

动态矫正衣对脑卒中患者前伸够物时躯干运动和肢体表面肌电的即刻效应分析

郭川¹, 卞海波², 赵坤坤³, 李向哲⁴, 温娜娜², 王彤¹

【摘要】 目的:观察动态矫正衣对脑卒中患者躯干运动捕捉和患侧肢体表面肌电的即刻影响。方法:20例脑卒中患者分别在穿戴动态矫正衣前后,进行站立位偏瘫上肢前伸够物活动,应用运动捕捉系统对患者躯干前屈、旋转和侧屈运动进行采集分析,应用表面肌电分析系统对偏瘫侧胸大肌、三角肌前束、三角肌中束、斜方肌上部、肱二头肌、肱三头肌、股直肌、臀中肌、胫前肌和腓肠肌的表面肌电积分肌电值(iEMG)和肱三头肌的协同收缩率(CR)进行采集分析。结果:穿戴动态矫正衣后偏瘫上肢前伸够物时的躯干前屈、侧屈角度均较前减小(均 $P<0.05$),三角肌前束、斜方肌上部、三角肌中束、肱二头肌、股直肌、臀中肌和腓肠肌的iEMG值均较前增加(均 $P<0.05$),肱三头肌CR值较前增加($P<0.05$)。结论:动态矫正衣可以辅助偏瘫患者姿势稳定,提供躯干支持并限制异常代偿姿势,提高上下肢肌群的运动控制能力。

【关键词】 动态矫正衣;脑卒中;关节活动范围;表面肌电;姿势稳定性

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2020.10.001

Analysis of immediate effects of Orthosuit on the trunk movement and sEMG of hemiparetic limb when stroke patients reaching forward Guo Chuan, Bian Haibo, Zhao Kunkun, et al. Rehabilitation Medicine Center, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

【Abstract】 **Objective:** To observe the immediate effects of Orthosuit on trunk motion capture and hemiparetic limbs' surface electromyographic (sEMG) signals in stroke patients. **Methods:** Twenty stroke patients performed forward stretching activities with hemiplegic upper limb in standing before and after wearing Orthosuit. A motion capture system was used to measure trunk forward flexion, rotation and lateral flexion angles. A sEMG system was used to analyze the integral EMG (iEMG) values of pectoralis major, anterior deltoid fasciculus, middle deltoid fasciculus, upper trapezius, biceps brachii, triceps brachii, rectus femoris, gluteus medius, tibialis anterior and gastrocnemius on the hemiplegic side, as well as the cooperative contraction rate (CR) of the triceps. **Results:** Compared with no Orthosuit wearing, the trunk forward flexion and lateral flexion angles were reduced with Orthosuit worn when stretching forward (both $P<0.05$). The iEMG values of anterior deltoid fasciculus, upper trapezius, middle deltoid fasciculus, biceps brachii, rectus femoris, gluteus medius and gastrocnemius were increased (all $P<0.05$), attaching with the CR values of triceps brachii increased ($P<0.05$). **Conclusion:** The Orthosuit can assist hemiplegic patients to stabilize posture, provide trunk support and limit abnormal compensatory posture, as well as improve the motor control ability of upper and lower limb muscles.

【Key words】 orthosuit; stroke; range of motion; surface electromyographic; posture stability

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC2001600,2018YFC2001603)

收稿日期:2020-03-24

作者单位:1.南京医科大学第一附属医院(江苏省人民医院)康复医学中心,南京 210029;2.常州市德安医院康复中心,江苏 常州 213004;3.东南大学机械工程学院,南京 211189;4.南京医科大学附属苏州科技城医院康复医学科,江苏 苏州 215153

作者简介:郭川(1988-),男,主管技师,主要从事神经系统的运动康复治疗

通讯作者:王彤, wangtong60621@163.com

脑卒中在我国是高发病率、高致残率的疾病,且多数患者会遗留不同程度的偏瘫侧肢体运动功能障碍,严重影响患者的生活质量^[1]。从整体理念出发的姿势控制训练是脑卒中康复治疗的重要方法之一^[2],其克服了从身体局部进行治疗的局限性,能够更好地提升患者的运动控制能力,受到越来越多的重视^[3-4]。动态矫正衣(OrthoSuit),又称“太空衣”,是基于整体姿势控制理念设计的,目前在国内外用于中枢性运动控

制障碍的整体康复治疗,对平衡、步行和日常生活活动能力的提升显示出较好的治疗效果^[5-7]。我们前期研究发现动态矫正衣能够改善脑卒中导致的共济失调患者的平衡和步行能力^[8],但该技术对脑卒中偏瘫患者运动功能障碍的治疗作用尚未见报道。因此,本研究拟采用运动捕捉结合表面肌电分析技术,观察穿戴动态矫正衣对偏瘫患者站立位上肢前伸够物活动时躯干和肢体运动功能的即刻影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年5月~2019年11月在常州市德安医院康复中心(江苏省人民医院常州德安康复分院)住院的脑卒中偏瘫患者20例,其中男15例,女5例,年龄(50.55±12.68)岁,身高(166.35±5.80)cm,体重(63.10±7.85)kg,病程(6.95±4.43)个月,MMSE(27.35±3.25)分,Berg平衡评分(51.10±4.29)分,上肢Fugl-meyer评分(26.60±5.22)分,下肢Fugl-meyer评分(29.00±2.36)分。纳入标准:符合2007版《中国脑血管病防治指南》中关于脑卒中的诊断标准^[9],并经头颅CT或MRI检查确诊为首次、单侧基底节区的脑卒中;患者病情稳定,意识清晰,可无辅助下独自站立5min以上;患侧肩肘关节被动关节活动范围正常;患侧上肢Brunnstrom分期为IV~V期;立位下,屈肘肌张力改良Ashworth≤2级;年龄40~75岁。排除标准:四肢瘫患者;合并严重心、肺、肝、肾及感染等疾病;严重认知及交流障碍而不能配合者;合并前庭功能障碍、视觉障碍、偏侧忽略等;合并肩-手综合征、肩痛、肩关节骨折等。

1.2 方法 前伸够物是日常生活中主要的上肢功能性动作,为了更好地观察进行上肢活动时动态矫正衣对躯体的干预作用,故本研究参照前人的研究^[10-11],将其作为观察的目标动作。

1.2.1 不穿戴动态矫正衣前伸够物 测试开始前,患者取站立位,躯干保持直立,治疗师首先将患者上肢被动牵拉至解剖位,进行校零,然后患者双上肢自然下垂并尽量贴紧躯干。在被检测肩部正前方平孟肱关节水平、距孟肱关节超过一臂长的地方放置一根指示杆,要求患者以自然速度去够取指示杆。测试开始之前,治疗师向患者说明测试过程,以熟悉测试流程。测试开始之后,治疗师发出“开始”指令,患者从初始位置以自己舒服的速度移动上肢向指定位置,在运动末端维持2s后自然放下。上肢够物动作过程中手尽量保持在矢状面内,大拇指朝上。每次试验重复3次,每次间隔30s,取3次测试的平均值进行统计分析。

1.2.2 穿戴动态矫正衣前伸够物 本研究采用的动

态矫正衣(型号PRE-A,南京以诺寰球电子科技有限公司)由帽子、背心、短裤、膝垫、矫正鞋和弹性连接带等组成,治疗师应用动态矫正衣的各附件,通过弹力连接带针对患者头颈、躯干、骨盆和髌膝踝关节进行弹力支持和稳定连接。在1.2.1测试完成后,患者坐位休息5min,由1名经验丰富的治疗师指导患者穿戴动态矫正衣后重复上述测试(具体穿戴方法见图1)。

1.3 信号采集与数据处理

1.3.1 关节活动范围信号采集 为了观察测试过程中患者的躯干代偿活动水平和动作完成时间,本研究使用运动捕捉系统(MMocap,中国科学院大学SNARC实验室)实时采集患者躯干在3个轴向的旋转角度和上肢动作完成时间进行统计学分析,该系统包括一个控制主板和3个传感器小盒,可实时捕捉躯干在运动过程中的关节数据和上肢动作完成时间。通过绑带分别将传感器小盒固定于受试患者躯干T9-10棘突处、上臂、前臂背部,采样频率为50Hz,将实时采集到的数据汇总后经蓝牙传入电脑分析系统。

1.3.2 表面肌电信号采集 为了观察测试过程中上肢活动肌群的募集水平和下肢肌群的负重支撑能力,本研究采用无线表面肌电采集分析系统(型号TeleMyo2400,Noraxon,美国),实时采集了患者患侧胸大肌、三角肌前束、三角肌中束、斜方肌上部、肱二头肌、肱三头肌、股直肌、臀中肌、胫前肌和腓肠肌的表面肌电数据。记录电极的粘贴方法参照欧盟委员会推荐的方案^[12],每块肌肉对应的双电极中心距离为2cm,电极粘贴方向与肌纤维走行平行,检测前对电极片粘贴部位皮肤进行备皮处理,并用酒精局部清洁,以去除皮肤表面角质层和油脂,待皮肤干燥后再粘贴电极。本研究收集的原始肌电信号均经去噪和标准化处理,所得数据实时无线传入电脑,经计算得到积分肌电值(integrated electromyogram,iEMG),iEMG表示一定时间内参与活动的运动单位放电总量,在时间不变的前提下,其值的大小在一定程度上反映了活动中运动单位的募集数量^[13],并计算上肢伸肘够物时的肱三头肌协同收缩率(co-contraction ratio,CR),其公式为 $CR = \frac{\text{拮抗肌的 iEMG}}{\text{拮抗肌的 iEMG} + \text{主动肌的 iEMG}} \times 100\%$ ^[14]。在预实验过程中我们发现,由于动态矫正衣和表面肌电信号采集器对患者躯干肌群的挤压作用,在测试过程中会出现患者的肌电信号采集不稳和不快感,故本研究未对躯干相关肌群的表面肌电信号进行采集。测试方法见图1。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0版统计学软件进行分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,均数间比较采用配对t检验进行分析。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学

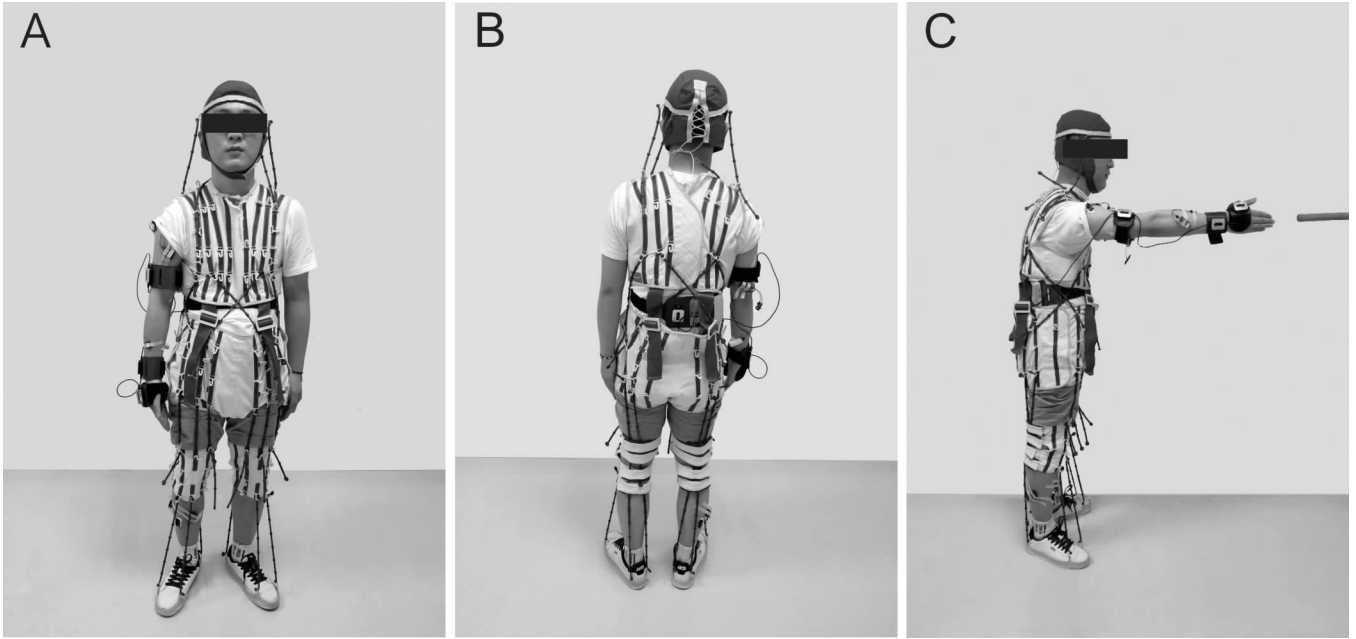


图1 穿戴动态矫正衣前伸够物测试方法(A:正面观;B:背面观;C:侧面观)

意义。

2 结果

受试者在不穿动态矫正衣时,动作平均完成时间为(1.99±0.98)s,穿动态矫正衣时,动作平均完成时间为(2.29±0.87)s,明显高于不穿矫正衣时,差异具有统计学意义($P=0.038, t=-2.236$)。

穿戴动态矫正衣后偏瘫上肢前伸够物时的躯干前屈、侧屈角度较前减小($P<0.05$),躯干旋转活动范围变化差异无统计学意义。三角肌前束、斜方肌上部、肱二头肌、股直肌、臀中肌和腓肠肌的 iEMG 值均较前增加(均 $P<0.05$),肱三头肌 CR 值较前增加($P<0.05$)。胸大肌、肱三头肌和胫前肌 iEMG 值较前差异无统计学意义。见表 1,2 和图 2,3。

表1 20例患者站立前伸够物时躯干的关节活动峰值

项目	不穿矫正衣	穿矫正衣	t 值	P 值
躯干前屈	24.27±1.59	22.93±2.05	3.004	0.007
躯干旋转	9.38±5.42	9.93±4.43	-0.477	0.639
躯干侧屈	9.44±3.98	7.27±2.27	2.120	0.047

3 讨论

良好的躯干稳定性是偏瘫患者维持平衡和肢体活动的必要条件^[15]。在脑卒中康复治疗中,施加躯干限制的任务导向性训练可以提高患者的肢体功能和日常生活活动能力^[16-17]。躯干稳定训练和姿势调控训练成为改善患者整体活动能力的有效方法。那么,穿戴动态矫正衣纠正患者的异常姿势进行任务导向性训练是否能改善患者的整体运动控制能力,目前尚不清楚。

表2 20例患者站立前伸够物时的表面肌电 iEMG 值

项目	不穿矫正衣	穿矫正衣	t 值	P 值
胸大肌	7.22±3.88	7.31±3.81	-0.215	0.832
三角肌前束	33.12±19.78	36.94±19.04	-4.246	0.000
三角肌中束	21.69±9.59	25.87±12.68	-3.531	0.002
斜方肌上部	31.45±19.61	50.35±25.09	-3.876	0.001
肱二头肌	15.57±9.62	18.13±12.92	-2.235	0.038
肱三头肌	8.43±6.76	7.79±6.21	0.873	0.394
股直肌	4.99±4.01	9.11±9.43	-2.212	0.039
臀中肌	2.43±0.96	4.54±4.82	-2.156	0.044
胫前肌	2.37±1.40	2.22±0.76	0.771	0.450
腓肠肌	6.06±4.07	7.17±4.18	-2.107	0.049
肱三头肌 CR 值	0.65±0.17	0.69±0.15	-3.215	0.005

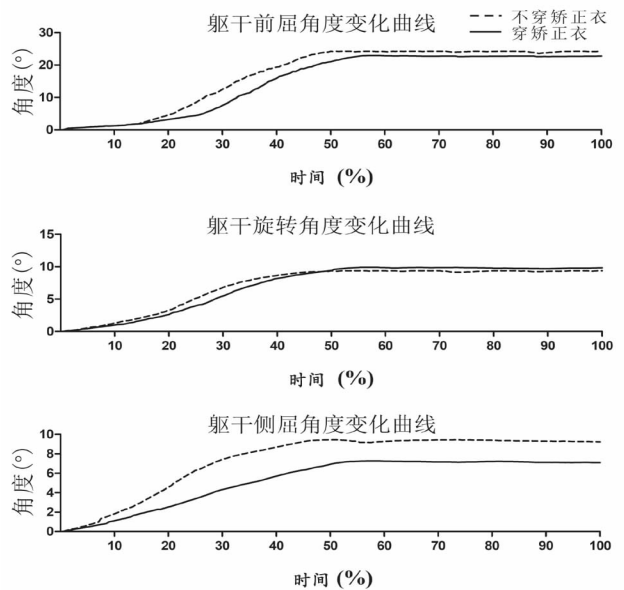


图2 穿戴动态矫正衣前后躯干时间-角度变化曲线

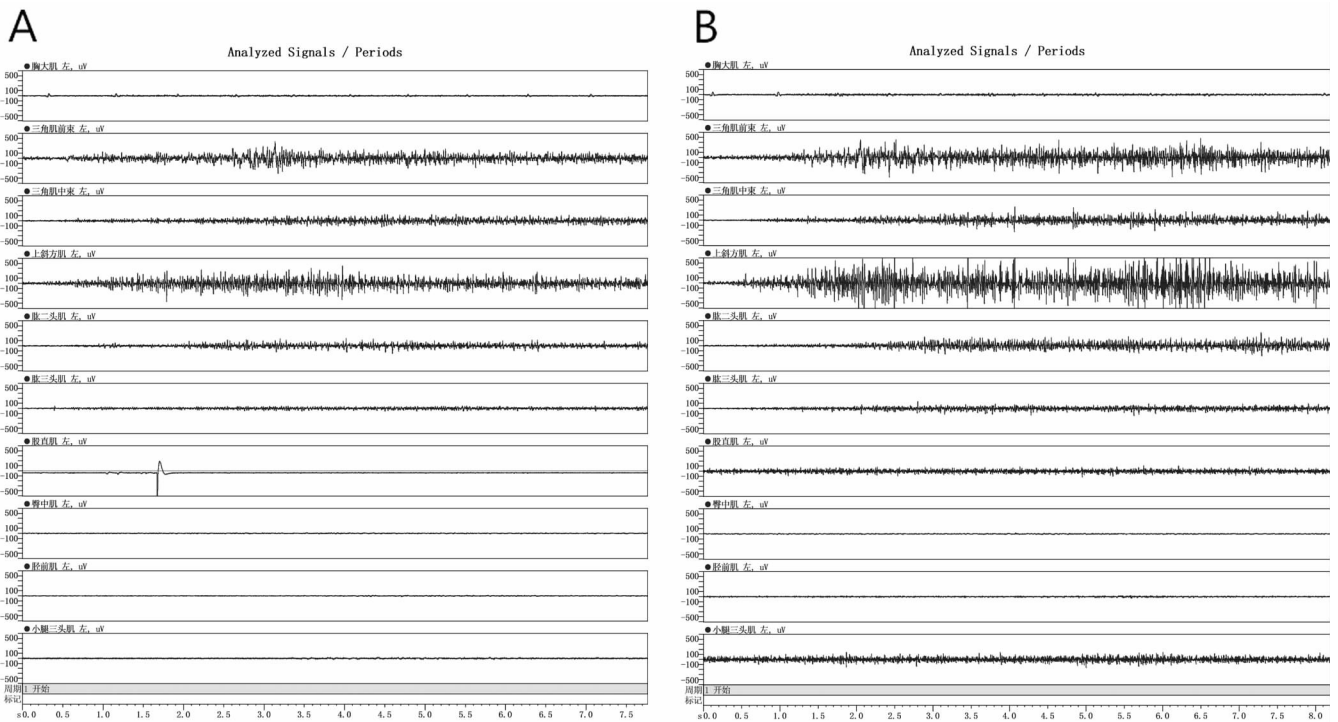


图3 穿戴动态矫正衣前后典型表面肌电图(A:不穿矫正衣;B:穿矫正衣)

本研究应用运动捕捉和表面肌电分析,对脑卒中患者穿戴矫正衣前后的躯干活动和患侧肢体的表面肌电信号进行了分析。

本研究结果显示,穿戴动态矫正衣后,患者在站立位上肢前伸够物活动时躯干的前屈和侧屈活动范围明显降低,躯干旋转活动范围也有降低趋势,提示躯干代偿活动减少,我们的前期研究也发现,动态矫正衣可以改善小脑卒中患者的姿势稳定性^[8]。同时,患侧上肢三角肌中束、三角肌前束和斜方肌上部的 iEMG 值均增加,说明上述肌群募集能力增强,而随着躯干代偿活动减少,也导致了动作平均完成时间增加,与 Pavo 等^[18]在脑瘫患者上肢前伸够物的研究结果类似。此外,患者患侧臀中肌、股直肌和腓肠肌 iEMG 值显著增加,可能提示患者下肢负重支撑能力增强,而胫前肌 iEMG 值无明显变化,可能与穿戴动态矫正衣以后动态矫正衣的弹力带增加了踝关节的背伸有关。

动态矫正衣可给予患者躯干屈曲、伸展、侧屈和旋转的动态稳定支持,限制躯干异常代偿活动,提供四肢活动的稳定基础^[8,18],同时,可通过调节弹性连接带的长短及与连接钩的位置、角度和方向,给予患者肢体支持力,纠正异常姿势对线和病理模式,包括主动伸腕不足、腕关节过度外旋、膝过伸、足下垂和内翻等,重建中枢神经系统对躯体正常位置的感知^[8,19],从而提高患者下肢负重的对称性和姿势稳定能力,改善偏瘫患者站立位重心普遍偏向健侧的现象^[20]。Mohammad 等^[21]的研究表明,穿戴动态矫正衣可以增加脑瘫患者

站立负荷,调整肢体姿势排列,从而强化下肢力量。Pavo 等^[18]的研究也发现,在穿戴动态矫正衣进行伸手够物时,脑瘫患者的姿势稳定性提高,伸手够物时的姿势摆动减少,取得了和我们的研究类似的结果。

在上肢运动能力不足的情况下,偏瘫患者常使用躯干过度运动作为代偿策略以完成最终的目标^[22]。通过限制过度的躯干运动,可促进肩和肘的运动,而这部分在躯干过度代偿的脑卒中患者中难以自主性改善^[23]。Wee 等^[24]和 Oliveira 等^[25]的研究发现,在任务导向性活动中,通过在偏瘫患者胸段施加束缚带进行活动限制,可以提高患者肩关节活动范围和活动速度,从而提高日常生活活动能力,与本研究通过动态矫正衣限制躯干异常代偿活动取得的结果基本一致。Haruyama 等^[26]通过给予偏瘫患者躯干核心稳定训练,强化患者骨盆活动能力,提高姿势稳定性,从而改善了患者的站立平衡能力和移动能力,与本研究结果相类似。值得注意的是,我们在研究中也发现患者肱二头肌 iEMG 值增加,伸肘对应的 CR 值也增高,这可能与肩胛带上抬的代偿增加,进一步导致上肢屈曲共同运动模式的即刻强化有关,在临床使用中应加以关注。

综上所述,动态矫正衣可以辅助偏瘫患者姿势稳定,提供躯干支持并限制异常代偿姿势,提高上下肢肌群的运动控制能力。基于目前的研究结果,穿戴动态矫正衣有可能成为脑卒中肢体功能康复的一种简单而高效的方法,但本研究所观察动作较为单一,仍需长期

的临床应用研究来证实其疗效。

【参考文献】

- [1] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会神经康复学组, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑卒中早期康复治疗指南[J]. 中华神经科杂志, 2017, 50(6): 405-412.
- [2] KIn M, Avcu F, Onursal O, et al. The effects of Bobath-based trunk exercises on trunk control, functional capacity, balance, and gait; a pilot randomized controlled trial[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2016, 23(1):50-58.
- [3] Alhwoaimel N, Turk R, Warner M, et al. Do trunk exercises improve trunk and upper extremity performance, post stroke A systematic review and meta-analysis[J]. *NeuroRehabilitation*, 2018, 43(4):395-412.
- [4] Cabrera-Martos I, Ortiz-Rubio A, Torres-Sánchez I, et al. The Effectiveness of Core Exercising for Postural Control in Patients with Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *PM R*, 2020 (published online ahead of print).
- [5] Bar-Haim S, Harries N, Belokopytov M, et al. Comparison of efficacy of Orthosuit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2006, 48(5):325-330.
- [6] Martins E, Cordovil R, Oliveira R, et al. Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2016, 58(4):348-360.
- [7] Kim MR, Lee BH, Park DS. Effects of combined Orthosuit and neurodevelopmental treatment in children with spastic cerebral palsy with gross motor function classification system levels I and II[J]. *Hong Kong Physiother J*, 2015, 34:10-18.
- [8] 郭川, 王瑾, 李向哲, 等. 动态矫正衣结合常规康复训练对小脑卒中共济失调患者平衡及步行能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(11):40-44.
- [9] 饶明俐. 中国脑血管病防治指南[M]. 北京:人民出版社, 2007: 31-60.
- [10] 罗春, 谢斌, 黄真, 等. 微型传感器运动捕获系统结合同步表面肌电对脑卒中偏瘫患者上肢够物功能的定量评估[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(4):253-258.
- [11] 靳婷婷, 潘冰玉, 黄真, 等. 脑卒中偏瘫患者未受累侧上肢够物动作的生物力学研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(10):732-737.
- [12] Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2000, 10(5):361-374.
- [13] 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.
- [14] 程霜霜, 高晓平, 朱晓斐, 等. 脑卒中患者痉挛上肢肌肉协调性的表面肌电研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(5): 342-346.
- [15] Likhi M, Jidesh VV, Kanagaraj R, et al. Does trunk, arm, or leg control correlate best with overall function in stroke subjects [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2013, 20(1):62-67.
- [16] Pain LM, Baker R, Richardson D, et al. Effect of trunk-restraint training on function and compensatory trunk, shoulder and elbow patterns during post-stroke reach: a systematic review[J]. *Disabil Rehabil*, 2015, 37(7):553-562.
- [17] Zhang Q, Fu C, Liang Z, et al. The effect of adding trunk restraint to task-oriented training in improving function in stroke patients: A systematic review and meta-analysis[J]. *NeuroRehabilitation*, 2020, 46(1):95-108.
- [18] Pav o SL, Visicato LP, da Costa CSN, et al. Effects of Suit-Orthosis on Postural Adjustments During Seated Reaching Task in Children With Cerebral Palsy[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2018, 30(3):231-237.
- [19] Bailes AF, Greve K, Burch CK, et al. The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2011, 23(2):136-142.
- [20] 刘翠华, 张盘德, 彭小文, 等. 脑卒中偏瘫患者站立重心偏移对功能预后的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2007, 13(3):218-219.
- [21] Mahani M, Karimloo M, Amirsalari S. Effects of modified Orthosuit therapy on improvement of gross motor function in children with cerebral palsy[J]. *Hong Kong J Occup Th*, 2011, 21(1): 9-14.
- [22] Michaelsen SM, Jacobs S, Roby-Brami A, et al. Compensation for distal impairments of grasping in adults with hemiparesis[J]. *Exp Brain Res*, 2004, 157(2):162-173.
- [23] de Oliveira R, Cacho EWA, Borges G. Improvements in the upper limb of hemiparetic patients after reaching movements training [J]. *Int J RehabilRes*, 2007, 30(1):67-70.
- [24] Wee SK, Hughes AM, Warner MB, et al. Effect of Trunk Support on Upper Extremity Function in People With Chronic Stroke and People Who Are Healthy[J]. *Physical Therapy*, 2015, 95(8):1163-1171.
- [25] de Oliveira Cacho R, Cacho EW, Ortolan RL, et al. Trunk restraint therapy: the continuous use of the harness could promote feedback dependence in poststroke patients: a randomized trial [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(12):e641.
- [26] Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of Core Stability Training on Trunk Function, Standing Balance, and Mobility in Stroke Patients[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017, 31(3): 240-249.