2020.04.008.
- [4] 闵志云, 李峰, 徐丽娜, 等. 强化口部肌肉训练对功能性构音障碍患儿语音清晰度的影响[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2018, 26(1): 8-11. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7299.2018.01.003.
- [5] Gósy M, Horváth V. Speech processing in children with functional articulation disorders[J]. *Clin Linguist Phon*, 2015, 29(3): 185-200. DOI: 10.3109/02699206.2014.983615.
- [6] 李宁宁, 勾丽洁, 王凯旋. 镜像神经元系统的基础研究与临床应用现状[J]. *中国康复医学杂志*, 2019, 34(2): 243-247. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2019.02.026.
- [7] 陶聪, 麦坚凝, 徐开寿, 等. 镜像神经元理论在发育性协调障碍儿童构音障碍语音治疗中的应用: 1 例报告[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(2): 228-229, 238. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2018.02.023.
- [8] Marangolo P, Bonifazi S, Tomaiuolo F, et al. Improving language without words: first evidence from aphasia[J]. *Neuropsychologia*, 2010, 48(13): 3824-3833. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.025.

- [9] Callan DE, Jones JA, Callan A. Multisensory and modality specific processing of visual speech in different regions of the premotor cortex[J]. *Front Psychol*, 2014, 5: 389. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00389.
- [10] 李胜利. 语言治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 138-139.
- [11] 蒋黎艳. 感觉统合训练结合语音训练治疗儿童功能性构音障碍的疗效分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(1): 55-57. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.01.014.
- [12] Copelli F, Rovetti J, Ammirante P, et al. Human mirror neuron system responsivity to unimodal and multimodal presentations of action[J]. *Exp Brain Res*, 2022, 240(2): 537-548. DOI: 10.1007/s00221-021-06266-7.
- [13] 高政, 杨婷, 王晓菊, 等. 运动想象训练联合经颅直流电刺激对脑卒中偏瘫患者上肢功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(7): 611-614. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.07.007.
- [14] Smalle EH, Rogers J, Möttönen R. Dissociating contributions of the motor cortex to speech perception and response bias by using transcranial magnetic stimulation[J]. *Cereb Cortex*, 2015, 25(10): 3690-3698. DOI: 10.1093/cercor/bhu218.
- [15] Nuttall HE, Kennedy-Higgins D, Devlin JT, et al. Modulation of intra- and inter-hemispheric connectivity between primary and premotor cortex during speech perception[J]. *Brain Lang*, 2018, 187: 74-82. DOI: 10.1016/j.bandl.2017.12.002.
- [16] Restle J, Murakami T, Ziemann U. Facilitation of speech repetition accuracy by theta burst stimulation of the left posterior inferior frontal gyrus[J]. *Neuropsychologia*, 2012, 50(8): 2026-2031. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.05.001.
- [17] 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(7): 618-622. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.07.008.
- [18] Thompson EL, Bird G, Catmur C. Conceptualizing and testing action understanding[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2019, 105: 106-114. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2019.08.002.
- [19] Rizzolatti G, Sinigaglia C. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations[J]. *Nat Rev Neurosci*, 2010, 11(4): 264-274. DOI: 10.1038/nrn2805.
- [20] Wu Y, Evans BG, Adank P. Sensorimotor training modulates automatic imitation of visual speech[J]. *Psychon Bull Rev*, 2019, 26(5): 1711-1718. DOI: 10.3758/s13423-019-01623-8.
- [21] Skipper JL, Goldin-Meadow S, Nusbaum HC, et al. Speech-associated gestures, Broca's area, and the human mirror system[J]. *Brain Lang*, 2007, 101(3): 260-277. DOI: 10.1016/j.bandl.2007.02.008.
- [22] Brunsdon VE, Bradford EE, Smith L, et al. Short-term physical training enhances mirror system activation to action observation[J]. *Soc Neurosci*, 2020, 15(1): 98-107. DOI: 10.1080/17470919.2019.1660708.

(修回日期: 2022-04-05)

(本文编辑: 凌 琛)