

· 临床研究 ·

踝足矫形器对脑卒中患者足尖离地时步态参数的影响

周朝生 朱玉连 贾杰 朱秉 解二康 谢臻 沈周 刘宇 黄萍

【摘要】目的 观察穿戴踝足矫形器对脑卒中患者步态的影响。**方法** 采用三维运动分析系统对 12 例脑卒中患者(伴有偏瘫及足下垂)穿戴踝足矫形器前、后其步态变化情况进行分析,主要分析指标包括步态时空参数及足尖离地时运动学参数。**结果** 入选脑卒中患者穿戴踝足矫形器后,其步速从 (0.56 ± 0.18) m 增大至 (0.64 ± 0.21) m,步宽从 (0.17 ± 0.04) m 减少至 (0.16 ± 0.03) m,健侧步长从 (0.39 ± 0.13) m 增大至 (0.46 ± 0.11) m,足尖离地时踝关节跖屈角度从 $(36.78 \pm 10.91)^\circ$ 减少至 $(27.71 \pm 6.74)^\circ$,骨盆左右倾斜角度从 $(4.73 \pm 2.77)^\circ$ 减少至 $(2.50 \pm 1.39)^\circ$,上述指标均较穿戴踝足矫形器前差异具有统计学意义($P < 0.05$);入选患者足尖离地时足趾离地距离 $[(0.045 \pm 0.013)$ m]较穿戴矫形器前足趾离地距离 $[(0.039 \pm 0.010)$ m]有改善趋势,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 穿戴踝足矫形器可有效抑制脑卒中偏瘫患者足尖离地时踝关节过度跖屈及骨盆倾斜代偿,对提高患者稳定行走功能、减少步行跌倒风险具有重要意义。

【关键词】 脑卒中; 踝足矫形器; 足尖离地; 时空参数; 运动学参数

脑卒中是继心血管疾病和癌症后导致死亡的第三大疾病,同时也是导致人类残疾的重要疾患之一;超过 80% 的脑卒中患者其步行能力受损^[1]。脑卒中患者常由于以胫骨前肌为代表的踝背屈肌肌力及肌张力低下,足底屈肌和足内、外翻肌群功能异常而引起足下垂或足内翻,对其日常生活活动造成严重影响^[2]。脑卒中后足下垂患者迈步期时踝关节实现足廓清的前提是踝关节跖屈角度减小、膝关节和髋关节屈曲角度增大以及骨盆代偿倾斜度减小等,如使用踝足矫形器(ankle-foot orthosis, AFO)可帮助脑卒中患者在摆动期时实现足廓清,在站立相时保证踝足关节处于正确位置^[3]。

目前国内、外有大量文献针对 AFO 对脑卒中患者步态的影响进行报道,但很少有研究关注脑卒中患者由迈步期向摆动期过渡(即足尖离地)时 AFO 对其踝、膝关节屈曲角度及骨盆代偿倾斜角度的影响。基于上述背景,本研究于脑卒中后足下垂患者穿戴 AFO 前、后进行三维运动学分析,重点观察患者足尖离地时其下肢各关节及骨盆倾斜角度的变化情况。

对象与方法

一、研究对象

共选取 2011 年 12 月至 2012 年 12 月期间在复旦大学附属华山医院康复医学科门诊治疗的缺血性脑卒中患者 12 例,其中男 8 例,女 4 例,年龄 (48.7 ± 9.2) 岁,身高 (169.2 ± 7.4) cm,体重 (66.5 ± 10.5) kg。入选患者均签署知情同意书并经华山医院伦理审查委员会核准。患者纳入标准包括:①均符合 1995 年第 4 次全国脑血管病学术会议制订的脑梗死诊断标准^[4];②为首次发病并经颅脑 CT 或 MRI 检查证实;③病程 3 个月 ~ 1

年,伴有运动功能障碍(如足下垂、足内翻等);④患者下肢 Brunnstrom 分期为 V ~ VI 期;⑤患者可独立步行 10 m 以上。患者剔除标准包括:①患有其他能影响步行能力的神经肌肉疾病,如震颤、不自主运动、帕金森病、各种骨关节疾病等;②有严重心、肺、肝、肾等重要脏器功能不全;③伴有严重认知障碍或不能配合治疗者。

二、实验场地与主要实验设备

本研究实验场地为上海交通大学医学院附属瑞金医院(上海市伤骨科研究所)的步态分析中心;主要实验设备包括 Motion Analysis 红外自动示踪运动分析测试系统(美国产)、Kistler Force Plate 测力台(瑞士产)、反光球及 3M 胶带等。

三、步态数据采集

在正式采集数据前,首先对系统及环境进行标定,采用配备有 8 只摄像头的动作捕捉系统,数据采集频率为 100 Hz。根据 Orthotrak 指导手册介绍的体表标志物贴定方法,在患者下肢体表标志点共贴定 36 颗反光球,并划分为骨盆、大腿、小腿和足共 7 个部分。向患者讲解测试过程要点及注意事项,首先让患者在标定的 8 m 测试轨道上以自然速度走 2 ~ 3 个来回以适应测试轨道。待正式采集数据时,指导患者穿戴 AFO 在测试轨道上行走,每组测试之间休息 2 min,直至采集到一组完整数据;然后让患者休息 10 min,脱掉 AFO 后再次进行数据采集,同样每组测试之间休息 2 min,直至采集到一组完整数据。在整个数据采集过程中确保无反光球脱落及受试者跌倒。整个测试过程由复旦大学附属华山医院康复医学科的一名康复医师及一名康复治疗师全程参与,以确保受试者健康安全状况。将收集到的患者运动信息经 Vicon 分析软件自动建立三维坐标图,再导入 Visual 3D 软件经处理后获得所需要的步态基本参数和下肢足尖离地瞬间时的踝关节、膝关节及骨盆运动学参数。

四、统计学分析

本研究所得计量数据均以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用 SPSS 17.0 版统计学软件包进行数据分析,计量数据比较采用成组配对 t 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.012.006

作者单位:200072 上海,上海市第十人民医院康复科(周朝生);上海体育学院运动科学学院(朱玉连、刘宇);复旦大学附属华山医院康复医学科(朱玉连、贾杰、朱秉、解二康、谢臻、沈周);上海交通大学医学院附属瑞金医院(黄萍)

通信作者:朱玉连,Email:zyljuly@163.com

结 果

一、穿戴 AFO 前、后患者下肢步态基本参数分析

本研究脑卒中患者穿戴 AFO 前、后其各项步态参数变化情况详见表 1。表中数据显示,患者穿戴 AFO 后其步速、步宽、健侧步长、患侧摆动相时间百分比均较穿戴 AFO 前明显改善($P < 0.05$),患侧步长及健侧摆动相时间百分比亦较穿戴 AFO 前有一定程度改善,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 1 入选患者穿戴 AFO 前、后其步态基本参数比较($\bar{x} \pm s$)

检测时间	例数	步速(m/s)	步宽(m)	步长(m)	
				健侧	患侧
穿戴 AFO 前	12	0.56 ± 0.18	0.17 ± 0.04	0.39 ± 0.13	0.49 ± 0.09
穿戴 AFO 后	12	0.64 ± 0.21^a	0.16 ± 0.03^a	0.46 ± 0.11^a	0.53 ± 0.17

检测时间	例数	摆动相时间百分比(100%)	
		健侧	患侧
穿戴 AFO 前	12	31.35 ± 10.35	36.15 ± 6.45
穿戴 AFO 后	12	32.46 ± 6.15	38.24 ± 6.06^a

注:与穿戴 AFO 前比较,^a $P < 0.05$

二、穿戴 AFO 前、后患者下肢足尖离地瞬间运动学参数分析

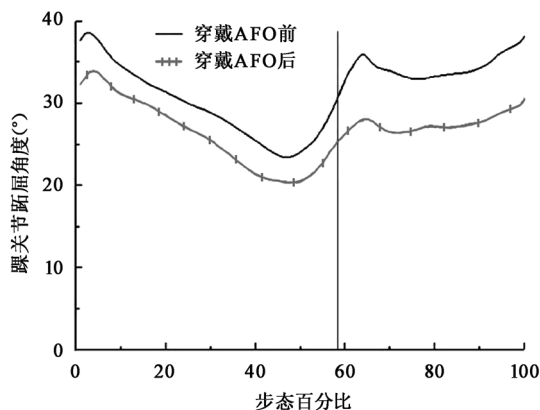
本研究入选患者穿戴 AFO 后,其足尖离地瞬间踝关节跖屈角度较穿戴 AFO 前均出现明显变化($P < 0.05$),而膝关节及髋关节屈曲角度在穿戴 AFO 前、后均无显著变化($P > 0.05$)。入选患者穿戴 AFO 后,其足尖离地瞬间骨盆倾斜角度较穿戴 AFO 前也出现明显变化($P < 0.05$),而此时髋关节外展角度在穿戴 AFO 前、后无明显变化($P > 0.05$)。具体情况见表 2 及图 1、图 2。

表 2 入选患者穿戴 AFO 前、后其下肢足尖离地瞬间时运动学参数分析($\bar{x} \pm s$)

检测时间	例数	矢状面下肢运动参数(°)		
		踝关节跖屈	膝关节屈曲	髋关节屈曲
穿戴 AFO 前	12	36.78 ± 10.91	23.82 ± 12.33	5.05 ± 11.51
穿戴 AFO 后	12	27.71 ± 6.74^a	24.23 ± 12.02	8.32 ± 8.71

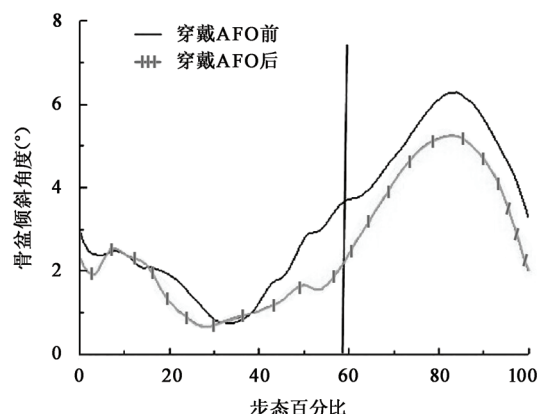
检测时间	例数	额状面下肢运动参数(°)	
		骨盆倾斜	髋关节外展
穿戴 AFO 前	12	4.73 ± 2.77	-1.79 ± 3.70
穿戴 AFO 后	12	2.50 ± 1.39^a	-0.82 ± 3.79

注:与穿戴 AFO 前比较,^a $P < 0.05$



注:垂线表示患侧足离地瞬间

图 1 穿戴 AFO 前、后患者踝关节跖屈角度变化

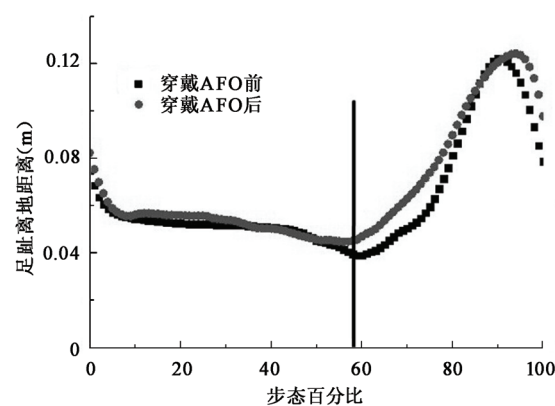


注:垂线表示患侧足离地瞬间

图 2 穿戴 AFO 前、后患者骨盆倾斜角度变化

三、穿戴 AFO 前、后患者足趾离地距离分析

本研究入选患者穿戴 AFO 后,其行走过程中足趾离地距离 $[(0.045 \pm 0.013) \text{ m}]$ 较穿戴 AFO 前离地距离 $[(0.039 \pm 0.010) \text{ m}]$ 有一定程度增大,但差异无统计学意义($P > 0.05$),具体情况见图 3。



注:垂线代表患侧足离地瞬间

图 3 穿戴 AFO 前、后患者行走过程中足趾离地距离分析

讨 论

人体行走姿态受多种因素影响,其解剖结构、生理功能甚至精神状态改变等均能从步态变化中得到反映。康复工作者较多应用传统康复评估方法(如足印记法、主观的步态周期评估方法等)对脑卒中患者行走功能进行评估,上述方法在临床应用时简单、易行,对于步行功能障碍患者的评估具有一定指导作用,但传统评估缺乏对临床治疗有针对性的指导建议。三维步态分析是一种客观、精确、定量的生物力学步态分析方法,它可同步检测人体(特别是下肢)多个关节在行走过程中的变化情况,定量评测受试者行走能力,对客观、定量分析康复疗效并及时调整康复计划具有重要意义。

脑卒中患者由于大脑皮质支配高级运动的功能代表区出现损伤,使得低位中枢原始反射释放,如大部分脑卒中患者均表现为下肢伸肌痉挛模式,出现足下垂、足内翻、膝关节屈曲受限甚至膝过伸、骨盆倾斜代偿等异常表现^[5]。脑卒中患者在步行过程中出现典型的“划圈步态”,此时踝关节很难完成足廓清

动作,经常出现拖曳步等异常情况,显著增加了跌倒风险;其次在患侧下肢上抬瞬间,患侧骨盆常出现上提、后撤,下肢则以屈曲、外展方式抬起,增大了患者质心摆动幅度,降低了患者平衡性,进一步增加了跌倒风险^[6]。通过 AFO 等一系列辅具可帮助脑卒中患者矫正患侧足不正确的触地姿势,使患者足底在站立相时与地面有充足的接地面积,进而更好地实现足廓清,提高患者步态稳定性,降低患者跌倒风险^[7]。本研究结果显示,入选脑卒中患者在穿戴 AFO 后其步行速度、步宽、健侧步长等一系列步态参数均得到显著改善,表明患者穿戴 AFO 后能使患侧足获得与地面更充分的接地面积,提高了患者行走时稳定性,增加了患者健侧肢体摆动相时间。上述结果与 Gok 等^[8]发现脑卒中患者穿戴 AFO 后其步速、步长等参数明显改善基本一致。人体在站立相向摆动过渡期间,踝关节跖屈动作能提供很大的推动力,对于人体向前步行具有重要意义^[9],而当脑卒中患者出现足下垂和(或)足内翻时,其踝关节多处于过度跖屈状态,此时在足尖离地瞬间对地面的推动力非常小,直接限制了患者步行速度^[10]。而通过穿戴 AFO 能限制患者足下垂及足内翻,改善患足过度跖屈,从而有助于改善步态质量、提高步行速度^[11]。本研究通过三维步态分析系统发现患者穿戴 AFO 后,其踝关节跖屈角度较穿戴 AFO 前显著减小,基本接近正常人群在支撑相末期足趾离地地面时的跖屈角度,从而有效控制了脑卒中患者踝关节的过度跖屈,为步行周期中足廓清提供了有利条件。

另外本研究结果还发现,脑卒中患者穿戴 AFO 后其骨盆代偿倾斜角度较穿戴 AFO 前明显改善($P < 0.05$),而膝关节及髋关节屈曲角度亦较穿戴 AFO 前有改善趋势,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。上述结果表明,穿戴 AFO 矫形器有助于脑卒中患者实现足廓清,同时还能改善骨盆倾斜角度,降低行走能耗及跌倒风险。脑卒中患者上运动神经元损伤后通常伴有本体感觉功能缺失,这也是诱发患者异常步态的重要因素之一^[12-13]。本研究入选患者穿戴 AFO 后其行走过程中足趾离地距离由(0.039 ± 0.010)m 增大至(0.045 ± 0.013)m,基本趋于正常水平,能保证足廓清动作顺利完成。至于足趾离地距离增加是否与穿戴 AFO 能增强患者本体感觉功能有关,目前鲜见该方面文献报道,但至少提示足趾离地距离是步态分析中的一项重要指标。

综上所述,本研究结果表明,脑卒中患者穿戴 AFO 后,能显著缓解其步行过程中足尖离地时骨盆的左右倾斜度及踝关节过度跖屈,从而有效改善下肢各环节的协同功能并提高患者步

行稳定性。

参 考 文 献

- [1] 潘雁,叶颖,朱珺,等.应用 SF-36 量表分析高血压患者生命质量(QOL)的影响因素[J].复旦学报,2014,41(2):205-209.
- [2] 冯慧,许光旭,朱奕.背屈踝足矫形器对偏瘫患者骨盆控制影响的运动学分析[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(10):773-776.
- [3] 侯序广,林治萍,刘淑茹,等.万向踝关节矫形器治疗脑卒中后踝关节挛缩的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31(10):705-707.
- [4] 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.
- [5] 朱其秀,王强,李江,等.弹力悬带矫形器与踝足矫形器对脑损伤患者步行能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2010,32(2):137-139.
- [6] 曾育山,曹贤畅,符俏,等.早期使用膝踝足矫形器对脑梗死偏瘫患者运动功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31(3):168-170.
- [7] Esquenazi A. Falls and fractures in older post-stroke patients with spasticity: consequences and drug treatment considerations[J]. Clin Geriatr, 2004,12(8):27-35.
- [8] Gok H, Küçükdeveci A, Altinkaynak H, et al. Effects of ankle-foot orthoses on hemiparetic gait[J]. Clin Rehabil, 2003,17(2):137-139.
- [9] Neptune RR, Kautz SA, Zajac FE. Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking[J]. J Biomech, 2001,34(11):1387-1398.
- [10] Nadeau S, Gravel D, Arseneault AB, et al. Plantarflexor weakness as a limiting factor of gait speed in stroke subjects and the compensating role of hip flexors[J]. Clin Biomech, 1999,14(2):125-135.
- [11] Abel MF, Juhl GA, Vaughan CL, et al. Gait assessment of fixed ankle-foot orthoses in children with spastic diplegia[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1998,79(2):126-133.
- [12] Leibowitz N, Levy N, Weingarten S, et al. Automated measurement of proprioception following stroke[J]. Disabil Rehabil, 2008,30(24):1829-1836.
- [13] Connell LA, Lincoln NB, Radford KA. Somatosensory impairment after stroke: frequency of different deficits and their recovery[J]. Clin Rehabil, 2008,22(8):758-767.

(修回日期:2014-10-13)

(本文编辑:易 浩)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对论文中实验动物描述的要求

根据国家科学技术部 1988 年颁布的《实验动物管理条例》和卫生部 1998 年颁布的《医学实验动物管理实施细则》,《中华物理医学与康复杂志》对论文中有关实验动物的描述,要求写清楚以下事项:①品种、品系及亚系的确切名称;②遗传背景或其来源;③微生物检测状况;④性别、年龄、体重;⑤质量等级及合格证书编号;⑥饲养环境和实验环境;⑦健康状况;⑧对实验动物的处理方式。

医学实验动物分为四级:一级为普通级;二级为清洁级;三级为无特定病原体(SPF)级;四级为无菌级。卫生部级课题及研究生毕业论文等科研实验必须应用二级以上的实验动物。