

## · 临床研究 ·

## 膝骨关节炎肌骨超声与 X 线片表现的比较与分析

张栋<sup>1</sup>, 王庆甫<sup>2</sup>, 石鑫超<sup>1</sup>, 王欢<sup>1</sup>, 赵军<sup>1</sup>, 杨黎黎<sup>1</sup>, 王伟利<sup>1</sup>, 丁昊彬<sup>1</sup>, 常青<sup>2</sup>

(1.北京中医药大学, 北京 100029; 2.北京中医药大学第三附属医院, 北京 100029)

**【摘要】** 目的:比较分析膝骨关节炎患者肌骨超声与 X 线片的表现特点,研究两者在膝骨关节炎诊断中各自的优劣。方法:收集整理 2015 年 2 月至 2015 年 5 月门诊病历,按照纳入标准和排除标准收集膝骨关节炎患者的肌骨超声以及 X 线片表现,共纳入 57 例(66 膝),其中女 48 例,男 9 例,年龄 41~78 岁,平均(58.9±9.8)岁,主要症状以双膝或单膝疼痛、屈伸不利、有确切的压痛点为主,平均病程(13.6±3.0)个月。对所收集的数据进行统计分析。结果:膝骨 X 线片 Kellgren-Lawrence 分级 I 级患者的肌骨超声检查结果:滑膜增生 9 膝,关节积液 20 膝,半月板病变 13 膝,髌下脂肪垫炎症 5 膝,髌韧带病变 8 膝。Kellgren-Lawrence 分级 II 级患者肌骨超声检查结果:滑膜增生 20 膝,关节积液 31 膝,半月板病变 22 膝,髌下脂肪垫炎症 16 膝,髌韧带病变 17 膝。Kellgren-Lawrence 分级 III 级患者的肌骨超声表现:滑膜增生 6 膝,关节积液 6 膝,半月板病变 7 膝,髌下脂肪垫炎症 7 膝,髌韧带病变 5 膝。结论:肌骨超声可以很好地反应早期和中期膝骨关节炎患者膝骨周围软组织的病理变化,可以更好地定位膝骨关节炎的病变位置,并且在 X 线片表现不明显时做到早期的病变发现。在临床过程中应将肌骨超声应用于膝骨关节炎的诊断之中。

**【关键词】** 骨关节炎,膝; 超声检查; X 线

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2016.05.008

**Analysis and comparison about musculoskeletal ultrasonography and X-ray of knee osteoarthritis** ZHANG Dong, WANG Qing-fu\*, SHI Xin-chao, WANG Huan, ZHAO Jun, YANG Li-li, WANG Wei-li, DING Hao-bin, and CHANG Qing. \*The Third Hospital Affiliated to Beijing University of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100029, China

**ABSTRACT Objective:** To analyze and compare the characteristics of musculoskeletal ultrasonography and X-ray of knee osteoarthritis, and to investigate the advantages of them. **Methods:** According to the inclusion and exclusion criteria, 57 cases (66 knees) were collected from February 2015 to May 2015. Among them, there were 48 females and 9 males with an average age of (58.9±9.8) years old (ranged, 41 to 78 years old). The main symptoms included unilateral or bilateral knee pain and locked joints explicit areas of tender points. The mean course of disease was (13.6±3.0) months. The results of musculoskeletal ultrasound and X-ray examinations were analyzed. **Results:** According to Kellgren-Lawrence classification of knee joint on the X-ray; the musculoskeletal ultrasound results of patients with I degree synovial hyperplasia in 9 cases, joint effusion in 20 cases, meniscal disease in 13 cases, patellar pad inflammation in 5 cases, and patellar lesion in 8 cases. The musculoskeletal ultrasound results of patients with II degree: synovial hyperplasia in 20 cases, joint effusion in 31 cases, meniscal disease in 22 cases, patellar pad inflammation in 16 cases and patellar lesion in 17 cases. The musculoskeletal ultrasound results of patients with III degree: synovial hyperplasia in 6 cases, joint effusion in 6 cases, meniscal disease in 7 cases, patellar pad inflammation in 7 cases and patellar lesion in 5 cases. **Conclusion:** The musculoskeletal ultrasound can detect the pathological changes of knee soft tissue sensitively, provide an accurate location of lesions, and find lesions early. The musculoskeletal ultrasound should be applied in the diagnosis of knee osteoarthritis.

**KEYWORDS** Osteoarthritis, knee; Ultrasonography; X-rays

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(5):429-433 www.zggszz.com

在美国 60 岁以上人群中,膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)的患病率高达 13%<sup>[1]</sup>。随着中国人

口的不断老龄化,这一问题也越显突出。目前国际上应用最广泛的 KOA 影像学诊断标准是 Kellgren 与 Lawrence<sup>[2]</sup>制订于 1957 年的 Kellgren-Lawrence (K-L)分级标准,该标准于 1961 年被国际卫生组织采纳为骨关节炎放射诊断的国际标准。该标准根据 KOA 患者膝关节 X 线片表现,将 KOA 的病变程度分为 4 级,分别代表 KOA 的不同严重程度。但这个分级标准仅依靠 X 线片所显示的骨性结构作为诊断依

基金项目:2014 年“首都临床特色应用研究”(编号:Z141107002514015)

Fund program:2014 Capital Characteristic Application Research (No. Z141107002514015)

通讯作者:王庆甫 E-mail:qingpu-wang@sohu.com

Corresponding author: WANG Qing-fu E-mail:qingpu-wang@sohu.com

据,而 KOA 的主要症状表现是膝关节周围软组织的疼痛、关节活动功能受限。笔者认为,膝关节周围软组织应作为影像学指标,进一步完善 KOA 的客观诊断。肌骨超声(musculoskeletal ultrasound, MUSU)作为一种新型的检查手段,对膝关节周围软组织的观察与诊断具有独特的优势。为了进一步观察 KOA 患者膝关节局部软组织损伤特点,比较肌骨超声表现与 X 线片表现各自的特点,本研究通过观察比较 KOA 患者 X 线片 K-L 分级和膝关节肌骨超声的表现特点,对两种检查方法检查结果进行分析,比较两种检查方法各自的优势,以进一步指导临床诊治。

## 1 资料与方法

### 1.1 诊断、纳入与排除标准

本研究患者来自于 2015 年 2 月至 2015 年 5 月就诊于北京中医药大学第三附属医院骨科门诊的 KOA 患者,按照纳入标准和排除标准选取病例。诊断标准:符合美国风湿病学会(American College of Rheumatology, ACR)1995 年颁布的膝关节骨性关节炎的诊断标准:(1)近 1 个月大多数时间有膝痛;(2)X 线片示有骨赘形成;(3)关节液检查符合骨性关节炎;(4)年龄 $\geq 40$ 岁;(5)晨僵 $\leq 30$  min;(6)有骨摩擦音。满足(1)+(2)条或(1)+(3)+(5)+(6)条,或(1)+(4)+(5)+(6)条者可诊断膝骨性关节炎。纳入标准:(1)符合 KOA 的诊断标准;(2)受试者自愿并签署知情同意书。排除标准:(1)本身患有炎症表现的疾病,如类风湿关节炎、强直性脊柱炎、痛风(发作期);(2)患有影响到关节的疾病,如牛皮癣、梅毒性神经病、褐黄病、代谢性骨病、急性创伤等;(3)孕妇或哺乳期妇女或精神病患者;(4)正在参加其他药物临床试验的受试者;(5)研究人员认为其他原因不适合临床试验者。

### 1.2 临床资料

本研究共纳入 57 例(66 膝),女 48 例,男 9 例;年龄 41~78 岁,平均(58.9 $\pm$ 9.8)岁。主要症状以双膝或单膝关节疼痛、屈伸不利、有确切的压痛点为主,平均病程(13.6 $\pm$ 3.0)个月。

### 1.3 研究方法

本研究为横断面研究。患者入组后,先行膝关节检查以及评价,然后嘱患者行膝部 X 线正侧位检查和膝关节肌骨超声检查,由 1 名课题组资深骨科医师对患者膝关节 X 线片进行评价,以及 1 名专业超声科医师对患者膝关节肌骨超声表现进行评价,最后记录患者检查结果,进行统计分析。

### 1.4 观察指标

**1.4.1 X 线片表现** 采用 K-L 分级作为膝关节 X 线的评价标准:0 级,完全正常;I 级,关节间隙可疑

狭窄,可能有骨赘;II 级,明显的骨赘,关节间隙正常或可疑狭窄;III 级,中度骨赘,关节间隙明确狭窄,软骨下骨部分硬化,可能有畸形;IV 级,巨大骨赘,关节间隙明显狭窄,软骨下骨严重硬化,明确的畸形。各分级分别代表了膝关节骨性结构无、轻度、中度、重度的病理变化。

**1.4.2 肌骨超声表现** 使用 Terason 3000 CV 超声仪,探头频率为 10 MHz。肌骨超声选取膝关节积液、滑膜增生、半月板病变、髌下脂肪垫炎症、髌韧带病变作为观察指标,反映了膝关节周围软组织的损伤及病理变化。

### 1.5 统计学处理

采用 SAS 8.2 统计软件,定量资料采用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示。为对比各个肌骨超声表现在不同 K-L 分级下的不同,对统计结果中同一超声异常表现下各 K-L 分级组中的例数应用 $\chi^2$ 检验及 Fisher 精确分析进行组间比较, $\alpha=0.05$ 。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

专人负责整理收集到的数据,建立 Excel 数据库,将数据导入统计软件进行统计分析,结果如下。

### 2.1 肌骨超声表现

通过采集入组患者的膝关节肌骨超声影像,由专门超声科医师对本次研究的肌骨超声影像结果进行统计整理,其中滑膜增生 36 膝,关节积液 59 膝,半月板病变 42 膝,髌下脂肪垫炎症 28 膝,髌韧带病变 30 膝,肌骨超声表现见图 1-4。以上结果说明,膝关节周围软组织损伤,尤其是关节积液和半月板病变,在 KOA 患者中具有较高的发生率,是 KOA 发病进程中一个不可忽视的因素。

### 2.2 X 线检查结果

由专门骨科医师对患者正侧位膝关节 X 线片进行 K-L 分级,对结果进行整理。其中 I 级 21 膝,II 级 34 膝,III 级 9 膝,IV 级 2 膝。KOA 患者 K-L 分级 I、II、III 级占比例最高,可视作早期以及中晚期的 KOA 病变。IV 级共 2 膝,样本量过少不予统计。不同 K-L 分级患膝相应膝关节肌骨超声表现见表 1,典型病例 X 线及肌骨超声图见图 5-6。

## 3 讨论

### 3.1 膝关节周围软组织损伤是 KOA 重要发病因素

本研究通过对 KOA 患者进行肌骨超声检查,观察到膝关节周围软组织损伤在 KOA 患者中占有很高的比例,其中关节积液是 KOA 发病过程中最常见的软组织损伤表现,证实了膝关节软组织损伤在 KOA 的发病过程中起到重要的作用。

大多认为,膝关节骨性关节炎是以关节软骨变

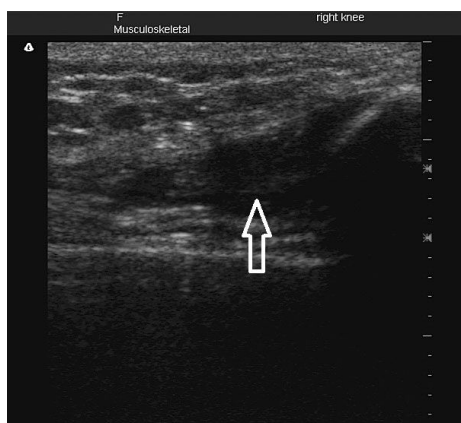


图 1 患者,女,61 岁,右膝间断疼痛 1 年,加重 1 个月。髌骨上缘股四头肌腱处长轴扫描可见髌上囊积液伴滑膜增生(白色箭头)

Fig.1 A 61-year-old female patient, right knee pain for 1 year, and aggravated for 1 month. MUSU result: suprapatellar bursa effusion and synovial hyperplasia(white arrow)

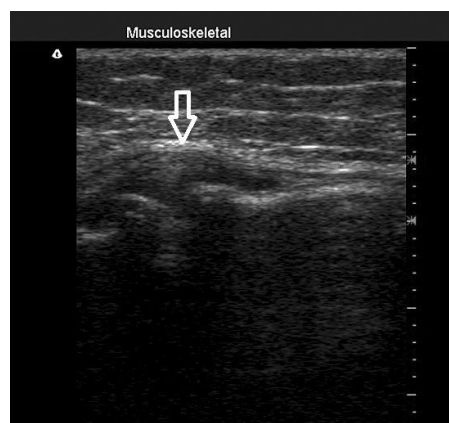


图 4 患者,女,53 岁,左膝关节疼痛 8 年,加重 2 周。膝关节内侧面长轴扫描可见内侧半月板病变(白色箭头)

Fig.4 A 53-year-old female patient, left knee pain for 8 years, and aggravated for 2 weeks. MUSU result: medial meniscus lesion(white arrow)

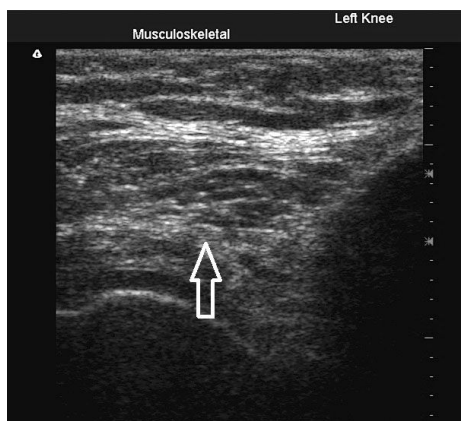


图 2 患者,男,71 岁,活动不利 20 年,加重 1 年。髌骨下缘正中长轴扫描可见髌下脂肪垫病变(白色箭头)

Fig.2 A 71-year-old male patient, repeated pain of left knee for 20 years, and aggravated for 1 year. MUSU result: patellar fat pad inflammation(white arrow)



图 3 患者,女,69 岁,左膝疼痛间断 20 年。髌韧带正中长轴扫描可见髌韧带病变(白色箭头)

Fig.3 A 69-year-old female patient, repeated pain of left knee. MUSU result: patellar ligament lesion(white arrow)

表 1 膝骨关节炎患者 K-L 分级与膝关节肌骨超声表现 (膝)

Tab.1 Knee musculoskeletal ultrasound features and K-L classification of patients with KOA (knee number)

K-L 分级	膝数	滑膜增生	关节积液	半月板病变	髌下脂肪垫炎症	髌韧带病变
I 级	21	9	20	13	5	8
II 级	34	20	31	22	16	17
III 级	9	6	6**	7	7*	5

注:与 K-L 分级 I 级比较, \* $\chi^2=7.645 5, P=0.005 7$ ; \*\* $\chi^2=4.450 5, P=0.069 0$

Note: Compared with Kellgren-Lawrence of grade I, \* $\chi^2=7.645 5, P=0.005 7$ ; \*\* $\chi^2=4.450 5, P=0.069 0$

性、丢失,以及关节边缘、软骨下骨骨质再增生为特征的慢性关节炎疾病,该病始发部位在软骨<sup>[3]</sup>。所以针对本病的治疗大多针对膝关节骨性结构进行,如口服软骨保护剂、非甾体类抗炎药、阿片类药物等保守治疗,以及关节镜手术、膝关节人工假体置换手术等。但从整体角度出发,KOA 的发病不仅是骨骼、软骨的病变,膝关节周围软组织在本病的发病和疾病进展中也起着重大的作用。膝关节周围软组织,如股四头肌肌腱、髌韧带,是膝关节生物力学结构的重要组成部分,而生物力学因素在 KOA 的发病过程中发挥了重要作用,影响着 KOA 的疾病进程<sup>[4]</sup>。而且膝关节周围软组织的力学变化会使膝关节面受力不均,导致关节软骨以及软骨下骨的病变,产生骨赘,进一步加重 KOA。

不同 K-L 分级的 KOA 患者,其膝关节周围软组织病变也有显著差异。根据统计结果,在膝骨关节炎 K-L 分级的 I 级与 III 级,髌下脂肪垫炎症所占比例有差异,而且关节积液有显著差异的趋势,没有显



**图 5** 患者,女,51岁,右膝关节疼痛半年,加重1周 **5a,5b.** 膝关节 X 线片示无明显异常 **5c,5d.** 膝关节肌骨超声检查示髌上囊积液(液深 1.3 cm),股四头肌腱及髌腱强回声,考虑末端病(白色箭头)  
**Fig.5** A 51-year-old female patient, right knee pain for 6 months, and aggravated for 1 week **5a,5b.** X-ray showed no significant abnormality **5c,5d.** MUSU examination showed the suprapatellar bursa effusion (1.3 cm depth), and strong echo of femoral quadriceps' tendon and patellar ligament, indicating the enthesiopathy of patellar tendon(white arrow)

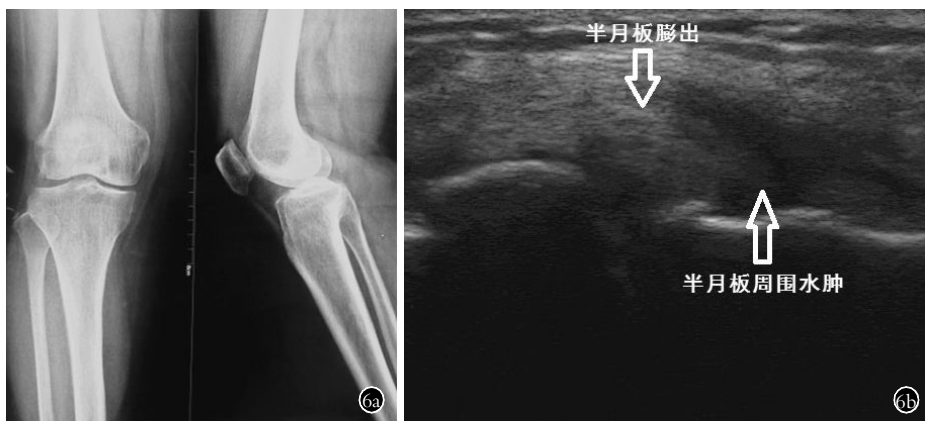
著差异的原因可能与目前样本量不足有关。这说明了在 KOA 骨性结构病变的不同阶段,膝关节周围软组织损伤表现有所不同。在膝骨关节炎早期以膝关节积液增多的表现为主,而在疾病的发展过程中,炎症引起的积液逐渐被吸收,取而代之的是由于长期膝关节力线失稳等因素导致的髌下脂肪垫炎症的出现。以上结果提示,KOA 骨性结构病变会引起膝关

节周围软组织的病变,而在骨性结构病变的不同阶段,周围软组织的病变也有所不同,两者具有密切的相关性。以上结果共同说明了膝关节周围软组织病变是 KOA 疾病进展中一个重要的影响因素,膝关节周围的软组织损伤在膝骨关节炎全部发病过程中起到了重要的作用。本次研究样本量有所欠缺,将在未来的研究中扩大样本的数量,进一步研究各软组织损伤与膝关节骨性结构病变的关系。

**3.2 肌骨超声可以补充 X 线检查中的不足**

X 线片是 KOA 必不可少的一项常规检查,可以清晰地反应膝关节骨性结构的病理变化,也是反应膝关节病理变化最基本的检查方法。但目前有关 X 线表现对于 KOA 诊断的准确性意见不一:有些患者 KOA 症状很明显,但 X 线片表现不明显;有些 X 线片表现非常明显的患者,但是 KOA 的临床症状不典型<sup>[5]</sup>;且 X 线片无法对病变部位进行准确定位。K-L 分级作为一种对 X 线片的描述性分析,是评价膝关节骨质结构改变的重要客观依据。但是近年来有研究表明,KOA 的 X 线片检查结果与患者膝关节疼痛程度没有明显的相关性或相关性很弱<sup>[6-8]</sup>。膝关节 X 线片可以反映膝关节骨性结构改变,无法清晰反映软组织改变,但单纯依靠所呈现的膝关节骨性结构也不能完全反应患者疾病的状态。K-L 分级的主要参照标志是 X 线片表现中骨赘的表现,而前期研究发现膝关节疼痛症状与膝关节力线的变化具有更高的相关性<sup>[9]</sup>。膝关节周围软组织同样是膝关节力线的重要组成部分,软组织的退变会引起膝关节力线的失调,最终导致疼痛的产生<sup>[10]</sup>。

肌骨超声是近年来随着高频探头成像技术的发展、图像分辨率的提高而产生的一门新型技术,具有便捷、无创、便宜、操作简单、实时动态检查等特点,在肌肉及软组织肿块和损伤的诊断与鉴别诊断中具有重要的价值,是运动系统浅表骨骼肌肉疾病理想的检查方法。前期研究结果表明,肌骨超声可以对膝



**图 6** 患者,女,62岁,左膝关节疼痛3年加重1个月 **6a.** 膝关节 X 线片示膝关节内侧间隙稍窄,余无明显异常 **6b.** 膝关节肌骨超声示膝关节内侧半月板膨出伴水肿(白色箭头)  
**Fig.6** A 62-year-old female patient, left knee pain for 3 years, and aggravated for 1 month **6a.** X-ray showed that medial interspace of knee joint was narrow, and no other abnormality **6b.** MUSU examination showed the protrusion and edema of medial meniscus(white arrow)

关节肌肉、肌腱进行实时动态的观察,对关节积液以及滑膜、半月板和韧带等组织液具有良好的显影效果<sup>[1]</sup>。本研究发现,一些具有典型 KOA 症状的患者,其 X 线片上并无明显异常,一些处于 KOA 初期阶段的患者,病变处于软组织退变阶段,X 线片也不能敏感地发现病变部位,但是通过肌骨超声检查即可发现明显的膝关节周围软组织损伤(图 5-6)。

### 3.3 膝痹的发病与进展符合中医筋骨理论“筋伤生骨病”

膝关节周围软组织属于中医理论中“经筋”的范畴,祖国医学认为,膝关节骨性关节炎属于“膝痹”的范畴,早期以及中期的主要致病原因和病理表现是“筋伤”“痹症”,即发病表现以软组织损伤为主,本次研究的试验结果可以很好地证实这一理论。

《素问·脉要精微论》曰:“膝者,筋之府,屈伸不能,行则楼附,筋将惫矣”。《素问·痿论》中也提到:“宗筋主束骨而利关节”。由此可见,“筋伤”是导致膝关节功能下降的主要原因。“痹症”是导致 KOA 患者膝关节疼痛的主要原因。由于外感邪气聚集,合而为痹,或者素体肝肾不足,无法濡养筋骨久而成痹等因素,导致局部经气运行不畅,筋脉瘀滞不通,不通则痛,产生局部疼痛的症状。如不及时加以干预,本病晚期发展至“筋骨同病”的阶段,“筋伤”和“骨病”两个方面互相作用影响,导致“骨病”发生。而骨病发生后,又会进一步影响筋的状态,产生一个恶性循环,最终导致筋骨同病。这从运动变化的角度解释了 KOA 患者疼痛与功能障碍的病因病机。

在临床实践过程中,笔者发现有一部分膝关节骨性关节炎患者导致疼痛的原因并不在膝关节骨性结构的病变,而在于周围软组织的病变。针对这些病变进行治疗,如针刀闭合松解术、针灸推拿、局部封闭麻醉等治疗,患者的疼痛可以得到很好地缓解。膝关节周围软组织的病变是 KOA 的前期表现,也是引起膝关节疼痛的重要原因。根据中医“治未病”“治病必求于本”的思想,对于这些膝周软组织损伤表现,应当给予足够的重视。

总之,膝关节周围软组织损伤在 KOA 的发病过程中起到了重要的作用,应给予足够的重视。肌骨超声可以清晰的反映 KOA 患者膝关节周围软组织损伤,可以对损伤部位进行明确定位,并且能对 KOA 病变进行早期筛查,肌骨超声检查在 KOA 患者的诊断中有着不可替代的作用。与膝关节 X 线片配合,可以对 KOA 进行更加细致明确的诊断。

### 参考文献

- [1] Lawrence RC, Helmick CG, Arnett FC, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and selected musculoskeletal disorders in the United States[J]. *Arthritis Rheum*, 1998, 41(5): 778-799.
- [2] Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis [J]. *Ann Rheum Dis*, 1957, 16(4): 494-502.
- [3] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学. 第 4 版[M]. 北京: 人民军医出版社, 2012: 1676. Xu ST, Ge BF, Xu YK. Practice of Orthopaedics. 4th Edition [M]. Beijing: People's Military Medical Press, 2012: 1676. Chinese.
- [4] 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. 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[J]. *Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu Yu Lin Chuang Kang Fu*, 2010, 14(43): 8019-8023. Chinese.
- [5] Bruyere O, Honore A, Rovati LC. Radiologic features poorly predict clinical outcomes in knee osteoarthritis[J]. *Scand J Rheumatol*, 2002, 31(1): 13-16.
- [6] Chan KK, Sit RW, Wu RW, et al. Clinical, radiological and ultrasonographic findings related to knee pain in osteoarthritis[J]. *Plos One*, 2014, 9(3): e92901.
- [7] Bedson J, Croft PR. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2008, 9: 116.
- [8] 王跃辉, 韩清民, 刘洪江, 等. 膝骨性关节炎影像学分析与经筋辨证关系研究[J]. *新中医*, 2008, 8(8): 66-67. Wang YH, Han QM, Liu HJ, et al. Imaging analysis and meridian tendons differentiation of knee osteoarthritis[J]. *Xin Zhong Yi*, 2008, 8(8): 66-67. Chinese.
- [9] 马玉峰, 王庆甫, 陈兆军, 等. 膝关节骨性关节炎 X 线测量与 WOMAC 评分的多重线性回归分析[J]. *中国骨伤*, 2012, 25(5): 373-376. Ma YF, Wang QF, Chen ZJ, et al. Multiple linear regression analysis of X-ray measurement and WOMAC scores of knee osteoarthritis [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2012, 25(5): 373-376. Chinese with abstract in English.
- [10] 赵军, 王庆甫, 马玉峰, 等. 功能锻炼治疗髌股疼痛综合征的研究进展[J]. *中医正骨*, 2014, 9(9): 75-80. Zhao J, Wang QF, Ma YF, et al. Research progress of function exercise in curing patellofemoral pain syndrome[J]. *Zhong Yi Zheng Gu*, 2014, 9(9): 75-80. Chinese.
- [11] 张雷, 王庆甫, 殷岳衫, 等. 肌骨超声观察针刀治疗膝骨关节炎软组织变化[J]. *中国骨伤*, 2014, 21(1): 17-20. Zhang L, Wang QF, Yin YS, et al. Soft tissue changes observed through musculoskeletal ultrasound in the treatment of knee osteoarthritis with needle knife[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 21(1): 17-20. Chinese with abstract in English.

(收稿日期: 2015-09-24 本文编辑: 连智华)