

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.04.021

❖ 临床研究 ❖

功能性电刺激联合核心肌群训练对脑卒中偏瘫患者下肢功能和血清 A β 与 Tau 的影响

邱锦芳, 郭峰, 林军

(厦门大学附属中山医院干部保健科, 福建 厦门 361000)

【摘要】目的: 探讨在核心肌群训练基础上对脑卒中偏瘫患者予以功能性电刺激 (FES) 治疗对下肢功能恢复的影响。**方法:** 按治疗方式不同, 将 96 例脑卒中偏瘫患者分为对照组 ($n=48$) 与观察组 ($n=48$), 两组均进行常规治疗。对照组予以核心肌群训练; 观察组予以 FES 治疗联合核心肌群训练, 两组均治疗 4 周。于治疗前后比较两组下肢运动功能 [简化 Fugl-Meyer 下肢运动功能量表 (FMA-LE)]、平衡功能 [Berg 平衡量表 (BBS)]、步行功能 [功能性步行能力分级 (FAC)、10 m 步行时间测试 (10MWT)、6 min 步行距离测试 (6MWT)]、日常生活能力 [改良 Barthel 指数 (MBI)] 和神经功能 [美国国立卫生研究院卒中量表 (NIHSS)] 的评定, 并进行血清 β -淀粉样蛋白 (A β)、Tau 蛋白水平的测定。**结果:** 治疗后, 观察组患者 FMA-LE 评分和 BBS 评分高于对照组 ($P<0.05$), 6MWT 和 FAC 分级高于对照组 ($P<0.05$); 10MWT 低于对照组 ($P<0.05$), MBI 评分高于对照组 ($P<0.05$); NIHSS 评分低于对照组 ($P<0.05$)。治疗后, 观察组血清 A β 、Tau 水平低于对照组 ($P<0.05$)。**结论:** FES 联合核心肌群训练能够改善脑卒中偏瘫患者下肢运动功能、平衡功能和步行能力, 降低血清 A β 、Tau 水平, 疗效显著。

【关键词】 脑卒中; 下肢运动功能; 步行能力; 核心肌群训练; 功能性电刺激

【中图分类号】 R743.3 **【文献标志码】** A

Effects of functional electrical stimulation combined with core muscle group training on lower limb function and A β and Tau protein in stroke patients with hemiplegia

QIU Jin-fang, GUO Feng, LIN Jun

(Department of Cadre Health Care, Zhongshan Hospital, Xiamen University, Xiamen 361000, Fujian, China)

【Abstract】Objective: To investigate the effect of functional electrical stimulation (FES) on the recovery of lower limb function in stroke patients with hemiplegia on the basis of core muscle group training. **Methods:** According to the different treatment methods, 96 stroke patients with hemiplegia were divided into control group ($n=48$) and observation group ($n=48$). Both groups were given routine treatment. In addition, the control group was given core muscle group training, and the observation group was given FES treatment combined with core muscle group training. Both groups were treated for 4 weeks. Before and after 4 weeks of treatment, the lower limb motor function [simplified Fugl-Meyer lower limb motor function scale (FMA-LE)], balance function [Berg balance scale (BBS)], walking function [functional walking ability classification (FAC), 10 min walking time test (10MWT), 6 min walking distance test (6MWT)], daily living ability [modified Barthel index (MBI)] and neurological function [National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)] were evaluated. Serum β -amyloid protein (A β) and Tau protein were measured. **Results:** After treatment, the FMA-LE score and BBS score of the observation group were higher than those of the control group ($P<0.05$). The 6MWT and FAC grades of the observation group were higher than those of the control group ($P<0.05$), and the 10MWT was lower than the control group ($P<0.05$). The MBI score of the observation group was higher than that of the control group ($P<0.05$), and the NIHSS score of the observation group was lower than that of the control group ($P<0.05$). After treatment, the levels of serum A β and Tau protein in the observation group were lower than those of the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** FES combined with core muscle group training can improve the lower limb motor function, balance function and walking ability of stroke patients with hemiplegia, and reduce the levels of serum A β and Tau protein.

【Key words】 Stroke; Lower limb motor function; Walking ability; Core muscle group training; Functional electrical stimulation

基金项目: 福建省厦门市医疗卫生指导性项目 (3502Z20209040)

作者简介: 邱锦芳 (1986 -), 女, 主治医师。E-mail: qiu18359275560@163.com

通讯作者: 郭峰。E-mail: guofengdream@163.com

脑卒中有着高发病率、高致残率的特点,是导致我国中老年人死亡和残疾的主要病因之一^[1]。下肢功能障碍是脑卒中患者的常见遗留症状,与患者步行能力减弱和日常生活能力下降密切相关,是影响生活质量的关键因素^[2-3]。故对于脑卒中患者而言,如何促进下肢运动功能的恢复尤为重要。核心肌群训练能够强化躯干核心肌群肌力,有助于下肢运动功能的恢复,但单一使用效果仍有限^[4]。研究^[5]表明,对肢体予以低频电刺激能够重塑大脑运动中枢,使肢体的运动控制能力得以恢复。功能性电刺激(FES)指通过低频脉冲电流对目标肌肉进行刺激,来促使肌肉运动恢复正常,以改善肌群功能的一种物理疗法,FES对脑卒中患者运动障碍有改善作用,但目前针对下肢运动功能的相关研究少见。本研究在核心肌群训练基础上对脑卒中患者予以FES治疗,探讨其对下肢运动功能的促进作用。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年12月至2022年12月厦门大学附属中山医院收治的96例脑卒中患者作为研究对象。纳入标准:(1)满足指南^[6]中脑卒中诊断标准;(2)首次发病;(3)病程2周~6个月;(4)病情稳定,意识清楚;(5)年龄40~80岁;(6)下肢Brunnstrom分期属于II~III期。排除标准:(1)进展性脑卒中;(2)存在其他因素(如骨折、脑外伤等)所致的下肢功能障碍;(3)既往有严重视听障碍者;(4)合并严重心肝肾功能不全者;(5)合并严重精神疾病者;(6)既往有帕金森病、阿尔茨海默病等病史者;(7)无法配合治疗或相关测评者。按治疗方式不同,将患者分为对照组与观察组,每组各48例,两组患者一般资料无统计学差异($P > 0.05$)。见表1。本研究通过伦理委员会审查,患者均完成知情同意书的签署。

表1 两组患者一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	卒中类型(脑出血/ 脑梗死,例)	偏瘫侧 (左/右侧,例)	病程(d)
观察组($n=48$)	72.25 \pm 3.34	17/31	26/22	45.78 \pm 10.24
对照组($n=48$)	72.31 \pm 3.21	19/29	24/24	43.94 \pm 11.06
t/χ^2 值	1.388	0.178	0.167	0.846
P 值	0.168	0.673	0.683	0.400

1.2 治疗方法

两组均进行基础治疗,予以抗凝药物、改善脑循环药物及营养脑神经药物等。此外,对照组进行核心肌群训练,(1)腰背肌控制:患者行平卧位,将下

肢屈曲,双脚自然放于治疗床上,然后行臀部、腰部的抬起动作,持续5s再放松。(2)躯干旋转:让患者行仰卧位,双手呈交叉动作,保持伸直状态,然后朝上举起,同时将一侧肩部进行抬起,实现与床面的分离,并使其旋转至对侧方向。(3)腹肌控制:患者体位为仰卧位,行髋、膝的屈曲,患者尽可能抬起头颈部,朝膝部方向靠拢。(4)平衡球训练:患者体位为仰卧位,取一个平衡球,并于患者膝关节下方处放置,指导患者慢慢进行臀部的抬高,持续5s然后放松。时长30min/次,1次/d,5d/周,连续4周。

观察组在对照组基础上,增加FES治疗,采用康本龙温热中低频治疗仪(武汉市康本龙医疗器械有限公司),将治疗电极放置于患者下肢四头肌、胫骨前肌、腓绳肌以及腓肠肌的运动点,输出频率设置为30Hz,脉宽设置为200 μ s,最大耐受刺激(20~30)mA,单通道输出模式,刺激强度以诱发关节运动但患者又无明显疼痛感受为宜。时长30min/次,1次/d,5d/周,连续4周。

1.3 观察指标

于治疗前后,两组均由同一对分组不知情且通过培训的康复医师进行相关指标的评定。(1)下肢运动功能:评定工具采用简化Fugl-Meyer下肢运动能量表(FMA-LE)^[7],该量表由17个项目组成,每项分数为0~2分,总分为34分,得分越高说明有着越好的下肢功能。(2)平衡功能:将Berg平衡量表(BBS)作为评定工具,该量表含坐下、站立、双上臂前伸等14个项目,每项分数为0~4分,总分为56分,得分越高说明患者有着越好的平衡能力^[8]。(3)步行功能:通过功能性步行能力分级(FAC)^[9]、10m步行时间测试(10MWT)及6min步行距离测试(6MWT)进行评定,其中FAC分为0~5分,得分越高,说明患者有着越好的步行功能;10MWT是指患者步行10m所消耗的时间,用时越少,说明步行功能越好;6MWT是指患者6min内所能够步行的总距离,其数值越大,说明步行功能越好。(4)日常生活能力:评定工具为改良Barthel指数(MBI)下肢部分,得分越高说明患者日常生活能力越好^[10]。(5)神经功能:以美国国立卫生研究院卒中量表(NHSS)评分作为评定工具,分数越高(得分范围为0~42分),则患者神经功能缺损越严重^[11]。(6)血清学指标:对患者进行血样采集,抽取外周血3mL,将离心(4 $^{\circ}$ C,3000r/min)得到的血清存于-80 $^{\circ}$ C冰箱;采用酶联免疫吸附法进行 β -淀粉样蛋白($A\beta$)的测定(福建亿彤生物科技有限公司);采用双抗原夹心法进行Tau的测定(上海劲马生物科技有限公司产品)。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 28.0 对数据进行统计分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验;计数资料以[$n(\%)$]表示,组间比较采用独立样本 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者 FMA-LE 评分和 BBS 评分比较

治疗前,两组 FMA-LE、BBS 评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者 FMA-LE 评分及 BBS 评分均增高($P < 0.05$),且观察组高于对照组($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 两组患者步行能力比较

治疗前,两组患者 10MWT、6MWT 和 FAC 无统计学差异($P > 0.05$)。治疗后,两组 10MWT 均降低($P < 0.05$),且观察组低于对照组($P < 0.05$);6MWT 和 FAC 分级均增高($P < 0.05$),且观察组高于对照组($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 两组患者 FMA-LE 评分和 BBS 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	FMA-LE 评分		BBS 评分	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组($n=48$)	16.48 ± 2.41	22.12 ± 3.12 *	13.45 ± 3.08	34.23 ± 3.58 *
对照组($n=48$)	16.17 ± 2.35	19.31 ± 2.54 *	13.67 ± 2.87	31.74 ± 4.02 *
t 值	0.638	4.839	0.362	3.205
P 值	0.525	<0.001	0.718	0.002

* $P < 0.05$,与同组治疗前相比。

表 3 两组患者 10MWT、6MWT 和 FAC 分级比较($\bar{x} \pm s$)

组别	10MWT (s)		6MWT (m)		FAC 分级 (分)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组($n=48$)	14.12 ± 1.69	10.26 ± 1.42 *	312.45 ± 34.58	398.51 ± 42.51 *	1.32 ± 0.40	3.26 ± 0.72 *
对照组($n=48$)	13.89 ± 1.71	11.78 ± 1.55 *	309.78 ± 36.17	371.89 ± 39.43 *	1.34 ± 0.39	2.61 ± 0.58 *
t 值	0.663	5.010	0.370	3.181	0.248	4.871
P 值	0.509	<0.001	0.713	0.002	0.805	<0.001

* $P < 0.05$,与同组治疗前相比。

2.3 两组患者 MBI 评分和 NHISS 评分比较

治疗前,两组患者 MBI 评分和 NHISS 评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者 MBI 评分均增高($P < 0.05$),且观察组高于对照组($P < 0.05$);NHSS 评分均降低($P < 0.05$),且观察组低于对照组($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 两组患者 MBI 评分和 NHISS 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	MBI 评分		NHSS 评分	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组($n=48$)	25.36 ± 7.61	38.11 ± 7.64 *	14.46 ± 2.11	10.58 ± 1.56 *
对照组($n=48$)	25.69 ± 6.45	33.89 ± 8.21 *	14.29 ± 2.06	11.79 ± 1.68 *
t 值	0.229	2.607	0.399	3.657
P 值	0.819	0.011	0.691	<0.001

* $P < 0.05$,与同组治疗前相比。

2.4 两组患者血清 A β 、Tau 水平比较

治疗前,血清 A β 、Tau 水平差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者血清 A β 及 Tau 水平均下降($P < 0.05$),且观察组低于对照组($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 两组患者血清 A β 、Tau 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	A β (ng/mL)		Tau(pg/mL)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组($n=48$)	4.89 ± 1.45	2.84 ± 0.84 *	238.45 ± 40.58	141.26 ± 29.45 *
对照组($n=48$)	4.96 ± 1.39	3.71 ± 1.02 *	235.61 ± 37.91	178.56 ± 32.51 *
t 值	0.241	4.562	0.354	5.891
P 值	0.810	<0.001	0.724	<0.001

* $P < 0.05$,与同组治疗前相比。

3 讨论

核心肌群训练能够使得躯干肌肉得到激活,使得肌肉力量得以强化,改善躯体的姿势控制能力和平衡功能,已成为脑卒中下肢功能康复的重要手段^[12]。但有研究^[13]显示,核心肌群训练虽能够促进脑卒中患者躯干核心肌群及下肢肌力的恢复,但对步行功能的改善作用有限。步行功能属于功能性动作,其不仅需要正常肌力维持,还要求肌群之间、关节之间的相互协调与控制。对多组肌群进行刺激,诱发多个关节活动,才能符合功能性活动的要求,可使得脑卒中偏瘫患者肢体功能得到更好的改善^[14]。FES 是一种以肢体作为靶器官的功能性电刺激疗法,能够使偏瘫肢体产生重复、导向性运动,改善患者运动功能,在脑卒中偏瘫中的作用日益受到重视。研究^[15]表明,FES 能够改善脑卒中患者上肢运动功能。还有研究^[16]报道,FES 能够改善脑卒中患者手指关节活动度,提高手功能。但目前关于 FES 对脑卒中下肢运动功能尤其是步行功能的影响研究尚少。本研究基于正常运动模式理念,设计 FES 治疗,对相关肌群予以刺激,使患者产生任务导向性运动,能够促使下肢各肌群协同收缩,产生行走的动作,能够极大改善步态。

FES 联合核心肌群训练提高疗效的可能机制:FES 通过刺激偏瘫侧肌肉,有助于患者正常行走模

式的形成,同时反复刺激,还能够使得大脑运动皮层获得重塑,使得肢体运动功能得以提升^[17];而核心肌群训练能够有效增强患者躯干核心肌群肌力,强化肌肉力量,使下肢肌力提高,从而使得改善改善患者下肢运动功能^[18];二者合用既可增强下肢肌力,又能够促进大脑的重塑,从而能够更好地改善患者下肢运动功能。本研究还显示,治疗后,观察组 MBI 评分更高,NIHSS 评分更低,表明 FES 联合核心肌群训练能够改善脑卒中患者日常生活能力,促进神经功能的恢复。

A β 是一种有着神经毒性的蛋白物质,能够诱导神经细胞凋亡,参与脑神经损伤的病理过程^[19]。Tau 属于一类微管相关蛋白,可参与神经元的变性,诱导神经损伤^[20]。研究^[21-22]报道,脑卒中患者血清 A β 、Tau 水平增高,且随着病情加重而加重。本研究结果显示,FES 联合核心肌群训练能下调患者血清 A β 、Tau 水平,这从分子水平上验证了其疗效。

综上,FES 联合核心肌群训练脑卒中偏瘫患者能够改善其下肢运动功能和平衡能力,促进步行能力的提高,改善日常生活能力,下调血清 A β 、Tau 表达,显著提高疗效。

参考文献

[1] Collaborators G2COD. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet* (London, England), 2017, 390(10100): 1151-1210.

[2] Li Y, Wang Y, Zhang H, *et al.* The effect of acupuncture on the motor function and white matter microstructure in ischemic stroke patients [J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM*, 2015, 2015: 164792.

[3] 吴维坤, 周文强. 脑卒中后下肢运动功能障碍的治疗概况 [J]. *中国医药导刊*, 2021, 23(5): 337-341.

[4] 时景, 李成, 李洪艳, 等. 镜像疗法联合核心肌群训练对脑卒中病人平衡功能及日常生活能力的影响 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2021, 46(12): 1782-1784.

[5] Knutson JS, Harley MY, Hisel TZ, *et al.* Contralaterally controlled functional electrical stimulation for recovery of elbow extension and hand opening after stroke: a pilot case series study [J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2014, 93(6): 528-539.

[6] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019 [J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710-715.

[7] Kang N, Lee RD, Lee JH, *et al.* Functional balance and postural control improvements in patients with stroke after noninvasive brain

stimulation: a meta-analysis [J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2020, 101(1): 141-153.

[8] 陈长香, 王云龙, 马素慧, 等. 简易平衡评定系统测试量表的效度与敏感度研究 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37(1): 16-19.

[9] Andrenelli E, Ippoliti E, Coccia M, *et al.* Features and predictors of activity limitations and participation restriction 2 years after intensive rehabilitation following first-ever stroke [J]. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2015, 51(5): 575-585.

[10] 巫嘉陵, 安中平, 王世民, 等. 脑卒中患者日常生活活动力量表的信度与效度研究 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2009, 9(5): 464-468.

[11] Grönberg A, Henriksson I, Lindgren A. Accuracy of NIH stroke scale for diagnosing aphasia [J]. *Acta Neurologica Scandinavica*, 2021, 143(4): 375-382.

[12] 毛朝琴, 董凤, 杨倩, 等. 不同频率的躯干核心肌群训练对脑卒中患者的疗效研究 [J]. *卒中与神经疾病*, 2022, 29(3): 244-246.

[13] Ekiz T, Aslan MD, Özgürin N. Effects of Kinesio Tape application to quadriceps muscles on isokinetic muscle strength, gait, and functional parameters in patients with stroke [J]. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 2015, 52(3): 323-331.

[14] 桂茜, 王依雯, 林良才, 等. 开窍醒神补虚通络针刺治疗对脑卒中后偏瘫患者血液流变学和 Notch 信号通路的影响 [J]. *现代生物医学进展*, 2023, 23(19): 3734-3738.

[15] 梁成盼, 丁文娟, 黄桂兰, 等. 多通道功能性电刺激对脑卒中上肢运动功能的疗效及表面肌电特征研究 [J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36(9): 1127-1130.

[16] 何建华, 杨振, 张敏燕, 等. 低频重复经颅磁刺激联合功能性电刺激对脑卒中后恢复期手功能障碍患者手功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(9): 804-806.

[17] 陈汉波, 郑修元, 吕晓, 等. 经颅直流电刺激同步多通道功能性电刺激对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能影响的对照研究 [J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36(10): 1227-1232.

[18] 陈桂芬, 黄梅, 陈若蓝, 等. 基于表面肌电图探讨腹部透灸法对脑卒中患者核心肌群功能的影响 [J]. *中国针灸*, 2021, 41(5): 479-484.

[19] 徐娟, 张力航, 高金超, 等. 单纯疱疹病毒 I 型诱导人成神经细胞瘤细胞 SH-SY5Y 表达 β -淀粉样蛋白 [J]. *第二军医大学学报*, 2018, 39(10): 1109-1114.

[20] 马登磊, 张如意, 李林. P301L 突变 tau 蛋白转基因动物模型及其应用 [J]. *中国比较医学杂志*, 2018, 28(1): 123-128.

[21] 郭伟, 田建平, 陈红梅. 血清淀粉样蛋白 A 和 β -淀粉样蛋白与急性缺血性脑卒中早期神经功能恶化的相关性研究 [J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2021, 48(2): 130-133.

[22] 郑慧, 闫翔, 李娟, 等. 血清胱抑素-C、 β 淀粉样蛋白 1-42 及胰岛素样生长因子-1 在老年缺血性脑卒中的表达及临床意义 [J]. *实用医院临床杂志*, 2022, 19(6): 99-102.

(收稿日期: 2023-11-21)

修回日期: 2024-01-09)