

脑梗死患者步行中身体质心和压力中心轨迹空间关系的动态平衡研究*

毛玉蓉¹ 李 乐¹ 肖 湘¹ 赵江莉¹ 黄东锋^{1,2}

摘要

目的:通过对脑梗死患者平地步行中全身三维运动生物力学中身体质心(COM)和压力中心(COP)空间轨迹的分析,探讨脑梗死偏瘫患者动态平衡特点,为脑梗死患者步态康复和步行安全等提供指导。

方法:选择首次脑梗死后可以独立步行10m以上的单侧偏瘫患者16例作为实验组,相匹配的正常中老年人20例为对照组。采用Vicon Nexus和AMT OR6-7进行平地步行时全身三维运动学和动力学检测和处理,用C-Motion Visual 3D分析软件进行COM和COP分析。

结果:实验组和对照组比较,脑梗死患者在水平面内外侧(ML)COP-COM差值与健康老年人比较差异有显著性意义($P < 0.05$),其侧向摆动幅度明显增加。矢状面上足触地和离地时前后(AP)COP-COM差值与健康老年人比较差异也有显著性意义($P < 0.05$),但其前后偏离幅度减小。脑梗死患者健侧和患侧COP-COM比较差异无显著性($P > 0.05$)。

结论:①全身体表定位的三维运动生物力学检测可以为脑梗死患者提供动态量化平衡评估;②脑梗死患者平地步行中ML方向身体质心偏离压力中心距离大于正常中老年人,其侧向平衡较正常中老年人差。

关键词 脑梗死;三维运动生物力学;身体质心;压力中心;动态平衡

中图分类号:R743.3,R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2012)-09-0797-05

A study on dynamic balance of the spatial relationship between centre of mass and centre of pressure trajectories in patients with cerebral infarction during ground-walking/MAO Yurong,LI Le,XIAO Xiang, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 27(9): 797—801

Abstract

Objective: To analyze the spatial relationship between centre of mass(COM) and centre of pressure(COP) trajectories in whole body three-dimensional biomechanics of patients with cerebral infarction during ground walking and to explore the characteristics of dynamic balance with hemiplegic gait to guide the safety walking and decreasing the risk factors of falling.

Method: Sixteen patients after first cerebral infarction with unilateral hemiplegia were recruited. These patients were accorded with the criteria that the subjects can walk 10m independently. Twenty healthy elder matched subjects were selected as control group. Vicon system with force plate form was used in accordance with Plug In Gait Full Body software, COM and COP were analysed with C-Motion Visual 3D software.

Result: Compared to the control group, there were significant differences($P < 0.05$) of COP-COM in medio-lateral (ML) directions and antero-posterior(AP) directions. The sway lengths of ML were larger and that of AP were less in stroke patient.

Conclusion: ①Three-dimensional motion biomechanics with full body markers located can be used for an assess-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.09.003

*基金项目:国家自然科学基金资助项目(30973165)

1 中山大学附属第一医院康复医学科运动重建实验室,广州,510080; 2 通讯作者

作者简介:毛玉蓉,女,副主任治疗师; 收稿日期:2012-06-08

ment of dynamic balance in stroke patients. ②Patients with cerebral infarction have larger sway in medial-lateral direction, and poorer balance in medio-lateral direction than healthy older people.

Author's address Motor Recovery Laboratory of Rehabilitation of Medicine, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, 510080

Key word cerebral infarction; three-dimension; centre of mass; centre of pressure; dynamic balance

身体质心 (center of mass, COM) 是人体直立时躯体的中心位置, 而压力中心 (center of pressure, COP) 则是人体体重在单腿/双腿负重站立时通过脚底产生的压力中心位置, COM 和 COP 是检测人体静态和动态平衡的两个常用因素^[1-3]。具有一定步行能力的脑梗死患者, 其良好的平衡状况是成功步行, 防止跌倒的基本要求。目前脑梗死的平衡功能评估中常用各种主观的平衡量表或客观的静态平衡检测仪器来检测患者的平衡状况。随着数字化康复功能检测设备的进步和发展, 更多地开始采用运动生物力学的方法对脑卒中偏瘫患者进行动态量化的数字化客观评估^[4-6]。本实验研究利用三维运动学和动力学检测脑梗死患者平地步行时矢状面和水平面上 COM 和 COP 的变化, 分析患者压力中心和身体质心差值 (COP-COM) 在左右和前后方向的偏离值, 探讨脑梗死患者步行时平衡状况的特点, 为步行能力康复训练提供动态可靠的量化数据, 同时为预测患者跌倒的几率提供理论支持。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究采用运动重建实验室检测病例数据库资料分析的方法。选择 2009 年 4 月—2012 年 3 月在中山大学附属第一医院康复医学科住院和门诊脑梗死单侧偏瘫患者共 16 例, 其中男 12 例, 女 4 例, 年龄 41—72 岁。全部病例均为第一次脑梗死伴完全性偏瘫 6 个月内的患者, 经 CT 和/或 MRI 检查, 临床确诊为脑梗死, 诊断符合 1995 年全国脑血管会议标准^[7]。入选标准: 能独立或监护下步行 10m 以上, 无佩戴辅助支具或手杖等。排除标准: 其他影响步行的神经系统疾患 (如: 震颤、不自主运动、帕金森病等) 和肌肉骨关节疾患; 有严重认知障碍、严重心肺疾患等不能完成和不能配合检查者。

同时选取年龄、性别、体重和身高等相匹配的正常中老年人 20 例作为正常对照组, 其中男 15 例, 女 5 例, 平均年龄 57.19 ± 8.24 岁。实验组和对照组均为右利手入选者。两组一般资料见表 1。

表 1 两组临床一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁)	性别 (例)		偏瘫侧 (例)		体重 ($\bar{x} \pm s$, kg)	身高 ($\bar{x} \pm s$, mm)	下肢长 ($\bar{x} \pm s$, mm)
			男	女	左侧	右侧			
实验组	16	58.13 ± 8.02	12	4	9	7	63.25 ± 10.43	1629.37 ± 74.07	829.06 ± 59.78
对照组	20	57.19 ± 8.24	15	5			62.81 ± 12.71	1621.25 ± 69.37	827.50 ± 41.03
P 值		0.706					0.902	0.691	0.927

1.2 方法

1.2.1 实验方法: 采用英国 Vicon 三维运动学及动力学分析系统, 包括硬件和软件两部分, 分别进行步行时各体表标记点的运动轨迹和力的采集及处理。

Vicon 的 Nexus 系统检测研究对象的全身运动学参数: 6 部 MX13 红外线摄像机固定于室内墙上进行动作捕捉, 采样频率为 100Hz, 35 颗反光球直径 25mm。动力学检测采用美国 AMT OR6-7 测力板 2 块 (规格为 464mm×508mm×83mm), 采集频率为 1000Hz。两者同时同步进行采集。

全部 16 例患者和 20 例正常中老年人穿紧身衣,

穿胶布鞋 (以不影响踝关节和跖趾关节运动为度), 无佩戴辅助支具及手杖, 按系统采集软件包 Plug In Gait Full Body 要求, 将 35 颗反光球粘贴于被检查者的全身, 自上而下分别为: 双侧前额外侧 (太阳穴) 和后枕, C7 和 T10, 锁骨窝和胸骨柄, 右侧背部, 双侧肩峰、肘关节线外侧、腕关节线内外侧和第 2 掌指关节, 双侧髂前上棘和髂后上棘、双下肢外侧大腿中点、膝关节线、外侧小腿中点、外踝、脚后跟和第 2 跖骨头。

1.2.2 实验数据采集和分析处理: 将测力台和摄像头进行校正后, 研究对象站在测力台上建立静态模

型,在长大约11m装有测力台的地面上以常态速度和个人习惯方式平地来回步行20—30次。从采集的图像中选择步行时双下肢刚好分别踩在不同的力台上的步态作为研究的对象,时间段以每侧下肢从足触地到足离地一个完整的触地期作为研究范围,每位研究对象取4—5个时间段进行处理。

抓捕的运动学和动力学图像由Vicon中央处理器进行运动学和动力学同步化和标准化;通过Nexus的pipeline运行静态和动态模型,自动生成c3d。由C-Motion Visual 3D分析软件将采集的每个步态周期的c3d形式通过CMOC3D将运动学、动力学等以数字、曲线和模型图输出。从中选择在力台上步行中身体质心和压力中心数据,并从矢状面上动态模型图一侧足(跟)触地至足(趾)离地对应的采样频率点所显示的COM和COP距离坐标轴数值,选取同侧足(跟)触地和足(趾)离地期间水平面内外侧(medio-lateral, ML)方向偏离峰值和矢状面上前后(antero-posterior, AP)方向足(跟)触地和足(趾)离地时COP和COM数值,并对内外侧方向和前后方向

COP-COM差值分别进行分析比较。

1.3 统计学分析

实验组与对照组水平状面上ML的COP-COM差值以及矢状面AP方向足(跟)触地时COP-COM(A1P1)和足(趾)离地时COP-COM(A2P2)差值各自都采用方差分析,组内的进一步比较采用Post hoc方法(Bonferroni);。以上统计分析均采用统计软件SPSS15.0 进行数据分析。设显著性水平 $P<0.05$ 。

2 结果

方差分析显示单腿支撑期水平面上ML方向COP-COM峰值差,以及足(跟)触地(A1P1)和足(趾)离地(A2P2)组间都有显著性差异($P<0.0001$,表2)。组内两两比较(post hoc)显示,ML、A1P1以及A2P2的实验组患侧与对照组右侧及左侧比较差异都有显著性($P<0.01$)。而ML, A1P1以及A2P2实验组患侧和健侧之间比较差异无显著性($P>0.05$),对照组左右侧比较差异也无显著性($P>0.05$)。见表2,图1。

图1 实验组和对照组水平面上及矢状面上双侧COP和COM

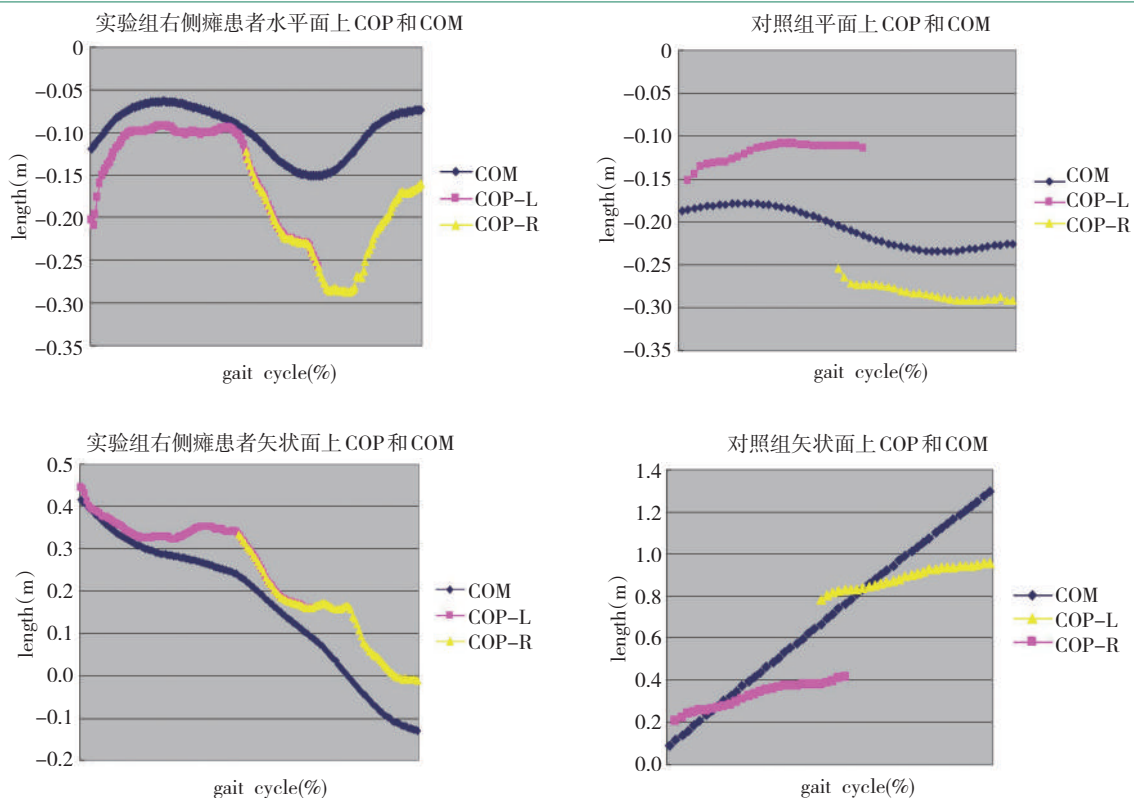


表2 水平面内外方向和矢状面上前后方向 COP-COM峰值差比较 (x±s, m)

	实验组		对照组		P值
	患侧	健侧	右侧	左侧	
水平面内外方向(ML)	0.12 ± 0.11	0.11 ± 0.13	0.06 ± 0.03 ^①	0.05 ± 0.03 ^①	0.000
矢状面上前后方向(AP)					
A1P1	0.10 ± 0.05	0.10 ± 0.06	0.17 ± 0.10 ^①	0.16 ± 0.05 ^①	0.000
A2P2	0.13 ± 0.09	0.15 ± 0.10	0.28 ± 0.06 ^①	0.31 ± 0.16 ^①	0.000

①与实验组患侧比较 P<0.05

3 讨论

人类平地步行像钟摆模式向前移动,在这种模式中最有特征的两个变量是COP和COM,是评估人类步行稳定性至关重要的可变因素^[8],有大量的文献报导脑卒中患者在步行中摆动幅度明显增加^[9-12]。在我们前期的研究中也发现脑卒中患者步行时双下肢关节运动角度峰值和关节力矩的不对称性^[13]。但独立的COP和COM因个体运动感觉和身体质心加速度等差异不能准确反映动态平稳功能^[14-16],目前较多采用COP-COM来代表步行中的人体动态稳定性^[17-18]。所以本次研究我们也采用COP-COM差值来检测脑梗死患者和正常中老年人步行的动态稳定性。因本次实验者采用平地步行,所以取水平面和矢状面内COP-COM两个方向生物力学曲线偏离坐标轴的差值作为研究内容。

本次研究结果显示,脑梗死患者步态水平面内内外侧峰值COP-COM差值幅度较正常老年人增大,并且其幅度变化与Corriveau等^[18]的报导一致,说明脑梗死患者在步行中其左右摆动幅度较正常中老年人,在我们前期研究中也发现脑卒中患者其步行能力与骨盆的侧方运动相关,因此,其幅度增大可能是脑梗死患者因产生骨盆外展(臀中肌)的肌群力量减弱,在步行中一侧腿站立,另一侧腿向前并侧向外方迈步时无法产生足够的骨盆外展而产生差值增大。本研究结果中也显示实验组健侧和患侧之间无明显差异,从入选的患者看到患者步行时水平面内COM轨迹有三种表现,分别是在双侧COP中间,COP患侧的外侧和COP健侧的外侧,在研究的病例数中三者所占比例较接近,因本次研究没有进行分类探讨,所以脑梗死患者在步行中水平面内因身体中心位置习惯性向健侧或/和患侧偏离,所以,显示质心偏向健侧和患侧的统计结果峰值差还待进一步分析。本研究显示脑梗死患者身体质心侧向偏离压

力中心幅度较大,所以其侧向的稳定性也较正常中老年人差^[5]。

人类在向前方行走过程中,双腿支撑期的COM位于双侧COP中间,但在支撑后期,当一侧腿向前迈步时,COM开始调整,跟随摆动侧下肢向前侧方移动。本研究显示矢状面上足跟着地时和足趾离地时实验组和对照组COP-COM差值比较有显著性意义,但实验组COP-COM的差值较对照组偏小,前期研究结果也显示在实地步行中脑卒中患者踝关节背伸和跖屈角度减少^[13],与Corriveau等^[17]进行静态检测和Said等^[20]进行的脑卒中患者跨越障碍物显示前后方向COP-COM偏离稍大的结果不一致。在本次实验中也观察到大部分患者在支撑前期以全脚掌或脚趾着地,由此可产生患者足触地时过快的质心转移,并从图1矢状面上显示脑梗死患者双腿支撑期时间延长(线性重叠长)而产生前后差值也减小,同时因步长减小导致其落地和离地时所对应的COP-COM差值距离也小;以上综合因素可能是导致其差值减小的原因。但在矢状面前后方向的质心移动中,引起前后方向平衡的另一个要考虑的因素是COP-COM的速度和加速度,因此在前后方向的姿势和平衡稳定性综合考量方面需进一步探讨。同时在侧向和前后向姿势和平衡稳定性的比较方面也需进一步研究。

4 结论

全身体表定位结合力台的三维运动生物力学检测可以反映脑梗死患者动态平衡的状况,本研究显示脑梗死患者侧向身体质心偏离压力中心距离较大,侧向平衡较正常中老年人差。有关资料可为脑梗死患者步行能力和日常生活活动的安全性提供指导,为患者平衡和步态康复训练制定个体化方案提供理论支撑。

参考文献

- [1] Hof AL, Gazendam MG, Sinke WE. The condition for dynamic stability[J]. J Biomech, 2005,38(1):1—8.
- [2] Winter DA, Prince F, Stergiou P, et al. Medialateral and anterior-posterior motor responses associated with centre of pressure changes in quiet standing[J]. Neurosci Res Commun, 1993, 12: 141—148.
- [3] Corriveau H, Hébert R, Prince F, et al. Intrasection reliability of the “center of pressure minus center of mass” variable of postural control in the healthy elderly[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2000,81(1):45—48.
- [4] Mazzà C, Stanhope SJ, Taviani A, et al. Biomechanical modeling of sit-to-stand to upright posture for mobility assessment of persons with chronic stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006,87(5):635—641.
- [5] Corriveau H, Hébert R, Raiche M, et al. Evaluation of postural stability in the elderly with stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004,85(7):1095—1101.
- [6] Corriveau H, Hébert R, Prince F, et al. Postural control in the elderly: an analysis of test-retest and interrater reliability of the COP-COM variable[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(1):80—85.
- [7] 全国脑血管病会议. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29: 379—380.
- [8] Schepers HM, van Asseldonk EH, Buurke JH, et al. Ambulatory estimation of center of mass displacement during walking[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 2009, 56(4): 1189—1195.
- [9] Ring H, Mizrahi J. Biomechanical sway measurements in the evaluation of stroke patients[J]. Neuro Rehabil, 1992, 2(2): 27—35.
- [10] Mizrahi J, Solzi P, Ring H, et al. Postural stability in stroke patients: vectorial expression of asymmetry, sway activity and relative sequence of reactive forces[J]. Med Biol Eng Comput, 1989, 27: 181—190.
- [11] Dettman MA, Linder ME, Sepic SB. Relationship among walking performance, postural stability, and functional assessment of hemiplegic patient[J]. Am J Phys Med, 1987, 66: 77—90.
- [12] Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1988, 69: 395—400.
- [13] 毛玉琰, 李乐, 黄东锋, 等. 脑卒中患者步行能力与下肢三维运动学及动力学相关性分析[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(5): 442—447.
- [14] Geurts CH, Nienhuis B, Mulder TW. Intrasubject variability of selected force-platform parameters in the quantification of postural control[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1993, 74: 1144—1150.
- [15] Maki BE, Holliday PJ, Fernie GR. Ageing and postural control: a comparison of spontaneous and induced sway balance tests[J]. J Am Geriatr Soc, 1990, 38: 1—9.
- [16] Benvenuti F, Mecaaci R, Gineprari I, et al. Kinematic characteristics of standing disequilibrium: reliability and validity of a posturographic protocol[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1999, 80: 278—287.
- [17] Corriveau H, Hébert R, Prince F, et al. Postural control in the elderly: an analysis of test-retest and interrater reliability of the COP-COM variable[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82: 80—85.
- [18] Corriveau H, Hébert R, Raiche M, et al. Evaluation of postural stability in the elderly with stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85: 1095—1101.
- [19] 徐光青, 黄东锋, 毛玉琰, 等. 脑卒中患者步行时躯体运动的三维运动学研究[J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(10): 728—730.
- [20] Said CM, Goldie PA, Patla AE, et al. Balance during obstacle crossing following stroke[J]. Gait Posture, 2008, 27(1): 23—30.

全国神经肌肉电刺激临床应用研讨会暨推广提高班(第五期)通知

神经肌肉电刺激是近年来发展比较快的一种实用型治疗新技术,使用方便、疗效可靠,在治疗脑和脊髓损伤后的吞咽障碍、肢体瘫痪、尿失禁等方面具有良好的社会效益和经济效益。为推广这一技术,现定于2012年11月22—25日在湖南郴州举办第五期全国神经肌肉临床应用研讨会暨推广提高班,学员将获得国家级继教Ⅰ类学分10分(请携带华医网IC卡)。本次研讨会和提高班由中山大学孙逸仙纪念医院和郴州市第一人民医院联合举办。

研讨会及学习班内容:

专题讲座:神经肌肉电刺激电学基础,痛症评估及神经肌肉电刺激治疗,吞咽障碍评估及神经肌肉电刺激治疗,偏瘫肢体评估及神经肌肉电刺激治疗,功能性电刺激在瘫痪中的应用,经颅磁刺激与经颅电刺激的临床应用,脊髓损伤后神经源性膀胱的评估及治疗,功能性电刺激结合机器人治疗脑卒中,神经肌肉电刺激在儿童脑瘫中应用,神经肌肉电刺激基础研究,康复机器人与虚拟现实技术在康复医学中的应用,电刺激技术在肉毒毒素注射中的应用。

操作和演示:①现场设备操作示范;②各种电刺激和磁刺激设备演示。

参加对象:康复科、神经科、骨科、儿科等相关科室专业医护人员。

报到时间:2012年11月22日9:00—18:00; **报到地点:**湖南省郴州市雄森国际假日酒店,总台电话:0735-8888888。

上课时间:2012年11月23—25日; **上课地点:**湖南省郴州市雄森国际假日酒店。

收费标准:1000元(湖南省内800元),食宿统一安排,费用会单位报销。

报名办法:2012年11月6日前电邮:czkfyxh@163.com,回执可从中山大学孙逸仙医院康复医学科网站新闻动态栏目中下载(www.gdrehab.com)。联系人:何文娟;13975542236。

中山大学孙逸仙纪念医院 郴州市第一人民医院