

· 临床研究 ·

背屈踝足矫形器对偏瘫患者骨盆控制影响的运动学分析

冯慧 许光旭 朱奕

【摘要】目的 通过分析穿戴不同角度踝足矫形器(AFO)偏瘫患者的步态时空参数及骨盆三维运动参数,探讨不同角度 AFO 对偏瘫患者骨盆控制的影响。**方法** 对 15 例偏瘫患者穿戴背屈 5° 位 AFO(d-AFO)、背屈 0° 位 AFO(f-AFO)、裸足状态进行步态对比分析,获取步态时空参数及骨盆三维运动参数,并对 3 种状态的空间参数及步态不对称指数进行统计学分析比较。**结果** 与裸足相比,穿戴 d-AFO 时的步速是 (0.54 ± 0.05) m/s,患侧步长是 (0.47 ± 0.01) m,健侧步长是 (0.44 ± 0.03) m,步宽是 (0.16 ± 0.02) m,其能显著提高患者步速($P < 0.05$),增加步长($P < 0.05$),减少步宽($P < 0.01$),提高步态的稳定性;佩戴 d-AFO 步行时,骨盆横断面上的旋转范围 $(10.2 \pm 3.29)^\circ$,较佩戴 f-AFO 步行时无明显减小($P > 0.05$),但矢状面倾斜范围 $(6.52 \pm 0.84)^\circ$ 及冠状面的倾斜范围 $(5 \pm 0.38)^\circ$ 均明显减小($P < 0.05$)。**结论** 背屈 d-AFO 能有效地改善偏瘫患者的骨盆控制能力,提高平衡能力,改善步态的稳定性。

【关键词】 偏瘫; 踝足矫形器; 步态分析; 骨盆控制

The kinematic analysis of Dorsiflexion Ankle Foot Orthotics on pelvic control of hemiplegic patients FENG Hui*, XU Guang-xu, ZHU Yi. *Department of Rehabilitation Medicine, Jiangning Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 211100, China

Corresponding author: XU Guang-xu, Email: xuguangxu1@126.com

【Abstract】 Objective To observe the effects of dorsiflexion ankle foot orthotics (d-AFO) on pelvic control of hemiplegic patients by analyzing the time-space gait parameters and 3D pelvic motion parameters. **Methods** Fifteen hemiplegic patients (14 male and 1 female) were enrolled in this study. The time-space gait parameters and pelvic 3D motion parameters were collected with a Motion Analysis System while the patients were asked to walk under 3 conditions: wearing d-AFO (5° dorsiflexion), f-AFO (0° dorsiflexion) or barefoot. **Results** It was found that, while wearing d-AFO, the velocity, the paralyzed step length and the nonparalyzed step length were significantly increased, and the step width was significantly decreased when compared with those while walking barefoot ($P < 0.05$). Comparison between wearing d-AFO and f-AFO showed that the sagittal and coronal plane inclinations, but not the transverse rotation of pelvis were significantly decreased when wearing the d-AFO ($P < 0.05$). **Conclusions** d-AFO can significantly improve pelvis control and increase gait stability in hemiplegic patients.

【Key words】 Hemiplegia; AFO; Gait analysis; Pelvic control

步行功能障碍是偏瘫患者主要的功能障碍之一,也是影响其生活质量的决定因素之一,因此,改善偏瘫患者的步行能力是最主要的康复目标之一^[1]。踝足矫形器(ankle-foot orthotics, 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。据报道,约 60% 的偏瘫患者在出院时需要使用踝足矫形器来改善步行能力^[2]。

AFO 常规角度为踝关节背屈 0° 位,即踝关节功能

位(functional ankle-foot orthotics, f-AFO),有关踝关节背屈 5° 位的 AFO(dorsiflexion ankle-foot orthotics, d-AFO)对偏瘫患者步态影响及影响机制的临床研究少见报道。本研究通过分析偏瘫患者穿戴不同角度的踝足矫形器步行的步态参数,比较骨盆横断面上的旋转度、矢状面及冠状面的倾斜度变化,探讨 d-AFO 改善偏瘫患者步态和提高步行效率的机制。

对象与方法

一、研究对象

入选标准:①符合第 4 届全国脑血管病会议通过的脑卒中或脑外伤后偏瘫诊断标准^[3];②经头颅 CT 或头颅 MRI 证实;③第 1 次脑损伤后单侧偏瘫;④年龄 < 70 岁;⑤无明显认知功能障碍;简易精神状态检

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.10.006

基金项目:江苏省兴卫工程重点学科卫生厅开放课题(XK20200902)

作者单位:211100 南京,南京医科大学附属江宁医院康复医学科(冯慧);南京医科大学第一附属医院康复医学中心(许光旭、朱奕)

通信作者:许光旭, xuguangxu1@126.com

查(mini-mental state examination, MMSE)评分 > 24 分, Brunnstrom 分期(Brunnstrom stage): IV 期, 裸足状态可以不拄拐独立步行 > 20 m; ⑥无严重的全身其它系统并发症, 能够配合完成 2 ~ 3 h 的试验程序; ⑦签署知情同意书。

排除标准: ①年龄 ≥ 70 岁; ②伴有严重言语障碍和/或认知障碍; ③不能独立步行或独立步行距离不能满足试验要求者; ④心肺功能差, 不能耐受试验程序; ⑤患有其它影响步行能力的神经肌肉骨骼疾病等因素, 如帕金森病、各种骨关节疾病。

选取 2010 年 6 月至 2012 年 6 月本院康复医学科收治且符合上述标准的脑卒中或脑外伤后偏瘫患者 15 例, 其中男 14 例, 女 1 例; 年龄 40 ~ 64 岁, 平均 (40.20 ± 14.33) 岁; 身高 1.60 ~ 1.80 m, 平均 (1.69 ± 0.09) m; 体重 50 ~ 78 kg, 平均 (65.9 ± 13.5) kg; 左侧偏瘫 9 例, 右侧偏瘫 6 例; 脑出血或脑梗死 12 例, 脑外伤 3 例。

二、研究设备与试验场地

1. 仪器设备: 三维运动分析系统(美国 Motion Analysis 公司), 由 1 台主机, 6 台红外线摄像机, 2 个 Kistler 测力平台组成的红外摄像系统, 用以采集系统配备粘贴至患者体表的反光标记点(直径 2 cm)的运动轨迹; 并用 OrthoTrak 步态分析软件进行步态分析。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, 包括硬塑材料的固定 AFO, 踝关节角度分别为 f-AFO 和 d-AFO 两种。

2. 试验场地: 南京医科大学第一附属医院康复医学中心步态分析实验室。

三、研究方法 & 观察指标

1. 研究方法: 测试开机, 标定系统, 每例患者每个状态测量之前均进行系统标定。患者均穿短衣短裤, 暴露主要大关节, 参照 OrthoTrak 指导手册 Helen Hayes 体表标志物贴定法, 在受试者足部、小腿、大腿、骨盆上粘贴 26 个标志点, 并用皮筋固定, 向受试者介绍测试的过程并给患者示范如何通过压力台。首先用红外线摄像仪采集静态标志点, 完成定标后再取下双侧股骨及胫骨中段的标志点。步态分析走道长 6 m, 每个状态测试前被测者进行 2 个来回的适应性行走, 测试时要求患者以其自然方式步行, 经过测力平台时, 两只脚不能同时站在 1 个测力平台上, 分裸足、穿戴背屈 f-AFO 和背屈 d-AFO 三个状态进行步态分析, 每个状态采集 8 个步态周期, 最后取平均值作为测量结果。

2. 观察指标: ①空间参数, 包括步长、步速、步宽; ②时间参数, 包括患侧摆动相时间、健侧摆动相时间; ③骨盆横断面上的旋转度、矢状面及冠状面的倾斜度。

按公式(1)计算步态不对称指数:

$$\text{步态不对称指数} = \frac{\text{患侧摆动相} - \text{健侧摆动相}}{\text{患侧摆动相} + \text{健侧摆动相}} \quad (1)$$

其中患侧摆动相和健侧摆动相分别指患侧摆动相时间和健侧摆动相时间占整个步态周期时间的百分比(%)。

四、统计学分析

使用 SPSS 17.0 版统计学软件包进行统计学处理, 正态分布计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 不同 AFO 干预前后比较采用配对 *t* 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、空间参数比较

与裸足状态比较, 穿戴 AFO 时步速增加, 患侧步长增大, 步宽变小, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 但 d-AFO 和 f-AFO 之间, 步速和步长参数差异无统计学意义($P > 0.05$)。d-AFO 在步宽参数上, 差异有统计学意义($P < 0.01$), 说明 d-AFO 步态稳定性更好。详见表 1。

表 1 3 种状态下的空间参数比较($\bar{x} \pm s$)

状态	步速(m/s)	步长(m)		步宽(m)
		患侧	健侧	
裸足	0.44 ± 0.03	0.40 ± 0.05	0.30 ± 0.06	0.21 ± 0.02
f-AFO	0.50 ± 0.04^a	0.43 ± 0.03^a	0.41 ± 0.05	0.18 ± 0.03^a
d-AFO	0.54 ± 0.05^{bc}	0.47 ± 0.01^{bc}	0.44 ± 0.03	0.16 ± 0.02^b

注: 与裸足比较, $^a P < 0.05$, $^b P < 0.01$; 与 f-AFO 状态比较, $^c P > 0.05$

二、步态不对称指数比较

d-AFO 的步态不对称指数最小, 明显低于裸足($P < 0.01$), 低于 f-AFO($P < 0.05$)。详见表 2。

表 2 3 种状态步态下不对称指数比较($\bar{x} \pm s$)

状态	患侧摆动相(%)	健侧摆动相(%)	步态不对称指数
裸足	37.27 ± 2.96	25.56 ± 2.16	0.186 ± 0.032
f-AFO	40.03 ± 1.42	30.26 ± 0.97	0.138 ± 0.025^a
d-AFO	41.20 ± 1.20	31.58 ± 0.97	0.127 ± 0.028^{bc}

注: 与裸足比较, $^a P < 0.05$, $^b P < 0.01$; 与 f-AFO 状态比较, $^c P < 0.05$

三、骨盆运动比较

定义双脚并拢站立静止时骨盆的位置为 0° 位, 行走时各个时期的角度减去静止时的角度为骨盆的活动度。矢状面旋前定义为“+”, 旋后定义为“-”; 冠状面骨盆向上为“+”, 向下为“-”; 横断面前倾为“+”, 后倾为“-”。

穿戴 AFO 患侧骨盆运动与裸足状态相比, 横断面的旋转运动度无明显减少($P > 0.05$), 但佩戴 d-AFO 时, 患足站立相中期骨盆接近 0° 位, 无骨盆后倾表现; 矢状面、冠状面上的倾斜运动范围明显减少。详见表 3。

表 3 三种状态患侧骨盆运动的关节角度比较(°, $\bar{x} \pm s$)

状态	骨盆旋转			骨盆前后倾斜			骨盆左右倾斜		
	站立相中期 初始角度	摆动相中期 最大旋转角度	骨盆横断面 旋转范围	站立相中期 初始角度	摆动相中期 最大倾斜角度	骨盆冠状面 倾斜范围	站立相中期 初始角度	摆动相中期 最大倾斜角度	骨盆矢状面 倾斜范围
裸足	-6.25 ± 0.39	-15.12 ± 3.8	11.5 ± 2.29	-5 ± 2.25	7 ± 2.69	9.29 ± 3.12	4.02 ± 0.56	10.02 ± 4.49	8 ± 2.25
f-AFO	-5.28 ± 0.96	-13 ± 2.84	10.8 ± 3.69 ^a	-3 ± 2.12	6 ± 2.25	8.6 ± 2.15 ^b	3.16 ± 0.86	6.17 ± 2.24	6 ± 0.56 ^b
d-AFO	0 ± 0.29	-10 ± 2.29	10.2 ± 3.29 ^a	-1.52 ± 0.96	5.02 ± 1.13	6.52 ± 0.84 ^c	2.87 ± 0.26	5.84 ± 0.26	5 ± 0.38 ^c

注:与裸足比较,^a $P > 0.05$,^b $P < 0.05$,^c $P < 0.01$

讨 论

脑损伤患者失去高位中枢神经系统的调控作用后,下肢伸肌张力增高,屈肌肌力下降,足下垂、内翻,步行时步宽加大,步长、步幅缩短,步频、步速降低^[4],步态稳定性差,步行时耗能增加,步行能力下降。踝足支具可以矫正足下垂或前足内翻,在站立相早期使身体重心在健侧和患侧之间顺利过渡,并抑制下肢伸肌过度活动,增加站立相中期的稳定性,使患者的步行模式更接近于正常健康人的步行模式^[5-6]。本研究中,偏瘫患者佩戴 d-AFO 时与佩戴 f-AFO 时比较,站立相中期骨盆倾斜和旋转的初始角度显著减小,摆动相中期骨盆倾斜度显著减小,骨盆的控制能力改善,步宽减小,步态不对称指数减小,步态的稳定性增加,并且在佩戴后即可发生作用,但 2 种状态下的步速和步长差异无统计学意义($P > 0.05$)。

改善步行能力、提高步行效率是偏瘫患者康复的最核心目标之一。踝足控制对步行能力的改善尤为重要,但多数患者的治疗效果并不理想,甚至出现跟腱挛缩,导致难以纠正的足下垂及典型的偏瘫“划圈”步态。AFO 可以限制偏瘫患者踝关节的运动,抑制痉挛和控制下肢异常模式,作为一种补偿和矫形治疗,在临床上得到广泛应用。徐光青等^[7]采用三维步态分析系统评测 20 例可以独立步行 10 m 以上的慢性偏瘫患者佩戴 AFO 前、后的最大步行速度,结果证实偏瘫患者佩戴 AFO 后步行能力显著提高,这与本研究结果一致。他们认为,AFO 对骨盆运动的作用只有骨盆旋转的改善对步行能力的提高有价值,但本研究结果表明,佩戴 AFO 后,骨盆矢状面和冠状面上的倾斜运动范围明显减少,穿戴 d-AFO 时较穿戴 f-AFO 时更为明显($P < 0.01$),进一步证实了偏瘫患者平衡协调功能的减退主要表现在大范围的躯体侧方运动,d-AFO 可以帮助偏瘫患者更好地控制骨盆,提高平衡能力,从而改善步行。

步速是反映步行能力最基本、最稳定的指标^[8-9],但除步速减慢外,步态的对称性异常也是偏瘫步态的重要特征之一^[4];步态的稳定性有多种指标反映,包括左右步长差、患健侧膝关节活动度比率及步态不对称指数等^[10]。本研究根据步态时相参数计算偏瘫步态

不对称指数^[11-12]来反映步态的稳定性,当步态不对称指数趋近 0 时,步态越对称,步态越稳定。本研究显示,d-AFO 的步态不对称指数最小,说明与 f-AFO 比较,d-AFO 的步态稳定性更好,更接近正常步态模式。

正常健康人行走时,在一个步态周期内,骨盆产生周期性的旋转和倾斜,躯体运动呈对称性正弦曲线,处于正常的平衡状态^[13]。徐光青等^[14]的研究也证实了偏瘫步态有大范围的异常骨盆前后运动(约 7°,为正常健康人群的 2 倍以上)和旋转运动(约 13°,为正常健康人群的 1.5 倍以上),故认为,踝的控制能影响骨盆控制,通过 AFO 控制踝关节的运动从而改善骨盆控制,对提高偏瘫患者步行能力有重要意义。相对 f-AFO 而言,d-AFO 使踝关节固定在背屈 5°位,首次着地时足跟着地,且膝关节处于微屈曲位,避免地面对胫骨产生向后的推力,使身体重心可以更顺利过渡至健侧,骨盆不需要后倾后旋,摆动相中期骨盆倾斜度亦显著减小,步行的稳定性增加,步宽减小,步态不对称指数减小。这说明 dAFO 能更有效地改善偏瘫患者的骨盆控制能力,从而改善步态对称性,提高偏瘫患者的步行能力和步行效率,进一步证实了骨盆控制能力的提高有助于改善偏瘫患者步态^[15],这为指导偏瘫患者步行训练提供了必要的理论依据。

总之,背屈 d-AFO 能有效地改善偏瘫患者的骨盆控制能力,提高平衡能力,改善步态的稳定性。本研究仅观察了佩戴 AFO 即刻的步态参数和骨盆运动参数,未对佩戴 AFO 进行步行训练后的结果做进一步观察,因患者对于不同 AFO 适应性的差异有可能对结果造成影响。正常步态周期内,站立相末期踝关节处于跖屈位,蹬地使得地面产生向前的反作用力,促使重心进一步向前、向健侧转移,而始终处于背屈位的 AFO 不会对这个时相的骨盆控制和重心转移产生影响并未阐明;另外,骨盆控制的改善与步行时能量消耗之间的关系也是将来的研究方向之一。

参 考 文 献

- [1] Guralnik JM, Ferrucci L, Balfour JL, et al. Progressive versus catastrophic loss of the ability to walk; implication for the prevention of mobility loss. J Am Geriatr Soc, 2001, 49:1463-1470.
- [2] Robert WT, Sanjit KB, Norine CF, et al. Gait retraining post stroke. Tropic Stroke Rehabil, 2003, 10:34-65.

- [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. 中华神经科杂志, 1996, 29: 379-380.
- [4] 王桂茂, 齐瑞, 严隽陶. 中风偏瘫步态的生物力学及运动力学特征分析. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11: 8169-8172.
- [5] Chin R, Hsiao-Weckler ET, Loth E, et al. A pneumatic power harvesting ankle-foot orthosis to prevent foot-drop. J Neuroeng Rehabil, 2009, 6: 19-30.
- [6] De Wit DC, Buurke JH, Nijlant JM, et al. The effect of an ankle-foot orthosis on walking ability in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. Clin Rehabil, 2004, 18: 550-557.
- [7] 徐光青, 兰月, 毛玉璐, 等. 踝足矫形器对脑卒中患者躯体运动及其步行能力的影响. 中国康复医学杂志, 2010, 25: 247-250.
- [8] Duncan PW, Sullivan KJ, Behrman AL, et al. Protocol for the Locomotor Experience Applied Post-stroke (LEAPS) trial: a randomized controlled trial. BMC Neurol, 2007, 7: 39.
- [9] Kavanagh JJ. Lower trunk motion and speed-dependence during walking. J Neuroeng Rehabil, 2009, 6: 1186.
- [10] 徐光青, 兰月, 黄东锋, 等. 踝足矫形器对脑卒中后偏瘫患者稳定性恢复的影响. 中华医学杂志, 2011, 91: 890-893.
- [11] Yogeve G, Plotnik M, Peretz H, et al. Gait asymmetry in patients with Parkinson's disease and elderly fallers: when does the bilateral coordination of gait require attention. Exp Brain Res, 2007, 177: 336-346.
- [12] Ring H, Treger I, Gruendlinger L, et al. Neuroprosthesis for footdrop compared with an ankle-foot orthosis: effects on postural control during walking. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2009, 18: 41-47.
- [13] Branch JS, Perera S, Studenski S, et al. The reliability and validity of measures of gait variability in community-dwelling older adults. Arch Phys Med Rehabil, 2008, 89: 2293-2296.
- [14] 徐光青, 兰月, 毛玉璐, 等. 脑卒中患者躯体运动偏瘫模式的三维运动学评价. 中国康复医学杂志, 2009, 24: 893-895.
- [15] Cheng PT, Wang CM, Chung CY, et al. Effects of visual feedback rhythmic weight-shift training on hemiplegic stroke patients. Clin Rehabil, 2004, 18: 747-753.

(修回日期: 2013-09-26)

(本文编辑: 汪 玲)

可调式肘关节固定器在脑卒中上肢屈肌痉挛患者中的应用

孟兆祥 尹正录 陈波 柯明慧

【摘要】目的 观察可调式肘关节固定器在脑卒中上肢屈肌痉挛患者康复训练中的疗效及安全性。**方法** 共选取脑卒中偏瘫并出现上肢屈肌痉挛患者 43 例, 采用随机数字表法将其分成治疗组及对照组。2 组患者均给予以神经肌肉促进技术为主的康复训练, 治疗组在此基础上辅以可调式肘关节固定器训练, 共治疗 8 周。于治疗前、治疗 8 周后分别采用改良 Ashworth 痉挛量表(MAS)、上肢 Fugl-Meyer 运动功能评定量表(FMA)上肢部分及改良 Barthel 指数(MBI)评分对 2 组患者进行疗效评定。**结果** 治疗 8 周后发现治疗组肱二头肌痉挛评分[(2.25 ± 0.48)分]、腕屈肌群痉挛评分[(2.36 ± 0.32)分]均明显低于治疗前及对照组水平($P < 0.05$); 治疗 8 周后治疗组上肢 FMA 运动功能评分[(51.36 ± 6.01)分]、MBI 评分[(62.09 ± 8.65)分]均显著优于治疗前及对照组水平($P < 0.05$)。**结论** 在常规康复训练基础上辅以可调式肘关节固定器训练, 能进一步缓解脑卒中患者上肢屈肌痉挛程度, 提高肢体运动功能及生活质量, 该疗法值得临床推广、应用。

【关键词】 可调式肘关节固定器; 脑卒中; 偏瘫; 屈肌痉挛

痉挛是脑卒中患者常见并发症之一, 国内文献报道约有 80% ~ 90% 脑卒中偏瘫患者伴有不同程度痉挛^[1], 对其肢体运动功能恢复及日常生活活动能力提高均造成严重影响^[2]。根据 Brunnstrom 理论, 脑卒中恢复过程中多伴有肢体痉挛, 一般发生在上肢屈肌群及下肢伸肌群。如何有效地抑制痉挛, 诱发分离运动和促进肢体功能恢复、建立正常运动模式, 是脑卒中治疗的关键。

大量文献表明, 早期使用支具有利于偏瘫痉挛患者功能恢复^[3]。本研究针对脑卒中上肢肌张力增高的患者, 在常规康复训练基础上辅以可调式肘关节固定器治疗, 发现临床疗效满意。现报道如下。

对象与方法

一、研究对象

共选取 2010 年 6 月至 2011 年 10 月期间在我院康复科治疗的脑卒中偏瘫患者 43 例。患者纳入标准如下: ①均符合 1995 年中华医学会第四次全国脑血管病学术会议修订的脑梗死及脑出血诊断标准^[4]; ②年龄 18 ~ 80 岁; ③病程在 3 个月以内, 生命体征平稳; ④肌痉挛程度根据改良 Ashworth 分级为 I ~ III 级; ⑤所有患者均签署知情同意书。患者剔除标准包括: ①急性期生命体征尚未稳定; ②伴有意识障碍或严重认知功能障碍; ③合并严重心、肺、肝、肾疾病、糖尿病或有严重出血倾向; ④给予肉毒素注射或服用巴氯芬等肌肉松弛剂。采用随机数字表法将上述患者分为治疗组及对照组。2 组患者一般情况及病情经统计学比较, 发现组间差异均无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。详见表 1。