

脑卒中偏瘫患者步态与站立平衡功能间的相关性研究

刘郑 倪朝民 刘孟 岳童 刘丽玲 陈进 范文祥

【摘要】 目的 研究脑卒中偏瘫患者站立平衡功能与步行能力的相关性。**方法** 选取可独立步行 10 m 以上的脑卒中偏瘫患者 88 例并将其纳入患者组,同时选取相匹配的健康老年人纳入对照组。采用 AL-600 型步态与平衡功能训练评估系统对 2 组受试对象进行站立平衡功能及步态测试,步态检测指标包括步宽、步速、双下肢步长不对称比(SLA)、摆动期时间不对称比(SWTA)及站立期时间不对称比(STA),平衡功能检测指标包括足底压力中心总轨迹长(COPD)、足底压力中心在左右方向的平均偏移(COPD-X)、足底压力中心在前后方向的平均偏移(COPD-Y)。采用 *t* 检验比较 2 组对象步态及平衡指标间差异,同时采用 Pearson 检验分析 2 组对象步态与平衡参数间的相关性。**结果** 患者组对象步宽[(14.45±4.17)cm]、COPD[(66.75±29.04)cm]、COPD-X[(2.04±1.41)cm]、COPD-Y[(2.48±1.28)cm]、SLA(1.30±0.46)、SWTA(1.65±0.67)及 STA(1.18±0.16)均较对照组明显增加($P<0.05$),步速[(37.64±18.29)cm/s]则较对照组明显减小($P<0.05$);患者组对象 COPD-X 与步速、步宽、SLA、SWTA 呈轻度至中度相关($P<0.05$);COPD-Y 与步宽呈轻度相关($P<0.05$)。**结论** 脑卒中偏瘫患者其站立平衡功能与步宽、步速、步态时空不对称参数间具有相关性,并且以左右方向平衡功能指标(如 COPD-X)与步态参数间的相关性较为显著。

【关键词】 脑卒中; 站立平衡; 步宽; 步速; 足底压力中心

基金项目:安徽省科技厅年度重点科研项目(11070403064)

Relationships between gait and standing balance in hemiplegia Liu Zheng, Ni Chaomin, Liu Meng, Yue Tong, Liu Liling, Chen Jin, Fan Wenxiang. 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 study the relationships between the standing balance and walking ability of hemiplegic stroke survivors. **Methods** Eighty-eight post-stroke hemiplegic patients who could walk independently for more than 10 metres were selected into a patient group, while 88 healthy counterparts were recruited into a control group. Descriptors of the gait and balance function of both groups were collected using a gait and balance training and evaluation apparatus (Model: AL-600). The gait parameters were step width, walking speed, step length asymmetry (SLA), swing time asymmetry (SWTA) and stand time asymmetry (STA). The balance parameters studied were total trajectory length of the center of plantar pressure (COPD), the average left and right deviation of the center of plantar pressure (COPD-X) and the average antero-posterior deviation of the center of plantar pressure (COPD-Y). Differences in indexes of gait and balance function between the two groups were analyzed using *t*-tests, and the relationships between the gait and balance indicators were analyzed using Pearson correlation coefficients. **Results** The walking speed, step width, COPD, COPD-X, COPD-Y, SLA, SWTA and STA of the patient group [(37.64±18.29)cm/s, (14.45±4.17)cm, (66.75±29.04)cm, (2.04±1.41)cm, (2.48±1.28)cm, (1.30±0.46), (1.65±0.67) and (1.18±0.16), respectively] all increased significantly more compared to the control group [(90.76±14.72)cm/s, (8.70±2.62)cm, (27.84±6.54)cm, (1.30±0.53)cm, (1.68±0.40)cm, (1.07±0.06), (1.07±0.08) and (1.05±0.06), respectively], though the walking speed was significantly slower than that in the control group ($P<0.05$). The patient group's average COPD-X showed slightly and moderately negative correlation with their walking speed, step width, SLA and SWTA ($P<0.05$). COPD-Y was weakly related with step width ($P<0.05$). **Conclusion** The standing balance of hemiplegic patients after stroke is related to their walking speed, step width and gait asymmetry. Especially significant correlation is observed between standing balance parameters such as COPD-X and gait parameters.

【Key words】 Stroke; Balance control; Step width; Walking speed; Center of plantar pressure

Fund program: Annual Grants for Key Scientific Research Projects, Department of Science and Technology of

Anhui Province (grant 11070403064)

步行功能障碍在脑卒中偏瘫患者中十分常见。有研究显示,脑卒中后早期阶段约有 75% 的患者步行能力丧失,即便到恢复期也只有约一半的患者能获得较好的独立步行功能,所以针对步行功能的恢复训练是脑卒中康复治疗重要内容之一^[1-2]。脑卒中患者步态特征和平衡能力与偏瘫侧下肢肌力、肌张力异常以及感觉功能受损等因素密切相关^[3];近年来采用与压力中心(center of pressure, COP)相关的参数研究健康人及脑卒中人群站立平衡和步行机制已被证明是一种可靠的方法^[4-7],且本实验选取的足底压力中心总轨迹长(total of the COP displacement, COPD)、足底压力中心在左右方向的平均偏移(COPD-X)、足底压力中心在前后方向的平均偏移(COPD-Y)在量化评估人体站立平衡功能时的信、效度均已得到验证^[4,8-9]。基于此,本研究拟重点探讨脑卒中患者各方向站立平衡参数与步速、步宽间的相关性,旨在为深入分析脑卒中患者步行机制提供资料。

对象与方法

一、研究对象

患者入选标准包括:①均符合第 4 次全国脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准,并经颅脑 CT 或 MRI 检查证实^[10];②均为首次发病,单侧病灶;③在无外力和不借助辅助器具帮助下能独立安全步行 10 m 以上;④偏瘫侧下肢 Brunnstrom 分期^[11]为 III ~ V 期;⑤均签署知情同意书。患者剔除标准包括:①合并有其它影响步行能力的神经肌肉骨骼疾病,如帕金森病、梅尼埃病、各种骨关节疾病等;②伴有严重心、肺、肝、肾功能不全;③伴有严重认知障碍(其简易智力状态检查量表评分^[12]≤24 分)等,不能完成或不能配合相关治疗等。选取 2013 年 12 月至 2014 年 12 月期间在我院康复医学科治疗且符合上述标准的脑卒中偏瘫患者 88 例作为研究对象(将其纳入患者组),其中男 48 例,女 40 例;平均病程(6.2±4.2)个月;脑梗死 56 例,脑出血 32 例;左侧偏瘫 52 例,右侧偏瘫 36 例。本研究另选取 23 例中老年健康体检者纳入对照组,患者组及对照组均为右利手。2 组对象一般资料情况详见表 1,表中数据经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。

二、步态及平衡功能检测

本研究采用安徽产 AL-600 型训练评估系统^[13-14]对 2 组受试者步态及平衡功能进行检测,该系统由

表 1 入选时 2 组对象一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	身高 (cm, $\bar{x}\pm s$)	体重 (kg, $\bar{x}\pm s$)
		男	女			
患者组	88	48	40	53.4±8.3	168.0±6.7	61.7±7.4
对照组	23	15	8	51.6±9.2	167.5±7.3	62.8±6.8

4 块压力板(规格为 500 mm×400 mm×10 mm)、信息转换控制器、电脑和分析软件 4 部分组成。当受试者肢体与压力板接触后,该设备可将压力传感器采集的力学信号转换为数字信号并传入电脑,通过电脑系统自动对所需步态参数及站立平衡参数进行提取分析,并快速给出评估诊断数据。

当进行站立平衡检测时,首先帮助受试者熟悉检测流程,让受试者选择舒适的站立姿势,足跟分开约 17 cm,两足分别与矢状面保持 14° 夹角,经适应 10 s 后开始平衡功能检测。检测过程中保持睁眼状态,双手自然下垂于身体两侧,尽量保持身体平衡、减少姿势晃动,每次测量持续 30 s,共测量 3 次,每次测量结束后休息 2 min 再进行下一次检测,取 3 次测试参数平均值进行分析。

当进行步态检测时,要求受试者以自己适宜的速度在仪器压力板前 2 m 处开始行走,通过测试压力板后继续行走 2 m 停止,以尽量确保受试者匀速通过压力板,每位受试者均检测 3 次,每次测量结束后休息 2 min 再进行下一次检测,取 3 次测试参数平均值进行分析。

三、观察指标及数据分析

本研究入选对象站立平衡参数选取足底压力中心总轨迹长(COPD)、足底压力中心在左右方向的平均偏移(COPD-X)、足底压力中心在前后方向的平均偏移(COPD-Y);步态参数选取步宽、步速、双下肢步长不对称比(step length asymmetry ratio, SLA)、摆动期时间不对称比(swing time asymmetry ratio, SWTA)及站立期时间不对称比(stance time asymmetry ratio, STA)等。

应用 SPSS 16.0 版统计学软件包进行数据分析,所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示。2 组对象年龄、身高、体重、步速、步宽、时空不对称比、站立平衡等指标采用独立样本 t 检验进行比较;同时采用 Pearson 检验分析站立平衡指标与步速、步宽、各时空不对称比间的相关性。按以下公式^[15]计算 2 组对象步态时空参数不对称比,当比值为 1 时,表明受试者双下肢完美对称,偏离 1 越多则说明受试者双下肢对称性越差^[15]。患者组不对称比=V 患侧/V 健侧,对照组不对称比=V 左

侧/V 右侧, V 代表各步态时空参数。本研究相关性强弱程度划分标准如下: $|r| < 0.4$ 表示轻度线性相关, $0.4 \leq |r| < 0.7$ 表示中度线性相关, $|r| \geq 0.7$ 表示高度线性相关, 设定 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、2 组研究对象平衡及步态参数比较

与对照组比较, 患者组对象步宽、COPD、COPD-X、COPD-Y、SLA、SWTA 及 STA 均显著增加 ($P < 0.05$), 步速则明显减小 ($P < 0.05$), 具体数据见表 2。

表 2 2 组入选对象平衡及步态参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	COPD (cm)	COPD-X (cm)	COPD-Y (cm)	步速 (cm/s)
患者组	88	66.75±29.04 ^a	2.04±1.41 ^a	2.48±1.28 ^a	37.64±18.29 ^a
对照组	23	27.84±6.54	1.30±0.53	1.68±0.40	90.76±14.72

组别	例数	步宽 (cm)	SLA	SWTA	STA
患者组	88	14.45±4.17 ^a	1.30±0.46 ^a	1.65±0.67 ^a	1.18±0.16 ^a
对照组	23	8.70±2.62	1.07±0.06	1.07±0.08	1.05±0.06

注: 与对照组比较, ^a $P < 0.05$

二、2 组对象平衡及步态各参数相关性分析

通过相关性分析发现, 患者组对象 COPD 与步速、步宽、SLA、SWTA 间存在相关性 ($P < 0.05$); COPD-X 与步速、步宽、SLA、SWTA 间存在相关性 ($P < 0.05$); COPD-Y 与步宽存在轻度相关性 ($P < 0.05$); 步速与步宽、SLA、SWTA、STA 均具有负相关性 ($P < 0.05$); 步宽与 SLA、SWTA、STA 间亦存在相关性 ($P < 0.05$)。对照组受试者各项平衡参数与步态参数间均未见明显相关性 ($P > 0.05$)。本研究患者组平衡及步态各参数相关性分析结果见表 3。

表 3 本研究患者组平衡及步态各参数间相关性分析

平衡与步态参数相关性分析			步态各参数间相关性分析		
相关参数	相关系数 (r)	P 值	相关参数	相关系数 (r)	P 值
COPD 与步速	-0.34	0.001	步速与步宽	-0.68	0.000
COPD 与步宽	0.27	0.012	步速与 SLA	-0.43	0.000
COPD 与 SLA	0.49	0.005	步速与 SWTA	-0.72	0.000
COPD 与 SWTA	0.29	0.027	步速与 STA	-0.55	0.000
COPD 与 STA	0.09	0.425	步宽与 SLA	0.34	0.013
COPD-X 与步速	-0.30	0.005	步宽与 SWTA	0.56	0.000
COPD-X 与步宽	0.37	0.000	步宽与 STA	0.39	0.000
COPD-X 与 SLA	0.51	0.029			
COPD-X 与 SWTA	0.43	0.030			
COPD-X 与 STA	0.18	0.092			
COPD-Y 与步速	-0.12	0.271			
COPD-Y 与步宽	0.26	0.016			
COPD-Y 与 SLA	-0.05	0.621			
COPD-Y 与 SWTA	0.14	0.187			
COPD-Y 与 STA	0.05	0.661			

讨 论

平衡是指身体所处的一种姿势状态以及在运动或受到外力作用时自动调整并维持姿势的一种能力, 当平衡发生变化时, 人体主要通过三种调节机制或姿势性协同运动模式来应变, 包括踝调节机制、髌调节机制及跨步动作机制^[16]。临床常用的平衡评定方法主要包括观察法、量表法和平衡测试法。相对于平衡测试而言, 步态的评估则相对复杂, 因步态除与平衡及协调运动能力有关外, 也与步行习惯、职业、年龄、合并的基础疾病等诸多因素相关^[16]。步态分析仪是目前深入研究步态的重要手段之一, 并已取得不少研究成果, 如近年来研究通过步态分析仪检测发现, 步速是评估卒中中偏瘫患者步行能力的可靠指标^[17]。Kollen、Beaman 等^[18-19]也指出, 卒中中偏瘫患者最大步速与正常步速间具有正相关性, 且两者均可反映偏瘫患者步行能力。出于安全考虑, 本研究选择后者 (即正常步速) 作为步行能力衡量指标。Peurala 等^[20]研究显示, 卒中中偏瘫患者静态平衡指标 (如前后向及左右向平均偏移) 约是健康组对象的 2~4 倍, 本实验也得到类似结果, 但患者组平均偏移数据与对照组间差异较小, 可能与患者组部分入选病例平衡功能较好有关。

步宽、步速是评估步行功能的重要指标^[17-19]。卒中患者步行时其步宽较健康人增大, 且步宽增大幅度与平衡功能障碍程度间具有正相关性^[14, 21]。本研究也证实了患者组对象的步宽较健康对照组明显增宽, 且 COPD 与步宽具有正相关性, 提示卒中患者站立平衡功能与步宽具有相关性。Genthon 等^[22]研究发现, 卒中中偏瘫患者站立时在左右方向的平衡控制能力与侧偏感觉迟钝、空间忽略、肌力下降及肌张力异常等有关, 并指出合并空间忽略的患者其平衡功能明显较差。Liston 等^[9]研究认为, 卒中中偏瘫患者步行速度与平衡功能间具有显著相关性。本研究结果显示 COPD-X 越小的患者其步速越快, 可能原因包括: 左、右方向平衡控制能力较差的受试者在步行时其重心左右摆幅较大, 需增加步宽以扩大支持面、提高稳定性, 导致步行过程中人体重心转移幅度相应增加, 最终使步行能量消耗增多及步速降低。而随着受试者左右方向平衡控制能力改善, 步行中人体重心偏移幅度逐渐减小, 此时较小的支持面即可维持步行稳定性, 故患者步宽也随之减小; 另外随着人体重心转移幅度减小, 步行过程中额外能耗也显著降低, 有助于受试者提高步速。

步态对称性是评估人体步行功能的另一类重要指标。健康人步行时两侧下肢步态时空参数间差异很小, Patterson 等^[15]观察到健康人 SLA、SWTA 及 STA

分别是 1.08、1.06 和 1.05(与本研究中对照组数据基本一致)。通过进一步分析发现,入选脑卒中患者 COPD-X 与 SLA、SWTA 具有相关性,而 COPD-Y 与 SLA、SWTA 及 STA 间未见明显相关性,提示脑卒中患者在左右方向上的平衡参数与步态时空对称性指标间具有相关性;另外本实验还观察到 STA 与各平衡参数间无显著相关性,该结果与尹傲冉等^[14-15]报道内容基本一致,其具体原因尚需进一步探讨。需要指出的是,本研究所得结果 COPD、COPD-X 与步速、步宽、SLA、SWTA 间虽具有相关性,但相关性程度并不高(多为轻度至中度相关)。可能原因包括:机体对于步行的控制十分复杂,包括中枢命令、身体平衡及协调控制,涉及下肢各关节肌肉协调,也与上肢和躯干姿势有关,另外步态还涉及人的行为习惯,受其职业、教育、年龄、性别等多因素影响,同时合并的基础疾病也能在一定程度上影响步态。虽然本研究已通过制订较为严格的入组标准、增加样本量等方式尽量减少繁杂因素对步态结果的干扰,但仍难以排除诸如步行习惯、中枢反应能力、注意力、心理因素等对实验结果的影响,这可能是导致相关性程度偏弱的重要原因之一。

综上所述,本研究结果表明,在刚开始步行的脑卒中偏瘫患者中,其站立平衡功能与步宽、步速、步态时空不对称参数间存在相关性,并且以左右方向平衡功能指标(如 COPD-X)与步态参数间的相关性较为显著。

参 考 文 献

- [1] Wade DT, Wood VA, Heller A, et al. Walking after stroke: measurement and recovery over the first 3 months[J]. *Scand J Rehabil Med*, 1987, 19(1):25-30.
- [2] Latham NK, Jette DU, Slavin M, et al. Physical therapy during stroke rehabilitation for people with different walking abilities[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, 86(2):S41-50. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.08.128.
- [3] 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. DOI: 10.1016/S0003-9993(03)00030-3.
- [4] Gasq D, Labrunée M, Amarantini D, et al. Between-day reliability of centre of pressure measures for balance assessment in hemiplegic stroke patients[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2014, 11: 39-49. DOI: 10.1186/1743-0003-11-39.
- [5] Peters S, Ivanova TD, Teasel R, et al. Is the recovery of functional balance and mobility accompanied by physiological recovery in people with severe impairments after stroke[J]? *Neurorehabil Neural Repair*, 2014, 28(9):847-855. DOI: 10.1177/1545968314526644.
- [6] Nijboer TC, Ten Brink AF, vander Stoep N, et al. Neglecting posture: differences in balance impairments between peripersonal and extraper-

sonal neglect[J]. *Neuroreport*, 2014, 25(17):1381-1385. DOI: 10.1097/WNR.0000000000000277.

- [7] Sawacha Z, Carraro E, Contessa P, et al. Relationship between clinical and instrumental balance assessments in chronic post-stroke hemiparesis subjects[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2013, 10:95-102. DOI: 10.1186/1743-0003-10-95.
- [8] Sawacha Z, Carraro E, Contessa P, et al. Relationship between clinical and instrumental balance assessments in chronic post-stroke hemiparesis subjects[J]. *Neuroeng Rehabil*, 2013, 10:95. DOI: 10.1186/1743-0003-10-95.
- [9] Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from a stroke patients using the Balance Master[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1996, 77(5):425-430.
- [10] 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.
- [11] 倪朝民. *神经康复学*[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013:43.
- [12] Pendlebury ST, Cuthbertson FC, Welch SJ, et al. Underestimation of cognitive impairment by Mini-Mental State Examination versus the Montreal Cognitive Assessment in patients with transient ischemic attack and stroke: a population-based study[J]. *Stroke*, 2010, 41(6):1290-1293. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.579888.
- [13] Forster A, Young J. Incidence and consequences of falls due to stroke: a systematic inquiry[J]. *BMJ*, 1995, 311:83-86.
- [14] 尹傲冉, 倪朝民, 杨洁, 等. 脑卒中中偏瘫患者步态的不对称性与平衡功能的相关性研[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2014, 36(3):190-193. DOI: 10.3760/cma.J.issn.0254-1424.2014.03.008.
- [15] 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. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2009.10.014.
- [16] 南登崑. *康复医学*[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2008:53-61.
- [17] Hutin E, Pradon D, Barbier F, et al. Walking velocity and lower limb coordination in hemiparesis[J]. *Gait Posture*, 2012, 36(2):205-211. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2012.02.016.
- [18] Kollen B, Kwakkel G, Lindeman E. Hemiplegic gait after stroke: is measurement of maximum speed required[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87(3):358-363. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.11.007.
- [19] Beaman CB, Peterson CL, Neptune RR, et al. Differences in self-selected and fastest-comfortable walking in post-stroke hemiparetic persons[J]. *Gait Posture*, 2010, 31(3):311-316. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2009.11.011.
- [20] Peurala SH, Könönen P, Pitkänen K, et al. Postural instability in patients with chronic stroke[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2007, 25(2):101-108.
- [21] Lewek MD, Bradley CE, Wutzke CJ, et al. The relationship between spatiotemporal gait asymmetry and balance in individuals with chronic stroke[J]. *J Appl Biomech*, 2014, 30(1):31-36. DOI: 10.1123/jab.2012-0208.
- [22] Genthon N, Rougier P, Gissot AS, et al. Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients[J]. *Stroke*, 2008, 39(6):1793-1799. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.497701.

(修回日期:2016-03-02)

(本文编辑:易浩)