

基于步态分析的膝骨关节炎病理步态机理及诊疗评估探讨*

陈 果¹, 王 宏¹, 汪学良¹, 艾 健^{2△}

(1. 昭通市中医医院, 云南 昭通 657000; 2. 云南省中医医院, 云南 昆明 650021)

摘要: 随着科学技术迅速发展, 步态分析可以通过检测生物力学参数来反映膝骨关节炎患者的病情程度以及评估其步行能力, 并为患者的治疗及康复训练提供具体数据作为依据。本文通过简述膝骨关节炎的步态生物力学基础、病理步态机理, 浅析膝骨关节炎患者的步态特征, 并以此为膝骨关节炎诊疗评估提供依据。

关键词: 步态分析; 膝骨关节炎; 病理步态机理; 诊疗评估

中图分类号: R684.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-2723(2022)04-0096-03

DOI: 10.19288/j.cnki.issn.1000-2723.2022.04.019

Evaluation of Pathological Gait Mechanism and Diagnosis and Treatment of Knee Osteoarthritis Based on Gait Analysis

CHEN Guo, WANG Hong, WANG Xueliang, AI Jian

(1.Zhaotong Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhaotong 657000, China;

2.Yunnan Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Kunming 650021, China)

ABSTRACT: With the rapid development of science and technology, gait analysis can reflect the degree of knee osteoarthritis patients and evaluate their walking ability by detecting biomechanical parameters, and provide specific data as a basis for the treatment and rehabilitation training of patients. This paper briefly describes the gait biomechanical basis and pathological gait mechanism of knee osteoarthritis, and briefly analyzes the gait characteristics of knee osteoarthritis patients, so as to provide a basis for the diagnosis and evaluation of knee osteoarthritis.

KEY WORDS: gait analysis; knee osteoarthritis; pathological mechanism of gait; diagnosis and treatment assessment

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是一种导致膝关节功能活动障碍的退行性疾病, 主要临床表现为膝关节面软骨发生退行性病变或结构破坏, 同时伴有软骨骨质增生、软骨剥脱, 进而关节逐渐损坏、畸形^[1]。流行病学调查表明, 我国 KOA 患病率约为 18%^[2]。KOA 的病因及机制尚未完全明确, 目前认为该病与年龄、肥胖、创伤、应力失衡、内分泌、软骨代谢、免疫异常、遗传等多种因素相关^[1]。

本病病理及临床特点于中医古籍中早有描述, 《内经》记载:“病在骨, 骨重不可举, 骨髓酸痛, 寒气至, 名曰骨痹。”《千金方》称之为“骨极”, 认为骨痹发展持续加重, 可累及于肾。《金匱要略》认为膝骨关

炎属“中风历节病”, 其病理为“筋伤”“骨萎”, 临床主要表现为“历节痛, 不可屈伸”。KOA 患者的主要临床表现之一是步态改变, 步态可以在一定程度上反映膝关节病变的部位、缓急、轻重等特性。本文从步态产生的生物力学基础、病理步态的发生机理及步态分析在 KOA 的诊断、疗效的评估进行探讨, 为 KOA 临床治疗及科研的开展提供一定的参考。

1 步态产生的生物力学基础

步态是人体在步行时身体脚步的姿态统称, 具有其特有的方向性、节律性、协调性、周期性等特征。正常条件下, 步行者通过双脚交互动作移行其身体, 其动力的来源主要是下肢和躯干肌肉的作用。步行过程

收稿日期: 2022-06-25

* 基金项目: 云南省基础研究专项青年项目(20210AH070087); 云南省基础研究专项青年项目(202101AZ070001-305)

第一作者简介: 陈果(1977-), 男, 副主任医师, 研究方向: 针灸推拿学。

△通信作者: 艾健, E-mail: aijian200819@163.com

中,步长适当、身体平稳,耗能最少^[3]。正常的步行过程中,重心可以最小的限度定位在骨盆,并不会偏移重力线,伴随正常的各关节运动和相应力量的作用,可维持整个人体稳定^[4]。

肌肉肌腱的生物力学性能可以从其弹性性能、横切面积及肌纤维数特性等判定。对肌肉黏弹性的测试材料主要用动物^[5]或者尸体^[6]的肌腱。万能材料测试系统(MTS)机,BOSE-3330生物力学动态力学的测试平台^[7],ZWICK材料试验机^[8]等是目前应用较多的肌肉拉伸试验测试仪器。酶组织化学研究认为,人体骨骼肌中至少包含两种类型肌纤维,即I型和II型肌纤维,I型肌纤维主要含有琥珀酸脱氢酶等高浓度的氧化酶类;II型肌纤维主要含有磷酸化酶等高浓度糖酵解酶。目前,主要是以肌球蛋白重链、肌球蛋白ATP酶的染色^[9]免疫组织化学进行分类,确定研究的骨骼肌肌纤维类型^[10]。以万能材料测试系统(MTS)机对新西兰兔股直肌拉伸测试,采用肌球蛋白ATP酶的染色法进行研究。肌肉肌腱参与了人体运动和承载负荷的过程,肌腱中平行的胶原纤维等长拉伸和收缩产生了力及能量的吸收^[11-12]。肌肉以刚度的改变对抗载荷的力^[13]。对于肌肉力学黏弹性的量化研究可有助于对肌肉生物力学变化的理解。胶原纤维是人体韧带肌腱的主要部分,其中弹性纤维使其具有一定的弹性性能。韧带的特性决定了其在载荷过程中的尺寸、形状及加载的速度。韧带撕脱部分多是因为较慢的加载速度产生。韧带强度取决于肌纤维的厚度、宽度,同一方向上的韧带肌纤维数等。膝关节步态产生的生物力学基础与股骨、髌骨、胫腓骨等内源稳定系统有关,及膝周肌肉、肌腱软组织等外源稳定系统的形态结构、力学性能等密切相关。

2 病理步态的发生机理

对于膝关节来说,膝关节屈伸功能正常是其步行中平衡和稳定的基础,其肌群的功能在步行过程中发挥了极其重要的作用。如果肌力下降,会导致行走过程中人体步行晃动不稳、关节的运动幅度减小和肌肉韧带弹性下降。加上由年龄、肥胖、不经意的外伤或其它原因引起病理性的改变,逐渐产生病理疼痛。

病理条件下,KOA患者为了避免在屈膝时的负重增加疼痛,常常会采取一定的膝关节过伸体位进行负重,以便减小关节面的压力^[14],在行走和上下楼梯

过程中会产生相应保护性的屈膝步态,逐步导致伸膝关节的肌群中股四头肌内侧头的萎缩^[15]、力量下降,出现膝关节周围肌群的肌力减小,引起患者膝关节稳定性下降。患者行走和上下楼时,为了维持身体的平衡和稳定,膝关节内侧的屈膝肌群会出现绷紧状态,引起或者加重其股内侧的屈膝关节肌群止点的炎症,而增加疼痛,并导致关节后关节囊和股内侧肌群的挛缩,加重股骨内侧髁、胫骨平台内髁之间的磨损。患者股四头肌的肌力逐渐小,大腿的周径也逐渐减小,其股四头肌会产生进一步的萎缩,导致膝关节中心部位的下肢重力线向内侧偏移,从而进一步增加膝关节的内翻畸形,也加快了膝关节病的病程,并产生相应的病理性步态。

由于膝关节步态活动产生一定程度的进行性摩擦,患者无意识地把重心往健肢方向移,减小患肢负重,健肢负重因此逐渐增大,引起两侧膝关节都受累,双侧都出现不同程度的股四头肌萎缩,患肢与健肢的股四头肌肌力逐渐减小^[16],引起双侧膝骨关节炎改变,步行过程中产生复杂的病理性步态,增加了膝关节的失稳复杂性。

3 步态分析对KOA诊疗评估的探讨

步态分析方法刚起步时只能做一些静态的分析,如足印法、测力鞋、测力板、足底照相机、光学足压计等^[17]。目前,步态分析方法在康复医学研究等领域中得到了越来越深入的开展。步态分析系统检测可避免外界的干扰,测试结果可提供人体在行走过程中重心的空间位移、速度、加速度、地反力、肌肉及关节活动、关节内力和力矩变化等各项人体的生物运动学信息^[18]。步态分析技术可以检测到多项生物力学参数,并通过这些参数来评估患者的步行能力,故步态分析技术成为当前评估KOA下肢生物力学改变的常用方法。

步态分析中的时空参数主要有步频、总支撑相等,可反映患者的步行能力。动力学参数主要包括地面反作用力测定,如前后分力、垂直分力和侧相分力,可以反映行走中支撑下肢离地和负重的能力,支撑腿的制动及驱动能力和侧方负重能力及稳定性。运动学参数有关节角度曲线、跨步特征、角度-速度图等,可以描述步行中骨盆的位置,身体重心,髌、膝、踝关节等运动变化的规律。可见,步态分析包括了生物力学、

动力学、运动学等对步行的检测,可真实反映步态现状,可以对患者步态做出量化的指标,优于以前的大体目测观察法,是目前相对先进的、可以客观地评定患者步态功能的技术方法,为矫形外科^[19]及康复医学领域相关疾病的病机、病因、疗效和功能评定等提供了客观、真实的依据^[20]。步态分析可用于步行中肢体及关节活动运动、足地作用力的观察和分析,关节内的应力分布及韧带、肌肉力的统计和分析^[21]。关于 KOA 发病机理研究目前主要集中在膝关节步态和运动学参数的改变^[22]、膝关节矢状面的力学^[23]及地板应力参数变化等方面^[24]。

4 结语

《黄帝内经》云:“有诸于内,必行诸于外。”膝关节内的病变导致结构或者功能的改变必然从不同的角度和程度反映出来。步态参数的改变是其病变反映的客观指标之一。步态分析可从生物力学、动力学、运动学等角度为膝骨关节稳定性诊疗的评估提供较为安全、客观、可靠的参数,可弥补目前该病诊疗评估的不足。伴随科学技术的发展,追求无痛苦、无伤害诊疗的评估是医学的发展趋势。目前已有部分医疗机构和科研单位利用步态分析进行膝骨关节炎的基础及临床研究,相信步态分析将对膝骨关节炎诊疗的评估研究提供一定的帮助。

参考文献:

- [1] 郭晓芬,李长辉,林斌强,等. 基于步态分析探讨膝骨性关节炎的治疗方向[J]. 中医临床研究,2020,12(34):138-141.
- [2] 王斌,邢丹,董圣杰,等. 中国膝骨关节炎流行病学和疾病负担的系统评价[J]. 中国循证医学杂志,2018,18(2):134-142.
- [3] GÉLAT T,PELLEC A L,BRENIÈRE Y. Evidence for a common process in gait initiation and stepping on to a new level to reach gait velocity[J]. Exp Brain Res,2006,170(3):336-344.
- [4] 杨晓露,张津沁,胡小卫,等. 膝骨关节炎患者步态中膝关节三维运动特征[J]. 中国康复,2022,37(2):90-94.
- [5] RETTINGER C,EIBL S,RÜDE U,et al. Rheology of mobile sediment beds in laminar shear flow:effects of creep and polydispersity[J]. Journal of Fluid Mechanics,2021,932(401):350-384.
- [6] OSSAREH A,ROSENTRITT M,KISHEN A. Biomechanical studies on the effect of iatrogenic dentin removal on vertical root fractures[J]. J Conserv Dent,2018,21(3):290-296.
- [7] 袁伟,刘玉杰,汪爱媛,等. 多股肌腱等张编织缝合的生物力学效应[J]. 军医进修学院学报,2010,31(10):949-950.
- [8] 朱行飞,张新潮,陈博. 股直肌腱中 1/3 与前交叉韧带的生物力学比较[J]. 中国组织工程研究,2012,16(11):1945-1947.
- [9] GOLLNICK P D,PARSONS D,OAKLEY C R. Differentiation of fiber types in skeletal muscle from the sequential inactivation of myofibrillar actomyosin ATPase during acid preincubation[J]. Histochemistry,1983,77(4):543-555.
- [10] KORFAGE J A,VAN WESSEL T,LANGENBACH G E,et al. Heterogeneous postnatal transitions in myosin heavy chain isoforms within the rabbit temporalis muscle [J]. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol,2006,288(10):1095-1104.
- [11] SAWADKAR P,SIBBONS P,AHMED T,et al. Engineering of a functional tendon using collagen as a natural polymer[J]. ACS Biomater Sci Eng,2019,5(10):5218-5228.
- [12] CARLO A F. Special Issue: Movement biomechanics and motor control[J]. Applied Sciences,2020,10(9):1130-1138.
- [13] OBST S J,HEALES L J,SCHRADER B L,et al. Are the mechanical or material properties of the achilles and patellar tendons altered in tendinopathy? a systematic review with Meta-analysis[J]. Sports Med,2018,48(9):2179-2198.
- [14] 吴沛冉,何瑞建,邵瑞萌,等. 基于文献数据挖掘艾灸治疗膝骨关节炎的选穴规律[J]. 云南中医学院学报,2020,43(6):62-68.
- [15] 周沁心,陈继鑫,牛朴钰,等. 基于“筋柔骨正”理论探讨补肾活血法治疗膝骨关节炎[J]. 云南中医学院学报,2021,44(4):97-102.
- [16] LIU-AMBROSE T,KATARYNYCH L A,ASHE M C,et al. Dual-task gait performance among community-dwelling senior women:the role of balance confidence and executive functions[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci,2009,64(9):975-982.
- [17] 岳雨珊,俞君,张文毅,等. 三维步态分(下转第 102 页)