

# 三维运动解析系统测试脑卒中偏瘫步态的运动学定量评价\*☆

王桂茂<sup>1</sup>, 严隽陶<sup>2</sup>, 刘玉超<sup>2</sup>, 齐 瑞<sup>2</sup>

## Kinematics quantitative analysis of hemiplegia gait by three-dimensional motion analysis system

Wang Gui-mao<sup>1</sup>, Yan Jun-tao<sup>2</sup>, Liu Yu-chao<sup>2</sup>, Qi Rui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Manipulation, Shanghai Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200071, China;  
<sup>2</sup>Yueyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China

Wang Gui-mao ☆, Doctor, Attending physician, Department of Manipulation, Shanghai Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200071, China  
wgm613@126.com

Correspondence to: Yan Jun-tao, Professor, Chief physician, Doctoral supervisor, Yueyang Hospital of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China

Supported by: Shanghai Science and Technology Commission, No. 03DZ19705\*

Received: 2010-06-19  
Accepted: 2010-10-06

### Abstract

**BACKGROUND:** Three-dimensional kinematic analysis can be used to obtain various biomechanical parameters in walking, which represents advanced level of gait biomechanics. This technique is not mature in domestic application. Current domestic studies mainly focus on analysis of sagittal plane of hemiplegia lower limb.

**OBJECTIVE:** To explore the characters of the stroke hemiplegia gait using three-dimensional kinematic analysis.

**METHODS:** The 10 hemiplegia gait patients and 10 normal gait volunteers as control were subjected to gait analysis using three-dimensional kinematic analysis system. The basic time-space parameter, gait cycle parameter and pelvis three-dimensional motion angle of normal controls, and the symmetry during motion were analyzed. The three-dimensional motion angle parameters of hip, knee and ankle of two groups were analyzed. The hemiplegia gait character of the lower limb in sagittal plane, transverse plane and frontal plane of two groups was compared.

**RESULTS AND CONCLUSION:** The hemiplegia gait manifested as follows: The knee flexion and range of motion were restricted; the hip adduction restricted, abduction and external rotation became larger. The motion analysis system can evaluate hemiplegic gait, quantitatively evaluate the lower limb motion changes, thereby providing the availability information in rehabilitation.

Wang GM, Yan JT, Liu YC, Qi R. Kinematics quantitative analysis of hemiplegia gait by three-dimensional motion analysis system. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(52): 9816-9818. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 近年来兴起的三维运动解析技术, 可获得多项行走过程中的生物力学参数, 代表了目前步态生物力学研究的先进水平。目前该技术在国外开展较多, 而国内则较少。国内有限的研究主要集中在对偏瘫患侧下肢矢状面上运动的分析。

**目的:** 对偏瘫患者步行运动进行三维立体运动学分析, 与正常步态对比, 分析脑卒中偏瘫步态的运动学变化特征。

**方法:** 运用三维运动解析系统, 对 10 例首发缺血性脑卒中偏瘫患者进行步态分析, 以 10 例健康者作为对照。检测健康对照组步行过程中的基本时空参数、步态周期参数与骨盆三维运动角度参数, 并对其运动过程中的对称性进行分析。检测两组下肢髋、膝、踝关节的三维运动学角度参数, 对比两组下肢关节运动在矢状面、横断面与冠状面上的变化特征。

**结果与结论:** 偏瘫步态表现出下肢运动膝关节屈曲受限, 膝关节活动度减小。髋关节内收、旋内不足, 外展与旋外角度增大。提示三维运动解析系统测试可测定偏瘫患者步行功能, 定量评价偏瘫患者下肢关节运动变化, 从而进行相应针对性的稳定性与协调性训练。

**关键词:** 三维运动解析系统; 偏瘫步态; 下肢; ; 定量; 运动解析

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.52.031

王桂茂, 严隽陶, 刘玉超, 齐瑞. 三维运动解析系统测试脑卒中偏瘫步态的运动学定量评价[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(52):9816-9818. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

在脑卒中所致的功能障碍中, 偏瘫步态是最为常见的临床表现之一。而步行是顺利完成很多其他日常生活活动的基础动作, 与患者独立生活能力密切相关。因而对偏瘫步态的运动学特征进行深入分析, 对于明确康复治疗的重点、优化康复治疗方案以及采取针对性个体治疗措施具有重要的意义。近年来兴起的三维运动解析技术, 可获得多项行走过程中的生物力学参数, 代表了目前步态生物力学研究的先进水平<sup>[1]</sup>。

目前该技术在海外开展较多, 而国内则较

少。有限的研究主要集中在对偏瘫患侧下肢矢状面上运动的分析。

因此本文以三维运动解析系统, 对部分偏瘫患者步行运动进行了三维立体运动学分析, 旨在探讨偏瘫步态的运动学特点, 从而为其康复治疗提供理论依据。

## 1 对象和方法

**对象:** 测试对象分为 2 组。

**实验组:** 首发缺血性脑卒中患者 10 例, 经头颅 CT 或 MRI 证实。患侧下肢处于相对恢复期, Brunnstrom 分期 IV~V 期。能够安全独立步行 10 m 以上, 且恢复偏瘫步行在 1 个月之内。

其中男4例, 女6例; 年龄(63.6±7.2)岁, 身高(163.3±7.6) cm, 体质量(63.0±8.3) kg。排除其他影响步行能力的神经肌肉和骨关节疾病等因素, 排除严重的心肺、肾功能不全, 严重的认知障碍等不能完成和不能配合实验者。

**对照组:** 10例健康志愿者。排除有影响步行能力及步行姿态的神经肌肉、骨关节和心肺、肾功能不全等疾患, 排除认知功能障碍者。其中男3例, 女7例; 年龄(65.8±6.0)岁, 身高(162.9±8.6) cm, 体质量(61.8±7.5) kg。

经检验, 两组之间在性别构成、年龄、身高、体质量等方面差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。

**实验场地:** 上海中医药大学附属岳阳医院步态分析室。

**仪器设备:** 美国Motion-Analysis步态分析系统(4Eagle+2Eagle4), OrthoTrak步态分析软件, 2 m×10 m防滑地毯, 自制紧身衣, 双面胶, Marker等。

#### 方法:

**测试方法:** 测试开机, 标定系统。患者穿紧身衣, 双面胶贴定marker。Marker的贴定参照Orthotrak指导手册Helen Hayes Marker贴定方法。在体表标志点贴定Marker, 共计26只。向受试者介绍测试的过程并作行走示范。先进行静态采集, 然后去除双侧膝、踝关节内侧的4个Marker。嘱受试者从测试轨道起始点自然前行约8 m, 往返两三次。待其适应后开始正式采集。每次行走期间休息两分钟。同步采集数据, 并确认其中至少1次行走过程数据采集完整。测试过程确保Marker无脱落, 谨防患者跌倒。测试完毕, OrthoTrak步态分析软件进行后期资料的处理, 计算机打印测试报告。

**主要观察指标:** 检测健康对照组步行过程中的基本时-空参数、步态周期参数与骨盆三维运动角度参数, 并对其运动过程中的对称性进行分析。检测两组观察对象下肢髋、膝、踝关节的三维运动学角度参数。

**统计学分析:** 数据资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 符合正态分布的计量资料采用 $t$ 检验, 同一组间双侧关节运动资料的比较采用配对 $t$ 检验。显著性水平为 $P < 0.05$ 。

## 2 结果

2.1 对照组步行中双下肢运动参数比较见表1。

表1 对照组步行中双下肢运动参数比较  
Table 1 Both lower limbs motion parameters comparison in control group at walking ( $\bar{x} \pm s, n=10$ )

Parameter	Left	Right
Step length(cm)	65.23±6.42	64.50±6.53
Support period percentage	0.595±0.03	0.591±0.05
Single support period percentage	0.406±0.05	0.425±0.06
Pelvis cross section rotation degree (°)	10.10±3.29	10.90±4.38
Pelvis sagittal rotation degree(°)	3.38±0.80	3.33±0.74
Maximum flexion of knee(°)	60.40±6.22	60.50±6.85

正常步态具有对称、稳定的特点。表1可见, 经过配对 $t$ 检验, 对照组左右侧运动多项参数差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。特别是双侧步长的一致性反映步态对称性与稳定性的敏感指标<sup>[2]</sup>。

2.2 偏瘫患侧与对照组下肢关节运动参数比较 可以认为对照组双下肢的运动是对称的, 取其双侧的均值与实验组患侧进行比较, 结果见表2。

表1 偏瘫患侧与对照组下肢关节运动分析  
Table 1 Limb joint motion analysis of two groups ( $\bar{x} \pm s, n=10, ^\circ$ )

Parameter	Affected side of experimental group	Control group	$P$
Hip flexion	36.00±14.88	38.9±8.87	0.603
Hip extension	0.00±9.04	-0.60±9.09	0.272
Range of motion of hip flexion	40.00±10.87	47.50±5.73	0.070
Hip abduction	1.70±2.71	5.95±3.37	0.006 <sup>a</sup>
Hip external extension	-0.90±4.30	-0.05±1.57	0.004 <sup>a</sup>
Range of motion of hip coronal plane	11.60±3.75	11.00±2.62	0.683
Hip internal rotation	0.60±4.88	5.55±2.99	0.014 <sup>a</sup>
Hip external rotation	-2.60±7.01	-0.20±3.27	0.003 <sup>a</sup>
Range of motion of hip rotation	13.20±5.27	9.75±2.09	0.070
Knee flexion	47.20±10.98	60.45±6.46	0.004 <sup>a</sup>
Knee extension	-0.10±4.46	0.25±3.05	0.065
Range of motion of knee flexion and extension	49.50±8.94	60.20±6.39	0.006 <sup>a</sup>
Range of motion of knee coronal plane	6.50±2.52	4.80±1.49	0.082
Range of motion of knee rotation	11.45±4.66	11.75±2.25	0.857
Ankle extension	10.10±3.28	11.95±3.03	0.207
Ankle plantar flexion	-2.70±4.37	-0.60±4.51	0.054
Range of motion of ankle flexion and extension	20.50±6.45	20.55±4.78	0.985

<sup>a</sup> $P < 0.05$

<sup>1</sup>上海中医药大学附属上海市中医医院推拿科, 上海市 200071;  
<sup>2</sup>上海中医药大学附属岳阳医院, 上海市 200437

王桂茂☆, 男, 1979年生, 上海中医药大学毕业, 博士, 主治医师, 主要从事脑卒中的中西医结合康复治疗。  
wgm613@126.com

通讯作者: 严隽陶, 教授, 主任医师, 博士生导师, 现任上海市针灸推拿临床医学中心主任。

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 1673-8225 (2010)52-09816-03

收稿日期: 2010-06-19  
修回日期: 2010-10-06  
(20100127021/G · A)

表2可见, 实验组患侧下肢关节运动与对照组相比, 髋关节内收、外展与髋关节旋内、旋外运动差异具有显著性意义( $P < 0.05$ ); 膝关节屈曲与膝关节屈伸活动范围差异具有显著性意义( $P < 0.05$ ); 说明偏瘫步态表现为髋外展、旋外活动增大, 而内收、旋内活动减少, 膝关节屈曲活动受限; 髋关节旋转活动范围、最大伸膝角度、膝关节冠状面活动范围、踝关节最大跖屈角度虽表现出增大的趋势, 但差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

行走能力是各项生活能力的重要基础。偏瘫步态是脑卒中重要的临床表现之一, 脑卒中康复治疗的目标之一, 便是步行能力的恢复, 从而为提高患者的日常生活能力和改善患者的生活质量打下基础。而客观准确的偏瘫步态分析对评定脑卒中残疾程度及其机制、制定有效的治疗方案具有重要意义。运动学分析技术的关键是不限制躯体的自由运动, 目前多采用三维运动解析技术对步行中节段性运动进行评定<sup>[3]</sup>。

脑卒中偏瘫步态是由于中枢神经系统损伤引起肌张力和运动控制的变化而导致的步态异常<sup>[4]</sup>。目前所开展的偏瘫步态运动分析多以下肢各关节矢状面上的运动为主。本文中尝试将冠状面与横断面上的运动也纳入分析范围。研究结果显示, 实验组髋关节最大内收、外展与最大旋内、旋外角度与对照组相比差异具有显著性意义。偏瘫步态者冠状面髋关节内收减小, 外展活动增大; 横断面内最大旋外角度增加。最大屈膝角度与膝关节屈伸活动范围与对照组相比, 差异具有显著性意义。膝关节屈曲活动明显受限。有研究显示偏瘫者髋关节最大伸展角度与踝关节最大背伸角度与正常人存在显著差异。本文中仅显示出这一趋势, 而结果无显著性意义, 可能与研究的样本量较小有关。

首次着地时, 由于患侧下肢存在的共同运动模式, 分离运动不充分, 髋、膝屈曲度均低于正常人。摆动期时, 同样由于共同运动的缘故, 膝关节屈曲受限, 从而使患侧下肢长度变长, 为使患肢能够迈步, 患侧髋关节出现代偿性的外展、外旋以划圈来迈步。这就是临床上所见的“划圈”步态。正常步行过程中, 支撑期支撑侧髋关节内收, 具有减小重心侧向移动距离的作用<sup>[5]</sup>。偏

瘫者则表现出内收减小, 这种变化使得重心侧向移动距离加大。这种变化, 也是为了消除膝踝关节的残损而产生的一种代偿。但是同时使重心移动范围超出正常界限, 因而从减少步行耗能的角度考虑, 仍然有必要对其进行纠正。膝关节最大屈曲发生在摆动期, 以确保下肢向前摆动时不为地面所绊(足廓清)<sup>[2]</sup>。研究所显示的膝关节屈曲受限, 说明由于屈膝不足, 形成廓清功能障碍。偏瘫患者由于跖屈肌痉挛, 蹬离动作消失而最终影响了下肢前摆的幅度。本文中虽然偏瘫者步行中踝关节跖屈角度较大, 但根绝临床经验分析, 这是由于足下垂所致, 而不是发生在行走中的蹬离动作。

正常的常速步行时, 肌肉做功不多, 在很大程度上利用重心的惯性前移及反复的失平衡过程向前推进。这种运动模式的前提是机体的运动是协调的。正常人的步态, 髋膝踝的关节角度都在变化而且协调的非常好。虽然在运动分析中可以将各关节的运动分开来看, 但偏瘫者任何部位的运动异常, 都在一定程度上反应了这种协调运动的障碍。因而对偏瘫步态者除了进行相应关节的稳定性训练, 对下肢关节运动之间的协调性训练也是必不可少的。

### 4 参考文献

- [1] Baker R. Gait analysis methods in rehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2006;3:4.
- [2] Yun XP. Beijing: Huaxia Publishing House. 2005: 67. 恽晓平. 康复疗法评定学[M]. 北京: 华夏出版社, 2005: 67.
- [3] O'Byrne JM, Jenkinson A, O'Brien TM. Quantitative analysis and classification of gait patterns in cerebral palsy using a three-dimensional motion analyzer. Child Neurol. 1998;13(3): 101-108.
- [4] Li QQ, Wu ZY. Shenjing Sunshang yu Gongneng Chongjian. 2007; 2(2):116-118. 李青青, 吴宗耀. 步行中胫前后肌群的表面肌电图[J]. 神经损伤与功能重建, 2007,2(2):116-118.
- [5] Schmid OA. A new calibration method for 3-D position measurement in biomedical applications. Biomed Tech. 2001; 46(3):50-54.

#### 来自本文课题的更多信息——

**基金资助:** 上海市科委: 脑卒中的二级预防研究(03DZ19705)。

**作者贡献:** 设计、实施、评估均为本文作者, 均经过正规培训。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。