

· 临床研究 ·

站立桌辅助作业训练在脑梗死偏瘫患者上肢功能训练中的应用

宋振华 林夏妃 随燕芳 余丹 汪良 潘晶晶 甘春苗 张黎 张婷

【摘要】 目的 探讨站立桌辅助站立位下作业治疗对偏瘫上肢功能活动、偏瘫侧肢体躯干肌肉肌电活动的影响。**方法** 纳入 60 例脑梗死偏瘫患者按随机数字表法分为训练组和对照组,每组 30 例,训练组采用站立桌辅助站立位进行上肢作业治疗训练,对照组则取坐位行上肢作业治疗。分别于患者初评时(治疗前)及治疗 2 周和治疗 4 周后,对 2 组患者的上肢运动功能活动、偏瘫侧肢体躯干肌肉表面肌电活动恢复情况进行对比,并进行统计学分析。**结果** ①治疗前,对照组和训练组患者的 Fugl-Meyer 运动功能评定量表(FMA)评分分别为(19.27±6.24)和(19.23±6.22)分,组间差异无统计学意义($P>0.05$);治疗 2 周和治疗 4 周后,2 组 FMA 评分[对照组(20.87±9.36)和(25.47±6.33)分;训练组(24.37±6.31)和(29.43±6.42)分]较治疗前有所提高,且训练组与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),而对照组治疗 2 周后的组内比较差异无统计学意义($P>0.05$),治疗 4 周后的组内比较差异有统计学意义($P<0.05$);2 组患者治疗后同时间点组间比较,训练组患者 FMA 评分的改善较对照组改善更为明显($P<0.05$)。②治疗前,2 组患者患侧肱二头肌、肱三头肌、腹直肌、竖脊肌、股二头肌、股四头肌、腓肠肌、胫骨前肌之间的表面肌电数值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗 2 周后,对照组和训练组的股二头肌、腓肠肌与组内治疗前比较,差异有统计学意义($P<0.05$),其余各肌群的表面肌电数值与组内治疗前比较,差异无统计学意义($P>0.05$);治疗 4 周后,对照组除胫骨前肌的表面肌电数值较组内治疗前差异不明显($P>0.05$)外,其余各肌群的表面肌电数值以及训练组所测上述各肌群的表面肌电数值均较组内治疗前明显提高($P<0.05$);治疗 2 周后,2 组患者股二头肌、股四头肌、腓肠肌、胫骨前肌的表面肌电数值组间比较,差异有统计学意义($P<0.05$);治疗 4 周后,2 组所测所有肌肉的表面肌电数值组间比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 与传统坐位下相比,站立状态下的上肢作业治疗能有效改善脑卒中偏瘫患者腹直肌及竖脊肌肌肉活动,明显促进偏瘫上肢的运动恢复。

【关键词】 站立桌; 脑梗死; 功能障碍; 作业治疗; 表面肌电

基金项目:海口市科信局基金(2013-SHG-04-021),海南省卫生厅医学科研课题(琼卫 2012PT-63)

Standing at a table while training improves the upper limb function of hemiplegic stroke survivors Song Zhenhua, Lin Xiafei, Sui Yanfang, Yu Dan, Wang Liang, Pan Jingjing, Gan Chunmiao, Zhang Li, Zhang Ting. Department of Rehabilitation Medicine, People's Hospital of Haikou, Hainan 570208, China
Corresponding author: Song Zhenhua, Email: a1974781010@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of standing at a table while training on the upper limb function and muscle surface electromyography of hemiplegics. **Methods** Sixty hemiplegic persons were randomly divided into an experimental group and a control group, each of 30. The affected upper limbs of the experimental group were trained while standing at a table, while the control group was trained while sitting. Before the treatment, as well as after 2 and 4 weeks of treatment, both groups' motor functioning was evaluated using the Fugl-Mayer upper limb assessment (FMA), as well as muscle surface electromyography. **Results** Before the treatment there was no significant difference between the two groups' average FMA scores. After 2 and 4 weeks of treatment it had increased significantly in the experimental group, but in the control group the increase was not significant until the fourth week. In terms of surface myography, significant differences were observed in the biceps femoris and gastrocnemius muscles of both groups after 2 weeks. Two weeks later there was further significant improvement in both groups except for the tibialis anterior muscles of the control group. The differences between the two groups were significant after two weeks in the electromyograms of the biceps femoris, gastrocnemius muscle and anterior tibialis. After four weeks the differences be-

tween the groups in all of the electromyograms were significant. **Conclusion** Compared with the traditional sitting position, standing at a table while training can effectively improve the muscle activity of the rectus abdominis and the spine so as to promote the recovery of movement in hemiplegic upper limbs.

[Key words] Standing; Cerebral infarction; Hemiplegia; Dysfunction; Occupational training; Surface electromyography

Fund program:Haikou City Bureau of Science and Technology (project 2013-SHG-04-021); Hainan Province Health Department Medical Research Project (no. 2012PT-63)

脑卒中是中老年人的常见病、多发病,多伴有不同程度的肢体瘫痪,其中约有 30%~36% 患者不能再次使用瘫痪侧上肢完成日常生活动作,且上肢功能的恢复远较下肢的恢复缓慢和困难^[1]。目前,脑卒中偏瘫患者上肢功能康复主要采用作业治疗(occupational therapy, OT)模式,而有关作业治疗的训练方法通常在坐位下完成^[2-4],从而忽略了躯干及下肢功能对上肢功能的影响,把上肢功能康复与全身整体功能恢复割裂开,没有考虑到整体运动功能恢复对局部功能障碍的影响。本研究旨在通过采用站立桌辅助站立位训练对脑卒中偏瘫患者进行上肢作业功能训练,与传统坐位下的上肢作业训练方法比较,探讨站立状态下的上肢功能训练对上肢功能、姿势控制和日常生活活动能力的影响。

资料与方法

一、临床资料及分组

患者纳入标准:①符合 1995 年全国第 4 次脑血管病学术会议制订的脑梗死诊断标准^[5],并经头颅 CT 或 MRI 证实;②初次发病;③年龄 45~65 岁;④病程在 1 年以内;⑤偏瘫上肢临床处于 Brunntrom 分期^[6]为 IV 期~V 期,能够在睁眼状态下维持静态站立至少持续 30 min;⑥排除肌肉痉挛和共同运动模式对肢体活动的影响,关节无明显挛缩;⑦签署知情同意书。

患者排除标准:①有较严重认知障碍或语言障碍,不能理解和遵循治疗师指令者;②合并重大疾病,如心、肺、肾等重要脏器功能减退等;③其他引起肢体功能障碍的情况,如既往有脊髓损伤、截肢、严重的下肢关节疾病或骨关节炎者;④其他合并肌张力障碍的疾病;⑤有共济失调症状的患者。

选取 2013 年 1 月至 2014 年 12 月海口市人民医院康复医学科和神经内科收治且符合上述标准的脑梗死偏瘫患者 60 例,按随机数字表法分为对照组(采用传统训练)和训练组(采用站立桌训练),每组 30 例。2 组患者的性别、年龄、病程、偏瘫侧、Brunntrom 分期等一般临床资料经统计学分析比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。

表 1 观察组和对照组一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$)
		男	女		
对照组	30	15	15	58.90 $\pm$ 4.78	85.37 $\pm$ 52.24
训练组	30	13	17	59.50 $\pm$ 4.80	86.13 $\pm$ 53.54

组别	例数	偏瘫侧(例)		Brunntrom 分期(例)	
		右侧	左侧	IV	V
对照组	30	16	14	14	16
训练组	30	13	17	13	17

二、治疗方法

2 组患者均接受为期 4 周的治疗,对照组坐位进行上肢功能训练,每日训练 0.5 h,5 次/周,共 4 周;训练组的作业治疗是采用站立状态下用站立桌辅助站立位进行上肢功能训练,该站立桌为笔者自主研发产品(产品专利号 ZL201520611015.1),具体样式如图 1。每日训练 0.5 h,5 次/周,共 4 周。

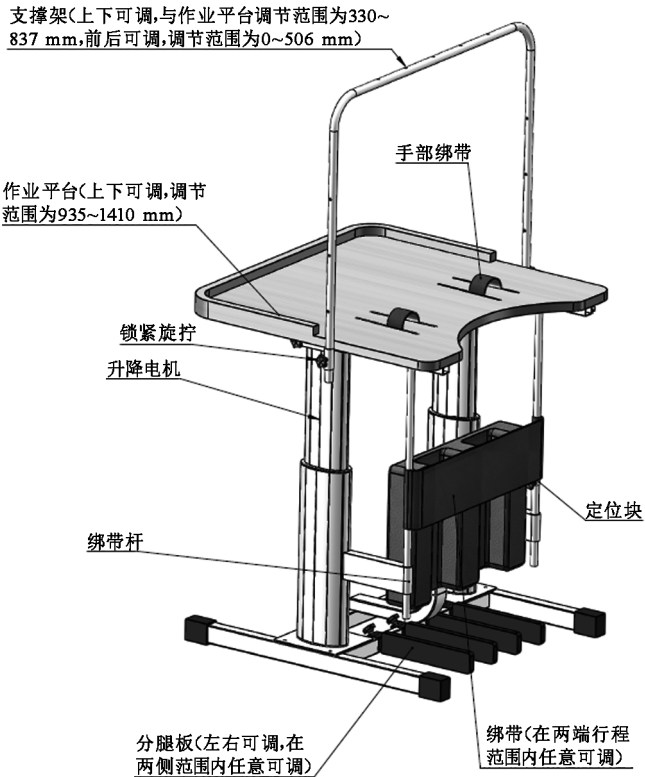


图 1 站立桌辅助支架样式图

对照组是在坐位下进行上肢作业功能训练,而训练组是站立桌辅助站立位下进行上肢功能训练,训练

组 OT 训练桌高度可调,能让患者平稳方便的进行桌面操作,方法:功能性的作业活动,如:①肩胛胸壁关节运动诱发训练;②肩关节、肘关节、腕关节及各指关节不同角度活动度维持训练;③健手带患手:前屈上举、越过中线触摸健侧耳朵、后伸内收触摸后背训练;④上肢功能活动训练,具体活动为:用患手抓握玻璃球或橡皮圈;让患者将手放在头顶、枕部和嘴处,或做梳头动作;腕部功能训练器、滚筒、木钉作业训练;橡皮泥作业;折纸作业;套圆锥套筒、拣积木、拧毛巾、开瓶盖训练等。个人日常生活活动训练,如训练个人卫生(洗脸、刷牙、梳头)、吃饭、穿脱衣服等个人生活活动训练。

三、评估方法及观察指标

入组时所有患者均接受上肢运动功能评定和躯干表面肌电信号采集。治疗 2 周和治疗 4 周后,再次对 2 组患者进行评估。

1.上肢运动功能评定:采用 Fugl-Meyer 运动功能评定量表(Fugl-Meyer motor assessment scale, FMA)中的上肢部分评定,该量表已进行过效度^[7]和信度^[8]研究,FMA 上肢部分有 32 个条目,总分 66 分,得分越高,提示上肢运动功能越好。

2.表面肌电信号采集:所有入组患者均采用表面肌电图仪及表面电极进行信号收集。表面肌电信号采集时室温维持在 22~25 ℃,以避免过热皮肤出汗或者过冷肌肉不自主颤动。选取患侧肱二头肌、肱三头肌、腹直肌、竖脊肌、股四头肌、股二头肌、腓肠肌、胫骨前肌为靶点肌肉,电极沿肌肉纤维走向摆放在所测肌肉最隆起部位,并通过观察受试者的肌肉收缩或在进行抗阻等长收缩时触摸肌肉的方法检测电极摆放位置的准确性,粘贴电极片前先清除皮肤表面附属物分泌物,并用 75%酒精脱脂。胶布固定电极位置以保证与皮肤接触良好,同时将运动噪音降至最低。记录患者坐位和站立位时靶点肌肉的表面肌电信号。所有操作过程均由同一治疗师完成。选取表面肌电图(surface electromyography, sEMG)信号的均方根值(RMS)作为特征值来反映信号的瞬时功率,代表肌电信号能量的大小,反映的是肌肉用力的大小^[9-10]。

三、统计学方法

使用 SPSS 21.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析处理。计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料采用卡方检验,2 组组间计量资料采用 *t* 检验进行分析,组内未成正态分布的计量资料采用秩和检验,符合正态分布的计量资料采用单因素方差检验(ANOVA)进行分析, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、不同体位下的上肢作业训练对脑梗死患者上肢运动功能影响

治疗前,2 组患者 FMA 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 2 周、4 周后,2 组 FMA 评分较治疗前均有改善,但治疗 2 周后,对照组组内比较差异无统计学意义($P > 0.05$),治疗 4 周后,对照组组内比较差异有统计学意义($P < 0.05$),训练组组内比较差异有统计学意义($P < 0.05$),训练组 FMA 改善较对照组改善更明显,且组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前、后 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗 2 周后	治疗 4 周后
对照组	30	19.27±6.24	20.87±9.36	25.47±6.33 ^a
训练组	30	19.23±6.22	24.37±6.31 ^{ab}	29.43±6.42 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组同时间点比较,^b $P < 0.05$

二、四肢及躯干肌肉在不同体位下的表面肌电活动分析

2 组患者的表面肌电数值均符合正态分布(K-S 检验, $P > 0.05$)及方差齐性(Levene 氏检验, $P > 0.05$)。治疗前,2 组患者患侧肱二头肌、肱三头肌、腹直肌、竖脊肌、股四头肌、股二头肌、腓肠肌、胫骨前肌之间的表面肌电数值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 2 周后,2 组患者股二头肌、腓肠肌的的表面肌电数值均较组内治疗前明显提高($P < 0.05$),肱二头肌、肱三头肌、腹直肌、竖脊肌、股四头肌和胫骨前肌的表面肌电数值与组内治疗前比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),且 2 组患者股二头肌、股四头肌、腓肠肌和胫骨前肌的表面肌电数值组间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。治疗 4 周后,对照组肱二头肌、肱三头肌、腹直肌、竖脊肌、股二头肌、股四头肌及腓肠肌的表面肌电数值较组内治疗前明显提高($P < 0.05$),且训练组所测上述各肌群的表面肌电数值均较组内治疗前和对照组同时时间点的表面肌电数值提高更为明显($P < 0.05$)。

讨 论

脑卒中偏瘫患者的康复过程中,下肢以相对简单的负重、步行等活动为主,可以获得较大程度的代偿;而上肢以灵活、协调和技能性运动为主,不容易获得代偿,功能的恢复往往是最慢最难的^[11-12]。脑卒中患者功能活动能力及其康复效果评价是目前康复医学基础研究和临床应用的重要问题^[13-14]。由于上肢动作精

表 3 2 组患者治疗前、后表面肌电数值比较(mV, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	肱二头肌	肱三头肌	腹直肌	竖脊肌	股二头肌	股四头肌	腓肠肌	胫骨前肌
对照组									
治疗前	30	20.15±11.32	17.61±10.97	17.58±7.02	18.01±10.81	14.61±7.43	19.62±7.64	14.58±7.43	16.00±10.41
治疗 2 周后	30	22.26±11.83	20.97±8.29	19.32±5.90	21.09±9.61	16.16±6.56 ^a	21.01±8.81	19.23±6.21 ^a	19.23±9.01
治疗 4 周后	30	29.07±12.41 ^a	25.42±9.05 ^a	31.95±12.57 ^a	25.15±10.69 ^a	24.47±9.91 ^a	25.06±10.20 ^a	23.76±8.61 ^a	19.43±5.84
训练组									
治疗前	30	19.25±14.70	22.37±12.68	16.34±6.99	18.55±10.80	16.11±8.31	21.19±11.18	13.27±6.34	18.32±11.86
治疗 2 周后	30	23.75±10.80	32.37±14.82	20.79±6.54	24.12±9.89	26.05±12.33 ^{ab}	36.05±8.01 ^b	29.57±16.85 ^{ab}	21.60±7.45 ^b
治疗 4 周后	30	38.01±17.25 ^{ab}	42.62±19.58 ^{ab}	41.12±17.21 ^{ab}	32.26±14.45 ^{ab}	39.81±16.36 ^{ab}	39.81±16.36 ^{ab}	37.99±17.95 ^{ab}	31.99±10.66 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组同时间点比较,^b $P<0.05$

细,目前临床中常用的中枢性瘫痪运动功能评定传统的 Fugl-Meyer 量表为半定量评定方法,不能精确量化,而 sEMG 是从肌肉表面记录的神经肌肉系统活动时生物电变化的序列信号^[15],可以客观反映神经肌肉功能状态,能够较大幅度反映运动单位募集、同步化活动和多肌群协调性,故采用 sEMG 评价脑卒中患肢肌肉功能状况及康复疗效等已经成为康复医学研究的一个重要领域^[16-18]。

脑卒中后,由于患者的运动或感觉传导通路发生障碍以及患侧肢体肌力减退等情况,身体重心发生偏移,双下肢承重的对称性受到破坏,健侧下肢承受了身体重量的绝大部分,患肢负重能力下降,从而导致双下肢负重的不对称性及躯干的不稳定性。这种不对称的负重既增加了健肢的负担,又加大了重心转移的难度,也影响了上肢的移动速度和活动范围。Roerdink 等^[19]研究表明,坐位和站立状态下完成的运动任务对人体整体功能活动的影响是不同的。坐位够物的活动能力要求要小于站立取物,站立够物的运动要求双下肢和躯干更广泛的肌肉活动以防止不稳^[20]。躯干肌群几乎参与到人体所有运动和日常生活,其功能是固定胸廓、骨盆和脊柱,可稳定颈部、肩部和髋部肌肉的起点;头、躯干、上肢的重心移动或躯干的推拉可直接激活躯干肌使躯干恢复平衡。已有报道证实,躯干控制能力与日常生活能力有关,是早期预测指标。在脑卒中偏瘫患者中,躯干控制能力常受到损害^[21-22]。目前,国内外对于作业治疗的研究大多是基于坐位状态下进行,在偏瘫患者运动功能的训练过程中,上肢与躯干、下肢往往被分别处理,从而忽略了躯干及下肢功能对上肢功能的影响,影响了患者的整体治疗效果。Kaminski 等^[23]的研究为患者在进行够取目标训练时躯干、肩胛骨和上肢的联合运动提供了证据,研究还发现,躯干运动在上肢移动的过程中起着重要的作用,这影响了手的运动速率和路径。Lee 等^[24]研究表明,在进行推拉活动时,下肢的肌电活动要优先于上肢的肌电活动,说明上肢活动需要全身的协调,躯干和下肢的

运动功能在上肢的移动过程中起着重要作用。Ferrier^[25]提出,各形式的主动肌肉活动,需要全身其他肌肉同时做出配合该动作所必需的稳定和平衡的协同活动。这些研究结果提示上肢在做阻力运动时,会诱发躯干与下肢的稳定性。因此,躯干和下肢的稳定性在上肢的活动过程中发挥着重要作用。雷从杰等^[26]也表明躯干活动与肢体活动密不可分。本研究结果显示,站立状态下的上肢功能训练可有效改善患者躯干及下肢肌肉活动,从而改善上肢活动能力。

Waller 等^[27]对 9 例脑卒中恢复期患者进行站立状态下的上肢抓握及取物训练,发现经站立状态下的作业治疗,患者的稳定极限范围明显扩大,重心转移速度和方向控制能力也有明显提高,患者的姿势控制得到了明显的改善。Roerdink 等^[28]发现,不同状态下完成的运动任务对姿势控制的影响是不同的。本研究结果显示,训练组的患者仅经 2 周的治疗后,上肢运动功能评定分数得以明显提高($P<0.05$);2 组间比较显示,训练组患者治疗 4 周后的上肢运动功能评分与对照组同时间点指标相比,差异有统计学意义($P<0.05$),提示站立状态下的上肢功能训练能对脑卒中患者的平衡功能短期内具有良好的促进作用;治疗 2 周后,股二头肌、股四头肌、腓肠肌、胫骨前肌的的表面肌电数值组间比较,差异有统计学意义($P<0.05$);治疗 4 周后,2 组患者所测上述各肌群的表面肌电数值组间差异均有统计学意义($P<0.05$);提示站立状态下的作业治疗,更容易促进肌肉活动,而且患者的肌电活动与其功能状态相符。Brunnstrom 分期是根据肌张力的变化、共同运动和分离活动的功能情况将偏瘫肢体功能的恢复分为 6 期,而简化 Fugl-Meyer 上肢运动功能评定法是依据上肢腱反射、各关节活动和协调与速率等项目进行定量的评定方法。相比之下,简化 Fugl-Meyer 更细化。这可能是导致本研究中患者上肢 Brunnstrom 分期和简化 Fugl-Meyer 评分不一致的原因,也可能是由于样本量偏少所致,在后期的研究中将会进一步增加样本量。

综上所述,与传统坐位下相比,站立状态下的上肢功能训练能明显提高患者的躯干及上下肢肌肉活动,而躯干活动能力的改善能促进偏瘫上肢的运动功能,这也说明在站立状态下的作业治疗能将手功能训练与躯干、下肢训练有效结合起来,改善患者的整体活动能力,提高整体康复治疗效果,加快偏瘫肢体功能活动的恢复,从而缩短治疗周期。

参 考 文 献

- [1] 范文祥,倪朝民.脑卒中患者偏瘫上肢存在的问题//中华医学会第十一次全国物理医学与康复学学术会议[R].沈阳,中华医学会,2009:141.
- [2] Cauraugh JH, Kim SB. Stroke motor recovery: active neuromuscular stimulation and repetitive practice schedules[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2003, 74, (11): 1562-1566.
- [3] Luft AR, McCombe-Waller S, Whitall J, et al. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. JAMA, 2004, 292 (15): 1853-1861. DOI: 10.1001/jama.292.15.1853.
- [4] McCombe-Waller S, Liu W, Whitall J. Temporal and spatial control following bilateral versus unilateral training[J]. Hum Mov Sci, 2008, 27, (5): 749-758. DOI: 10.1016/j.humov.2008.03.006.
- [5] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-380.
- [6] 姜艳平, 张瑞莲, 朱强. 低频重复经颅磁刺激结合作业疗法对卒中患者上肢功能恢复的疗效[J]. 神经损伤与功能重建, 2018, 3(8): 130-133. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssngcej.2018.03.008.
- [7] Fugl-Meyer AK, Jaasko L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance[J]. Scand J Rehabil Med, 1975, 7(1): 13-31.
- [8] Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident[J]. Phys Ther, 1983, 63(10): 1606-1610.
- [9] 滕燕, 王士允, 尹振全, 等. 表面肌电信号采集与处理系统研究[J]. 机床与液压, 2013, 41(23): 4-7.
- [10] 吴宗耀. 表面肌电图在康复临床中的应用[R]. 第二届北京国际康复论坛论文集, 2013: 27-31.
- [11] 张妍, 石中嫣, 陈立嘉. 脑卒中偏瘫上肢的康复训练[J]. 中国康复理论与实践, 2002, 8(2): 81-82.
- [12] 任云萍, 李玥莹, 熊道海, 等. 任务导向性训练结合肌电生物反馈治疗对脑卒中患者上肢腕背伸功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(9): 712-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.09.010.
- [13] Kaminski T, Bock C, Gentile AM. The coordination between trunk and arm motion during pointing movement[J]. Exp Brain Res, 1995, 106: 457-466.
- [14] 石素宁, 于洪宇, 迟欣欣, 等. 针灸配合作业疗法治疗脑卒中后上肢功能障碍的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(9): 867-869.
- [15] 吴保平, 郭霞, 刘晨, 等. 作业疗法对脑卒中后患者上肢运动功能康复效果的 Meta 分析[J]. 中国老年学杂志, 2014, 34(22): 6349-6351.
- [16] Davies JM, Mayston MJ, Newham DJ. Electrical and mechanical-output of the knee muscles during isometric and isokinetic activity in stroke and healthy adults[J]. Disabil Rehabil, 1996, 18(2): 83-90.
- [17] Wen H, Dou Z, Finni T, et al. Thigh muscle function in stroke patients revealed by velocity-encoded cine phase-contrast magnetic resonance imaging[J]. Muscle Nerve, 2008, 37(6): 736-744.
- [18] Davies JM, Mayston MJ, Newham DJ. Electrical and mechanical-output of the knee muscles during isometric and isokinetic activity in stroke and healthy adults[J]. Disabil Rehabil, 1996, 18(2): 83-90.
- [19] Cordo PJ, Nashner LM. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements[J]. Neurophys, 1982, 47(2): 287-302.
- [20] Roerdink M, Hlavackova P, Vuillerme N. Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures[J]. Hum Mov Sci, 2011, 30: 203-212.
- [21] Gerdle B, Henn ksson-Larson K, Lorentzon R, et al. Dependence of the mean power frequency of the electromyogram on muscle force and fiber type[J]. Acta Physiol Scand, 1991, 142: 457-465.
- [22] 王玉娟. 脊髓损伤患者静态坐位平衡时躯干肌表面肌电信号特征的研究[D]. 广东: 中山大学, 2010: 2-3.
- [23] Kaminski T, Bock C, Gentile AM. The coordination between trunk and arm motion during pointing movement[J]. Exp Brain Res, 1995, 106: 457-466.
- [24] Lee MY, Wong MK, Tang FT, et al. New quantitative and qualitative measures on functional mobility prediction for stroke patients[J]. J Med Eng Technol, 1998, 22(1): 14-24.
- [25] Ferrier D. On the localisation of The functions of the brain[J]. Br Med J, 1874, 2(729): 766-777.
- [26] 雷从杰, 钟慧, 何成奇, 等. 限制躯干的上肢训练对脑卒中偏瘫患者的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(1): 71-73.
- [27] Waller SMC, Prettyman MG. Arm training in standing also improves postural control in participants with chronic stroke[J]. Gait Posture, 2012, 36(3): 419-424.
- [28] Roerdink M, Hlavackova P, Vuillerme N. Center of pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures[J]. Hum Mov Sci, 2011, 30: 203-212.

(修回日期: 2018-06-02)

(本文编辑: 汪 玲)