

功能性电刺激恢复性治疗踏车对脑卒中患者下肢肌电信号的影响

王颖娜¹ 李哲^{1,2} 郭钢花¹ 郝道剑¹ 范家宏¹

摘要

目的:探讨功能性电刺激恢复性治疗踏车(function electrical stimulation cycling, FES-cycling)对早期脑卒中患者下肢肌电信号的影响。

方法:将20例早期脑卒中偏瘫患者随机分为2组,所有患者均给予常规康复治疗,A组(10例)加用FES-cycling;B组(10例)常规康复治疗。于治疗前、治疗1、2、3、4周后对所有患者采用表面肌电图(surface electromyography, sEMG)、下肢Fugl-Meyer量表(FMA)、MBI进行评定。

结果:治疗前2组sEMG、FMA、MBI差异无显著性意义($P > 0.05$)。治疗4周后,两组患者RMS、FMA、MBI均较治疗前有明显改善($P < 0.05$),A组优于B组。

结论:功能性电刺激恢复性治疗踏车可提高下肢肌电信号,改善下肢肌肉功能状态,有助于改善脑卒中患者下肢运动功能。

关键词 功能性电刺激恢复性治疗踏车;脑卒中;肌电图

中图分类号:R741,R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2018)-05-0565-04

脑卒中是临床常见病及多发病,多数患者遗留有不同程度的运动功能障碍,严重影响其日常生活活动能力,如何改善并恢复患者的神经功能、提高其运动及行走能力是卒中临床康复的重要目标。近年来功能性电刺激恢复性治疗踏车(function electrical stimulation cycling, FES-cycling)在偏瘫患者康复训练中逐渐得到广泛应用,在改善早期脑卒中患者肢体运动功能方面的疗效已逐渐受到重视,但FES-cycling引起的肢体肌电信号变化与主动运动的关系鲜有报道。表面肌电图(surface electromyography, sEMG)是通过表面电极采集神经肌肉收缩性活动时产生的生物电信号,并对其进行定量分析的检查方法,是一种简单、无创、容易被受试者接受的肌电活动检查。sEMG与肌肉的活动状态和功能状态有关,能在一定程度上反映神经肌肉的功能水平^[1]。均方根值(root mean square, RMS)是本次研究中使用的表面肌电图参数,它是肌电信号数据指标的时域指标,可描述一段时间内肌肉中参与活动运动单位的放电平均特征,是放电的有效值。本研究将FES恢复性治疗踏车应用于脑卒中患者,并结合sEMG观察RMS的变化,以寻求新的、更有效的康复治疗方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2016年5月—2017年6月,在郑州大学第五附属医院康复医学中心住院治疗的脑卒中偏瘫患者23例,退出3例。

纳入标准:①符合第四届全国脑血管疾病学术会议制定的诊断标准,且经头颅CT或MRI检查诊断明确;②首次脑梗死或脑出血:病程3周以内,单侧偏瘫,且下肢深浅感觉无明显异常,Brunnstrom I期;③生命体征稳定,服从指导;④愿意签署知情同意书。

排除标准:①腔隙性脑梗死、蛛网膜下腔出血、进展型脑卒中;②严重感染,颅脑外伤、肿瘤;③神志不清者或伴有明显认知障碍、精神障碍者;④合并心、肾等其他系统严重疾病,影响康复训练者;⑤严重髋、膝、踝关节疾病及应用电刺激和康复治疗的禁忌证;⑥其他原因如外周神经损伤导致下肢运动功能障碍者;⑦皮肤极度敏感者。

采用随机盲法将患者分为FES-cycling组(A组)、常规康复治疗组(B组),按临床试验研究方案共入组23例,剔除3例,20例完成了治疗观察。2组性别、年龄、病程及病变性质

表1 两组患者一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁)	脑卒中(例)		病程 (天)
		男	女		脑出血	脑梗死	
A组	10	7	3	62.50±5.19	5	5	16.10±1.79
B组	10	6	4	64.20±7.22	3	7	16.56±1.67
P值		0.66		0.55	0.39		0.79

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.05.014

1 郑州大学第五附属医院康复科,450052; 2 通讯作者

作者简介:王颖娜,女,硕士研究生; 收稿日期:2017-11-28

差异无显著性意义,具有可比性。见表1。

1.2 治疗方法

两组均接受常规康复治疗,包括神经内科常规治疗,如降压、改善微循环、营养神经等药物治疗;基本的康复训练(运动疗法、物理疗法、作业疗法、传统治疗等)及常规护理,每次进行40min,2次/天,12次/周,共4周。A组在常规康复治疗的基础上加用FES-cycling(RT-300,Restorative Therapies/美国,SLSA),患者取坐位,双脚分别置于RT-300踏板上并用绷带固定,将标准表面电极(3cm×3cm)分别置于患侧下肢的股直肌、腓绳肌、胫骨前肌、腓肠肌的肌腹处,程序设置交替刺激下肢肌群,诱发肢体运动。FES输出频率为20—30Hz,脉宽0.20—0.30ms^[2],最大耐受刺激20—30mA,在确保患者无不适感的前提下逐渐增加刺激强度直至出现肉眼可见的肌肉收缩,诱发患者正确的肢体运动。每次25min,每天1次,每周6天,共4周;B组只接受常规康复治疗。

1.3 评定方法

对所有受试患者分别在治疗前、治疗1、2、3、4周后进行评定。所有评定由同一具有中级及其以上职称的专业医师完成。

sEMG检测采用FlexComp SA7550表面肌电分析系统进行肌电信号采集。患者取仰卧位,用酒精棉球或用磨砂膏擦除被检测者下肢皮肤油脂,并涂上导电膏,将1.0×1.0cm大小的一次性电极片分别置于患侧下肢股直肌、腓绳肌、胫前肌、腓肠肌肌腹处,嘱患者用力,尝试去驱动患侧肢体,同时采集肌肉的RMS变化。

Fugl-Meyer量表(Fugl-Meyer assessment,FMA)^[3]评定下肢运动功能,共17项,每项分0分、1分、2分三个等级计分,

运动总分34分,得分越高下肢的主动运动及分离运动越好。

改良Barthel指数(modified Barthel index,MBI)评定日常生活能力。满分100分。<20分为极严重功能缺陷,生活完全需要依赖;20—40分为生活需要很大帮助;40—60分为生活需要帮助;>60分为生活基本自理。

1.4 统计学分析

统计分析采用SPSS21.0统计软件进行数据处理,计量资料以均数±标准差表示,组内比较采用单因素方差分析,组间比较经方差齐性检验后采用独立样本 t 检验,以 $P<0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果

两组患者一般资料及治疗前各项评定结果差异无显著性意义;治疗4周后,两组患者RMS、FMA、MBI较治疗前均有明显变化($P<0.05$)。

组内不同时间点比较:治疗4周后与治疗1周、治疗2周、治疗3周比较($P<0.05$);治疗3周后与治疗1周、2周比较($P<0.05$);治疗2周后与治疗前比($P<0.05$);差异均有显著性意义。

两组组间、同时间点比较:治疗前、治疗1周后、治疗2周后比较,差异无显著性意义($P>0.05$);治疗3周、4周比较,差异具有显著性意义($P<0.05$)。见表2—4。

3 讨论

脑卒中后最常见临床症状是肢体运动功能障碍,其中下肢的运动功能障碍直接影响患者的临床恢复和日常生活质

表2 两组患者治疗前后RMS变化

($\bar{x}\pm s, n=10$)

	治疗前	治疗后1周	治疗后2周	治疗后3周	治疗后4周
股直肌					
A组	1.93±1.39	3.15±0.91	8.18±2.53 ^{①⑤}	15.59±3.31 ^{①②③⑤}	29.22±14.16 ^{①②③④⑤}
B组	1.45±1.42	2.81±1.25	5.50±0.95 ^①	10.35±2.84 ^{①②③}	17.24±8.56 ^{①②③④}
腓绳肌					
A组	2.79±1.23	3.22±0.80	7.77±1.41 ^{①⑤}	14.93±3.321 ^{①②③⑤}	26.67±12.83 ^{①②③④⑤}
B组	1.85±0.87	2.64±0.57	5.79±1.52 ^①	9.54±2.08 ^{①②③}	14.62±8.01 ^{①②③④}
胫前肌					
A组	2.86±0.80	3.87±0.84	7.56±1.19 ^①	14.01±3.391 ^{①②③⑤}	22.89±10.82 ^{①②③④⑤}
B组	2.14±0.69	3.26±0.67	6.46±2.29 ^{①②}	9.35±2.37 ^{①②③}	14.07±6.70 ^{①②③④}
腓肠肌					
A组	2.94±1.14	3.73±0.58	7.22±0.83 ^{①⑤}	13.28±3.481 ^{①②③⑤}	21.42±9.29 ^{①②③④⑤}
B组	2.16±0.78	3.71±0.70	6.14±1.64 ^①	8.87±2.271 ^{①②③}	12.59±5.36 ^{①②③④}

注:组内比较:与治疗前比较① $P<0.05$;与治疗1周比较② $P<0.05$;与治疗2周比较③ $P<0.05$;与治疗3周比较④ $P<0.05$;组间比较:同时点治疗前后比较⑤ $P<0.05$ 。

表3 两组患者治疗前后FMA评分比较

($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后1周	治疗后2周	治疗后3周	治疗后4周
A组	10	5.10±1.45	5.50±1.78	6.90±2.33	11.70±3.30 ^{①②③}	20.90±6.82 ^{①②③④⑤}
B组	10	3.90±1.37	4.30±1.34	5.20±1.81	7.80±2.62 ^{①②③}	12.10±4.82 ^{①②③④⑤}

注:组内比较:与治疗前比较① $P<0.05$;与治疗1周比较② $P<0.05$;与治疗2周比较③ $P<0.05$;与治疗3周比较④ $P<0.05$;组间比较:同时点治疗前后比较⑤ $P<0.05$ 。

表4 两组患者治疗前后MBI评分比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后1周	治疗后2周	治疗后3周	治疗后4周
A组	10	14.50±5.99	15.00±5.77	18.00±7.53	24.50±5.99 ^{①②}	37.50±13.39 ^{①②③④⑤}
B组	10	11.50±4.74	12.00±4.22	14.00±5.16	16.50±6.58 ^①	24.50±8.96 ^{①②③④⑤}

注:组内比较:与治疗前比较^① $P < 0.05$;与治疗1周比较^② $P < 0.05$;与治疗2周比较^③ $P < 0.05$;与治疗3周比较^④ $P < 0.05$;组间比较:同时点治疗前后比较^⑤ $P < 0.05$ 。

量,目前针对下肢功能训练的康复治疗技术层出不穷,但是大多数治疗需治疗师全程严密看守,耗时费力,而FES-cycling治疗脑卒中偏瘫肢体的功能障碍,在确保安全的同时达到省时高效,是近年来应用于临床的新方法。

Brunnstrom分期将脑卒中后康复分为6期,其中1期为弛缓阶段,即软瘫期,是本研究主要研究的时期,脑卒中后早期促进患者肢体功能恢复,使其尽快脱离软瘫状态,有利于患者的功能恢复。也有研究显示,康复介入的越早,患者功能恢复与整体疗效即越好^[4],国内外诸多文献报告,脑卒中的运动功能在发病后的最初几周恢复速度最快^[5-7]。Van Peppen等^[8]发现早期康复能明显提高脑卒中患者下肢功能,因此,本研究选择病程在3周以内的早期脑卒中患者,观察FES-cycling对患者下肢肌肉RMS的影响。Ambrosini E等^[9]研究表明了FES联合踏车运动可以明显促进亚急性期卒中患者运动功能的恢复。本研究结果显示,A组下肢的RMS与组内治疗前和B组治疗后比较,差异均有显著性意义($P < 0.05$),且在治疗后第二周开始出现差异性($P < 0.05$),A组的RMS显著优于治疗前和B组的治疗后($P < 0.05$),而FMA、MBI量表均在第三周开始出现差异性,提示,脑卒中早期患者的RMS数值明显提高,肌电生理的改变较肢体功能的改变提前出现,即在肉眼不可见的运动之前即能评估患者下肢肌肉功能。同时证明了FES-cycling训练能明显提高早期患者下肢运动功能,对后期主动运动的出现具有积极影响。与AmbrosiniE的结论相一致。

FES-cycling是将FES和智能循环运动系统整合为一有机体的训练方法,按照预先编订的程序,作用于功能障碍的肢体,诱发被刺激肌肉在训练过程中产生协调的主动收缩,模拟正常的主动运动以配合并促进训练动作的完成,恢复肌肉的运动功能,同时在恢复中枢神经系统及重塑中枢传导通路方面亦有非常积极的促进作用^[10],同时加上智能踏车循环运动模式,使运动强度可以控制,当患者处于软瘫期时,可通过被动训练模式由设备带动患者肢体运动。这种踩踏循环运动训练在动力学上类似于步态训练,但智能循环运动训练不需要患者有很好的平衡能力,患者可在卧位或坐位的情况下进行训练^[11],重复的被动运动可提高偏瘫侧弛缓肌的肌力,维持或扩大关节的活动范围^[12]。FES-cycling将两者优势互补。既往研究证明的FES-cycling能明显提高患者下肢的主动运动功能、平衡功能及步行速度,且效果优于单纯常规

康复治疗及常规康复加智能循环运动训练组,本研究在既往研究的基础上,研究在脑卒中早期,患者未出现主动运动的时,将FES-cycling以一体加于试验组,研究患者下肢肢体早期肌电信号的变化。将电极片分别置于患侧下肢肌群,刺激肌肉收缩产生踏车运动,且其刺激强度可智能调控,当患者主动运动减弱时,刺激强度增加,使患者产生电击感不适,迫使患者主观意识加强主动运动,当患者主动运动增强时刺激强度逐渐降低,电击感随之降低,这种直接的感官感受来激发患者的主动性及积极性。当我们用功能性电刺激的程序化刺激患侧下肢激发出肌肉的运动时,由于早期脑卒中患者下肢肌力不足,不足以在抗重力或抗阻力的情况下出现动作,但是踏车的设计正好弥补这一问题,可根据具体情况调节仪器阻力参数,使患者完成被动-助动-主动的踩踏循环。

本研究中使用参数是表面肌电图时域指标中的均方根值。是用来描述一段时间内肌肉中参与活动运动单位的放电平均特征,是放电的有效值,取决于肌肉负荷性因素和肌肉本身的生理生化过程之间的内在联系,主要反映肌肉活动时运动单位激活的数量、参与活动的运动单位的类型以及同步化程度^[13-15]。本研究中,患者经过4周的康复训练后,RMS数值均有明显提高,且与FMA、BMI量表正相关,RMS越大,说明运动单位的募集越多,参加运动单位数量越多,肌电活动也增加,代表肌力越大,与Kim^[16]等的研究结果一致,证明肌力与RMS值正相关,RMS可以作为评估肌力的指标。

对于脑卒中后偏瘫下肢无主动运动的患者,功能性电刺激恢复性治疗踏车可明显改善下肢肌肉状态,提高肌肉兴奋性,有助于改善脑卒中患者下肢运动功能,对患侧下肢主动运动的出现具有积极影响,有可能缩短康复治疗时间。但本研究仍存在一些不足,试验样本量少,肌电信号变化对脑卒中后早期诱发主动运动的具体影响机制还未可知,且尚未分析该研究的中、长期疗效,尚需进一步研究。

参考文献

- [1] 安子薇,吴庆文,赵雅宁,等.表面肌电图在帕金森患者综合运动训练疗效评估中的应用[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(10):740—743.
- [2] T Yan, CWY Huichan, LSW Li. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walki“g ability of subjects with first acute stroke: a random-

- ized placebo controlled trial[J]. Stroke,2005,36:80—85.
- [3] Fugl-Meyer AR,Jääskö L,Leyman I,et al.The post-stroke hemiplegic patient.I.a method for evaluation of physical performance[J]. Scand J Rehabil Med,1975,7(1):13—31.
- [4] Liu N, Cadilhac DA, Andrew NE, et al. Randomized controlled trial of early rehabilitation after intracerebral hemorrhage stroke: difference in outcomes within 6 months of stroke[J]. Stroke, 2014, 45(12):3502—3507.
- [5] Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, et al. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?[J]. Clin Rehabil,2004,18:833—862.
- [6] Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis[J]. Stroke, 2004, 35:2529—2539.
- [7] 张通,李丽林,毕胜,等.急性脑血管病三级康复治疗的前瞻性多中心随机对照研究[J].中华医学杂志,2004,84:1948—1954.
- [8] Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, et al.The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence?[J]. Clin Rehabil, 2004, 18(8): 833—862.
- [9] Ambrosini E, Ferrante S, Ferrigno G, et al. Cycling induced by electrical stimulation improves muscle activation and symmetry during pedaling in hemiparetic patients [J].IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng,2012,20(3):320—330.
- [10] Dyrba M, Barkhof F, Fellgiebel A, et al. Predicting prodromal Alzheimer's disease in subjects with mild cognitive impairment using machine learning classification of multimodal multicenter diffusion-tensor and magnetic resonance imaging data[J]. J Neuroimaging, 2015, 25(5):738—747.
- [11] Lo HC,Hsu YC,Hsueh YH, et al.Cycling exercise with functional electrical stimulation improves postural control in stroke patients[J].Gait Posture,2012,35(3):506—510.
- [12] Yeh CY, Chen JJ, Tsai KH. Quantifying the effectiveness of the sustained muscle stretching treatments in stroke patients with ankle hypertonia[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2007, 17(4):453—461.
- [13] Fukuda TY, Echeimberg JO, Pompeu JE, et al. Root mean square value of the electromyographic signal in the isometric torque of the quadriceps, hamstrings and brachial biceps muscles in female [J].J Appl Res,2010,10(1):32—39.
- [14] 穆景颂,倪朝民. 表面肌电图在脑卒中康复评定中的应用[J]. 中国康复, 2009, 24: 53—55.
- [15] 郑洁皎,胡佑红,俞卓伟. 表面肌电图在神经肌肉功能评定中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2007, 13(8):741—742.
- [16] Kim KS,Seo JH,Song CG. Portable measurement system for the objective evaluation of the spasticity of hemiplegic patients based on the tonic stretch reflex threshold[J]. Med Eng Phys,2011, 33: 62—69.
- landing tasks[J].J Electromyogr Kinesiol, 2014,24(5):718—721.
- [29] Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, et al.Effects of aerobic training,resistance training or both on glycemic control in type 2 diabetes:a randomized trail[J].Ann Int Med,2007,147(6):357—369.
- [30] Kadoglou NP,Fotiadis G,Kapelouzou A,et al.The different anti-inflammatory effects of exercise modalities and their association with early carotid atherosclerosis progression in patients with type 2 Diabetes[J].Diabetes Med,2013,30(2): 41—50.
- [31] Jennings AE, Alberga A, Sigal RJ, et al. The effect of exercise training on resting metabolic rate in type 2 diabetes mellitus [J].Med and Sci Sports and Exerc,2009,41(8): 1558—1565.
- [32] 常凤,安楠,李国平. 中年2型糖尿病个性化有氧运动干预30例效果分析[J].中国运动医学杂志,2015,34(2):13—16.
- [33] Liu Z,Ko SH,Chai W,et al. Regulation of muscle microcirculation in health and diabetes[J].Diabetes Metab,2012,36(2): 83—89.
- [34] Rao X,Zhong J,Xu X,et al. Exercise protects against diet-induced insulin resistance through down-regulation of protein kinase C in mice[J].Plos One,2013,8(12):1—10.
- [35] Bacchi E, Negri C, Zanolin ME,et al.Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetes subjects: A randomized controlled trial[J].Diabetes Care,2012, 35(4):676—682.
- [36] 惠兰,韩礼月. 运动对非胰岛素依赖型糖尿病患者血糖、血脂、胰岛素的影响[J].现代中西医结合杂志,2007,16(36):54—50.
- [37] 刘政潭. 不同运动方式对2型糖尿病患者血糖相关指标的影响[J]. 山东体育学院学报,2010,26(7):46—51.
- [38] Loiaala A,Groundstroem K,Rinne M,et al. Effect of long-term endurance and strength training on metabolic control and arterial elasticity in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. J Am Coll Cardiol, 2009,103(7): 972—977.

(上接第564页)