

脑卒中偏瘫患者步态的不对称性与平衡功能的相关性研究

尹傲冉 倪朝民 杨洁 刘孟 陈进 张金龙

【摘要】 目的 研究脑卒中偏瘫患者步态时空参数的不对称性与平衡功能之间的相关性。方法 选取可以独立步行 10 m 以上的单侧偏瘫的脑卒中患者 30 例设为病例组,相匹配的健康中老年人 30 例设为对照组,采用步态与平衡功能训练评估系统(AL-600 型)对受试对象进行步态测试,经分析评估软件提取各步态时空参数(站立期时间、摆动期时间、步长及步宽),其步态时空参数的不对称性评估用双侧下肢步长不对称比(SLA)、摆动期时间不对称比(SWTA)和站立期时间不对称比(STA)表示。并对 30 例脑卒中患者进行 Berg 平衡量表(BBS)评分。用两独立样本 *t* 检验分析病例组与对照组的各时空参数不对称比(SLA、SWTA、STA)及步宽的差异,用 Pearson 相关性分析法分析 SLA、SWTA 和 STA 分别与步宽及 BBS 评分之间的相关程度。结果 病例组患者步行时,患侧的步长及摆动期时间均较健侧增加($P < 0.05$),患侧站立期时间较健侧缩短($P < 0.05$);而对照组下肢步态分析,各时空参数左右侧之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。病例组患者的步宽及各时空参数不对称比(SLA、SWTA 和 STA)的比值均较对照组增大($P < 0.01$)。病例组患者的步宽 [(15.90 ± 2.60) cm] 与 BBS 评分 [(41.57 ± 7.27) 分] 之间呈中度负相关($r = -0.564, P < 0.01$),而患者的 SLA 与步宽呈轻度正相关($r = 0.432, P < 0.05$),与 BBS 评分呈高度负相关($r = -0.849, P < 0.01$);患者 SWTA 与步宽呈高度正相关($r = 0.726, P < 0.01$),与 BBS 评分呈中度负相关($r = -0.630, P < 0.01$);患者 STA 与步宽和 BBS 评分之间均未见明显相关性($r = 0.352, r = -0.126, P > 0.05$)。结论 脑卒中偏瘫患者步态时空参数存在不对称性,其步态的不对称程度与平衡功能之间存在一定的相关性。

【关键词】 脑卒中; 步态; 步态不对称性; 平衡功能

Gait asymmetry and balance in hemiplegic stroke survivors Yin Aoran, Ni Chaomin, Yang Jie, Liu Meng, Chen Jin, Zhang Jinlong. Department of Rehabilitation Medicine, Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001, China

Corresponding author: Ni Chaomin, Email: nchm@sohu.com

【Abstract】 Objective To explore any correlation between gait asymmetry and the balance of hemiplegic stroke survivors. **Methods** Thirty patients with hemiplegia caused by stroke but who could walk more than 10 metres independently were recruited as the experimental group; 30 age-matched healthy elderly people served as the control group. An AL-600 gait analyzer was used to quantify the spatial and temporal gait parameters of all subjects. Gait asymmetry ratios were calculated. The 30 stroke patients were also assessed with the Berg balance scale (BBS). Two independent sample *t*-tests were used to compare the step length asymmetry (SLA), swing time asymmetry (SWTA) and STA (stance time asymmetry) ratios for the two groups and their average step widths. Pearson correlation coefficients were calculated relating the SLA, SWTA, STA, step width and BBS results. **Results** Among the experimental group, swing time and step length on the affected side were significantly different from the unaffected side, and stance time on the affected side was significantly shorter. The control group showed no such significant differences. All of the experimental group's average asymmetry ratios were significantly greater than those of the control group, as was their step width. Step width and BBS score were negative correlated, but step width was positively correlated with the step length and swing time asymmetry ratios. BBS scores were negatively correlated with the step length and swing time asymmetry ratios. Stance time asymmetry and step width showed no significant correlation with the BBS scores. **Conclusion** The gait of hemiplegic stroke patients is both spatially and temporally asymmetric, and a certain correlation exists between the degree of asymmetry and balance function.

【Key words】 Stroke; Gait; Gait asymmetry; Balance; Hemiplegia

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.03.008

基金项目:安徽省科技厅年度重点科研项目(11070403064)

作者单位:230001 合肥,安徽医科大学附属医院康复医学科

通信作者:倪朝民,Email:nchm@sohu.com

脑卒中患者步行过程中跌倒的发生率为 14% ~ 39%^[1]; 导致脑卒中患者跌倒的因素众多, 步行模式异常、平衡功能和姿势控制能力受损是主要原因之一^[2-3]。脑卒中患者行走时的步态参数不对称和平衡功能受损与患者偏瘫侧肢体肌力和肌张力异常以及感觉功能受损等因素有关^[4]。本研究主要探讨脑卒中患者各时空步态参数的不对称性及其与平衡功能的关系, 旨在为指导脑卒中患者平衡及步行功能训练提供依据。

对象与方法

一、研究对象

病例入选标准: ①符合第 4 次全国脑血管病会议的脑卒中诊断标准^[5], 并经头颅 CT 或 MRI 检查证实; ②初次发病, 单侧病灶; ③在无体力和辅助器具帮助下能独立安全步行 10 m 以上; ④患侧下肢 Brunnstrom 分期^[6]为 IV ~ V 期; ⑤签署知情同意书。

病例排除标准: ①合并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、各种骨关节疾病等; ②发病前存在平衡功能障碍; ③伴有严重心、肺、肝和肾功能不全; ④有严重认知障碍(简易智力状态检查量表评分^[7] ≤ 24 分)等, 不能完成或不能配合治疗者。

选取 2012 年 10 月至 2013 年 6 月本院康复医学科收治且符合上述标准的脑卒中偏瘫患者 30 例作为病例组, 其中男 16 例, 女 14 例; 平均病程 (6.40 ± 5.06) 个月; 脑梗死 18 例, 脑出血 12 例; 左侧偏瘫 18 例, 右侧偏瘫 12 例。

另选取年龄、性别、体重和身高等相匹配的中老年健康成人 30 例作为对照组, 其中男 13 例, 女 17 例, 平均年龄 (52.3 ± 11.19) 岁。病例组和对照组均为右利手入选者。2 组一般临床资料经统计学分析比较, 差异无统计学意义, 具有可比性。详见表 1。

表 1 2 组临床一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	平均身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	平均体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)
		男	女			
病例组	30	16	14	53.23 ± 11.56	169.3 ± 5.57	68.8 ± 7.30
对照组	30	13	17	52.73 ± 11.19	170.32 ± 5.05	69.18 ± 6.93

二、研究方法及观察指标

1. 步态分析方法: 本研究采用 AL-600 型步态与平衡功能训练评估系统^[8] (安徽埃力智能科技有限公司产) 对 2 组受试者进行步态参数的测量, 该系统由 4 块压力板 (500 mm × 400 mm × 10 mm 大小)、信息转换控制器、电脑和分析软件四个部分组成。当患者与压力板接触后, 该设备可将压力传感器上的力学信号转换为数字信号传入电脑, 通过电脑分析软件系统自动分析处理, 对所需的步态时空参数 (步长、摆动期时间、站立期时间及步宽) 进行提取和分析, 并快

速给出评估诊断结果 (可输出报表)。受试者以自我选择适宜速度行走, 每例测试 2 次, 每次测试时, 让受试者在仪器压力板前 2 m 处开始行走, 穿过测试压力板后继续行走 2 m 停止, 以保证受试者匀速通过压力板, 2 次测试间休息 5 min, 取 2 次测试参数的平均值进行分析。

2. 评价方法: 采用 Berg 平衡量表 (Berg balance scale, BBS)^[6] 评分对脑卒中患者的平衡功能进行评定, BBS 主要内容包括坐位、起立、站立、转身和单脚站立等 14 个项目, 每个动作又依据被测试者的完成质量进行评分, 最低分为 0 分, 最高分为 4 分, 累计最高分为 56 分, 得分越高平衡功能越好, 得分在 40 分以下, 提示有跌倒危险^[9]。

3. 观察指标: 采用步态与平衡功能训练评估系统 (AL-600 型) 分别对 2 组受试对象进行步态测试, 经分析评估软件提取各步态时空参数。步态时空参数包括站立期时间 (stand time)、摆动期时间 (swing time)、步长 (step length) 及步宽 (step width), 其时空参数的不对称性评估采用不对称比表示, 即同一个研究对象步行过程中双侧下肢步长不对称比 (step length asymmetry ratio, SLA)、摆动期时间不对称比 (swing time asymmetry ratio, SWTA) 和站立期时间不对称比 (stance time asymmetry ratio, STA)。按公式 (1) 计算各步态时空参数不对称比^[10]:

$$\text{不对称比} = \frac{V_{\text{患侧}}}{V_{\text{健侧}}} \quad (1)$$

其中 V 代表各步态时空参数。计算不对称比值时, 为了便于分析统计, 本研究规定, 各步态时空参数数值较大的一侧作为分子, 因此, 得出的比值均为大于或等于 1, 当比值等于 1 时, 即产生最完美的对称, 比值大于 1 越多, 则提示不对称的程度越大^[10]。

四、统计学方法

使用 SPSS 13.0 版统计软件进行统计学分析处理, 定量资料用 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 应用 *t* 检验分析脑卒中患者病例组与健康对照组的一般情况、各时空参数不对称比 (SLA、SWTA、STA) 及步宽的差异, 用 Pearson 相关性分析法对 SLA、SWTA 和 STA 分别与步宽及 BBS 评分之间的相关性进行分析, 采用双侧检验; 本研究相关性划分标准: $|r| < 0.4$ 为低度线性相关, $0.4 \leq |r| < 0.7$ 为中度线性相关, $0.7 \leq |r| < 1$ 为高度线性相关。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结果

一、2 组步态时空参数比较

病例组患者的患侧步长和摆动期时间较健侧增加 ($P < 0.05$), 患侧站立期时间较健侧缩短 ($P < 0.05$);

而对照组下肢步态分析,各时空参数左右侧之间差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表 2。

表 2 病例组和对照组步态时空参数的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	步长(cm)	摆动期时间(s)	站立期时间(s)
病例组				
患侧	30	29.70 ± 9.89	0.60 ± 0.14	1.24 ± 0.78
健侧	30	24.36 ± 11.05 ^a	0.37 ± 0.10 ^a	1.46 ± 0.77 ^a
对照组				
左侧	30	52.18 ± 3.62	0.45 ± 0.06	0.71 ± 0.11
右侧	30	52.65 ± 3.24	0.45 ± 0.05	0.72 ± 0.12

注:与病例组患侧比较,^a $P < 0.05$

二、2 组步宽及各步态时空参数的不对称性评估

病例组的步宽及各时空参数不对称比(SLA、SWTA 和 STA)的比值均较对照组增大,且组间差异有统计学意义($P < 0.01$),详见表 3。

表 3 2 组步宽及各步态时空参数不对称评估比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	步宽(cm)	SLA	SWTA	STA
病例组	30	15.90 ± 2.60 ^a	1.29 ± 0.29 ^a	1.71 ± 0.45 ^a	1.23 ± 0.18 ^a
对照组	30	7.37 ± 2.40	1.05 ± 0.03	1.05 ± 0.04	1.02 ± 0.01

注:与对照组比较,^a $P < 0.01$

三、病例组患者步态不对称性与平衡功能的相关性分析

1. 步宽与 BBS 的相关性:应用 Pearson 相关分析显示,病例组患者步宽[(15.90 ± 2.60)cm]与 BBS 评分[(41.57 ± 7.27)分]之间呈中度负相关($r = -0.564$),且差异有统计学意义($P < 0.01$)。

2. 各步态时空参数不对称比与平衡功能的相关性:应用 Pearson 相关分析显示,病例组患者 SLA 与步宽呈中度正相关($r = 0.432, P < 0.05$),而与 BBS 评分呈高度负相关($r = -0.849, P < 0.01$);SWTA 与步宽呈高度正相关($r = 0.726, P < 0.01$),与 BBS 评分呈中度负相关($r = -0.630, P < 0.01$)。STA 与步宽和 BBS 评分之间均未见明显相关性($r = 0.352, r = -0.126$),差异无统计学意义($P > 0.05$)。

讨 论

一、脑卒中偏瘫步态的不对称性

对称性是正常步态的一个重要特征,健康人步行时,其双下肢的步态时间参数和空间参数偏离完美对称范围很小。Patterson 等^[10] 研究报道,健康人的 SLA、STA 及 SWTA 分别小于 1.08、1.05 和 1.06,与本研究对健康对照组步态时空参数不对称比的研究结果基本一致。脑卒中患者由于高位中枢神经系统不同程度的受损,使患者表现为偏瘫侧多种功能障碍,如肌力下降、运动控制障碍、肌张力异常及感觉功能障碍

等^[11]。因此,脑卒中患者步行时表现为健侧和患侧不对称的异常步行模式,脑卒中患者的患侧肢体瘫痪,影响患腿负重,患者站立时健侧肢体负重增加,患侧肢体负重减少或几乎不负重,身体重心偏向健侧,此种现象在步行过程中亦存在^[12-13]。由于患者站立时存在患腿负重平衡不佳或患腿负重信心不足,导致步行时出现患侧支撑期时间缩短,伴随着健侧摆动期时间缩短,支撑期时间延长,以防止跌倒,同时由于健侧摆动时间的缩短,导致健侧步长缩短,表现为步态时空的不对称性^[14]。本研究结果显示,病例组患者的患侧站立期时间较健侧缩短($P < 0.05$),患侧摆动期时间及步长较健侧增加($P < 0.05$);而且病例组各时空参数不对称比(SLA、SWTA、STA)均较对照组明显增大($P < 0.01$),导致平衡功能障碍。

二、步宽和 BBS 评分与患者平衡功能的相关性

平衡能力是指当人体重心偏离稳定的支持面时,能立即通过主动或反射性活动使身体重心返回到稳定支持面的一种能力^[15]。从力学的观点分析,平衡功能的影响因素包括重心的高低、支撑面的大小和支撑面的稳定性。就个体而言,平衡功能的维持取决于适当的感官输入、大脑的整合作用、交互神经的支配、正常的肌张力、运动控制等。脑卒中后,由于患者的运动或感觉传导通路发生障碍,导致其受累的肌力、肌张力异常,最终产生运动控制功能和平衡功能障碍^[16],从而影响患者安全独立的步行。BBS 评分是脑卒中患者平衡功能的金标准之一,具有较好的效度和信度^[17]。众多研究者发现,脑卒中患者步行时步宽较健康人增大,且步宽增加与平衡功能障碍呈正相关^[18-20]。本研究结果亦显示,病例组患者步行时步宽较健康对照组增宽。其实步行时相对窄的基面很重要,如果步宽过于增加,可能需要相当大的重心侧移,以便把重心转移到支撑腿上,这将降低速度并增加能量消耗,有研究显示,更大的步宽对增加稳定性是有限度的,而且还预示着跌倒的可能性会增加^[18,20]。本研究显示,脑卒中患者的步宽与 BBS 评分之间呈负相关,即步宽越宽,BBS 评分越低,平衡功能越差。因此,在步态训练时,保持正常的步宽很重要。

三、步态时空不对称参数与步宽和 BBS 评分之间的关系

与步速等其它传统的步态评定指标相比,步态的对称性更能反映患者步行控制能力,并能为临床治疗提供指导意义。目前关于脑卒中患者步态不对称性的研究越来越受到学者的重视,有研究显示脑卒中患者步态的不对称程度与其运动恢复程度有关^[21],但对于脑卒中患者步态不对称性与平衡功能之间关系的研究甚少。本研究对脑卒中患者步态时空参数不对称性比(SLA、SWTA 和 STA)与患者 BBS 评分和步宽之间的

相关性分析,提示脑卒中患者步行时,SWTA 和 SLA 与步宽呈正相关,与 BBS 评分呈负相关,表明脑卒中患者步行时步态不对称程度越大(即较大的 SLA 和 SWTA),其 BBS 评分越低,步宽越大,平衡功能受损越严重,患者跌倒的概率增高。

本研究结果显示,平衡功能与步态时间(摆动期时间)和空间(步长)参数的不对称均存在相关性,但同为时间参数的 STA 与平衡功能之间的相关性不明显,其可能的原因有:①此 2 种时间参数(站立期时间和摆动期时间)分别代表 2 种不同神经肌肉骨骼系统的运动机制^[10],站立期时间包括单腿支撑期和双腿支撑期时间在内,可为患者提供较好的稳定性,对患者的平衡功能要求较低,而摆动期时间相当于单腿支撑期,对平衡功能的要求更高,是步态稳定的一个重要因素,且已有研究报道,SWTA 可用来描述脑卒中患者的步态控制情况^[22],因此摆动期时间不对称程度在评估平衡功能受损时更为重要;②本研究对象数量较少,且 BBS 评分存在一定的主观性,可能会影响分析结果。关于 STA 与平衡功能之间的关系仍需进一步研究。

Liston 等^[23]的研究发现,脑卒中患者的行走时步速与 BBS 评分有显著的相关性。有跌倒史的老年人与无跌倒史的老年人相比,其步态特征存在差异,有跌倒史的老年人步宽增大,步速减慢^[18]。脑卒中患者时空步态参数的不对称性与平衡功能之间的关系尚少见报道,Johnsen 等^[24]和 Rocchi 等^[25]的研究发现,通过脑深部刺激帕金森病患者后,其步态不对称模式及姿势控制能力均较刺激前改善。徐光青等^[26]研究报道,脑卒中患者佩戴踝足矫形器后,其步态的时空参数不对称程度减低,平衡控制能力也得到改善。Hsu 等^[4]研究发现,脑卒中患者步态不对称性与其平衡功能受损的内在机制有相关性。

总之,脑卒中患者能够独立安全地步行是提高患者日常生活活动能力和改善其生活质量的关键^[27]。本研究结果提示,改善脑卒中患者步态的不对称性有助于改善患者平衡功能,降低跌倒风险。

参 考 文 献

- [1] Francis Creed. Can DSM-V facilitate productive research into the somatoform disorders [J]. J Psychosom Res, 2006, 60(4): 331.
- [2] Weerdesteyn V, de Niet M, van Duijnhoven HJ, et al. Falls in individuals with stroke [J]. J Rehabil Res Dev, 2008, 45(8): 1195-1213.
- [3] Mackintosh SF, Hill KD, Dodd KJ, et al. Balance score and a history of falls in hospital predict recurrent falls in the 6 months following stroke rehabilitation [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006, 87(12): 1583-1589.
- [4] Hsu AL, Tang PF, Jan MH. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2003, 84(8): 1185-1193.

- [5] 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.
- [6] 南登崑. 康复医学 [M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 159-161.
- [7] 徐光青, 兰月, 毛玉蓉, 等. 影响脑卒中偏瘫患者步行能力的三维运动学因素分析 [J]. 中华物理医学与康复, 2010, 32(9): 673-675.
- [8] 王玉英, 刘孟, 笱明, 等. 踝足矫形器对脑卒中患者步行能力影响的疗效观察 [J]. 中国康复, 2013, 28(4): 274-275.
- [9] 周君桂, 范建中, 庞战军. 3 种量表应用于老年患者跌倒风险评估的区分效度及相关性研究 [J]. 中华物理医学与康复, 2011, 33(6): 422-444.
- [10] Patterson KK, Gage WH, Brooks D, et al. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization [J]. Gait Posture, 2010, 31(2): 241-246.
- [11] 倪朝民. 神经康复学 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 46-50.
- [12] Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(8): 1138-1144.
- [13] 倪朝民. 脑卒中中的临床康复 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2013: 214-215.
- [14] Kim CM, Eng JJ. Symmetry in vertical ground reaction force is accompanied by symmetry in temporal but not distance variables of gait in persons with stroke [J]. Gait Posture, 2003, 18(1): 23-28.
- [15] 卓大宏. 平衡能力的测定 [M]. 北京: 华夏出版社, 2003: 155-156.
- [16] 罗艳, 曹铁流, 丁渊, 等. Pro-kin 平衡功能训练仪对脑卒中患者平衡功能的改善作用 [J]. 中国老年医学杂志, 2011, 31(24): 4909-4910.
- [17] Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master [J]. Arch Phys Med Rehabil, 1996, 77(5): 425-430.
- [18] Maki BE. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. J Am Geriatr Soc, 1997, 45(3): 313-320.
- [19] Donelan JM, Shipman DW, Kram R, et al. Mechanical and metabolic requirements for active lateral stabilization in human walking [J]. J Biomech, 2004, 37(6): 827-835.
- [20] Heitmann DK, Gossman MR, Shaddeau SA, et al. Balance performance and step width in noninstitutionalized, elderly, female fallers and nonfallers [J]. Phys Ther, 1989, 69(11): 923-931.
- [21] DeLisa JA, Gans BM, editors. Physical medicine and rehabilitation principles and practice [M]. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005: 1655-1676.
- [22] Brandstater ME, de Bruin H, Gowland C, et al. Hemiplegic gait: analysis of temporal variables [J]. Arch Phys Med Rehabil, 1983, 64(12): 583-587.
- [23] Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master [J]. Arch Phys Med Rehabil, 1996, 77(5): 425-430.
- [24] Johnsen EL, Mogensen PH, Sunde NA, et al. Improved asymmetry of gait in Parkinson's disease with DBS: gait and postural instability in Parkinson's disease treated with bilateral deep brain stimulation in the subthalamic nucleus [J]. Mov Disord, 2009, 24(4): 590-597.
- [25] Rocchi L, Chiari L, Horak FB. Effects of deep brain stimulation and levodopa on postural sway in Parkinson's disease [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2002, 73(3): 267-274.
- [26] 徐光青, 兰月, 黄东锋, 等. 踝足矫形器对脑卒中偏瘫患者步态稳定性恢复的影响 [J]. 中华医学杂志, 2011, 91(13): 890-893.
- [27] 倪朝民. 脑卒中不同恢复时期的康复治疗 [J]. 安徽医学, 2009, 30(12): 1377-1378.

(修回日期: 2014-01-15)

(本文编辑: 汪 玲)