

· 临床研究 ·

经皮穴位电刺激结合任务导向训练对亚急性期脑卒中患者下肢运动功能和踝关节控制的影响

唐朝正 丁政 陈昌成 陈创 李春燕 张晓莉 孙莉敏 吴毅 贾杰

【摘要】目的 探讨经皮穴位电刺激结合任务导向训练对亚急性期脑卒中患者下肢运动功能和踝关节控制的影响。方法 将 32 例亚急性期脑卒中后偏瘫患者按随机数字表法分为治疗组和对照组,每组 16 例。所有患者均给予常规康复治疗,治疗组在此基础上增加 30 min 的经皮穴位电刺激和 60 min 任务导向训练,对照组则增加 30 min 假经皮穴位电刺激和 60 min 任务导向训练。于治疗前和治疗 3 周、6 周后,采用改良 Fugl-Meyer 量表下肢部分(mFMA-LE)、综合痉挛量表(CSS)以及步行相关改良 Barthel 指数(wr-MBI)评定 2 组患者的运动功能、踝关节痉挛程度和日常生活活动(ADL)能力。结果 治疗 3 周和 6 周后,2 组患者的 mFMA-LE、CSS 和 wr-MBI 评分与组内治疗前比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。治疗 3 周后,治疗组患者的 mFMA-LE 和 wr-MBI 评分分别为(14.12 ± 3.36)分和(28.62 ± 6.45)分,治疗 6 周后,其 mFMA-LE、CSS 和 wr-MBI 评分分别为(17.06 ± 2.64)分、(9.06 ± 1.48)分和(31.75 ± 5.17)分,上述治疗组各项评分与对照组同时间点比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。结论 经皮穴位电刺激结合任务导向训练可显著改善亚急性期脑卒中偏瘫患者下肢运动功能和步行能力,并增强其踝关节的控制能力。

【关键词】脑卒中; 经皮穴位电刺激; 任务导向训练; 下肢运动功能; 步行能力

Effects of transcutaneous electrical stimulation of acupoints combined with task-related training on sub-acute stroke patients with lower limb and ankle dysfunction Tang Chaozheng*, Ding Zhen, Chen Changcheng, Chen Chuang, Li Chunyan, Zhang Xiaoli, Sun Limin, Wu Yi, Jia Jie. *Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350000, China

Corresponding author: Jia Jie, Email: shannonjj@126.com

【Abstract】Objective To investigate the effects of transcutaneous electrical stimulation of acupoints (TEAS) combined with task-related training (TRT) as treatment for subacute stroke patients with poor lower extremity and ankle control. Methods Thirty-two stroke patients were randomly divided into an experiment group and a control group with 16 in each. All of the patients received conventional rehabilitation. In addition, the experiment group was given 30 min of TEAS combined with 60 min of TRT, while the control group was given sham TEAS combined with TRT. Before and after 3 and 6 weeks of treatment the subjects' lower limb motor function was evaluated using the modified Fugl-Meyer scale for the lower extremities (mFMA-LE). Spasticity was quantified using a composite spasm scale (CSS) and ability in the activities of daily living was evaluated using a walking-related modified Barthel index (wr-MBI). Results There were significant improvements in the average mFMA-LE, CSS and wr-MBI scores in both groups after 3 weeks and 6 weeks of treatment. All of the measurements in the experimental group (excluding the CSS score after 3 weeks of treatment) were improved significantly more than in the control group at the same time points. Conclusion TEAS combined with TRT can significantly improve the lower limb motor function, walking performance and control of the affected ankle in subacute stroke patients.

【Key words】Stroke; Transcutaneous electrical stimulation; Task-related training; Lower extremity motor function; Walking ability

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.04.010

基金项目:“十二五”国家科技支撑手功能项目(2013BAI10B03),国家自然科学基金青年基金项目(81401859),上海市科委课题(13441902802),上海市卫生和计划生育委员会资助项目(201440634),上海市闸北区卫生局面上资助项目(2014MS06)共同资助

作者单位:350000 福州,福建中医药大学(唐朝正、丁政、陈创、李春燕、贾杰);复旦大学附属华山医院康复医学科(张晓莉、孙莉敏、吴毅);上海体育学院附属骨伤医院运动医学科(陈昌成)

通信作者:贾杰,Email: shannonjj@126.com

脑卒中患者急性期后通常遗留不同程度的功能障碍,给家庭和社会造成沉重的负担^[1-2]。有研究报道,约 72% 的脑卒中患者表现出不同程度的下肢运动功能障碍^[3],而足下垂和足内翻是目前临床下肢康复中面临的瓶颈。严重的下肢功能障碍和踝关节运动控制能力的丧失,不仅影响患者的康复治疗和日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力,还会增加患者

跌倒和二次损伤的风险。因此,探寻有效的改善下肢运动功能和足下垂内翻的康复治疗方法,对促进患者重返家庭和社会具有重要意义。

经皮神经电刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)是将特定的低频脉冲电流通过皮肤输入人体的一种物理治疗方法^[4],当运用 TENS 的类针刺样效应作用于穴位时,即为经皮穴位电刺激(transcutaneous electric acupoint stimulation, TEAS)。Kraus 等^[5]和 Peurala 等^[6]的研究表明,TENS 不仅能改善脑卒中患者初级感觉皮质、初级运动皮质和辅助运动皮质的脑血流,还能提高偏瘫上肢体感诱发电位分类的准确性,从而促使脑的可塑性产生变化,改善运动功能。

任务导向训练(task-related training, TRT)是一种针对患者的功能缺失成分和异常表现,以实际生活所需的功能为目标,以任务为导向,指导患者主动参与有控制的运动训练的康复治疗方法。研究证实,TRT 可通过引起大脑皮质的重塑来改善脑卒中患者的下肢运动功能和负重能力^[7-8]。

Ng 等^[3,9]的研究结果显示,TEAS 结合 TRT 可有效地改善慢性期脑卒中患者的步行速度。目前,鲜见关于恢复期脑卒中患者与脑损伤程度相关的下肢运动功能恢复的联合干预研究。本研究采用 TEAS 结合 TRT 治疗脑卒中亚急性期下肢功能障碍患者 14 例,取得了满意的疗效。现报道如下。

资料和方法

一、一般资料

纳入标准:①年龄 40~75 岁;②病程 2~12 周;③患侧下肢 Brunnstrom 分期为 II~V 期,且存在足下垂和/或足内翻;④符合 1995 年全国第四届脑血管病学术会议通过的各类脑血管病诊断要点^[10],且经头颅 CT 或 MRI 证实;⑤临床试验之前未接受过正规的经皮电神经刺激治疗;⑥患者本人或由其直系亲属代签知情同意书。

排除标准:①非首次脑出血和脑梗死;②意识不清,存在痴呆或合并感觉性失语、精神障碍等疾患,不能配合检查及治疗者;③合并心、肝、肾和造血系统等严重原发性疾病;④有重要脏器功能衰竭或病情危重的脑卒中患者;⑤不能完成基本疗程,依从性不好;⑥体内有起搏器或下肢有金属植入物。

选择 2013 年 10 月至 2014 年 6 月在复旦大学附属华山医院康复医学科住院或门诊接受治疗且符合上述标准的亚急性期偏瘫脑卒中患者 32 例。采用随机数字表法分为治疗组和对照组,每组患者 16 例。治疗前,2 组患者的性别、年龄、病程、病变性质、偏瘫侧别

以及美国国立卫生研究院脑卒中量表(National Institutes of Health stroke scale, NIHSS)评分等组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。

表 1 2 组患者的一般资料

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (周, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		
治疗组	16	14	2	58.62 $\pm$ 10.03	6.75 $\pm$ 3.19
对照组	16	13	3	57.78 $\pm$ 6.60	6.28 $\pm$ 2.58

组别	例数	病变性质(例)		NIHSS 评分 ($\bar{x} \pm s$)	偏瘫侧(例)	
		脑梗死	脑出血		左	右
治疗组	16	10	6	7.43 $\pm$ 2.42	7	9
对照组	16	9	7	7.71 $\pm$ 2.99	6	10

二、治疗方法

2 组患者均进行相同的常规康复治疗,治疗组患者每天增加 30 min 的 TEAS 治疗和 60 min 的 TRT 训练,对照组患者每天增加 30 min 的假 TEAS 治疗和 60 min 的 TRT 训练。

1. 常规康复治疗:包括良肢位摆放、关节被动活动训练、痉挛肌肉牵伸训练、本体感觉神经肌肉促进疗法、平衡训练、床-椅转移训练、神经肌肉电刺激和气泵治疗等,每周 5 次,每次 60 min,连续治疗 6 周。

2. TEAS 治疗:治疗组采用上海诺诚电生理有限公司研制的 MyoNet-COW 型肌电生物反馈仪进行 TEAS 治疗,选取突发模式,刺激频率为 100 Hz,脉宽为 200 μ s,连续刺激,电流强度以患者耐受为度。刺激部位取患侧下肢阳陵泉、足三里、太溪和涌泉穴,每日 1 次,每次治疗 30 min,连续治疗 6 周。对照组患者 TEAS 的操作流程和仪器表盘工作界面与治疗组相同,但电极线已从内部断开。

3. TRT 训练:每天 TEAS 治疗后,治疗师根据患者下肢 Brunnstrom 分期情况指导患者进行任务导向训练。①患侧下肢负重练习,健侧下肢需位于台阶上方;②患侧下肢上台阶练习,健侧下肢需位于台阶下方;③健侧下肢下台阶练习,患侧下肢需位于台阶上方;④踝关节背屈位站立练习,即站立位时双脚站在斜板上,然后脚后跟离地站立;⑤患侧和健侧下肢交替跨障碍物练习;⑥转移训练,即身体坐位,然后从椅子上站起,向前步行 10 m,再向回走坐回椅子上;⑦根据有节奏的声音提示进行步行练习。训练时遵循循序渐进原则,台阶的高度由 2.5 cm 开始,逐渐增加至 5 cm 或 10 cm,当患者每个高度可连续完成 50 次动作后,才可开始下一个台阶高度的练习。Brunnstrom II 期的患者练习上述项目①和②,需要监护和帮助;Brunnstrom III 期的患者练习上述项目①~④,如无跌倒风险则无需监护;Brunnstrom IV~V 期的患者练习项目上述项目①~⑦,无需监护。TRT 训练每日 1 次,每次治疗 60 min,连续治疗 6 周。

三、康复评定

于治疗前、治疗 3 周和 6 周后采用改良的 Fugl-Meyer 量表下肢部分(modified Fugl-Meyer assessment of lower extremity, mFMA-LE)、步行相关改良 Barthel 指数(walking related modified Barthel index, wr-MBI)以及综合痉挛量表(composite spasm scale, CSS)评定 2 组患者的运动功能、ADL 能力和踝关节痉挛程度。

1. mFMA-LE 评分^[11]:mFMA-LE 量表包括共同运动(屈肌协同运动、伸肌协同运动)、伴有协同运动的活动、分离运动 3 个分项,共 11 个测评条目,每个条目分 3 个等级,每个等级评分包括 0、1、2 分,总分为 22 分,得分越高则运动功能越好。

2. CSS 量表^[12]:该量表包括跟腱反射、踝跖屈肌群肌张力、踝阵挛三部分,总分为 16 分,≤7 分为无痉挛;8~9 分轻度痉挛;10~12 分中度痉挛;13~16 分重度痉挛。

3. wr-MBI 评分^[2]:包括转移(满分 15 分)、行走(满分 15 分)、上下楼梯(满分 10 分)3 个项目,每个项目分 5 个等级,总分为 40 分。得分越高则独立能力越强。

四、统计学分析

采用 SPSS 18.0 版统计学软件进行数据分析。计量资料组内比较时,对差值符合正态分布的使用配对 *t* 检验,不符合正态分布的使用配对秩和检验;组间比较时,数据经正态检验后采用独立样本 *t* 检验进行分析,计数资料采用 χ^2 检验进行分析。所有资料以($\bar{x} \pm s$)表示,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本研究中,对照组有 2 例患者因不接受假 TEAS 治疗退出,最终对照组有 14 例患者的数据纳入本研究。

治疗前,2 组患者 mFMA-LE、CSS 和 wr-MBI 评分组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 3 周和 6 周后,2 组患者的 mFMA-LE、CSS 和 wr-MBI 评分与组内治疗前比较,均显著改善,差异均有统计学意义($P < 0.05$);且治疗 3 周和 6 周后,治疗组的 mFMA-LE、CSS 和 wr-MBI 评分与对照组同时间点比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),详见表 2。

讨 论

本研究发现,经过 6 周的 TEAS 结合 TRT 治疗后,治疗组 mFMA-LE、CSS 和 wr-MBI 评分较组内治疗前和对照组均有明显提高。本研究结果提示,TEAS 结合 TRT 训练可能是一种能提高亚急性期脑卒中偏瘫患者下肢运动功能和步行能力,增强其踝关节控制能力的有效的康复治疗方法。

表 2 2 组患者治疗前、后 mFMA-LE、CSS 和 wr-MBI 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	mFMA-LE	CSS	wr-MBI
治疗组				
治疗前	16	9.81 ± 4.15	12.12 ± 2.12	21.25 ± 8.78
3 周	16	14.12 ± 3.36 ^{ab}	10.75 ± 1.65 ^a	28.62 ± 6.45 ^{ab}
6 周	16	17.06 ± 2.64 ^{ab}	9.06 ± 1.48 ^{ab}	31.75 ± 5.17 ^{ab}
对照组				
治疗前	14	9.42 ± 3.67	12.28 ± 1.85	19.57 ± 9.19
3 周	14	11.28 ± 3.04 ^a	11.42 ± 1.69 ^a	23.04 ± 7.80 ^a
6 周	14	13.35 ± 2.73 ^a	10.57 ± 1.86 ^a	27.21 ± 6.43 ^a

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组同时间点比较,^b $P < 0.05$

足下垂和足内翻是脑卒中后偏瘫患者下肢康复治疗的重难点,而造成这种结局的主要因素是中枢神经损伤后患侧下肢小腿三头肌的痉挛和踝关节背伸及外翻肌群的无力或收缩不协调^[13]。目前,临床上用于脑卒中下肢康复治疗的方法很多(包括运动疗法、神经肌肉电刺激、踝足矫形器、强制性运动疗法、下肢机器人训练等)^[14-15],但其临床疗效和针对性均有一定的局限性。在临床工作中,由于事先没有激活患侧的运动和感觉皮质,患者往往会因为脑损伤后大脑半球间的相互抑制而很难达到预期康复效果^[16]。有研究显示,健康人经 TENS 刺激腓总神经时,在胫前肌记录到的增强的运动诱发电位信号可持续 110 min,皮质运动诱发电位也会出现持续的活化^[17-18]。Tinazzi 等^[19]也观察到,TENS 刺激受试者的前臂肌肉可引起前臂屈肌群和伸肌群的交互性抑制。因此,在康复训练前给予 TENS 干预可提高患者完成任务时的表现。

TENS 属低频电疗法的一种,以刺激感觉神经纤维为主^[4],当刺激强度达到一定阈值时,TENS 可同时刺激运动和感觉神经纤维,从而向中枢输入感觉和运动信号,使脑损伤区域周围正常皮质产生生理性重组^[20-21]。由于 TENS 能产生类针刺的效应,因而有国外学者将其与穴位相结合进行治疗以部分取代具有创伤性的传统针刺,并在治疗慢性阻塞性肺疾病^[22]、调节心血管反应^[23]、改善脑卒中后肢体运动功能障碍和痉挛^[3,9]等方面取得了不错的疗效。Levin 等^[12]的研究报道,TENS 刺激能显著降低慢性期脑卒中患者踝跖屈肌群的痉挛和高牵张反射,并增加其踝背伸肌群的随意收缩肌力;Cho 等^[24]的研究则证实,TENS 刺激可显著改善脑卒中患者的下肢痉挛和平衡能力;还有研究发现,TENS 刺激患侧下肢阳陵泉、足三里、太溪和太冲等穴位可显著改善慢性期脑卒中患者的踝痉挛和步行速度^[3,9]。结合上述研究和踝关节控制障碍所涉及的主要肌群,本课题组选取了腓骨长短肌上的阳陵泉、胫前肌群上的足三里、小腿三头肌跟腱上的太溪

和足底的涌泉四个穴位进行治疗。

TRT 是一种具有目标导向的康复训练,有研究显示,针对下肢瘫痪肌肉的强化任务导向训练可显著提高脑卒中患者的运动功能和步行能力^[7,25-27]。本研究根据患者踝关节运动所涉及的主要肌肉,参照之前的研究总结了一套适用于患者自我练习的下肢任务导向训练计划^[3,9],主要用于帮助患者改善患侧下肢的负重能力,提高其患侧下肢背伸肌、外翻肌群肌力,增强踝关节跖屈肌从最大伸展长度到中等伸展长度时的推进力量,促进患者站立和步行之间或步行与坐下之间的转换能力,以改善患者的步行速度和步行期间双侧下肢负重的对称性。

综上所述,对于亚急性脑卒中患者,TEAS 联合任务导向训练可很好地改善患者的下肢运动功能和步行能力,增强踝关节的控制能力,是一种无创、有效、可重复且易于掌握的临床康复治疗技术。

参 考 文 献

- [1] Sun H, Zou X, Liu L. Epidemiological factors of stroke: a survey of the current status in China[J]. J Stroke, 2013, 15(2):109-114.
- [2] 唐朝正,丁政,李春燕,等. 运动想象结合任务导向训练对慢性期脑卒中患者上肢功能影响的随机对照研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014, 36(11):832-837.
- [3] Ng SS, Hui-Chan CW. Transcutaneous electrical stimulation on acupoints combined with task-related training to improve motor function and walking performance in an individual 7 years poststroke: a case study[J]. J Neurol Phys Ther, 2010, 34(4):208-213.
- [4] 唐朝正,贾杰. 经皮电神经刺激在脑卒中后上肢功能障碍中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(4):306-310.
- [5] Kraus T, Kiess O, Hösl K, et al. CNS BOLD fMRI effects of sham-controlled transcutaneous electrical nerve stimulation in the left outer auditory canal-a pilot study[J]. Brain Stimul, 2013, 6(5):798-804.
- [6] Peurala SH, Pitkänen K, Sivenius J, et al. Cutaneous electrical stimulation may enhance sensorimotor recovery in chronic stroke[J]. Clin Rehabil, 2002, 16(7):709-716.
- [7] Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2000, 81(4):409-417.
- [8] Dobkin BH, Firestone A, West M, et al. Ankle dorsiflexion as an fMRI paradigm to assay motor control for walking during rehabilitation[J]. Neuroimage, 2004, 23(1):370-381.
- [9] Ng SS, Hui-Chan CW. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task-related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke[J]. Stroke, 2007, 38(11):2953-2959.
- [10] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管病诊断要点. 中华神经科杂志, 1996, 29(6):379-380.
- [11] Crow JL, Harmeling-van der Wel BC. Hierarchical properties of the motor function sections of the Fugl-Meyer assessment scale for people after stroke: a retrospective study[J]. Phys Ther, 2008, 88(12):1554-1567.
- [12] Levin MF, Hui-Chan CW. Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor functions[J]. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1992, 85(2):131-142.
- [13] Rosa MC, Marques A, Demain S, et al. Lower limb co-contraction during walking in subjects with stroke: A systematic review[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2014, 24(1):1-10.
- [14] Carmo AA, Kleiner AF, Costa PH, et al. Three-dimensional kinematic analysis of upper and lower limb motion during gait of post-stroke patients[J]. Braz J Med Biol Res, 2012, 45(6):537-545.
- [15] 伦亿禧,王强,张永祥. 功能性电刺激与踝足矫形器改善脑卒中偏瘫患者步行功能的疗效对比[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014, 36(5):357-360.
- [16] Ramos-Murguialday A, Broetz D, Rea M, et al. Brain-machine interface in chronic stroke rehabilitation: a controlled study[J]. Ann Neurol, 2013, 74(1):100-108.
- [17] Khaslavskaja S, Ladouceur M, Sinkjaer T. Increase in tibialis anterior motor cortex excitability following repetitive electrical stimulation of the common peroneal nerve[J]. Exp Brain Res, 2002, 145(3):309-315.
- [18] Knash ME, Kido A, Gorassini M, et al. Electrical stimulation of the human common peroneal nerve elicits lasting facilitation of cortical motor-evoked potentials[J]. Exp Brain Res, 2003, 153(3):366-377.
- [19] Tinazzi M, Zarattini S, Valeriani M, et al. Long-lasting modulation of human motor cortex following prolonged transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) of forearm muscles: evidence of reciprocal inhibition and facilitation[J]. Exp Brain Res, 2005, 161(4):457-464.
- [20] Zhang J, Meng L, Qin W, et al. Structural damage and functional reorganization in ipsilesional M1 in well-recovered patients with subcortical stroke[J]. Stroke, 2014, 45(3):788-793.
- [21] Zeiler SR, Krakauer JW. The interaction between training and plasticity in the poststroke brain[J]. Curr Opin Neurol, 2013, 26(6):609-616.
- [22] Lau KS, Jones AY. A single session of Acu-TENS increases FEV1 and reduces dyspnoea in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised, placebo-controlled trial[J]. Aust J Physiother, 2008, 54(3):179-184.
- [23] Jones AY, Kwan YL, Leung NT, et al. Electrical stimulation of acupuncture points and blood pressure responses to postural changes: a pilot study[J]. Am J Crit Care, 2011, 20(3):e67-74.
- [24] Cho HY, In TS, Cho KH, et al. A single trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) improves spasticity and balance in patients with chronic stroke[J]. Tohoku J Exp Med, 2013, 229(3):187-193.
- [25] Kim TH, In TS, Cho HY. Task-related training combined with transcutaneous electrical nerve stimulation promotes upper limb functions in patients with chronic stroke[J]. Tohoku J Exp Med, 2013, 231(2):93-100.
- [26] Dean CM, Shepherd RB. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial[J]. Stroke, 1997, 28(4):722-728.
- [27] Monger C, Carr JH, Fowler V. Evaluation of a home-based exercise and training programme to improve sit-to-stand in patients with chronic stroke[J]. Clin Rehabil, 2002, 16(4):361-367.

(修回日期:2015-02-11)

(本文编辑:阮仕衡)