

体外冲击波治疗足底筋膜炎的疗效研究

宋秀豹¹ 史长征² 洪其生¹

¹暨南大学附属第一医院康复科, 广州 510630; ²暨南大学附属第一医院医学影像中心, 广州 510630

通信作者: 宋秀豹, Email: xiubaosong@163.com

【摘要】 目的 探讨体外冲击波治疗足底筋膜炎前后 T2 值的变化及其对足底筋膜炎疗效的评估价值。**方法** 对符合条件的 23 例足底筋膜炎患者行体外冲击波治疗, 每周 1 次, 3 次为 1 个疗程, 治疗前及首次治疗后 4 h 行磁共振检查, 治疗前及疗程结束 1 个月后分别对患者进行视觉模拟评分法 (VAS)、足跟压痛指数 (HTI)、美国矫形外科足踝协会 (AOFAS) 踝-后足评分系统评价, 并记录患者治疗前后的最长行走时间。对患者治疗前后筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 值, 最长行走时间及患者 VAS 评分进行比较, 采用 Pearson 相关分析上述感兴趣区 T2 值变化量与 VAS 评分变化量的相关性。**结果** 经冲击波治疗后患者的 VAS 评分、HIT 评分、AOFAS 评分较治疗前明显改善, 最长行走时间明显延长。磁共振成像显示治疗后 4 h 筋膜及周围软组织的水肿程度增加, T2 压脂高信号影的范围及程度增多, T2 值变化量与 VAS 评分变化量呈正相关。**结论** 体外冲击波对足底筋膜炎有较好的疗效, 可明显减轻足部疼痛, 改善足部运动功能, 治疗后磁共振 T2 值的变化能够反映足底筋膜炎的疗效。

【关键词】 足底筋膜炎; 体外冲击波治疗; 磁共振成像; 疗效

基金项目: 广东省科技计划项目 (编号 2017A020215065); 广东省中医药局科研项目 (编号 20191094)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.06.009

Extracorporeal shock wave therapy has an excellent therapeutic effect on plantar fasciitis

Song Xiubao¹, Shi Changzheng², Hong Qisheng¹

¹Department of Rehabilitation, ²Medical Imaging Center, The First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou 510630, China

Corresponding author: Song Xiubao, Email: xiubaosong@163.com

【Abstract】 Objective To explore the long-term effectiveness of using extracorporeal shock waves in the treatment of plantar fasciitis. **Methods** Extracorporeal shock wave therapy was applied to 23 plantar fasciitis sufferers once a week for three weeks. MRI examinations were performed before and 4 hours after the first treatment. Before the treatment and one month after it was complete, all of the patients rated their pain using a visual analogue scale (VAS), and their infirmity was quantified using a heel tenderness index (HTI) and the ankle-hind foot scale of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS). The longest walking time was also recorded. Paired t-tests compared the T2 values of the fascia, muscles and fat pads, the longest walking time and the VAS scores before and after the treatment. Pearson correlation coefficients were evaluated to test the significance of any correlation between the T2 changes and the changes in the VAS scores. **Results** After the shock wave therapy, the average VAS, HIT and AOFAS scores had significantly decreased, while the longest walking time had increased significantly. The magnetic resonance imaging showed increased edema in the fascia and their surrounding soft tissues. And the extent and degree of the T2 weighted high signal increased four hours after the treatment. The changes in the T2 values correlated positively and significantly with the changes in the VAS scores. **Conclusion** Extracorporeal shock waves have an excellent therapeutic effect on plantar fasciitis. They can significantly relieve heel pain and improve foot movement.

【Key words】 Plantar fasciitis; Extracorporeal shock wave therapy; Magnetic resonance imaging; Therapeutic effectiveness

Fund program: Guangzhou Provincial Science and Technology Planning Project (no.2017A020215065); Guangzhou Provincial Traditional Chinese Medicine Research Project (no.20191094)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.06.009

足底筋膜炎占有所有足部疾病的 11%~15%, 主要表现为足跟和足底部疼痛不适^[1]。近年来, 体外冲击

波疗法作为一种低风险和操作方便的治疗方法, 逐渐被临床应用于治疗骨折延迟愈合及各种软组织损伤性

疾病^[2]。但体外冲击波作为一种“损伤性”治疗,对于剂量控制、疗效评价大体上基于临床查体及患者反馈,尚缺乏可定量评估的方法,剂量过大或适应症不符时容易加重局部损伤。因此,寻求更敏感、无创的检查方法显得非常迫切。

磁共振具有较高的软组织分辨率,既往多项研究显示磁共振成像在诊断足底筋膜炎及评估其严重程度方面表现出良好的诊断价值^[3-4]。并且定量测量软组织的 T2 值能够客观准确反映组织内部成分及微结构的变化,足底筋膜炎随着病程的演进会出现炎性渗出、胶原沉积、纤维增生等病理改变,是 T2 值测量的理论基础。近期一项利用磁共振观察足底筋膜炎的研究显示,T2 值与软组织水肿呈显著的相关性,能敏感地反映足底筋膜炎的严重程度^[5]。

鉴于以往对于足底筋膜炎治疗的疗效评价主要基于单一的评价系统,容易出现主观性,不利于研究间的横向对比,本研究联合应用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)、足跟压痛指数(heel tenderness index, HTI)、美国矫形外科足踝协会(The American Orthopaedic Foot & Ankle Society, AOFAS)踝-后足评分系统(ankle hindfoot scale)及最长行走时间,交叉评估体外冲击波治疗前后的疼痛及功能变化。同时利用磁共振成像作为客观的评估手段,测量体外冲击波治疗足底筋膜炎前后相关组织的 T2 值变化,并将 T2 值与临床 VAS 评分行相关性分析,探讨慢性足底筋膜炎体外冲击波治疗后的康复情况,及磁共振成像技术在预测体外冲击波远期疗效方面的价值。

材料与方法

一、研究对象

收集 2015 年 12 月至 2017 年 12 月间在暨南大学附属第一医院康复科诊治的足底筋膜炎患者。纳入标准:①晨起或久坐站立后出现剧烈疼痛,活动后疼痛有所减轻,但会反复发作,且疼痛逐渐加重;②发病在 3 个月以内,既往未接受过药物、手术及体外冲击波治疗的患者;③足跟、足弓底部可发现有压痛点;④磁共振或超声检查显示足跟部足底筋膜增厚或有异常信号者。排除标准:①患有跟骨应力性骨折、跗管综合征、类风湿性关节炎、感染、肿瘤或肿瘤样病变等可以引起足部疼痛的疾病;②局部感觉减退者;③不能耐受体外冲击波治疗或配合磁共振检查者。在行体外冲击波治疗前先告知患者治疗的过程、相关的注意事项及可能出现的不良反应,获得患者的知情同意后方可开始该课题研究。根据以上标准最终纳入 23 例患者,共 32 只患足,年龄 29~68 岁,平均(44.22±12.58)岁,男 9 例,女 14 例,病程 1~3 个月,平均(2.1±0.7)月。

二、治疗方法

患者均由同一组康复科医师进行治疗操作。冲击波治疗前先进行磁共振检查,并根据患者的影像学检查结果,对痛点进行定位,测定病变深度,标记疼痛范围,然后以患者的痛点为中心进行冲击波治疗。治疗采用气压弹道式冲击波治疗仪,根据患者情况及耐受力调整频率和压强,治疗频率 10~15 Hz,压强 2~3 bar,手柄压力适中,冲击次数 2000~3000 次,1 次/周,治疗 3 次。每次治疗后冰敷 5 min,休息 10~20 min,无特殊不适方可离开,治疗后 3 日内每日冰敷 5~10 min。治疗期间禁止进行激烈体育锻炼。

三、磁共振检查及 T2 值测量

治疗前及首次治疗后 4 h,行磁共振矢状面及冠状面的 T1WI、T2WI 及 T2 mapping 序列扫描。磁共振检查采用 GE 公司的 Discovery MR750 设备进行检查,足踝关节 8 通道相控阵线圈。取卧位,扫描序列参数如下:矢状位 T2WI 压脂序列(TR 2500 ms、TE 60 ms、FOV 250×250 mm、矩阵 320×320、层厚 2.0 mm);冠状位 FSE-T1WI(TR 458 ms、TE 12 ms、FOV 270×270 mm、矩阵 384×256、层厚/层距 3.0/0.6 mm);冠状位 FSE-T2WI(TR 2500 ms、TE 70 ms、FOV 270×270 mm、矩阵 320×224、层厚/层距 3.0/0.6 mm);T2mapping 序列(TE = 8 ms、15.9 ms、23.9 ms、31.8 ms、39.8 ms、47.8 ms、55.7 ms、63.7 ms、FOV 270×270 mm、TR 1200 ms、矩阵 288×192、层厚/层距 3.0/0.6 mm)。

T2mapping 原始数据传至工作站生成 T2mapping 伪彩图,同时以 T2WI 压脂图像作为参照图像,显示足底筋膜炎最完整的层面,分别在足底筋膜、足底肌肉及后跟部脂肪垫设置 3 个兴趣区(regions of interest, ROI),尽量包含所有病灶,避开大血管和相邻解剖结构。手动测量 3 处的 T2 值,所有数据均测量 3 次,取平均值,得到每个受试对象筋膜、相邻肌肉与筋膜下脂肪垫的 T2 值。

四、主观疼痛程度评估

采用 VAS 评估足底筋膜炎患者在治疗前和疗程结束后 1 个月时的疼痛程度,视觉评分尺区间为 0~10 分,0 分代表无疼痛,10 分代表能想象的最大疼痛。远期疗效通过疼痛减轻的百分数进行评估,计算公式为:疼痛减轻百分数=[(治疗前 VAS 评分-治疗后第 3 个月 VAS 评分)/治疗前 VAS 评分]×100%^[6]。

五、步行时长评估

利用计步器记录患者治疗前及疗程结束后 1 周内最长可连续行走的时间,以进行足部康复功能的评定。

六、HTI 评估

治疗前和疗程结束后 1 个月时按照压痛的程度进行评分^[7],按压无疼痛记为 0 分,按压出现疼痛而无其

他表现记为 1 分,按压有中度疼痛并出现畏缩现象记为 2 分,按压出现明显疼痛并有退缩表现记为 3 分。

七、AOFAS 踝-后足评分

治疗前和疗程结束后 1 个月时利用 AOFAS 踝-后足评分系统对足部疼痛和功能进行康复评定^[8],总分 100 分,再按疼痛的程度(40 分)、功能和自主活动、支撑情况(10 分)、最大步行距离(5 分)、地面步行情况(5 分)、反常步态情况(8 分)、屈曲伸展受限情况(8 分)、内外翻活动情况(6 分)、踝-后足稳定性情况(8 分)、足部对线(10 分)9 个细则进行精细评定,总分 90~100 分为优,75~89 分为良,50~74 分为可,50 分以下为差。

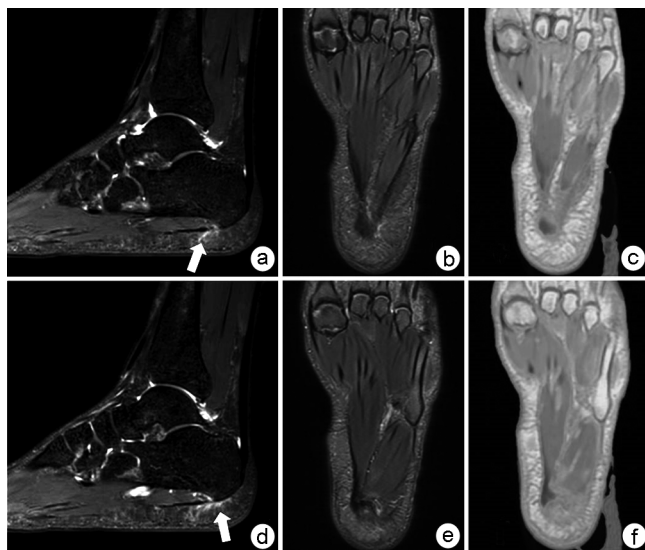
八、统计学分析

采用 SPSS 13.0 版软件包进行统计学分析,对于连续变量,首先使用正态性检验,符合正态分布的以 $(\bar{x} \pm s)$ 形式表示。采用配对 t 检验比较治疗前后筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 值及患者 VAS 评分的差异,采用 Pearson 相关分析上述感兴趣区 T2 值变化量与 VAS 评分变化量的相关性, $P < 0.05$ 表示有统计学意义。

结 果

一、磁共振检查结果及 VAS 评分结果

足底筋膜炎患者在磁共振常规序列上主要表现为足底筋膜周围软组织水肿,足底筋膜局部纺锤形增厚及异常的信号,多见于足底筋膜跟骨结节附着处,异常的信号影主要位于增厚的足底筋膜内,在 T1WI 上表现为点片状的稍高信号,而矢状位 T2WI 压脂序列显示为高信号灶。足底筋膜炎治疗后 4 h 筋膜、肌肉、脂肪垫软组织 T2 压脂高信号影的范围及程度增多(图 1)。



注:34 岁,男性,a、b、c 分别为治疗前矢状位压脂 T2WI、冠状位压脂 T2WI 及冠状位 T1WI 与 T2 mapping 伪彩融合图;d、e、f 分别为首次治疗后 4 h 足底矢状位压脂 T2WI、冠状位压脂 T2WI 及冠状位 T1WI 与 T2 mapping 伪彩融合图。治疗前足底筋膜及皮下脂肪垫可见小片状 T2WI 压脂序列高信号影(a 图箭头),治疗后水肿范围增大(d 图箭头)

图 1 足底筋膜炎患者体外冲击波治疗前后磁共振成像变化

治疗前,患者筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 值分别为 (37.22 ± 4.12) ms、 (41.56 ± 7.09) ms、 (85.75 ± 7.78) ms,治疗后,患者筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 值分别为 (41.42 ± 4.22) ms、 (47.72 ± 7.34) ms、 (94.53 ± 7.64) ms。治疗后筋膜($t = -28.560$, $P < 0.001$)、周围肌肉($t = -39.093$, $P < 0.001$)、脂肪垫($t = -55.589$, $P < 0.001$)的 T2 值均较治疗前有不同程度升高,详见图 2a~2c。

本研究中 23 例足底筋膜炎患者经过体外冲击波治疗,有 2 例疼痛减轻 75% 以上,12 例减轻 50%~75%,12 例减轻 25%~50%,6 例疼痛无明显减轻。患

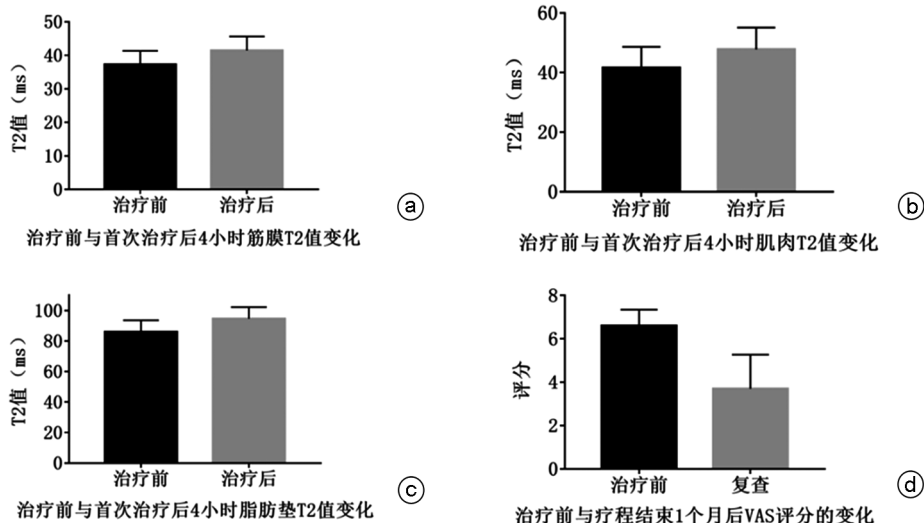


图 2 治疗前后筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 值及 VAS 评分柱状图

者治疗前 VAS 评分为 (6.60 ± 0.74) 分, 治疗后的 VAS 评分为 (3.70 ± 1.58) 分, 评分下降约 43.9%, 总体较治疗前改善, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。详见图 2d。

二、T2 值变化量与 VAS 评分变化量相关性分析

相关性分析结果显示, 筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 值变化量与 VAS 评分变化量呈正相关关系 (图 3), 以肌肉的相关性最强 ($r = 0.869$, $P < 0.001$), 其次是筋膜 ($r = 0.857$, $P < 0.001$) 和脂肪垫 ($r = 0.761$, $P < 0.001$)。

三、步行时长评估

治疗前最长行走时间为 (52.3 ± 14.5) min, 疗程结束后近 1 周内最长行走时间为 (93.7 ± 12.7) min, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

四、足跟压痛指数评估

患者治疗前 HTI 评分为 (2.2 ± 0.4) 分, 疗程结束后 1 个月时评分为 (0.8 ± 0.7) 分, 下降约 63.6%, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

五、AOFAS 踝-后足评分

AOFAS 评分治疗前为 (50.27 ± 10.59) 分, 疗程结束后 1 个月时为 (87.20 ± 13.67) 分, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 治疗后较治疗前评分增加约 73.5%, 治疗后评分为优的患者有 17 例, 良的患者 6 例, 疼痛症状及活动功能明显改善。

讨 论

本研究相关性分析显示, 筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 值变化量与 VAS 评分变化量呈正相关关系, 以肌肉的相关性最强, 其次是筋膜和脂肪垫。说明在患者可承受的治疗剂量和冲击频率下, 治疗后引起的 T2 值变化越大, 远期疗效越显著。这可能是由于在筋膜炎进展的过程中, 胶原纤维的过度分泌和堆积引起组织变硬, 局部微血管受压、闭塞, 因而组织间隙的含水量逐渐减少^[9]。冲击波治疗通过物理效应起到松解组织黏连、疏通闭塞微细血管的作用, 使组织局部血容量增加, 并通过微损伤促进了毛细血管的形成, 从而达到改善微

循环, 起到组织修复的目的^[10-11]。而肌肉组织本身的血流量较筋膜和脂肪垫大, 受病变及治疗的影响最大, 更容易引起显著的组织学改变, 因而相关性最大。在冲击波治疗后重点关注肌肉 T2 值的变化, 有利于通过炎症反应的程度间接反映治疗后的血流恢复情况, 评估远期预后。

足底筋膜不仅在一定程度上起到保护血管和神经免受损伤的作用, 而且能在各种体重和运动状态下维持纵向足弓的稳定性^[12]。长期站立、步行或反复的牵拉刺激和慢性损伤累积可以引起足底筋膜的无菌性炎症和足部疼痛, 容易反复发作, 对患者的日常生活造成较大影响。体外冲击波治疗可以通过多种机制改善足底病变的微环境和血液循环, 既往多项研究均显示体外冲击波对于常规治疗无效的慢性足底筋膜炎患者, 可以有效缓解患者的远期疼痛和症状复发^[13]。本研究利用临床多种评分系统及相关指标对其进行疗效评价, 发现经冲击波治疗后, 足部疼痛明显下降, 疼痛主客观评分 (VAS 评分及 HIT 评分) 均于治疗后明显下降, 且疗程结束后 1 个月患者的最长行走时间明显延长, 治疗后的 AOFAS 评分则较治疗前明显提高, 其中除疼痛相关评分出现改善外, 前足屈伸、后足内外翻的角度加大, 踝-后足稳定性增强, 足部对向良好, 显示足部功能明显改善, 进一步证实了体外冲击波对足底筋膜炎的疗效。

同时, 基于近期有研究支持磁共振成像在足底筋膜炎诊断及疗效评估方面的应用价值^[14-15], 本研究也采用磁共振检查作为补充, 利用其优越的软组织成像特性, 以期为临床提供更多、更全面的疗效评估及预后预测的信息。结果显示经体外冲击波治疗后, 筋膜、肌肉、脂肪垫软组织 T2 压脂高信号影的范围及程度较治疗前增大, T2 值亦较治疗前增高。提示治疗后足部软组织的水肿程度出现一过性加重表现, 考虑与冲击波的治疗原理有关。以往对足底筋膜炎患者的病变筋膜进行组织学检查, 发现胶原纤维出现退行性变伴有

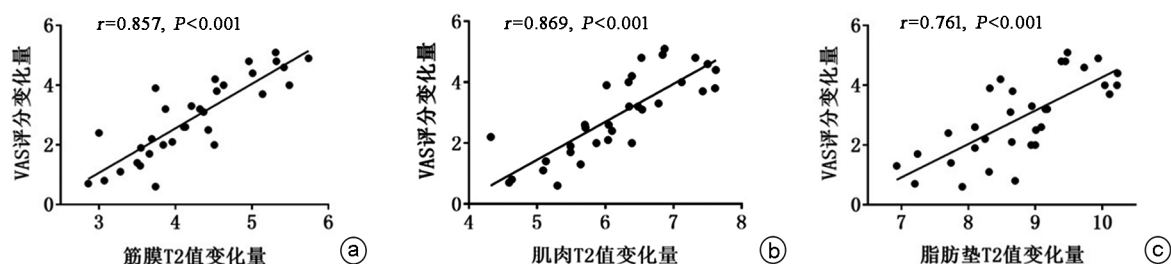


图3 筋膜、肌肉、脂肪垫 T2 变化值与 VAS 评分变化值相关关系图

纤维束排列杂乱,黏液基质蓄积、血管成纤维细胞在炎症因子的刺激下不断增生,伴异位钙化灶形成是慢性足底筋膜炎常见的病理学改变^[16],因而治疗前 T2 值较低。治疗后的改变考虑与体外冲击波治疗特性相关,其原理主要是作为一种致炎治疗,通过破坏组织的病变结构,引起创伤后的炎症反应,使水肿范围增加,启动并促进足底筋膜的生理性修复过程,因而 T2WI 信号和 T2 值均升高。Zhu 等^[17]利用磁共振评估冲击波对足底筋膜炎治疗后的反应,发现筋膜周围软组织水肿程度加重是最常见的治疗后反应,与本研究结果基本相符。但在其研究中,冲击波治疗后筋膜的信号受影响最小,而本研究发现筋膜在治疗后出现明显的水肿高信号,可能与治疗后的观察时间点和冲击波的治疗能量不同有关。在本研究中,采用了较高的冲击频率和治疗剂量,能穿透深层的筋膜组织,使其出现短暂的损伤性反应。

体外冲击波治疗能明显改善慢性足底筋膜炎患者的疼痛程度及运动功能,有利于患者的康复治疗。本研究从不同方面对此进行了证实,而磁共振 T2 值变化可以补充评价冲击波治疗足底筋膜炎引起的炎症反应和软组织水肿程度,尤其以肌肉 T2 值相关性最强,可以有效地预测患者的远期疗效,指导治疗方案的制订,避免临床出现过度治疗。

参 考 文 献

- [1] 张晓侠,张立宁,肖红雨. 冲击波治疗足底筋膜炎的临床研究进展[J]. 解放军医学院学报,2015,36(6):631-633. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2015.06.030.
- [2] Alkhashki HM. Shock wave therapy of fracture nonunion[J]. Injury,2015,46(11):2248-2252. DOI: 10.1016/j.injury.2015.06.035.
- [3] Ulusoy A, Cerrahoglu L, Orguc S. Magnetic resonance imaging and clinical outcomes of laser therapy, ultrasound therapy, and extracorporeal shock wave therapy for treatment of plantar fasciitis: a randomized controlled trial[J]. J Foot Ankle Surg,2017,56(4):762-767. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.02.013.
- [4] Maki M, Ikoma K, Kido M, et al. Magnetic resonance imaging findings of chronic plantar fasciitis before and after extracorporeal shock wave therapy[J]. Foot (Edinb),2017,33(1):25-28. DOI: 10.1016/j.foot.2017.10.002.
- [5] Song X, Xu X, Ye Y, et al. Medical image analysis based on T2 mapping and intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging

- in the diagnosis of plantar fasciitis[J]. J Med,2019,9(2):303-307. DOI: 10.1166/jmihi.2019.2580.
- [6] 孙德海,纪春梅,姜长林,等. DOLORCLAST 分散状冲击波治疗慢性足底筋膜炎的临床观察[J]. 中国伤残医学,2010,18(1):70-71. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6567.2010.01.053.
- [7] Ordahan B, Karahan AY, Kaydok E. The effect of high-intensity versus low-level laser therapy in the management of plantar fasciitis: a randomized clinical trial[J]. Lasers Med Sci, 2018,33(6):1363-1369. DOI: 10.1007/s10103-018-2497-6.
- [8] Kostuj T, Krummenauer F, Schaper K, et al. Analysis of agreement between the German translation of the American Foot and Ankle Society's Ankle and Hind foot Scale (AOFAS-AHS) and the foot function index in its validated German translation by Naal et al. (FFI-D)[J]. Arch Orthop Trauma Surg,2014,134(9):1205-1210. DOI: 10.1007/s00402-014-2046-0.
- [9] Lemelle DP, Kisilewicz P, Janis LR. Chronic plantar fascial inflammation and fibrosis[J]. Clin Podiatric Med Surg,1990,7(2):385-389.
- [10] Wang C, Huang H, Pai C. Shock wave-enhanced neovascularization at the tendon-bone junction: an experiment in dogs[J]. J Foot Ankle Surg,2002,41(1):16-22.
- [11] 王俊华,徐远红,王贤明,等. 体外冲击波对慢性足底筋膜炎患者足底筋膜跟骨附着处微循环的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2012,34(7):541-544. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.07.018.
- [12] Ehrmann C, Maier M, Mengiardi B, et al. Calcaneal attachment of the plantar fascia: MR findings in asymptomatic volunteers[J]. Radiology,2014,272(3):807-814. DOI: 10.1148/radiol.14131410.
- [13] 王江山,何明伟,倪家骧. 体外冲击波疼痛治疗的进展[J]. 中国康复医学杂志,2011,26(8):788-791. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2011.08.025
- [14] Fazal MA, Tsekis D, Baloch I. Is there a role for MRI in plantar heel pain.[J]. Foot ankle Spec,2018,11(3):242-245. DOI: 10.1177/1938640017729493.
- [15] Sharma UK, Dhungel K, Pokhrel D, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of musculoskeletal diseases of ankle and foot.[J]. Kathmandu Univ Med J (KUMJ),2018,16(61):28-34.
- [16] Lemont H, Ammirati KM, Usen N. Plantar fasciitis - a degenerative process (fasciosis) without inflammation[J]. J Am Podiatr Med Assoc,2003,93(3):234-237. DOI: 10.7547/87507315-93-3-234.
- [17] Zhu F, Johnson JE, Hirose CB, et al. Chronic plantar fasciitis: Acute changes in the heel after extracorporeal high-energy shock wave therapy-observations at MR imaging[J]. Radiology,2005,234(1):206-210. DOI: 10.1148/radiol.2341031653.

(修回日期:2019-04-20)

(本文编辑:凌 琛)