

· 综述 ·

神经肌肉电刺激治疗脑卒中后咽期吞咽障碍的研究进展

杨涓 冯珍

神经肌肉电刺激 (neuromuscular electrical stimulation, NMES) 是低频电治疗中的一种, NMES 可通过刺激神经纤维激活运动神经元、促进肌肉收缩, 从而使瘫痪肌肉恢复功能。随着临床对脑卒中后咽期障碍机制认识的不断深入, NMES 在脑卒中后咽期障碍治疗中的应用越来越广泛。本文将相关研究进展综述如下。

咽期吞咽障碍概述及发病机制

吞咽障碍是指由于下颌、双唇、舌、软腭、咽喉、食道括约肌和食道功能受损所致的进食障碍。机体正常的吞咽过程包括口腔期、咽期及食道期, 咽期过程是指吞咽时, 软腭、咽部及食管等处的感受器受到食物刺激, 产生冲动传入延髓中枢, 再向咽喉、食管等部位发出指令, 引起喉舌复合体向前、向上运动, 同时咽缩肌群收缩推动食物, 食管括约肌松弛, 食物进入食管^[1-6]。Jean 等^[7]报道了吞咽过程的脑干、神经网络及细胞调控机制。当发生脑卒中后, 这一调控机制通常受损, 可导致咽期吞咽障碍, 患者主要表现包括: 吞咽时间延长, 吞咽反射延迟或缺失, 喉关闭不良导致进食时呛咳或气梗、误吸, 吞咽后食物滞留咽部, 咽肌无力致喉上抬延迟或减弱, 环咽肌开放差等^[8-9]; 而喉上抬减弱、延迟的吞咽障碍患者较容易发生误吸, 从而增加其死亡概率^[10]。

NMES 治疗咽期吞咽障碍的相关机制

目前研究发现, 脑卒中后中枢神经系统具有很强的可塑性及功能重组能力, 往往可通过反复训练获得功能改善, 这为脑卒中后咽期障碍患者吞咽功能恢复提供了理论可行性。NMES 治疗脑卒中后咽期吞咽障碍患者的机制主要有两方面, 即刺激感觉通路及诱发肌肉收缩^[11]。一方面反复的神经肌肉电刺激可引起机体感觉和运动效应, 早期通过感觉器官刺激, 并经舌咽、三叉、迷走等神经反射输入, 促进受损侧残留的前运动神经元与延髓对侧中枢建立起新的神经联系及通路, 承担受损脑区吞咽功能, 从而加速神经功能重组及吞咽功能恢复。Wei 等^[12]研究还发现, NMES 能提高脑内脑源性神经营养因子表达, 有助于神经生长。另一方面, NMES 作用于患者咽部咽肌, 可募集 II 型肌纤维收缩, 引起咽肌运动、喉舌复合体上抬, 从而改善吞咽功能^[13-14]。有多项关于 NMES 治疗吞咽障碍的研究证实, 采用预设特定刺激程序的电流刺激咽肌群, 可改善患者喉上抬幅度及环咽肌开放程度、协调性, 减少误吸, 进而改善吞咽功能^[15-27]。

NMES 治疗咽期吞咽障碍的方法

一、NMES 治疗咽期吞咽障碍的电极放置方法

咽期吞咽活动涉及一系列肌肉收缩动作, 首先是下颌舌骨肌收缩, 然后依次为二腹肌、翼状肌、颊舌肌、颊舌骨肌、茎突舌骨肌、茎突舌肌、后舌肌、咽上缩肌、腭舌肌和腭咽肌收缩^[27]。颊舌骨肌、下颌舌骨肌、二腹肌前腹等舌骨上肌群收缩时牵拉舌骨向上、颞向下运动, 即喉上抬运动; 甲状舌骨肌及覆盖其上的胸骨舌骨肌、胸骨甲状肌、肩胛舌骨肌等舌骨下肌群收缩时使喉舌复合体向胸骨方向运动, 即喉下降运动^[28]。

NMES 治疗脑卒中后咽期吞咽障碍时, 其电极片放置部位十分重要, 电极片放置部位不同可导致不同作用。Burnett 等^[29]通过对比观察电刺激 15 例健康人甲状舌骨肌、下颌舌骨肌、颊舌骨肌引发的喉上抬及吞咽速度变化, 发现在休息状态下, 刺激单侧吞咽肌 (即单侧甲状舌骨肌、下颌舌骨肌、颊舌骨肌) 可使喉上抬幅度提升 30%、吞咽速度增快 50%; 而刺激双侧吞咽肌 (即双侧甲状舌骨肌、下颌舌骨肌、颊舌骨肌) 可使喉上抬幅度提升 50%、吞咽速度增快 80%, 提示 NMES 刺激单侧或双侧吞咽肌均有助于改善喉上抬减弱或延迟, 尤其以刺激双侧吞咽肌时的改善作用较显著。

Humbert 等^[30]对 29 例健康人不同部位电刺激引起的喉舌复合体运动进行观察, 结果发现当电极片置于舌骨上区时, 电刺激不会引起喉舌复合体下降; 当电极片置于舌骨下区或舌骨上、下区同时进行电刺激时, 受试者在休息状态及吞咽 5 ml 液体时其喉舌复合体均出现下降; Ludlow 等^[28]将电极片置于脑卒中患者甲状软骨两侧甲状舌骨肌表面进行电刺激, 同时在 X 线造影下观察患者吞咽 5 ml 液体过程中的舌骨运动情况, 结果显示在吞咽时进行电刺激, 喉向下运动对喉舌复合体上抬动作产生持续抵抗力, 另一方面电刺激诱发的喉舌复合体向下运动容易引起食物渗入/误吸; 在休息状态下电刺激舌骨下肌诱发的运动更不可能加强喉舌复合体上抬; 而 Nam 等^[31]应用两种不同电极放置方法对脑卒中后咽期障碍患者进行 NMES 治疗, 一组为舌骨上刺激组, 将 2 对电极均置于颏下区, 一个置于下颌角及颏中点位置, 另一个置于颏与舌骨角中点, 同侧 2 个电极为 1 对, 另一对电极置于对侧相同部位; 另一组为舌骨下刺激组, 其中一对电极置于舌骨角上的舌骨上肌, 另一对电极置于舌骨下中线的舌骨下肌, 治疗后经评估发现, 2 组患者喉舌前移距离、喉舌前移速度及喉上抬幅度均较治疗前明显改善, 且 2 组间疗效差异无统计学意义 ($P > 0.05$); Leelamanit 等^[32]研究也提示, 在吞咽时给予同步肌肉电刺激引起的喉下降可改善吞咽障碍患者吞咽功能。结合 Nam、Humbert、Ludlow 和 Leelamanit 的研究结果可知, 吞咽时同步肌肉电刺激引起的喉下降可能是一种有效促进喉部肌肉上抬的抗阻训练方法。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.03.020

作者单位: 341000 赣州, 南昌大学附属赣州医院康复医学科 (杨涓); 南昌大学第一附属医院康复医学科 (冯珍)

通信作者: 冯珍, Email: Fengzhenly@sina.com

二、NMES 治疗咽期吞咽障碍的电流参数选择

NMES 治疗的基本参数包括电刺激强度、频率、波型、波宽、刺激时间及间隔时间等。不同参数电刺激所产生的疗效存在较大差异,因此临床治疗时对于 NMES 的治疗参数选择极为重要。目前国内、外采用 NMES 治疗吞咽障碍的治疗参数尚未统一,如电刺激频率从 0.2 ~ 120 Hz、治疗时间从 5 min ~ 4 h、治疗频度从 1 次/日 ~ 2 次/日均有文献报道。

Lee 等^[18]对 31 例脑卒中致吞咽障碍患者于发病后第 10 天进行 NMES 治疗,采用的治疗参数如下:电刺激频率 80 Hz、双向方波、脉宽 700 μ s、以患者刚刚不能耐受或出现疼痛时的刺激强度为限,每日治疗 1 次,每次治疗 30 min,每周治疗 5 次,经 3 周治疗后发现患者功能性经口摄入量表(functional oral intake scale, FOIS)评分明显提高、吞咽协调性显著改善。Nam 等^[31]采用同样参数的电刺激对脑卒中后吞咽障碍患者进行治疗,发现患者喉舌前移距离、喉舌前移速度和喉上抬幅度均较治疗前显著改善;Permsirivanich 等^[19]也得出相同结果。Sun 等^[25]采用同样参数的电刺激对 32 例脑卒中后中度至重度吞咽障碍患者进行治疗,每次治疗 1 h,每周治疗 5 次,于治疗半年及 2 年后评估疗效,发现患者 FOIS 评分、吞咽困难程度及吞咽感觉均较治疗前明显改善。Kushner 等^[24]采用 NMES 治疗急性脑卒中后吞咽障碍患者,其电刺激频率 5 ~ 120 Hz,脉宽 100 ~ 300 μ s(对于颈部脂肪较厚的患者,其电刺激频率为 120 Hz、脉宽为 100 μ s),逐渐增加电刺激强度直至达到患者能耐受的最大值(25 mA/500 V),每日治疗 1 次,每次治疗 1 h,当疗程结束后发现治疗组 65 例患者中,共有 30 例(占 46%)患者其 FOIS 评分较治疗前明显提高,吞咽障碍程度轻微或吞咽功能基本恢复正常,而对照组 27 例患者中仅有 7 例(占 26%)恢复吞咽功能;患者在接受高电压电刺激过程中,未出现喉痉挛、烧伤、心率不齐、低血压、声门关闭等副反应,提示安全性较好。Terré 等^[15]采用 NMES 治疗脑卒中后吞咽障碍患者,其电刺激频率为 80 Hz,脉宽为 300 μ s,电流强度为 6.6 ~ 16.7 mA(平均 12.5 mA),每次治疗 45 min,每周治疗 5 次,治疗 20 次后评估疗效,发现患者吞咽功能较治疗前明显改善。国内赵健乐等^[33]采用 3 种参数(3 组患者均采用双向方波,电刺激强度为 5 ~ 11 mA,其中 A 组:波宽 700 ms、脉冲间歇 2 s、电刺激频率 0.19 Hz;B 组:波宽 700 ms、脉冲间歇 1 s、电刺激频率为 0.29 Hz;C 组:波宽 340 ms、脉冲间歇 400 ms、电刺激频率为 0.68 Hz)NMES 治疗脑损伤后吞咽障碍患者,发现上述 3 种参数的电刺激对脑损伤后引起的吞咽障碍均有一定疗效,并以采用 0.19 Hz NMES 的 A 组患者疗效较佳。另外还有研究发现,NMES 治疗吞咽障碍的疗效不仅与电刺激频率、强度、治疗时间等因素相关,而且与刺激过程中患者是否主动进行吞咽活动具有密切联系^[34-35],这也是临床治疗中需要关注的重要问题。

结 语

NMES 是一种安全、有效的治疗脑卒中后吞咽障碍的方法,尤其对咽期吞咽障碍的改善作用较显著;由于机体吞咽相关肌肉均为较小肌肉且相互叠加,故在进行 NMES 治疗时电极放置位置无法精确到每块肌肉,亦无法精确评估目标肌肉电刺激强度。目前关于 NMES 治疗参数的选择还存在一定争议和盲目性,大多数研究只针对其中一、两项参数(如电刺激频率、刺激

波型、刺激/间歇时间等)进行观察,其研究方式及评估方法亦不尽相同,无法进行系统横向及纵向对比,这些都将是后续研究需要完善的重要内容。

参 考 文 献

- [1] Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, et al. Opening mechanisms of the human upper esophageal sphincter[J]. Am J Physiol, 1989, 257(5): 748-759.
- [2] Kahrilas PJ, Dodds WJ, Dent J, et al. Upper esophageal sphincter function during deglutition[J]. Gastroenterology, 1988, 95(1): 52-62.
- [3] Asoh R, Goyal RK. Manometry and electromyography of the upper esophageal sphincter in the opossum[J]. Gastroenterology, 1978, 74(3): 514-520.
- [4] Palmer JB, Tanaka E, Siebens AA. Electromyography of the pharyngeal musculature: technical considerations[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1989, 70(4): 283-287.
- [5] Shipp T, Deatsch WW, Robertson K. Pharyngoesophageal muscle activity during swallowing in man[J]. Laryngoscope, 1970, 80(1): 1-16.
- [6] Ekberg O. The normal movements of the hyoid bone during swallow[J]. Invest Radiol, 1986, 21(5): 408-410.
- [7] Jean A. Brain stem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms[J]. Physiol Rev, 2001, 81(2): 929-969.
- [8] Singh S, Hamdy S. Dysphagia in stroke patients[J]. Postgrad Med J, 2006, 82(968): 383-391.
- [9] 窦祖林. 吞咽障碍评估与治疗[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 43-63.
- [10] Bülow M, Olsson R, Ekberg O. Do dysphagic patients with an absent pharyngeal swallow have a shorter survival than dysphagic patients with pharyngeal swallow? Prognostic importance of a therapeutic videoradiographic swallowing study (TVSS)[J]. Acta Radiol, 2005, 46(2): 126-131.
- [11] Clark H, Lazarus C, Arvedson J, et al. Evidence-based systematic review: effects of neuromuscular electrical stimulation on swallowing and neural activation[J]. Am J Speech Lang Pathol, 2009, 18(4): 361-375.
- [12] Wei G, Huang Y, Wu G, et al. Regulation of glial cell line-derived neurotrophic factor expression by electroacupuncture after transient focal cerebral ischemia[J]. Acupunct Electrother Res, 2000, 25(2): 81-90.
- [13] Sheffler LR, Chae J. Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation[J]. Muscle Nerve, 2007, 35(5): 562-590.
- [14] Lake DA. Neuromuscular electrical stimulation. An overview and its application in the treatment of sports injuries[J]. Sports Med, 1992, 13(5): 320-336.
- [15] Terré R, Martinell M, González B, et al. Treatment of oropharyngeal dysphagia with neuromuscular electrostimulation[J]. Med Clin, 2013, 140(4): 157-160.
- [16] Humbert IA, Poletto CJ, Saxon KG, et al. The effect of surface electrical stimulation on vocal fold position[J]. Laryngoscope, 2008, 118(1): 14-19.
- [17] Power M, Fraser C, Hobson A, et al. Changes in pharyngeal corticobulbar excitability and swallowing behavior after oral stimulation[J]. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 2004, 286(1): 45-50.
- [18] Lee KW, Kim SB, Lee JH, et al. The effect of early neuromuscular electrical stimulation therapy in acute/subacute ischemic stroke patients with dysphagia[J]. Ann Rehabil Med, 2014, 38(2): 153-159.

- [19] Permsirivanich W, Tipchatyotin S, Wongchai M, et al. Comparing the effects of rehabilitation swallowing therapy vs neuromuscular electrical stimulation therapy among stroke patients with persistent pharyngeal dysphagia: a randomized controlled study[J]. J Med Assoc Thai, 2009, 92(2): 259-265.
- [20] Bülow M, Speyer R, Baijens L, et al. Neuromuscular electrical stimulation (NMES) in stroke patients with oral and pharyngeal dysfunction[J]. Dysphagia, 2008, 23(3): 302-309.
- [21] Freed ML, Freed L, Chatburn RL, et al. Electrical stimulation for swallowing disorders caused by stroke[J]. Respir Care, 2001, 46(5): 466-474.
- [22] 陆敏, 孟玲, 彭军. 神经肌肉电刺激疗法与电针治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效对比研究[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(2): 135-138.
- [23] Lim KB, Lee HJ, Lim SS, et al. Neuromuscular electrical and thermal-tactile stimulation for dysphagia caused by stroke: a randomized controlled trial[J]. J Rehabil Med, 2009, 41(3): 174-178.
- [24] Kushner DS, Peters K, Eroglu ST, et al. Neuromuscular electrical stimulation efficacy in acute stroke feeding tube-dependent dysphagia during inpatient rehabilitation[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2013, 92(6): 486-495.
- [25] Sun SF, Hsu CW, Lin HS, et al. Combined neuromuscular electrical stimulation (NMES) with fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES) and traditional swallowing rehabilitation in the treatment of stroke-related dysphagia[J]. Dysphagia, 2013, 28(4): 557-566.
- [26] 杨初燕, 冯珍, 于国华. 脑干卒中后吞咽障碍的康复治疗[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2009, 31(12): 863.
- [27] Shaw GY, Sechtem PR, Searl J, et al. Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation (VitalStim) curative therapy for severe dysphagia: myth or reality[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2007, 116(1): 36-44.
- [28] Ludlow CL, Humbert I, Saxon K, et al. Effects of surface electrical stimulation both at rest and during swallowing in chronic pharyngeal dysphagia[J]. Dysphagia, 2007, 22(1): 1-10.
- [29] Burnett TA, Mann EA, Cornell SA, et al. Laryngeal elevation achieved by neuromuscular stimulation at rest[J]. J Appl Physiol, 2003, 94(1): 128-134.
- [30] Humbert IA, Poletto CJ, Saxon KG, et al. The effect of surface electrical stimulation on hyolaryngeal movement in normal individuals at rest and during swallowing[J]. J Appl Physiol, 2006, 101(6): 1657-1663.
- [31] Nam HS, Beom J, Oh BM, et al. Kinematic effects of hyolaryngeal electrical stimulation therapy on hyoid excursion and laryngeal elevation[J]. Dysphagia, 2013, 28(4): 548-556.
- [32] Leelamanit V, Limsakul C, Geater A. Synchronized electrical stimulation in treating pharyngeal dysphagia[J]. Laryngoscope, 2002, 112(12): 2204-2210.
- [33] 赵健乐, 程娟花, 牛森林. 神经肌肉电刺激治疗脑损伤后吞咽障碍的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(11): 818-820.
- [34] Suiter DM, Leder SB, Ruark JL. Effects of neuromuscular electrical stimulation on submental muscle activity[J]. Dysphagia, 2006, 21(1): 56-60.
- [35] Doeltgen SH, Dalrymple-Alford J, Ridding MC, et al. Differential effects of neuromuscular electrical stimulation parameters on submental motor-evoked potentials[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2010, 24(6): 519-527.

(修回日期: 2015-01-13)
(本文编辑: 易 浩)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对参考文献的有关要求

执行 GB/T 7714-2005《文后参考文献著录规则》。采用顺序编码制著录, 依照其在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字标出, 并将序号置于方括号中, 排列于文后。内部刊物、未发表资料(不包括已被接受的待发表资料)、个人通信等请勿作为文献引用。日文汉字请按日文规定书写, 勿与我国汉字及简化字混淆。同一文献作者不超过 3 人全部著录; 超过 3 人只著录前 3 人, 后依文种加表示“等”。作者姓名一律姓氏在前、名字在后, 外国人的名字采用首字母缩写形式, 缩写名后不加缩写点; 不同作者姓名之间用“,” 隔开, 不用“和”、“and”等连词。题名后请标注文献类型标志。文献类型标志代码参照 GB 3469-1983《文献类型与文献载体代码》。外文期刊名称用缩写, 可以采用国际医学期刊编辑委员会推荐的 NLM's Citing Medicine (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256>) 中的格式。中文期刊用全名。示例如下。

- [1] 陈登原. 国史旧闻[M]. 北京: 中华书局, 2000: 29.
- [2] 胡永善. 运动功能评定//王茂斌. 康复医学[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 67-78.
- [3] 蔡伟森, 吴毅, 吴军发, 等. 健康成年人手部主动及被动运动时大脑功能区的功能性磁共振成像研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2011, 33(1): 20-24.
- [4] Rehme AK, Fink GR, von Cramon DY, et al. The role of the contralesional motor cortex for motor recovery in the early days after stroke assessed with longitudinal fMRI[J]. Cereb Cortex, 2011, 21(4): 756-768.
- [5] 余建斌. 我们的科技一直在追赶; 访中国工程院院长周济[N/OL]. 人民日报, 2013-01-12(2). [2013-03-20]. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2013-01/12/nw.D110000renmrb_20130112_5-02.htm.