

## 踝足矫形器对脑卒中偏瘫患者步行时足底压力及步行能力的影响\*

许凤娟<sup>1</sup> 倪朝民<sup>1,2</sup> 刘孟<sup>1</sup> 刘丽玲<sup>1</sup> 吴鸣<sup>1</sup> 穆景颂<sup>1</sup> 王丽<sup>1</sup>

## 摘要

**目的:**探讨踝足矫形器(AFO)对脑卒中偏瘫患者步行时单支撑期足底压力峰值及步行功能的影响。

**方法:**选取脑卒中偏瘫患者38例作为研究对象,分别在其裸足与穿戴踝足矫形器时,采用步态与平衡功能评测系统进行步态测试,观察并计算步速、双下肢摆动相时间、单支撑期双下肢足底压力峰值,以及偏瘫步态不对称指数等参数,分析单支撑期足底压力峰值与步速及偏瘫步态不对称指数的相关性。

**结果:**穿戴AFO前后比较,患者步行速度分别为(0.47±0.05)m/s及(0.63±0.04)m/s,偏瘫步态不对称指数为(0.19±0.07)及(0.15±0.02),偏瘫侧单支撑期足底压力峰值为(1.03±0.04)及(1.07±0.02),差异均有显著性意义( $P<0.05$ )。即穿戴AFO后,患者步行速度提高,偏瘫步态不对称指数减少,偏瘫侧单支撑期足底压力峰值较前增大。穿戴AFO后,偏瘫侧单支撑期足底压力峰值与步速呈正相关( $r=0.417, P<0.01$ ),与偏瘫步态不对称指数呈负相关( $r=-0.748, P<0.01$ )。

**结论:**脑卒中偏瘫患者佩戴AFO步行时,足底压力相关参数发生改变,偏瘫侧单支撑期足底压力峰值增大,且其与步速和偏瘫步态不对称性间存在相关性。

**关键词** 踝足矫形器;卒中;偏瘫;足底压力;步速;步态不对称性

**中图分类号:**R743.3.R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2019)-01-0067-03

脑卒中偏瘫患者因偏瘫侧肢体功能障碍,步行稳定性下降,跌倒风险明显增加。据统计,脑卒中偏瘫患者步行过程中跌倒的发生率为14%—39%,其中10%—25%的脑卒中患者跌倒后会出现严重不良后果,这给患者及其家庭带来了沉重的经济负担及心理负担<sup>[1]</sup>。因此,步行功能的改善是脑卒中偏瘫患者康复的重要目标之一。随着康复工程的发展,很多脑卒中患者会借助踝足矫形器改善其步行能力,而关于踝足矫形器对偏瘫患者步行功能的研究主要集中在步态时空参数的改变<sup>[2]</sup>。关于踝足矫形器对脑卒中偏瘫患者足底压力的影响,及足底压力与步行能力的相关性研究较少。基于上述背景,本文主要探讨踝足矫形器对脑卒中偏瘫患者步行时单支撑期足底压力的影响,及偏瘫侧单支撑期足底压力峰值与步速和步行稳定性的相关性。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

**纳入标准:**①符合第4届全国脑血管病学术会议通过的脑卒中诊断标准<sup>[3]</sup>,并经头颅CT或MRI检查证实;②首次发病,单侧病灶且一侧肢体偏瘫;③无明显关节挛缩,在无辅助

器具下能独立步行10m以上,且能在本试验室步道内行走并完成步态的标准测试;④偏瘫侧下肢Brunnstrom分期为Ⅲ—Ⅳ期<sup>[4]</sup>;⑤偏瘫侧下肢Ashworth肌张力分级<sup>[5]</sup><3级;⑥能够根据试验要求,配合完成所有试验数据采集;⑦自愿参加试验,告知试验方案及风险,并签署知情同意书。

**排除标准:**①合并有严重认知功能障碍,简明精神状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE)评分≤24分<sup>[6]</sup>;②精神功能障碍不能配合试验者;③合并有严重心、肺、肝、肾等脏器功能不全者;④合并有其他影响步行能力及平衡功能的神经肌肉骨骼疾病及前庭系统疾病(如帕金森病、各种骨关节疾病及美尼尔氏病)等;⑤合并有先天性畸形足,如足外翻、跗外翻、高足弓等;⑥伴有眼部疾病,如严重屈光不正、偏盲及白内障等。

选取2016年1月—2017年10月在本院康复医学科进行治疗的且符合上述标准的脑卒中患者38例作为研究对象,其中男20例,女18例;脑出血22例,脑梗死16例;左侧偏瘫19例,右侧偏瘫19例;病程(97.1±38.8)天;年龄(51.9±10.4)岁,身高(167.6±7.3)cm,体重(64.7±8.7)kg。

### 1.2 测试仪器

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.01.014

\*基金项目:安徽省科技厅年度重点科研项目(11070403064)

1 安徽医科大学附属省立医院康复医学科,合肥,230001; 2 通讯作者  
作者简介:许凤娟,女,硕士研究生,主治医师; 收稿日期:2018-07-04

采用AL-600型步态平衡功能训练评估系统进行步态测试,该系统由4块压力板(长×宽×厚为500mm×400mm×10mm)、信息转换控制器、计算机和分析软件四部分组成,4块压力板排成一列,铺成长2m、宽0.4m的压力步道,采样频率为100Hz。该系统基于分布式阵列压强传感器的原理,将传感器的受力信号转化为数字信号后传入计算机,并通过计算机软件系统自动分析处理,最终生成评估报告。

### 1.3 测试方法

测试时,取安静的室内环境下,所有受试者以自我选择的安全、舒适的步速,从压力步道前2m开始,沿着步道的中线方向行走,穿过步道后继续行走2m,以使受试者匀速通过步道,通过步道时均有1个试验人员负责监护,无肢体接触及言语诱导,仅给予受试者心理上安抚。测试当天进行2次预测试,待受试者熟悉测试流程及注意事项后,每例受试者进行3次测试,2次测试间休息5min,以免受试者疲劳。完成裸足测试后再让所有受试者穿戴合适的奥托博克50S1踝足矫形器按上述流程进行测试。试验前至少让每位受试者穿戴适合自己脚长的奥托博克50S1踝足矫形器间歇性步行3天,使患者适应踝足矫形器。所有测试均取平均值进行统计分析。若完成困难,则不被纳入为试验对象。

### 1.4 观察指标

提取并计算步速、双下肢摆动相时间、偏瘫步态不对称指数、双侧单支撑期足底压力峰值等。其中双侧单支撑期足底压力峰值以体重的百分数表示<sup>[6]</sup>。

偏瘫步态不对称指数=(偏瘫侧摆动相-非偏瘫侧摆动相)/(偏瘫侧摆动相+非偏瘫侧摆动相)×100%。

偏瘫步态不对称指数(gait asymmetry index, GAI)<sup>[7]</sup>反映步态的稳定性,可以评价脑卒中偏瘫患者步行的跌倒风险,当步态不对称指数=0时,步态完全对称,躯体平衡功能好,相反,偏离0越远,则对称性越差,平衡功能越差,跌倒的风险越大。

### 1.5 统计学分析

使用SPSS 16.0版统计软件进行统计学分析比较,经K-s检验所有计量资料均符合正态性分布,以均数±标准差表示。穿戴AFO前后相关计量数据比较采用配对t检验,偏瘫侧单支撑期足底压力峰值与步速、偏瘫步态不对称指数相关性分析采用Pearson相关性分析法。相关度划分标准<sup>[5]</sup>: $|r| < 0.4$ 表示轻度线性相关, $0.4 \leq |r| < 0.7$ 表示中度线性相关, $0.7 \leq |r| < 1$ 表示高度线性相关。 $P < 0.05$ 认为差异有显著性意义。

## 2 结果

### 2.1 穿戴AFO前后患者步态时空参数分析

穿戴AFO前后,偏瘫侧下肢摆动相时间均较健侧下肢延长( $P < 0.05$ )。与不穿戴AFO相比,穿戴AFO时,患者最大

步速提高,非偏瘫侧摆动相时间延长,偏瘫步态不对称指数减小,差异均有显著性意义( $P < 0.05$ )。见表1。

### 2.2 穿戴AFO前后患者足底压力峰值分析

与不穿戴AFO相比,穿戴AFO后,患者偏瘫侧单支撑期足底压力峰值增大,足底压力不对称比减小,差异有明显显著性意义( $P < 0.05$ )。见表2。

### 2.3 穿戴AFO后,偏瘫侧足底压力峰值与步速及偏瘫步态不对称指数相关性分析

穿戴AFO后,偏瘫侧单支撑期足底压力峰值与步速呈正相关,与偏瘫步态不对称指数呈负相关。见表3。

表1 穿戴AFO前后步态时空参数及步态不对称比较( $\bar{x} \pm s$ )

	摆动相(s)		GAI	步速(m/s)
	非偏瘫侧	偏瘫侧		
AFO(-)	0.37±0.05	0.63±0.08 <sup>①</sup>	0.19±0.07	0.47±0.05
AFO(+)	0.41±0.07 <sup>②</sup>	0.61±0.11 <sup>①</sup>	0.15±0.02 <sup>②</sup>	0.63±0.04 <sup>②</sup>

注:①与非偏瘫侧下肢比较 $P < 0.05$ ;②与穿戴AFO前比较 $P < 0.05$

表2 穿戴AFO前后足底压力峰值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

	单支撑期足底压力峰(BW%)		
	非偏瘫侧	偏瘫侧	非偏瘫侧/偏瘫侧
AFO(-)	1.14±0.07	1.03±0.04 <sup>①</sup>	1.13±0.12
AFO(+)	1.13±0.04	1.07±0.02 <sup>②②</sup>	1.06±0.05 <sup>②</sup>

注:①与非偏瘫侧下肢比较 $P < 0.05$ ;②与穿戴AFO前比较 $P < 0.05$

表3 穿戴AFO后偏瘫侧单支撑期足底压力峰值与步速及GAI相关性r值

相关参数	相关系数(r)	P值
足底压力峰值与步速	0.417	0.009
足底压力峰值与GAI	-0.748	0.000

## 3 讨论

### 3.1 偏瘫患者穿戴AFO前后步速及步态不对称性分析

正常人步行时双下肢步态基本对称,双下肢各步行时所占步行周期的比例基本一致。脑卒中患者由于高位中枢神经系统不同程度的受损,患者常表现为偏瘫侧多种功能障碍,如肌肉萎缩、肌张力异常、肌力下降、运动控制障碍及感觉功能障碍等。因此,脑卒中偏瘫患者步行时表现为异常运动模式,包括步速减慢、步态周期延长、双支撑期延长、偏瘫侧单支撑相时间及所占步行周期的比例明显减小等。徐光青等<sup>[8]</sup>研究表明,脑卒中偏瘫患者佩戴踝足矫形器步行后,其最大步速增加,偏瘫步态不对称性减小,步态稳定性改善,步行能力提高,且佩戴AFO即刻发生作用。本研究表明偏瘫患者穿戴AFO步行时,可明显提高其步行速度及非偏瘫侧摆动相时间,同时增加偏瘫侧单支撑期时间,从而缩小偏瘫步态不对称性,此与前人研究基本一致。考虑脑卒中患者佩戴AFO步行后,可抑制偏瘫侧下肢首次触地时踝关节过度跖屈及尖足内翻,使偏瘫侧下肢从前脚掌“拍地”的异常模式

过渡至足跟着地<sup>[9]</sup>,增加了偏瘫侧下肢着地的稳定性及支撑期重心转移。在摆动期,AFO维持踝关节在中立位或轻度背屈位,保证了患侧足趾廓清。因此,佩戴AFO后,脑卒中偏瘫患者步行更加接近正常人的步行模式,步态不对称性亦随之改善。

### 3.2 偏瘫患者穿戴AFO前后单支撑期足底压力峰值特点

正常人步行时双下肢交替负重,对称性良好,足底压力曲线呈双驼峰状,足底压力峰值分别出现于首次触地期和足蹬离期,且足蹬离期压力峰值较大<sup>[10-11]</sup>。脑卒中偏瘫患者步行时双下肢足底压力及压力分布有明显差异。Chen等<sup>[12]</sup>研究表明,脑卒中偏瘫患者步行时缺乏典型的足跟着地期和蹬离期,且足跟触地期和蹬离期足底压力峰值减小,足底压力多由双峰“M”型转变成倒立的“V”或“U”型<sup>[6]</sup>。但针对脑卒中偏瘫患者穿戴AFO步行时足底压力相关参数的研究尚少见报道。Corien等研究<sup>[13]</sup>表明穿戴AFO后,偏瘫患者站立平衡功能提高、足底平均压力增大。Ploeger等<sup>[14]</sup>证明佩戴踝足矫形器可改善脊髓灰质炎患者偏瘫侧支撑期足底压力中心在前后方向的位移。Jong等<sup>[15]</sup>研究不同角度下踝足矫形器对健康成人足底压力的影响,结果表明当AFO背伸10°时,足底峰压力会明显增大。

本研究显示,脑卒中偏瘫患者穿戴AFO步行时,偏瘫侧单支撑期足底压力峰值增大,与佩戴AFO前比较差异有显著性意义[(1.07±0.02)vs(1.03±0.04), $P < 0.05$ ]。分析原因如下,①穿戴AFO后,可改善其踝背屈角度,抑制偏瘫侧下肢异常伸肌张力及姿势反射,协调腓肠肌及胫骨前肌的收缩,提高偏瘫侧下肢踝、膝关节稳定性,增加了偏瘫侧下肢支撑中期稳定性,偏瘫侧足底支撑面积随之增大,使偏瘫侧单支撑相时间及非偏瘫侧摆动相时间相应延长。同时,非偏瘫侧下肢在摆动过程中产生的动能,有利于身体重心向偏瘫侧转移,使偏瘫侧下肢承重增加<sup>[6]</sup>。②有研究报道<sup>[17]</sup>,本体感觉对维持人体姿势稳定性及运动控制至关重要,且对偏瘫患者进行负重训练有利于增强其本体感觉输入。AFO对患者踝、足部的机械性刺激,增加了足底皮肤的触觉和踝、足关节的位置觉、运动觉、压力觉等本体感觉敏感性,其中足底皮肤触觉及踝、足压觉感受器向大脑传递体重分布和身体重心的位置信息,调节神经反射环路中相应神经元的兴奋性,经过大脑整合、反馈,通过运动再学习方式,有利于患者偏瘫侧下肢获取正确的姿势及运动模式,进而增强偏瘫侧下肢负重。

通过研究可知,与佩戴AFO前比较,佩戴AFO步行时非偏瘫侧下肢单支撑期足底压力峰值有减小趋势,差异尚无显著性意义。穿戴AFO前后双侧下肢比较,偏瘫侧下肢单支撑期足底压力峰值仍明显减小( $P < 0.05$ ),提示偏瘫患者不管是否穿戴AFO,其身体重心都会偏向健侧,这与之前的研究<sup>[16]</sup>相似。然而,本研究通过对两种状态下双下肢足底压力

峰值不对称性的比较,发现佩戴AFO后,其步行过程中双下肢足底压力峰值的不对称比明显减小( $P < 0.05$ ),可见穿戴AFO步行可改善足底压力重心偏移的不对称性。而偏瘫患者双下肢负重的对称性与躯干稳定性密切相关,双下肢负重的对称性越好,其运动中躯干稳定性越好,跌倒风险明显降低<sup>[18]</sup>。

### 3.3 偏瘫侧单支撑期足底压力峰值与步速及偏瘫步态不对称指数的相关性

步速和步态不对称性是反映脑卒中偏瘫患者运动功能恢复的良好指标,其中步速是反映脑卒中偏瘫患者步行能力的敏感指标。步态不对称性与脑卒中患者偏瘫下肢功能障碍程度、站立平衡、步行稳定性密切相关,是反映脑卒中患者偏瘫下肢功能恢复程度及步行质量的重要指标。因此,步速与步态不对称性被广泛应用于各种临床实践及步态研究中<sup>[8,19]</sup>。同时,足底压力相关参数可以作为评估和预测脑卒中偏瘫患者步行能力高低及评价康复疗效的重要指标<sup>[5]</sup>。本研究结果显示,脑卒中偏瘫患者穿戴AFO步行时,偏瘫侧下肢单支撑期足底压力峰值与步速呈正相关( $r=0.417, P < 0.01$ ),与偏瘫步态不对称指数呈负相关( $r=-0.748, P < 0.01$ )。提示脑卒中偏瘫患者穿戴AFO步行,通过调整其足底压力分布,可改善患者步行过程中重心转移及偏瘫侧下肢负重能力,增强其步行稳定性,降低患者跌倒风险。

综上所述,脑卒中偏瘫患者佩戴AFO步行时,足底压力相关参数发生改变,偏瘫侧单支撑期足底压力峰值增大,且其与步速和偏瘫步态不对称性间存在相关性。但本研究亦存在不足之处,本研究样本量偏小,未对足底压力进一步分区,且不同材质及不同角度的踝足矫形器对足底压力可能产生不一样的结果,尚有待后期研究进一步完善。

### 参考文献

- [1] Yang S, Hwang WH, Tsai YC, et al. Improving balance skills in patients who had stroke through virtual reality treadmill training[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2011, 90(12): 969—978.
- [2] 王玉英,刘孟,管明,等. 踝足矫形器对脑卒中患者步行能力影响的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(4): 274—275.
- [3] 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.
- [4] 倪朝民. 神经康复学[M]. 第2版. 北京: 人民卫生出版社, 2013. 50—60.
- [5] 刘丽玲, 倪朝民, 岳童, 等. 脑卒中偏瘫患者步行时足底压力中心的特点[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(11): 830—834.
- [6] Chung-Yao Chen, Paul Wei-Hsien Hong, Chia-Ling Chen, et al. Ground reaction force patterns in stroke patients with various degrees of motor recovery determined by plantar dynamic analysis[J]. Chang Gung Med J, 2007, 30(1): 62—71.

(下转第86页)