

. 论 著 .

神经肌肉电刺激促进颅脑损伤后吞咽功能恢复

向 婷 姚金茜 邵 彬 童春梅 黎华茂

【摘要】目的 探讨神经肌肉电刺激(NMES)对颅脑损伤后吞咽功能障碍的治疗效果。方法 2021 年 6 月至 2022 年 5 月前瞻性收集 60 例颅脑损伤后伴发吞咽功能障碍病人,随机分为对照组($n=30$)和 NMES 组($n=30$)。对照组进行吞咽训练,包括进食训练、吞咽训练、屏气训练及发音训练等;NMES 组在对照组治疗的基础上增加神经肌肉电刺激;疗程均为 4 周。运用洼田饮水试验(KDWT)分级、电视透视吞咽功能检查结合渗透-误吸量表(PAS)评分评估吞咽功能。结果 治疗前,两组 KDWT 分级和 PAS 评分均为统计学差异($P>0.05$)。治疗后 4 周,两组 KDWT 分级明显降低($P<0.05$),PAS 评分明显增高($P<0.05$);而且,NMES 组 KDWT 分级和 PAS 评分均明显优于对照组($P<0.05$)。结论 颅脑损伤后伴发吞咽功能障碍,在积极吞咽训练基础上进行 NMES 治疗显著促进吞咽功能恢复。

【关键词】颅脑损伤;吞咽功能障碍;神经肌肉电刺激;康复

【文章编号】1009-153X(2024)05-0277-03 【文献标志码】A 【中国图书资料分类号】R 651.1*5

Neuromuscular electrical stimulation promotes swallowing function recovery after traumatic brain injury

XIANG Ting, YAO Jin-qian, SHAO Bin, TONG Chun-mei, LI Huao-mao. Department of Rehabilitation Medicine, General Hospital of Central Theater Command, Wuhan 430070, China

【Abstract】Objective To investigate the therapeutic effect of neuromuscular electrical stimulation (NMES) on dysphagia after traumatic brain injury (TBI). Methods Prospective data were collected from 60 patients with dysphagia after TBI from June 2021 to May 2022, and they were randomly divided into control group ($n=30$) and NMES group ($n=30$). The patients in the control group received swallowing training, including eating training, swallowing training, breath-holding training, and speech training. The patients in the NMES group received NMES based on the treatment in the control group. The treatment course was 4 weeks in both groups. The Kubota drinking water test (KDWT) score and the penetration-aspiration scale (PAS) score based on the videofluoroscopic swallowing study were used to assess the swallowing function. Results Before treatment, the KDWT score and the PAS score in the two groups were not statistically significant ($P>0.05$). After 4 weeks of treatment, the KDWT score was significantly decreased and the PAS score was significantly increased in both groups ($P<0.05$). Moreover, the KDWT score and the PAS score in the NMES group were significantly better than those in the control group ($P<0.05$). Conclusion For patients with dysphagia after TBI, NMES treatment based on active swallowing training significantly promotes recovery of swallowing function.

【Key words】Traumatic brain injury; Swallowing function disorder; Neuromuscular electrical stimulation; Rehabilitation

目前,颅脑损伤是全球性的公共卫生问题,是导致人们死亡、残疾的重要原因。据报道,约 51.14% 的颅脑损伤病人遗留不同程度的吞咽功能障碍^[1],可引起误吸、吸入性肺炎和营养障碍等并发症^[2-4]。神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)作为一种传统的治疗方式,能够显著促进吞咽障碍病人的吞咽启动、加强吞咽肌群的肌力、恢复吞咽反射,并通过调控相应大脑皮层兴奋性完成吞咽动作^[5-7]。本文探讨 NMES 治疗颅脑损伤病人伤后吞咽障碍的效果。

1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:①颅脑损伤恢复期病人,生命体征平稳;②符合 ICD-10 中“吞咽障碍”诊断标准;③年龄 40~80 周岁,性别不限;④病程 2 周~1 个月;⑤3 个月内无咽喉部外伤及手术史;⑥签署知情同意书。排除标准:①生命体征不稳定;②合并感染性疾病或肺部感染;③气管插管或气管切开后病人;④合并认知功能障碍、精神疾病。

1.2 研究对象 2021 年 6 月至 2022 年 5 月前瞻性收集符合标准的颅脑损伤后吞咽障碍 60 例,随机分为对照组(30 例)和 NMES 组(30 例),两组病人性别、年龄、病程以及吞咽功能障碍严重度无统计学差异($P>0.05$;表 1)。

1.3 康复方法 两组病人均进行吞咽功能训练,

NMES 组病人在吞咽功能训练基础上增加 NMES 治疗。

1.3.1 吞咽功能训练 进食训练、吞咽训练、屏气训练及发音训练等。各个项目的治疗时间均为 20 min, 1 次/d, 连续 4 周。

1.3.2 NMES 治疗 应用美国立式 5951 电刺激仪(国食药监械(进)字 2010 第 2260749), 刺激强度 5~11 mA, 脉冲频率 30~80 Hz, 双向方波。电极沿颈前部正中中线做垂直排列。通道 1 置于舌骨表面位置, 电极做水平排列状; 通道 2 沿颈部正中中线水平放置于甲状腺上切迹下。根据病人耐受性调整刺激强度, 以引起咽喉部肌肉收缩且无不适感为宜, 电刺激时间 20 min/次, 1 次/d, 连续 4 周。

1.4 评定指标

1.4.1 洼田饮水试验(Kubota drinking water test, KD-WT)^[8] 观察病人吞下 30 ml 温开水所需时间及呛咳情况, 依据评分分为五级: I 级, 0 分, 能够一次性吞咽全部温水且无呛咳; II 级, 1~3 分, 需要分 2 次吞完温水且无呛咳; III 级, 4~6 分, 一次吞咽全部温水但伴有呛咳; IV 级, 7~9 分, 不能 1 次吞完温水且伴呛咳; V 级, 10 分, 频繁呛咳。

1.4.2 电视透视吞咽功能检查(videofluoroscopic swallowing study, VFSS)^[5] 60%硫酸钡混悬液加上增稠剂配置成液体状、蜂蜜状和布丁状等不同浓稠度

的食团, 每种食团按 20 ml 依次给病人喂食, 同时进行 X 线检查, 然后用渗透-误吸量表(penetration-aspiration scale, PAS)^[9]进行半定量分析, 总分为 9 分, 分数越低吞咽障碍越严重。

1.5 统计学方法 采用 Graphpad Prism 8.0 软件进行分析; 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 *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。

2 结果

治疗前, 两组 KDWT 分级和 PAS 评分均为统计学差异(*P* > 0.05, 表 2)。治疗后 4 周, 两组 KDWT 分级明显降低(*P* < 0.05; 表 2), PAS 评分明显增高(*P* < 0.05; 表 2); 而且, NMES 组 KDWT 分级和 PAS 评分均明显优于对照组(*P* < 0.05; 表 2)。

3 讨论

颅脑损伤后吞咽肌群神经功能受损所致的吞咽功能障碍, 可导致营养障碍、误吸、吸入性肺炎等, 严重影响病人的预后。除了病因治疗, 吞咽功能训练通过促进舌肌、咀嚼肌运动, 加强吞咽相关肌群协调性, 可改善病人自主进食能力^[10]。NMES 属于一种低频电刺激, 治疗原理是利用神经细胞的电兴奋性, 通过被动刺激咽喉部的神经末梢传入及吞咽肌肉运动, 改善咽喉部吞咽功能肌群功能, 且不受病人主观

表 1 颅脑损伤伴吞咽障碍病人的基线资料
Table 1 Baseline data of patients with traumatic brain injury associated with swallowing disorders

基线资料	对照组	NMES 组	统计值	<i>P</i> 值
性别(例)			$\chi^2=0.069$	0.793
男性	17(56.7%)	18(60.0%)		
女性	13(43.3%)	12(40.0%)		
年龄(岁)	62.6±1.8	63.6±2.1	<i>t</i> =1.012	0.536
病程(d)	30.0±2.2	31.7±2.1	<i>t</i> =0.985	0.652

注: 对照组进行吞咽训练, 包括进食训练、吞咽训练、屏气训练及发音训练等; NMES 组在对照组治疗的基础上增加神经肌肉电刺激; 疗程均为 4 周; NMES. 神经肌肉电刺激

表 2 两组颅脑损伤伴吞咽障碍病人治疗前后 KDWT 分级和 PAS 评分的比较
Table 2 Comparison of KDWT grade and PAS score of patients with traumatic brain injury associated with swallowing disorders

组别	洼田饮水试验分级				PAS 评分			
	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	3.40±0.50	1.80±0.61	4.526	<0.001	5.03±1.03	6.23±0.82	2.574	0.025
NMES 组	3.37±0.49	1.50±0.51*	4.896	<0.001	4.83±0.99	7.23±0.90*	3.053	0.003

注: 对照组进行吞咽训练, 包括进食训练、吞咽训练、屏气训练及发音训练等; NMES 组在对照组治疗的基础上增加神经肌肉电刺激; 疗程均为 4 周; NMES. 神经肌肉电刺激; *. 与对照组相应值比较, *t*=2.115, *P*=0.045; #. 与对照组相应值比较, *t*=2.256, *P*=0.016

能动性影响;作用机制可能与神经肌肉电刺激同时刺激了运动神经纤维和传入感觉神经纤维,二者同时促进了大脑的可塑变化。本文结果显示 NMES 治疗显著促进颅脑损伤后吞咽障碍恢复。其机制可能是:NMES 可以刺激口腔和喉部的肌肉,使其产生收缩反应,提高肌肉力量和收缩能力,从而改善吞咽效率;同时, NMES 可以刺激喉部底部和食管口附近的肌肉,促进下咽运动,增强咽喉肌肉协调性,从而改善吞咽功能;再者, NMES 可以促进受损神经的再生和修复,加速神经信号传导速度,从而提高吞咽功能。另外, NMES 通过预设程序合理刺激咽肌,激活咽部、舌肌、面颊部肌肉,诱导肌肉运动并模拟正常运动模式的同时,生理强度的电流通过外周神经传入刺激大脑吞咽功能脑区,促进神经系统相关区域功能重建,改善病人吞咽功能^[11]。

总之,在积极吞咽训练基础上进行 NMES 治疗显著促进颅脑损伤伴发吞咽功能障碍的功能恢复。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2023 年 8 月 4 日经中国人民解放军中部战区总医院医学伦理委员会审批,批号为[2023]052-01。

【利益冲突声明】:本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】:向婷负责收集病例资料、撰写文章;姚金茜负责收集病例资料、康复治疗;邵彬负责康复评估、数据分析;童春梅负责康复治疗、康复评估;黎华茂负责课题设计。

【参考文献】

[1] ZHANG M, LI C, ZHANG F, *et al.* Prevalence of dysphagia in China: an epidemiological survey of 5943 participants [J]. *Dysphagia*, 2021, 36(3): 339-350.

[2] BAIJENS L W, CLAVÉ P, CRAS P, *et al.* European Society for Swallowing Disorders-European Union Geriatric Medicine Society white paper: oropharyngeal dysphagia as a geriatric syndrome [J]. *Clin Interv Aging*, 2016, 11: 1403-1428.

[3] CHEN S, CUI Y, DING Y, *et al.* Prevalence and risk factors of dysphagia among nursing home residents in eastern China: a cross-sectional study [J]. *BMC Geriatrics*, 2020, 20(1): 352.

[4] ELTRINGHAM SA, KILNER K, GEE M, *et al.* Impact of dysphagia assessment and management on risk of stroke-associated pneumonia: a systematic review [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2018, 46(3-4): 99-107.

[5] ZHANG YW, DOU ZL, ZHAO F, *et al.* Neuromuscular electrical stimulation improves swallowing initiation in patients with post-stroke dysphagia [J]. *Front Neurosci*, 2022, 16: 1-10.

[6] ALAMER A, MELESE H, NIGUSSIE F. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation on post-stroke dysphagia: a systematic review of randomized controlled trials [J]. *Clin Int Aging*, 2020, 15: 1521-1531.

[7] SIMONELLI M, RUOPPOLO G, IOSA M, *et al.* A stimulus for eating: the use of neuromuscular transcutaneous electrical stimulation in patients affected by severe dysphagia after subacute stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. *NeuroRehabilitation*, 2019, 44(1): 103-110.

[8] OSAWA A, MAESHIMA S, TANAHASHI N. Water-swallowing test: screening for aspiration in stroke patients [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2013, 35(3): 276-281.

[9] ROSENBEC JC, ROBBINS JA, ROECKER EB, *et al.* A penetration-aspiration scale [J]. *Dysphagia*, 1996, 11(2): 93-98.

[10] ZHOU FN, ZHANG ZK, XU LY, *et al.* Observation on the effect of tongue pressure resistance feedback training in the treatment of oropharyngeal dysphagia after stroke [J]. *Chongqing Med*, 2020, 49(18): 3070-3073.

卓飞男, 张中凯, 徐乐义, 等. 舌压抗阻反馈训练治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. *重庆医学*, 2020, 49(18): 3070-3073.

[11] JIANG Z, WANG YP, GUO CC. The therapeutic effects of neuromuscular electric stimulation on patients with swallowing disorders after stroke [J]. *Chin J Phys Med Rehabil*, 2012, 34(5): 357-360.

姜 昭, 王亚平, 郭承承. 神经肌肉电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34(5): 357-360.

(2023-03-29 收稿, 2024-01-02 修回)



(上接第 276 页)

[8] ZAIDAT OO, HANEL RA, SAUVAGEAU EA, *et al.* Pivotal trial of the neuroform atlas stent for treatment of anterior circulation aneurysms: one-year outcomes [J]. *Stroke*, 2020, 51(7): 2087-2094.

[9] TEN BRINCK M, DE VRIES J, BARTELS R, *et al.* Neuroform atlas stent-assisted coiling: preliminary results [J]. *Neurosurgery*, 2019,

84(1): 179-189.

[10] PRANATA R, YONAS E, DEKA H, *et al.* Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms using a nitinol-based stent (neuroform atlas): a systematic review and meta-analysis [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2020, 43(7): 1049-1061.

(2022-11-28 收稿, 2024-01-12 修回)