

·临床研究·

早期使用踝足矫形器对脑卒中偏瘫患者步行功能影响的表面肌电信号研究

黄美玲^{1,2} 杨万章³ 范佳进⁴ 龙建军¹ 朱晓龙¹ 王玉龙^{1,5}

摘要

目的:观察早期应用佩戴踝足矫形器(AFO)进行康复训练治疗脑卒中患者偏瘫步态的临床疗效。

方法:将63例脑卒中患者随机分为治疗组(Z组)和对照组(D组)。两组均按常规予以对症支持治疗和康复治疗,治疗组在对照组基础上加用AFO,康复训练4周后进行评定。治疗前后分别采用二维步态分析仪、表面肌电图机及相应量表评定两组患者的步行能力(包括步态参数及步行功能分级)、踝关节控制肌群(胫前肌及腓肠肌外侧头)的积分肌电值(iEMG)、运动功能、平衡功能、日常生活活动能力。

结果:治疗前后对比,治疗组步行能力的差异有显著性意义($P < 0.01$);对照组步行能力的差异也有显著性意义($P < 0.01$)。治疗后治疗组步行能力、下肢运动功能、平衡功能、日常生活活动能力、踝关节控制肌群肌力与对照组相比差异有显著性意义($P < 0.05$),治疗组优于对照组。

结论:早期佩戴AFO能够促进偏瘫患者步行能力、平衡功能、运动功能、日常生活活动能力、踝关节控制肌群肌力的恢复。

关键词 脑卒中;踝足矫形器;偏瘫步态;步行功能;表面肌电图

中图分类号:R743.3, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2014)-05-0446-05

A sEMG study on walking ability in hemiplegic stroke patients with application of ankle-foot orthosis in early stage/HUANG Meiling, YANG Wanzhang, FAN Jiajin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(5): 446—450

Abstract

Objective: To observe the clinical curative effect of early application of ankle-foot orthosis(AFO) combined with routine training in stroke patients with hemiplegic gait.

Method: Sixty-three stroke patients with hemiplegia were divided into treatment group (Z group) and control group (D group). They were all treated with routine therapy, the patients in group Z were treated in addition with custom-made AFO. All the patients received gait analyzer and sEMG assessment. Some assessment systems were used to evaluate the walking ability, the iEMG of ankle muscles, motor function, balance function, and ability of activities of daily living before and after the treatments.

Result: There were significant differences in walking ability before and after treatments ($P < 0.01$). In treatment group, there were significant advantages in walking ability, lower limb motor function, balance function, ability of activities of daily living, strength of ankle muscles compared with control group ($P < 0.05$).

Conclusion: The walking ability, balance function, motor function, ability of activities of daily living, and the rehabilitation of the ankle muscles in hemiplegic patients were promoted by early application of AFO.

Author's address The First Affiliated Hospital, Shenzhen University, Shenzhen, 518000

Key word stroke; ankle foot orthosis; hemiplegic gait; walking ability; surface electromyogram

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.05.010

1 深圳大学第一附属医院(深圳市第二人民医院)康复医学科,深圳,518000; 2 广州医科大学; 3 深圳市第六人民医院康复医学科;

4 深圳市残疾人辅助器具资源中心; 5 通讯作者

作者简介:黄美玲,女,主治医师; 收稿日期:2013-06-24

脑卒中是我国的常见病、多发病,是中老年人致死和致残的主要疾病。脑卒中存活者中约70%—80%患者伴有残疾^[1]。循证医学证实,脑卒中康复是降低致残率最有效的方法^[2]。在脑卒中众多后遗症中,步行能力下降是最主要的功能障碍之一。脑卒中后偏瘫患者易出现足下垂、足内翻及其他运动障碍,严重影响患者步行功能的恢复。目前对于脑卒中患者步行功能障碍的治疗是实现其生活自理的重要内容,因此,步行功能的恢复是脑卒中后康复的一个重要目标,而临床上除了一般的常规康复训练外,已有相当多的康复机构在尝试早期使用踝足矫形器(ankle-foot orthosis, AFO)来促进步行功能的恢复,以达到缩短住院时间、减少医疗费用的目的,促进患者尽快回归家庭和社会。但究竟效果如何以及其作用机制尚不十分清楚。

在AFO治疗过程中评价步行功能提高的方法各异,缺乏全面、系统和准确的评估指标。近年来,国外有机构尝试应用表面肌电图(surface electromyogram, sEMG)来评估脑卒中患者步行功能的恢复情况,且取得了较好的效果,而此项研究在国内至今仍未有效开展。本研究采用二维步态分析仪、表面肌电作为评价指标,试图探讨AFO结合常规康复治疗对脑卒中患者偏瘫步态的影响,为AFO在脑卒中患者康复过程中的使用提供临床依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

将2012年6月—2013年5月,在深圳大学附属第一医院康复医学科及神经内科病区收住入院的,脑卒中后有偏瘫运动障碍的患者63例作为研究对象。所有患者均为首次急性发作,症状和体征均符合全国第四届脑血管疾病会议制定的《各类脑血管疾病诊断要点》^[3],并经头颅MRI及CT证实。纳入标准:①发病1个月以内,生命体征(体温、呼吸、脉搏、血压)稳定,意识清醒者;②有明显的步行功能障碍,0≤FAC≤2级者,有或在没有帮助的情况下能站立,迈1小步或更多步,有一定的屈髋和屈膝功能,伴有足下垂和足内翻;③有良好的认知功能,MMSE≥21分^[4],能明白治疗师的指令,配合训练者;④无其他急性疾病及严重并发症者。

排除标准:①有其他引起步行能力障碍的情况,如既往有脊髓损伤、截肢、严重的下肢关节疾病或类风湿性关节炎等;②合并重大疾病者,如近期(4周内)有心肌梗死发作、重症肺炎等严重躯体疾病;③有痴呆病史者。

63例患者随机分为两组,常规治疗组(即D组, n=30)和常规治疗加佩戴AFO治疗组(即Z组, n=33)。两组患者各方面资料经统计学检验(χ^2 检验或两独立样本 t 检验),差异无显著性意义($P>0.05$),具有可比性。见表1。

表1 两组患者一般资料均衡性比较 ($\bar{x}\pm s$)

| 项目 | Z组(n=33) | D组(n=30) | t 值或 χ^2 值 | P 值 |
|---------|-------------|-------------|-------------------|-------|
| 性别(例) | | | | |
| 男 | 19 | 16 | 0.115 | 0.735 |
| 女 | 14 | 14 | | |
| 年龄(岁) | 62.24±12.23 | 61.40±10.21 | 0.295 | 0.769 |
| 病种(例) | | | 0.130 | 0.718 |
| 脑梗死 | 18 | 15 | | |
| 脑出血 | 15 | 15 | | |
| 偏瘫侧(例) | | | 1.229 | 0.268 |
| 左 | 13 | 16 | | |
| 右 | 20 | 14 | | |
| 病程(d) | 21.27±3.70 | 21.23±4.11 | 0.040 | 0.697 |
| FAC(级) | 1.10±0.54 | 1.16±0.74 | -0.394 | 0.695 |
| MMSE(分) | 24.58±1.34 | 24.17±1.85 | 1.007 | 0.318 |

1.2 治疗方法

两组患者均按照神经内科常规治疗:①原发病治疗;②并发症治疗;③常规药物治疗:消除脑水肿,抗感染,维持水、电解质、酸碱平衡,清除氧自由基,营养神经,改善脑循环等。两组均按常规康复治疗,包括:①康复护理采用床上良肢位摆放,定时翻身;②康复训练,采用以平衡训练、肌力训练、站立训练、转移训练、物理因子治疗、进行运动再学习技术(motor relearning programme, MRP)为主的综合康复训练^[5]。常规功能性训练共治疗4周,每日1次,每周连续治疗6次。治疗组在进行上述综合治疗、站立和行走训练中使用硬塑固定式AFO(深圳市迪尔康公司生产),进行站立平衡、重心转移及行走训练,每日使用时间>4h。

1.3 实验方法

1.3.1 主要设备和量表:应用定量步态分析,采用950-385型二维步态分析仪(美国Biodex公司产, gait trainer 2)测量患者的步行速度、步频、左右步

幅差。

本实验使用美国 Noraxon 公司产的 MyoSystem 1400A (8 通道, 附带信号处理软件 MyoResearch 软件) 的表面肌电分析仪进行表面肌电图信号采集。

用 FAC 量表评定步行能力^[6]、Fugl-Meyer (FMA) 量表^[5]评定下肢运动功能、改良 Barthel 指数 (MBI)^[6]评定日常生活活动能力和 Berg 平衡量表 (BBS)^[7]评定平衡能力。

1.3.2 检测的操作:患者仰卧位, 双下肢屈髋屈膝, 固定踝关节于屈曲 90° 中立位。测试前, 先让患者熟悉实验过程, 并训练在保持屈髋屈膝的同时, 尽最大努力进行踝关节背伸和跖屈。正式测试前先让患者尽量放松, 使肌电信号保持在基线附近 (上下不超过 10 μ V)。测试时, 嘱患者用最大的力背伸和跖屈踝关节并保持 10s 左右 (分析时统一取中间 3s 图像)。每次踝关节背伸和跖屈 3 次, 中间间隔 10s 左右, 取其中最大值进行分析。测试过程中测试者始终大声鼓励被测试者。

在进行踝关节背伸和跖屈的同时, 使用肌电图机记录患侧的胫骨前肌和腓肠肌外侧头收缩的肌电信号。选用 Ag/AgCl 表面电极记录 sEMG 信号, 电极导电膏直径 0.5cm, 电极间中心间距为 2cm, 电极置于肌腹部, 且与肌纤维走向平行, 具体位置如下: ①胫骨前肌: 近端电极中心放于相当于“足三里”穴的位置, 远端电极放于其远侧; ②腓肠肌外侧头: 近端电极中心放于腓横纹外侧末端点下 4cm 处, 远端电极放于其远侧; ③参考电极置于腓骨头体表标志处。测试时用细砂纸祛除皮屑, 再用酒精去除油脂。采用肌电图的前置放大, 增益 1000, 输入阻抗 > 100M Ω , 共模抑制比 (CMRR) > 100dB, 通道采样频率带宽为 500Hz, 灵敏度 1 μ V。肌电信号数据采集频率为 3000Hz。用仪器自带的信号处理软件处理数据。

1.3.3 观测指标:治疗前及治疗 4 周后均用表面肌电图机检测 sEMG 信号, 二维步态分析仪测定时间—距离参数, 包括步速、步频、左右步幅差, 采用量表评定 FAC 分级、FMA 评分、MBI 指数及 BBS 评分。sEMG 观测指标包括踝关节背伸或跖屈时患侧胫骨前肌和腓肠肌外侧头的最大积分肌电值 (integrated

electromyogram, iEMG) 以及在最大自主收缩条件下踝关节背伸时 EMG 的协同收缩率, 协同收缩率 (%) = 拮抗肌积分肌电面积 / (主动肌积分肌电面积 + 拮抗肌积分肌电面积), 积分越高肌张力越高 (与手法检测的肌张力一致)。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 17.0 软件进行统计分析。计量资料采用均数 \pm 标准差表示, 组内比较采用配对 *t* 检验, 组间比较采用两独立样本 *t* 检验。计数资料采用 χ^2 检验。

2 结果

2.1 两组患者治疗前后步态参数等比较

治疗前两组步态各参数、FAC 分级、BBS 评分、MBI、FMA 评分比较, 差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。治疗后较治疗前均有改善 ($P < 0.01$), 除 FAC 功能步行分级外, 治疗组优于对照组, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 两组患者偏瘫侧踝关节控制肌群相关比较

治疗前两组患侧足背伸胫前肌、足跖屈腓肠肌及足背屈协同收缩率差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。治疗后较治疗前均有改善 ($P < 0.01$), 且足跖屈腓肠肌及足背伸协同收缩率治疗组优于对照组, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 而足背伸胫前肌则不能显示两组显著差异 ($P > 0.05$)。见表 3。

3 讨论

脑卒中发生后, 常导致偏瘫。其原因是由于上运动神经元的损害而导致的下肢肌力和肌张力异常, 深浅感觉障碍及运动控制障碍等问题^[8], 易发生足下垂、足内翻等并发症^[9]。由于足下垂和足内翻, 患肢在支撑相早期以足外侧缘和/或足前部着地, 而不是正常步态下以足跟先着地, 影响了站立相平衡和摆动相的足廓清, 行走时表现为划圈和跨越步态。偏瘫步态的矫正有很多种方法, 但与脑卒中患者的预后无明确的相关性, 因此在临床康复中, 常多种方法综合使用。常规的康复治疗虽然对足下垂和足内翻有效, 但耗时长, 短时效不足以支持行走功能的实现, 早期使用 AFO 是解决此难题最直接的方法。AFO 可从矢状面和冠状面来控制踝关节的

表2 两组患者治疗前后步态各参数、FAC、BBS、MBI、FMA比较

($\bar{x} \pm s$)

| 组别/时间 | 步频(步/min) | 步速(m/min) | 左右步幅差(cm) | FAC(级) | BBS(分) | MBI(分) | FMA(分) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Z组(n=33) | | | | | | | |
| 治疗前 | 20.70±3.77 ^① | 5.99±1.60 ^① | 8.31±2.18 ^① | 1.07±0.56 ^① | 15.70±2.37 ^① | 44.42±2.91 ^① | 19.18±2.48 ^① |
| 治疗后 | 32.03±5.54 ^{②③} | 16.05±5.76 ^{②③} | 4.63±1.37 ^{②③} | 2.93±0.73 ^② | 35.27±3.57 ^{②③} | 71.67±3.72 ^{②③} | 27.24±2.00 ^{②③} |
| D组(n=30) | | | | | | | |
| 治疗前 | 19.60±4.72 | 6.18±1.53 | 9.51±1.60 | 1.17±0.74 | 15.8±2.10 | 43.20±4.10 | 19.03±2.23 |
| 治疗后 | 28.13±4.50 ^② | 12.17±4.62 ^② | 5.46±1.73 ^② | 2.73±1.08 ^② | 29.90±4.52 ^② | 64.20±5.38 ^② | 23.60±2.48 ^② |

治疗前与对照组治疗前比较:① $P > 0.05$;与本组治疗前比较:② $P < 0.01$;治疗后与对照组治疗后比较:③ $P < 0.05$

表3 两组患侧足背伸和跖屈时iEMG值、足背伸协同收缩率比较

($\bar{x} \pm s$)

| 组别/时间 | 足背伸胫前肌 | | 足跖屈腓肠肌 | | 足背伸协同收缩率(%) | |
|-----------------|--------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|---------------------------|
| | 健侧 | 患侧 | 健侧 | 患侧 | 健侧 | 患侧 |
| Z组(n=33) | | | | | | |
| 治疗前 | 105.02±28.89 | 2.37±1.62 ^① | 65.31±12.48 | 2.57±2.02 ^① | 7.69±2.56 | 50.80±13.54 ^① |
| 治疗后 | 108.89±26.32 | 26.42±10.98 ^② | 73.88±10.60 | 18.28±4.99 ^{②③} | 5.17±2.40 | 15.42±10.58 ^{②③} |
| D组(n=30) | | | | | | |
| 治疗前 | 113.92±22.61 | 3.37±2.43 | 73.35±9.95 | 2.39±1.60 | 5.31±1.56 | 50.37±10.45 |
| 治疗后 | 132.03±31.41 | 33.04±18.05 | 75.88±12.17 | 20.72±4.42 | 5.98±2.05 | 27.77±12.33 |

治疗前与对照组比较:① $P > 0.05$;与本组治疗前比较:② $P < 0.01$;治疗后与对照组比较:③ $P < 0.05$

运动,减轻痉挛,预防和矫正畸形、保持下肢生物力学对线的作用^[10],提高平衡和步行功能。AFO能帮助患者摆动相廓清,足跟位置正确着地,站立相的稳定,还能降低步行能量消耗^[11],符合患者理想运动频率,帮助偏瘫患者省力高效地完成步行。关于康复治疗开始最佳时间的界定尚无统一认识,AFO在脑卒中偏瘫患者中的使用时机是康复治疗领域中一直探讨及寻找循证依据的问题。以往的观点是不主张偏瘫患者早期使用AFO,而是先进行运动疗法的康复训练,待无效后再考虑使用AFO^[12]。经过实践证明,国内外学者主张在急性期康复中就使用AFO,防止废用和误用综合征,促进运动功能和步行能力的早日康复^[13-14]。早期“治疗用”矫形器的概念逐步深入康复领域,其治疗目的在于:①为了获得稳定的站立期;②为了容易进行早期离床训练;③为了获得接近正常的步行模式;④为了预防畸形^[15]。Bernhardt等也证明了早期康复的有效性^[16]。

本研究患者在发病早期(病程<1月)开始使用AFO,治疗组在步态各参数、BBS评分、MBI指数、FMA评分比较,差异有显著性意义($P < 0.05$),优于对照组。这与以往的研究是一致的^[17]。Marcelo等对10例卒中偏瘫患者伴有股直肌痉挛及足下垂的研究中也发现^[18],佩戴AFO后不仅可增加患肢膝关节活动度,还可增加步速和步长。康复训练促进患者步行功能改善的理论基础是脑的可塑性^[19],即脑

有适应能力。穿戴AFO进行站立和步行康复训练,不但可以促进直立反应和平衡反应的形成,尽早使下肢负重,防止患侧下肢肌肉萎缩,改善踝关节的稳定性,还能够促进脑功能恢复。

近年来国内外研究对于早期使用AFO对脑卒中偏瘫患者步行功能的恢复作用是肯定的,但早期使用AFO促使患者早期站立和起立训练的同时,会促进阳性支持反应,是否有加重下肢伸肌痉挛及影响踝关节控制肌群肌力恢复的可能,这是值得探讨的问题。脑卒中后肌肉功能的评估方法较多,既往临床研究中多以徒手肌力检查及Ashworth分级作为肌力及肌张力评价的方法,这容易受主客体主观因素的影响,难以统一定量。sEMG是一种神经肌肉功能的定量评估方法。采用sEMG信号分析技术评价脑卒中患者神经肌肉系统功能状态成为近年来康复医学研究的一个重要领域^[20]。时域分析是sEMG分析常用的一种方法,其常用的分析特征量是iEMG值,可反映在一定时间内,肌肉中参与活动的运动单位放电总量,即在时间不变的前提下,其值的大小在一定程度上反映了参加工作的运动单位的数量多少和每个运动单位的放电大小,其大小决定于肌电幅值的变化数值大小与肌张力呈正相关^[21]。本研究治疗前患侧足背伸和跖屈时iEMG值、足背伸协同收缩率比较($P > 0.05$)无显著性差异,具有可比性(见表3)。本研究纵向比较结果显示,在最大

努力进行踝关节背伸和跖屈时,偏瘫侧胫前肌及腓肠肌iEMG值均升高,治疗后胫前肌iEMG两组比较差异无显著性意义($t=-2.000, P=0.051 > 0.05$),腓肠肌iEMG比较有显著性差异($t=-2.047, P < 0.05$)。提示无论肌肉作动力性运动还是静力性收缩,都可导致偏瘫侧张力的增高,佩戴AFO可有效降低腓肠肌张力的增高。这与以往研究结果是一致的^[22]。

踝关节稳定性对于脑卒中偏瘫患者步行能力恢复尤其重要。协同收缩是指在同一平面上作用于同一关节的主动肌和拮抗肌的同时收缩,当主动肌收缩产生动作时,拮抗肌的生物电活动水平较静息状态有所增高^[23-24],主动肌与拮抗肌之间的协同收缩有助于协调运动、稳定关节。脑卒中患者的协同收缩异常,表现为拮抗肌的协同收缩率增高。本研究结果表明,治疗后,两组协同收缩率差距与治疗前比较明显缩小,治疗组优于对照组,差异有显著性意义($P < 0.01$)。提示康复治疗中应考虑主动肌收缩时,拮抗肌的同时收缩会对其功能产生影响。康复训练的同时注意抑制拮抗肌的收缩可提高康复治疗效果。本研究结果提示AFO可降低偏瘫侧腓肠肌张力,缓解痉挛,可改善踝关节控制力,改善偏瘫步态。

综上所述,早期应用AFO能够早期建立正常步态模式,预防足内翻、足下垂的发生,不仅不影响胫前肌肌力而且能摆脱对AFO的依赖,能够增强患者康复治疗的信心,达到早期离床、早期步行、早期回归家庭和社会的目的。sEMG的出现为临床提供了一种安全无创的神经肌肉功能状态检查手段,可以指导患者进行神经、肌肉功能训练。早期使用AFO加以系统的康复运动训练,综合治疗效果较好。

参考文献

- [1] 吴兆苏,姚崇华,赵冬.我国人群脑卒中发病率、死亡率的流行病学研究[J].中华流行病学杂志,2003,24(3):236—239.
- [2] Thorsén AM, Holmqvist LW, de Pedro-Cuesta J, et al. A randomized controlled trial of early supported discharge and continued rehabilitation at home after stroke: five-year follow-up of patient outcome[J]. Stroke, 2005, 36(2):297—303.
- [3] 全国第四届脑血管病学术会议.各类脑血管疾病诊断要点[J].中华神经科杂志,1996,12(6):379.
- [4] 伍少玲,燕铁斌,黄利荣.简易智力测试量表的效度及信度研究[J].中华物理医学与康复杂志,2003,(25):140—142.
- [5] 南登昆.康复医学[M].北京:人民卫生出版社,2001.9.
- [6] 缪鸿石.康复理论与实践[M].上海:上海科技出版社,2000.337—338.

- [7] Berg KO, Wodd-Dauphinees S, Willimas JW, et al. Measuring balance in the elderly, preliminari development of an instrument[J]. Phsiother Can, 1989, 41(6):304—311.
- [8] 窦祖林.痉挛——评估与治疗[M].北京:人民卫生出版社,2004.29—30.
- [9] He HY, Liang DJ, Dong YH, et al. Observation of ankle joint numing on the motor function recovery of lower limbs in hemiplegic patients after stroke[J]. Int J Nuts Stud, 2006, 25(6):416.
- [10] 王茂斌.脑卒中的康复医疗[M].北京:中国科学技术出版社,2006.212—486.
- [11] White H, Jenkins J, Neace WP, et al. Clinically prescribed orthoses demonstrate an increase in velocity of gait in children with cerebral palsy: a retrospective study[J]. Dev Med Child Neurol, 2002, 44(4):227—232.
- [12] 张子明,李惠兰.中国临床与康复[M].北京:华夏出版社,2007.245.
- [13] 王宏图,黄东锋,刘鹏,等.早期AFO干预对脑卒中患者日常生活活动能力及生存质量的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2007,29(1):41—44.
- [14] 瓮长水,高怀民,于增志,等.积极康复程序对急性脑卒中偏瘫患者步行能力的影响[J].中国康复医学杂志,2000,15(4):202—204.
- [15] 瓮长水,高怀民,徐军,等.下肢矫形器疗法对脑卒中重度偏瘫患者功能恢复的影响[J].中国康复医学杂志,2002,17(3):159—161.
- [16] Bernhardt J, Dewey H, Thrift A, et al. A very early rehabilitation trial for stroke (AVERT): phase II safety and feasibility[J]. Stroke, 2008, 39(2):390—396.
- [17] Nolan KJ, Yarossi M. Preservation of the first rocker is related to increases in gait speed in individuals with hemiplegia and AFO[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2011, 26(6): 655—660.
- [18] Gatti MA, Freixes O, Fernández SA, et al. Effects of ankle foot orthosis in stiff knee gait in adults with hemiplegia [J]. Journal of Biomechanics, 2012, 45(15):2658—2661.
- [19] Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans[J]. Stroke, 2000, 31(6):1210—1216.
- [20] Kallenberg LA, Hermens HJ. Motor unit properties of biceps brachii in chronic stroke patients assessed with high-density surface EMG[J]. Muscle Nerve, 2009, 39(2):177—185.
- [21] Onishi H, Yagi R, Akasaka K, et al. Relationship between EMG signals and force in human vastus lateralis muscle using multiple bipolar wire electrodes[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2000, 10(1):59—67.
- [22] 高润,孙丰,叶强,等.踝足矫形器早期应用对卒中患者足踝控制能力的sEMG研究[J].中国康复,2011,1(26):13—15.
- [23] Ikeda A, Abel M, Granata K, et al. Quantification of CO—contractions in spastic cerebral palsy [J]. Electromyography and Clinical Neurophysiology, 1998, 38:497—504.
- [24] 燕铁斌,Hui-Chan CWY.经皮穴位电神经刺激对急性脑卒中偏瘫患者踝关节肌张力及协同收缩率的影响[J].中华物理医学康复杂志,2007,29(1):25—28.