

功能性电刺激结合减重平板训练对脑卒中患者步行及步态的影响*

李岩¹ 陈迎春¹ 顾旭东^{1,2} 何雯雯¹ 李辉¹ 劳方金¹ 傅建明¹ 吴华¹

偏瘫为脑卒中患者最常见的后遗症,约有1/3—1/2脑卒中患者出院后3个月内仍不能独立步行^[1],提高患者的步行能力是康复治疗的关键^[2]。减重平板训练是近年来康复治疗领域中逐渐兴起的一项新技术^[3],Barbeau等1986年开始将减重平板训练(body weight-supported treadmill training, BWSTT)应用于治疗偏瘫患者,研究结果表明BWSTT能够提高患者的步行能力^[4]。有研究证明,功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)可有效改善脑卒中后的异常行走模式,配合相关的康复治疗疗效更优,其临床应用也日益受到关注^[5-6]。本研究旨在通过观察FES结合减重平板训练对脑卒中患者步行及步态恢复的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2013年9月—2014年3月在本院住院的诊断明确的脑卒中致偏瘫患者41例,均符合1995年第四届全国脑血管疾病会议制定的诊断标准^[7]。纳入标准:①首次发病,并经CT或MRI证实;②生命体征稳定,意识清楚,能配合研究;③病程在6周以内;④功能性步行分级(functional ambulation category, FAC)评定2级以上^[8];⑤所有入选患者均签署知情同意书。排除标准:①严重心肺功能不全,肾功能不全,恶性肿瘤,恶性进行性高血压;②有严重意识障碍、失语等影响治疗;③既往有颅脑外伤,其他颅内疾病或者脑梗死等。

本研究经本院伦理委员会批准,分组征得患者及其家属知情同意,并签署知情同意书后,采用随机数字表法将符合纳入标准的41例患者分为治疗组21例和对照组20例。两组患者一般资料比较差异无显著性意义($P>0.05$),具有可比性,见表1。

表1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		偏瘫侧		年龄 (岁)	病程 (d)	病变类别(例)	
		男	女	左	右			脑出血	脑梗死
对照组	20	12	8	13	7	54.30±9.3	25.3±8.7	9	11
治疗组	21	14	7	15	6	56.11±8.1	26.1±9.4	11	10

1.2 方法

两组患者均接受常规康复治疗,包括神经促通技术、平衡功能训练及日常生活活动能力训练30min/次,2次/d,5d/周,共8周。对照组在常规康复治疗的基础上,加用电动减重装置(美国Life Gait公司提供的Life GaitI 250)及Gait-keeper步态训练台进行BWSTT,减重量从减30%开始,以后酌情减15%—0%,调速范围0.2—0.5m/s,一般0.4m/s,平板坡度由0°开始^[9],30min/次,1次/d,5d/周,共8周。

治疗组在患者进行减重训练的同时,进行FES治疗。具体方法:将2台(双通道)美国产FES治疗仪(Empi公司)通过时间转换器链接起来成为4通道治疗仪,治疗电极放在患者患侧下肢的股四头肌(相当于股直肌)、腓绳肌(股二头肌)、胫骨前肌和腓肠肌的运动点上^[10-11]。打开FES治疗仪开关,治疗仪输出参数为30Hz,脉宽0.3ms,最大耐受刺激(20—30mA)^[12],周期性间歇输出模式,一个周期相当于一个步态周期。刺激程序模拟正常人步行中的肌肉收缩时序,一个刺激周期相当于一个步态周期。治疗中患侧下肢出现可见的步行动作,再打开减重平板开关,因每个患者的步幅不同,故步行速度也不同,所以减重平板速度根据每个患者的情况来调整,使减重平板速度与患者步速相一致。训练时间30min/次,1次/天,5d/周,共8周,所有患者均完成8周的训练。

1.3 评定方法

治疗前及治疗8周后由同一名不知道分组情况的治疗师对两组患者进行评定。采用简化Fugl-Meyer运动功能量表^[13](Fugl-Meyer assessment, FMA)评定下肢运动功能,FMA下肢评价得分为0—34分,所得分数越高表示运动功能损伤程度越低;综合痉挛量表(composite spasticity scale, CSS)^[14]:包括小腿三头肌肌张力(0—8分)、跟腱反射(0—4分)和踝阵挛(1—4分)3个方面,7分以下无痉挛,8—9分轻度痉挛,10—12分中度痉挛,13—16分重度痉挛;患侧踝关节主动活动时的最大活动范围^[15],取绝对值(踝关节背伸-跖曲间的最大角度);10m最快步行速度^[16](maximum walking speed, MWS)测量患者的步行速度,以下肢跨进3.0m标记线到跨出13.0m标记线的时间为10m步行时间(精确到0.01s),

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.01.019

*基金项目:浙江省嘉兴市科技局科技计划项目(2011AY1049-10);浙江省医药卫生平台骨干人才计划(2013RCA043)

1 浙江省嘉兴市第二医院康复医学中心,314000;2 通讯作者

作者简介:李岩,男,主管治疗师;收稿日期:2014-08-14

计算 10mMWS(m/min)。步行速度加快,提示患者行走能力增强;运动学参数比较采用Biodex Gait Trainer-2^[9]步态分析系统评定患者的双侧平均步长、双侧负重时间百分比、3min 步行距离。

1.4 统计学分析

采用SPSS11.5进行统计学分析,所有数据均需经过正态分布及方差齐性检验,计量资料比较采用t检验,计数资料采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果

治疗前2组患者的FMA、CSS、踝关节角度、MWS评定,运动学及动力学参数评定双侧平均步长、双侧负重时间百分比、3min步行距离组间差异无显著性意义($P>0.05$)。治疗8周后2组FMA、CSS、踝关节角度、MWS评定均优于治疗前水平,差异有显著性意义($P<0.05$),且治疗组优于对照组,差

异具有显著性意义($P<0.05$),见表2。

治疗后运动学及动力学参数双侧平均步长、双侧肢体负重时间百分比、3min步行距离等步态评定与治疗前比较差异有显著性意义($P<0.05$),且治疗组优于对照组,差异具有显著性意义($P<0.05$),见表3。

表2 两组患者治疗前、后FMA、CSS、踝关节角度及10mMWS评定比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FMA	CSS	MWS (m/min)	踝关节活动范围绝对值(°)
对照组	20				
治疗前		18.25±6.52	9.8±2.5	26.35±6.02	8.44±1.67
治疗后		24.50±3.95 ^①	5.6±3.2 ^①	40.50±7.43 ^①	16.58±4.12 ^①
治疗组	21				
治疗前		17.50±4.75	9.6±2.9	27.19±5.24	8.58±1.47
治疗后		27.30±3.30 ^{①②}	3.6±2.7 ^{①②}	46.76±6.69 ^{①②}	24.45±3.72 ^{①②}

①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组治疗后比较 $P<0.05$

表3 两组患者治疗前、后步态评定比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	步长(m)		负重时间比(%)		3min步行距离(m)
		健侧	患侧	健侧	患侧	
对照组	20					
治疗前		0.24±0.05	0.43±0.05	56.60±4.67	44.90±6.35	91.95±14.75
治疗后		0.49±0.06 ^①	0.50±0.05 ^①	52.45±2.44 ^①	47.55±2.44 ^①	129.75±14.71 ^①
治疗组	21					
治疗前		0.24±0.05	0.42±0.04	56.76±3.73	44.76±5.64	92.62±17.90
治疗后		0.53±0.07 ^{①②}	0.54±0.06 ^{①②}	51.05±1.60 ^{①②}	48.95±1.60 ^{①②}	138.67± 8.39 ^{①②}

①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组治疗后比较 $P<0.05$

3 讨论

BWSTT是建立在大脑功能重组和神经可塑性基础上的功能训练方法^[9,17],该训练将步行三要素(负重、迈步、平衡)有机结合,促进了正常模式的建立^[18]。BWSTT利用特殊的悬吊装置能不同程度地减轻患者体重对其下肢的负荷,并配合电动跑步机带动患者下肢进行重复而有节律的步行活动,使支撑能力不足的患者早期进行步行训练,能有效地激活运动皮质和脊髓节律性运动中枢^[19]。

本研究中,对照组训练后FMA、CSS、踝关节角度、MWS均较治疗前有显著提高,显示BWSTT对偏瘫患者独立步行能力的提高有显著效果。其他研究也证实,BWSTT较传统常规康复治疗可更早重建生理步态,大部分患者逐步较快地恢复了地面行走能力,缩短康复的时间^[20]。本研究治疗组FMA、CSS、踝关节角度、MWS疗效优于治疗前,且优于对照组,这可能是由于BWSTT虽然能很好地改善偏瘫患者偏瘫侧下肢的负重及自身平衡问题,然而减重对于改善步行的运动模式效果不佳,偏瘫患者小腿三头肌力量减弱、膝关节不稳、踝关节活动度差,同时下肢肌肉痉挛、失衡致使患者廓清及推进能力下降,最终导致行走功能异常有关^[9]。有文献认为FES在提高患者步行能力,改善膝的协调性及足下垂等方

面均可发挥重要作用^[12,21]。本研究通过将患者悬吊在减重平板上,将电极贴置股四头肌和小腿三头肌,通过交互神经支配,刺激肌力控制比较弱的腓绳肌和胫前肌,以此平衡下肢各组肌群的收缩能力。有研究表明在肌肉失神经支配时期予电刺激可以维持一定肌力和肌肉体积,能最大限度地改善临床常见的失神经肌萎缩^[14,22]。本研究根据过往的研究^[23-25]在支撑相时刺激患者偏瘫侧股四头肌以促进承重,刺激胫前肌收缩产生交互抑制效应,抑制屈趾肌的痉挛,改善足内翻及下垂;在摆动相时刺激患者偏瘫侧胫前肌诱发踝背屈,以利于摆动相足廓清,降低患者步行能量消耗,改善步行能力,但由于检测条件所限,还待进一步深入完善研究。

FES结合减重平板训练在改善步行能力的同时可以改善步态,治疗组显示在双侧平均步长、双侧肢体负重时间百分比、3min步行距离等方面优于对照组,认为患者在治疗师的指导下进行BWSTT训练时,可以及时调整重量的转移,增加躯干的稳定性。在进行BWSTT训练同时进行FES治疗,步态及步行距离较对照组改善明显,有研究认为这可能是由于功能性电刺激对受损神经有一定修复作用,可改善神经传导功能和神经肌肉兴奋性^[26-27]。FES刺激胫前肌可促进踝关节背伸,提高踝关节稳定性,也有研究表明患侧踝关节的

背伸角度和力矩与步行能力高度相关^[28],且踝关节稳定性对脑卒中患者步行能力恢复十分重要^[29]。FES能够通过诱发瘫痪的肌肉重新活动,增加运动和感觉信息的输入,刺激传入神经,加上不断重复的运动模式信息,刺激皮质感觉区,在皮质形成兴奋痕迹,唤醒被使用的神经通路和突触,进而达到康复治疗脑卒中后肢体运动功能障碍的目的^[30]。

本研究结果显示,FES结合减重平板训练可以提高脑卒中患者步行能力、改善患者步态。由于运动分析条件限制、样本数量相对较少且缺乏长期随访观察,因此,对于FES结合减重平板训练的功能促进作用还需要深入的研究。

参考文献

- [1] 燕铁斌, 窦祖林. 实用瘫痪康复[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999. 397—398.
- [2] 王莉, 戴朝秦. 水中强化步行训练对脑卒中偏瘫患者步行能力恢复的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(1): 76—78.
- [3] 程方, 王人成, 贾晓红, 等. 减重步行康复训练机器人研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23(4): 366—368.
- [4] 陈丽娜, 纵亚, 杨加亮, 等. 减重步行训练对脑卒中早期偏瘫患者步行能力恢复的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2006, 28(5): 343—345.
- [5] Dimitrijevic MM, Dimitrijevic MR. Clinical elements for the neuromuscular stimulation and functional electrical stimulation protocols in the practice of neurorehabilitation[J]. *Artificial Organs*, 2002, 26: 256—259.
- [6] 姜文文, 谭志梅, 燕铁斌. 功能性电刺激对脑卒中患者步行的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(11): 868—870.
- [7] 中华医学会全国第四次脑血管病学术会议. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 42(6): 60—61.
- [8] 李辉, 李岩, 顾旭东, 等. 早期诱发躯干功能训练对脑卒中患者平衡及步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(9): 689—691.
- [9] 李岩, 吴华, 姚云海, 等. 下肢康复机器人系统和减重平板训练对脑卒中偏瘫患者步行能力及步态的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(11): 810—813.
- [10] 游国清, 燕铁斌. 功能性电刺激及其在脑卒中后偏瘫患者中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29(2): 142—144.
- [11] 燕铁斌, 许云影, 李常威. 功能性电刺激改善急性脑卒中患者肢体功能的随机对照研究[J]. 中华医学杂志, 2006, 86(37): 2627—2631.
- [12] Yan T, Hui-Chan CW, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized placebo-controlled trial[J]. *Stroke*, 2005, 36(1): 80—85.
- [13] 冯娜娜, 王强, 李林, 等. 强化训练时间对脑卒中偏瘫患者步行功能恢复的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(4): 290—294.
- [14] 游国清, 燕铁斌. 功能性电刺激改善脑卒中早期患者偏瘫下肢功能的随机对照研究[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(10): 867—870.
- [15] 闫桂芳, 王中立, 赵志红, 等. 踝足康复牵引器对脑卒中偏瘫患者踝关节活动范围及步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 27(11): 1082—1083.
- [16] 瓮长水, 王军, 潘小燕, 等. 倒退步行平板训练对脑卒中患者下肢功能的影响[J]. 中华医学杂志, 2006, 86(37): 2635—2638.
- [17] 王文清, 崔志新, 李艳双, 等. 减重步行训练改善老年脑梗死偏瘫患者步行能力的局部脑血流灌注显像研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32(10): 764—769.
- [18] 李韶辉, 盛佑祥, 杨万章, 等. 视觉反馈结合减重平板步行训练对急性脑卒中患者运动功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29(9): 621—622.
- [19] 王斌, 王静. 减重步行训练在国内的应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(8): 815—818.
- [20] Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y. The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomized study[J]. *J Rehabil Res Dev*, 2001, 38(1): 69—78.
- [21] Daly J, Roenigk K, Holcomb J, et al. A randomized controlled trial of functional neuromuscular stimulation in chronic stroke subjects[J]. *Stroke*, 2006, 37(1): 172—178.
- [22] Kesar T, Perumal R, Jancosko A, et al. Novel patterns of functional electrical stimulation have an immediate effect on dorsiflexor muscle function in gait for people post-stroke[J]. *Phys Ther*, 2010, 90(1): 55—66.
- [23] Kottink A, Hermens H, Nene A. A randomized controlled trial of an implantable 2-channel peroneal nerve stimulator on walking speed and activity in poststroke hemiplegia[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007, 88(8): 971—978.
- [24] 刘翠华, 张盘德, 容小川, 等. 步态诱发功能性电刺激对脑卒中足下垂患者的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(12): 1136—1139.
- [25] Dorsch S, Ada L, Canning C, et al. The strength of the ankle dorsiflexors has a significant contribution to walking speed in people who can walk independently after stroke: an observational study[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2012, 93(6): 1072—1076.
- [26] Mattia D, Cincotti F, Astolfi L, et al. Motor cortical responsiveness to attempted movements in tetraplegia: evidence from neuroelectrical imaging[J]. *Clin Neurophysiol*, 2009, 120(1): 181—189.
- [27] Nakata H, Sakamoto K, Yumoto M, et al. The relationship in gating effects between short-latency and long-latency somatosensory-evoked potentials[J]. *Neuro report*, 2011, 22(18): 1000—1004.
- [28] 毛玉蓉, 李乐, 陈正宏, 等. 脑卒中患者步行能力与下肢三维运动学及动力学相关性分析[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(5): 442—447.
- [29] 黄美玲, 杨万章, 范佳进, 等. 早期使用踝足矫形器对脑卒中偏瘫患者步行功能影响的表面肌电信号研究[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(5): 446—450.
- [30] 单莎瑞, 黄国志, 曾庆, 等. 步态诱发功能性电刺激对脑卒中后足下垂患者步态时空参数的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(6): 558—563.