

footscan® SCSi高频平板测试不同膝骨关节炎患者自然行走步态的生物力学比较

张昊华^{1,2}, 闫松华¹, 刘志成¹

Comparison in gait biomechanics of naturally walking patients with different knee osteoarthritis using footscan® SCSi high frequency plate system

Zhang Hao-hua^{1,2}, Yan Song-hua¹, Liu Zhi-cheng¹

Abstract

BACKGROUND: Knee osteoarthritis (KOA) is closely correlated with biomechanics. Modern gait analysis for sole pressure distribution of KOA patients is little.

OBJECTIVE: To analyze the gait characters of patients with different KOA during walking with normal speed and to investigate the cause for walking instability.

METHODS: To test the gait parameters of 22 patients in KOA when walking using the footscan® SCSi high frequency plate system.

RESULTS AND CONCLUSION: Differences were found in the parameters of the patients in left knee pain, right knee and double knees pain including the gait phase, the contacting time between every plantar area and ground and foot balance. The gait parameters of the KOA patients reflect the unstable factors in walking.

Zhang HH, Yan SH, Liu ZC. Comparison in gait biomechanics of naturally walking patients with different knee osteoarthritis using footscan® SCSi high frequency plate system. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(43): 8019-8023. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 膝骨关节炎与生物力学因素密切相关。文献中应用现代步态分析方法对膝骨关节炎患者足底压力分布的研究报道较少。

目的: 分析不同膝骨关节炎患者自然行走过程中的步态特征, 试图探讨患者行走过程中不稳定的成因。

方法: 采用 footscan® SCSi 高频平板测试系统对 22 例中老年膝骨性关节炎患者进行了平地常速行走时步态特征的测试。

结果与结论: 左膝疼、右膝疼和双膝疼患者的健侧和患侧的步态分期参数、足底各区域与地面的接触时间以及足的平衡参数存在着不同程度的差异。膝骨关节炎患者的步态参数反映了他们行走过程中存在着不稳定因素。

关键词: 膝骨关节炎; 步态; 常速自然行走; 运动学; 足底压力

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.43.011

张昊华, 闫松华, 刘志成. footscan® SCSi 高频平板测试不同膝骨关节炎患者自然行走步态的生物力学比较 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(43):8019-8023. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是以关节软骨退变为主要病理特征的慢性临床综合征, 多见于老年人, 极大地影响老年人的生活质量, 严重者致残致障, 被称为“不死的癌症”。在各种类型的膝关节炎中, 骨性关节炎是与生物力学因素关系最密切的一种。力、冲量等力学参数的高低, 影响着膝骨关节炎的疾病进程, 在患者的功能评定和康复疗效评价中, 对它们的测定有着不可替代的作用。现代步态分析技术能够测量这些力学参数, 因此日益受到人们的关注^[1]。

步态受到人体解剖结构、生理功能、运动控制能力及心理状态等多种因素的影响, 四肢、躯干、神经系统或某些身体病变, 均能造成步

态异常。一个人的步态, 可以从一个侧面反映出人的病变特征, 特别是对下肢的骨、关节、肌肉和韧带的正常度做出客观的评价^[2]。通过对步态的分析, 可以帮助医生科学的进行病因分析和病情诊断、疗效评定、指导患者行走训练。

国外学者对膝骨关节炎患者的步态研究体现在几个方面: 膝骨关节炎的临床评价^[3]、膝骨关节炎患者膝关节内应力的分布^[4-8]、治疗和康复措施评价^[9-12]; 步态分析在国内膝骨性关节炎的应用很少。主要集中在膝骨性关节炎患者的解剖学、运动学和动力学等参数的改变等等^[13-20]。

综上所述, 对不同膝骨关节炎患者足底压力分布的研究文献中报道较少。本试验对22例中老年骨性膝关节疼痛患者进行了足底压力分布的测量, 旨在通过患者的步态特征为临床治

¹Biomedical Engineering School, Capital Medical University, Beijing 10069, China;
²Department of Orthopedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Zhang Hao-hua, Attending physician, Biomedical Engineering School, Capital Medical University, Beijing 10069, China; Department of Orthopedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China zhanghaohua@medmail.com.cn

Correspondence to: Liu Zhi-cheng, Professor, Doctoral supervisor, Biomedical Engineering School, Capital Medical University, Beijing 10069, China

Received: 2010-07-28
Accepted: 2010-08-27

¹首都医科大学生物医学工程学院, 北京市 100069;
²北京积水潭医院矫形骨科, 北京市 100035

张昊华, 男, 1977年生, 北京市人, 汉族, 2000年首都医科大学临床医学专业毕业, 主治医师, 主要从事膝关节炎、髋关节炎、肩关节置换手术。现就职于北京积水潭医院矫形骨科。zhanghaohua@medmail.com.cn

通讯作者: 刘志成, 教授, 博士生导师, 首都医科大学生物医学工程学院, 北京市 100069

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225 (2010)43-08019-05

收稿日期: 2010-07-28
修回日期: 2010-08-27
(20100728013/M: A)

疗骨性关节炎提供一定的实验依据。

1 对象和方法

设计：对比观察。

时间及地点：于2009-10/2010-01在北京积水潭医院骨科完成。

对象：受试者是22例中老年膝关节疼痛患者，疼痛程度根据美国麻醉师协会(ASA)评级标准进行评估。基本情况见表1。受试者知情同意参加本试验。

表1 研究对象基本情况
Table 1 Basic characteristic of subjects

No.	Sex	Age (yr)	Position of pain	Degree
1	M	60	Left knee	3
2	M	58	Left knee	3
3	M	70	Left knee	2
4	M	60	Left knee	3
5	F	58	Left knee	2
6	F	72	Left knee	2
7	F	58	Left knee	3
8	F	65	Right knee	3
9	M	72	Right knee	3
10	F	71	Right knee	3
11	F	72	Right knee	3
12	M	57	Right knee	2
13	M	58	Right knee	3
14	F	62	Right knee	3
15	F	61	Right knee	3
16	F	68	Both	2
17	M	69	Both	2
18	F	66	Both	3
19	F	67	Both	2
20	F	72	Both	3
21	F	69	Both	2
22	F	60	Both	3

Severity: 0—normal; 1—mild; 2—moderate; 3—severe

实验方法：通过footscan® SCSi 高频平板测试系统(比利时RSscan International公司)进行采样，此系统包括一个footscan® box、一个测力平板和一套软件。测力板有效测试面积为48.8 cm×32.5 cm，测力板中每0.5 m有 4 096个传感器，每个传感器大小为0.5 cm×0.7 cm，厚度为2.2 mm，以数据传输卡和电脑相连，进行数据记录。

测试时，要求每个受试者赤足在平板跑道上常速自然行走通过测力板10次，左、右脚各有5次落在测试平板上，行走时，尽量保持自然，并且离测力板5 m开始走，通过测力板之后，要再走至少两步。通过footscan软件系统对测试结果进行分析。在正式测试之前，每位测试者进行几次练习，以确保能够适应实验环境，保证符合实验要求。

主要观察指标：步态分期、足底各区域受力时间、足平衡参数。

设计、实施、评估者：实验设计为第一、二、三作者，资料收集、实施为第一、二作者，评估为第一作者，

采用盲法评估。

统计学分析：采用SPSS 11.5进行统计分析，数据采用 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示。各参数均值差异的显著性检验使用t 检验， $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果与讨论

2.1 支撑期分期参数 行走是一种周期性的运动，行走时一侧足跟着地至足跟再次着地称为一个步态周期，一个步态周期分为支撑期和摆动期^[21]。支撑期是人足与地面接触时的时间阶段，比较一致的说法是将一个支撑期分为足跟着地阶段、全足支撑阶段和足蹬伸阶段。本实验又将第一个阶段分成了足跟着地缓冲阶段和前足着地阶段。

在22例受试者中，分别分析左膝关节疼(5例)、右膝关节疼(4例)和双膝关节疼(13例)患者的支撑期分期情况。支撑期分期参数用各时间阶段占总时间的百分比来表示。见表2~4。

表2 左膝关节疼痛患者支撑期分期参数比较
Table 2 Comparison of foot-ground contact timing on patients with left knee pain ($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

Phase	Heel strike (%)	Premidstance (%)	Midstance (%)	Toe-off (%)
Left foot	10.96±0.13 ^a	37.44±0.32	3.41±0.27 ^a	48.19±0.24
Right foot	6.41±0.07 ^a	27.10±0.21	15.73±0.26 ^a	50.77±0.35

^a $P < 0.05$, left vs. right

从表2可知，左足与右足相比，缓冲阶段和全足支撑阶段有显著性差异，即：左膝疼患者的左足足跟着地缓冲阶段明显高于右足(健侧)，而全足支撑阶段左足明显低于右足(健侧)。表明患者在患侧用了较长的足跟着地缓冲期后用健侧较长的支撑期来保持身体平衡。

表3 右膝关节疼痛患者支撑期分期参数
Table 3 Comparison of foot-ground contact timing on patients with right knee pain ($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

Phase	Heel strike (%)	Premidstance (%)	Midstance (%)	Toe-off (%)
Left foot	13.45±0.12	32.31±0.25	3.86±0.25 ^a	50.44±0.19 ^a
Right foot	16.15±0.06	31.19±0.08	10.60±0.16 ^a	42.06±0.2 ^a

^a $P < 0.05$, left vs. right

从表3可知，右膝关节疼患者全足支撑阶段和足蹬伸阶段，左右足有显著性差异，即：足蹬伸阶段左足(健侧)显著高于右足，而全足支撑阶段，右足显著高于左足(健侧)。表明：右膝疼患者在患侧用了较长时间后，用健侧较长的蹬伸时间来弥补其身体造成的不平衡。比较左膝疼和右膝疼患者，发现他们的步态分期规律有所不

同, 这很可能与不同受试者本身的行走姿态有关。

表4 双膝关节疼痛患者支撑期分期参数
Table 4 Comparison of foot-ground contact timing on Patients with two Knees Pain ($\bar{x} \pm s$, $n=13$)

Phase	Heel strike (%)	Premidstance (%)	Midstance (%)	Toe-off (%)
Left foot	18.42±0.05	47.74±0.15	2.39±0.07 [#]	36.24±0.03
Right foot	18.08±0.09	44.44±0.08	6.32±0.06 [#]	43.80±0.04

[#] indicates phase prior to heel strike

从表4可以看出, 双膝关节疼痛患者左右足在各时间阶段没有显著性差异, 但是在测试中发现全足支撑阶段的实际值出现了负值, 表明全足支撑发生在足跟缓冲阶段前面, 患者先用全足支撑以缓解压力, 从而达到缓解疼痛的目的。

2.2 足底各区域受力时间参数 双足作为人体的支撑基础在行走过程中不断地承受着较高的地面反作用力(地反力)^[22]。常见的地反力测量方法是在测力台上按垂直、前后、左右3个方向作三维记录。

本实验应用footscan®软件对受试者自然行走通过测力平板时的数据进行采集和处理, 该软件将足分为10个解剖部分, 对各部位进行支撑时相内的力学分析, 具体说明如下: HL: Heel Lateral 足跟侧部(图1中1, 3); HM: Heel Medial 足跟中部(图1中2); MF: Mid Foot 足中部(图1中4, 5); M5: Metatarsal 5跖骨5(图1中6); M4: Metatarsal 4跖骨4(图1中7); M3: Metatarsal 3跖骨3(图1中8); M2: Metatarsal 2跖骨2(图1中9); M1: Metatarsal 1 跖骨1(图1中10)。



Figure 1 Schematic diagram of foot anatomic structure
图1 足解剖结构示意图

表5显示左膝疼患者患侧足底各区域与地面接触时间百分比高于健侧。这进一步验证了表3中左膝疼患者全足着地阶段较长的现象。其中M3、M4、M5部位与地面的接触时间左足(患侧足)明显高于右足(健侧足)的值, M1、M2部位与地面的接触时间值, 右(健侧足)也有比左足(患侧足)高的趋势, 而足跟部位左右足无明显差异, 表明患者为了缓解患侧疼痛, 足底压力分布时间参数发生了一定偏移, 使足底各个部位失去平衡, 是今后产生

病理步态的机制之一。也从一个侧面证实了足部运动与膝关节疼痛相互影响的理论, 即: 膝关节疼痛导致步态异常, 步态异常加剧膝关节疼痛。

表5 左膝关节疼痛患者足底各区域受力时间
Table 5 Force-endured time of every plantar region on patients with left keen pain ($\bar{x} \pm s$, $n=5$, %)

Region	Left foot	Right foot
M1	72.40±19.49	63.80±10.80
M2	89.80±6.57	73.00±11.98
M3	92.40±4.16 ^a	72.20±13.16 ^a
M4	87.20±7.66 ^a	56.40±32.55 ^a
M5	83.40±7.23 ^a	62.80±29.30 ^a
HM	55.00±8.60	53.40±18.77
HL	55.40±9.07	52.80±8.14

^aP < 0.05, left vs. right

表6显示右膝疼患者足底各区域与地面接触时间百分比中, 足跟部位与地面的接触时间, 左右足有明显差异, 即左足(健侧足)明显高于右足(患侧足)。而M1~M5部位与地面的接触时间, 左右足差异无显著性意义($P > 0.05$)。在本文后面2.3足平衡参数中内外翻情况可以发现, 右膝关节疼痛患者症状以及足内外翻程度较轻, 这可能使患者健侧患侧时间参数改变不明显。

表6 右膝关节疼痛患者足底各区域受力时间
Table 6 Force-endured time of every plantar region on patients with right keen pain ($\bar{x} \pm s$, $n=4$, %)

Region	Left foot	Right foot
M1	68.25±13.48	70.00±10.81
M2	75.25±6.40	71.75±8.22
M3	70.75±19.10	73.25±8.50
M4	70.00±24.37	63.75±24.14
M5	70.50±15.29	72.00±9.42
HM	65.00±26.34 ^a	55.50±4.04 ^a
HL	64.75±25.85 ^a	53.75±5.56 ^a

^aP < 0.05, left vs. right

表7显示双膝疼痛患者的足底各区域与地面接触时间, 左右足相比, M1、M5和HL的值差异有显著性意义, 说明在M1、M5和HL等处左右足受力不平衡, 这可能是双膝疼痛患者走路不稳, 步态蹒跚的成因。

表7 双膝关节疼痛患者足底各区域受力时间
Table 7 Force-endured time of every plantar region on patients with two keens pain ($\bar{x} \pm s$, $n=13$, %)

Region	Left foot	Right foot
M1	63.46±2.30 ^a	71.38±1.50 ^a
M2	70.85±2.50	69.85±3.40
M3	71.77±2.60	70.85±3.50
M4	68.62±2.70	69.46±3.60
M5	70.00±1.20 ^a	72.77±2.20 ^a
HM	65.54±2.50	64.54±3.40
HL	64.92±0.50 ^a	61.08±1.40 ^a

^aP < 0.05, left vs. right

以上结果显示, 膝关节疼痛患者足底受力时间长的区域常出现在前脚掌, 并且在前足着地阶段足稳定性差, 这种情况长期作用易引起足内、外翻以致损害踝关节。膝关节疼痛患者在前脚掌处力的峰值出现时间患侧比健侧均有不同程度的延迟, 这就使患者的跖骨承受较大的力的时间过长, 在这样的力的作用下极易造成骨折或引起足部溃疡等。

2.3 足的平衡参数 从整个足的内外翻程度来评价足的平衡: 即用参数: $[(M1+M2+HM)-(M3+M4+M5+HL)]/(M1+M2+HM)$ 来表示足内外翻程度。内外翻的含义分别为: 内翻/旋后=跟内翻+跖屈+内收; 外翻/旋前=跟外翻+背屈+外展。分别统计患者在3个阶段(足跟着地阶段、足支撑阶段和足蹬伸阶段)左、右足内外翻的最大值, 正值表示外翻程度, 负值表示内翻程度。见表8~13。

表 8 左膝关节疼痛患者足平衡参数
Table 8 Foot balance on patients with left knee pain
($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

Phase	Extremity	Left foot	Right foot
Heel strike	Maximum	39.00±35.80 ^a	79.00±105.00 ^a
	minimum	5.00±36.80 ^a	12.60±62.00 ^a
Midstance	Maximum	34.40±64.50 ^a	100.00±124.00 ^a
	minimum	-66.20±60.00	-57.40±71.30
Toe-off	Maximum	4.40±8.30 ^a	64.40±88.90 ^a
	minimum	-77.20±54.80	-75.00±78.20

^aP < 0.05, left vs. right

表 9 左膝关节疼痛患者最严重时期与内外翻情况
Table 9 Situation of Most serious phase and foot pronation/supination on patients with left knee pain

Degree	Most serious phase	Supination/pronation
3	Midstance	Supination
3	Toe-off	Supination
2	Midstance/Toe-off	Supination, pronation/Supination
3	Midstance	Supination
2	Toe-off	Supination

由表8, 9可见, 左膝疼患者左右足相比较, 患侧外翻程度均小于健侧, 这同样可以验证2.2中患者患侧受力时间参数为何偏向于M3、M4、M5。患侧内翻程度大于健侧, 这说明内翻可能是膝关节疼痛的表现, 同时, 患者外翻较内翻多见, 最严重时主要发生在支撑期。

表 10 右膝关节疼痛患者足平衡参数
Table 10 Foot balance on patients with right knee pain
($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

Phase	Extremity	Left foot	Right foot
Heel stike	Maximum	11.50±17.30	10.75±9.40
	Minimum	-7.75±11.80 ^a	-19.75±21.70 ^a
Midstance	Maximum	32.00±62.00 ^a	13.00±21.50 ^a
	Minimum	-31.75±45.60 ^a	-47.75±40.20 ^a
Toe-off	Maximum	29.50±54.40 ^a	14.25±23.20 ^a
	Minimum	-36.50±41.50	-41.50±40.70

^aP < 0.05, left vs. right

表 11 右膝关节疼痛患者最严重时期与内外翻情况
Table 11 Situation of Most serious phase and foot pronation/supination on patients with right knee pain

Degree	Most serious phase	Supiation/pronation
3	Midstance	Pronation
3	Midstance	Pronation
3	Toe-off	Supiation
2	Midstance	Pronation

由表10, 11可知, 右膝疼痛患者其患侧内外翻程度较健侧具有显著性, 规律性明显, 即患侧内翻程度较健侧严重, 而外翻程度患侧较健侧轻微。同时右膝关节疼痛患者主要表现为内翻, 最严重时主要发生在支撑期。

表 12 双膝关节疼痛患者足平衡参数
Table 12 Foot balance on patients with two knees pain
($\bar{x} \pm s$, $n=13$)

Phase	Extremity	Left foot	Right foot
Heel strike	Maximum	19.82±34.30	18.68±37.30
	Minimum	-9.32±34.30	-10.45±37.30
Midstance	Maximum	24.91±32.30	28.95±35.30
	Minimum	-55.41±32.80	-52.14±35.80
Toe-off	Maximum	8.45±34.10	25.32±37.10
	Minimum	-50.86±22.20	-54.14±25.20

P=0.172 869

表 13 双膝关节疼痛患者最严重时期与内外翻情况
Table 13 Situation of Most serious phase and foot

Degree	Most serious phase	Supiation/pronation
2	Left: strike; Right: midstance	Left: Supiation; right: pronation
3	Left: strike; Right: midstance	Supiation
3	Left: midstance; ight: toe-off	Supiation
3	Left: strike; Right: midstance	Supiation
3	Midstance	Supiation
3	Left: midstance; Right: toe-off	Left: pronation; Right: supiation
2	Toe-off	Supiation
3	Midstance	Supiation
2	Toe-off	Supiation
2	Left: midstance; Right: toe-off	Supiation
3	Left: midstance; toe-off; Right: midstance; toe-off	Supiation
3	Midstance	Supiation
2	Midstance	Pronation

由表12, 13可知, 双膝疼患者左、右足内外翻程度差别较小。膝关节疼痛患者内外翻最严重主要发生在支撑期, 以外翻多见, 这一结论可与表9、表11结论相印证。

通过上述分析可知, 由于足外翻造成膝关节过伸, 足蹬离力降低, 使关节做功显著下降。足外翻步行时身体重心主要落在踝前内侧, 踝背屈往往受限, 同样影响胫骨前向移动, 增加外翻。严重畸形者可导致两腿长度不等, 跟距关节疼痛和踝关节不稳。支撑早期可有膝关

节过伸,足蹬离缺乏力量,摆动期踝关节跖屈导致膝关节产生代偿性屈曲,这是一种恶性循环。

3 结论

左膝疼痛患者足跟着地缓冲阶段、全足支撑阶段患侧较健侧时间明显延长。右膝关节疼痛患者全足支撑阶段患侧较健侧时间明显延长。双膝关节疼痛患者全足支撑阶段出现了负值表示全足支撑阶段发生在足跟着地缓冲阶段前,表明患者先用全足支撑以缓解压力,从而达到缓解疼痛的目的。

左膝疼痛患者M3、M4、M5部位与地面的接触时间左足明显高于右足的值,右膝患者足底各区域与地面接触时间两足之间无明显差异,双膝疼痛患者的足底各区域与地面接触时间,左右足相比,M1、M5和HL的值有显著性差异。说明每侧膝关节疼痛患者所出现的力峰时间不一,反映了患者足底受力不均,这是产生病理步态,并对足造成损害的机制之一。

左膝疼患者患侧外翻程度小于健侧,内翻程度大于健侧,患者外翻较内翻多见,并且最严重时主要发生在支撑期。右膝疼患者患侧内翻程度大于健侧,外翻程度小于健侧,主要表现为内翻,主要发生在支撑期。双膝疼患者左、右足平衡参数差别较小,最严重主要发生在支撑期,以外翻多见。

4 参考文献

- [1] Wang CH,Li F,Zhang R,et al.Zhongguo Kangfu Lilun yu Shijian. 2007;13(7):686-687.
王常海,李峰,张蓉,等.步态分析技术在膝骨性关节炎康复中的应用[J].中国康复理论与实践,2007,13(7):686-687.
- [2] Wang CH,Li F.Zhonghua Zhongyiyao Xuekan. 2007;25(1):73-74.
王常海,李峰.针刀“动态平衡”理论在膝骨性关节炎重的探讨[J].中华中医药学刊,2007,25(1):73-74.
- [3] Börjesson M, Weidenhielm L, Mattsson E,et al. Gait and clinical measurements in patients with knee osteoarthritis after surgery: a prospective 5-year follow-up study. Knee. 2005;12(2):121-127.
- [4] Sharma L, Hurwitz DE, Thonar EJ,et al. Knee adduction moment, serum hyaluronan level, and disease severity in medial tibiofemoral osteoarthritis. Arthritis Rheum. 1998;41(7):1233-1240.
- [5] Baliunas AJ, Hurwitz DE, Ryals AB,et al. Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2002;10(7):573-579.
- [6] Deluzio KJ, Astephen JL. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis: an application of principal component analysis. Gait Posture. 2007;25(1):86-93.
- [7] Lewek MD, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Control of frontal plane knee laxity during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2004;12(9):745-751.
- [8] Messier SP, DeVita P, Cowan RE,et al. Do older adults with knee osteoarthritis place greater loads on the knee during gait? A preliminary study. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(4):703-709.

- [9] Berth A, Urbach D, Becker R,et al. Gait analysis in patients with osteoarthritis of the knee before and after total knee replacement. Zentralbl Chir. 2002;127(10):868-872.
- [10] Chou PH, Chen SK, Chou YL,et al. Biomechanical analysis of knee osteoarthritis patients after the treatment of glucosamine. Biomed Eng Appl Basis Commun.2003;15(1):32-37.
- [11] Shimada S, Kobayashi S, Wada M,et al. Effects of disease severity on response to lateral wedged shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil. 2006;87(11):1436-1441.
- [12] Richards JD, Sanchez-Ballester J, Jones RK,et al. A comparison of knee braces during walking for the treatment of osteoarthritis of the medial compartment of the knee. J Bone Joint Surg Br. 2005;87(7):937-939.
- [13] Chen YY.Zhongguo Linchuang Kangfu. 2005;9(30):201-203.
陈鑫英. 膝关节骨性关节炎的康复评定与治疗[J].中国临床康复, 2005,9 (30):201-203.
- [14] Wang CH,Li F.Beijing:Beijing University of Chinese Medicine.2007.
王常海,李峰.膝关节骨性关节炎经筋辨证及步态分析研究[D].北京:北京中医药大学,2007.
- [15] Wang CH,Li F.Liaoning Zhongyi Zazhi. 2007;34(3):287-288.
王常海,李峰.步态分析在膝骨性关节炎针刀治疗中的应用思路[J].辽宁中医杂志,2007,34(3):287-288.
- [16] Wang CH,Li F.Zhonghua Zhongyiyao Xuekan. 2007;25(1):73-75.
王常海,李峰. 针刀“动态平衡”理论在膝骨性关节炎中的探讨[J].中华中医药学刊,2007,25(1):73-75.
- [17] Bai YH,Zhou J,Liang J.Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2007;11(9):1790-1793.
白跃宏,周俊,梁娟. 健康人群及关节疾病患者步态分析中时间-距离、力学及运动学和动态肌电参数的变化[J].中国组织工程研究与临床康复,2007,11(9):1790-1793.
- [18] Hao J.Zhongyi Zhenggu. ,2007;19(1):25-26.
郝军.矫形鞋垫治疗膝骨性关节炎临床应用初步报告[J].中医正骨, 2007,19(1):25-26.
- [19] Chu LX,Wang F.Zhongxiyi Jiehe Xuebao. 2004;2(6):432-434.
褚立希,王峰. 膝骨关节炎X 片生物力学及形态学测量分析[J].中西医结合学报,2004,2(6):432-434.
- [20] Wang XF,Chen BC,Gao SJ.Zhonghua Guke Zazhi. 2004;24(8):495-498.
王晓峰,陈百成,高石军.不同类型假体全膝关节置换术后的运动学分析[J].中华骨科杂志,2004,24(8):495-498.
- [21] Wu J,Li JS.Zhongguo Tiyu Keji. 2002;38(1):16-17,26.
吴剑,李建建设.步态生物力学研究进展[J].中国体育科技,2002,38(1):16-17,26.
- [22] de Souza SA, Faintuch J, Valezi AC,et al. Gait cinematic analysis in morbidly obese patients. Obes Surg. 2005;15(9):1238-1242.

来自本文课题的更多信息——

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。

课题的意义:应用步态分析评价不同程度膝骨关节炎患者的步态特征。

课题评估的“金标准”:目前,足底压力测量指标的评价还没有金标准,但研究所利用的 footscan 足底压力测量系统获得的指标评价已得到“gait and posture”(步态分析领域的权威杂志)的认可。

设计或课题的倚倚与不足:受试者数量相对较少,没有比较性别间的差异。如果加入三维摄像和肌电测试,将能更全面地测试膝骨关节炎患者的步态。

提供临床借鉴的价值:课题结果可以为临床治疗膝骨关节炎提供一定的实验依据。今后进一步增加样本量,完善实验方法,寻找不同性别、不同阶段患者的步态特征,为膝骨关节炎的发病病程提供力学线索。