

·临床研究·

功能性电刺激对痉挛型脑瘫儿童下肢功能的影响

张进华¹ 杨 正¹ 韩玉玲¹ 郑 勇¹ 许 莹¹

摘要 目的:探讨功能性电刺激(FES)对痉挛型脑性瘫痪(脑瘫)患儿下肢功能的影响。方法:39例(年龄24—60个月)有行走能力且存在踝跖屈肌痉挛的双瘫患儿随机分为FES组(21例)及对照组(18例)。FES组采用12周康复训练治疗,前6周辅以FES;对照组仅进行12周康复训练。分别在治疗前、治疗6周和12周进行腓肠肌痉挛评分(改良Ashworth分值,MAS)、踝关节活动度(ROM)以及粗大运动功能量表(GMFM)评定。结果:两组患儿治疗6周和12周后,MAS量化评分下降,GMFM站立及走跑跳两大功能区评分提高,与各自治疗前相比,差异均有显著性意义($P<0.05$ 或 0.01);FES组患儿治疗6周和12周后,对照组患儿治疗12周后,踝关节ROM较治疗前明显增加,差异有显著性意义($P<0.01$)。治疗6周和12周后,FES组MAS、踝关节ROM及GMFM等指标均优于对照组,差异有显著性意义($P<0.01$)。结论:结合运动训练,FES可成为痉挛型脑瘫患儿下肢功能康复的一种有效治疗手段。

关键词 功能性电刺激;脑性瘫痪;痉挛;下肢

中图分类号:R454.1,R742.3,R722 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2009)-04-0328-03

Effects of functional electrical stimulation on motor function of lower extremity of cerebral palsy children with spastic diplegia/ZHANG Jinhua, YANG Zheng, HAN Yuling, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 24(4): 328—330

Abstract Objective: To study the clinical effects of functional electrical stimulation (FES) for improving lower extremity functional performance in cerebral palsy (CP) children with spastic diplegia. **Method:** Thirty-nine CP patients (aged 24—60 months) with spastic diplegia were randomly divided into FES group ($n=21$) and control group ($n=18$). The patients in FES group received combination treatment of 12-week rehabilitation training and FES during first 6 weeks, while those in control group were only treated with 12-week rehabilitation training. Modified Ashworth Scale (MAS), range of motion (ROM) of ankle and the gross motor function measure (GMFM) were evaluated at the beginning and at the end of the 6th and 12th week of treatment course respectively. **Result:** MAS decreased and GMFM scores increased in both groups at the end of 6th and 12th week of treatment ($P<0.05$ or 0.01). In FES group ROM of ankle significantly increased at the end of the 6th and 12th week of treatment, while in control group increased only after 12 weeks of treatment ($P<0.01$). Compared with control group, MAS and ROM of ankle and GMFM scores in FES group patients significantly improved at the end of 6th and 12th week of treatment ($P<0.01$). **Conclusion:** FES is an effective therapeutic method for improving lower extremity motor function in CP children with spastic diplegia.

Author's address Department of Rehabilitation, Tianjin Children's Hospital, Tianjin, 300074

Key words functional electrical stimulation; cerebral palsy; spastic; lower extremity

功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)是通过一定强度的脉冲电流刺激完整的外周运动神经,从而激活肌肉使之提高功能性活动的一种疗法^[1]。近年来国内报道FES多用于成人脑卒中后瘫痪肢体的康复^[2]。本研究应用FES以改善儿童痉挛型脑性瘫痪(脑瘫)的下肢功能,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2006年1月—2007年1月在我院康复科治疗的39例痉挛型双瘫患儿作为研究对象,年龄24—60个月。入选标准为:①符合小儿脑瘫诊断及分型标准^[3];②患儿有行走能力(辅助行走或独立行

走),步行周期首次触地为足趾而非足跟;③腓肠肌存在不同程度痉挛,改良Ashworth评级(Modified Ashworth Scale, MAS) ≤ 3 ;④具有一定认知能力,能理解简单指令;⑤除外肢体挛缩畸形、下运动神经元受损和心血管疾病等。

将符合入选条件的39例患儿随机分为FES组($n=21$)和对照组($n=18$)。两组性别、年龄和粗大运动功能量表(gross motor function measure, GMFM)^[4]88项中D区(站立)及E区(走跑跳)评分等比较,差异均无显著性意义($P>0.05$),见表1。

1 天津市儿童医院康复科,天津,300074

作者简介:张进华,女,主治医师

收稿日期:2008-11-05

表 1 两组患儿一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄(月)	GMFM 评分(% $\bar{x}\pm s$)	
		男	女		站立	走跑跳
FES 组	21	13	8	39.76 $\pm$ 8.26	23.52 $\pm$ 3.52	19.95 $\pm$ 3.10
对照组	18	12	6	39.50 $\pm$ 10.59	23.94 $\pm$ 3.44	19.11 $\pm$ 4.51

1.2 治疗方法

1.2.1 FES 治疗技术:采用北京产 K8832-T 电脑多功能电疗仪,具双输出通道,每个输出通道有 2 个电极。根据患肢大小选用合适的导电橡胶电极,采用衬垫法,将刺激电极固定于患儿胫前肌的运动点,另一个电极固定于胫前肌的肌腱。处方号调到 FES 处,调节电流输出量,逐渐提高输出量至引起肌肉明显收缩且患儿能耐受(耐受水平一般为 10—40mA),形成接近正常的动作,维持此输出量到每次刺激 20min 结束。FES 治疗 1 次/d,5d/周,前 6 周连续进行。

1.2.2 康复训练:两组均由专业治疗师进行康复训练,包括关节活动度训练、肌力及肌耐力训练、站位平衡训练和步行训练等,并留有家庭训练作业。康复训练 1 次/d,每次约 1h,5d/周,共 12 周。

1.3 评估方法

于治疗前及治疗第 6 周、12 周时进行评价。

1.3.1 MAS^[9]:对腓肠肌痉挛程度进行评价。将评价等级 0,1,1⁺,2,3 和 4 级分别量化为 1,2,3,4,5 和 6 分。

1.3.2 踝关节背屈活动度(ROM)测量:患儿取仰卧位,测量休息位踝关节背屈活动度(rROM)。

1.3.3 采用 GMFM-88 中的 D 区(站立)及 E 区(走跑跳)评价患儿站立和走跑跳两大运动功能(由于对象入选时均已具有一定的翻身、坐及爬行能力,故仅做站立及走跑跳两大功能区的评估)。站立功能总分为 39 分,走跑跳功能总分为 72 分。每项指标的记分方法:0 分:完全不能做;1 分:完成不到 10%;2 分:完成 10%—99%;3 分:全部完成。各功能区记分方法:各功能区实际得分/各功能区总分 $\times$ 100%。

1.4 统计学分析

所得数据以均数 $\pm$ 标准差表示,用 SPSS10.0 版统计分析软件进行统计处理,各组在不同评定时间点的组间及组内比较采用重复测量的方差分析, $P<0.05$ 表示差异有显著性。

2 结果

2.1 治疗前后两组 MAS 量化评分比较

两组患儿治疗后,踝关节痉挛减轻,MAS 下降,6 周和 12 周 MAS 与各自治疗前相比,差异有显著性意义($P<0.01$)。治疗 6 周和 12 周后两组间 MAS 比较,FES 组均明显低于对照组($P<0.05$),表明 FES

治疗不但更能缓解腓肠肌痉挛,其疗效还能延续到 FES 治疗结束后 6 周,见表 2。

表 2 两组患儿治疗前后各临床指标变化 (% $\bar{x}\pm s$)

组别/时间	MAS 评分	rROM(°)	GMFM 评分	
			站立	走跑跳
FES 组				
第 0 周	4.17±0.82	43.95±5.44	23.52±3.52	19.95±3.10
第 6 周	3.17±0.99 ^{②③}	50.12±6.44 ^{②③}	34.05±2.82 ^{②④}	23.90±3.45 ^{②③}
第 12 周	2.05±0.91 ^{②③}	55.07±7.82 ^{②③}	44.71±2.87 ^{②④}	31.71±3.42 ^{②④}
对照组				
第 0 周	4.17±0.91	39.50±10.59	23.94±3.44	19.11±4.51
第 6 周	3.53±1.08 ^②	44.14±5.03	25.17±3.49 ^②	20.33±4.50 ^①
第 12 周	2.75±1.18 ^②	49.02±5.96 ^②	28.44±4.00 ^②	22.89±4.91 ^②

与治疗前相比,① $P<0.05$,② $P<0.01$;与对照组相应时间比较,③ $P<0.05$,④ $P<0.01$ 。

2.2 两组治疗前后踝关节 rROM 比较

FES 组患儿治疗 6 周和 12 周后,踝关节 rROM 均明显增加,差异有显著性意义($P<0.01$);对照组患儿仅在治疗 12 周后增加,差异有显著性意义($P<0.01$)。治疗 6 周和 12 周后两组间比较,FES 组 rROM 明显大于对照组($P<0.05$),表明 FES 治疗更能减轻足下垂,提高足背屈肌力,且疗效还能延续到 FES 治疗结束后 6 周,见表 2。

2.3 两组治疗前后 GMFM 评分比较

两组患儿治疗 6 周和 12 周后,GMFM 站立及走跑跳两大功能区评分均有提高,与各自治疗前相比,差异有显著性意义($P<0.05,0.01$)。治疗 6 周和 12 周后两组间 GMFM 评分比较,FES 组两大功能区 GMFM 评分明显高于对照组($P<0.05,0.01$),见表 2。

3 讨论

FES 的作用原理是利用神经细胞的电兴奋性,通过刺激支配肌肉的神经使肌肉收缩。FES 常采用 3 种电极:表面电极、肌肉电极和神经电极,其中肌肉电极和神经电极属内置电极。由于安放内置电极需接受外科手术,故儿科临床上应用较少。本研究采用的是表面电极,具有非侵入性、无痛苦、操作简单等优点。

1960 年 Liberson 等^[6]首次根据 FES 原理制成垂足刺激器(drop foot stimulator),成功矫正 7 名脑卒中慢性期偏瘫患者足下垂,随后大量的临床研究证明 FES 在缓冲上运动神经元损伤后所引起的痉挛方面,可以发挥显著的作用^[7-8]。1993 年 Carmick 首次应用 FES 治疗脑瘫儿童患肢痉挛^[9]。偏瘫患儿的患侧上肢屈肌张力过高,是影响其发挥残存功能的障碍,FES 可降低患肢的肌张力,改善肌力,并使手的抓放能力增强。近年来,多组电极刺激的应用得到进一步发展。2002 年 Skold 等^[10]利用 6 组电极的 FES 刺激器对脊髓损伤者进行缓解下肢痉挛治疗,

可缓解约 26%的痉挛。FES 缓冲痉挛的原理主要是通过刺激拮抗肌的收缩来交互抑制主动肌痉挛的程度,或通过电流直接刺激痉挛肌,使之产生强烈收缩,引起肌腱上 Golgi 腱器的兴奋,经 Ib 纤维传入脊髓,产生反射性地抑制主动肌痉挛。应用 FES 刺激痉挛型脑瘫儿痉挛的腓肠肌,能减轻腓肠肌痉挛,提高踝关节活动范围及足背屈能力,在步行周期的足跟首次触地时踝关节背屈能提高 4°^[7,11]。

本研究提示,应用 FES 刺激患肢胫前肌,患儿在治疗 6 周时不仅踝关节活动范围明显改善,腓肠肌痉挛明显减轻,而且疗效能维持到 FES 治疗结束后 6 周。这可能是由于 FES 刺激衰弱的胫前肌收缩,提高其肌力,并使踝关节产生相应的功能性运动,而踝关节及其周围软组织的进一步运动,提高了主动肌和拮抗肌的协调性,从而增加关节的活动范围及稳定性^[12-13]。

肉毒毒素在降低痉挛型脑瘫患儿肌张力及提高关节活动范围方面可有明显效果^[14],但肉毒毒素不能提高患儿运动技能,其延后效应也维持不到注射后 12 周。FES 通过小的电极板作用于皮肤,可以代替支具和其他装置在一个特定的功能时期刺激衰弱的肌肉,提高其肌力,从而完成功能性动作。近年临床研究关注的焦点更多在改善步态上^[15-16],最新资料表明,FES 能即刻提高痉挛型脑瘫儿行走过程中的冲动,能使其动力学标准速度的非线性值较无 FES 刺激条件下提高 150%多^[17]。Orlin^[1]则认为,在步行周期中 FES 刺激虽然能提高踝关节的动力学数据,但短时间难以改变立体步态参数,这与踝关节活动受限(包括挛缩)及关节功能缺损、肌肉软弱及肌力不平衡、协调运动障碍和平衡功能障碍等因素有关。因此,临床上要进一步改善脑瘫患儿下肢功能,完成功能性活动,必须通过一定强度的主动和抗阻运动训练,提高患儿肌力和肌耐力,纠正异常姿势和改善平衡功能,同时家庭必须积极参与日常生活中的功能性活动训练,患儿才最终有可能控制自主运动,回归家庭和社会。

本研究采用 GMFM 运动功能量表的 D 及 E 区来评估应用 FES 治疗对痉挛型脑瘫儿运动功能的影响,结果表明 FES 治疗组在治疗 6 周后患儿的站、走跑跳等运动功能明显提高,且维持到 FES 治疗结束后 6 周仍有提高。这可能与 FES 能增强肌力,提高踝关节背屈角度,或改善反馈活动有关^[16]。同时,通过运动训练,患儿全身状况改善,如肌力和肌耐力的提高、平衡功能和异常姿势的改善等,使患儿可以更有效完成站、走、跑、跳动作。

FES 结合运动训练可明显改善腓肠肌痉挛、踝关节运动范围及粗大运动功能,且疗效能维持到停止 FES 治疗后 6 周。采用表面电极,具有非侵入性、无痛苦、操作简单等优点。无皮肤灼伤,无电流不耐受等不良反应。因此,FES 可以作为一种脑瘫康复治疗的重要辅助手段,但在患儿年龄选择、刺激部位和时间、电极放置等方面仍需进一步研究。

参考文献

- [1] Orlin MN, Pierce SR, Stackhouse CL, et al. Immediate effect of percutaneous intramuscular stimulation during gait in children with cerebral palsy: a feasibility study [J]. *Dev Med Child Neurol*, 2005, 47:684—690.
- [2] 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: 2627—2631.
- [3] 林庆. 全国小儿脑性瘫痪专题研讨会纪要 [J]. *中华儿科杂志*, 2004, 41: 261—262.
- [4] Russell D, Rosenbaum P, Avery L. Gross motor function measure (GMFM-66 & GMFM-88) user's manual [M]. London: Mackeith, 2002.56—123.
- [5] 中华人民共和国卫生部医政司, 主编. 中国康复医学诊疗规范 [M]. 北京: 华夏出版社, 1998.59.
- [6] Liberson WT, Holmquest HJ, Scot D. Functional electrotherapy: stimulation of the peroneal nerve synchronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1961, 42:101—105.
- [7] Carnick J. Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy, 1: lower-extremity [J]. *Phys Ther*, 1993, 73: 505—513.
- [8] Wright PA, Granat MH. Therapeutic effects of functional electrical stimulation of the upper limb of eight children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2000, 42(11):724—727.
- [9] Comeaux P, Patterson N, Rubin M, et al. Effect of neuromuscular electrical stimulation during gait in children with cerebral palsy [J]. *Pediatr Phys Ther*, 1997, 9: 103—109.
- [10] Sköld C, Harms-Ringdahl K, Seiger A. Effects of functional electrical stimulation training for six months on body composition and spasticity in motor complete tetraplegic spinal cord-injured individuals[J]. *J Rehabil Med*, 2002, 34: 25—32.
- [11] Hazlewood ME, Brown JK, Rowe PJ, et al. The use of therapeutic electrical stimulation in the treatment of hemiplegic cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 1994, 36: 661—673.
- [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: 80—85.
- [13] Kerr C, McDowell B, McDonough S. Electrical stimulation in cerebral palsy: a review of effects on strength and motor function[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2004, 46: 205—213.
- [14] Corry IS, Cosgrove AP, Walsh EG, et al. Botulinum toxin A in the hemiplegic upper limb: a double-blind trial [J]. *Dev Med Child Neurol*, 1997, 39:185—193.
- [15] Pierce SR, Laughton CA, Smith BT, et al. Direct effect of percutaneous electric stimulation during gait in children with hemiplegic cerebral palsy: a report of 2 cases [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85: 339—343.
- [16] Pierce SR, Orlin MN, Lauer RT, et al. Comparison of percutaneous and surface functional electrical stimulation during gait in a child with hemiplegic cerebral palsy[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2004, 83: 798—805.
- [17] Ho CL, Holt KG, Saltzman E, et al. Functional electrical stimulation changes dynamic resources in children with spastic cerebral palsy[J]. *Phys Ther*, 2006, 86: 987—1000.