

膝关节骨性关节炎患者步态运动学参数的研究

李 伟^{1,2} 汪宗保¹ 李国平² 周敬滨²

摘要 目的:定量分析膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis,KOA)患者步态运动学参数的变化特点。**方法:**利用三维动作分析系统对轻病组、重病组膝关节骨性关节炎患者和对照组各 30 名进行运动学参数测试。**结果:**两组患者与对照组的时空参数相比,支撑期百分比参数较大($P<0.05$)。关节角度方面,轻病组、重病组分别和对照组相比,最大伸髋角度明显减小($P<0.05$);足跟着地期伸膝角度、支撑期最大屈膝角度和支撑期最大伸膝角度等参数均明显减小($P<0.05$);踝关节支撑期最大跖屈角度和最大背屈角度较小($P<0.05$),重病组与其他两组的差异较大($P<0.001$)。**结论:**KOA 患病组与对照组步态的运动学参数存在明显差异,说明患者为减少患病部位的负荷采取了相应的代偿策略。

关键词 膝关节骨性关节炎; 步态; 运动学参数

中图分类号:R684,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2008)-01-0011-03

The research of gait kinematics parameters in the knee osteoarthritis patients/LI Wei, WANG Zongbao, LI Guoping,et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(1): 11—13

Abstract Objective:To make quantitative analysis of gait kinematics parameters in the knee osteoarthritis patients. **Method:**Thirty less severe KOA(L) patients,30 more severe KOA(M) patients and 30 control subjects were measured with VICON MX13 motion analysis system respectively. **Result:**In partly time-space parameters, KOA patients had more percent of stance phase than the control group ($P<0.05$). In joint angle, compared with control subjects respectively, L group and M group had less peak hip extensive angle ($P<0.05$); Less knee extensive angle during heel strike; Less peak knee flexion angle and less peak knee extensive angle during stance phase ($P<0.05$); Less peak plantar flexion angle and less peak dorsiflexion angle of ankle joint during stance phase ($P<0.05$). **Conclusion:**In KOA patients, there are notable differences in gait kinematics parameters analysis.

Author's address Dept. of Graduate of Shanghai University of Sports,Shanghai,200438

Key words knee osteoarthritis; gait; kinematics parameters

膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis,KOA)是中老年人的多发病。目前,关于膝关节 OA 发病机制的研究,国外多数关注的是膝关节的动力学与运动学改变^[1-3]、地板应力变化^[1-2,4]和膝关节矢状面力学表现^[3,5-7],我国对该病的步态研究报道还未起步。本研究旨在通过观察不同病情患者的步态,总结患者下肢各关节的运动学参数变化特点,为膝关节 OA 发病机制及康复治疗提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

2005 年 3 月—2006 年 4 月,国家体育总局运动医学研究所体育医院门诊的 60 例双膝关节内侧面 OA 患者,符合美国类风湿学会胫股关节 OA 的诊断标准,内侧关节间隙比外侧狭窄,具备反馈术后感受的能力,包括原有膝关节创伤的患者。排除有外伤、糖尿病、感染性关节疾病者及仅有髌股关节 OA 者、OA 以外的病症(包括单纯软骨损伤无关节炎)、诊断模糊者(如同侧髌关节 OA 或神经根病变等),患者无其他影响下肢功能的疾病、神经系统疾病和严

重的心血管疾病。

临床膝关节功能用 Lysholm 功能表评价,X 线分级按照国际上 Kellgren/Lawrence 影像分级标准(K/L 分级)。轻病组(less severe KOA,LKOA):K/L 分级 $\leq$ Ⅱ级者,30 例;重病组(more severe KOA,MKOA):K/L 分级 $\geq$ Ⅲ级者,30 例;对照组(control subjects,CON):选择年龄、性别、体重、身高与患病组相当的正常人 30 例(见表 1)。三组中各组男女性别比均为 2:3。

表 1 研究对象资料 ($\bar{x}\pm s$)

指标	轻病组(n=30)	重病组(n=30)	对照组(n=30)
年龄(岁)	65.2 $\pm$ 8.0	63.5 $\pm$ 9.2	61.7 $\pm$ 12.3
身高(cm)	164.9 $\pm$ 8.8	165.1 $\pm$ 7.4	172.8 $\pm$ 7.7
体重(kg)	73.3 $\pm$ 10.7	71.4 $\pm$ 10.1	69.4 $\pm$ 10.2
Lysholm 评分	26.4 $\pm$ 9.7	22.2 $\pm$ 8.4	—
K/L 分级	$\leq$ Ⅱ	$\geq$ Ⅲ	—

1 上海体育学院研究生处,上海,200438

2 国家体育总局运动医学研究所

作者简介:李伟,男,主治医师

收稿日期:2007-11-19

1.2 方法

本实验在国家体育总局运动医学研究所三维动作分析实验室完成。实验设备包括三维运动动作分析系统 (VICON MX13, Oxford Metrics LTD, 包括 VICON MX13 主机, MX net 集成器, 6 架高速三维摄像机) 和测力台。

测量需进行系统校正、测量、贴记标记点、采集静态数据等。

贴记: 按系统 Plug-in-gait 软件要求对下肢进行标记贴点, 自上而下为: 双侧髂前上棘, 髂后上棘, 大腿外侧 (膝关节屈伸轴到髌前上棘在大腿的投影处), 膝关节旋转中心, 小腿外侧 (膝关节屈伸轴到外踝在小腿的投影处), 外踝, 足跟上, 第二跖骨头表面, 共计 16 点。标记点贴记后, 使测试对象静止站立 5s, 采集静态站立图像校正解剖中立位。

测量: 划定行走起始线, 实验对象于起始线行走, 根据不同实验对象步幅大小校正起始位置, 从而使行走时左右足分别完全踏在测力台上。经数次适应性行走后, 开始正式测量。测量时开启测力台按钮, 要求患者采取自主步态, 测试现场无他人进行暗示与影响, 充分放松状态下行走, 并进行反复测量, 多次反复测量有利于减少受试者心理因素引起的步态测试误差。选取符合要求的 3 次稳定无过多杂讯的测试结果, 将结果平均后即实验对象的测试结果。

运用机器自带 Polygon2.4 软件和 Bodybuilder 3.6 分析软件对相关数据进行处理。所采数据包括时空参数和关节活动度参数, 选取步态周期中有代表性的特征点进行分析。

1.3 统计学分析

数据采用 Excel 录入并对其作单因素方差分析 (ANOVA) 和独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 为组间数据比较差异具有显著性。

2 结果

2.1 时空参数

见表 2, 所有受试者均采用自主步态, 在无痛或能耐受的轻度疼痛状态下以相同的步速赤脚水平行

走。轻病组、重病组分别和对照组相比, 时间距离指标的支撑期百分比参数较大, 差异有显著性 ($P < 0.05$); 三组在步态周期、步幅和步长等参数上无明显差别 ($P > 0.05$)。

2.2 下肢关节活动角度参数

见表 3。髋关节: 轻病组、重病组分别和对照组相比, 最大伸髋角度明显减小, 有显著性差异 ($P < 0.05$), 其中重病组与对照组在最大伸髋角度上差异有非常显著性 ($P < 0.001$), 轻病组与重病组相比, 最大伸髋角度较大, 差异也存在显著性 ($P < 0.05$)。其他矢状面角度显示无明显不同。

膝关节: 轻病组、重病组分别和对照组相比, 足跟着地期伸膝角度、支撑期最大屈膝角度、最大屈膝角度、支撑期最大伸膝角度等参数均明显减小, 差异有显著性 ($P < 0.05$), 其中重病组与对照组在以上参数的差异尤其显著 ($P < 0.001$); 轻病组与重病组相比, 以上参数差异也存在显著性 ($P < 0.05$)。

踝关节: 轻病组与对照组在支撑期最大跖屈角度和最大背伸角度相比前者较小, 差异存在显著性 ($P < 0.05$); 重病组与其他两组差别较大, 所有参数均明显小于其他两组, 差异存在显著性 ($P < 0.001$)。另外, 轻病组与对照组相比, 支撑期最大跖屈角度和最大跖屈角度较小, 差异存在显著性 ($P < 0.05$)。

表 3 关节角度参数

测试指标	轻病组	重病组	对照组
髋关节			
足跟着地期屈髋角度	28.5±4.2	28.5±6.1	28.6±4.2
支撑期最大屈髋角度	29.4±5.7	29.3±7.4	29.5±7.6
最大伸髋角度	-11.2±6.7 ^①	-3.8±0.6 ^{①②}	-14.0±6.5
膝关节			
足跟着地期伸膝角度	1.7±0.2 ^①	2.6±0.4 ^{①②}	-1.3±3.0
支撑期最大屈膝角度	6.7±3.2 ^①	5.0±2.6 ^{①②}	9.6±3.0
最大屈膝角度	49.7±5.6 ^①	43.7±4.7 ^{①②}	52.8±4.8
支撑期最大伸膝角度	0.4±4.0 ^①	1.7±7.2 ^{①②}	-2.8±4.0
踝关节			
足跟着地期踝背伸角度	-3.6±2.6	-12.1±5.0 ^{①②}	-3.9±3.2
支撑期最大跖屈角度	-6.1±3.0 ^①	-17.1±3.0 ^{①②}	-8.7±3.0
最大背伸角度	11.9±4.4	20.1±3.5 ^{①②}	11.3±3.8
最大跖屈角度	-16.8±8.1 ^①	-28.8±8.3 ^{①②}	-20.9±4.0

①与对照组比较 $P < 0.05$; ②与轻病组比较 $P < 0.05$ 。正值代表髋膝屈曲、踝背伸; 负值代表髋膝伸直过中立位、踝跖屈。

3 讨论

3.1 时空参数

在步态分析应用中常见的时空参数有步频、步幅、步长、步速、步态周期、支撑期百分比等。步长是一侧肢体足跟 (足尖) 到另一侧足跟 (足尖) 的距离, 步幅是一侧足跟着地到再次着地时的距离, 是连续两个步长的总合。步态周期是完成一个步幅所用的时间。在自主步速行走时, 步频、步幅、步长、步态周

表 2 时空参数

指标	轻病组	重病组	对照组
步频 (步/min)	106.3±12.4	102.5±15.1	106.9±5.4
步态周期 (s)	1.18±0.1	1.15±0.2	1.13±0.1
支撑期 (%)	61.3±4.5 ^①	62.1±1.7 ^{①②}	58.3±2.1
步幅 (m)	1.16±0.1	1.12±0.13	1.19±0.1
步长 (m)	0.58±0.1	0.56±0.1	0.59±0.1
步速 (m/s)	1.02±0.2	0.99±0.2	1.05±0.1

①与对照组比较 $P < 0.05$; ②与轻病组比较 $P < 0.05$

期等时空参数与身高、性别、年龄有关。支撑期百分比通常和年龄有关。为排除这些因素对实验的影响,选取三组的平均身高相似、性别比例和年龄分布一致的实验对象,而且在统计学上差异无显著性。

本研究中所有研究对象均以相同的速度行走,这样可以避免步行速度的不同对步态模式的影响^[9-11]。同时,重病组和轻病组的疼痛程度与髌股关节间隙狭窄程度相同,这样可以避免其对步态模式的差别的影响。结果显示,支撑期百分比参数轻病组和重病组明显大于对照组,以重病组尤其显著($P<0.001$),其他参数无明显差异。可能与患者为避免关节负重时疼痛加重而采取的代偿策略有关。

当然某些时空参数的大小还取决于关节活动角度参数的变化,我们在对步态周期中时空参数进行分析时,需要对行走时关节角度的变化进行详细的分析,才能对时空参数的变化做出较为准确的评价。

3.2 关节角度参数

人体主要靠髋、膝、踝关节角度的不断变化,使左右腿持续交替摆动而实现行走的。在影响下肢关节活动的内部因素中,关节角度会受年龄的影响,不同年龄的正常人群下肢关节活动度也具有相应的年龄特点。矢状面上老年人和儿童屈髋角度较青壮年加大,而膝关节角度有所降低^[11]。正常膝关节屈伸范围为 -5° — 140° ,行走时屈伸角度为 7° — 70.2° 。行走时,膝关节屈曲出现两次波峰,第一次波峰较小,一般出现在预支撑期,此时重心开始由一侧肢体转移到另一侧肢体,膝关节此时屈曲是为了缓冲骤然增高的关节作用力,第二次波峰较大,出现在摆动中期,其峰值为膝关节在行走过程中的屈曲最大值。同时膝关节在整个步态周期时还出现两次最大伸膝位,分别出现在足跟着地期和摆动前期。

本研究下肢各关节矢状位屈曲角度差异均有显著性,其中以膝关节尤著。膝关节在屈膝小于 15° 的范围内,股四头肌对胫骨的前向拉力随膝关节屈膝角度的增加而增加;而膝关节过伸会使腘绳肌受到牵拉,物理长度增加,使腘绳肌产生长度-拉力效应,反射性的刺激腘绳肌收缩,从而限制胫骨前移。膝关节OA患者为避免屈膝负重而加重疼痛,往往采取轻微膝关节过伸位负重以减少关节面压力。长期异常步态会导致股四头肌萎缩,腘绳肌及膝关节后关节囊挛缩。由此形成足跟着地期伸膝角度三组均为重病组>轻病组>对照组;最大屈曲角度在膝、髌关节三组亦呈重病组>轻病组>对照组的的关系;在踝关

节最大屈伸角度重病组明显大于其他两组。说明下肢其他关节为缓解膝关节疼痛,减少膝关节摆动耗能,膝关节伸膝角度减小,以便进行下一步的屈膝运动而做出了代偿性改变;下肢关节角度改变与病情程度有一定的相关性,患病组为减少膝关节摆动耗能,第二次伸膝角度的减小,以便进行下一步的屈膝运动。

综上所述,KOA患病组与对照组步态运动学参数的特点和差异可为临床步态分析和进一步研究和治疗提供参考。

参考文献

- [1] Baliunas TJ, Hurwitz DE. Increased knee joint loads during walking are present in subject with knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis and Cartilage, 2002, 10: 573—579.
- [2] Gok H, Ergin S, Yavuzer G. Kinetic and kinematic characteristics of gait in patients with medial knee arthrosis [J]. Acta Orthop Scand, 2002, 73: 647—652.
- [3] Childs JD, Sparto PJ, Fitzgerald GK, et al. Alterations in lower extremity movement and muscle activation patterns in individuals with knee osteoarthritis [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2004, 19: 44—49.
- [4] Kaufman KR, Hughes C, Morrey BF, et al. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis [J]. J Biomech, 2001, 34(7): 907—915.
- [5] Chen CP. Sagittal plane loading response during gait in different age groups and in people with knee osteoarthritis [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2003, 82(4): 307—312.
- [6] McGibbon CA, Krebs DE. Compensatory gait mechanics in patients with unilateral knee arthritis [J]. J Rheumatol, 2002, 29: 2410—2419.
- [7] Al Zahrani KS, Bakheit AM. A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee [J]. Disabil Rehabil, 2002, 24(5): 275—280.
- [8] Mundermann A. Secondary gait changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis: increased load at the ankle, knee, and hip during walking [J]. Arthritis Rheum, 2005, 52(9): 2835—2844.
- [9] Bejek Z, Paroczai R, Illyes A, et al. The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(7): 612—622.
- [10] Landry SC, McKean KA, Hubley-Kozey CL, et al. Knee biomechanics of moderate OA patients measured during gait at a self-selected and fast walking speed [J]. J Biomech, 2006, 39(11): 2012—2020.
- [11] 胡雪艳, 恽小平, 郭忠武, 等. 正常成人步态特征研究 [J]. 中国康复理论与实践杂志, 2006, 12(10): 855—857.