

- [11] Wu S, Chalder T, Anderson KE, et al. Development of a psychological intervention for fatigue after stroke[J]. PLoS One, 2017,12(8):e0183286.
- [12] Smedes F, Heidmann M, Schifer C, et al. The proprioceptive neuromuscular facilitation-concept; the state of the evidence, a narrative review[J]. Physical Therapy Reviews, 2016,21(1):1—15.
- [13] Karimi M, Brazier J. Health, health-related quality of life, and quality of life: what is the difference?[J]. Pharmacoeconomics, 2016,34(7):645—649.
- [14] Chuang LL, Lin KC, Hsu AL, et al. Reliability and validity of a vertical numerical rating scale supplemented with a faces rating scale in measuring fatigue after stroke[J]. Health Qual Life Outcomes, 2015,13:91.
- [15] Seo KC, Kim HA. The effects of ramp gait exercise with PNF on stroke patients' dynamic balance[J]. J Phys Ther Sci, 2015,27(6):1747—1749.
- [16] Guiu-Tula FX, Cabanas-Valdés R, Sitjà-Rabert M, et al. The efficacy of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) approach in stroke rehabilitation to improve basic activities of daily living and quality of life: a systematic review and meta-analysis protocol[J]. BMJ Open, 2017,7(12):e016739.
- [17] 乐琳, 李哲, 郭钢花, 等. PNF技术对脑卒中患者躯干控制的疗效观察及躯干屈伸肌群表面肌电指标分析[J]. 中国康复, 2019,34(12):627—630.
- [18] 陈单, 张明泳, 刘凯, 等. PNF有序呼吸肌拉伸训练对COPD患者肺功能和颈肩活动度的作用[J]. 国际呼吸杂志, 2020, 40(11): 838—842.
- [19] 马利朋, 李永杰. PNF技术对脑卒中患者运动功能和日常生活活动能力影响的meta分析[J]. 中国康复, 2019, 34(12): 652—656.
- [20] de Souza RJP, Brandao DC, Martins JV, et al. Addition of proprioceptive neuromuscular facilitation to cardiorespiratory training in patients poststroke: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2020,21(1):184.
- [21] Slupska L, Halski T, Żytkiewicz M, et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation for accessory respiratory muscles training in patients after ischemic stroke[J]. Adv Exp Med Biol, 2019,1160:81—91.

·短篇论著·

功能性电刺激踏车对脑卒中早期患者下肢屈髋功能及步行能力的临床疗效*

宋琳琳¹ 李哲^{1,2} 刘骞豪¹ 郝道剑¹

脑卒中患者患病后2/3会出现步行障碍,极大影响了患者的日常生活活动能力,并影响患者的生活质量^[1]。改善下肢功能是卒中后康复的重要目标之一。髋关节能够完成屈曲运动是正常步态周期摆动相的功能基础,与步行能力密切相关^[2]。有研究表明,脑卒中后患者出现偏瘫侧髋关节屈肌表面肌电信号兴奋性降低的现象^[3]。功能性电刺激踏车(function electrical stimulation-cycling, FES-cycling)是一种任务导向性的智能循环训练,类似于步态周期练习的踩踏系

统联合同步功能性电刺激治疗,使得肌肉模拟正常的主动运动产生协调节律性收缩。在脑卒中早期应用FES-cycling训练有助于提高患侧下肢股四头肌、腘绳肌、胫骨前肌、腓肠肌的肌电信号,改善下肢肌肉功能状态,提高患者下肢运动功能^[4],但FES-cycling对于患者髋关节屈曲能力的临床疗效鲜有报道。本研究将功能性电刺激踏车应用脑卒中早期患者,结合髂腰肌的表面肌电信号变化,观察对患者下肢髋关节屈曲的影响及下肢步行能力的临床疗效,探讨其临床意义。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.02.020

*基金项目:河南省医学科技攻关计划(联合共建项目, LHGJ20190427)

1 郑州大学第五附属医院康复医学科,河南郑州市,450052; 2 通讯作者

第一作者简介:宋琳琳,女,硕士研究生; 收稿日期:2020-09-24

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究获得郑州大学第五附属医院医学伦理委员会的审查批准(伦理审查编号KY2020014),研究对象为2019年6月—2020年9月在郑州大学第五附属医院康复医学科住院治疗的脑卒中偏瘫患者共46例,剔除4例,退出2例。

纳入标准:①符合《第五届全国脑血管病学术会议》制定的诊断标准^[5]的初次发病患者;②病程<3周;③单侧偏瘫且下肢运动诱发电位(motor evoked potentials, MEP)存在;④Brunnstrom分期(下肢)Ⅱ期或以上;⑤下肢肌张力<改良Ashworth分级3级;⑥下肢屈髋肌力≤2级;⑦生命体征稳定,意识清楚,无明显认知障碍、精神障碍者;⑧同意签署知情同意书。

排除标准:①病情不稳定及全身耐受力差者;②严重心、肺系统疾病者;③合并糖尿病,尿毒症等系统性疾病者;④合并周围神经系统疾病者;⑤各种原因导致的髋、膝、踝关节严重疼痛及变形者;⑥皮肤极度敏感者;⑦下肢深浅感觉明显异常者。

对符合要求接受治疗的受试者采用随机数字表随机分为试验组(FES-cycling组)和对照组,共入组46例,剔除4例,退出2例,40例完成了试验观察。对照组:男16例,女4例;年龄平均(61.17±13.56)岁;病程(17.69±2.30)d;脑出血12例,脑梗死8例。试验组:男17例,女3例;平均年龄(61.92±11.61)岁;病程(18.50±1.84)d;脑出血13例,脑梗死7例。两组患者一般资料比较差异无显著性($P>0.05$),具有可比性。

1.2 治疗方法

所有受试者均接受标准化康复治疗。包括常规基础药物治疗以及一般康复治疗,一般康复治疗包括物理治疗和作业治疗两部分,物理治疗主要运用传统神经发育技术促进主动运动,牵伸降低张力;作业治疗主要根据患者功能表现选择合适的作业活动进行日常生活能力训练。依据患者各阶段的实际功能情况,强度因人而异,以不引起患者疼痛为准。每次进行40min,1次/天,6次/周,共4周。

试验组患者在上述标准化康复治疗的基础上给予功能性电刺激踏车(RT-300, Restorative Therapies/美国, SLISA),患者取坐位,双脚用绷带分别固定于RT300踏板上,将标准表面电极(3cm×3cm)分别贴于患侧竖脊肌、股四头肌、臀大肌、腓绳肌、胫骨前肌、腓肠肌肌腹处,根据设定程序智能调节,刺激参数的设定参照以往研究文献^[6],FES输出设置为脉冲式,频率为20—30Hz,脉宽0.20—0.30ms,最大耐受刺激20—30mA,通电/断电比为1:1—1:3之间保持固定,打开痉挛检测,在有效安全、可耐受的范围内智能反馈调节以诱发下肢功能运动。每次25min,每天1次,每周6天,共4周。患者第一次康复训练前已进行患侧肌群的收缩能力和电流强

度耐受量的测试,保证训练有效性和安全性。

1.3 评定方法

所有受试者在试验前、治疗4周后进行盲法评定。每位患者的所有评定由1名中级以上职称的专业医师完成,评定者不知晓患者的分组情况且不参与患者的任何康复治疗。

患侧髂腰肌表面肌电图(surface electromyography, sEMG)^[7],采用FlexComp SA7550表面肌电分析系统,嘱患者放松于检查床上,避免因紧张导致肌肉提前收缩,受试者仰卧位,腿稍分开,监测髂腰肌(在腹股沟韧带下触摸到股动脉后,在向外旁开两横指处)肌腹处,必要时配合患者使其完成髋关节屈曲动作,采集患侧髂腰肌自主等长收缩肌电信号的均方根值(root mean square, RMS)。Fugl-Meyer下肢运动功能量表(Fugl-Meyer assessment of lower extremity, FMA-LE),满分为34分,分值越高表示下肢运动功能越好。功能性步行分级量表(functional ambulation category scale, FAC)评估患者的行走功能,根据患者行走的独立程度分为0—5级,对应0—5分,0分为不能行走,5分为正常独立行走。

1.4 统计学分析

采用SPSS 24.0统计软件进行统计学分析,以均数±标准差表示计量资料,等级资料采用秩和检验分析,采用 χ^2 检验分析计数资料,采用配对 t 检验分析组内治疗前后数据,采用独立样本 t 检验分析组间资料及连续变量资料,显著性水平 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果

两组患者在治疗前患侧髂腰肌sEMG、FMA-LE、FAC均无显著性差异($P>0.05$),治疗4周后,两组患者患侧髂腰肌sEMG、FMA-LE、FAC较治疗前均有明显变化($P<0.05$)。治疗后试验组患侧髂腰肌sEMG、FMA-LE、FAC明显高于对照组,具有显著性差异($P<0.05$)。见表1。

3 讨论

脑卒中后患者常遗留下肢功能障碍,极大地影响着患者步行能力,从而影响患者的生存质量和社会参与能力。脑卒中后的步行障碍常表现为患侧腿蹬离地面时推力减弱,摆动

表1 两组患者临床疗效比较 (n=20, $\bar{x} \pm s$)

组别	RMS	FMA(分)	FAC(分)
试验组			
治疗前	2.55±0.54	14.40±4.97	1.38±0.61
治疗后	19.54±6.36 ^{①②}	27.40±3.41 ^{①②}	3.42±0.81 ^{①②}
对照组			
治疗前	2.72±0.70	16.00±4.10	1.55±0.85
治疗后	9.33±1.44 ^①	23.35±4.42 ^①	2.10±0.80 ^①

注:RMS:患侧髂腰肌均方根值;FMA:Fugl-Meyer下肢运动功能量表;FAC:功能性步行分级量表。①与治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组比较 $P<0.05$ 。

相早期屈髋不足等导致足部廓清障碍。屈髋是启动支撑相进入摆动相的功能基础,主要由髂腰肌承担。目前针对脑卒中后患者屈髋功能的训练有:主要以下肢的主被动屈曲训练、等速肌力训练、髂腰肌拉伸振动训练等,但上述疗法可能存在耗时费力、缺少患者主动参与、对患者功能状态要求高等问题^[8-10]。功能性电刺激踏板目前临床治疗的研究中,以改善患者整体步行功能的报道居多,对屈髋功能的作用研究鲜有报道。在本次研究中,通过对竖脊肌、股四头肌、臀大肌、腓绳肌、胫骨前肌、腓肠肌的多肌群协同刺激治疗,选择偏瘫侧髂腰肌表面肌电信号RMS作为屈髋功能的评估手段,RMS的数值能够作为运动单位的数量和募集能力的参考指标,与肌力呈正相关^[11]。

FES-cycling是一种在坐位减重条件下,双侧交替进行的节律性、模式化运动训练,在运动训练过程中,功能性电刺激踏板可以跟随患者主观努力的意愿程度智能调整电刺激参数,使电刺激能与肌肉实时收缩达到最佳匹配,多组群模拟正常的运动模式协调有序激活,抑制下肢肌肉的异常激活模式,提高患者下肢运动功能。此外,在脑卒中早期,主动的、重复的任务导向性训练可以有效增强大脑的可塑性和运动皮质的输出^[12]。在本次研究中发现,在脑卒中早期常规康复治疗结合FES-cycling训练,患者FMA-LE、FAC评分较对照组明显提高,患者步行功能改善效果更好,这也与已有的研究结果相一致^[13-14]。FES-cycling训练可以增强患者的本体感觉,增强双下肢肌肉的信息输入,提供下肢做功的实时视觉反馈,外周-中枢的重复训练模式更早地促进下肢肌电信号的改变。在本次研究中发现,患者偏瘫侧髂腰肌的表面肌电信号增强,患者的屈髋肌力增强,这可能由于6组肌群的协同收缩提高了患者的躯干控制能力,同时髋、膝和踝关节之间的协调联动作用,加强了运动功能恢复,整体运动功能的恢复和中枢神经调控作用的共同结果使得髋关节屈曲功能改善。但是本研究样本量较少,未研究中、长期临床疗效,未进行步态相关参数研究,在治疗过程中试验组较对照组是否更早出现髂腰肌的肌电信号变化,时期尚不明确。希望后续扩大样本容量、延长观察时期,进一步探索作用机制。

4 结论

常规康复训练的基础上联合功能性电刺激踏板治疗能够明显提高脑卒中患侧髂腰肌的肌表面肌电信号,提高患者的康复治疗效率,改善患者屈髋功能和步行能力。

参考文献

[1] Cesar Marquez-Chin, Milos R. Popovic. Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review[J]. BioMedical Engineering OnLine, 2020, 19(1): 34.

[2] Mofteh Emad, Vennu Vishal, Abdulrahman Tariq A, et al. Association of affected lower limb flexor muscle strength with swing phase duration and gait speed in elderly post-stroke patients[J]. NeuroRehabilitation, 2020, 47(4): 443—450.

[3] van Bloemendaal Maijke, Bus Sicco A, Nollet Frans, et al. Feasibility and preliminary efficacy of gait training assisted by multichannel functional electrical stimulation in early stroke rehabilitation: a pilot randomized controlled trial[J]. Neurorehabilitation and Neural Repair, 2021, 35(2): 131—144.

[4] 王颖娜,李哲,郭钢花,等.功能性电刺激恢复性治疗踏板对脑卒中患者下肢肌电信号的影响[J].中国康复医学杂志,2018,33(5):565—568.

[5] 陈立云,李义召.全国第五届脑血管疾病学术会议纪要[J].山东医药,2000(1):46—47.

[6] Wang Xiaojun, Leung Kenry Wc, Fang Yuqi, et al. Design of functional electrical stimulation cycling system for lower-limb rehabilitation of stroke patients[J]. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference, 2018, 2018: 2337—2340.

[7] Jiroumaru Takumi, Kurihara Toshiyuki, Isaka Tadao. Establishment of a recording method for surface electromyography in the iliopsoas muscle[J]. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2014, 24(4): 445—451.

[8] 罗晓萍.强化屈髋训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的影响[J].西部医学,2012,24(6):1115—1116.

[9] 刘新新,门艳军,郭金龙.等速肌力训练对脑卒中患者步行功能及生活质量的影响[J].医学理论与实践,2021,34(1):155—157.

[10] 刘骞豪,郝道剑,梁英姿,等.髂腰肌拉伸振动训练对脑卒中患者步行能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(7): 491—494.

[11] McManus Lara, De Vito Giuseppe, Lowery Madeleine M. Analysis and biophysics of surface EMG for physiotherapists and kinesiologists: toward a common language with rehabilitation engineers[J]. Frontiers in Neurology, 2020, 11:576729.

[12] Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2014, 45(8): 2532—2553.

[13] 王荣丽,王宁华.功能性电刺激踏板疗法在脑卒中早期康复中的疗效研究[J].中国康复医学杂志,2020,35(2):146—150.

[14] 徐冬艳,王卫宁,刘加鹏,等.多肌群协同收缩的功能性电刺激治疗系统对早期脑卒中患者下肢运动功能的影响[J].中国康复医学杂志,2019,34(10):1162.