

· 短篇论著 ·

痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿的步态分析

梁亚利 张静 廖瑞松 邵明

脑性瘫痪是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群,这种症候群是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致。主要表现为异常的运动模式和姿势、运动失调及肌张力异常^[1]。痉挛型偏瘫脑性瘫痪表现为一侧上、下肢痉挛型瘫痪而对侧上、下肢正常。临床上,1 岁以上的痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿约 80% 以上可以获得步行能力^[2],但绝大多数都存在异常偏瘫步态。在步行过程中,患儿如果更依赖健侧下肢保持平衡和行走,导致健侧更容易疲劳,或关节和韧带的损伤^[3]。

目前,三维步态分析结果的准确性、可靠性都有了很大的提高,对临床诊疗及术后功能康复和疗效评定具有很大的指导价值^[4]。关于痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿的患侧步态分析方面的研究比较常见,但关于痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿的健侧在步行过程中是否存在代偿的报道非常罕见。因此,本研究利用三维步态分析,采集痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿在步行过程中健侧和患侧的运动学和动力学数据,与正常发育儿童的步态数据进行比较,旨在探讨痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿健侧在步行过程中是否存在代偿。

一、资料与方法

(一)资料与分组

病例组入选标准:①符合第十三届全国小儿脑瘫会议制订的痉挛型偏瘫脑性瘫痪诊断标准和临床分型标准^[1];②粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS)评定为 I 级或 II 级;③年龄 6~12 岁;④能理解和执行口令;⑤在无辅助下可独立行走>10 m;⑥近 6 个月内未行手术及肉毒素注射治疗。排除标准:①严重的心肺疾患;②视力及听力障碍;③并发其他运动系统疾病,影响步行功能。

选取 2015 年 8 月至 2016 年 3 月在四川省八一康复中心接受治疗且符合上述标准的痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿作为病例组,在当地小学选取年龄相当、发育正常且步行功能正常的健康儿童作为对照组,每组 9 例。数据采集前,2 组儿童家属均签署知情同意书。2 组儿童的性别、年龄、身高、体重等一般资料经统计学分析比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。详见表 1。

(二)实验方法

1. 设备:所有数据的采集均在四川省八一康复中心卡伦运动康复步态分析实验室完成。采用荷兰进口的计算机辅助下的康复系统(简称卡伦系统)进行步态数据采集。卡伦系统拥有 12 个 Vicon 红外摄像头、圆形跑台、双跑带的运动平板、2 块内置压力板。Vicon 运动捕捉的频率为 120 Hz,压力板的采样频

表 1 2 组儿童的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均身高 (m, $\bar{x}\pm s$)
		男	女		
对照组	9	6	3	7.89 $\pm$ 2.20	1.29 $\pm$ 0.13
病例组	9	6	3	8.22 $\pm$ 2.22	1.26 $\pm$ 0.12

组别	例数	平均体重 (kg, $\bar{x}\pm s$)	患侧侧别(例)		GMFCS 分级(例)	
			左侧	右侧	I 级	II 级
对照组	9	27.55 $\pm$ 7.16	—	—	—	—
病例组	9	24.83 $\pm$ 4.11	5	4	6	3

注:—表示无数据

率为 1000 Hz,低通道的频率设置为 6 Hz^[5],与这些硬件同步工作的软件是 D-Flow,所连接的模型为下肢人体运动模型。当人体“T”姿势站立时建立贴附在人体骨性标志上标记点的 3D 坐标系。

卡伦系统采用的内置压力板可以捕捉受试者连续行走在跑带上的步态数据。虽然有报道称行走在跑带上受试者的部分步态参数有差异,但这些差异都小于测量的误差^[6]。也有文献报道,在舒适自然的行走速度下,平地步态和运动平板步态的差异程度最小,能客观反映步态模式^[7]。

2. 实验步骤:数据采集前,登记患者性别、年龄、身高和体重。每位受试者在卡伦系统的运动平板上进行 6 min 的适应性行走后,更换紧身衣,由同一治疗师测量左、右膝关节和踝关节的宽度,用于关节中心点的计算,而后再由同一治疗师在骨性标记处粘贴反光标记点:锁骨切迹、剑突、肚脐、胸₁₀棘突、腰骶部,双侧髂前上棘、髂后上棘、股骨大转子、大腿外侧中段、小腿外侧中段、膝关节外上髁、跟骨、外踝尖、踇指尖、第 5 掌骨头外侧缘,共 25 个标记点。穿戴安全衣,由治疗师陪同走上运动跑台,并将安全衣用可调节的安全绳固定在跑台上端,确保患者安全。步行过程中安全绳的松紧度对受试者步行没有任何影响。

数据采集开始前,受试者“T”姿势站立,校准,建立下肢人体身体模型。开始采集时,2 组受试者分别以自己最适速度行走在运动平板的跑带上,连续采集、记录步行 1 min 的数据。

3. 步态分析参数:在舒适速度步行中,12 个红外线摄像头及内置压力板实时捕捉和记录 2 组儿童的运动学数据和动力学数据^[8]。①运动学数据:包括矢状面髋关节最大屈曲角度、髋关节最大后伸角度、髋关节活动范围、摆动期膝关节最大屈曲和站立期最小屈曲角度、踝关节最大背屈和最大跖屈角度;②动力学数据:包括矢状面髋关节最大屈力矩和最大伸力矩、膝关节最大屈力矩和最大伸力矩、踝关节最大背屈力矩和最大跖屈力矩。

(三)统计学方法

在步态离线分析工具中筛选出 5 个连续的步态周期,使用 SPSS 21.0 版统计学软件包对数据进行统计学分析处理,观察指标用($\bar{x}\pm s$)表示。采用独立样本 t 检验分别比较痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿健侧与健康儿童下肢以及患侧与健康儿童下肢的运动学和动力学数据, $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

表 2 2 组受试儿童运动学数据比较(°, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	髋关节最大屈曲角度	髋关节最大后伸角度	髋关节活动范围	摆动期膝关节最大屈曲角度	站立期膝关节最小屈曲角度	踝关节最大背屈角度	踝关节最大跖屈角度
对照组	9	38.85±5.37	3.82±6.25	35.03±2.82	67.61±3.74	3.42±4.13	10.46±3.11	-17.15±7.41
病例组								
健侧	9	42.62±6.81	2.17±8.73	40.45±5.42 ^a	67.17±9.04	10.45±7.40 ^b	16.02±6.39 ^b	-8.22±7.19 ^b
患侧	9	40.51±8.62	5.68±12.97	34.84±8.65	57.43±14.72 ^b	6.36±12.17	10.64±5.11	-15.13±9.09

注: -表示与屈曲相反的方向;与对照组比较, ^a $P<0.01$, ^b $P<0.05$

表 3 2 组受试儿童动力学数据比较(N·m/kg, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	髋关节		膝关节		踝关节	
		最大伸力矩	最大屈力矩	最大伸力矩	最大屈力矩	最大背屈力矩	最大跖屈力矩
对照组	9	0.38±0.09	-0.16±0.07	0.20±0.09	-0.22±0.06	-0.09±0.05	0.10±0.22
病例组							
健侧	9	0.49±0.12	-0.20±0.07	0.28±0.05 ^a	-0.22±0.07	-0.04±0.03 ^a	0.90±0.22
患侧	9	0.47±0.15	-0.21±0.07	0.14±0.10	-0.39±0.24	-0.04±0.04 ^a	0.89±0.13

注: -表示屈曲力矩;与对照组比较, ^a $P<0.05$

二、结果

病例组患儿的步行速度为 0.46 m/s, 对照组健康儿童步行速度为 0.64 m/s。

2 组儿童的运动学数据具体详见表 2。病例组患儿健侧和对照组健康儿童相比, 髋关节活动范围明显增大 ($P<0.01$), 站立期患儿健侧的膝关节最小屈曲角度增大 ($P<0.05$), 健侧踝关节的最大背屈角度明显增大 ($P<0.05$) 和最大跖屈角度明显减小 ($P<0.05$)。病例组患儿健侧和对照组健康儿童相比, 在步行摆动期患儿患侧的膝关节最大屈曲角度明显减小 ($P<0.05$)。

2 组儿童的动力学数据详见表 3。病例组患儿健侧的膝关节最大伸力矩与对照组健康儿童比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); 病例组患儿健侧和患侧的踝关节最大背屈力矩分别与对照组健康儿童比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

三、讨论

本研究结果显示, 病例组患儿最适步行速度减慢, 这与先前相关报道一致, 可能是为了降低步行时患侧小腿三头肌的牵张反射^[9]和减小步行中的跌倒风险^[10]。与对照组的正常发育儿童相比, 病例组患儿健侧的差异性表现比患侧更多: 在步行过程中, 健侧膝关节在站立期处于屈曲状态, 踝背屈角度增大和跖屈角度减小, 髋关节活动范围增大, 膝关节伸力矩增大, 踝关节背屈力矩增大 (见表 2 和表 3); 而患侧与对照组儿童相比, 仅表现膝关节摆动期屈曲角度减小和踝关节背屈力矩增大。

Allen 等^[11]关于偏瘫型脑性瘫痪患儿与健康儿童步行比较研究的数据仅包括运动学数据, 没有包括动力学数据, 结果显示, 双侧差异 >1.5 cm 的偏瘫型脑性瘫痪患儿的健侧髋关节活动范围增加, 踝背屈角度增加, 脚蹬离地面时踝跖屈角度减小。本研究中, 病例组患儿的健侧运动学数据改变与其报道几乎一致, 说明健侧和患侧下肢长度存在差异。健侧髋关节, 膝关节和踝关节不同的改变则反映出健侧和患侧下肢长短差异的不同。双侧长度差异 ≥ 2.0 cm 时, 膝关节和踝关节亦发生改变, 可能是为了缩短变长的肢体在站立期和摆动期功能性的长度而拉长在站立期短缩的一侧。本研究中, 病例组患儿健侧的运动学数据改变表明健侧是变长的一侧, 患侧是缩短的一侧, 且长度差异可能 ≥ 2.0 cm^[12]。Kaufman 等^[13]报道, 如果痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿健侧和患侧长度差异超 ≥ 2.0 cm, 健侧就会进行

代偿。由此推断, 病例组患儿步行时可以通过健侧下肢矢状面上运动学的改变来代偿患侧的不足。

病例组患儿通过增加健侧站立期膝关节的屈曲角度, 保证患侧更好地廓清^[14]。健侧踝关节背屈角度的增大可能与健侧膝关节在站立期屈曲角度增大有关, 也可能为了维持身体在前后方向的平衡^[15]。健侧踝跖屈角度在登离地面时减小, 就不能产生较大的推进力, 所以步行速度减慢。

动力学数据的变化也是步态模式改变的反映。本研究中, 病例组患儿健侧的膝关节伸力矩在站立期明显增大, 超过对照组儿童膝关节伸力矩。在正常步行的站立期中, 膝关节可以通过髋关节伸肌的收缩、膝关节伸肌的收缩和/或踝关节跖屈肌的收缩三种方式来保持膝关节的稳定。本研究并未发现健侧髋伸力矩或跖屈力矩有明显改变, 这也表明病例组患儿在步行过程中主要依靠膝关节伸肌支撑身体体重, 对抗地面反作用力将膝关节推向屈曲的趋势, 从而稳定膝关节, 与 Allen 等^[11]的研究预测一致。

痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿如果长期处于这种状态就会导致下腰痛、耗氧和心率增加^[16], 也可能随着年龄的增大双侧下肢长度的差异更明显。在康复治疗中, 必须关注痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿健侧和患侧, 最简单有效的办法就是及时和定期行双侧下肢长度的测量, 采取正确的康复措施, 对患侧进行康复治疗的同时应避免过度使用健侧, 减少代偿导致的健侧疼痛和变形。

综上所述, 痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿在步行中健侧存在代偿, 主要表现在健侧髋关节活动度、健侧膝关节在站立中期的屈曲角度和踝关节背屈角度的增加, 以及踝跖屈角度的减小和健侧伸膝力矩的增加。这种代偿类似于长短腿的步态表现, 即健侧比患侧长, 且差异 ≥ 2.0 cm。康复治疗时, 应及时定期地进行双侧下肢长度的测量, 采取正确的康复措施, 改善类似长短腿的步态模式。另外, 由于本研究的样本量较小, 有一定的局限性, 故尚有待于今后进一步的深入研究来证实本研究的结论。

参 考 文 献

[1] 唐久来, 秦炯, 邹丽萍, 等. 中国脑性瘫痪康复指南 (2015): 第一部分[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(7): 749-750. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2015.07.028.

- [2] Nordmark E, Hägglund G, Lagergren J. Cerebral palsy in southern Sweden II. Gross motor function and disabilities[J]. Acta Paediatr, 2001, 90(11):1277-1282.
- [3] 王卫强, 王卫平, 荣湘. 偏瘫步态的研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2003, 22(6):630-633. DOI: 10.3969/j. issn.1000-6710.2003.06.029.
- [4] 黄晓琳, 燕铁斌. 康复医学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 176-178.
- [5] Van den Bogert AJ, Geijtenbeek T, Even-Zohar O, et al. A real-time system for biomechanical analysis of human movement and muscle function[J]. Med Biol Eng Computer, 2013, 51(10):1069-1077. DOI:10.1007/s 11517-013-1076-z.
- [6] Riley PO, Paolini G, Della CU, et al. A kinematic and kinetic comparison of overground and treadmill walking in healthy subjects[J]. Gait Posture, 2007, 26(1):17-24. DOI: 10.1016/j. gaitpost.2006.07.003.
- [7] Marjolein M, van der Krogt, Lizeth H, et al. Overground versus self-paced treadmill walking in a virtual environment in children with cerebral palsy[J]. Gait Posture, 2014, 40(4):587-593. DOI: 10.1016/j. gaitpost.2014.07.003.
- [8] Perry J, Burnfield JM, Cabico LM. Gait analysis: normal and pathological function[M]. 2nd ed. Thorofare: Slack Incorporated, 2010: 576.
- [9] Van Campenhout A, Bar-On L, Aertbeliën E, et al. Can we unmask features of spasticity during gait in children with cerebral palsy by increasing their walking velocity[J]. Gait Posture, 2013, 39(3):953-957. DOI:10.1016/j. gaitpost.2013.12.024.
- [10] England SA, Granata KP. The influence of gait speed on local dynamic stability of walking[J]. Gait Posture, 2007, 25(2):172-178. DOI:10.1016/j. gaitpost.2006.03.003.
- [11] Allen PE, Jenkinson A, Stephens MM, et al. Abnormalities in the uninvolved lower limb in children with spastic hemiplegia: the effect of actual and functional leg-length discrepancy[J]. J Pediatr Orthop, 2000, 20(1):88-92.
- [12] Halliday SE, Song KM, Smith C. The biomechanical effects of limb length discrepancy on gait[J]. Gait Posture, 1999, 10(1):180. DOI: 10.1016/S0966-6362(99)90394-6 Suzanne.
- [13] Kaufman KR, Miller LS, Sutherland DH. Gait asymmetry in patients with limb length inequality[J]. Pediatr Orthop, 1996, 16(2):144-150.
- [14] 王玉霞, 于涛, 褚琴, 等. 三维步态分析痉挛性脑性瘫痪儿步行中时空参数和骨盆运动特征[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(2):4039-4043. DOI:10.3969/j. issn.1673-8225.2012.22.012.
- [15] Boyas S, Hajj M, Bilodeau M. Influence of ankle plantarflexor fatigue on postural sway, lower limb articular angles, and postural strategies during unipedal quiet standing[J]. Gait Posture, 2013, 37(4):547-551. DOI:10.1016/j. gaitpost.2012.09.014.
- [16] Clark CR, Huddleston HD, Schoch EP, et al. Leg-length discrepancy after total hip arthroplasty[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2006, 14(1):38-45.

(修回日期:2017-03-25)

(本文编辑:汪 玲)

水中康复锻炼对脑卒中偏瘫患者情绪体验的影响

师永斌 孙海泉

脑卒中偏瘫患者往往因肢体功能障碍严重影响其生活质量,通过康复锻炼改善患者肢体功能障碍是常用手段。但在各种形式的行走类锻炼过程中,脑卒中患者往往因惧怕跌倒而较难完成既定训练方案,这种畏惧心理在早期步行锻炼患者中尤为常见,另外患侧腿肌力减弱也是制约其完成行走训练的重要因素,致使康复效果不理想^[1]。相关报道指出,由于脑卒中偏瘫患者较难完成步行锻炼,不利于其协调能力改善及良好步态形成,而借助水的物理特性进行水中康复锻炼,往往能取得较好疗效^[2-3]。目前关于水中康复锻炼改善脑卒中患者肢体功能的报道较多,而涉及水中锻炼对患者心理方面的影响则鲜见报道。本研究分别对恢复期脑卒中偏瘫患者进行陆上或水中康复训练,并观察比较上述不同环境下康复训练对患者心理情绪的影响。

一、对象与方法

从河南大学校医院及校附属医院获取患者第一手资料,经病例筛查及临床体征检查,共 42 例恢复期脑卒中偏瘫患者被入选为实验对象,其中男 25 例,女 17 例,病程 4~12 个月,年龄 45~69 岁。入选时患者均病情稳定,意识清晰,无认知功能障碍;在手扶器械情况下具有独自行走能力。将上述患者分为实验 I 组和实验 II 组,每组 21 例。实验 I 组共有男 12 例,女 9 例;平均年龄(57.2±8.4)岁;平均病程(8.2±3.2)个月;脑梗死 15 例,脑出血 6 例。实验 II 组共有男 13 例,女 8 例;平均年龄(57.9±8.3)岁;平均病程(8.4±3.2)个月;脑梗死 14 例,脑出血 7 例。2 组患者一般资料情况经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

实验 I 组患者首先在陆上进行 1 周锻炼后对其锻炼情绪进行评价;然后在水中再进行 1 周锻炼后再次对其锻炼情绪进行评价。实验 II 组患者首先在温水中进行 1 周锻炼后对其锻炼情绪进行评价;然后在陆上进行 1 周锻炼后再次对其锻炼情绪进行评价。2 组患者水中及陆上锻炼内容、要求及注意事项等均相同,锻炼内容均以各种形式的行走训练为主,例如前行、后退、侧向行走等,同时辅以简单的转体、单腿屈膝抬腿等肢体运

DOI:10.3760/cma.j. issn.0254-1424.2017.06.013

基金项目:2014 年度河南省科技厅科研资助项目(142700410395)

作者单位:475000 开封,河南大学公共体育教研部(师永斌);河北建筑工程学院体育部(孙海泉)

通信作者:师永斌;Email:yljzlj@126.com