

# 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

乐琳,李哲,郭钢花,梁英姿,王国胜,李晓丽,郝道剑,关晨霞

**【摘要】**目的:观察本体感觉神经肌肉促进技术(PNF)对脑卒中患者躯干控制的疗效及躯干屈伸肌群表面肌电信号的变化。**方法:**将30例脑卒中偏瘫患者随机分为观察组和对照组各15例,对照组给予常规康复干预,观察组在此基础上给予PNF躯干模式训练。在治疗前及治疗4周后,采用躯干控制能力测试(TCT)、Berg平衡功能量表(BBS)、Fugl-Meyer运动功能量表(FMA)以及表面肌电均方根值(RMS)对患者进行评定。**结果:**治疗4周后,2组患者TCT、BBS及FMA评分较治疗前均明显提高(均 $P<0.05$ ),且观察组各项评分较对照组均明显提高(均 $P<0.05$ )。治疗前,2组患者患侧腹直肌及竖脊肌RMS组内比较均小于健侧(均 $P<0.05$ );治疗4周后,2组患者患侧腹直肌及竖脊肌RMS较治疗前均明显提高(均 $P<0.05$ ),且观察组健侧腹直肌及竖脊肌RMS较治疗前均明显提高(均 $P<0.05$ );观察组患者健患侧腹直肌及竖脊肌RMS较对照组均明显提高(均 $P<0.05$ )。**结论:**PNF躯干训练技术可以明显增强脑卒中偏瘫患者躯干肌群力量,提高躯干控制能力,改善平衡功能,从而促进患者运动功能恢复。

**【关键词】**脑卒中;PNF;躯干控制;表面肌电图

**【中图分类号】**R49;R743.3   **【DOI】**10.3870/zgkf.2019.12.003

**Effect of PNF on trunk control in patients with stroke and analysis of surface electromyography of trunk flexor and extensor muscles** Yue Lin, Li Zhe, Guo Ganghua, et al. Department of Rehabilitation Medicine, the Fifth Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

**【Abstract】** **Objective:** To observe the effect of PNF on the trunk control in patients with stroke before and after treatment and the changes of surface electromyography of trunk flexor and extensor muscles. **Methods:** Thirty patients with stroke were randomly divided into treatment group ( $n=15$ ) and control group ( $n=15$ ). The control groups was given conventional rehabilitation intervention, and the treatment group accepted PNF trunk training on the basis of conventional rehabilitation intervention. The two groups were assessed with trunk control test (TCT), Berg balance function scale (BBS), Fugl-Meyer motor function scale (FMA) and surface root mean square value (RMS) before and 4 weeks after treatment. **Results:** After 4 weeks of treatment, TCT, BBS and FMA scores in both groups were significantly higher than those before treatment (all  $P<0.05$ ), and those in the treatment group were significantly higher than those in the control group (all  $P<0.05$ ). Before treatment, the RMS of the affected side of rectus abdominis and erector spinal muscles in the two groups was significantly less than that of the healthy side (all  $P<0.05$ ). After 4 weeks of treatment, RMS of the rectus abdominis and the erector spinal muscles in both groups was significantly increased as compared with that before treatment (all  $P<0.05$ ), and RMS of the uninjured rectus abdominis and the erector spinal muscles in the treatment group was significantly increased as compared with that before treatment (all  $P<0.05$ ). The RMS of the healthy rectus abdominis and the erector spinal muscles in the treatment group was significantly greater than that in the control group (all  $P<0.05$ ). **Conclusions:** PNF technology can improve the trunk control ability and the function of balance, and promote the motor function recovery of patients.

**【Key words】** stroke; proprioceptive neuromuscular facilitation; trunk control; surface electromyography

脑卒中患者常常由于躯干控制障碍而直接影响躯

体活动,躯体活动是机体使用各种高级功能的先决条件<sup>[1]</sup>。因此,针对脑卒中患者躯干控制能力的康复训练备受关注,目前在临床康复治疗中通常使用不稳定的支撑面,如平衡板、巴氏球等来进行躯干肌训练,但这些训练对患者的功能要求较高,训练的安全性和强度不易控制。本体感觉神经肌肉促进技术(Proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)中的等张组

基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(201702115)

收稿日期:2019-06-17

作者单位:郑州大学第五附属医院康复医学科,郑州 450052

作者简介:乐琳(1977-),女,副主任医师,主要从事神经系统疾病的康复评定与治疗。

通信作者:关晨霞,gcxgzj2005@163.com

合和拮抗肌反转技术对于偏瘫患者来说安全性高,可用于躯干控制力的训练。但用表面肌电图(surface electromyography,sEMG)观察患者在等张组合和拮抗肌反转技术训练前后的肌肉电生理变化情况还未见报道。本研究采用 PNF 躯干训练技术治疗脑卒中患者躯干控制障碍,并通过观察治疗前后偏瘫侧躯干屈伸肌群表面肌电均方根值(rootmean square,RMS)的变化,以及采用躯干控制能力测试(trunk control test,TCT)、Berg 平衡功能量表(berg balance scale,BBS)、Fugl-Meyer 运动功能量表(Fugl-Meyer assessment,FMA)来综合评估此治疗方法的有效性。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择 2018 年 1 月~2019 年 1 月在我院康复医学科住院的脑卒中偏瘫患者 30 例作为研究对象。纳入标准:脑卒中符合全国第四届脑血管疾病会议修订的诊断标准<sup>[2]</sup>,经颅脑 CT 或 MRI 证实;初次发病,病情稳定,均为一侧肢体瘫痪;无认知功能障碍,简易精神状态检查(mini mental state examination, MMSE)评分 20 分以上者,能够配合指令,完成动作<sup>[3]</sup>;根据三级平衡检测法达到坐位平衡 I 级及以上<sup>[3]</sup>;患者或家属同意并签署知情同意书。排除标准:病程>3 个月;腰椎间盘突出症、急性腰扭伤等影响腰部肌群肌肉功能及疼痛患者;双侧偏瘫、小脑病变、脑外伤或其他神经系统疾病如多发性硬化;依从性差,不能按要求完成指令及病情不稳定等患者。采用随机数字表法将 30 例患者分为观察组和对照组各 15 例,2 组患者一般资料比较差异无统计学意义,见表 1。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	n	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	病程 (d, $\bar{x} \pm s$ )	BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	病变性质(例) 脑出血 脑梗死
		男	女				
观察组	15	10	5	48.8±6.8	57.3±9.4	23.6±4.0	9 6
对照组	15	12	3	50.2±6.3	58.4±9.9	24.5±4.0	11 4

**1.2 方法** 2 组患者均给予常规内科治疗,并于生命体征稳定后由专业治疗师采用“一对一”方式进行常规康复干预,包括 Bobath 技术、Brunnstrom 技术、运动再学习技术,各个体位间转移训练以及平衡功能训练,并且配合被动运动、辅助运动和主动运动训练。观察组在上述训练基础上针对躯干使用 PNF 技术,具体训练方法如下:①采用等张组合技术进行坐位躯干伸展:给患者向心收缩的躯干伸展施加阻力,发出口令“向离开我的方向用力”,在主动运动末端,让患者在这一位置保持稳定,发出口令“停,保持在这里,别让我拉你向前”,患者稳定后移动患者到起始位,同时保持控制躯干伸肌离心性收缩,发出口令“现在让我拉你向前,但要慢”,见图 1;②采用等张组合技术进行坐位躯干屈曲:

操作方式同上,方向及口令相反,见图 2;③躯干拮抗肌稳定性反转:对患者躯干屈肌施加牵拉结合阻力,发出口令“别让我把你推向后”,当患者躯干屈肌收缩时,治疗师一只手保持牵拉和阻力,另一只手挤压并对抗躯干的伸直,发出口令“现在别让我把你拉向前”,当患者对新的阻力有反应时,治疗师把抵抗躯干屈曲的手放在伸侧抵抗躯干伸展,相反方向的反转运动频率视需要而定,要保证患者的稳定,见图 3,4。2 组患者每周训练 6d,每天训练 1 次,每次约 45min,共 4 周。



图1 等张组合技术进行坐位躯干伸展训练



图2 等张组合技术进行坐位躯干屈曲训练



图3 躯干拮抗肌稳定性反转训练(右侧)



图4 躯干拮抗肌稳定性反转训练(左侧)

**1.3 评定标准** 在治疗前及治疗 4 周后对 2 组患者进行以下评定:①TCT:评定 2 组患者躯干控制能力,总分 100 分,分值越高表示患者躯干控制功能越好<sup>[3]</sup>;②BBS 量表:评定 2 组患者平衡功能改善情况,总分 56 分,分值越高表示患者平衡控制功能越好<sup>[3]</sup>;③FMA 量表:评定受试者上、下肢屈伸肌协同运动、反射、协调能力及运动速度等,上肢最高分为 66 分,下肢最高分为 34 分,分数越高表示患者肢体运动功能表现越好<sup>[3]</sup>;④sEMG 测试:选用加拿大的 Flex Comp 表面肌电分析系统。具体方法:将 2 组患者固定在无靠背椅子上,做好防护,防止检测过程中摔伤,背朝肌电仪屏幕,双手交握放于膝上。用 75% 酒精棉球擦拭并清洁电极放置部位的皮肤,在电极片上涂导电膏,以降低电阻。按照 Konrad<sup>[4]</sup> 的推荐放置电极片:竖脊肌-L<sub>3</sub> 棘突水平和腹直肌-脐水平左右两侧肌腹最饱满处,记录电极中心连线方向与采样肌纤维的长轴方向平行且相距 2cm,参考电极分别放置于记录电极旁开

3cm处。分别记录受试者在前屈45°、后伸30°时竖脊肌、腹直肌的肌电信号值,见图5,6,7。先观察肌电信号基线平稳3~5s后,嘱受试者执行相应动作,到达受试体位后保持3s,持续记录表面肌电信号,至动作测试完成,基线回归平稳时为止,然后各个动作重复3次,间隔10s,取平均值。利用BioNeuro Infiniti信号处理软件进行信号频谱分析处理,截取表面肌电信号,提取时域指标RMS作为观察指标。

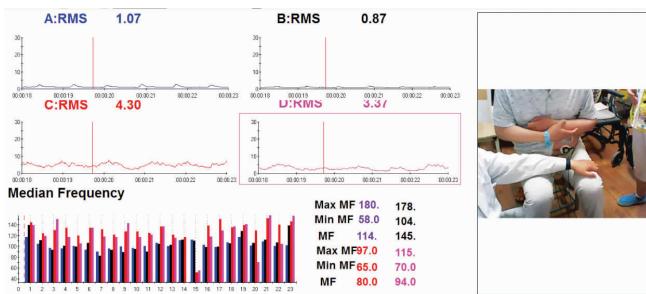


图5 双侧腹直肌、腰部竖脊肌坐位

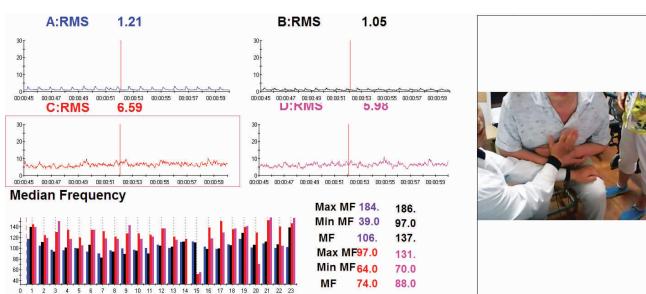


图6 双侧腹直肌、腰部竖脊肌前屈位

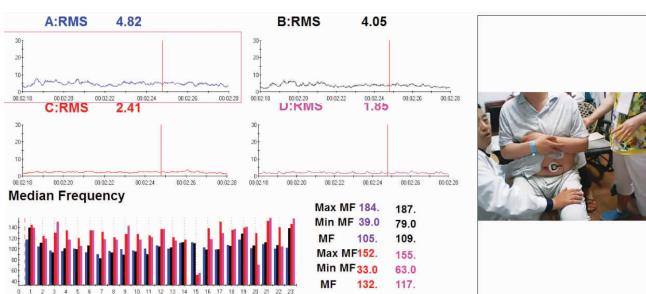


图7 双侧腹直肌、腰部竖脊肌后伸位

1.4 统计学方法 采用SPSS 21.0版统计学软件进行数据分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内均数比较采用配对t检验,组间均数比较采用独立样本t检验,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2组患者治疗前后TCT、BBS及FMA评分比较

治疗4周后,2组患者TCT、BBS及FMA评分较治疗前均明显提高(均 $P < 0.05$ ),且观察组各项评分较对照组均明显提高(均 $P < 0.05$ )。见表2。

表2 2组患者治疗前后TCT、BBS及FMA评分比较  
分, $\bar{x} \pm s$

组别	时间	TCT	BBS	FMA
对照组	治疗前	23.53 ± 9.72	15.22 ± 3.89	31.49 ± 20.24
(n=15)	治疗后	35.60 ± 15.62 <sup>a</sup>	21.21 ± 19.17 <sup>a</sup>	44.20 ± 21.44 <sup>a</sup>
观察组	治疗前	21.84 ± 8.92	16.13 ± 4.42	30.33 ± 19.62
(n=15)	治疗后	50.57 ± 21.52 <sup>ab</sup>	32.60 ± 12.64 <sup>ab</sup>	56.60 ± 20.62 <sup>ab</sup>

与治疗前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与对照组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

2.2 2组患者治疗前后腹直肌及竖脊肌表面肌电RMS比较 治疗前,2组患者患侧腹直肌及竖脊肌RMS组内比较均小于健侧(均 $P < 0.05$ );治疗4周后,2组患者患侧腹直肌及竖脊肌RMS较治疗前均明显提高(均 $P < 0.05$ ),且观察组健侧腹直肌及竖脊肌RMS较治疗前均明显提高(均 $P < 0.05$ );观察组健侧腹直肌及竖脊肌RMS较对照组均明显提高(均 $P < 0.05$ ),但健患侧之间差异无统计学意义。见表3。

表3 2组患者治疗前后腹直肌及竖脊肌表面肌电RMS比较  
 $\mu V, \bar{x} \pm s$

组别	时间	腹直肌		竖脊肌	
		健侧	患侧	健侧	患侧
对照组	治疗前	6.63 ± 0.66	3.03 ± 0.16 <sup>a</sup>	3.94 ± 0.62	3.43 ± 0.98 <sup>a</sup>
(n=15)	治疗后	14.01 ± 0.62	12.89 ± 0.32 <sup>b</sup>	12.68 ± 1.23	10.57 ± 2.02 <sup>b</sup>
观察组	治疗前	6.86 ± 1.53	3.16 ± 0.56 <sup>a</sup>	4.72 ± 0.64	4.01 ± 1.04 <sup>a</sup>
(n=15)	治疗后	16.80 ± 1.03 <sup>bc</sup>	17.20 ± 0.93 <sup>bc</sup>	13.92 ± 3.06 <sup>bc</sup>	14.31 ± 3.22 <sup>bc</sup>

与组内治疗前健侧比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与组内治疗后同侧比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与对照组比较<sup>c</sup> $P < 0.05$

## 3 讨论

躯干作为身体的中心,是所有躯体活动的支持基础,没有一个稳定的中心,肢体只能以粗大模式进行运动;躯干肌群是维持平衡的主要稳定系统,肢体活动需要与躯干组合完成,因此躯干控制能力与整个身体的姿势、平衡、协调都密切相关<sup>[5~6]</sup>。而既往研究表明脑卒中患者常常由于躯干肌群的力量减弱,瘫痪侧肌张力、运动模式及肌群间协调异常等,造成两侧躯干肌群功能不平衡而形成躯干功能异常<sup>[7~10]</sup>,进而对步行能力、平衡能力以及四肢的运动控制等产生不利影响,严重影响患者的恢复。有研究通过分析躯干屈伸肌(腹直肌和竖脊肌)的表面肌电信号<sup>[11~16]</sup>,进行脑卒中后躯干不稳定原因的分析及康复指导。本研究也发现2组患者治疗前患侧腹直肌及竖脊肌RMS值均低于健侧,这表明脑卒中患者的躯干肌群健侧肌肉间存在不平衡性,与陈奕雄、Lundy等<sup>[7,10]</sup>研究结果一致。表面肌电RMS是一段时间内瞬间肌电图振幅平方平均的平方根,是放电有效值,取决于肌肉负荷性因素和肌肉本身的生理、生化之间的内在联系;RMS不但可以预测肌力的大小,还可用于运动功能测试及康复的评

定<sup>[17-19]</sup>,也可以作为评价神经肌肉状态的客观性指标<sup>[20]</sup>,燕铁斌等<sup>[21]</sup>与李青青等<sup>[22]</sup>的临床报道对其信度也给予了肯定,可以为患者制定临床康复治疗方案而提供有效的依据。

PNF 是通过刺激本体感受器来刺激神经肌肉反应的方法,是脑卒中康复常用的神经促进疗法,安全性高,不需借助任何特殊设备。既往常使用 PNF 技术改善脑卒中患者上下肢体运动功能、平衡功能及异常步态<sup>[23]</sup>。本研究中采用的等张组合技术是对一组肌肉(主动肌)结合使用向心、离心和稳定收缩,避免放松;躯干拮抗肌稳定性反转是运用足够阻力来抵抗交替性的等张收缩,以限制产生运动。同时通过扩散、阻力、言语、视觉、挤压、牵引等促进躯干肌的控制,强化躯体平衡性,有效提高整体的功能恢复<sup>[24]</sup>。本研究结果显示,治疗 4 周后,2 组患者的 TCT、BBS 及 FMA 评分较治疗前均明显提高,腹直肌及竖脊肌 RMS 较治疗前均明显提高,并且观察组各项指标较对照组均明显改善。这表明 PNF 技术可以更显著地改善脑卒中患者的躯干肌力量、躯干控制能力、平衡及运动功能。此外观察组患者治疗 4 周后,健患侧腹直肌及竖脊肌 RMS 差异无统计学意义,表明 PNF 技术治疗后可以使患者两侧腹直肌及竖脊肌在冠状面上做屈伸动作时的肌肉力量趋于平衡,进而更好地改善患者的躯干功能,加快其功能恢复。

综上所述,本研究证实了 PNF 躯干训练技术通过增强脑卒中偏瘫患者躯干肌力量,提高躯干控制能力,改善平衡功能,进而促进患者运动功能的恢复。但是本研究中也存在局限性,如临床研究样本量少,躯干肌群表面肌电测定只采集了屈伸 2 组肌肉,未进一步观察长期疗效等,有待进一步研究完善。

## 【参考文献】

- [1] 南登昆,缪鸿石. 康复医学[M]. 北京:人民卫生出版社,1993;138-138.
- [2] 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志,1996,29(06):60-61.
- [3] 黄晓琳,燕铁斌. 康复医学[M]. 北京:人民卫生出版社,2013;76-300.
- [4] Konrad P. The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography[M]. USA: Noraxon Inc,2005;20-21.
- [5] Lance JW,Burke D. Mechanisms of spasticity[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1974,55(8):332-337.
- [6] 古澤正道. 陈立嘉(译). 针对脑卒中患者的 Bobath 治疗方法[J]. 中国康复理论与实践,2011,17(9):805-809.
- [7] 陈奕雄,刘初容,曾盼坚,等. 脑卒中后躯干肌活动能力的研究进展[J]. 中国康复理论与实践,2013,19(10): 942-944.
- [8] 郑舒畅,朱士文,宋成忠,等. 早期强化躯干与骨盆控制能力训练对脑卒中患者运动功能的影响[J]. 中国康复理论与实践,2007,13(8):716-717.
- [9] Kligyte I, Lundy-Ekman L, Medeiros JM. Relationship between lower extremity muscle strength and dynamic balance in people post-stroke[J]. Medicina,2003,39(2):122-128.
- [10] 廖亮华,江兴妹,罗林坡,等. 强化躯干肌训练对偏瘫患者平衡及步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2007,29(8):540-542.
- [11] Pereira LM,Marcucci FC,de Oliveira Menacho M, et al. Electromyographic activity of selected trunk muscles in subjects with and without hemiparesis during therapeutic exercise[J]. Journal of Electromyography and Kinesiology,2011,21(2):327-332.
- [12] 王惠娟,何任红,江志锦,等. 脑卒中患者的平衡功能和躯干屈伸肌群表面肌电特征[J]. 中国康复理论与实践,2017,23(11):1245-1249.
- [13] Dickstein R,Shefi S,Marcovitz E,et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients[J]. Arch Phys Med Rehabil,2004,85(2):261-267.
- [14] Winzeler-Mercay U,Mudie H. The nature of the effects of stroke on trunk flexor and extensor muscles during work and at rest[J]. Disabil Rehabil,2002,24(17):875-886.
- [15] 刘世文,槐洪波,刘然,等. 早期脑卒中患者躯干屈伸肌群表面肌电研究[J]. 中国康复医学杂志,2006,21(1):57-60.
- [16] Dickstein R,Heffes Y,Laufer Y,et al. Activation of selected trunk muscles during symmetric functional activities in poststroke hemiparetic and hemiplegic patients[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry,1999,66(2):218-221.
- [17] 李建华. 表面肌电图的康复临床评估应用进展[J]. 实用医院临床杂志,2014,11(5):4-6.
- [18] 姜丽,窦祖林,温红梅,等. 恢复期脑卒中患者大腿表面肌电变化与平衡功能的相关性[J]. 中华医学杂志,2010,90(13):917-920.
- [19] 金佳然,朱玉连. 表面肌电图在脑卒中康复中的应用与研究进展[J]. 中国康复,2016,31(03):197-200.
- [20] Kim KS,Seo JH,Song CG. Portable measurement system for the objective evaluation of the spasticity of hemiplegic patients based on the tonic stretch reflex threshold[J]. Med Eng Phys,2011,33(1):62-69.
- [21] 燕铁斌,Hui-Chan WYC. 踝背伸和跖屈肌群的最大等长收缩:脑卒中急性期患者与同龄健康老人表面肌电图对照研究[J]. 中华物理医学与康复杂志,2003,25(4):212-215.
- [22] 李青青,吴宗耀,罗利平. 表面肌电图的信度研究[J]. 中国康复医学杂志,2006,21(3): 224-227.
- [23] 郑萤萤,张洪斌,李宝石. 神经肌肉本体感觉促进技术在脑卒中康复中的应用进展[J]. 实用心脑肺血管病杂志,2014,22(02):1-3.
- [24] 刘钦刚. 实用 PNF 技术[M]. 昆明:云南科技出版,2003,143-157.