

智能助行模式功能性电刺激对痉挛型双瘫脑性瘫痪患儿的疗效研究

代洋洋 李晓捷 范艳萍 王文新

154002 佳木斯大学康复医学院(代洋洋);154002 佳木斯大学附属第三医院脑瘫康复科(李晓捷), 物理治疗科(范艳萍、王文新)

通信作者:李晓捷, Email: xiaojlms@vip.163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2017.17.000

【摘要】 目的 研究静态结合智能助行模式功能性电刺激(FES)对痉挛型双瘫脑性瘫痪(脑瘫)患儿下肢肌肉状态、运动功能及步行功能的影响。方法 选取2016年3-7月在佳木斯大学附属第三医院门诊或住院治疗的痉挛型双瘫脑瘫患儿40例,采用随机数字表法随机分为对照组(20例)和观察组(20例),观察组男11例,女9例,年龄(4.80±1.06)岁(3~6岁);对照组男7例,女13例,年龄(4.75±0.96)岁(3~6岁)。对照组只接受运动疗法、作业疗法等常规康复治疗,观察组在常规康复治疗基础上实施创新型静态结合智能助行模式FES治疗。所有常规康复治疗项目及FES治疗均为1次/d,5次/周,共8周。在治疗前、治疗4周、治疗8周对所有观察对象采用改良Ashworth痉挛量表(MAS)、关节活动度(ROM)评定、徒手肌力评定(MMT)、粗大运动功能量表(GMFM-88项D区、E区)、步态分析和肌骨超声(测肌肉厚度)进行评估,应用SPSS 17.0统计学软件对各项数据进行汇总分析。结果 治疗4周和8周,2组患儿踝关节背屈活动度改善、腓肠肌及胫骨前肌肌力提高、腓肠肌痉挛评分分值下降,GMFM-88项D区和E区评分提高,腓肠肌及胫骨前肌肌肉厚度增加、步态改善,与治疗前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);观察组Ashworth评分[左侧(1.80±0.52)分,右侧(3.40±0.88)分]、ROM[左侧(19.5±2.8)°,右侧(19.4±1.5)°]、肌力[左侧(1.80±0.52)级,右侧(2.00±0.56)级]及肌肉厚度[左侧腓肠肌(32.35±1.79)mm,右侧腓肠肌(32.95±2.63)mm,左侧胫骨前肌(30.60±1.00)mm,右侧胫骨前肌(30.05±1.8)mm]等指标均优于对照组(均 $P < 0.05$),GMFM评分[D区(31.30±1.46)分,E区(48.95±1.40)分]较对照组显著升高($P < 0.05$),步长(23.75±3.19)cm、步速(0.45±0.01)m/s等步态参数较对照组改善更明显($P < 0.05$)。结论 创新型静态结合智能助行模式的FES技术,更有利于改善痉挛型双瘫脑瘫患儿下肢肌肉状态及步态,提高运动功能。

【关键词】 功能性电刺激;脑性瘫痪;痉挛型双瘫

基金项目:黑龙江省教育厅科学技术研究项目(12531710);佳木斯大学研究生科技创新项目(YZ2016_038)

Study on the effect of intelligent assistance model functional electrical stimulation on children with spastic diplegic cerebral palsy

Dai Yangyang, Li Xiaojie, Fan Yanping, Wang Wenxin

Rehabilitation Medical College of Jiamusi University, Jiamusi 154002, Heilongjiang Province, China (Dai YY); Department of the Cerebral Palsy Rehabilitation, the Third Affiliated Hospital of Jiamusi University, Jiamusi 154002, Heilongjiang Province, China (Li XJ); Department of the Physical Therapy, the Third Affiliated Hospital of Jiamusi University, Jiamusi 154002, Heilongjiang Province, China (Fan YP, Wang WX)

Corresponding author: Li Xiaojie, Email: xiaojlms@vip.163.com

【Abstract】 Objective To study the effect of functional electrical stimulation (FES) with innovative static state combined assistance pattern on lower extremity muscle status, motor function and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. **Methods** A total of 40 children with spastic diplegic cerebral palsy were randomly divided into the observation group (20 cases) and the control group (20 cases), which were selected in the Third Affiliated Hospital of Jiamusi University from March 2016 to July 2016. The observation group including 11 males and 9 females, aged 3 to 6 years old, average (4.80±1.06) years; the control group including 7 males and 13 females, aged 3 to 6 years old, average (4.75±0.96) years. The control group was only treated with conventional rehabilitation therapy such as kinesitherapy and occupational therapy. On the basis of routine rehabilitation therapy, the observation group was treated with functional electrical stimulation with innovative static state combined intelligent assistance pattern. All the therapies including conventional and FES treatment were conducted once per day, 5 times per week, total for 8 weeks. Before treatment, 4 weeks after treatment and after treatment for 8 weeks, all the observed objects were evaluated by modified Ashworth scale (MAS), joint range of motion (ROM), manual muscle assessment (MMT), gross motor function scale (GMFM-88 D and E regions), gait analysis and musculoskeletal ultrasound (measured muscle thickness). All the data were collected and analyzed by SPSS 17.0 statistical software. **Results** After 4 weeks and 8 weeks of treatment, 2 groups of children with joint range of motion of lower limbs, muscle strength, muscle tension, GMFM-88 score of D and E regions, muscle thickness and gait were improved than before treatment ($P < 0.05$), after 4 and 8 weeks of treatment, 2 groups of children with lower limb joint activity, muscle strength, muscle tension, GMFM-88 score, D and E regions of the muscle thickness and gait were improved than before treatment with significant differences ($P < 0.05$).

The evaluation index of the observation group, Ashworth [left (1.80 ± 0.52) scores, right (3.40 ± 0.88) scores], ROM [left (19.5 ± 2.8)°, right (19.4 ± 1.5)°], muscle strength [left (1.80 ± 0.52) grade, right (2.00 ± 0.56) grade] and muscle thickness [left gastrocnemius (32.35 ± 1.79) mm, right gastrocnemius (32.95 ± 2.63) mm, left anterior tibial muscle (30.60 ± 1.00) mm, right anterior tibial muscle (30.05 ± 1.8) mm], were all significantly better than the control group (all $P < 0.05$). Step length (23.75 ± 3.19) cm and step speed (0.45 ± 0.01) m/s compared with the control group improved significantly ($P < 0.05$), the GMFMS score [D regions (31.30 ± 1.46) scores, E regions (48.95 ± 1.40) scores] was significantly higher than the control group ($P < 0.05$). **Conclusions** The FES with innovative static state combined intelligent assistance pattern can effectively improve the lower limb muscle state and motor function in children with spastic diplegic cerebral palsy.

【Key words】 Functional electrical stimulation; Spastic diplegic; Cerebral palsy

Fund program: Science and Technology Research Project of Heilongjiang Provincial Department of Education (12531710); Jiamusi University Graduate Student Science and Technology Innovation Project (YZ2016_038)

痉挛型双瘫是脑性瘫痪(脑瘫)常见的类型之一,约占 55.45%^[1]。该型脑瘫常因下肢部分肌群痉挛而出现屈髋、屈膝、足下垂、足内外翻,导致站立与行走障碍,其腓肠肌肌张力增高往往最为突出,直接影响患儿的姿势与步态及下肢运动功能。改善下肢重要肌群痉挛状态及功能性不协调,是抑制异常姿势、提高运动功能和步态稳定性的重点。功能性电刺激(FES)以往都是在静态下作用于一组或多组肌群,通过低频脉冲电流刺激的信息输入,在大脑皮质形成兴奋痕迹,以改善肌张力、诱发局部肌肉的有效运动^[2]。其刺激模式和程度并不能产生关节的主动运动,也不适用于运动中佩戴和治疗。本研究在常规康复治疗基础上,首次将创新型静态结合智能助行模式的 FES 技术应用于小儿脑瘫康复治疗中,通过主动调控相关肌群肌肉状态、关节活动度及足部运动模式等,以帮助其建立更为稳健安全的步态。本研究通过临床观察与研究,提供试验数据和结果,以验证和分析该项技术的临床效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2016 年 3 月至 2016 年 7 月在佳木斯大学附属第三医院门诊或住院治疗的痉挛型双瘫脑瘫患儿 40 例。采用随机数字表法分为观察组(20 例)和对照组(20 例),观察组男 11 例,女 9 例,年龄(4.80 ± 1.06)岁(3~6 岁);对照组男 7 例,女 13 例,年龄(4.75 ± 0.96)岁(3~6 岁)。本研究取得患儿监护人知情同意,并获医院医学伦理委员会批准。所有患儿均完成本试验全过程。2 组患儿性别、年龄及粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS)分级比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表 1。

1.2 纳入标准及排除标准 纳入标准:(1)符合我国最新脑瘫的定义、诊断及分型标准^[3];(2)痉挛型双瘫;(3)能步行 10 m 以上(独立步行或辅助步行);(4)能理解治疗师的简单指令并能遵照执行;(5)年龄 3~6 岁;(6)GMFCS 评定为 I~II 级;(7)获得患儿监护人知情同意,能按计划完成治疗。

排除标准:(1)遗传性或代谢性疾病者;(2)伴外周神经或肌肉损伤、严重挛缩者;(3)6 个月内手术、肉毒素注射及口服解痉药者;(4)智商(IQ) < 70(医院评定科评定),有认知障碍不能配合治疗者;(5)皮肤极度敏感者;(6)患有严重心血管疾病及严重的全身性疾病,影响康复训练者;(7)安装心脏除颤器或起搏器或体内植入电子及金属器械者;(8)有癫痫病史者(询问病史及常规脑电图检查);(9)伴视力或听力障碍者。

表 1 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy

组别	例数	男	女	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	GMFCS 分级	
					I 级	II 级
对照组	20	7	13	4.75 ± 0.96	12	8
观察组	20	11	9	4.80 ± 1.06	14	6
χ^2 值			1.616	0.620	0.440	
P 值			0.204	0.372	0.507	

注:GMFCS:粗大运动功能分级系统 GMFCS: gross motor function classification system

1.3 治疗方法

1.3.1 常规治疗 2 组患儿均进行常规康复治疗,根据患儿具体情况,选择采取以下治疗方法,主要包括运动疗法、作业疗法、言语疗法、感觉统合训练^[4]、推拿^[5]及水疗^[6]等治疗项目。各项治疗均为 30 min/次,1 次/d,5 次/周,持续 8 周。

1.3.2 创新型静态结合智能助行模式 FES 治疗 观察组在常规康复治疗基础上采用 DC-L-500 型创新型静态结合智能助行模式的 FES 技术进行治疗,具体操作方法:(1)将电极片分别放置在患儿腓总神经和胫骨前肌处,步态传感器固定于小腿处。(2)在非步行状态下,选择静态模式,设置合理的刺激参数(脉冲宽度 100 μ s,脉冲频率 20 Hz,电流强度根据患儿具体情况从 10 mA 开始输出电刺激,逐渐增加刺激强度直到患足出现理想动作且无不适感为止),刺激器间歇输出所设置刺激参数的电刺激,腓总神经和胫骨前肌接收电信号产生踝关节的背屈,进行被动活动。每次刺激 5 s,共 20 min。(3)静态模式结束后,选择步态模式进行步行训练。首先设置相应角度参数,即起步时对侧下肢和躯干成一直线与

地面垂直时两下肢所成夹角(起步角)以及脚落地时对侧下肢和躯干成一直线与地面垂直时两下肢所成夹角(落地角),然后设置合理的刺激参数(脉冲宽度 200 μs,脉冲频率 40 Hz,电流强度与静态模式一致),在步行过程中通过步态传感器检测的步态情况控制患肢的足部运动,共 15 min。1 次/d,5 次/周,持续 8 周。当患儿感觉皮肤有刺痛或不适可以适当减少佩戴时间。

1.4 评定方法 (1)关节活动度评定^[7]:采用关节角度尺测量患儿踝关节被动关节活动度。(2)肌力评定^[8]:采用徒手肌力评定(MMT)方法评定胫骨前肌肌力。(3)改良 Ashworth 痉挛评定^[9]:采用改良 Ashworth 痉挛评定量表评定患儿患侧腓肠肌肌张力变化,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。(4)粗大运动功能评定^[7]:采用粗大运动功能量表(GM-FM-88 项)中的 D 区及 E 区评价患儿下肢运动功能。(5)步态评定^[10]:采用足印法测步长和步速。(6)肌骨超声评定^[11]:检测腓肠肌和胫骨前肌的肌肉厚度。以上评定分别在治疗前、治疗 4 周、治疗 8 周实施,由医院评定科与未参与本临床试验的专一人员负责。

1.5 统计学处理 应用统计软件 SPSS 17.0 进行统计学处理。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内比较采用配对 *t* 检验,组间比较采用独立样本 *t* 检验。计数资料采用 χ^2 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

表 2 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿治疗前后及组间胫骨前肌肌力比较 (级, $\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of tibialis anterior muscle strength between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy before and after treatment (grade, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	左侧胫骨前肌			右侧胫骨前肌		
		治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周	治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周
对照组	20	1.15 ± 0.67	1.50 ± 0.69 ^a	2.15 ± 0.67 ^a	1.15 ± 0.81	1.60 ± 0.88 ^a	2.20 ± 0.77 ^a
观察组	20	1.20 ± 0.70	2.45 ± 1.10 ^a	2.95 ± 1.15 ^a	1.00 ± 0.73	2.10 ± 0.64 ^a	3.10 ± 0.55 ^a
<i>t</i> 值		-0.231	-2.256	-2.694	0.616	-2.050	-3.638
<i>P</i> 值		0.699	0.005	0.007	0.023	0.047	0.009

注:与治疗前比较,^a*P* < 0.05 Compared with before treatment,^a*P* < 0.05

表 3 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿治疗前后及组间腓肠肌 Ashworth 分值比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of Ashworth scores between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy before and after treatment (scores, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	左侧腓肠肌			右侧腓肠肌		
		治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周	治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周
对照组	20	5.10 ± 0.80	4.40 ± 0.90 ^a	3.40 ± 1.05 ^a	5.10 ± 0.80	4.40 ± 0.90 ^a	3.40 ± 0.88 ^a
观察组	20	5.10 ± 0.90	3.10 ± 0.60 ^a	1.80 ± 0.52 ^a	5.00 ± 0.90	3.40 ± 1.20 ^a	2.00 ± 0.56 ^a
<i>t</i> 值		-0.771	4.938	6.117	0.182	2.880	5.984
<i>P</i> 值		1.000	0.026	0.003	0.410	0.048	0.004

注:与治疗前比较,^a*P* < 0.05 Compared with before treatment,^a*P* < 0.05

表 4 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿治疗前后及组间肌骨超声测左侧肌肉厚度比较 (mm, $\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of left muscle thickness between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy before and after treatment (mm, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前		治疗 4 周		治疗 8 周	
		胫骨前肌	腓肠肌	胫骨前肌	腓肠肌	胫骨前肌	腓肠肌
对照组	20	27.80 ± 1.51	30.10 ± 1.52	28.60 ± 1.50 ^a	30.75 ± 2.10 ^a	29.45 ± 1.60 ^a	31.75 ± 1.21 ^a
观察组	20	27.10 ± 1.41	30.00 ± 1.49	28.95 ± 1.00 ^a	31.00 ± 1.45 ^a	30.60 ± 1.00 ^a	32.35 ± 1.79 ^a
<i>t</i> 值		1.516	0.210	-0.868	-0.438	-2.727	-1.245
<i>P</i> 值		0.669	0.923	0.040	0.048	0.047	0.032

注:与治疗前比较,^a*P* < 0.05 Compared with before treatment,^a*P* < 0.05

2 结果

2.1 2 组患儿治疗前后及组间肌肉状态各指标(肌力、肌张力、肌肉厚度及关节活动度)比较 与治疗前相比,2 组患儿胫骨前肌肌力提高、腓肠肌痉挛缓解、肌肉厚度以及踝关节背屈角度增加 (*P* < 0.01);治疗 4 周,观察组肌力、肌张力、肌肉厚度及左侧关节活动度较对照组明显改善 (*P* < 0.05);治疗 8 周,观察组各指标明显优于对照组 (*P* < 0.05),见表 2~6。

2.2 2 组患儿治疗前后及组间下肢运动功能(GMFM-88 项中 D 区、E 区)比较 与治疗前相比,2 组患儿 GMFM-88 项中 D 区、E 区评分均提高 (*P* < 0.05);治疗 4 周和 8 周 2 组间比较,观察组 GMFM-88 项中 D 区、E 区评分明显高于对照组 (*P* < 0.05),见表 7。

2.3 2 组患儿治疗前后及组间步态参数(步长、步速)比较 与治疗前相比,2 组患儿步长、步速均提高 (*P* < 0.05);治疗 4 周和 8 周 2 组间比较,观察组步长、步速明显优于对照组 (*P* < 0.05),见表 8。

3 讨论

近几年,FES 逐渐从成人康复应用到儿童康复^[12]。相关研究已证实,FES 有助于改善脑瘫患儿运动功能^[13]、平衡功能^[14]、步行能力^[15]及日常生活活动能力^[16]。此外,有学者研究表明,FES 对脑瘫患儿大脑活

表 5 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿治疗前后及组间肌骨超声测右侧肌肉厚度比较

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

Table 5 Comparison of right muscle thickness between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy before and after treatment

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

组别	例数	治疗前		治疗 4 周		治疗 8 周	
		胫骨前肌	腓肠肌	胫骨前肌	腓肠肌	胫骨前肌	腓肠肌
对照组	20	27.60 ± 2.01	30.30 ± 1.81	28.15 ± 2.28 ^a	30.75 ± 1.65 ^a	29.10 ± 2.43 ^a	31.70 ± 1.84 ^a
观察组	20	27.30 ± 1.90	30.00 ± 2.03	28.80 ± 1.47 ^a	31.45 ± 2.37 ^a	30.05 ± 1.82 ^a	32.95 ± 2.63 ^a
<i>t</i> 值		0.486	0.494	-1.072	-1.083	-1.401	-1.744
<i>P</i> 值		0.843	0.777	0.043	0.042	0.048	0.009

注:与治疗前比较,^a*P* < 0.05 Compared with the before treatment,^a*P* < 0.05

表 6 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿治疗前后及组间踝关节背屈活动度比较

(°, $\bar{x} \pm s$)

Table 6 Comparison of ankle joint dorsiflexion between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy before and after treatment

(°, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	左侧踝背屈角			右侧踝背屈角		
		治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周	治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周
对照组	20	5.3 ± 1.8	6.6 ± 1.5 ^a	14.3 ± 1.5 ^a	5.8 ± 1.4	8.8 ± 1.1 ^a	14.4 ± 2.1 ^a
观察组	20	5.4 ± 1.6	12.0 ± 1.1 ^a	19.5 ± 2.8 ^a	5.5 ± 1.3 ^a	11.8 ± 2.1 ^a	19.4 ± 1.5 ^a
<i>t</i> 值		-0.183	-12.862	-7.449	0.706	-5.694	-10.62
<i>P</i> 值		0.976	0.038	0.005	0.803	0.070	0.036

注:与治疗前比较,^a*P* < 0.05 Compared with before treatment,^a*P* < 0.05

表 7 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿治疗前后及组间 GMFM-88 项中 D 区、E 区评分比较

(分, $\bar{x} \pm s$)

Table 7 Comparison of GMFM-88 items D, E score between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy before and after treatment

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

组别	例数	D 区分值			E 区分值		
		治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周	治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周
对照组	20	19.90 ± 1.29	22.80 ± 1.36 ^a	26.50 ± 2.88 ^a	33.75 ± 1.37	36.75 ± 1.37 ^a	41.45 ± 3.10 ^a
观察组	20	20.25 ± 1.37	25.65 ± 1.35 ^a	31.30 ± 1.46 ^a	33.35 ± 1.46	41.25 ± 1.62 ^a	48.95 ± 1.40 ^a
<i>t</i> 值		-0.845	-6.408	-6.663	1.079	-9.487	-9.859
<i>P</i> 值		0.708	0.041	0.005	0.607	0.021	0.008

注:与治疗前比较,^a*P* < 0.05 Compared with the before treatment,^a*P* < 0.05

表 8 对照组和观察组痉挛型双瘫脑瘫患儿治疗前后及组间各步态参数比较

(°, $\bar{x} \pm s$)

Table 8 Comparison of gait parameters between the control group and the observation group with spastic diplegic cerebral palsy before and after treatment

(°, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	步长 (cm)			步速 (m/s)		
		治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周	治疗前	治疗 4 周	治疗 8 周
对照组	20	17.05 ± 2.33	18.95 ± 2.11 ^a	20.80 ± 2.17 ^a	0.39 ± 0.02	0.41 ± 0.02 ^a	0.43 ± 0.03 ^a
观察组	20	16.45 ± 3.10	19.65 ± 3.22 ^a	23.75 ± 3.19 ^a	0.38 ± 0.02	0.42 ± 0.01 ^a	0.45 ± 0.01 ^a
<i>t</i> 值		0.692	-0.813	-3.419	1.993	-1.751	-2.918
<i>P</i> 值		0.157	0.045	0.038	0.669	0.001	0.027

注:与治疗前比较,^a*P* < 0.05 Compared with the before treatment,^a*P* < 0.05

动也会产生影响^[7]。但以往 FES 技术仅为通过改善局部肌肉状态而间接诱发肌肉的被动运动。本研究所采用的创新型静态结合智能助行模式的 FES 技术对原有 FES 技术的最大改进和创新是通过其智能装置,在准确检测患儿起步和脚落地时角度参数的基础上,有效评估相关肌群步行过程中的动态信息而合理地控制足部运动,产生主动关节活动步态的调整,达到改善功能的效果。这一思路和创新性研究是 FES 技术的突破性进展,理论上其临床实用价值巨大,迄今国内尚未见报道。

本研究在常规康复治疗基础上,首次将静态结合智能助行模式 FES 应用于脑瘫患儿的临床研究。对 20 例痉挛型双瘫脑瘫患儿进行该创新型 FES 治疗,通过智能步态传感器检测患儿起步和脚落地时的步态数据(倾角),对整个步行周期的运动进行动态调控,当患儿起步时达到相应所设置的起步角,触发刺激器输出电刺激,

刺激腓总神经和踝关节周围肌群,同时步态信息反馈到大脑皮质,作用于目标神经和肌肉,调整踝关节周围肌群肌力肌张力,使患儿在摆动相迈步过程中以正确的步行模式进行运动。当患儿脚落地时达到相应所设置的落地角,刺激即停止,脚落地放平,该侧迈步过程结束,随后对侧以相同模式进行刺激,周期循环。这一创新,对于调控踝关节周围肌群肌力肌张力,抑制跖屈、促进背屈,调整步行周期踝关节的稳定性,使患儿正确感受和体验整个步行周期的迈步和落地过程,并在大脑皮质形成反馈,使患儿在整个步行周期过程中能够模拟中枢神经系统启动和控制目标的神经和肌肉,有效控制患儿的足部运动,即刻辅助患儿完成提足、迈步、落地的步行目标动作,进而有利于学习、建立和巩固新的步行模式,达到抑制异常步态、建立正确步态的目的。

试验结果表明,治疗 4 周和 8 周后观察组与对照组

相比,肌肉厚度提高更明显($P < 0.05$),MMT 肌力评分、Ashworth 肌张力评分及踝关节背屈角度较对照组改善更明显($P < 0.05$),可能与该项技术在步行周期过程中调控相关肌群肌力肌张力以及提高力矩有关。本试验结果显示,观察组患儿治疗 4 周和 8 周后 GMFM-88 项中 D 区和 E 区评分较对照组提高更显著($P < 0.05$),说明该项技术能有效改善痉挛型脑瘫患儿站立和行走功能。2 组患儿治疗 4 周和 8 周后步长、步速较治疗前均有所提高($P < 0.05$),且观察组提高更明显($P < 0.05$),可能与摆动期踝关节背伸力量增加有关^[18],也可能与改善神经传导功能和神经肌肉兴奋性相关^[19]。以上结果表明创新型静态结合助行模式的 FES 技术突破以往技术的局限,特别是步行状态下能更有效改善痉挛型双瘫脑瘫患儿下肢肌肉状态及步态,提高站立和行走功能。

本研究由于时间和试验条件所限,仅涉及痉挛型双瘫脑瘫患儿,对于痉挛型四肢瘫、偏瘫及伴肌张力障碍的其他类型脑瘫患儿,有待在今后的临床工作中进一步扩大样本量,延长观测时间,加强随访,进行深入研究。

参考文献

- [1] 李晓捷. 实用儿童康复医学[M]. 北京:人民卫生出版社,2016:245. Li XJ. Practical pediatric rehabilitation medicine[M]. Beijing: People's Medical Publishing House,2016:245.
- [2] 燕铁斌. 康复医学前沿[M]. 北京:人民军医出版社,2014:343-344. Yan TB. Frontiers of rehabilitation medicine[M]. Beijing: People's Military Medical Publisher,2014:343-344.
- [3] 李晓捷,唐久来,马丙祥,等. 脑性瘫痪的定义、诊断标准及临床分型[J]. 中华实用儿科临床杂志,2014,29(19):1520. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2014.19.024. Li XJ, Tang JL, Ma BX, et al. Definition, diagnostic criteria and clinic classification of cerebral palsy[J]. Chin J Appl Clin Pediatr,2014,29(19):1520. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2014.19.024.
- [4] 李晓捷,庞伟,孙奇峰,等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015):脑性瘫痪的康复治疗[J]. 中国康复医学杂志,2015,30(12):1322-1330. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.12.030. Li XJ, Pang W, Sun QF, et al. Chinese guide of rehabilitation of cerebral palsy (2015): rehabilitation treatment of cerebral palsy[J]. Chin J Rehab Med,2015,30(12):1322-1330. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.12.030.
- [5] 王雪峰,刘振寰,马丙祥. 中国脑性瘫痪康复指南(2015):传统康复治疗[J]. 中国康复医学杂志,2016,31(4):494-498. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.04.029. Wang XF, Liu ZH, Ma BX. Chinese guide of rehabilitation of cerebral palsy (2015): Traditional rehabilitation therapy[J]. Chin J Rehab Med,2016,31(4):494-498. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.04.029.
- [6] 宋凡旭,李晓捷,程春风,等. 水疗对痉挛型双瘫脑性瘫痪患儿粗大运动功能及下肢肌力肌张力的影响[J]. 中国中西医结合儿科学,2015,7(4):331-333. DOI:10.3969/j.issn.1674-3865.2015.04.012. Song FX, Li XJ, Cheng CF, et al. Effect of hydrotherapy on gross motor function and lower limb muscle tension in children with spastic cerebral palsy[J]. Chin Pediatr Integr Trad West Med,2015,7(4):331-333. DOI:10.3969/j.issn.1674-3865.2015.04.012.
- [7] 陈秀洁,姜志梅,史惟,等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015):ICF-CY 框架下的儿童脑性瘫痪评定[J]. 中国康复医学杂志,2015,30(10):1082-1090. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.10.028. Chen XJ, Jiang ZM, Shi W, et al. Chinese guide of rehabilitation of cerebral palsy (2015): the evaluation of children with cerebral palsy in the framework of ICF-CY[J]. Chin J Rehab Med,2015,30(10):1082-1090. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.10.028.
- [8] Dekkers KJ, Rameckers EA, Smeets RJ, et al. Upper extremity strength measurement for children with cerebral palsy: a systematic review of available instruments[J]. Phys Ther,2014,94(5):609-622. DOI:10.2522/ptj.20130166.
- [9] 严晓华,何璐,郑韵,等. 改良 Ashworth 量表与改良 Tardieu 量表在痉挛型脑瘫患儿评定中的信度研究[J]. 中国康复医学杂志,2015,30(1):18-21. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.01.005. Yan XH, He L, Zheng Y, et al. Inter-rater reliability of modified Ashworth scale and modified Tardieu scale in children with spastic cerebral palsy[J]. Chin J Rehab Med,2015,30(1):18-21. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.01.005.
- [10] Bensoussan L, Viton JM, Barotsis N, et al. Evaluation of patients with gait abnormalities in physical and rehabilitation medicine settings[J]. J Rehabil Med,2008,40(7):497-507. DOI:10.2340/16501977-0228.
- [11] 魏爽,吕江红,廖志平,等. 肌骨超声在偏瘫肩痛软组织损伤诊疗中的应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志,2016,31(4):482-484. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.04.026. Wei S, Lv JH, Liao ZP, et al. Research progress on the application of musculoskeletal ultrasound in the diagnosis and treatment of soft tissue injury of hemiplegic shoulder pain[J]. Chin J Rehab Med,2016,31(4):482-484. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.04.026.
- [12] Dayanidhi S. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation during gait in children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol,2016,58(5):432-433. DOI:10.1111/dmcn.12983.
- [13] Mukhopadhyay R, Mahadevappa M, Lenka PK, et al. Therapeutic effects of functional electrical stimulation on motor cortex in children with spastic cerebral palsy[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc,2015,2015:3432-3435. DOI:10.1109/EMBC.2015.7319130.
- [14] Robinson BS, Williamson EM, Cook JL, et al. Examination of the use of a dual-channel functional electrical stimulation system on gait, balance and balance confidence of an adult with spastic diplegic cerebral palsy[J]. Physiother Theory Pract,2015,31(3):214-220. DOI:10.3109/09593985.2014.982774.
- [15] Khamis S, Martikaro R, Wientroub S, et al. A functional electrical stimulation system improves knee control in crouch gait[J]. J Child Orthop,2015,9(2):137-143. DOI:10.1007/s11832-015-0651-2.
- [16] Pool D, Valentine J, Bear N, et al. The orthotic and therapeutic effects following daily community applied functional electrical stimulation in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomised controlled trial[J]. BMC Pediatr,2015,15:154. DOI:10.1186/s12887-015-0472-y.
- [17] Kim TW, Lee BH. Clinical usefulness of brain-computer interface-controlled functional electrical stimulation for improving brain activity in children with spastic cerebral palsy: a pilot randomized controlled trial[J]. J Phys Ther Sci,2016,28(9):2491-2494. DOI:10.1589/jpts.28.2491.
- [18] Dorsch S, Ada L, Canning CG, 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. DOI:10.1016/j.apmr.2012.01.005.
- [19] Nakata H, Sakamoto K, Yumoto M, et al. The relationship in gating effects between short-latency and long-latency somatosensory-evoked potentials[J]. Neuroreport,2011,22(18):1000-1004. DOI:10.1097/WNR.0b013e32834dc296.

(收稿日期:2017-04-18)

(本文编辑:李常艳)