

超声引导下体外冲击波对足底筋膜炎治疗的研究进展

袁佳怡¹, 杜燕^{2*}

¹西安医学院研究生院, 陕西 西安

²西安市第九医院超声医学科, 陕西 西安

收稿日期: 2026年5月25日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月29日

摘要

足底筋膜炎(plantar fasciitis, PF)是临床常见的慢性劳损性疾病,以局部无菌性炎症为主要病理特征,剧烈疼痛严重影响患者生活质量。目前临床治疗方案众多,体外冲击波疗法(Extracorporeal Shock Wave Therapy, ESWT)作为一种非侵入性治疗手段,在骨肌系统疾病的治疗中具有重要应用价值,在缓解疼痛、助力患者功能恢复方面中展现出巨大的潜力。同时超声技术的实时可视化特性,有效克服了传统ESWT“盲法”治疗的局限性。本研究通过回顾近年来国内外超声联合ESWT治疗PF的研究进展,并与多种治疗方式进行对比分析,为临床提供参考依据。

关键词

超声多模态技术, 体外冲击波, 足底筋膜炎, 研究进展

Research Progress on the Treatment of Plantar Fasciitis with Extracorporeal Shock Wave Therapy under Ultrasound Guidance

Jiayi Yuan¹, Yan Du^{2*}

¹Graduate School of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Department of Ultrasonic Medicine, Xi'an Ninth Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: May 25, 2026; accepted: June 18, 2026; published: June 29, 2026

*通讯作者。

文章引用: 袁佳怡, 杜燕. 超声引导下体外冲击波对足底筋膜炎治疗的研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(6): 2177-2184. DOI: 10.12677/acm.2026.1662438

Abstract

Plantar fasciitis (PF) is a common chronic overuse disorder in clinical practice, characterized mainly by local aseptic inflammation, and severe pain significantly affects the quality of life of patients. Currently, there are numerous clinical treatment options. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT), as a non-invasive treatment method, has significant application value in the treatment of musculoskeletal system diseases and shows great potential in relieving pain and assisting in functional recovery of patients. Meanwhile, the real-time visualization feature of ultrasound technology effectively overcomes the limitations of the traditional "blind" ESWT treatment. This study reviews the research progress of ultrasound combined with ESWT in the treatment of PF at home and abroad in recent years and conducts a comparative analysis with various treatment methods to provide a reference basis for clinical practice.

Keywords

Ultrasound Multimodal Technology, Extracorporeal Shock Wave, Plantar Fasciitis, Research Progress

Copyright © 2026 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. PF 概述

足底筋膜是起自跟骨内侧结节的致密结缔组织, 向前呈束状分布, 最终附着于各跖骨头与近节趾骨基底部。它与足部骨骼、韧带协同作用, 维持足纵弓的稳定, 并依靠自身弹性回缩, 在行走、跑跳等活动中缓冲地面冲击力[1]。PF 是累及足底软组织的慢性无菌性炎症, 典型症状为晨起足跟疼痛, 活动后加剧, 显著降低患者生活质量。目前尚未完全明确其发病机制, 一般认为其是足部生物力学异常导致, 当足底筋膜反复和长期的受到超过其生理极限的力时, 就会触发炎症, 逐渐导致退化和纤维化, 最终引起 PF [2], 仅少数 PF 的患者需手术干预外, 保守治疗仍是 PF 的主要治疗手段。足底筋膜切开术不仅复发率较高(约 30%), 还存在侧柱疼痛、神经损伤等并发症风险[3][4]。ESWT 作为目前 PF 常用治疗手段, 通过释放能量波进入足底软组织, 对周围血管、神经产生拉应力与压应力, 在不破坏细胞的前提下对粘连组织进行高能量冲击, 从而达到减压效果, 缓解疼痛。然而, 传统盲法 ESWT 治疗存在靶点定位不准确、能量分布不均等问题, 影响治疗效果与安全性。超声多模态技术通过精确定位病变区域, 使冲击波能量能够精准作用于炎症区域, 有效促进局部微循环改善并清除炎症因子[5], 显著优化了 PF 的治疗效果。本文整合近年超声引导下 ESWT 治疗 PF 的相关研究成果并展开综述, 为后续研究及临床应用提供方向及依据。

2. ESWT 联合超声在 PF 治疗中的应用价值

ESWT 疗法具有无创、安全、疗效确切等优势, 已成为骨肌系统疾病临床治疗的重要手段。其治疗关键在于将有效适宜的能量精准作用于病变区域[6], 而超声多模态技术凭借实时可视化优势, 能够精准满足这一治疗核心需求, 作为现代医学影像学中不可或缺的一部分, 其通过结合多种超声模式, 为 PF 的临床治疗提供了坚实的技术保障。超声多模态技术融合 B 超、彩色多普勒与弹性成像等多种成像方式, 在实际应用中, B 型超声用于显示足底筋膜的解剖结构与组织形态, 彩色多普勒超声用于评估局部血流

状态, 弹性成像则用于对组织硬度进行定量评价, 从而为临床治疗提供多维度参考依据。

超声引导下 ESWT 可显著优化 PF 的治疗效果, 主要优势体现在 4 个方面: 其一, 在精准诊断方面, 超声多模态技术利用高分辨率超声成像, 可准确识别足底筋膜增厚、钙化等病理改变, 明确病变位置与严重程度, 从而引导冲击波精准作用于炎症及损伤部位, 有效改善局部微循环并清除炎症因子, 促进胶原纤维重塑与筋膜修复[7]; 其二, 超声多模态技术通过对足底筋膜张力和弹性的客观评估, 精准指导治疗区域, 有助于重建足底筋膜正常生物力学功能, 从而优化患者的踝足功能、步态及运动能力[8]; 其三, 治疗引导过程中, 实时超声监测可动态追踪组织对冲击波的反应, 精准控制冲击波的剂量与穿透深度, 适时调整治疗参数, 最大程度保护周围正常组织, 实现精准化干预[9], 显著改善疼痛症状; 其四, 超声多模态技术在鉴别诊断方面具有明显优势, 可区分 PF 与跟骨骨刺、跟腱炎等足跟疾病, 为个体化治疗提供可靠指导[10]。

3. ESWT 的作用机制

3.1. 物理机械效应

物理机械效应是 ESWT 治疗 PF 的基础机制, 主要包括机械应力效应与空化效应。冲击波作为一种高压强、短脉冲的机械波, 可通过介质传导至足底筋膜病变部位, 直接物理作用于病变组织, 改善组织形态与功能。

3.1.1. 机械应力效应

PF 患者存在足底筋膜增厚、纤维化及钙化灶形成, 导致筋膜弹性下降、张力增高。ESWT 通过在足底筋膜的增厚、粘连部位及钙化灶处产生拉应力与压应力, 松解筋膜粘连, 促进血液和淋巴循环, 增强组织摄氧, 促进新陈代谢[11], 从而缓解疼痛。

3.1.2. 空化效应

人体组织密度存在差异, 在不同组织(介质)的交界面处常可见微小气泡。冲击波传播过程中, 介质中的气泡会在冲击波的作用下快速膨胀、收缩, 甚至破裂, 产生局部高压与微射流, 促进病变周围的血液循环, 改善局部缺血缺氧状况, 加快局部新陈代谢, 达到疏通血管和缓解炎症的作用[12]。此外, 空化效应所产生的微射流, 还可促进足底筋膜细胞的增殖与分化, 增加胶原蛋白合成, 提升筋膜组织的弹性与韧性, 进而加快受损筋膜的修复进程。

3.2. 生物化学效应

ESWT 通过机械信号转导, 诱导组织产生一系列生化反应, 包括促进抗炎因子、生长因子表达, 改善局部微循环并加速组织修复与再生。

3.2.1. 抗炎作用

PF 是一种无菌性炎症反应, 病变部位聚集大量炎症因子, 可刺激神经末梢, 促进组织水肿、纤维化, 进而引发疼痛。ESWT 通过调节机体的炎症反应, 抑制炎症因子的产生与释放, 促进抗炎因子的表达, 达到减轻炎症的作用。

3.2.2. 镇痛作用

目前 ESWT 的镇痛作用机制尚不完全明确。主流学者多认为 ESWT 可通过调节机体的神经传导与神经递质分泌, 发挥镇痛作用, 机制主要包括两个方面: 一方面, 冲击波可对神经末梢产生强刺激而调节细胞周围自由基水平, 促使内源性镇痛物质释放, 进而提高痛阈, 发挥镇痛作用[13]。另一方面, 冲击波

可直接刺激病变部位的神经末梢, 使其发生短暂的神经传导阻滞, 抑制疼痛信号的传递, 从而快速增强镇痛效果。

3.3. 神经调控效应

PF 患者神经末梢的敏感性增高, 轻微刺激即可引发剧烈疼痛, 同时可能伴有周围神经的异常放电, 加重疼痛症状。ESWT 可通过调节神经的兴奋性与传导功能, 降低神经末梢的敏感性, 抑制异常神经放电, 从而缓解疼痛, 改善患者的疼痛感知。

4. ESWT 治疗 PF 的临床现状

4.1. 低能量冲击波

低能量 ESWT 目前已广泛应用于 PF 治疗, 研究证实, 低能量冲击波一方面可减少巨噬细胞和多形核白细胞向损伤部位浸润, 另一方面可抑制病灶内促炎性细胞因子及趋化因子的生成, 从而表现出显著的抗炎作用, 有效调控局部免疫应答, 这一抗炎效应与其促进组织血管生成的效应类似[14][15]。有学者发现低能量 ESWT 能够有效改善慢性顽固性 PF 患者的短期疼痛[16]。胡晓红等[17]的研究样本量适中, 但存在一定选择偏倚, 其研究结果表明低能量 ESWT 是老年 PF 的有效干预手段, 能缓解足跟疼痛, 且复发率远低于局部类固醇药物注射治疗, 可帮助老年 PF 患者规避手术治疗, 降低手术相关风险。超声引导可确保低能量 ESWT 精准聚焦于病变组织, 故有望成为临床老年 PF 首选保守方案。

4.2. 高能量冲击波

高能量 ESWT 作为 PF 临床治疗的重要手段, 具有缓解疼痛、改善功能的优势, 一方面体现在快速缓解短期症状, 另一方面通过组织修复作用为慢性顽固性 PF 患者提供可靠的非手术治疗选择。Metzner 等[18]的研究显示, 采用 1000 次冲击波脉冲(冲击频率 2 Hz, 电压 10.5 KV, 能量通量密度(ED) 0.35 mJ/mm², 总能量剂量 350 mJ/mm²)对 PF 患者进行治疗, 治疗 6 周后随访发现, 该参数下的高能量 ESWT 对 PF 具有显著治疗效果, 且短期疗效稳定可靠。这表明高能量 ESWT 可通过规范的参数设置, 快速体现疗效并维持稳定, 而超声可定位钙化灶范围、测算组织厚度, 因此超声引导下高能量 ESWT 可精准设定核心参数, 有效提升治疗准确度与安全性。

Li 等[19]通过荟萃分析显示高能量 ESWT 对顽固性 PF 具有明确的治疗优势, 可作为常规保守治疗无效、手术干预前的有效补救措施。进而避免手术创伤与并发症风险, 提升治疗的安全性与可接受性。此外, Gezginaslan 等[20]探讨表明, 相较于低能量 ESWT 短疗程治疗, 多次疗程的高能量 ESWT 在疼痛缓解上效果更优, 同时可显著改善 PF 患者的生活质量, 减轻功能障碍。其进一步证实了高能量 ESWT 在疗程优化后, 可更显著地改善患者预后状态。综上, 不同研究疗效差异多源于是否采用超声定位、能量参数与疗程设置不统一, 而标准化超声引导在有效定位病灶与减少组间疗效偏倚中效果显著。

4.3. 发散状冲击波

发散状 ESWT 作为 PF 常用治疗手段, 能够有效改善患者足部功能, 兼具长期稳定性与高效性。孙德海等[21]对 48 例 PF 患者采用发散状冲击波治疗, 研究显示临床治疗有效率高达 91.67%, 充分证实发散状冲击波对慢性 PF 具有良好的治疗效果, 显著改善足部活动受限状态。陈悦等[22]对顽固性 PF 患者进行发散状 ESWT 治疗(频率 5 Hz, 压力 2~3 Bar, 15 mm 治疗探头, 单次冲击 2000 至 2500 次), 每周 1 次总计 3 次(症状缓解不佳者可追加 2 次), 治疗 3 周后随访并持续观察 6 个月发现, 该参数下发散式 ESWT 对治疗顽固性 PF 疗效显著, 同时具备良好的安全性和长期稳定性。范志英等[23]将发散状 ESWT

与局部封闭疗法应用于慢性 PF 的治疗并开展对照研究, 数据显示前者治疗有效率达 85.71%, 远高于局部封闭组的 57.14%, 由此证实发散状 ESWT 在慢性 PF 的治疗中, 其长期疗效显著优于局部封闭疗法。申维[24]等对比分析放射式 ESWT 与超声引导下神经阻滞治疗 PF 的临床效果, 该研究证实, 相较于超声引导下神经阻滞疗法, 放射式 ESWT 治疗 PF 虽短期起效稍缓, 但远期镇痛效果可与之趋近, 且具备无创操作、无穿刺相关风险的显著优势。聂洪峻等[25]研究结果显示, 发散状冲击波组患者治疗后的数字疼痛评分量表、Roles-Maudsley 功能评分均显著低于超声波组, 组间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。该研究证实, 相较于超声波治疗, 发散状冲击波治疗 PF 的临床效果更优, 且适用性广、有效率高, 是 PF 的有效治疗手段。

4.4. 聚焦状冲击波

聚焦状 ESWT 在 PF 治疗中具有明确的应用价值, 超声可精准锁定病灶, 引导冲击波能量集中聚焦, 短期起效虽略缓, 但远期疗效确切, 可显著改善患者疼痛与足部功能。张隆浩等[26]对比分析放射状 ESWT 与聚焦状 ESWT 治疗 PF 的临床效果, 结果显示: 末次治疗 4 周后聚焦状 ESWT 组治愈率为 15.4%、有效率为 84.6%, 放射状 ESWT 组治愈率为 26.9%、有效率为 100%, 聚焦状组短期疗效稍逊; 末次治疗 12 周后聚焦状 ESWT 组治愈率为 73.1%、有效率为 96.6%, 放射状 ESWT 组治愈率为 76.9%、有效率为 100%, 12 周时两组之间差异无统计学意义($P > 0.05$)。该数据证明, 相较于放射状 ESWT, 聚焦状 ESWT 治疗 PF 虽短期显效稍缓, 但远期镇痛疗效与之相当; 另外, 短期疗效表现不一, 与冲击波能量分布特性、超声定位病灶匹配度差异密切相关。方健辉等[27]通过对比常规康复治疗与在康复治疗基础上加用聚焦式 ESWT 治疗患有慢性 PF 的运动员, 结果显示加用聚焦式 ESWT 的治疗组的 VAS 评分明显更低($P < 0.05$)。这表明聚焦式 ESWT 可作为常规康复治疗的有效补充, 能够显著缓解慢性 PF 患者的疼痛症状, 进一步印证了聚焦式 ESWT 治疗慢性 PF 的临床疗效。

5. 超声引导下 ESWT 与其他治疗方式比较

5.1. 皮质类固醇(Corticosteroid, CS)

CS 局部注射治疗作为目前常见的 PF 治疗手段, Whittaker 等[28]认为在短期内减轻疼痛方面, CS 局部注射的效果是明显的。CS 局部注射仅能短期缓解疼痛症状, 无法根治 PF, 且长期或反复使用易引发皮肤萎缩、局部感染风险升高等不良反应, 故临床不推荐作为长期治疗方案[1]。在超声引导下其虽能精准定位注射点, 但众多不良反应仍影响患者预后。超声引导下放射状 ESWT 虽短期疗效稍逊, 但在长期治疗中疼痛与足部功能逐步改善, 反弹甚微, 患者满意度更高。白文博等[29]的研究显示, 接受放射式 ESWT 治疗的慢性筋膜炎患者, 在治疗后 6 个月的疼痛视觉模拟评分显著优于同期 CS 局部注射组, 治疗 6 个月时的 Maryland 评分及患者满意率也明显更高。这表明相较于 CS 局部注射, ESWT 治疗慢性筋膜炎的远期疗效更稳定、临床获益更持久, 更适合保守治疗效果不佳者的长期治疗。

5.2. 富血小板血浆(Platelet-Rich Plasma, PRP)

PRP 是指血小板浓度显著高于基础水平的血浆浓缩成分, 能够为损伤的肌腱、韧带等软组织提供高浓度、高活性的生长因子, 同时上调组织内合成代谢基因的表达, 有效促进软组织的修复与愈合。Haddad 等[30]将 110 例 PF 患者分为 PRP 治疗组与 ESWT 治疗组开展对照研究, 结果显示两组患者经对应干预后疼痛视觉模拟评分(VAS)均较治疗前显著降低, 且 PRP 组的 VAS 评分改善程度明显优于 ESWT 组。Pandey 等[31]选取 72 例患者, 随机分为两组, 分别接受 ESWT 与 PRP 注射治疗, 于治疗前及治疗后的第 15 天、30 天、90 天对患者实施疼痛缓解程度评估, 结果显示两种方法对改善 PF 患者疼痛、降低足底

筋膜厚度均具有显著效果, 其中 PRP 注射的疗效维持时间更久, ESWT 在短期疼痛缓解上明显优于 PRP。相较于超声引导下 ESWT, PRP 注射效果时间更长, 然其局限性不容忽视: (1) PRP 的制备方法尚未形成统一、规范化的操作标准, 不同研究采用的制备流程、参数存在明显差异。(2) 在 PRP 的制备过程中, 白细胞的存在与否对最终治疗效果产生影响, 有学者[32]指出, 注射含有白细胞的 PRP 会导致局部炎症反应加重, 不利于损伤组织的修复。(3) PRP 作为一种侵入性药物注射治疗, 存在感染风险。(4) 治疗效果受患者个体差异影响显著。

5.3. 超声引导下臭氧治疗

超声引导下臭氧治疗通过发挥抗炎镇痛、促进组织修复的作用, 对难治性 PF 具有确切疗效。Kuzu 等[33]选取 47 例 PF 患者, 分为两组, 两组分别接受 ESWT 治疗和超声引导下臭氧(O₂-O₃)注射治疗, 在治疗前、末次干预后和治疗后 3 个月对患者进行早晨视觉模拟评分(VAS)、总体 VAS、足跟疼痛指数(FFI)以及足底筋膜厚度评分的评估, 发现两种治疗方式对 PF 患者的疼痛缓解、足部功能改善和足底筋膜厚度降低均有效, ESWT 与臭氧(O₂-O₃)注射的治疗效果无显著差异, 二者在短期及术后 3 个月的临床获益上表现相当。但在臭氧注射期间, 存在患者足底部局部胀痛、麻木等不良现象, 其发生原因如下: 一方面为较高浓度的臭氧对足部神经末梢产生刺激性作用, 另一方面为臭氧注射剂量过大, 导致足部局部组织压力异常升高[34]。故而臭氧的最佳治疗浓度以及注射剂量仍需深入探究。综上与超声引导下臭氧疗法相比, ESWT 治疗的优势是安全性高, 适用于大多数患者, 而在治疗效果上相比, 二者无显著差异。

6. 局限性与展望

尽管超声引导下 ESWT 具有副作用小、安全、疗效确切等特点, 但仍存在一些局限性: (1) 在治疗中参数缺乏统一标准, 各类型冲击波的适用人群及病情分型缺乏明确界定, 影响治疗的精准性与重复性。(2) 超声多模态技术与 ESWT 的联合应用对操作人员的专业要求较高。(3) 目前仍缺少大样本、多中心、长期随访的高级别循证医学证据, 难以形成标准化治疗方案, 且现有研究样本量不足。

可构建 PF 患者的长期随访数据库, 结合主观评分(VAS, FFI)与客观指标, 全面评估超声联合 ESWT 的长期疗效与复发率; 同时引入生物力学评估指标, 为疗效评估提供依据, 也为后续治疗方案的优化提供数据支撑。

7. 小结

ESWT 凭借非侵入性、镇痛与组织修复效果显著的优势成为核心手段, 而超声多模态技术的实时可视化、精准定位优势, 有效弥补了传统盲法 ESWT 靶点定位不准的不足, 二者实现了精准诊断与靶向治疗的结合, 显著优化了治疗效果。不同能量、类型的冲击波在 PF 治疗中各有优势, 且超声引导下 ESWT 与 PRP、臭氧、皮质类固醇等疗法相比, 短期镇痛效果突出、安全性较高, 各疗法间优势互补。随着研究的深入与规范, 超声联合 ESWT 将不断完善, 为 PF 患者提供更高效、精准的治疗选择, 助力临床诊疗水平的提升。

基金项目

项目类型: 陕西省卫生健康委员会 2025 年度卫生健康适宜技术推广项目, 项目名称: “驱痛之光”——超声引导下星状神经节阻滞, 项目编号: 陕卫办科教函[2025]233 号, 项目负责人: 杜燕。

参考文献

[1] 李鹏, 徐奎, 王润楷, 等. 富血小板血浆对足底筋膜炎治疗的研究进展[J]. 医学理论与实践, 2025, 38(16): 2741-

2744.

- [2] Rabadi, D., Seo, S., Wong, B., Chung, D., Rai, V. and Agrawal, D.K. (2022) Immunopathogenesis, Early Detection, Current Therapies and Prevention of Plantar Fasciitis: A Concise Review. *International Immunopharmacology*, **110**, Article ID: 109023. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2022.109023>
- [3] 刘鑫. 足底筋膜炎的临床治疗进展[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(4): 92-93.
- [4] Wang, C.J., Chen, H.S. and Huang, T.W. (2002) Shockwave Therapy for Patients with Plantar Fasciitis: A One-Year Follow-Up Study. *Foot & Ankle International*, **23**, 204-207. <https://doi.org/10.1177/107110070202300303>
- [5] 柯竟悦, 马圣楠, 董洪铭, 等. 运动贴扎联合体外冲击波治疗足底筋膜炎的疼痛、功能活动及足底压力评估[J]. 中国康复医学杂志, 2024, 39(2): 210-217.
- [6] 梁豪君, 贾海光, 朱俊宇, 等. 中国骨肌疾病体外冲击波疗法指南(2023 年版) [J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2023, 15(9): 1-20.
- [7] 何莲, 王楠, 明娜, 等. 超声多模态技术在体外冲击波对足底筋膜炎精准治疗中的价值研究[J]. 中国卫生标准管理, 2025, 16(17): 117-120.
- [8] 张晶晶, 李艳, 高放, 等. 超声引导肩周注射复方倍他米松与体外冲击波改善偏瘫肩痛临床疗效对比[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(7): 907-911.
- [9] 乔源鑫, 杨阳, 宋子民, 等. 超声引导下 SASD 药物注射联合聚焦式体外冲击波治疗肩峰下撞击综合征的临床疗效[J]. 中国疗养医学, 2024, 33(10): 89-93.
- [10] 胡梁深, 谈荣珍, 范少勇, 等. 超声引导下体外冲击波治疗网上肌钙化性肌腱炎的疗效分析[J]. 江西医药, 2024, 59(9): 839-848.
- [11] 田广芳, 刘雪君, 李迈, 等. 体外冲击波治疗骨关节疾病的临床研究进展[J]. 西部中医药, 2024, 37(5): 123-128.
- [12] 张涛, 李博彤, 魏智, 等. 体外冲击波治疗糖尿病足溃疡的研究进展[J]. 中国民间疗法, 2025, 33(19): 116-119.
- [13] 王刚, 李莉, 支世宝. 体外冲击波治疗末端病的研究进展[J]. 中国医药指南, 2018, 16(14): 27-28.
- [14] 龚璇, 王谦, 蔺俊斌. 体外冲击波治疗疼痛研究进展的可视化分析[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(11): 1749-1755.
- [15] Qiu, Z., Wang, J., Zhang, Y., Liu, X., Wei, C. and Ma, T. (2025) Extracorporeal Shock Wave Therapy for Equine Musculoskeletal Disorders: From Biological Mechanisms to Clinical Applications. *Frontiers in Veterinary Science*, **12**, Article ID: 1719123. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1719123>
- [16] Yin, M., Ye, J., Yao, M., Cui, X., Xia, Y., Shen, Q., *et al.* (2014) Is Extracorporeal Shock Wave Therapy Clinical Efficacy for Relief of Chronic, Recalcitrant Plantar Fasciitis? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Placebo or Active-Treatment Controlled Trials. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **95**, 1585-1593. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.01.033>
- [17] 胡晓红, 郗淑燕, 刘晓磊. 不同能级体外冲击波治疗仪对老年人足跟痛近期临床疗效比较[J]. 生物医学工程与临床, 2021, 25(6): 720-724.
- [18] Metzner, G., Dohnalek, C. and Aigner, E. (2010) High-Energy Extracorporeal Shock-Wave Therapy (ESWT) for the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis. *Foot & Ankle International*, **31**, 790-796. <https://doi.org/10.3113/fai.2010.0790>
- [19] Li, Z., Tao, J. and Shao, Z. (2013) Meta-Analysis of High-Energy Extracorporeal Shock Wave Therapy in Recalcitrant Plantar Fasciitis. *Swiss Medical Weekly*, **143**, w13825. <https://doi.org/10.4414/smw.2013.13825>
- [20] Gezginaslan, Ö. and Başar, G. (2021) Comparison of Effectiveness of Density and Number of Sessions of Extracorporeal Shock Wave Therapy in Plantar Fasciitis Patients: A Double-Blind, Randomized-Controlled Study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, **60**, 262-268. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2020.08.001>
- [21] 孙德海, 纪春梅, 姜长林, 等. DOLORCLAST~放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.
- [22] 陈悦, 任胜楠, 施国富. 发散式体外冲击波治疗顽固性足底筋膜炎的疗效观察[J]. 浙江创伤外科, 2025, 30(12): 2315-2318.
- [23] 范志英, 董启榕, 汪益, 等. 放散状体外冲击波疗法治疗慢性 PF 的疗效[J]. 江苏医药, 2015, 41(6): 644-646.
- [24] 申维, 王志剑, 鄢毅, 等. 放射式体外冲击波与超声引导下神经阻滞治疗足底筋膜炎的效果比较[J]. 现代诊断与治疗, 2023, 34(3): 397-400.
- [25] 聂洪峻, 宋国平, 金亮, 等. 发散式冲击波治疗 PF 的临床观察[J]. 按摩与康复医学, 2019, 10(18): 1-3.
- [26] 张隆浩, 满立波, 黄广林, 等. 放散状与聚焦状冲击波治疗足底筋膜炎疗效比较[J]. 中国运动医学杂志, 2012,

31(6): 523-525+532.

- [27] 方健辉, 李国新, 张文, 等. 聚焦式体外冲击波治疗运动员慢性足底筋膜炎疗效观察[J]. 中国运动医学杂志, 2013, 32(1): 62-63.
- [28] Whittaker, G.A., Munteanu, S.E., Menz, H.B., Bonanno, D.R., Gerrard, J.M. and Landorf, K.B. (2019) Corticosteroid Injection for Plantar Heel Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **20**, Article No. 378. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2749-z>
- [29] 白文博, 鲁丽蓉, 梁晓军, 等. 冲击波与皮质类固醇治疗慢性跖筋膜炎的疗效比较[J]. 中国临床研究, 2022, 35(1): 74-78.
- [30] Haddad, S., Yavari, P., Mozafari, S., *et al.* (2021) Platelet-Rich Plasma or Extracorporeal Shockwave Therapy for Plantar Fasciitis. *International Journal of Burns and Trauma*, **11**, 1-8.
- [31] Pandey, S., Kumar, N., Kumar, A., Biswas, A., Sinha, U., Pandey, J., *et al.* (2023) Extracorporeal Shockwave Therapy versus Platelet Rich Plasma Injection in Patients of Chronic Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial from a Tertiary Center of Eastern India. *Cureus*, **15**, e34430. <https://doi.org/10.7759/cureus.34430>
- [32] 黄象艳, 张强, 钟萍, 等. 自体单采富血小板血浆关节腔注射治疗膝骨关节炎的专家共识[J]. 中国输血杂志, 2022, 35(12): 1187-1194.
- [33] Kuzu, Ö., Çakır, M., Aras, B., Ata, A.M. and Kesikburun, B. (2025) Prospective Comparative Study between Extracorporeal Shock Wave Therapy and Ultrasound-Guided Ozone (O₂-O₃) Injection in Patients with Plantar Fasciitis. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, **64**, 738-742. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2025.05.015>
- [34] 李进. 肌肉骨骼超声在评估慢性足底筋膜炎中的临床应用[J]. 江苏医药, 2016, 42(23): 2619-2620.