

• 临床研究 •

改良式踝足矫形器对膝关节运动角度的影响

孟殿怀¹ 王 彤¹ 李 涛¹

摘要 目的:研究改良式踝足矫形器对膝关节运动角度的影响。**方法:**研究模型为 10 例健康大学生(22.6±1.6)岁,采用三维动作分析系统采集自由步行、穿戴标准 AFO 与穿戴改良式 AFO 步行时的动态运动数据,观察不同状态下膝、踝关节活动角度的变化。**结果:**①在 6 种步行状态下(自由步行、普通 AFO、AFO-1、AFO-2、AFO-3、AFO-4),膝关节屈曲角度逐渐增加,且膝关节角度值在支撑相早期、支撑相中期及最大值差异有非常显著性($P<0.01$),而支撑相晚期及最小值差异没有显著性意义($P>0.05$)。②膝关节角度值在支撑相中期时,自由步行时与穿戴普通 AFO 及改良式 AFO 之间差异均有非常显著性意义($P<0.01$);同时穿戴普通 AFO 步行与改良式 AFO 的后两种状态(AFO-3、AFO-4)之间差异也有显著性意义($P<0.05$)。③6 种步行状态下踝关节背屈角度最大值逐渐增加,自由步行时与穿戴各种 AFO 步行之间差异均有非常显著性意义($P<0.01$);同时穿戴普通 AFO 步行与改良式 AFO 的最后一种状态(AFO-4)之间差异也有显著性意义($P<0.05$)。**结论:**改良式 AFO 在改变正常人踝关节背伸角度的同时,还可以控制膝关节伸展角度的变化。

关键词 踝足矫形器;膝关节;三维动作分析

中图分类号:R496,R684 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2007)-04-0326-03

The influence of improved ankle-foot orthotics on the knee joint movement/MENG Dianhuai, WANG Tong, LI Tao//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2007,22(4):326—328

Abstract Objective: To investigate the effect of improved ankle-foot orthotics on knee joint movement. **Method:** Ten healthy college students were included in this study. 3-D motion analysis system was employed to collect the data of segmental motion on walking. Movement degree of the ankle and knee joint was measured by goniometer. **Result:** ①Knee flexion angle of six walking states (free walking, standard AFO walking, improved AFO-1, improved AFO-2, improved AFO-3, improved AFO-4) increased significantly in case of the early standing phase, middle standing phase, and the maximum ($P<0.01$). ②In case of the middle standing phase, there was significant difference between free walking and AFO walking ($P<0.01$). There was statistic difference between standard AFO walking and the last two states (AFO-3, AFO-4) of modified AFO walking ($P<0.05$). ③The maximal dorsoflexion angle of ankle joint increased during six walking states. There was significant difference between free walking and AFO walking ($P<0.01$), and between standard AFO walking and the last state of improved AFO (AFO-4) walking too ($P<0.05$). **Conclusion:** Besides holding ankle joint, improved AFO could control the extension of the knee joint.

Author's address First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, 210029

Key words ankle-foot orthotics; knee joint; 3-D motion analysis

脑损伤和脊髓损伤患者由于关节周围肌群收缩不平衡及异常的运动模式,常出现足下垂并膝过伸,影响患者步态恢复。持续膝过伸引起膝部疼痛,是康复治疗步行训练中十分棘手的问题^[1]。本研究采用一种新型设计的改良式踝足矫形器(ankle-foot orthotics, AFO),研究其在改变正常人踝关节背伸角度的同时,能否影响膝关节角度的变化。以此证实 AFO 在矫正足下垂的同时,具有矫正膝过伸的作用,提高 AFO 的应用价值,为进一步的临床康复治疗提供新的途径。

1 资料与方法

1.1 一般资料

健康大学生 10 例,男女各 5 例,年龄(22.6±1.6)

岁,身高(170.1±6.4)cm,既往无下肢疾患病史。

1.2 测试设备

三维动作分析系统(Motion analysis, USA)的组成:硬件部分:红外数码摄像机(Eagle Digital Camera)、Eagle 工作站及视频处理器、高速电脑主机、红外反光标志点等。软件部分:运动图像采集软件 EvaRT 4.2 与数据处理软件 OrthoTrak 6.2。

1.3 改良式踝足矫形器设计

普通 AFO 的受力作用模式见图 1(见前置彩色插页 9)。其受力作用点主要有两个,足底的向上的力和胫骨后侧向前的力,这两个力的共同作用可以

1 南京医科大学第一附属医院康复医学科, 210029

作者简介:孟殿怀,男,医师

收稿日期:2006-09-26

矫正踝关节的下垂、内翻畸形, 但是对膝关节的作用目前仍不明确。

我们在现有普通 AFO 的基础上进行改良, 即在支具小腿后侧的支撑板上(3—5cm 处)附加可调式胫骨推移板, 并可用螺丝钉调整胫骨推移板与普通 AFO 的小腿后侧支撑板之间的距离(图 2, 见前置彩色插页 9)。随着距离的增加, 踝关节背伸角度增加, 为控制和保持重心的位置及稳定性, 人体将会自动调节膝关节近段的角度, 这当中主要应该是增加膝关节屈曲的角度, 从而达到向前推移胫骨以控制膝关节伸展的目的; 同时还可以按实际膝关节伸展需要调节向前推移胫骨距离。

1.4 测试方法

测试对象采用三种步行方式: 自然行走、穿戴普通 AFO 行走与穿戴改良式 AFO 行走, 同时预设胫骨推移的距离(即小腿后部支撑板和胫骨推移板之间的距离)为 0.9cm(AFO-1)、1.8cm(AFO-2)、2.7cm(AFO-3)、3.6cm(AFO-4)。分别采集这 6 种不同行走状态下的步态数据, 计算出步行周期中踝关节背屈角度的最大值、膝关节屈伸角度的峰值及支撑相早期、中期和末期的膝关节角度。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 13.0 统计软件进行单因素方差分析, 数据以均数±标准差表示, 显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 各种步行方式下步行各时相膝关节角度值

见表 1。为了计算的方便, 我们定义了膝关节伸直位为 180° 。由表 1 可见, 对于步行时的各个时相及全步行周期的最大值与最小值而言, 在以上 6 种步行状态下, 总体的趋势是膝关节角度逐渐下降, 即

膝关节屈曲角度逐渐增加。同时在 6 种不同行走状态下, 膝关节角度值在支撑相早期、支撑相中期及最大值有差异显著性, 而支撑相晚期及最小值差异没有显著性。

2.2 各种步行方式下步行时支撑相早期膝关节角度值组内差异分析

见表 2。对于支撑相早期的膝关节角度值而言, 自由步行时与穿戴普通 AFO 步行无显著差异, 而与改良式 AFO 差异有着显著性; 同时穿戴普通 AFO 步行与改良式 AFO 的后 2 种状态(AFO-3、AFO-4)间差异也有显著性意义。

2.3 各种步行方式下步行时支撑相中期膝关节角度值组内差异分析

见表 3。对于支撑相中期的膝关节角度值而言, 自由步行时与穿戴普通 AFO 及改良式 AFO 之间差异均有显著性意义; 同时穿戴普通 AFO 步行与改良式 AFO 的后 2 种状态(AFO-3、AFO-4)之间差异也有显著性意义。

2.4 各种步行方式下步行时膝关节角度最大值组内差异分析

见表 4。对于全步行周期膝关节角度最大值而言, 自由步行时与穿戴普通 AFO 步行差异无显著性意义, 而与改良式 AFO 有着显著性差异; 同时穿戴普通 AFO 步行与改良式 AFO 的后 3 种状态(AFO-2、AFO-3、AFO-4)之间差异也有显著性意义。

2.5 各种步行方式下步行时踝关节背屈角度最大值及其组内差异分析

各种步行方式下步行时踝关节背屈角度最大值见表 5。各种步行方式下步行踝关节背屈角度最大值单因素方差分析结果见表 6。由表 5、6 可见, 在 6 种步行状态下, 踝关节背屈角度最大值逐渐增加; 自由步行时与穿戴各种 AFO 步行之间差异均有显著

表 1 各种步行方式下步行各时相膝关节角度比较 ($^\circ, \bar{x} \pm s$)

	支撑相早期 ^①	支撑相中期 ^①	支撑相晚期	最大值 ^①	最小值
自由步行	174.88±3.6	169.63±2.8	151.23±8.5	176.69±2.3	119.75±3.9
普通 AFO	170.96±3.5	164.67±3.4	150.04±9.7	174.20±2.0	113.40±5.8
AFO-1	167.31±5.8	162.83±3.2	147.33±9.1	171.15±2.9	115.67±4.3
AFO-2	166.59±5.4	162.79±3.2	146.62±8.2	170.42±3.0	114.65±4.5
AFO-3	163.32±5.2	160.61±3.8	145.82±7.0	170.16±4.6	113.67±7.6
AFO-4	161.67±7.2	159.79±3.8	146.63±7.9	168.14±3.4	115.07±5.1

定义膝关节伸直位为 180° 。①各种步行方式角度值单因素方差分析 $P < 0.05$

表 2 各种步行方式下步行时支撑相早期膝关节角度值组内差异分析结果

自由步行		普通 AFO		AFO-1		AFO-2		AFO-3		AFO-4	
方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P
普通	0.148	自由步行	0.148	自由步行	0.007	自由步行	0.003	自由步行	0.000	自由步行	0.000
AFO-1	0.007	AFO-1	0.177	普通 AFO	0.177	普通 AFO	0.108	普通 AFO	0.006	普通 AFO	0.001
AFO-2	0.003	AFO-2	0.108	AFO-2	0.790	AFO-1	0.790	AFO-1	0.142	AFO-1	0.040
AFO-3	0.000	AFO-3	0.006	AFO-3	0.142	AFO-3	0.226	AFO-2	0.226	AFO-2	0.072
AFO-4	0.000	AFO-4	0.001	AFO-4	0.040	AFO-4	0.072	AFO-4	0.539	AFO-3	0.539

表3 各种步行方式下步行时支撑相中期膝关节角度值组内差异分析结果

自由步行		普通 AFO		AFO-1		AFO-2		AFO-3		AFO-4	
方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P
普通 AFO	0.006	自由步行	0.006	自由步行	0.000	自由步行	0.000	自由步行	0.000	自由步行	0.000
AFO1	0.000	AFO1	0.291	普通 AFO	0.291	普通 AFO	0.279	普通 AFO	0.023	普通 AFO	0.007
AFO2	0.000	AFO2	0.279	AFO2	0.978	AFO1	0.978	AFO1	0.202	AFO1	0.085
AFO3	0.000	AFO3	0.023	AFO3	0.202	AFO3	0.212	AFO2	0.212	AFO2	0.089
AFO4	0.000	AFO4	0.007	AFO4	0.085	AFO4	0.089	AFO4	0.640	AFO3	0.640

表4 各种步行方式下步行时膝关节角度最大值组内差异分析结果

自由步行		普通 AFO		AFO-1		AFO-2		AFO-3		AFO-4	
方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P
普通 AFO	0.125	自由步行	0.125	自由步行	0.001	自由步行	0.000	自由步行	0.000	自由步行	0.000
AFO1	0.001	AFO1	0.062	普通 AFO	0.062	普通 AFO	0.022	普通 AFO	0.015	普通 AFO	0.000
AFO2	0.000	AFO2	0.022	AFO2	0.650	AFO1	0.650	AFO1	0.541	AFO1	0.066
AFO3	0.000	AFO3	0.015	AFO3	0.541	AFO3	0.874	AFO2	0.874	AFO2	0.160
AFO4	0.000	AFO4	0.000	AFO4	0.066	AFO4	0.160	AFO4	0.211	AFO3	0.211

表5 各种步行方式下步行时踝关节背屈角度最大值 (°)

	自由步行	普通 AFO	AFO-1	AFO-2	AFO-3	AFO-4
踝关节角度最大值	9.56±2.14	14.33±2.90	15.44±2.46	16.26±2.59	16.08±3.11	16.83±3.41

表6 各种步行方式下步行踝关节背屈角度最大值单因素方差分析结果

自由步行		普通 AFO		AFO-1		AFO-2		AFO-3		AFO-4	
方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P	方式	P
普通 AFO	0.000	自由步行	0.000	自由步行	0.000	自由步行	0.000	自由步行	0.000	自由步行	0.000
AFO1	0.000	AFO1	0.336	普通 AFO	0.336	普通 AFO	0.390	普通 AFO	0.082	普通 AFO	0.025
AFO2	0.000	AFO2	0.390	AFO2	0.917	AFO1	0.917	AFO1	0.422	AFO1	0.184
AFO3	0.000	AFO3	0.082	AFO3	0.422	AFO3	0.365	AFO2	0.365	AFO2	0.153
AFO4	0.000	AFO4	0.025	AFO4	0.184	AFO4	0.153	AFO4	0.593	AFO3	0.593

性意义;同时穿戴普通 AFO 步行与改良式 AFO 的最后 1 种状态(AFO-4)之间差异也有显著性意义。

3 讨论

近年来 AFO 的临床应用可以持续矫正足下垂,有研究证实了 AFO 对改善足下垂提高步行能力的作用^[2-7],但能否改善膝过伸作用尚不肯定。有关 AFO 对膝关节的作用研究甚少,有研究发现患者穿戴 AFO 后膝过伸有所改善^[8],而我们在临床上观察到,不少穿戴 AFO 的偏瘫、截瘫患者仍然存在明显的膝过伸。尽管解决膝过伸的办法还可以穿戴膝踝足支具(knee-ankle-foot orthotics, KAFO)或膝过伸矫正支具,但增加了患者的负荷,限制了患者下肢活动的灵活性,大多数患者难以接受。因此,寻找一种简便、有效的矫形支具在矫正足下垂的同时又能矫正膝过伸是本研究的切入点。

我们在现有标准 AFO 基础上研制出一种改良的 AFO,运用临床三维步态分析系统,定量分析一组正常人在不同步行状态下的膝关节角度值,研究改良式 AFO 对膝关节伸展的控制,为临床推广及应用提供理论基础。

以上研究结果表明,正常人在 6 种不同行走状态下,步行时各个时相膝关节角度值及全步行周期最大值与最小值有着明显的分布规律,即膝关节角度值逐渐下降(膝关节屈曲角度值逐渐增加)。经单因素方差分析可知,膝关节角度值在支撑相早期、支撑相中期及最大值差异有显著性意义,而支撑相晚

期及最小值差异没有显著性意义;同时,对于这三者而言,自由步行时与穿戴普通 AFO 步行无显著差异,而与改良式 AFO 差异有着显著性意义,穿戴普通 AFO 步行与改良式 AFO 的后两种状态(AFO-3、AFO-4)之间差异也有显著性,说明改良式 AFO 对膝关节伸展有着明显的控制效果,当然,这种效果在胫骨推移的距离达到 2.7cm 及以上(AFO-3、AFO-4)时才出现(见表 2—4)。我们设计的胫骨向前推移板实际上是通过胫骨向前推移,产生相应的踝关节背伸,胫骨向前推移的距离越大,踝关节背屈角度越明显。这也就是为什么胫骨推移的距离达到 2.7cm 及以上,膝关节伸展出现明显的控制效果的原因。

参考文献

- [1] 钱开林,王彤.中枢神经损伤后足下垂的康复治疗[J].中国康复医学杂志,2001,16(3):191—192.
- [2] Lehmann JF,Condon SM,Price R,et al.Gait abnormalities in hemiplegia: their correction by ankle-foot orthosis [J].Arch Phys Med Rehabil,1987,68:763—771.
- [3] Dursun E,Dursun N,Alican D.Ankle-foot orthosis: effect on gait in children with cerebral palsy [J].Disabil Rehabil,2002,24(7):345—347.
- [4] 江晓峰,荣湘江.踝足矫形器对脑瘫患儿异常步态的影响[J].中国康复医学杂志,2005,20(11):836—839.
- [5] Radtka SA,Skinner SR,Dixon DM, et al.A Comparison of gait with solid, dynamic, and no ankle-foot orthoses in children with spastic cerebral palsy [J].Phys Ther,1997,77(4):395—409.
- [6] 王宏图,黄东锋,丁建新,等.早期使用踝足矫形器对脑卒中偏瘫患者步行周期及时相的影响[J].中国康复医学杂志,2006,21(7):582—585.
- [7] 郁嫣嫣,祁奇,吴卫青,等.踝足矫形器对脑卒中患者步行功能恢复的影响[J].中国康复医学杂志,2006,21(2):157—159.
- [8] 王彤,赵勇,李涛,等.踝足矫形器对足下垂患者下肢功能影响的分析[J].中国康复医学杂志,2004,19(1):30—33.