

· 综述 ·

低频电刺激治疗脑卒中偏瘫患者的临床研究进展

郭友华 燕铁斌 Christina WY Hui Chan

脑卒中是中国人疾病谱中最主要的致残因素之一^[1], 由于脑卒中患者患侧肢体运动功能多存在障碍, 从而严重影响了其日常生活活动能力。在目前针对脑卒中后肢体瘫痪的康复治疗中, 电刺激是一种广泛应用的治疗方法^[2-5]。大量研究表明, 电刺激治疗能改善脑卒中患者的肢体功能, 提高其生活自理能力, 降低致残率。本文仅就国内外关于电刺激治疗脑卒中后肢体功能障碍的临床研究进展作一综述, 以飨读者。

电刺激种类

目前治疗脑卒中后偏瘫肢体功能障碍患者的电刺激疗法尚无统一分类标准, 主要采用频率在 1 000 Hz 以下的低频脉冲电进行治疗, 常见的治疗方法包括神经肌肉电刺激 (neuromuscular electrical stimulation NMES)、功能性电刺激 (functional electrical stimulation FES) 和经皮神经电刺激 (transcutaneous electric nerve stimulation TENS)。在广义上, 后两者又包含于 NMES 之中^[5, 6], TENS 是近年来逐步应用于脑卒中治疗的方法之一, 亦取得了较好的临床疗效^[7-9]。

相关临床研究报道

一、NMES

NMES 是指利用低频脉冲电流刺激神经或肌肉引起肌肉收缩, 从而提高肌肉功能或治疗神经肌肉疾患的一种治疗技术^[6], 国外用于治疗瘫痪已有 40 多年的历史^[3, 4, 10]。

1. 治疗脑卒中急性期患者: Chae 等^[11]对 28 例急性期脑卒中偏瘫患者给予 1 h/d 共 15 d 的肌电触发 NMES 刺激频率为 25~50 Hz 强度为 0~60 mA 脉宽 300 μ s 每刺激 10 s 则间断 10 s 发现患者上肢远端运动功能明显改善, 且疗效可维持至治疗结束后 3 周以上。董理丽等^[12]采用 NMES 对 180 例急性期脑梗死且下肢功能障碍患者进行治疗, 选用圆形电极置于肌肉两端, 每日交替对患者屈肌及伸肌进行电刺激, 刺激频率为 200 Hz 每次治疗 20 min 15 d 为 1 个疗程, 治疗 30 d 后发现治疗组患者下肢 Fugl-Meyer 评分及运动功能恢复明显优于对照组患者, 差异有统计学意义。孙锋等^[13]将 68 例急性脑卒中后偏瘫患者分为功能锻炼组和 NMES+功能锻炼组, NMES 刺激频率为 2~160 Hz 电流强度为 0~100 mA 脉宽 10~500 μ s 每次治疗 20 min 每天 1 次, 结果表明 NMES+功能锻炼组患者运动功能及日常生活活动能力均明显优于功能锻炼组患者。

2. 治疗脑卒中慢性期患者: Magnusson 等^[2]对 78 例慢性脑卒中偏瘫患者中的 38 例 (治疗组) 采用 NMES+康复训练, 其余

患者 (对照组) 则采用一般康复训练, 发现治疗组中维持较佳动态姿势的人数显著多于对照组, 且其动态姿势参数亦明显优于对照组, 故 NMES 治疗可明显提高患者的平衡及运动功能, 从而有效改善其姿势控制能力, 且疗效可维持至治疗结束后 2 年以上。Cauraugh 等^[14]对病程超过 1 年的慢性脑卒中偏瘫患者进行肌电触发 NMES 治疗, 刺激频率为 50 Hz 电流强度为 14~29 mA 每次治疗 30 min 每周 3 次, 共治疗 12 次, 发现该疗法可明显改善患侧腕、指的伸展功能。Kimberly 等^[15]运用肌电触发 NMES 治疗 16 例慢性脑卒中患者, 刺激频率为 50 Hz 脉宽 200 μ s 每天治疗 6 h 每隔 1 天治疗 1 次, 于 3 周时间内共治疗 60 h 发现电刺激组患者手指的抓握、等长伸展功能及运动功能 (自我评价得出) 均明显提高。

以上研究表明, NMES 可通过刺激肌肉或肌群使之发生被动节律性收缩, 从而加强肌肉血液循环及营养供应, 保持其正常代谢水平, 改善瘫痪患者异常的肌张力, 促进神经兴奋及传导功能恢复, 延缓肌肉废用性萎缩和神经变性的发生、发展, 加快神经再生过程及运动功能恢复。但上述研究也存在诸多缺陷, 如缺乏多中心、双盲、随机对照大样本的临床研究, 缺乏敏感的检测指标等, 而且对该疗法的神经治疗机制也未能深入探讨, 故还有待更深入研究^[15]。

二、FES

FES 是利用一定强度的低频脉冲电流, 通过预先设定的程序来刺激一组或多组肌肉, 从而诱发肌肉运动或模拟正常的肌肉自主运动, 以达到改善或恢复被刺激肌肉或肌群功能的目的^[16]。FES 所刺激的肌肉在解剖学上具备完整的神经支配, 但是失去了应有的收缩功能或失去了中枢神经支配 (如患者发生脊髓或脑损伤等), 该疗法最主要的特点是可以让患肢产生即刻功能性活动^[9], 因此适用于偏瘫、脑性瘫痪或截瘫后肢体运动障碍患者的治疗。

1. 改善下肢功能: 最早报道 (1961 年) 将 FES 用于脑卒中偏瘫患者治疗的是美国医生 Liberson 他利用 FES 刺激偏瘫患者腓神经, 成功矫正了患者的足下垂, 为 FES 在脑卒中偏瘫后运动功能恢复领域中的应用开创了先河。Burridge 等^[17]采用 FES 在慢性偏瘫患者步行周期的摆动期内对其腓总神经进行电刺激, 发现 FES 组经电刺激后, 其足下垂程度较对照组明显减轻, 步行速度也显著加快, 证实 FES 对脑卒中后足下垂治疗有效。李莉等^[18]给予偏瘫患者下肢 FES 及功能强化训练, 电刺激频率为 0.33~150 Hz 每次治疗 20~30 min 患者经治疗后其下肢运动功能、平衡功能及日常生活自理能力均较治疗前显著提高。

2. 改善上肢功能: FES 不仅能成功应用于治疗下肢功能障碍, 其治疗偏瘫上肢的研究亦在逐步开展。Vuana 等^[19]采用 FES 治疗脑卒中后偏瘫肩关节半脱位伴疼痛患者, 电刺激频率为 1~40 Hz 脉宽 350 μ s 每刺激 1 则间断 5 s 每周治疗 5 次, 共治疗 5 周, 发现 FES 治疗不仅能明显缓解患者肩关节疼痛并

基金项目: 教育部回国人员基金 (No 2003406), 香港理工大学重点学科发展基金 (No 1 104 A106)

作者地址: 510120 广州, 中山大学附属第二医院康复医学科 (郭友华、燕铁斌), 香港理工大学康复科学系 (Christina WY Hui Chan)

通讯作者: 燕铁斌

促使其关节复位,还可显著提高患者肩关节的运动功能。Pandyan等^[20]经研究后发现,FES可增强腕、指关节的主动伸展功能及力量,同时还能增加腕关节的被动伸展范围及减小被动伸展时的阻力。Popović等^[21]对脑卒中患者采用FES(频率为50 Hz脉宽300 μs,电流强度15~45 mA,每天治疗30 min)进行治疗,3周后发现手腕、手指功能缺失较轻患者的疗效尤为明显。另外,Conforti等^[22]采用FES刺激慢性卒中患者的外周神经,频率为1 Hz脉宽1 ms,每次刺激2 h,每间隔2 h刺激1次,共刺激6次,发现患者治疗后手部肌力增加,且改善程度与刺激强度呈正相关,说明该刺激技术对脑卒中患者的运动功能恢复具有很大的治疗潜力。

由上述可见,FES可以改善瘫痪肢体的血液循环,延缓和防止肌肉萎缩,调整屈、伸肌群间的张力平衡,保持并提高关节活动范围进而促进功能恢复,但其具体的神经治疗机制仍有待进一步研究。

三、TENS

TENS是将刺激电极置于患者皮肤表面,通过低频脉冲直流电刺激神经纤维从而达到治疗目的。第一台TENS治疗仪由Long等在1974年设计并用于临床治疗,此后TENS治疗仪便一直用于各类疼痛的治疗。大量临床及基础研究表明,TENS对疼痛的缓解作用比较显著。从20世纪90年代以来,国外开始用TENS改善慢性卒中患者的躯体功能并取得了良好疗效^[6]。

1. 治疗卒中急性期患者:侯群等^[23]采用肌电触发TENS治疗发病1周以内的脑梗死偏瘫患者,刺激频率为100 Hz脉宽20 μs,电流强度为15~30 mA,每刺激10 s则间断10 s,每次治疗20 min,每天刺激2次,共持续5周,发现患者经治疗后,其运动功能及日常生活活动能力均明显提高。顾敏等^[24]采用TENS对发病14 d以内的脑卒中患者进行治疗,刺激频率为100 Hz,每次刺激30 min,每天治疗2次,电刺激强度为患者可耐受的疼痛阈值水平,共持续治疗4周时间,对照组则给予模拟电刺激,同时2组患者均接受运动再学习训练,经相应治疗后,2组患者FuglMeyer评分及Barthe指数评分间差异均有统计学意义,表明对脑卒中患者尽早施行TENS治疗有助于改善其运动功能,提高生活质量;但同时也有学者未能发现TENS有显著疗效,如Johansson等^[25]将150例急性脑卒中(发病5~10 d)且伴有中度或严重功能障碍的患者随机分为针刺组、高强度低频TENS(阈上刺激,刺激频率2 Hz,触发肌肉收缩)刺激组和低强度高频TENS(阈下刺激,刺激频率80 Hz,不引起肌肉收缩)刺激组,每组每周各进行2次相应治疗,共持续治疗10周,发现在治疗结束后3个月及1年时,3组患者的运动功能、日常生活活动能力均较治疗前明显提高,但3组间差异均无统计学意义,分析其主要原因可能与Johansson的治疗方案有关,如针刺穴位部位及数量的筛选、治疗次数及强度等,有关该方面的临床研究还需进一步完善。毕娜等^[26]将60例发病6 h以内的颈内动脉系统缺血性脑卒中患者随机分为双侧电刺激组(双侧组)及单侧电刺激组(单侧组),在其神经系统症状不再进展48 h后开始治疗,双侧组患者同时给予偏瘫侧肢体及未受损侧肢体TENS治疗,每次30 min,每天治疗1次,而单侧组仅对偏瘫侧肢体进行TENS治疗,未受损侧肢体仅放置刺激电极,但不给予电刺激;经4周治疗后,发现双侧组患者神经功能缺损评分、改良FuglMeyer运动功能评定及改良Barthe指数评分均显著优于单侧组,表明双

侧TENS治疗有助于提高缺血性脑卒中患者的肢体运动功能。

2. 治疗卒中慢性期患者:Levin等^[8]采用TENS治疗10例下肢屈踝肌群痉挛的脑卒中患者,将刺激电极置于支配胫前肌(瘫痪肌群)的腓总神经处,设置刺激频率为99 Hz,波宽0.125 ms,电流形态为双向不对称连续方波,刺激强度为感觉阈值的2倍,持续刺激45 min,采用综合痉挛量表(Composite Spasticity Scale CSS)评定患者踝关节的痉挛程度,包括肌张力、跟腱反射及踝阵挛等;同时采用肌电图评定患者腓肠肌的H反射及牵张反射,结果发现患者CSS评分虽然没有显著改变,但有50%患者的H反射增强,牵张反射潜伏期延长,并一直持续到电刺激停止后1 h。在另一项研究中,Levin等^[9]采用TENS强化治疗下肢痉挛的脑卒中患者,并将其疗效与对照组比较。他们将刺激电极置于患者腓总神经处,TENS治疗参数同上,对照组则不予电刺激,每次治疗60 min,每周治疗5次,共治疗3周,结果发现TENS可显著降低痉挛,增强踝关节自主等长背伸功能,抑制H反射;并由此得出结论,即TENS可降低脑卒中患者痉挛程度,改善其对反射及运动的控制能力。Sonde等^[7]采用低频TENS刺激频率为1.7 Hz对28例脑卒中发病6~12个月偏瘫患者的上肢进行为期3个月的治疗,3年后随访时发现,治疗组及对照组的运动功能均显著减退,痉挛程度均明显加重,且在日常生活活动能力方面对照组降低的尤为明显,而治疗组则变化不大,提示脑卒中后6~12个月内开始低频TENS治疗,可能对偏瘫患者上肢功能无明显改善作用。Pourel等^[27]对59例病程7月~14年(平均3.3年)的脑卒中患者进行为期3周的TENS治疗,刺激频率为50 Hz,刺激强度低于感觉阈值,每次治疗20 min,每天2次,共治疗3周,发现治疗组的改良运动评估量表(Modified Motor Evaluation Scale MMES)评分、10 m步行测试距离、偏瘫手、足功能、上肢皮肤感觉、躯体感觉诱发电位等均较安慰组显著改善。Perennou等^[28]发现TENS治疗还可改善脑卒中后姿势控制障碍患者(与其半侧空间忽略有关)的姿势控制能力。

由此可见,TENS治疗卒中偏瘫患者的目的主要为缓解患者痉挛,改善肢体功能;但相关文献中涉及TENS治疗卒中患者的样本都比较小,随访时间也偏短,对治疗的远期疗效评估还缺乏客观资料佐证^[6]。

结 语

NMES、FES及TENS三种治疗方法均是采用低频电刺激对患者进行治疗,其中NMES可以通过刺激肌肉或肌群使之发生被动的节律性收缩,从而促进患者运动功能恢复;而FES所刺激的肌肉在解剖学上具备完整的神经支配,只是失去了应有的收缩功能或失去了中枢神经的支配(如发生脊髓或脑损伤),其治疗特点是可以使患肢产生即刻的功能性活动;TENS是将刺激电极置于皮肤表面,通过低频脉冲直流电刺激神经纤维达到治疗目的。三种方法各有优缺点,临床实践也证实了低频电刺激在治疗卒中领域内的重要作用;但目前此类疗法还存在一些缺陷,主要表现为脑卒中后电刺激的时间不一、刺激参数(如频率、强度、时间等)不规范、刺激肌群偏少、刺激的同时较少给予综合康复训练、缺少设计严谨的多中心临床研究等^[29];此外有关电刺激促进偏瘫肢体功能恢复的神经机制仍未完全明了,还需进一步深入研究。

参 考 文 献

- 1 燕铁斌, 窦祖林. 实用瘫痪康复. 北京: 人民卫生出版社, 1999 397-398.
- 2 Magnusson M, Johansson K, Johansson BB. Sensory stimulation promotes normalization of postural control after stroke. *Stroke* 1994; 25: 1176-1180.
- 3 Burridge JH, Swain D, Taylor PN. Functional electrical stimulation: a review of the literature published on common peroneal nerve stimulation for the correction of dropped foot. *Rev in Clin Geriatr* 1998; 8: 155-161.
- 4 Walsh DM. Transcutaneous electrical nerve stimulation. In: Hopwood V, Lovesey M, Mokone S, eds. *Acupuncture & related techniques in physical therapy*. New York: Churchill Livingstone, 1997: 111-118.
- 5 Chae J. Neuromuscular electrical stimulation for motor relearning in hemiparesis. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2003; 14: 93-109.
- 6 燕铁斌. 神经肌肉电刺激及其在痉挛性瘫痪治疗中的临床应用. *中国康复理论与实践*, 2003; 9: 155-158.
- 7 Sonde L, Kalimo H, Femæus SE, et al. Low TENS treatment on post stroke paretic arm: a three year follow-up. *Clin Rehabil* 2000; 14: 14-19.
- 8 Levin MF, Hui-Chan CWY. Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor function. *Electroencephal Clin Neurophysiol* 1992; 85: 131-142.
- 9 Levin MF, Hui-Chan CWY. Conventional and acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation excite similar afferent fibers. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 54-60.
- 10 Bogdanj U, Grogan K, Kljajic M, et al. The rehabilitation of gait in patients with hemiplegia: a comparison between conventional therapy and multi-channel functional electrical stimulation therapy. *Phy Ther* 1995; 75: 490-502.
- 11 Chae J, Bethoux F, Bohinc T, et al. Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia. *Stroke* 1998; 29: 975-979.
- 12 董理丽, 刘学彦, 王束瑾. 神经肌肉电刺激疗法对脑梗死患者下肢功能障碍的疗效观察. *中华物理医学与康复杂志*, 2002; 24: 567-568.
- 13 孙锋, 胡明新, 黄威. 神经肌肉电刺激对急性脑卒中偏瘫患者的效应. *中国临床康复*, 2003; 7: 1600.
- 14 Cauraugh J, Licht K, Kim S, et al. Chronic motor dysfunction after stroke: recovering wrist and finger extension by electromyography triggered neuromuscular stimulation. *Stroke* 2000; 31: 1360-1364.
- 15 Kimberley TJ, Lewis SM, Auehbach EJ, et al. Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. *Exp Brain Res* 2004; 154: 450-460.
- 16 Rushion DN. Functional electrical stimulation. *Physiol Meas* 1997; 18: 241-275.
- 17 Burridge JH, Taylor PN, Hagan SA, et al. The effects of common peroneal stimulation on the effort and speed of walking: a randomized controlled trial with chronic hemiplegic patients. *Clin Rehabil* 1997; 11: 201-210.
- 18 李莉, 袁家齐, 张晨逸. 偏瘫患者下肢功能性电刺激和功能强化训练的临观察. *中华物理医学与康复杂志*, 2000; 22: 18-19.
- 19 Vuagnat H, Chantraine A. Shoulder pain in hemiplegia revisited: contribution of functional electrical stimulation and other therapies. *J Rehabil Med* 2003; 35: 49-56.
- 20 Pandyan AD, Granat MH, Stott DJ. Effects of electrical stimulation on flexion contractures in the hemiplegic wrist. *Clin Rehabil* 1997; 11: 123-130.
- 21 Popovic MB, Popovic DB, Sinkjaer T, et al. Restitution of reaching and grasping promoted by functional electrical therapy. *Artif Organs* 2002; 26: 271-275.
- 22 Conforto AB, Kaelin-Lang A, Cohen LG. Increase in hand muscle strength of stroke patients after somatosensory stimulation. *Ann Neurol* 2002; 51: 122-125.
- 23 侯群, 陈眉, 王玉玉, 等. 肌电触发经皮电神经刺激治疗脑梗死早期偏瘫患者的疗效. *现代康复*, 2000; 4: 524-525.
- 24 赵玉兰. 频电刺激对脑梗死患者肢体运动功能的影响. *中华物理医学与康复杂志*, 2004; 26: 575-576.
- 25 Johansson BB, Haker E, Arbin M, et al. Acupuncture and transcutaneous nerve stimulation in stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Stroke* 2001; 32: 707-713.
- 26 董理丽, 刘学彦, 王束瑾. 神经肌肉电刺激疗法对脑梗死患者下肢功能障碍的疗效观察. *中华物理医学与康复杂志*, 2002; 24: 567-568.
- 27 Pourala SH, Pulkkanen K, Sivenius J, et al. Cutaneous electrical stimulation may enhance sensorimotor recovery in chronic stroke. *Clin Rehabil* 2002; 16: 709-716.
- 28 Perennou DA, Lebold C, Ambard B, et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces neglect-related postural instability after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 440-448.
- 29 Gad A. Use of neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation: A challenge to all. *J Rehabil Res Devel* 2003; 40: 9-12.

(修回日期: 2005-05-20)

(本文编辑: 易 浩)

· 外刊文献题录 ·

外刊最新文献题录 (二)

- 1 Homeman G, Folkesson P, Sintonen H, et al. Health-related quality of life of adolescents and young adults 10 years after serious traumatic brain injury. *Int J Rehabil Res* 2005; 28: 245-249.
- 2 Guisti Braslin MA, Cascella PW. A preliminary investigation of the efficacy of oral motor exercises for children with mild articulation disorders. *Int J Rehabil Res* 2005; 28: 263-266.
- 3 Su the Yaz ST, Koseoglu BF, Gokkaya NK. The combined effects of controlled breathing techniques and ventilatory and upper extremity muscle exercise on cardiopulmonary responses in patients with spinal cord injury. *Int J Rehabil Res* 2005; 28: 273-276.
- 4 Yananaka H, Kawahira K, Arima M, et al. Evaluation of skilled arm movements in patients with stroke using a computerized motor skill analyzer for the arm. *Int J Rehabil Res* 2005; 28: 277-283.
- 5 Okada M. Cardiorespiratory fitness of post-stroke patients as inpatients and as outpatients. *Int J Rehabil Res* 2005; 28: 285-288.