

# 背屈踝足矫形器对偏瘫步态时空参数的影响\*

曲庆明<sup>1</sup> 许光旭<sup>1,2</sup> 孟殿怀<sup>1</sup> 姚刚<sup>1</sup> 顾绍钦<sup>1</sup> 朱奕<sup>1</sup> 励建安<sup>1</sup>

## 摘要

**目的:**通过对穿戴不同角度踝足矫形器(AFO)偏瘫患者的步态分析,探讨不同角度AFO对偏瘫步态时空参数的影响。

**方法:**对9例偏瘫患者背屈5°、0°位AFO与裸足进行步态对比分析,获取步态参数。

**结果:**背屈5°AFO(DAFO)与裸足相比,能显著增加患者步长( $P<0.01$ )、步速( $P<0.01$ )、步幅( $P<0.05$ )和步频( $P<0.05$ ),减少步长时间( $P<0.01$ )和步幅时间( $P<0.05$ )。0°位AFO(功能位,FAFO)与裸足相比能显著增加步幅( $P<0.05$ )。背屈5°与0°AFO相比能显著提高患者步速( $P<0.05$ ),减少步长时间( $P<0.05$ )和步幅时间( $P<0.05$ )。两种角度AFO对偏瘫患者步态双侧对称性的改善均不显著。

**结论:**背屈5°AFO能有效地改善患者步速、步长、步幅和步频。

**关键词** 偏瘫;踝足矫形器;步态分析;步速

中图分类号:R493, R742.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2010)-06-0519-04

**Gait analysis of the effects on the hemiplegic patients walking with dorsiflexion ankle-foot orthosis/ QU Qingming, XU Guangxu, MENG Dianhuai, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2010, 25(6): 519-522**

## Abstract

**Objective:** To explore the effects of two different angles of static ankle-foot orthosis (AFO) in the patients with hemiplegia through gait analysis.

**Method:** Nine patients using two different angles static AFO (dorsiflexion 5° DAFO, functioning 0° FAFO) and barefoot walked on the platform of gait analysis system and gait parameters were collected and calculated.

**Result:** Comparing with barefoot, walking with 5° DAFO could significantly increase, step length ( $P<0.01$ ), velocity ( $P<0.01$ ), stride length( $P<0.05$ ) and cadence( $P<0.05$ ); and could decrease step length time( $P<0.01$ ) and stride length time ( $P<0.05$ ). Meanwhile, walking with FAFO could significantly increase stride length ( $P<0.05$ ) comparing with barefoot. Walking with 5°DAFO could significantly increase( $P<0.05$ ), and significantly decrease step length time ( $P<0.05$ ) and stride length time( $P<0.05$ ) comparing with FAFO. But improvement of gait symmetry in hemiplegic patients walking with these two different angles AFO was not significant.

**Conclusion:** DAFO with 5°dorsiflexion may improve gait parameters at step length, velocity, stride length, and cadence.

**Author's address** Rehabilitation Department of the First Affiliated Hospital to Nanjing Medical University, Nanjing, 210029

**Key words** hemiplegia; ankle-foot orthosis; gait analysis; walking velocity

步行能力下降是偏瘫患者主要的运动障碍,步长、步速、步频、支撑相的时间、支撑相中期和摆动相

及双支撑相占步行周期比例的改变均可以影响步行速度<sup>[1]</sup>。Jahnke<sup>[2]</sup>等指出健侧肢体步长的相对变短,支

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2010.06.006

\* 基金项目:江苏省兴卫工程重点学科卫生厅开放课题(XK20 200902)

1 南京医科大学第一附属医院康复医学科,江苏南京,210029; 2 通讯作者

作者简介:曲庆明,男,硕士研究生; 收稿日期:2010-01-22

撑时间相对变长和摆动时间变短是影响偏瘫患者步行效率的关键因素。踝足矫形器(ankle-foot orthosis, AFO)是一种能够稳定踝关节、减小步态偏移与改善步态的外部装置。AFO提供支撑相时踝关节稳定性,易化摆动相时患腿廓清,促进足跟着地期的出现<sup>[3]</sup>。大量研究表明,偏瘫患者穿戴AFO后能明显改善步速、步幅,降低步行时能量消耗<sup>[3,7,9-10]</sup>。

临床上AFO使用广泛,常规角度为90°,即踝关节功能位(本研究定义为0°位,functioning AFO, FAFO),FAFO的设计是为了给予患者更好的稳定性和支撑,但关于穿戴背屈与跖屈等不同角度的AFO对偏瘫患者步行效率影响的临床研究极少<sup>[4]</sup>。背屈AFO(dorsiflexion AFO, DAFO)相对FAFO能更好地矫正足下垂。DAFO是否更有利于偏瘫患者步态廓清与步行效率增加,目前仍然缺乏相关研究。本研究假定DAFO能增加偏瘫患者步行能力,观察指标步行参数包括步速、步长、步幅等。目的在于通过DAFO与FAFO短期穿戴前后的对比步态分析,确定有利于步行的最佳矫形器角度,为临床康复工程处方提供理论依据。通过对偏瘫患者穿戴两种不同角度的AFO(背屈5°,0°)适应性训练后,以及患者裸足状态下运动学参数的研究,同时分析患者步行稳定性,探索适合偏瘫患者步行的AFO角度。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

9例研究对象均为我科脑卒中或脑外伤后住院的偏瘫患者,均为男性。年龄(40.20±14.33)岁,身高(1.69±0.09)m,体重(65.9±13.5)kg。其中,脑卒中7例,脑外伤2例。左侧偏瘫6例,右侧偏瘫3例。

纳入标准:①年龄<70岁;②无认知障碍的脑卒中或脑外伤处于痉挛期或恢复期的患者;③无严重的全身其他系统并发症,能够配合完成2—3h的试验程序,辅助或独立步行>50m;④康复功能评估:明显足下垂,Brunnstrom下肢评估:3—4期。

排除标准:年龄≥70岁;②言语障碍、认知障碍患者;③步行距离不能满足试验要求者;④患有其他系统严重并发症者。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 步态分析:采用美国 Motion Analysis 公司远

红外线三维步态分析系统进行步态分析<sup>[5]</sup>。系统包括:1台主机、6台红外摄像机、2个Kistler测力平台、8导动态表面肌电图。

**1.2.2 矫形器制作:**矫形器由北京瑞哈国际假肢矫形器贸易有限公司工程师制作,偏瘫患足制作硬塑材料的固定AFO,踝关节角度分别为背屈5°、0°两种。

**1.2.3 试验流程:**①在受试者足部、小腿、大腿、骨盆上粘贴22个标志点,用红外线摄像机采集标志点空间运动轨迹数据,用测力平台采集动力学数据。②步态分析走道长6m,每次测试前被测者进行2m适应性行走。③测试要求患者以其自然方式步行,测试3次最后取平均值作为测量结果。④患者穿戴不同角度AFO进行1周适应,每天穿戴时间>2h。⑤分析处理时间-空间参数以及对称性指数。

**1.2.4 步态观察指标:**①空间参数:步幅、步长、步速、步频。②时间参数:步幅时间、步长时间、支撑相时间、单足支撑期和双足支撑相时间。③对称性比较:对称参数。

### 1.3 统计学分析

所有数据处理均在SPSS13.0软件包上进行。正态分布计量资料以均数±标准差表示,不同AFO干预前后比较采用配对t检验。

## 2 结果

### 2.1 空间参数的比较

偏瘫患者穿戴5°DAFO与裸足相比,能显著增加患者步长( $P<0.01$ )、步速( $P<0.01$ )、步幅( $P<0.05$ )和步频( $P<0.05$ )。FAFO与裸足相比能明显增加步幅( $P<0.05$ )。5°DAFO与FAFO相比更能明显增加患者步速( $P<0.05$ )。见表1—2。

### 2.2 时间参数指标比较

偏瘫患者穿戴5°DAFO与裸足相比,步长时间显著减少( $P<0.01$ ),步幅时间明显减少( $P<0.05$ )。见表3。穿戴5°DAFO与FAFO相比,步长时间,步幅时间均明显缩短( $P<0.05$ )。见表4。

### 2.3 对称性比较

从所选用的对称指数指标来看,3个指标均未有明显差异。但单足支撑时间以及步长健患侧相比背屈5°更接近于100%。见表5,图1。

**表 1 患侧裸足、5°DAFO、FAFO 3种状态下空间参数比较** ( $\bar{x}\pm s$ )

| 空间参数          | 裸足          | 背屈 5°DAFO                | 0°FAFO                   |
|---------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| 步频(steps/min) | 61.07±18.14 | 70.31±21.01 <sup>①</sup> | 62.35±17.74              |
| 步速(cm/s)      | 30.88±16.96 | 45.79±22.07 <sup>②</sup> | 34.22±18.37              |
| 步长(cm)        | 31.31±8.56  | 39.01±11.09 <sup>③</sup> | 34.91±8.41               |
| 步幅(cm)        | 57.60±20.04 | 75.32±20.09 <sup>④</sup> | 64.28±21.96 <sup>⑤</sup> |

DAFO 与裸足比较:①P<0.05;②P<0.01;③P<0.01;④P<0.05;FAFO 与裸足比较:⑤P<0.05

**表 2 患侧穿戴DAFO与FAFO的空间参数比较** ( $\bar{x}\pm s$ )

| 空间参数     | 5°DAFO 变化率             | FAFO 变化率               |
|----------|------------------------|------------------------|
| 步速(cm/s) | 0.58±0.57 <sup>①</sup> | 0.44±0.16 <sup>①</sup> |
| 步长(cm)   | 0.27±0.31              | 0.23±0.32              |
| 步幅(cm)   | 0.35±0.39              | 0.16±0.27              |

变化率=(穿戴矫形器后-裸足)/裸足 DAFO 与 FAFO 比较:①P<0.05

**表 3 患侧裸足、5°DAFO、FAFO 3种状态下时间参数的比较** ( $\bar{x}\pm s, %$ )

| 时间参数      | 裸足                     | 背屈 5°DAFO              | 0°FAFO      |
|-----------|------------------------|------------------------|-------------|
| 步幅时间(s)   | 2.17±0.78 <sup>①</sup> | 1.91±0.80 <sup>①</sup> | 2.13±0.73   |
| 步长时间(s)   | 1.21±0.47 <sup>②</sup> | 1.00±0.38 <sup>②</sup> | 1.25±0.62   |
| 支撑相时间(%)  | 61.98±8.71             | 60.42±6.88             | 61.89±6.72  |
| 单足支撑时间(%) | 25.71±11.24            | 28.28±9.33             | 25.22±7.78  |
| 双足支撑时间(%) | 23.27±18.35            | 19.62±15.71            | 20.36±10.92 |

支撑相时间,单足支撑时间,双足支撑时间均用占步行周期的比例表示。DAFO 与裸足比较:①P<0.05②P<0.01

**表 4 患侧穿戴 5°DAFO、FAFO 状态下步长、步幅时间的比较** ( $\bar{x}\pm s, s$ )

| 时间参数 | 背屈 5°-裸足                | 0°-裸足      |
|------|-------------------------|------------|
| 步幅时间 | -0.26±0.30 <sup>①</sup> | -0.04±0.29 |
| 步长时间 | -0.21±0.17 <sup>①</sup> | 0.04±0.26  |

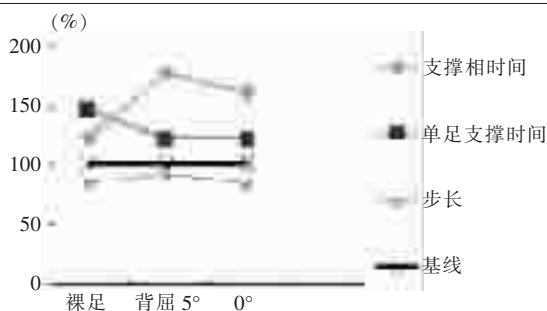
DAFO 与 FAFO 比较:①P<0.05

**表 5 患者对称参数 (健患两侧相比×100)**

| 参数        | 裸足     | 背屈 5°  | 背屈 0°  |
|-----------|--------|--------|--------|
| 支撑相时间(%)  | 122.20 | 178.06 | 161.55 |
| 单足支撑时间(%) | 146.09 | 120.68 | 121.44 |
| 步长(%)     | 84.65  | 91.41  | 83.71  |

支撑相时间,单足支撑时间,双足支撑时间均用占步行周期的比例表示。DAFO 与裸足比较:①P<0.05②P<0.01

**图 1 3种步行状态对称参数的比较**



### 3 讨论

偏瘫患者因肌肉力量失衡产生下肢异常的伸肌痉挛模式,导致步行时患肢运动障碍,难以完成协调、圆滑、安全和流畅的步行运动。足下垂是偏瘫患者常见异常步态,常见的原因是偏瘫患者胫前肌无力或小腿三头肌痉挛<sup>[6]</sup>,而足下垂是导致步行能力低下的关键因素。偏瘫患者患侧下肢主要问题是步行功能下降,良好的步行能力关系到其基本生活能力和生存质量,因此改善患者步行能力是康复干预的核心功能目标<sup>[7]</sup>。

AFO 可以提供支撑相踝关节稳定性,矫正足下垂,有利于摆动相时患肢廓清,促进足跟提前触地。步态分析可以全面反映偏瘫患者步行功能情况<sup>[8]</sup>,步速、步频和步幅是最常用的检验 AFO 功效的步态参数指标。Mojica<sup>[9]</sup>通过偏瘫患者赤足行走和穿戴硬塑材料 AFO 后比较得出,穿戴 AFO 后患者步速明显提高。合适的 AFO 不仅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<sup>[10-11]</sup>,符合患者理想运动频率,帮助偏瘫患者省力高效的完成步行<sup>[12]</sup>。但是,临床上 AFO 对偏瘫患者的实际作用缺乏深入分析,仅凭经验及肉眼观察制定康复治疗处方容易产生偏差,而静态 AFO 多为中立位,背屈 AFO 对步行功能研究较少<sup>[13]</sup>。Miyazaki<sup>[14]</sup>等研究 20 例偏瘫患者穿戴 AFO 后踝关节主动力矩的变化显示:穿戴 DAFO 更有利于患者的廓清,阻止膝关节的过伸。但没能从步态分析做深度阐述。

本研究比较穿戴两种角度 AFO 1 周后患者时空-距离参数以及患者对称指数变化为患者提供选择有效最佳的 AFO 角度。分析空间参数,两种矫形器在 1 周时间内均能增加患者步幅。5°DAFO 还能增加患者步频、步长和步速,这些指标显示 5°DAFO 能明显改善患者步态。步长不变时,步频增加与步速增加成正比关系,这均说明 5°DAFO 可以增加步速。同时,与穿戴 5°DAFO 与 FAFO 相比,步速有明显的增加。以上结果能够支持假说,FAFO 的设计目的在于支撑与稳定踝关节,而不能产生较高效率的步行。

分析时间参数,5°DAFO 能明显缩短偏瘫患者步长时间和步幅时间。同时穿戴 5°DAFO 与穿戴 FAFO 相比,也能明显减少步长时间和步幅时间,说

明前者在改善时间参数上也强于 FAFO, 有助于理解前者在空间参数(步速)优于后者的原因,但在其他空间参数和时间参数上两种矫形器差异均无显著性意义。两种角度 AFO 都能改善患者步态,5°DAFO 与 FAFO 相比:①步速明显快于后者;②步速时间和步长时间均缩短。但其他参数比较均未有明显改变,如与步速呈负相关的双足着地期。可能原因如下:患者穿戴 AFO 适应时间不足 1 周,AFO 作用没能充分显现;试验采用红外标示,每次光标定位可能产生误差;相同患者穿戴两种 AFO 所产生的累积效应,即两者相互可能产生一定影响。进一步的研究将增加样本量,延长矫形器穿戴的适应时间,减少试验误差。

对称性参数指双侧肢体步态参数的比值,若双侧肢体表现的完全一样,对称性参数得分为 100%,对称性参数为双侧肢体步态参数比值 $\times 100\%$ ,对称性参数反映患者步行稳定性以及平衡能力。分析反映健侧对称指数所选指标,3 个指标在 3 种状态下均没有明显差异。但从图 1 可以看出来,相对裸足和 FAFO 来说,5°DAFO 的步长和单足支撑时间双侧对称性参数更接近基线(100%),说明 5°DAFO 可能更有助于偏瘫患者恢复双侧步态的对称性,也是 5°DAFO 能更好改善步态参数的一个可能解释。

总之,两种角度的 AFO 都能改善偏瘫患者的步幅,5°DAFO 还能增加患者步频、步速和步长,同时能减少步长时间和步幅时间。5°DAFO 与 FAFO 相比更能增加患者步速,同时降低步长时间和步幅时间。5°DAFO 显著改善偏瘫患者步态参数主要指标,增强患者步行能力。将来的研究需要通过肌肉电生理,以及能量消耗分析 DAFO 对步行效率的影响,探讨步行能力增加的全身机制。

#### 参考文献

[1] Murray MP, Mollinger LA, Gardner GM, et al. Kinematic and EMG patterns during slow, free and fast walking [J]. J Orthop

Res, 1984, 2(3):272—280.  
[2] Jahnke MT, Hesse S, Schreiner C, et al. Dependence of the vertical ground reaction forces on velocity in hemiparetic patients[J]. Gait and Posture, 1995, 3:3—12.  
[3] Lehmann JF, Condon SM, Price R, et al. Gait abnormalities in hemiplegia: their correction by ankle-foot orthoses [J]. Arch Phys Med Rehabil, 1987, 68(11):763—771.  
[4] Miyazaki S, Yamamoto S, Kubota T. Effect of ankle-foot orthosis on active ankle moment in patients with hemiparesis [J]. Med Biol Eng Comput, 1997, 35(4):381—385.  
[5] 许光旭,顾绍钦,孟殿怀,等.下肢痉挛偏瘫患者的步行效率[J].中国组织工程研究与临床康复,2009,13(11):2166—2169.  
[6] Wade DT, Wood VA, Heller A, et al. Walking after stroke. Measurement and recovery over the first 3 months [J].Scand J Rehabil Med, 1987,19(1):25—30.  
[7] Guralnik JM, Ferrucci L, Balfour JL, et al. Progressive versus catastrophic loss of the ability to walk: implications for the prevention of mobility loss[J]. J Am Geriatr Soc, 2001, 49(11): 1463—1470.  
[8] 许光旭,周士枋,卢青,等.步态分析在偏瘫康复评定与治疗中的作用[J].中国运动医学杂志,1997,16(1):29—35.  
[9] Mojica JA, Nakamura R, Kobayashi T, et al. Effect of ankle-foot orthosis (AFO) on body sway and walking capacity of hemiparetic stroke patient [J]. Tohoku J Exp Med, 1988, 156 (4):395—401.  
[10] 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.  
[11] Suzuki N, Shinohara T, Kimizuka M, et al. Energy expenditure of diplegic ambulation using flexible plastic ankle foot orthoses[J]. Bull Hosp Jt Dis, 2000, 59(2):76—80.  
[12] 许光旭,顾绍钦,孟殿怀,等.生物谐振规律对步行效率影响的前驱研究[J].中国康复医学杂志,2008,23(12):1092—1094.  
[13] Morris C, Newdick H, Johnson A. Variations in the orthotic management of cerebral palsy [J]. Child Care Health Dev, 2002, 28(2):139—147.  
[14] Hayek S, Hemo Y, Chamis S, et al. The effect of community-prescribed ankle-foot orthoses on gait parameters in children with spastic cerebral palsy [J]. J Child Orthop, 2007, 1(6): 325—332.