

肌电生物反馈技术在脑卒中领域的应用进展

马利娜 方力争

脑卒中是中老年人的常见病和多发病,在美国,每年有大约79.5万新发或再发脑卒中患者^[1],平均每40秒就有一个人发病^[2]。脑卒中常常导致一系列的并发症,如足下垂、痉挛、平衡功能障碍等,给社会和家庭带来巨大的经济负担,因此对于改善脑卒中患者肢体功能障碍是每一个医学工作者需要积极面对的问题。目前治疗卒中后患者存在的不同功能障碍有手法训练、电刺激、生物反馈训练等多种训练手段。

肌电生物反馈(electromyographic biofeedback, EMG-BFB)是生物反馈治疗技术中的一个分支,它是指通过表面电极采集到靶肌肉的肌电信号,并进一步放大转换为人体感官所接收的视觉、听觉等信号,并将信号反馈给大脑中枢,使患者了解肌肉的收缩状态,逐步训练和调节患者的肌肉活动情况,使大脑中枢逐渐恢复对瘫痪肌肉的控制,提高患者主动控制能力,达到恢复运动功能的目的。不同于单纯的肌肉电刺激和功能性电刺激治疗手段,EMG-BFB根据患者残存的肌肉主动收缩参与成分进行反馈刺激,进行主动收缩同时给予相应强度的肌肉电刺激以增加中枢输入、重塑肢体功能。目前已广泛应用于脑卒中领域的各个方面,已有较多研究表明EMG-BFB治疗对于卒中患者的功能恢复存在较好的效果。本次研究就近年来其在脑卒中患者运动功能、吞咽障碍、痉挛、平衡功能等方面的应用进行综述。

1 肢体运动功能的康复

卒中患者的功能障碍恢复中,较为重要的一个方面是肢体功能的恢复,包括上肢功能的恢复和下肢功能的恢复。修饰、穿衣、进食等常见日常活动均

需要上肢功能的参与^[3],有研究指出70%~80%的中风病人存在上肢运动功能障碍^[4]。而步行、转移、如厕、上下楼等项目均需要下肢功能的参与。故卒中后肢体功能的恢复训练一直是研究的重点和热点。

1.1 上肢运动功能 脑卒中患者上肢运动功能障碍的康复训练一直是康复训练的重要方面,针对上肢功能障碍常用的康复治疗多采用手法训练、电刺激训练、机器人辅助训练等方法,存在痉挛的患者可采用肉毒毒素注射^[5],而针对手功能的训练还可采用虚拟现实技术改善偏深忽略和本体感觉的下降。

上肢的EMG-BFB应用主要用于诱发和促进肩、肘、腕及指间关节伸肌肌群肌力的恢复,可打破常规训练的瓶颈,进一步改善患者肢体功能,同时联合常规的康复训练可有效地改善肢体功能的评分,增加患者上肢的随意运动表现能力。有学者在探讨康复训练联合EMG-BFB治疗对脑卒中偏瘫患者的肢体功能恢复的影响研究中指出,康复训练联合EMG-BFB治疗能明显提高Fugl-Meyer及Barthel指数评分,并明显优于仅给予康复训练的恢复效果^[11]。Cordo等^[6]研究发现,无论采用何种方式的生物反馈联合机器辅助运动结合肌肉振动能均有效减少上肢运动功能减退,增加上肢肌肉的随意运动,以及促进一些严重手功能障碍患者的恢复。

随着科技的不断进步,虚拟现实技术与EMG-BFB技术的融合使得康复训练更加有趣味性,增加了患者的依从性和有效性。Kim等^[7]在镜像疗法结合EMG-BFB对于改善脑卒中患者上肢运动功能的研究中指出,镜像疗法联合EMG-BFB能有效改善脑卒中患者的上肢功能。而Rayegani等^[8]在应用脑电图生物反馈(神经生物反馈体系)或肌电生物反馈对比传统作业疗法改善中风患者手功能的研究中指出,三者都能有效改善脑卒中患者的上肢运动功能,但三种治疗方法对于改善脑卒中患者上肢运

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2018.04.016

作者单位:310016 浙江杭州,浙江大学医学院附属邵逸夫医院全科医学科

通讯作者:方力争,Email:lizheng.f@163.com

动功能未见明显差异,未来的研究方向在于研究分配神经生物反馈与肌电生物反馈的最佳治疗方案。

上肢和手功能障碍的恢复是患者康复训练的难点,尤其是在上肢及手功能达到Brunnstrom分期Ⅲ期以上的患者,随着屈肌肌群肌张力的增高,进一步影响患者的肢体运动功能。其主要的治疗方向是打破患者屈肌肌张力,并同时增加伸肌肌力,进一步提高患肢运动功能,EMG-BFB可作为增加上肢肌力的一种手段。

1.2 下肢运动功能 步行模式的改变是脑卒中偏瘫患者常见问题,患者在步行时易表现为足下垂、足内翻及画圈等典型的偏瘫步态。与上肢肌肉相比,下肢肌肉多为大肌群,灵活性要求低,稳定性要求高。

多组肌肉的协调收缩使步行能适应不同的环境及速度^[9],而脑卒中偏瘫患者步行中姿势及肌群相互不协调,长期摆髋、膝过伸等代偿姿势将引起生物力学失稳,严重影响患者的步速、跨步长及步行时稳定性。EMG-BFB可提高关键肌群的肌力,从而改善关键的活动度以及步行速度和能力,Jonsdottir等^[10]研究证实了EMG-BFB较传统的步行功能治疗能更有效改善卒中患者踝关节功能和步行能力。Del Din等^[11]人则从基础研究的角度,发现中风患者EMG-BFB治疗后功能性磁共振成像激活区域明显增加,同时患者的步态数据如速度、步幅及踝关节力量也更趋向于正常范围,由此进一步证实了EMG-BFB对神经系统疾病的患者的恢复不仅仅从外周的增加肌力和肌肉激活模式调整方面起作用,同时EMG-BFB也可增加中枢的输入刺激从而进一步改善脑重组而发挥作用。

EMG-BFB治疗多结合其他的常规康复手段进行治疗从而改善卒中患者的肢体功能。陈建等^[12]研究指出,EMG-BFB结合神经肌肉促进技术治疗脑卒中患者足下垂疗效显著,可明显改善患侧下肢运动功能。朱咏梅等^[13]研究亦证明EMG-BFB结合针刺能促进脑卒中患者下肢功能的康复,显著提高偏瘫患者的关节活动度和日常生活活动能力。

2 吞咽功能的应用

吞咽障碍是指由于下颌、双唇、舌、软腭、咽喉、食管等器官结构或功能受损,不能安全有效地把食物输送到胃内的过程。有研究表明,急性脑卒中患者吞咽障碍的发病率国外为37%~78%^[14],而国内为51%~73%^[15]。吞咽障碍通常容易导致一系列诸如吸入性肺炎,营养低下,心理与社会交往障碍等

并发症,甚至会窒息危及生命等,严重影响卒中患者功能康复^[16]。

目前仍然缺乏meta分析来证明EMG-BFB可以作为治疗脑卒中后吞咽障碍治疗的一种手段,但已有研究提示EMG-BFB可以作为吞咽障碍患者的一种积极治疗^[17]。Bogaardt等^[18]在应用EMG-BFB治疗脑卒中后吞咽功能障碍研究中发现,11名吞咽功能障碍患者治疗后,患者功能性经口摄食量表评分明显提高,其中6例患者鼻饲管拔出,表明EMG-BFB在治疗脑卒中后吞咽障碍患者是一种有效的辅助手段。杨玺等^[19]人的研究也证实了卒中后咽期吞咽障碍患者深层咽肌神经刺激结合EMG-BFB的联合治疗优于单项治疗。此后,Crary等^[20]及Huckabee等^[21]学者也在EMG-BFB治疗吞咽障碍的研究中取得了积极的效果。吞咽障碍的发生机制与肢体功能障碍有所区别,吞咽反射等中枢的激活与EMG-BFB的关系仍然是未来研究的重点。

3 痉挛领域的应用

痉挛为一种因牵张反射兴奋性增高所致的速度依赖性的肌肉张力增高,并伴腱反射亢进为特征的运动障碍。在脑卒中恢复期、后遗症期常常并发肌肉痉挛,其发病率在3个月可达19%,而在18个月后可达20%^[22]。痉挛的发生与牵张反射亢进有关,而有意识地进行主动运动训练和减缓刺激可改善痉挛。Wolf等^[23]采用EMG-BFB对偏瘫患者痉挛的肌肉进行放松性训练,结果显示患者的功能明显改善。Doğan-Aslan等^[24]在利用EMG-BFB治疗中风后偏瘫患者腕屈肌痉挛对其上肢运动功能的研究中,结果发现EMG-BFB组对比传统康复治疗及神经发育疗法组,Ashworth量表评分、偏瘫上肢及手的Brunnstrom分期、上肢功能测试评分、Fugl-Meyer量表评分、腕屈伸角度、日常生活能力评分均有明显差异,说明EMG-BFB结合传统康复治疗及神经发育疗法能有效缓解腕关节痉挛,从而提高患者上肢运动功能。EMG-BFB可以降低痉挛和控制其他方面的本体感受器功能紊乱,不仅可以降低痉挛的程度,而且能够较快地改善整个肢体的控制能力。但EMG-BFB改善痉挛的中枢机制仍有待进一步研究。

4 平衡领域的应用

平衡的维持有赖于本体感觉、视觉反馈系统及骨骼肌肉系统的正常支持^[25]。脑卒中后患者偏身感觉障碍及一侧肢体无力或肌张力障碍均影响患者的平衡功能。肌力的改善是平衡功能改善的重要

基础,EMG-BFB作为改善肌力的有效手段可明显改善肌力不足所致的平衡功能障碍患者的平衡功能。陈梅等^[26]研究发现结合EMG-BFB治疗方案较常规的康复治疗手段对于平衡功能的改善效果更显著。但是否存在EMG-BFB对于脊髓、小脑甚至更高级中枢的调控以改善平衡控制的中枢层面和反射调节层面目前仍需要进一步深入的研究。

目前EMG-BFB用于研究改善脑卒中患者平衡功能作用的文献较少,虚拟现实技术广泛应用的大环境下,可以有效借助该技术来设计相关实验,通过虚拟场景的训练,进一步提高患者平衡功能。

5 展望

EMG-BFB在脑卒中康复领域应用广泛,对脑卒中患者的吞咽障碍、痉挛、平衡等领域治疗均有显著效果,是临床用来提高靶肌肉肌力、控制靶肌肉痉挛程度、提高功能障碍的有效手段。但也有针对对于EMG-BFB的无效研究,有研究指出EMG-BFB联合常规康复治疗对比单独的常规康复治疗对于改善患者的运动能力、功能恢复及步行功能疗效有限,未见明显的治疗益处^[27],究其原因在于那些EMG-BFB联合常规康复治疗的有益的试验样本量很小、设计不够严谨及评价指标的差异,未来的研究可以进一步做大规模的临床试验加以验证。

应用EMG-BFB治疗临床疾病的同时,同时给予康复训练及其他相关电刺激治疗,可以增强EMG-BFB的治疗效果,增加应用领域及范围。另外目前尚且缺乏对EMG-BFB疗效相关的基础研究,特别是EMG-BFB对于卒中患者中枢重组、中枢运动控制能力以及反射调节方面的相关研究,这是未来EMG-BFB取得高质量临床证据的基础,也是未来需要重点研究的方向。

参考文献

- 1 Cabanas-Valdes R, Cuchi GU, Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: A systematic review[J]. *Neuro Rehabilitation*, 2013, 33(4):575-592.
- 2 Roger V L, Go AS, Lloyd-Jones DM, et al. Heart disease and stroke statistics—2011 update a report from the American heart association[J]. *Circulation*, 2011, 123(4): e18-e209.
- 3 Fan Z, Zhao C, Luo L, et al. Study on sEMG-based exercise therapy for upper limb of severe hemiplegic patients [J]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2013, 35(7): 6643-6646.
- 4 Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, et al. Recovery of upper extremity function in stroke patients: The Copenhagen stroke study[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1994, 75(4):394-398.
- 5 Santamato A, Panza F. Benefits and Risks of Non-approved injection regimens for botulinum toxins in spasticity[J]. *Drugs*, 2017, 77(13):1413-1422.
- 6 Cordo P, Wolf S, Lou J S, et al. Treatment of severe hand impairment following stroke by combining assisted movement, muscle vibration, and biofeedback[J]. *J Neurol Phys Ther*, 2013, 37(4):194-203.
- 7 Kim JH, Lee BH. Mirror therapy combined with biofeedback functional electrical stimulation for motor recovery of upper extremities after stroke: a pilot randomized controlled trial[J]. *Occup Ther Int*, 2015, 22(2):51-60.
- 8 Rayegani SM, Raeissadat SA, Sedighpour L, et al. Effect of neurofeedback and electromyographic-biofeedback therapy on improving hand function in stroke patients[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2014, 21(2):137-151.
- 9 Rosa M, Marques A, Demain S. Methodologies to assess muscle co-contraction during gait in people with neurological impairment - a systematic literature review[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2013, 24(2):179-191.
- 10 Jonsdottir J, Cattaneo D, Recalcati M, et al. Task-oriented biofeedback to improve gait in individuals with chronic stroke: motor learning approach[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2010, 24(5): 478-485.
- 11 Del Din S, Bertoldo A, Sawacha Z, et al. Assessment of biofeedback rehabilitation in post-stroke patients combining fMRI and gait analysis: a case study[J]. *Neuroeng Rehabil*, 2014, 11(4):666-668.
- 12 陈建, 李硕, 闫成龙. 表面肌电生物反馈结合本体感觉神经肌肉促进技术治疗脑卒中患者足下垂的临床观察[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(8):899-902.
- 13 朱咏梅, 张田宁, 田千慧, 等. 针刺联合肌电生物反馈疗法对脑卒中患者下肢功能的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(6):576-579.
- 14 Martino R, Foley N, Bhogal S, et al. Dysphagia after stroke: incidence, diagnosis, and pulmonary complications[J]. *Stroke*, 2005, 36(12):2756-2763.
- 15 赵名娟, 张金涛. 脑血管疾病吞咽障碍研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2009, 15(2):143-145.
- 16 Kim SY, Kim TU, Hyun JK, et al. Differences in video-fluoroscopic swallowing study (VFSS) findings according to the vascular territory involved in stroke[J]. *Dysphagia*, 2014, 29(4):444-449.

- 17 Schleenbaker RE, Mainous AG. Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: a meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1993, 74(12): 1301-1304.
- 18 Bogaardt HC, Grolman W, Fokkens WJ. The use of biofeedback in the treatment of chronic dysphagia in stroke patients[J]. Folia Phoniatr Logop, 2009, 61(4): 200-205.
- 19 杨玺, 刘进, 马明. 深层咽肌神经刺激和表面肌电生物反馈在脑卒中后咽期吞咽障碍中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(4): 451-453.
- 20 Cray MA, Camaby Mann GD, Groher ME, et al. Functional benefits of dysphagia therapy using adjunctive sEMG biofeedback[J]. Dysphagia, 2004, 19(3): 160-164.
- 21 Huckabee ML, Cannito MP. Outcomes of swallowing rehabilitation in chronic brainstem dysphagia: a retrospective evaluation[J]. Dysphagia, 1999, 14(2): 93-109.
- 22 Welmer AK, von Arbin M, Widén Holmqvist L, et al. Spasticity and its association with functioning and health-related quality of life 18 months after stroke[J]. Cerebrovasc Dis, 2006, 21(4): 247-253.
- 23 Wolf SL, Binder-MacLeod SA. Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patients: changes in upper extremity neuromuscular and functional status [J]. Phys Ther, 1983, 63(9): 1393-1403.
- 24 Doğan-Aslan M, Nakipoğlu-Yüzer GF, Doğan A, et al. The effect of electromyographic biofeedback treatment in improving upper extremity functioning of patients with hemiplegic stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2012, 21(3): 187-192.
- 25 Bode RK, Heinemann AW. Course of functional improvement after stroke, spinal cord injury and traumatic brain injury[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(1): 100-106.
- 26 陈梅. 肌电生物反馈对脑卒中早期患者下肢平衡能力的影响[A]. //中华医学会第九次全国物理医学与康复学学术会议论文集[C]. 2007.
- 27 Price WC. Electromyographic biofeedback for the recovery of motor function after stroke[J]. Stroke, 2007, 38(6): 1999-2000.

(收稿日期 2018-02-28)

(本文编辑 蔡华波)

(上接第416页)

- 28 Biswal BB. Resting state fMRI: a personal history[J]. Neuroimage, 2012, 62(2): 938.
- 29 Takamura T, Hanakawa T. Clinical utility of resting-state functional connectivity magnetic resonance imaging for mood and cognitive disorders[J]. J Neural Transm, 2017, 124(7): 821-839.
- 30 Andreescu C, Wu M, Butters M A, et al. The default mode network in late-life anxious depression[J]. Am J Geriatr Psychiatry, 2011, 19(11): 980-983.
- 31 Pannekoek JN, Van SDW, Van MT, et al. Investigating distinct and common abnormalities of resting-state functional connectivity in depression, anxiety, and their comorbid states[J]. Eur Neuropsychopharmacol, 2015, 25(11): 1933-1942.
- 32 Altinay M, Karne H, Beall E, et al. Quetiapine extended release open-label treatment associated changes in amygdala activation and connectivity in anxious depression: an fMRI study[J]. J Clin Psychopharmacol, 2016, 36(6): 562.
- 33 Etkin A, Schatzberg AF. Common abnormalities and disorder-specific compensation during implicit regulation of emotional processing in generalized anxiety and major depressive disorders[J]. Am J Psychiatry, 2011, 168(9): 968.
- 34 van Tol MJ, Nij VDW, Demenescu LR, et al. Functional MRI correlates of visuospatial planning in out-patient depression and anxiety[J]. Acta Psychiatr Scand, 2011, 124(4): 273.
- 35 Andreescu C, Butters M, Lenze EJ, et al. fMRI activation in late-life anxious depression: a potential biomarker[J]. Int J Geriatr Psychiatry, 2009, 24(8): 820.
- 36 Waugh CE, Hamilton JP, Chen MC, et al. Neural temporal dynamics of stress in comorbid major depressive disorder and social anxiety disorder[J]. Biol Mood Anxiety Disord, 2012, 2(1): 11.
- 37 Tol MJV, Demenescu LR, Wee NJAVD, et al. Functional magnetic resonance imaging correlates of emotional word encoding and recognition in depression and anxiety disorders[J]. Biol Psychiatry, 2012, 71(7): 593.
- 38 Hamilton JP, Chen MC, Waugh CE, et al. Distinctive and common neural underpinnings of major depression, social anxiety, and their comorbidity[J]. Soc Cogn Affect Neurosci, 2015, 10(4): 552.
- 39 Crane NA, Jenkins LM, Dion C, et al. Comorbid anxiety increases cognitive control activation in Major Depressive Disorder[J]. Depress Anxiety, 2016, 33(10): 967-977.

(收稿日期 2018-01-04)

(本文编辑 蔡华波)