

脉冲电刺激在脑卒中吞咽障碍治疗中的研究进展

王鹏¹, 王学新², 王亚楠³, 李金霞¹

【关键词】 脑卒中; 吞咽障碍; 脉冲电刺激

【中图分类号】 R49; R743.3 【DOI】 10.3870/zgkf.2019.08.013

随着人口的不断老龄化,脑卒中的发病率逐年上升,目前是我国致残率第一的疾病^[1]。吞咽障碍是脑卒中患者常见症状之一,我国脑卒中患者中发生吞咽障碍者恢复期达56.3%^[2]。吞咽障碍可导致营养不良^[3]、吸入性肺炎等继发疾病^[4],以及抑郁、社交障碍等精神心理症状^[5],严重影响卒中后患者后期康复及生存质量,重者甚至危及患者生命。吞咽过程有多组神经及肌肉参与,包括:三叉神经支配的下颌舌骨肌、颞肌、咬肌、翼内肌、翼外肌、二腹肌前腹、颊舌肌,副神经支配的腭舌肌,脊髓颈段支配的肩胛舌骨肌、胸骨舌骨肌,舌下神经支配的甲状舌骨肌、舌骨舌肌、大部分舌内肌,面神经支配的茎突舌骨肌、二腹肌后腹、口轮匝肌,迷走神经支配的喉内肌、腭帆提肌、腭舌肌、咽肌。脉冲电刺激包括低频电刺激和中频电刺激作为安全方便易操作的治疗手段,已广泛应用于卒中后吞咽障碍的治疗,并且取得了不错的治疗效果^[6],现将其研究进展综述如下。

1 低频脉冲电刺激

无论是功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)、经皮电神经刺激法(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)或是神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)本质上都是利用低频脉冲电流刺激失去神经控制的肌肉神经接头,使肌肉收缩,一方面锻炼强化肌肉防止萎缩,促进肌肉功能的恢复和重建;同时电信号以及动作信号可上行传入上运动神经元,促进皮质水平功能重组。临床应用当中,低频电刺激的输出频率、强度以及刺激部位直接影响着临床治疗的效果。

1.1 输出频率 医学上我们将0~1kHz的交流电刺激作为低频脉冲电刺激,在此范围内,不同频率的电刺

激对卒中吞咽障碍治疗效果不尽相同。临床中常将为0~100Hz作为治疗吞咽障碍输出频率,输出频率过高会导致发生强直收缩、组织损伤或带来不适感,过低输出频率通常难以达到治疗效果。刘敏等^[7]使用吞咽言语治疗仪(德国产Physiomed2 Expert型)分别采用了20、40、和80Hz不同频率的低频电刺激,并分别对不同吞咽期吞咽障碍患者采用不同的电极板放置部位,对120例脑卒中后吞咽障碍患者进行了治疗后效果的对比,结果表明神经肌肉电刺激治疗卒中后吞咽障碍效果确切,且使用输出频率为80Hz时治疗效果最佳。朝浩等^[8]将90例脑卒中吞咽障碍患者随机分为3组各30例,分别在基础吞咽功能训练上采用Vo. castim-Master型费兹曼吞咽言语治疗仪将电极贴置于双侧咬肌加以20、40、80Hz低频电刺激,结果显示治疗1个月后80Hz组的总有效率最高。亦有张立志等^[9]将60例卒中吞咽障碍患者随机分为2Hz组与100Hz组,每组30例,2组均行常规吞咽功能治疗并分别加以针灸电针,电针采用连续波,频率分别为2Hz、100Hz,每日1次,每次留30min,连续治疗14d。结果显示电针治疗后,2组患者口腔期通过时间、咽期延迟时间、咽期通过时间、洼田饮水试验分级、SSA评分均较治疗前下降,且2Hz组优于80Hz组,低频组与高频组的总有效率分别为93.3%、66.7%,差异有统计学意义。相矛盾的结果也许是由于应用电极贴和电针的差异造成,也不排除因为试验样本量的局限性以及试验频率分组不够细化形成不同结果。并且电极贴放置部位与试验结果是否相关,对于不同肌群也许有不同的最佳输出频率存在治疗效果的差异,研究中鲜有关注。另外,大多数学者的研究中普遍将舌骨上抬作为观察及衡量吞咽障碍的标准,而舌骨的下移在吞咽过程中的意义的研究却被忽略,对于舌骨下肌群的刺激对吞咽功能障碍的促进与否也需要进一步的研究与探讨。

1.2 刺激强度 可用于吞咽治疗的低频脉冲电治疗仪的输出电流强度一般为0.1~10mA,而强度选择上大多数学者以患者主观感受为主,一般为患者自身可感到肌肉收缩或患者可耐受最大强度^[10-14]。通常认为,越大的电流刺激强度能诱发尽可能大的肌肉收缩

收稿日期:2019-01-21

作者单位:1. 滨州医学院,山东 滨州 264033;2. 烟台毓璜顶医院,山东烟台 264000;3. 潍坊医学院,山东 潍坊 261042

作者简介:王鹏(1994-),男,硕士研究生,主要从事脑卒中康复方面的研究。

通讯作者:王学新,18905356189@163.com

来改善吞咽肌群的功能。张京等^[15]研究了采取不同强度低频电刺激对卒中后吞咽障碍患者脑血流灌注的影响,将 35 例发生吞咽障碍的急性缺血性卒中患者随机分为 4 组,分别以 0、3、5、7、9mA 的电流强度以电极贴对其甲状软骨部位吞咽肌进行电刺激,在治疗 2h 后应用彩色超声经颅多普勒血管检查仪对颅内血管血流参数进行即时测量。研究数据表明吞咽相关肌群低频电刺激可以增强延髓及部分高级中枢的脑血流,进而使延髓吞咽初级中枢和脑的皮质中枢兴奋性增强,从而达到神经中枢对吞咽动作的控制并从而改善吞咽功能,并且脑血流速度的改变与刺激的强度成正相关。同样在其他学者的研究中^[16-17],通常以患者能够耐受最大电流强度作为治疗时输出电流强度,更大的电流强度可以兴奋更多的神经肌肉接头,引起更强的肌肉收缩,从而带来更加有效的吞咽肌群的锻炼以及神经通路的重建。也有不同的结果,杨娜等^[18]使用 PHYSIOMED vocaSTIM-Master 治疗仪,将 90 例卒中后吞咽障碍患者随机分为 3 组,在给予常规康复治疗同时分别给予 $<3\text{mA}$ 、 $3\sim 6\text{mA}$ 、 $>6\text{mA}$ 的低频电刺激咽部吞咽肌群,经治疗 60d 后,有效率分别为 43.33%、96.67%、36.67%, $3\sim 6\text{mA}$ 组吞咽功能恢复效果远高出其余 2 组。关于治疗强度对治疗效果的影响,或许并不是单纯的正相关,而是存在一定的窗口范围内的正相关。

1.3 刺激部位 通常在研究吞咽功能时,我们除了使用吞咽量表或吞咽造影直接观察食团咽下过程之外,我们最常观察的是吞咽时舌骨的情况,舌骨是吞咽复合运动中重要的参与者,正常的吞咽舌骨会有向前向上的移动,它是多组吞咽肌群的联动者^[19],所以舌骨上下部位的电刺激对吞咽的影响效果是学者研究时注意到的重点。Meng 等^[20]将 30 例卒中后吞咽障碍患者随机分为治疗组 A、治疗组 B 和对照组。3 组患者均接受传统吞咽困难治疗和其他一般康复治疗,如物理治疗和职业治疗作为基础治疗项目。此外, A 组刺激电极置于舌骨上区域皮肤, B 组患者颈部舌骨上与舌骨下区域同时放置刺激电极,分别应用表面神经肌肉电刺激治疗。所有患者均在治疗前和治疗后 2 周接受电视透视下吞咽研究(VFSS),测量吞咽半流质食物时上咽复合体向上侧和前侧的位移。结果显示 3 组治疗后吞水试验、反复唾液吞咽试验、吞咽困难结局和严重度评分均有改善。A 组与 B 组的治疗后饮水试验评价结果分别为 2.40 ± 1.26 和 2.10 ± 0.99 ,反复唾液吞咽试验分别为 5.30 ± 1.89 和 5.20 ± 1.69 ,吞咽困难结局与严重度评分分别为 5.20 ± 1.40 和 5.10 ± 1.45 。与对照组相比,3 个量表治疗后的评价结果 A 组和 B

组均有显著性差异,而 A、B 两组组间差异无显著性意义。然而,在 VFSS 下观察结果显示舌骨上区电刺激对于改善舌骨前移的距离优于舌骨上下部同时电刺激组。有 Humbert 等^[21]研究了 10 种不同的电极放置位置对正常成年人的吞咽运动的影响,观察发现舌骨上下同时刺激与舌骨下刺激时,舌骨的上抬受限,而单纯舌骨上的电刺激则明显有助于舌骨的上抬。近年来,直接对咽部粘膜电刺激(pharyngeal electrical stimulation, PES)也被用于吞咽障碍的治疗,可通过增加皮质球棒的兴奋性和诱导吞咽运动皮质的皮质重组改善吞咽功能,疗效肯定^[22]。Domenico 等^[23]使用导管装置使 PES 经鼻引入咽部,使临床医生能够直接刺激咽部。PES 刺激部位为咽后壁及双侧腭弓粘膜,输出频率常选择 5Hz^[24-26],治疗目的以增强咽部粘膜作为感受器的上传感觉通路敏感性为主。Dziewas 等^[27]对 69 例卒中后神经源性吞咽困难气管切开患者随机分为两组,治疗组 35 例,对照组 34 例。2 组患者都插入了刺激导管,对照组通过将咽电刺激基站连接到模拟器盒而不是普通导管来应用假治疗。主要观察结果为治疗后 24~72h 是否可以准备拔管,使用纤维内窥镜评估吞咽功能,并根据标准化方案包括有无大量唾液汇集、是否存在 1 个或多个自发性吞咽评估治疗效果。研究结果为在脑卒中患者和随后气管切开患者中,治疗组准备拔管的患者比例为 49%(17/35),观察组为 9%(3/34),PES 显著增加了准备拔管的患者的比例。Muhle 等^[28]对 23 例因严重或持续吞咽困难而不能拔管的气管切开卒中患者进行 PES 治疗,每天 10min,连续治疗 3d。如果初始治疗失败,提供重复刺激周期。结果:61%的参与者在第一次治疗周期后拔管,且拔管成功中 79%患者唾液中 P 物质水平升高,未成功拔管者 89%P 物质水平降低,P 物质是一种神经肽,可能作为神经递质在咽粘膜中增强吞咽和咳嗽反射,说明 PES 的生理机制可能包括恢复感觉反馈。

2 中频脉冲电刺激

中频电刺激对肌肉及神经的刺激虽不及低频电明显,但由于颈部皮下脂肪较厚,吞咽肌群错综复杂,相比较低频电而言中频电刺激具有深穿透力的特点使更深部肌肉得到刺激,且在使目标肌肉收缩的同时带来的不适感明显低于低频脉冲电刺激,因此中频电刺激对卒中后吞咽障碍也有明显的治疗效果。输出频率常用 4kHz,在输出强度选择上同样一般以产生肌肉收缩并不产生不适感。Michael 等^[29]对健康人进行了低频及中频电刺激试验,结果发现中频电刺激组舌骨上抬优于低频组,但由于实验对象并非卒中后吞咽障碍患者,

只能肯定的证明中频电有助于舌骨的抬高。张光伟等^[30]对80例缺血性脑卒中后吞咽障碍患者进行了临床对比,治疗组采用K824型中频治疗仪,将电极分别贴于双侧甲状软骨旁及与下颌缘间的皮肤,根据患者可耐受强度调节电流强度,每日1次,每次治疗20 min;对照组给予常规吞咽康复训练,均接受治疗1个月。结果显示治疗组治愈率为35%,总有效率为90%,均优于对照组。吴雪影等^[31]对102名脑卒中后吞咽障碍患者进行了治疗观察,治疗组选用K824型脑中频治疗仪连接橡胶电极片置于患者双侧甲状软骨旁及下颌缘间的皮肤,输入中频频率为4kHz,治疗组与对照组均接受冷刺激、门德尔松法等综合吞咽康复治疗。治疗4周后治疗效果观察显示,治疗组显效率、有效率及总有效率均高于对照组,且具有统计学意义。中频电治疗吞咽障碍可通过直接刺激吞咽相关运动神经元兴奋神经传导通路,辅助促进大脑皮质重建,加速吞咽反射的修复;同时刺激肌肉收缩,防止吞咽肌群失神经性萎缩增强肌肉收缩力。

低频调制中频电脉冲刺激因同时具有低频电刺激对神经肌肉的刺激收缩作用和中频电作用部位更深层的特点,也被应用于吞咽障碍的治疗中。彭继海等^[32]对卒中后吞咽障碍患者采用了针灸针连接低频调制中频电,在超声下定位至二腹肌并对其进行电刺激,试验中发现当下颌部固定时,电刺激引起的二腹肌收缩可以使舌骨充分而持久的上抬,并且在舌骨固定时,对二腹肌的电刺激可以向下牵引下颌骨,辅助协调咀嚼运动。观察治疗前后的变化显示,电针组在治疗后舌骨上抬的幅度以及幅度改变程度均明显高于一般康复治疗组,在实验中还设有皮肤表面电极贴组,二腹肌电针刺激的治疗效果也明显优于表面电极贴电刺激。对于电刺激能通过提高舌骨的活动度来改善吞咽功能已经有多篇文献试验报道有效,而大多数以皮肤表面电极贴为主^[33-34],颈部的吞咽肌群多而小且排列复杂,并不同于四肢的大肌肉群,采取电针形式的电刺激可以较为精准地刺激单一肌肉或肌群,更精准地对吞咽肌肉进行锻炼强化;同时,不同的卒中后吞咽功能障碍患者具体情况不尽相同,对不同患者制定个体化的治疗方案,通过更有针对性的吞咽肌肉的电刺激训练,或许会达到更好的效果。

3 小结及展望

随着脑卒中的治疗水平的提高,卒中的致死率明显下降,大量患者存在后遗症,吞咽困难是严重影响卒中患者预后及生活质量的症状之一。电刺激治疗因其经济、易操作、副作用小的优点,已经作为常规治疗吞

咽障碍的方法广泛应用于临床,但在临床治疗中对于电极放置位置与疗效差异少有文献研究,吞咽非简单的单一随意肌肉的运动,而是随意运动与反射式运动相结合的运动,涉及下颌及颈部包括面肌、舌肌在内的交错复杂的多组相关肌群,电极放置部位的不同相应的受刺激效果最强的肌群则不相同,且不同患者的个体情况也不尽相同,仍需要进一步的临床试验来得出优化的治疗方案。

【参考文献】

- [1] 秦莉花,黄娟,李晟,等.脑卒中流行病学及与性激素的相关性[J].中国老年学杂志,2018,38(20):5099-5103.
- [2] 李超,张梦清,窦祖林,等.中国特定人群吞咽功能障碍的流行病学调查报告[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(12):937-943.
- [3] Berzlanovich AM,Fazeny DB,Waldhoer T,et al. Foreign body asphyxia: a preventable cause of death in the elderly[J]. American journal of preventive medicine,2005,28(1):65-69.
- [4] Hilker R,Poetter C,Findeisen N,et al. Nosocomial pneumonia after acute stroke: implications for neurological intensive care medicine[J]. Stroke; a journal of cerebral circulation,2003,34(4):975-981.
- [5] Ekberg O,Hamdy S,Woisard V,et al. Social and psychological burden of dysphagia: its impact on diagnosis and treatment[J]. Dysphagia,2002,17(2):139-146.
- [6] 王江玲,戴新娟,翟晓萍,等.神经肌肉电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍临床疗效的Meta分析[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(1):48-54.
- [7] 刘敏,王珊珊,苗莉莉,等.不同频率神经肌肉电刺激对神经源性吞咽障碍的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2014,36(12):933-935.
- [8] 朝浩,尹晓新,刘煜敏.不同频率电刺激联合功能训练治疗脑卒中吞咽障碍的疗效分析[J].神经损伤与功能重建,2016,11(2):172-173.
- [9] 张立志,许能贵,李如良,等.不同频率电针廉泉、风府穴治疗中风吞咽障碍临床研究[J].中国针灸,2018,38(2):115-118.
- [10] 张云,马明,蔡倩,等.外周磁刺激与神经肌肉电刺激治疗脑卒中后咽期吞咽障碍的疗效对比[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(6):424-427.
- [11] 殷淑萍,刘训灿,颜秀丽,等.低频脉冲电刺激联合吞咽训练对急性脑卒中吞咽障碍的治疗作用[J].实用老年医学,2018,32(8):784-785.
- [12] 徐晓明,段隽丹,杨麟.神经肌肉电刺激与酸性刺激治疗急性脑卒中吞咽障碍口腔期的效果[J].中国康复理论与实践,2017,23(2):194-198.
- [13] 李晏.神经肌肉电刺激联合康复训练对不同病理特点急性脑卒中患者吞咽障碍的疗效[J].中国老年学杂志,2018,38(1):87-90.
- [14] 杨涓,冯珍.不同频次神经肌肉电刺激治疗脑卒中后咽期吞咽障碍的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(2):122-126.
- [15] 张京,吴海艳,肖娟.吞咽肌不同强度电刺激对急性缺血性卒中吞

- 咽障碍患者脑血流灌注参数的影响[J]. 中国全科医学, 2016, 19(2): 164-169.
- [16] 陈晓峰, 王玥娇. 低频电刺激配合吞咽训练在吞咽障碍中的疗效观察[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2016, 37(2): 216-218.
- [17] 廖春莲, 秦燕, 梁晓红, 等. 低频脉冲电刺激联合吞咽功能训练治疗脑卒中合并吞咽障碍临床观察[J]. 重庆医学, 2012, 41(22): 2247-2248, 2251.
- [18] 杨娜, 马修堂, 蔡鸣, 等. PHYSIOMED vocaSTIM-Master 治疗仪在不同电流强度下治疗吞咽障碍的疗效观察[J]. 中国疗养医学, 2014, 23(5): 413-414.
- [19] Gnanadev R, Iwanaga J, Loukas M. An Unusual Finding of the Hyoid Bone[J]. Cureus, 2018, 10(9): 3365-3365.
- [20] Meng P, Zhang S, Wang Q, et al. The effect of surface neuromuscular electrical stimulation on patients with post-stroke dysphagia [J]. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation, 2018, 31(2): 363-370.
- [21] 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]. Journal of applied physiology, 2006, 101(6): 1657-1663.
- [22] Scutt P, Lee HS, Hamdy S. Pharyngeal Electrical Stimulation for Treatment of Poststroke Dysphagia: Individual Patient Data Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials[J]. Stroke research and treatment, 2015, 2015: 429053.
- [23] Restivo DA. Pharyngeal electrical stimulation device for the treatment of neurogenic dysphagia: technology update[J]. Medical devices, 2018, 11: 21-26.
- [24] Magara J, Michou E, Raginis-Zborowska A, et al. Exploring the effects of synchronous pharyngeal electrical stimulation with swallowing carbonated water on cortical excitability in the human pharyngeal motor system[J]. Neurogastroenterology and motility : the official journal of the European Gastrointestinal Motility Society, 2016, 28(9): 1391-1400.
- [25] Vasant DH, Michou E, O'Leary N, et al. Pharyngeal Electrical Stimulation in Dysphagia Poststroke: A Prospective, Randomized Single-Blinded Interventional Study[J]. Neurorehabilitation and neural repair, 2016, 30(9): 866-875.
- [26] Bath PM, Scutt P, Love J, et al. Pharyngeal Electrical Stimulation for Treatment of Dysphagia in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial[J]. Stroke; a journal of cerebral circulation, 2016, 47(6): 1562-1570.
- [27] Dzielas R, Stellato R, van der Tweel I, et al. Pharyngeal electrical stimulation for early decannulation in tracheotomised patients with neurogenic dysphagia after stroke (PHAST-TRAC): a prospective, single-blinded, randomised trial[J]. The Lancet. Neurology, 2018, 17(10): 849-859.
- [28] Muhle P, Suntrup-Krueger S, Bittner S, et al. Increase of Substance P Concentration in Saliva after Pharyngeal Electrical Stimulation in Severely Dysphagic Stroke Patients - an Indicator of Decannulation Success[J]. Neuro-Signals, 2017, 25(1): 74-87.
- [29] Jungheim M, Schubert C, Miller S. Swallowing Function After Continuous Neuromuscular Electrical Stimulation of the Submandibular Region Evaluated by High-Resolution Manometry [J]. Dysphagia, 2017, 32(4): 501-508.
- [30] 张光伟, 郑丽华, 杨军. 中频电刺激治疗缺血性脑卒中后吞咽困难疗效观察[J]. 重庆医科大学学报, 2009, 34(7): 946-948.
- [31] 吴雪影, 陈淑良, 栾桂君, 等. 中频电刺激对脑卒中患者吞咽困难的护理效果观察[J]. 国际护理学杂志, 2014, 33(12): 3602-3604.
- [32] 彭继海, 范小平, 张雷, 等. 二腹肌低频调制中频电针刺激对脑卒中后吞咽障碍舌骨位移的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(6): 555-561.
- [33] 田甜, 李军荣, 李圣华, 等. 低频电刺激吞咽障碍训练仪治疗脑卒中后吞咽功能障碍的疗效观察[J]. 临床神经病学杂志, 2016, 29(5): 378-380.
- [34] 陈孝伟, 张子斌, 崔立海, 等. 低频电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍[J]. 中国康复, 2011, 26(3): 182-184.

作者·读者·编者

《中国康复》杂志 2019 年转为月刊

2018 年 12 月,《中国康复》编辑部收到正式批文,从 2019 年起,《中国康复》杂志变更刊期为月刊,中国标准刊号 ISSN 1001-2001, CN 42-1251/R。大 16 开,56 内页,每月 25 日出版,每册定价 10.00 元,全年 120.00 元整。

订阅方式:直接向《中国康复》编辑部订购,电话:(027)69378389;E-mail:zgkf1986@163.com