

## 多通道功能性电刺激对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响

王欣欣 王强 吴玉斌 赵宇阳 邓钰 孙丹乔 杜新新

**【摘要】** 目的 观察多通道功能性电刺激(FES)对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响。方法 将 30 例脑卒中偏瘫患者按随机数字表法分为对照组、电刺激 A 组和电刺激 B 组,每组 10 例。3 组患者均接受常规康复治疗 and 药物治疗,电刺激 A 组每日进行 15 min 常规康复治疗 and 15 min 多通道 FES 治疗,共计 30 min,每日 1 次;电刺激 B 组在电刺激 A 组基础上,增加 FES 治疗时间至 30 min,每日 1 次。治疗前及治疗 4 周后(治疗后),采用 Fugl-Meyer 量表(FMA)下肢部分、起立-行走测试(TUGT)、10 米最大步行速度测试(10 mWVS)、功能性步行分级(FAC)、Barthel 指数(BI)进行评定。结果 治疗前,3 组患者 TUGT、10 mWVS、FMA、FAC、BI 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,3 组患者 TUGT、10 mWVS、FMA、FAC、BI 均较组内治疗前改善( $P<0.05$ )。与对照组治疗后比较,电刺激 A 组和电刺激 B 组 TUGT、10 mWVS、FMA、FAC、BI 较为优异( $P<0.05$ ),且电刺激 B 组 TUGT[(18.01±6.16) s]、10 mWVS[(0.83±0.14) m/s]、FMA[(24.57±2.59) 分]、FAC[(4.37±0.43) 级]、BI[(71.50±9.14) 分]优于电刺激 A 组( $P<0.05$ )。结论 增加多通道 FES 治疗时间可以明显改善脑卒中患者的下肢运动功能,提高生活质量。

**【关键词】** 脑卒中; 下肢功能; 多通道功能性电刺激

**基金项目:**山东省自然科学基金(ZR2014JL057)

**Fund program:**The Natural Science Foundation of Shandong Province(grant ZR2014JL057)

全球每年大约 1500 万人罹患脑卒中,脑卒中现已成为公共卫生的主要问题之一。75% 的脑卒中患者为 65 岁以上的老年人,仅有 70% 的脑卒中幸存者能重新恢复步行能力,但持续存在的肌肉痉挛、肌力下降等问题,使 20% 的脑卒中患者存在足下垂步态,造成患者步速减慢,跌倒风险增加,功能步行受限,严重影响日常生活质量<sup>[1]</sup>。对于脑卒中患者而言,步行功能是运动、健康水平的预测指标,因此恢复步行功能是首要康复目标<sup>[2]</sup>。功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)能显著改善脑卒中患者的步行能力、增强本体感觉刺激及大脑可塑性<sup>[3]</sup>。近年来, FES 训练研究日渐增多,但既往研究采用单通道 FES 居多,多通道 FES 报道较少。本研究探讨多通道 FES 治疗对偏瘫患者下肢功能的影响,旨在为临床应用多通道 FES 最佳训练量提供理论依据。

## 对象与方法

## 一、一般资料

入选标准:①所有患者均符合全国第 4 次脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准<sup>[4]</sup>,确诊为脑卒中,并经过颅脑 CT 或 MRI 证实;②年龄 18~70 岁;③首次发病;④单侧病灶;⑤病程 ≤6 月;⑥病情平稳,可完成训练指令;⑦患侧下肢 Brunnstrom 分期<sup>[5]</sup> ≥ II 期;⑧患侧下肢肌张力 Ashworth 分级<sup>[6]</sup> ≤ 2 级;⑨站立平衡 ≥ 2 级;⑩患者可独立或监护下步行至少 10 m;⑪所有患者及家属均被告知本研究的实验目的及方法,并签署知情同意书。排除标准:①急性加重期;②意识不清者或伴有严重认

知障碍、视野缺损者;③存在周围神经损伤致足下垂;④踝关节挛缩、畸形;⑤合并严重心肺功能障碍无法完成步行评估;⑥皮肤极度敏感、破溃;⑦佩戴心脏起搏器;⑧病灶位于脑干、小脑;⑨合并严重感染;⑩蛛网膜下腔出血;⑪踝背伸肌肌力 0 级。

选取 2016 年 8 月至 2017 年 5 月在青岛大学附属医院黄岛院区康复医学科诊治的脑卒中患者 30 例,按随机数字表法分为对照组、电刺激 A 组和电刺激 B 组,每组 10 例。3 组患者年龄、性别、脑卒中类型、平均病程、脑损伤侧别等一般资料经统计学分析比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,详见表 1。

表 1 3 组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ )	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$ )
		男	女		
对照组	10	6	4	54.20±6.14	60.20±25.65
电刺激 A 组	10	4	6	52.90±8.08	63.90±29.83
电刺激 B 组	10	5	5	55.70±6.95	56.30±25.97

  

组别	例数	脑卒中类型(例)		脑损伤侧别(例)	
		脑出血	脑梗死	左侧	右侧
对照组	10	5	5	4	6
电刺激 A 组	10	3	7	6	4
电刺激 B 组	10	6	4	6	4

## 二、治疗方法

3 组患者均接受常规药物治疗和常规康复治疗。常规康复治疗主要为运动再学习技术和 Bobath 训练,包括躯干肌训练、步行训练、重心转移训练、站立平衡训练、上下台阶训练等,每日 1 次,每次 30 min,每周 5 d。电刺激 A 组每日进行 15 min 常规康复治疗 and 15 min 多通道 FES 治疗,共计 30 min,每日 1 次,每周 5 d。电刺激 B 组在电刺激 A 组基础上,增加 FES 治疗时间至 30 min,每日 1 次,每周 5 d。3 组患者疗程均为 4 周,上述训练均在专业康复治疗师指导下完成。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.05.006

作者单位:266000 青岛,青岛大学附属医院康复医学科(王欣欣、王强、赵宇阳、邓钰、孙丹乔、杜新新);滨州市人民医院神经内科(吴玉斌)

通信作者:王强,Email:sakulawangqiang@hotmail.com

FES 治疗采用北京产 RT200 治疗仪,通过智能化系统自动控制低频脉冲电流,直接刺激因神经系统损伤而导致瘫痪的肌肉发生收缩,促使肢体完成动作训练。该仪器训练模式分为主动训练模式、助力训练模式、被动训练模式,训练时根据患者下肢运动功能的实际情况选择训练模式。患者取坐位,电极片分别置于胫前肌、股四头肌、腓绳肌的运动点上,频率 40 Hz,脉宽 250  $\mu$ s,刺激强度为能引出关节活动的最大耐受度。

### 三、评价指标

分别于治疗前、治疗 4 周后(治疗后),对 3 组患者进行以下指标的评定:①Fugl-Meyer 量表(Fugl-Meyer motor assessment, FMA)下肢部分<sup>[7]</sup>——共 17 项,每项 0~2 分,总分 34 分,得分与下肢运动功能呈正相关;②起立-行走测试(timed “up and go” test, TUGT)<sup>[8]</sup>——当听到“开始”指令后,患者站立并向前步行 3 m,再返回到凳子坐下所需的时间;③10 米最大步行速度测试((10 meter maximum walking speed, 10 mMWS)<sup>[9]</sup>——在起点至终点 16 m 长的步行通道上标记起点、3 m、13 m、终点,让患者以最好的步行状态自起点步行至终点,记录从 3 m 点至 13 m 点所需的时间,精确至 0.01 s,测试 3 次,每次测试期间可以休息,取 3 次测试中时间最短值,并计算最大步行速度;④功能性步行分级(functional ambulation category, FAC)<sup>[10]</sup>——分为 0~5 级,0 级,不能行走或需要 2 人及以上的辅助;1 级,需在 1 人持续不断辅助下行走;2 级,需在 1 人间断辅助下行走;3 级,需要 1 人监护或言语指导,但无需他人身体扶持;4 级,可在平地上独立步行,但在上下坡、楼梯时仍需他人帮助;5 级,任何地方都能独立步行;⑤Barthel 指数(Barthel index)<sup>[11]</sup>——包括进食、床与轮椅的转移、个人卫生、如厕、洗澡、步行、上下楼梯、穿衣、大小便控制等 10 项内容,每项 5~15 分,总分 100 分,得分越低,依赖性越强。

### 四、统计学分析

采用 SPSS 22.0 版统计学软件进行数据分析,计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )形式表示,治疗前、后比较采用配对样本 *t* 检验,3 组患者差异性比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 Bonferroni 检验, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 结 果

治疗前,3 组患者 TUGT、10 mMWS、FMA、FAC、BI 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,3 组患者 TUGT、

10 mMWS、FMA、FAC、BI 均较组内治疗前改善,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。与对照组治疗后比较,电刺激 A 组和电刺激 B 组 TUGT、10 mMWS、FMA、FAC、BI 较为优异( $P<0.05$ ),且电刺激 B 组 TUGT、10 mMWS、FMA、FAC、BI 优于电刺激 A 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。详见表 2。

## 讨 论

脑卒中患者的主要步态问题有患侧下肢支撑相时间缩短、足下垂、膝关节过伸或塌陷等,可导致足离地困难、划圈步态及膝关节损伤,严重影响步行速度和安全性。偏瘫患者的康复目标除了步行功能的改善外,还应有恢复独立、回归社会等。步行功能是提高生存质量和恢复功能独立的重要组成部分<sup>[12]</sup>。FES 疗法使用低频脉冲电流,按照一定的顺序,刺激存在运动障碍的肢体,促使肌肉收缩,产生功能性运动,以此代替已丧失的功能,并通过调节大脑神经元的兴奋性,提高大脑可塑性<sup>[13]</sup>。FES 用于脑卒中患者偏瘫肢体的运动功能恢复,主要是通过提高肌力,增加关节活动度,尤其是改善下肢运动功能已被很多实验研究证实。通过对病程少于 3 个月的 30 例脑卒中患者进行为期 12 周的 FES 治疗后,发现 FES 能明显提高步行速度、降低生理消耗<sup>[14]</sup>。马全胜等<sup>[15]</sup>通过对 45 例脑卒中患者进行为期 8 周的 FES 联合四肢联动训练后发现, FES 四肢联动组患者 FMA 下肢部分、10 mMWS 等较对照组明显提高,其机制是 FES 通过刺激步行过程中的关键肌,提高各关键肌肌力,改善主动肌和拮抗肌之间的平衡性,并通过反复正确运动模式,诱发神经反射活动,在大脑皮质形成兴奋痕迹,促进功能重塑。

本研究结果显示,3 组患者治疗后下肢运动功能较治疗前显著提高,且电刺激 B 组较常规刺激组疗效更显著,说明增加 FES 训练时间能明显改善患者的下肢运动功能。多通道 FES 促使产生动作电位,刺激多肌纤维收缩,促进肌力恢复,其四肢运动模式通过循环分离运动,可以实现对全身肌群协调性和同步性的训练,增强下肢及腰部肌力,提高躯干稳定性,恢复平衡能力,并通过产生规律的挤压-放松刺激,促进本体感觉恢复,从而改善下肢运动功能<sup>[16]</sup>。联合使用 FES,可以促使神经肌肉通路重建,模拟正常的步行模式,促进步态恢复。多通道 FES 与单通道相比,具有多个刺激通道,可按照一定次序刺激多组肌肉,产生多关节的协调活动,产生更符合功能性步行要求的运

表 2 3 组患者治疗前、后各项指标评分比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	TUGT(s)	10 mMWS(m/s)	FMA(分)	FAC(级)	BI(分)
对照组						
治疗前	10	47.79±17.13	0.40±0.18	14.17±3.91	2.94±0.56	48.67±10.15
治疗后	10	46.34±17.25 <sup>a</sup>	0.47±0.17 <sup>a</sup>	15.90±3.57 <sup>a</sup>	3.07±0.52 <sup>a</sup>	50.67±9.10 <sup>a</sup>
电刺激 A 组						
治疗前	10	47.34±15.11	0.42±0.14	15.60±4.49	2.83±0.48	50.33±8.53
治疗后	10	32.05±9.86 <sup>ab</sup>	0.65±0.13 <sup>ab</sup>	20.37±4.44 <sup>ab</sup>	3.70±0.64 <sup>ab</sup>	61.17±8.09 <sup>ab</sup>
电刺激 B 组						
治疗前	10	41.02±12.42	0.41±0.17	16.97±2.97	3.10±0.63	52.84±7.46
治疗后	10	18.01±6.16 <sup>abc</sup>	0.83±0.14 <sup>abc</sup>	24.57±2.59 <sup>abc</sup>	4.37±0.43 <sup>abc</sup>	71.50±9.14 <sup>abc</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与对照组治疗后比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ ;与电刺激 A 组治疗后比较,<sup>c</sup> $P<0.05$

动,更好地改善瘫痪肢体的运动功能<sup>[17]</sup>。此外,多通道 FES 还能通过神经细胞去极化将刺激传输到中枢神经系统,激活大脑皮质,提高轴突侧支和新突触的产生速度,促进中枢神经系统的重塑,从而促进运动功能恢复<sup>[15]</sup>。

综上所述,多通道 FES 能改善脑卒中患者的步态,增加多通道 FES 治疗时间能明显提高步速、平衡转移能力,改善下肢运动功能。但本研究样本量少,治疗时间短,缺乏对患者下肢耐力的研究,因此探讨多通道 FES 训练的最佳治疗量仍待进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] Bethoux F, Rogers HL, Nolan KJ, et al. The effects of peroneal nerve functional electrical stimulation versus ankle-foot orthosis in patients with chronic stroke; a randomized controlled trial [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2014, 28 ( 7 ): 688-697. DOI: 10.1177/1545968314521007.
- [2] Bethoux F, Rogers HL, Nolan KJ, et al. Long-term follow-up to a randomized controlled trial comparing peroneal nerve functional electrical stimulation to an ankle foot orthosis for patients with chronic stroke [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2015, 29(10):911-922. DOI: 10.1177/1545968315570325.
- [3] 王桂丽,贾杰. 功能电刺激治疗脑卒中足下垂合并内翻的疗效观察[J]. *中国康复*, 2016, 31(6):434-437. 2016, 31(6):434-437. DOI: 10.3870/zgkf.2016.06.009.
- [4] 中华神经科学会,中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点 [J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6):379-380.
- [5] 胡永善. 新编康复医学[M]. 上海:复旦大学出版社,2005:53.
- [6] 燕铁斌,窦祖林,冉春风. 实用偏瘫康复[M]. 北京:人民卫生出版社,1999:188-189.
- [7] 中华人民共和国卫生部医政司. 中国康复医学治疗规范[M]. 北京:华夏出版社,1998:82-83.
- [8] 李敏,毕素清,李本源. 计时“起立-行走”测验评估脑卒中患者功能性步行能力的信度和同时效度[J]. *中国临床康复*, 2004, 8

(31):6819-6821.

- [9] 金贵梁,刘慧. 多通道功能性电刺激对脑卒中患者步行试验及 DTI 扫描结果的影响[J]. *泰山医学院学报*, 2017, 38(2):165-167.
  - [10] 王继兵,孟兆祥,薛永骥,等. MOTomed 运动训练对脑卒中偏瘫患者运动能力及日常生活活动能力的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34(8):614-616. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.08.016.
  - [11] 孙良文,胡锦荣,黎飞,等. 基于日常生活活动能力的功能性移动训练在脑卒中后偏瘫患者中应用[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(6):446-449. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.06.011.
  - [12] Cho MK, Kim JH, Chung Y, et al. Treadmill gait training combined with functional electrical stimulation on hip abductor and ankle dorsiflexor muscles for chronic hemiparesis [J]. *Gait Posture*, 2015, 42(1):73-78. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.04.009.
  - [13] 刘翠华,张盘德,容小川,等. 步态诱发功能性电刺激结合康复训练对脑卒中足下垂患者的临床疗效[J]. *中国老年学杂志*, 2014, 34(24):6882-6884. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2014.24.015.
  - [14] Sabut SK, Sikdar C, Mondal R, et al. Restoration of gait and motor recovery by functional electrical stimulation therapy in persons with stroke [J]. *Disabil Rehabil*, 2010, 32(19):1594-1603. DOI: 10.3109/09638281003599596.
  - [15] 马全胜,宋德军,郗淑燕. 功能性电刺激四肢联动训练对脑卒中患者下肢功能及步行能力的影响[J]. *康复学报*, 2016, 26(6):10-13.
  - [16] 宋达,施加加,裴海荣,等. 踏车训练中应用循环性功能电刺激对脑卒中患者下肢运动功能恢复的影响[J]. *中国康复*, 2017, 32(2):106-108. DOI: 10.3870/zgkf.2017.02.005.
  - [17] 谭志梅,姜文文,燕铁斌,等. 多通道功能性电刺激及其在脑卒中偏瘫侧肢体康复中的应用[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(6):464-467. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.06.019.
- (修回日期:2015-03-23)  
(本文编辑:凌 琛)

## · 短篇论著 ·

# 减重训练联合电针干预对脑卒中偏瘫患者下肢功能恢复的影响

孙伟 单林娜

脑卒中具有很高的致残率,患者下肢功能障碍主要表现为足下垂、足底前外缘着地、踝关节内翻、膝关节僵化等<sup>[1-2]</sup>。相关报道指出<sup>[3-4]</sup>,脑卒中后偏瘫患者康复治疗重点之一就是帮助患者最大程度恢复身体运动功能,其中行走训练是改善脑卒

中患者行走能力及肢体运动功能的重要措施;但在实际行走训练过程中患者往往因患肢要承受自身重量而较难完成既定训练方案,不利于其肢体协调能力恢复及良好步态形成。本研究联合采用减重训练及电针刺激治疗脑卒中后偏瘫患者,发现治疗后患者下肢功能明显改善,现报道如下。

### 一、对象与方法

选取 2016 年 3 月至 9 月期间在唐山师范学院社区医院接受康复治疗的脑卒中后偏瘫患者 70 例,患者入选标准包括:均为病情稳定的脑卒中后偏瘫康复期患者;在脑卒中发病前无步

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.05.007

基金项目:河北省体育局科研资助项目(20171017)

作者单位:063000 唐山,河北唐山师范学院人体科学实验室

通信作者:孙伟,Email: 41454734@qq.com