

肌骨超声对足底筋膜炎的应用研究综述

伟 华¹, 马文升^{1*}, 白嘎力², 李 昕³, 葛 悦³

¹内蒙古医科大学包头临床医学院, 内蒙古 包头

²包头市中心医院骨科, 内蒙古 包头

³包头市中心医院外科康复中心, 内蒙古 包头

收稿日期: 2024年11月9日; 录用日期: 2024年12月2日; 发布日期: 2024年12月11日

摘 要

足底筋膜炎(PF)是临床上引起成人足跟疼痛最常见的病因, 以往对PF的诊断多依赖患者主诉、病史及医生对患者的查体。由于肌骨超声检查可清晰显示足底筋膜信息, 当前被越来越多地应用于PF的诊断、治疗及预后的监测。本文旨在总结国内外肌骨超声检查在PF诊疗中的研究进展和最新成果, 以期为临床早期、精准地诊断PF提供指导, 也为PF的治疗提供新的方案及思路。

关键词

足底筋膜炎, 肌骨超声检查, 足底筋膜厚度, 足跟疼痛

A Review of the Application of Musculoskeletal Ultrasound in Plantar Fasciitis

Hua Wei¹, Wensheng Ma^{1*}, Gali Bai², Xin Li³, Yue Ge³

¹Baotou Clinical Medical College, Inner Mongolia Medical University, Baotou Inner Mongolia

²Department of Orthopedic, Baotou Central Hospital, Baotou Inner Mongolia

³Surgical Rehabilitation Center, Baotou Central Hospital, Baotou Inner Mongolia

Received: Nov. 9th, 2024; accepted: Dec. 2nd, 2024; published: Dec. 11th, 2024

Abstract

Plantar fasciitis (PF) is the most prevalent cause of heel pain in adults in clinical practice. Traditionally, the diagnosis of PF has heavily relied on patient-reported symptoms, medical history, and

*通讯作者。

文章引用: 伟华, 马文升, 白嘎力, 李昕, 葛悦. 肌骨超声对足底筋膜炎的应用研究综述[J]. 临床个性化医学, 2024, 3(4): 1529-1535. DOI: 10.12677/jcpm.2024.34219

physical examinations conducted by healthcare professionals. However, with the introduction of musculoskeletal ultrasound, there has been an increasing utilization of this imaging technique for the diagnosis, treatment, and monitoring of PF. This article aims to provide a comprehensive review of the current research progress and recent advancements in musculoskeletal ultrasound for the diagnosis and treatment of PF, both nationally and internationally. The primary objective is to offer guidance for the early and accurate diagnosis of PF in clinical settings, as well as to present innovative approaches and perspectives for its treatment.

Keywords

Plantar Fasciitis, Musculoskeletal Ultrasonography, Plantar Fascia Thickness, Heel Pain

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

足底筋膜炎(plantar fascia, PF)又称跖筋膜炎、足跟疼痛综合征,是一种自限性疾病[1]。PF 通常源于足底筋膜持续受到的外界刺激。这种反复的刺激会导致筋膜起点的微小损伤和囊状退化,进而使足底筋膜与跟骨结节连接区域的纤维组织发生炎症反应[2]。PF 的病因尚不明确,所有年龄段均可发病,80%~90%的患者经过 10 个月治疗后症状均有不同程度缓解[3]。统计数据显示 PF 是门诊患者足跟疼痛的最常见原因。在普通人群中,PF 的发生率约为 10%,其中 83%的患者是 25 至 65 岁活跃工作的成年人。发病率高峰出现在 40 至 60 岁,三分之一的 PF 患者为双侧足底患病。此外,与男性相比女性 PF 的患病率更高,在女性患者中,45~64 岁的女性较 18~44 岁的女性患者患病率更高,体重指数 > 25 kg/m² 及跑步运动多的人群患病率高达 22% [4]。本文对肌骨超声检查在 PF 诊疗中的应用进行综述,旨在为早期、精确诊断 PF 提供参考和指导。同时,本文也致力于探索 PF 治疗的新方法和思路,以期能为临床实践带来新的启示和可能。

2. 足底筋膜炎

2.1. 足底筋膜的结构

足底筋膜由胶原纤维和弹性组织组成。自跟骨结节的内侧开始分为内侧、中央和外侧带分离到远端。中央带在跖骨头附近的每个纵束中分为浅支和深支,并在跖骨远端第一至第五的足底板和籽骨中结束。在这三个部分中,中央带是最厚和最重要的。外侧带的内侧和外侧肌腱束分别位于第四跖骨板和第五跖骨基底。内侧筋膜大多位于楔骨的内侧和中间,覆盖拇外展肌筋膜,并与外侧背腱膜下的腱下伸肌支撑和屈肌支撑保持连续性[5]。

2.2. 足底筋膜炎的机制

国内外研究目前对 PF 的病因尚不完全明确,部分学者认为机械负荷过载是引起这种损伤的原因,机械负荷可分为内在因素与外在因素。内在因素主要包括:体重超标、足弓结构异常(如高足弓、扁平足)、跟腱过短、糖尿病以及高胆固醇血症等。这些内在条件可能降低足底筋膜承受压力的能力,从而引发炎症。外在因素同样不容忽视,它们主要包括:在坚硬地面赤足行走、长时间承重、过度训练、伸展运动不足以及穿着不合适的鞋履等。这些外部因素可能加剧足底筋膜的磨损,增加患病风险[6] [7]。

2.3. 足底筋膜炎的临床表现

PF 的典型症状是早晨起床或休息后首次行走时,足跟部位会感受到明显的疼痛。不过,随着活动的持续,这种疼痛往往会逐渐缓解。对于 PF 患者而言,长时间或连续高强度的活动往往会诱发疼痛的再次发作。这种疼痛通常集中在足底筋膜与跟骨连接的关键部位,即跟骨内侧的结节处。这一区域是足底筋膜受力最集中的地方,因此在受到过度压力或持续压力时,更容易发生炎症和疼痛[8]。

2.4. 足底筋膜炎的临床诊断标准

《国际功能、残疾和健康分类·足跟痛/足底筋膜炎 2014 修订版》[9]临床实践指南中,对于 PF 的诊断提出了以下具体标准:

- 1) 足底内侧疼痛:患者主诉在一段时间不活动后重新行走的最初几步时,足底内侧的疼痛最为显著。随着行走时间的延长,疼痛通常会进一步加重。
- 2) 近期负重活动增加:医生在询问病史时,应特别关注患者近期是否有负重活动增加的情况,因为这被认为是引发足跟痛的重要因素之一。
- 3) 跖筋膜近端附着处触诊疼痛:在检查过程中,跖筋膜近端附着处会出现明显的触诊疼痛。
- 4) Windlass 测试阳性。
- 5) 跗管测试阴性。
- 6) 活动度受限:在主动和被动距小腿关节背屈时,活动度会受到限制。
- 7) Foot Posture Index 评分异常。
- 8) 非运动员个体的高身体质量指数:对于非运动员群体,高身体质量指数也被视为诊断的一个参考标准。

以上标准综合考量了患者的疼痛表现、活动情况、身体质量指数以及特定的医学测试结果,为 PF 的诊断提供了更为全面和准确的指导。

2.5. 足底筋膜炎的影像学检查

X 线片对 PF 的诊断并不常规,可显示跟骨骨质增生、足跟部软组织钙化情况,无法直接观测足底筋膜[10],X 线片通常被用于鉴别骨折等骨性疾病导致的足跟部疼痛。

核磁共振(MRI)以其卓越的软组织分辨率和独特的多参数、任意平面成像能力,在足踝部肌腱、肌肉、皮下脂肪及骨骼的评估中表现出色。它能够提供更全面且精细的影像信息,与其他影像检查方法相比,其优势显著,为医生提供了更为准确和可靠的诊断依据[11]。PF 的 MRI 直接征象表现为足底筋膜增厚及信号异常。足底筋膜增厚多表现为局限性增厚,位于足底筋膜跟骨结节附着处及前方[5]。但在诊断 PF 时并不常规。且 MRI 成本较高患者接受度不高,它通常用于顽固性 PF 患者或怀疑其他病变的患者。

随着超声技术的不断进步,它已经成为骨科医生在临床中常用的诊断工具。其中,肌骨超声技术以其卓越的成像能力,能够清晰展示足底筋膜、韧带、肌腱、血管、细小骨皮质撕脱骨折、神经以及骨质增生等复杂结构。不仅如此,肌骨超声还具有探测方便、角度灵活以及经济性好等诸多优势,为骨科疾病的诊断提供了重要支持。肌骨超声在 PF 中的诊断价值也越来越高,可重复测量也增加了其结果可信度[12][13]。在肌骨超声的扫描下,PF 呈现出一系列特征性的表现。这些表现主要包括足底筋膜的显著增厚,以及筋膜的回声明显减低,显示出其弹性的降低。同时,足底筋膜的边缘会变得模糊不清,周围区域可能出现水肿现象[14]。此外,跟骨骨质增生也是 PF 在肌骨超声上的一个常见表现[13]。这些特征性的表现为 PF 的诊断提供了重要的依据。Abdul Sattar Arif Khammas [15]等人以足底筋膜厚度、回升降低、弹性变化为关键词检索了 2017 到 2022 年的原创文章后,在排除了 636 篇文章后共纳入 30 篇入组文献,

最终结果表明超声可以通过评估 PFS 患者的厚度、回声和弹性降低,成为诊断 PF 的可靠工具。

3. 肌骨超声在足底筋膜炎诊断中的应用

3.1. 足底筋膜厚度在诊断足底筋膜炎中的应用

足底筋膜厚度的增加通常是应对机械负荷增加的一种反应,这种增加可能是由于筋膜受到拉伸以适应更高的负荷。同时,这也可以视为足底筋膜为避免过度拉伸而采取的一种代偿机制。另一方面,足底筋膜的增厚也可能源于过度运动、肥胖、平足或踝关节周围韧带松弛等因素,这些状况过度刺激了足底筋膜,引发炎症和水肿,最终导致其厚度的增加[16]。

目前认为正常足底筋膜的厚度约为 2.20~2.50 毫米,当足底筋膜厚度大于 4 mm 时,可诊断为 PF;该诊断标准已得到广泛认可[17]。于近玲[13]通过对比在 2019 年 4 月~2021 年 4 月收治的 80 例 PF 患者病例中通过测量患侧与健侧的足底筋膜厚度对比结果显示第一次与第二次测量均患侧足底筋膜厚度比健侧较厚。两侧足底筋膜厚度之间差异具有统计学意义。刘洪姝[18]搜集了 48 例 PF 患者作为研究对象,所有患者均重复行肌肉骨骼超声和 MRI。观察并比较肌肉骨骼超声与 MRI 患者健侧和患侧足底筋膜厚度。经过对比分析,肌肉骨骼超声检查在健侧与患侧的足底筋膜厚度方面的测定结果,与 MRI 所得数据相比,并未显示出统计学上的显著差异。Wu [19]等人纳入了 50 名健康成年志愿者及 42 例单侧 PF 患者通过超声检查、CT 和 MRI 获取足底筋膜的图像。超声用于测量足底筋膜的厚度。研究结果显示对于同性别患者,三种影像学检查方式之间无显著差异。同性别患者左右两侧差异无统计学意义,但男性和女性之间的差异具有统计学意义。正常组超声、CT 和 MRI 无显著差异,超声评估足底筋膜炎组差异显著。有研究显示足底筋膜厚度与 PF 症状持续时间呈正相关与足底功能呈负相关[20],这表明足底筋膜厚度能够提示 PF 的严重程度。因此,超声是一种相对可靠,便捷、经济地通过测量足底筋膜厚度诊断足底筋膜炎的影像学检查。

3.2. 足底筋膜弹性降低在诊断足底筋膜炎中的应用

某些国外学者研究发现,有症状的足底筋膜炎患者足底筋膜相较于正常人会表现出更柔软、弹性更小的特性,这一变化可能源于足底筋膜的变性过程,该过程涉及胶原蛋白的分解、成纤维细胞的肥大、变性和基质降解。这些病理变化不仅会影响足底筋膜的功能,使其无法有效支撑足部并缓冲行走时的冲击力,导致 PF 等疾病的发生[3]。

肌骨超声技术凭借其准确反映软组织弹性的能力,已经在肌肉骨骼系统的检查中得到了广泛地应用。Giuseppe Schillizzi [21]等人纳入了 19 例诊断为 PF 的患者和 21 例健康受试者展开研究,两组均接受了临床、超声评估。结果显示有临床症状患者的足底筋膜的弹性降低或较软。且发现足底筋膜弹性变化与疼痛和功能量表之间存在很强的相关性,这表明足底筋膜弹性变化不仅可以辅助诊断还可用于 PF 严重程度的评估。

3.3. 足底筋膜回声降低在诊断足底筋膜炎中的应用

水肿不仅会导致足底筋膜的结构发生变化,还会影响其在超声检查中的回声特性。具体来说,水肿可能使筋膜组织中的液体成分增加,孔繁亮[16]等人在 2021 年 9 月至 2022 年 9 月期间,对 38 例足底筋膜炎患者与 26 例健康受试者进行了深入研究。通过对比分析,他们发现 PF 患者的足底筋膜回声显著降低,这一发现与健康受试者的数据相比,存在显著的统计学差异。这一结果为 PF 的诊断提供了有力的超声影像依据。文献研究[16]认为足底筋膜回声降低的原因可能由于足底筋膜因炎症水肿所致,从而影响声波的反射和传播,导致回声降低。

4. 肌骨超声在足底筋膜炎治疗中的应用

在现今的医疗实践中,对于足底筋膜炎的治疗,医生们往往倾向于首先采取保守的治疗方法。这些方法涵盖了体重调整、适度减少运动量、进行专门的牵伸训练以增强足底筋膜的灵活性、使用矫形器来纠正足部姿态、采用运动扎贴技术提供额外支撑等,以及尝试体外冲击波疗法以减轻炎症和疼痛。然而,对于那些经过一年以上的保守治疗后,疼痛依旧剧烈且已显著影响生活质量的患者,药物注射疗法可能成为一个值得考虑的有效治疗选项。目前,多种药物注射方法被应用于足底筋膜炎治疗的临床实践,其中,不仅涵盖了皮质类固醇激素的注射,还涉及了富血小板血浆(PRP)的疗法,以及高渗葡萄糖注射技术。用富含血小板血浆注射治疗足底筋膜炎的患者,晨起首步疼痛及休息后疼痛明显减轻,站立和行走功能明显增强。对足底筋膜炎患者进行肉毒素注射治疗后,其短期和长期缓解疼痛有显著效果。有人研究用高渗葡萄糖注射治疗足底筋膜炎,对于其提供持续疼痛缓解的有效性证据有限[22]。有 Meta 分析表明,在治疗后 3 个月,体外冲击波治疗的疗效高于皮质类固醇激素注射皮质类固醇激素起效迅速,局部注射后能够迅速缓解疼痛症状;体外冲击波的疗效是一种循序渐进的过程[23]。此外,小针刀疗法作为一种独特的微创治疗方法也受到了关注。同时,自体血、透明质酸和肉毒杆菌毒素等也被视为治疗 PF 的有效药物注射选项,这些方法在医学领域内均被视为针对 PF 的多样化治疗手段[24]。过去,骨科医生在确定注射位置时多依赖于触诊,这种方法的效果很大程度上取决于医生的技术水平和经验,注射位置的不精确有可能导致足底筋膜断裂、脂肪垫萎缩以及周围神经损伤等严重的并发症,因此需要格外谨慎。

为了更精确地指导注射操作并降低并发症的风险,现在引入了肌骨超声技术,这项技术能够动态、准确地显示注射位置,为医生提供更为清晰的指导,确保治疗的安全性和有效性。葛茂林[25]等人精心筛选了 110 例 PF 患者作为研究对象,他们分别接受了传统压痛点触诊引导或超声引导的方法进行了复方倍他米松注射治疗,随后进行了长达 3 个月的随访观察。研究结果显示,相较于传统触诊引导的方式,这种肌骨超声引导下的注射方法不仅安全,而且更加有效,显著提高了药物注射的安全性和准确性。潘晔[26]等人回顾性分析了收治的 626 名 PF 患者,他们分别接受了触诊与超声引导下的针刀治疗。研究结果显示,在对比肌骨超声引导下针刀治疗与传统针刀治疗足底筋膜炎的效果时,我们发现前者在降低复发率方面展现出了显著的优势。然而,在整体的临床疗效上,两种治疗方式则呈现出相近的效果。Li [27]等人进行了一项荟萃分析,该研究纳入了五项随机对照试验的数据,结果明确显示,在 PF 患者的治疗中,超声引导下的皮质类固醇激素注射相较于触诊引导下的注射,展现出了显著更优的治疗效果。在保守治疗无法达到预期效果的情况下,手术治疗成为一个值得考虑的选择,为了确保手术的高效与安全,我们可以在术前运用肌骨超声技术进行详尽的评估,从而精准地指导手术方案。这种技术有助于我们以最小的创伤完成手术,让患者能够更快地恢复健康,并显著降低并发症的发生率。

5. 肌骨超声在足底筋膜炎预后的监测中的应用

肌骨超声不仅可以用于 PF 的诊断和治疗,还可以用于 PF 治疗后的疗效观察。PF 治疗后多通过临床表现等主观性较强的指标来监测疗效。患者常因治疗后症状缓解从而结束治疗,导致较短时间内复发而回诊。Asmaa Mahmoud Ali Moustafa [28]等人前瞻性试验纳入 21 名足底筋膜炎患者,对保守治疗至少 2 个月无效的患者进行了超声评估。与健侧相比,评估足底筋膜厚度和回声性,并与视觉模拟量表(VAS)和足跟压痛指数(HTI)为观察指标,分别接受地塞米松离子电渗疗法、地塞米松注射疗法。结果显示,肌骨超声不仅在诊断足底筋膜炎方面有效,同时肌骨超声评估与患者疼痛程度报告呈正相关,具有较高的统计学意义。通过肌骨超声评价 PF 是一种有效的工具,在评估治疗反应方面具有更高的特异性和准确性,肌骨超声的这种效用将为医生提供客观的指导,治疗方法的选择或排除其他可能导致疼痛的疾病提供参考。Adam E Fleischer [29]等募集了 70 名受试者进行了评估及保守治疗,63 名患者完成了为期 3 个月的

随访评估,并根据标准方案记录筋膜的定量(厚度)和定性(双凸性)特征。得出的结论是,表现为足底筋膜双凸面的患者可能对以足底筋膜机械支撑为中心的保守治疗方案反应较差。进一步探讨了肌骨超声与 PF 的关系,可以临床医师制定治疗措施提供新的依据。

6. 当前研究的价值和不足

肌骨超声在 PF 的应用研究中已经取得了一定的成果,为临床医师提供了更加精准的诊断和治疗手段,然而,目前的研究还存在一些不足之处。首先,虽然肌骨超声在 PF 的诊断中具有较高的准确率,但其对于早期病变的敏感性仍有待提高。其次,超声引导下可视化精准治疗虽然具有明显优势,但操作技术要求较高,需要专业医师进行操作。此外,目前关于肌骨超声在 PF 预后评估中的研究还相对较少,需要大量的前瞻性研究进一步深入探索。

7. 未来研究方向

针对当前研究的不足,未来的研究可以从以下几个方面展开:一是进一步提高肌骨超声对 PF 早期病变的敏感性,以便更早期地发现并治疗该病症;二是加强超声引导下可视化精准治疗技术的研究和推广,提高操作技术的普及率和治疗效果;三是深入研究肌骨超声在 PF 预后评估中的应用,为患者提供更加个性化的治疗方案和预防措施。

8. 结论

综上所述,肌骨超声在 PF 的应用研究已经取得了一定的成果,但仍需进一步深入探索。通过不断完善和优化肌骨超声技术,相信未来能够为足底筋膜炎的诊断和治疗提供更加精准、有效的手段,为患者的康复和生活质量提升作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 林炯同, 杨伟毅, 侯森荣, 等. 刘军教授治疗足底筋膜炎学术经验荟萃[J]. 中国中医急症, 2020, 29(5): 908-910, 940.
- [2] Allam, A.E. and Chang, K.V. (2024) Plantar Heel Pain. StatPearls.
- [3] 申婷婷, 张轶, 卢甜甜. 肌骨超声检查在足底筋膜炎诊断与治疗中的应用进展[J]. 山东医药, 2022, 62(11): 95-97.
- [4] Buchanan, B.K., Sina, R.E. and Kushner, D. (2024) Plantar Fasciitis. StatPearls.
- [5] Zhang, L., Cai, M., Gan, Y., Xia, Z., Xiong, J., Sun, X., *et al.* (2023) Anatomical Features of Plantar Fasciitis in Various Age Cohorts: Based on Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Orthopaedic Surgery*, **31**.
<https://doi.org/10.1177/10225536231161181>
- [6] Shiotani, H., Mizokuchi, T., Yamashita, R., Naito, M. and Kawakami, Y. (2023) Influence of Body Mass on Running-Induced Changes in Mechanical Properties of Plantar Fascia. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **37**, e588-e592. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004536>
- [7] 刘潇, 张珑, 张浩, 等. 足底筋膜炎相关危险因素的研究进展[J]. 解放军医学院学报, 2021, 42(10): 1124-1129.
- [8] Schneider, H.P., Baca, J.M., Carpenter, B.B., Dayton, P.D., Fleischer, A.E. and Sachs, B.D. (2018) American College of Foot and Ankle Surgeons Clinical Consensus Statement: Diagnosis and Treatment of Adult Acquired Infracalcaneal Heel Pain. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, **57**, 370-381. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.10.018>
- [9] 美国物理治疗协会骨科分会. 《国际功能、残疾和健康分类·足跟痛/足底筋膜炎: 2014 修订版》临床实践指南[J]. 康复学报, 2019, 29(1): 2-20.
- [10] Drake, C., Whittaker, G.A., Kaminski, M.R., Chen, J., Keenan, A., Rathleff, M.S., *et al.* (2022) Medical Imaging for Plantar Heel Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Foot and Ankle Research*, **15**, Article 4. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00507-2>
- [11] Papineni, V.R.K., Mariathas, M., Sidhu, S.S. and Chari, B. (2024) Imaging Modalities for Non-Acute Pathologies of the Foot and Ankle. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, **48**, Article ID: 102329. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2023.102329>

- [12] 王梅英. 肌肉骨骼超声在评估慢性足底筋膜炎中的临床应用[J]. 世界复合医学, 2022, 80(1): 49-51, 72.
- [13] 于近玲. 肌肉骨骼超声在慢性足底筋膜炎中的应用价值探讨[J]. 基层医学论坛, 2023, 27(7): 148-150.
- [14] 栗平, 王东海, 郭芳芳, 等. 超声引导足底筋膜炎治疗的临床价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2019, 27(1): 46-49.
- [15] Khammas, A.S.A., Mahmud, R., Hassan, H.A., Ibrahim, I. and Mohammed, S.S. (2022) An Assessment of Plantar Fascia with Ultrasound Findings in Patients with Plantar Fasciitis: A Systematic Review. *Journal of Ultrasound*, **26**, 13-38. <https://doi.org/10.1007/s40477-022-00712-0>
- [16] 孔繁亮, 项东英, 车竞, 等. 多参数超声检查对足底筋膜炎应用分析[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(9): 1647-1651.
- [17] Wang, X., Xu, L., Hu, X., Zhao, H. and Yin, J. (2023) Musculoskeletal Ultrasound for the Diagnosis of Plantar Fasciitis: An Accuracy and Diagnostic Yield Study. *International Journal of General Medicine*, **16**, 4765-4771. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s434182>
- [18] 刘洪妹. 肌肉骨骼超声检查对慢性足底筋膜炎的诊断效果[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2023, 30(1): 55-57.
- [19] Wu, J., Zhang, Y., Gao, Y. and Luo, T. (2019) Assessment the Reliability of Ultrasonography in the Imaging of the Plantar Fascia: A Comparative Study. *BMC Medical Imaging*, **19**, Article No. 62. <https://doi.org/10.1186/s12880-019-0361-1>
- [20] Jiang, Z., Shen, H., Zhang, Q., Ye, G., Li, X. and Liu, X. (2022) Elasticity Evaluation of the Plantar Fascia: A Shear Wave Elastography Study Involving 33 Early-Stage Plantar Fasciopathy Subjects. *Frontiers in Physiology*, **13**, Article 1060728. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1060728>
- [21] Schillizzi, G., Alvit, F., D'Ercole, C., Elia, D., Agostini, F., Mangone, M., et al. (2020) Evaluation of Plantar Fasciopathy Shear Wave Elastography: A Comparison between Patients and Healthy Subjects. *Journal of Ultrasound*, **24**, 417-422. <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00474-7>
- [22] 钟明华. 足底筋膜炎的相关研究进展[J]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(8): 194-196.
- [23] Xiong, Y., Wu, Q., Mi, B., Zhou, W., Liu, Y., Liu, J., et al. (2018) Comparison of Efficacy of Shock-Wave Therapy versus Corticosteroids in Plantar Fasciitis: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **139**, 529-536. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3071-1>
- [24] 江海, 于瑜, 刘志成, 等. 体外冲击波与注射皮质激素治疗足底筋膜炎: 足底压力及步态分析比较[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(21): 3286-3291.
- [25] 葛茂林, 王欣, 张惠卿. 超声引导下注射治疗足底筋膜炎疗效观察[J]. 武警医学, 2023, 34(4): 340-342.
- [26] 潘晔, 曹鹏, 王恩辉, 等. 肌骨超声引导下针刀治疗足底筋膜炎的临床研究[J]. 中医外治杂志, 2023, 32(3): 26-28.
- [27] Li, Z., Xia, C., Yu, A. and Qi, B. (2014) Ultrasound- Versus Palpation-Guided Injection of Corticosteroid for Plantar Fasciitis: A Meta-analysis. *PLOS ONE*, **9**, e92671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092671>
- [28] Moustafa, A.M.A., Hassanein, E. and Foti, C. (2019) Objective Assessment of Corticosteroid Effect in Plantar Fasciitis: Additional Utility of Ultrasound. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*, **5**, 289-296. <https://doi.org/10.32098/mltj.04.2015.07>
- [29] Fleischer, A.E., Albright, R.H., Crews, R.T., Kelil, T. and Wrobel, J.S. (2015) Prognostic Value of Diagnostic Sonography in Patients with Plantar Fasciitis. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **34**, 1729-1735. <https://doi.org/10.7863/ultra.15.14.10062>