www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/qr0pha10

Fotobiomodulação e terapia por ondas de choque extracorpóreas no tratamento da fascite plantar: revisão narrativa

Photobiomodulation and extracorporeal shock wave therapy in the treatment of plantar fasciitis: a narrative review

Beatriz Militão de Souza[1]
Maria Nasaré da Guia Azevedo[1]
Valdinei Cesar Motta Junior[2]
Marco Aurélio Serafim Bonvino[3]

RESUMO

Introdução: A fascite plantar provoca dor na região calcânea e limita a marcha e as atividades cotidianas. A fotobiomodulação e a terapia por ondas de choque extracorpóreas são recursos utilizados no tratamento conservador. **Objetivo:** O estudo analisou os efeitos dessas intervenções sobre a dor, a funcionalidade e a qualidade de vida de adultos com fascite plantar. **Metodologia:** Realizou-se revisão narrativa estruturada de quatro ensaios clínicos randomizados publicados entre 2019 e 2024, envolvendo 249 participantes inicialmente randomizados, dos quais 225 integraram as últimas avaliações descritas nos estudos. Foram examinados protocolos de laser de baixa e alta intensidade e de ondas de choque extracorpóreas, incluindo um ensaio com associação das modalidades. **Resultados:** Os resultados registraram redução da intensidade dolorosa e melhora de indicadores funcionais após as intervenções. **Discussão:** A aplicação combinada de fotobiomodulação e ondas de choque apresentou melhores resultados de dor e incapacidade em relação às aplicações isoladas no estudo que avaliou essa associação. Em uma comparação de curto prazo, 95% dos participantes tratados com laser de baixa intensidade e 48% daqueles submetidos a ondas de choque alcançaram melhora clinicamente importante na subescala de dor do Índice de Função do Pé. Outro ensaio identificou diferenças ajustadas entre os grupos nos indicadores de dor, sensibilidade do calcanhar e qualidade de vida após três meses. **Conclusão:** As diferenças nos parâmetros de aplicação, instrumentos de avaliação e períodos de acompanhamento limitaram a comparação direta e a identificação de superioridade terapêutica uniforme entre as modalidades.

Palavras-chave: fascite plantar; fotobiomodulação; ondas de choque extracorpóreas; fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: Plantar fasciitis causes heel pain and limits walking and daily activities. Photobiomodulation and extracorporeal shock wave therapy are modalities used in conservative treatment. This study analyzed the effects of these interventions on pain, foot function, and quality of life in adults with plantar fasciitis. **Methodology:** A structured

1 Graduanda em Fisioterapia da Universidade de Sorocaba – UNISO. Sorocaba, São Paulo, Brasil.

2 Graduando em Fisioterapia da Universidade de Sorocaba – UNISO. Sorocaba, São Paulo, Brasil.

3 Doutor. Professor da Universidade de Sorocaba – UNISO. Sorocaba, São Paulo, Brasil. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0907-7069

narrative review of four randomized controlled trials published between 2019 and 2024 was conducted, comprising 249 initially randomized participants, of whom 225 took part in the last assessments reported by the trials. The studies examined low- and high-intensity laser protocols and extracorporeal shock wave therapy, including one trial combining both modalities. **Results:** The interventions were associated with reduced pain intensity and improved functional indicators. **Discussion:** Combined photobiomodulation and shock wave therapy yielded better pain and disability outcomes than isolated treatments in the trial assessing their association. In a short-term comparison, 95% of participants receiving low-level laser therapy and 48% of those receiving shock wave therapy achieved a clinically important improvement in the pain subscale of the Foot Function Index. Another trial reported adjusted between-group differences in pain, heel tenderness, and quality-of-life measures after three months. **Conclusion:** Differences in treatment parameters, outcome measures, and follow-up periods limited direct comparison and prevented the identification of consistent therapeutic superiority of either modality.

Keywords: plantar fasciitis; photobiomodulation; extracorporeal shock wave therapy; physiotherapy.

1 INTRODUÇÃO

A fascite plantar está entre as causas frequentes de dor na região plantar do calcanhar, atingindo aproximadamente 10% da população ao longo da vida. A condição compromete a marcha e a permanência em pé, caracterizando-se pela dor nos primeiros passos após o repouso e pela sensibilidade inferomedial do calcâneo. Sua manifestação envolve sobrecarga mecânica e condições individuais relacionadas às forças no apoio (Koc *et al.*, 2023; Hamstra-Wright *et al.*, 2021).

A fáscia plantar é uma estrutura de tecido conjuntivo que se estende do calcâneo em direção ao antepé, participando da sustentação do arco longitudinal e da transmissão de forças. A exposição repetitiva à tração e à compressão favorece alterações teciduais, especialmente na inserção calcânea. Nesse contexto, a expressão fasciopatia plantar contempla as modificações degenerativas associadas à persistência dos sintomas e às exigências funcionais do pé (Manske *et al.*, 2025; Piarulli *et al.*, 2024).

Durante a marcha, a aponeurose plantar participa do armazenamento e da liberação de energia elástica, no apoio terminal e na propulsão. A dorsiflexão dos dedos tensiona essa estrutura e eleva o arco longitudinal por meio do mecanismo de molinete, denominado *windlass*. Alterações na rigidez fascial e na configuração do arco modificam a resposta à carga, com participação das estruturas ligamentares e fasciais (Matsumoto; Ogihara, 2025; Zhang *et al.*, 2024).

Entre os fatores associados à fascite plantar, destacam-se a sobrecarga mecânica, o índice de massa corporal elevado e as alterações na mobilidade do tornozelo. A permanência

prolongada em pé, as caminhadas frequentes e as atividades repetitivas aumentam a solicitação da região plantar, principalmente quando há menor tolerância à carga. A avaliação dessas condições considera características antropométricas, amplitude articular e demandas funcionais, conforme descrito por Hamstra-Wright *et al.* (2021).

As manifestações clínicas incluem dor inferomedial no calcâneo, desconforto nos primeiros passos matinais e sensibilidade à palpação da fáscia plantar. A intensidade varia com o repouso, a duração dos sintomas e as atividades de apoio. Em quadros persistentes, as limitações atingem a tolerância à marcha, os deslocamentos cotidianos e a prática de exercícios, observados no acompanhamento fisioterapêutico (Koc *et al.*, 2023; Akdere *et al.*, 2025).

A avaliação fisioterapêutica contempla a localização da dor, a mobilidade articular, as condições de apoio e as limitações relatadas pelo paciente. A Escala Visual Analógica (EVA), de 0 a 10 pontos, permite acompanhar a intensidade dolorosa, enquanto o Índice de Função do Pé (*Foot Function Index* – FFI) reúne informações sobre dor, incapacidade e restrições nas atividades. Esses instrumentos favorecem o acompanhamento da evolução clínica e das respostas funcionais ao tratamento (Koc *et al.*, 2023; Dede *et al.*, 2024).

A investigação clínica pode ser complementada pela ultrassonografia musculoesquelética (USG), utilizada para observar a espessura e a organização das fibras da fáscia plantar. Medidas superiores a aproximadamente 4 mm são frequentemente associadas à fasciopatia, devendo ser interpretadas juntamente com os sintomas. A padronização do posicionamento do transdutor e do ponto de mensuração favorece a confiabilidade dos registros em avaliações sucessivas (Analay *et al.*, 2025; Park *et al.*, 2023).

O tratamento conservador envolve exercícios terapêuticos, alongamentos da fáscia plantar e do complexo gastrocnêmio-sóleo, fortalecimento muscular, terapia manual e adaptação das atividades. A escolha das condutas considera a dor durante o apoio, a mobilidade do tornozelo e as demandas funcionais. Programas domiciliares e intervenções supervisionadas diferem quanto à frequência e à progressão de cargas, sendo necessário acompanhar a adesão às orientações (Boob *et al.*, 2023; Kaiser *et al.*, 2022).

A reabilitação inclui o fortalecimento da musculatura intrínseca do pé, os exercícios de elevação do calcanhar e as estratégias de mobilidade, conforme a tolerância aos sintomas. O acompanhamento orienta as atividades e a progressão dos exercícios, considerando que a redução da dor e a recuperação funcional ocorrem em períodos distintos. Ibraheem *et al.* (2026) e Enzin e Ugurlu (2025) abordam indicadores relacionados a essas intervenções conservadoras.

Entre os recursos físicos utilizados, a terapia por ondas de choque extracorpóreas (*Extracorporeal Shock Wave Therapy* – ESWT) emprega impulsos acústicos que estimulam mecanicamente os tecidos. Sua aplicação é investigada em quadros de dor plantar persistente, para modulação da dor e recuperação funcional. A descrição dessa modalidade considera a duração dos sintomas, o equipamento e a tolerância ao estímulo (Pabón-Carrasco *et al.*, 2024; Baykut *et al.*, 2025).

A ESWT compreende modalidades radiais (rESWT) e focalizadas (fESWT), diferenciadas pela propagação e concentração da energia. Os protocolos variam quanto à frequência, à intensidade, ao número de impulsos e à quantidade de sessões, influenciando a comparação entre estudos. A resposta terapêutica é acompanhada por indicadores de dor, função e medidas ultrassonográficas da fáscia (Güzel *et al.*, 2024; Tung *et al.*, 2025).

A fotobiomodulação (*Photobiomodulation Therapy* – PBMT) emprega energia luminosa para estimular respostas celulares relacionadas ao metabolismo e à modulação da dor. A terapia a laser de baixa intensidade (*Low-Level Laser Therapy* – LLLT) apresenta parâmetros definidos pelo comprimento de onda, pela potência e pela energia entregue ao tecido. Sua aplicação considera a região tratada, o tempo de exposição e a associação com exercícios ou cuidados habituais (Ketz *et al.*, 2024; Ortiz-Romero *et al.*, 2026).

A terapia a laser de alta intensidade (*High-Intensity Laser Therapy* – HILT) apresenta potência e distribuição de energia distintas das da LLLT. Essas particularidades são relevantes, pois a denominação geral de fotobiomodulação abrange procedimentos com características de aplicação distintas. Sua avaliação exige identificar os parâmetros ao comparar dor e função (Jitpimolmard *et al.*, 2026).

Ensaios sobre recursos eletrofísicos na fascite plantar apresentam diferenças no tempo de sintomas, nos cuidados concomitantes e nos instrumentos de avaliação. Ulusoy *et al.* (2017) e Yinilmez Sanmak *et al.* (2019) investigaram comparações entre intervenções, contribuindo para a contextualização das alternativas conservadoras. A diversidade dos protocolos e dos períodos de seguimento requer atenção à distinção entre os indicadores de redução da dor e aqueles relacionados à recuperação das atividades habituais.

Diante das diferenças entre fotobiomodulação e ondas de choque extracorpóreas, a comparação envolve dor, função do pé e qualidade de vida. A interpretação dos protocolos exige considerar os instrumentos de mensuração e os períodos de acompanhamento. A presente pesquisa concentra-se, desse modo, nas evidências de ensaios clínicos randomizados sobre as duas intervenções, considerando seus protocolos e desfechos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral consiste em analisar as evidências científicas sobre a eficácia da fotobiomodulação em comparação à terapia por ondas de choque extracorpóreas no tratamento da fascite plantar.

2.2 Objetivos específicos

i) Caracterizar os recursos terapêuticos;

ii) Identificar os efeitos sobre a intensidade dolorosa e a funcionalidade do pé;

iii) Examinar os indicadores de qualidade de vida;

iv) Verificar as diferenças clínicas relacionadas aos períodos de acompanhamento.

3 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como revisão narrativa estruturada da literatura, com análise de quatro ensaios clínicos randomizados que compararam a fotobiomodulação com a terapia por ondas de choque extracorpóreas no tratamento da fascite plantar. Foram selecionados quatro estudos publicados entre 2019 e 2024, considerando seus protocolos terapêuticos, instrumentos de avaliação e desfechos clínicos. O procedimento de identificação e inclusão é apresentado em fluxograma, enquanto a síntese dos achados assume caráter descritivo e comparativo.

3.1 Questão norteadora e estratégia PICO

A questão de pesquisa foi organizada pela estratégia PICO, considerando como população adultos com diagnóstico de fascite plantar ou fasciopatia plantar. A intervenção compreende fotobiomodulação por laser de baixa ou alta intensidade, enquanto o comparador corresponde à terapia por ondas de choque extracorpóreas, radial ou não especificada como radial. Foram considerados os desfechos de intensidade dolorosa, funcionalidade do pé, sensibilidade à pressão e qualidade de vida, conforme os instrumentos utilizados nos estudos incluídos.

A pergunta norteadora foi formulada nos seguintes termos: em adultos com fascite plantar, quais são os efeitos da fotobiomodulação, em comparação com a terapia por ondas de choque extracorpóreas, sobre a dor, a funcionalidade e a qualidade de vida? Para responder a

essa questão, foram analisados exclusivamente os ensaios de Takla e Rezk-Allah (2019), Thammajaree *et al.* (2023), Timurtas *et al.* (2024) e Zare Bidoki *et al.* (2024), cujos delineamentos apresentam grupos que permitem confrontar as modalidades investigadas.

Tabela 1 – Caracterização PICO dos quatro ensaios clínicos incluídos

Estudo e população (P)	Intervenção (I)	Comparação (C)	Desfechos (O)
Takla e Rezk-Allah (2019) 120 adultos com fascite plantar crônica	Fotobiomodulação (PBMT), isolada ou associada à ESWT	ESWT isolada; PBMT isolada; PBMT simulada (controle)	Dor (VAS), limiar de dor à pressão (PPT) e incapacidade (FFI-d); seguimento em 12 semanas
Thammajaree *et al.* (2023) 32 adultos com fascite plantar unilateral	Laser de alta intensidade (HILT), seis sessões	Ondas de choque radiais (rESWT), seis sessões	Dor matinal, dor em repouso, dor à pressão, função do pé (FFI), espessura fascial e fluxo cutâneo
Timurtas *et al.* (2024) 47 adultos com fascite plantar	Laser de baixa intensidade (LLLT), nove sessões	ESWT, três sessões; exercícios domiciliares comuns aos grupos	Dor, incapacidade e limitação de atividade pelo FFI, após três semanas
Zare Bidoki *et al.* (2024) 50 adultos randomizados; 38 concluíram	Laser de alta intensidade (HILT), nove sessões	ESWT, nove sessões; alongamento e palmilhas quando necessário nos dois grupos	Intensidade da dor (VAS), sensibilidade do calcanhar (HTI) e qualidade de vida (SF-36), após três meses

Fonte: elaboração própria com base nos quatro artigos incluídos (2019–2024).

3.2 Fontes de informação e estratégia de busca

A identificação bibliográfica foi orientada por termos relativos à fascite plantar e às modalidades terapêuticas investigadas. A identificação dos estudos compreendeu registros da *PubMed* e da *Cochrane*, posteriormente submetidos à triagem por título, resumo e leitura integral. Também foram consultadas as versões completas dos quatro artigos selecionados, a fim de conferir as informações de autoria, delineamento, intervenções e medidas de avaliação descritas nas publicações.

Os termos em inglês utilizados na descrição da busca foram “Fasciitis, Plantar”, “Low-Level Light Therapy”, “Extracorporeal Shockwave Therapy”. Os conceitos de condição clínica, laser terapêutico e ondas de choque, foram relacionados por AND. Para permitir a reprodução da estratégia nas plataformas PubMed/MEDLINE e Cochrane Library, apresenta-se a seguinte combinação reprodutível dos termos (“Fasciitis, Plantar”) AND (“Low-Level Light Therapy”) AND (“Extracorporeal Shockwave Therapy”).

A amostra documental foi constituída pelos quatro artigos originais em texto completo: Takla e Rezk-Allah (2019), Thammajaree *et al.* (2023), Timurtas *et al.* (2024) e

Zare Bidoki *et al.* (2024). As informações empregadas na metodologia e nos resultados foram restritas a esses estudos. As publicações utilizadas para contextualização teórica e discussão não foram incorporadas à extração de dados da amostra principal.

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão compreenderam artigos originais de ensaios clínicos randomizados, publicados entre 2019 e 2024, com participantes adultos diagnosticados com fascite plantar e comparação entre ao menos um grupo submetido à fotobiomodulação e outro à terapia por ondas de choque extracorpóreas. Foram admitidos estudos com grupos adicionais e cointervenções, desde que a comparação de interesse estivesse presente. Consideraram-se elegíveis trabalhos que apresentassem medidas de dor, função do pé ou qualidade de vida, com descrição dos protocolos e resultados.

Foram excluídos da análise principal estudos sem randomização, revisões, relatos de caso, protocolos sem resultados e publicações que não estabelecessem comparação direta entre as modalidades. Também foram desconsiderados registros duplicados ou não compatíveis com os critérios definidos para a revisão. As referências destinadas apenas à fundamentação da introdução e à interpretação dos achados na discussão não participaram da seleção dos quatro estudos analisados.

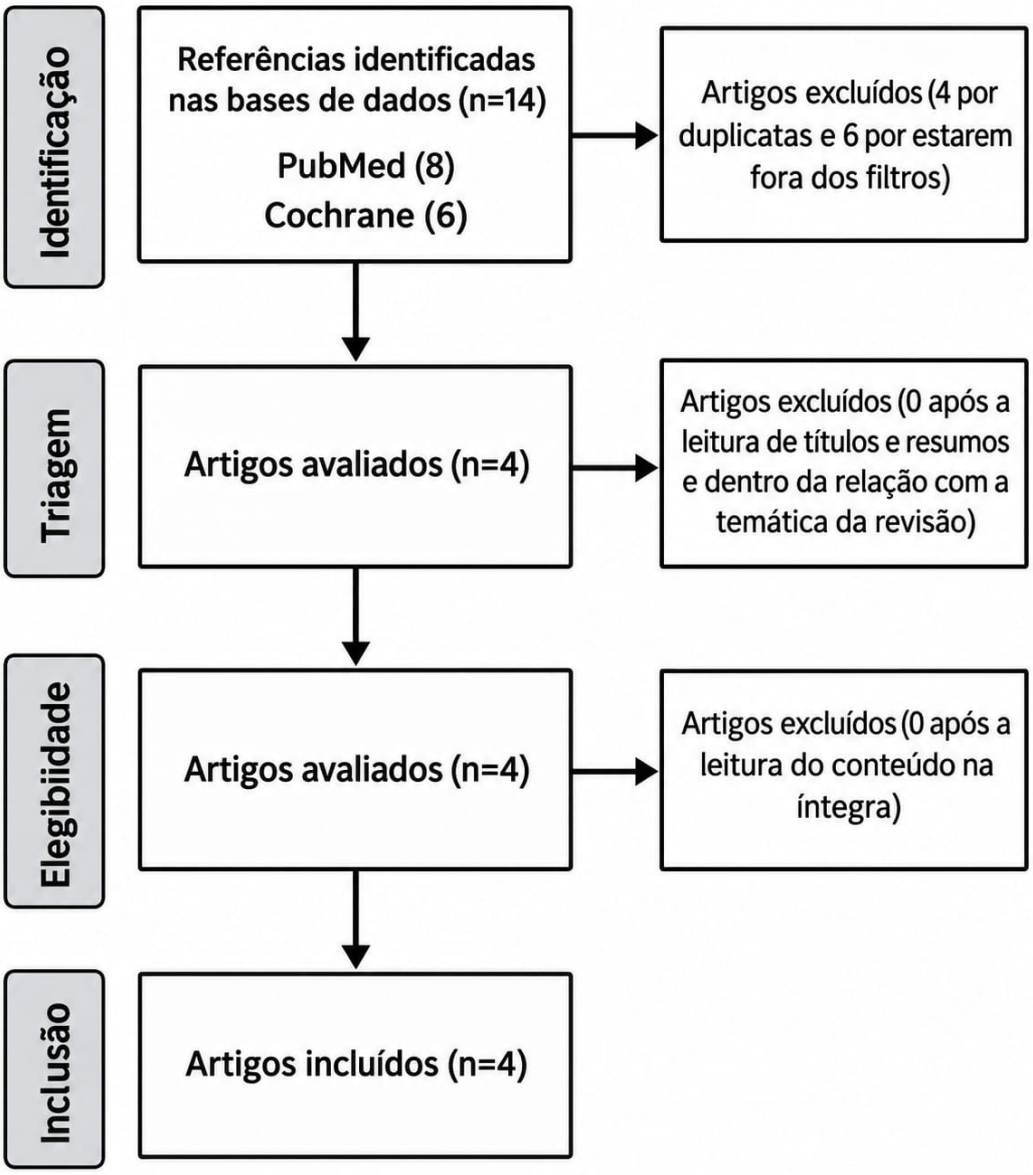
3.4 Seleção dos estudos e organização dos registros

Na etapa de identificação, foram registradas 14 referências, das quais oito atribuídas à PubMed e seis à Cochrane. O esquema registra a retirada de quatro duplicatas e de seis referências situadas fora dos filtros previstos. Desse modo, quatro artigos permaneceram para avaliação por título e resumo, leitura integral e inclusão na síntese.

Os quatro artigos incluídos foram identificados pela autoria e pelo ano de publicação: Takla e Rezk-Allah (2019), Thammajaree *et al.* (2023), Timurtas *et al.* (2024) e Zare Bidoki *et al.* (2024). A leitura integral permitiu verificar a presença de grupos comparadores, os instrumentos utilizados e os períodos de acompanhamento. O fluxograma apresenta as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão, sem exclusões adicionais nas duas últimas etapas, conforme os números registrados no fluxograma.

O processo de identificação e seleção dos estudos está apresentado na Figura 1, na qual se observa a distribuição dos registros identificados nas bases de dados, as exclusões realizadas e o número de ensaios clínicos randomizados incluídos na análise, conforme as etapas de identificação, triagem e elegibilidade.

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos quatro ensaios clínicos randomizados (2019 – 2024)



Fonte: elaboração própria com base no fluxograma de seleção dos estudos (2026

O fluxograma de seleção apresenta 14 referências identificadas nas bases consultadas, com exclusão de quatro duplicatas e seis registros fora dos filtros definidos. Após a triagem, quatro ensaios clínicos randomizados foram examinados em texto integral e incluídos na síntese. Os estudos selecionados correspondem a Takla e Rezk-Allah (2019), Thammajaree *et al.* (2023), Timurtas *et al.* (2024) e Zare Bidoki *et al.* (2024), os quais comparam fotobiomodulação e ondas de choque extracorpóreas em adultos com fascite plantar.

4 RESULTADOS

4.1 Extração das informações e avaliação da qualidade metodológica

A extração de dados dos quatro ensaios considerou autores, ano de publicação, participantes inicialmente randomizados, número de participantes analisados, características dos grupos, intervenções aplicadas e duração do tratamento. Também foram registrados instrumentos de avaliação, períodos de acompanhamento e resultados relativos à dor, à capacidade funcional e à qualidade de vida. As modalidades de laser de baixa intensidade (LLLT), laser de alta intensidade (HILT), fotobiomodulação (PBMT) e ondas de choque extracorpóreas (ESWT) foram diferenciadas conforme a terminologia dos artigos.

A apreciação metodológica considerou a randomização, o cegamento, a composição dos grupos, as perdas de seguimento e os resultados comparativos relatados nos quatro ensaios, sem classificação global do risco de viés por ferramenta padronizada. Também foram analisados os exercícios domiciliares e as cointervenções previstas nos protocolos, visando distinguir seus efeitos daqueles associados às condições comuns de tratamento.

As diferenças entre os estudos foram analisadas conforme os parâmetros de aplicação, a frequência das sessões e os momentos de reavaliação. Foram preservadas as comparações entre grupos, distinguindo-as das alterações intragrupo. As medidas de dor e função foram interpretadas conforme as escalas utilizadas em cada ensaio, evitando equivalências entre instrumentos distintos.

Tabela 2 – Síntese metodológica dos quatro ensaios e seus resultados

Autor / ano	Intervenção e protocolo	Comparador / controle	Resultados principais
Zare Bidoki *et al.* (2024)	HILT (25 randomizados; 19 concluintes); nove sessões, três por semana, durante três semanas; alongamentos e palmilhas, quando indicadas.	ESWT (25 randomizados; 19 concluintes); nove sessões em três semanas; mesmos cuidados adicionais. Sem grupo sem tratamento.	Após três meses, houve melhora da VAS, do HTI e do SF-36 em ambos os grupos; análise entre grupos favoreceu HILT nos indicadores descritos.
Timurtas *et al.* (2024)	LLLT: 20 participantes; 850 nm, 100 mW, até 5,6 J/cm²; nove sessões em três semanas, com exercícios domiciliares.	ESWT: 27 participantes; três sessões, uma por semana; mesmos exercícios domiciliares.	Na terceira semana, 95% no LLLT e 48% na ESWT alcançaram melhora clinicamente importante na dor; melhora funcional favoreceu LLLT.
Thammajaree *et al.* (2023)	HILT: 16 participantes, laser Nd:YAG de 1.064 nm; seis sessões em três semanas.	rESWT: 16 participantes; seis sessões em três semanas, com 2.000 impulsos por sessão.	As duas modalidades reduziram a dor; sem diferença significativa entre os grupos para os indicadores principais de dor. HILT favoreceu a limitação funcional.
Takla e Rezk-Allah (2019)	ESWT associada a PBMT: 30 participantes; ESWT semanal e PBMT três vezes por semana, durante três semanas.	ESWT isolada (n = 30); PBMT isolada (n = 30); PBMT simulada (n = 30), com exercícios domiciliares em todos os grupos.	A combinação ESWT + PBMT apresentou maior melhora do limiar de dor, da VAS e da incapacidade funcional; benefícios observados no seguimento de 12 semanas.

Fonte: elaborada com base em Takla e Rezk-Allah (2019), Thammajaree *et al.* (2023), Timurtas *et al.* (2024) e Zare Bidoki *et al.* (2024).

4.2 Estratégia de síntese dos dados

A síntese dos quatro ensaios adotou caráter narrativo e comparativo, com organização dos dados por características dos participantes, protocolos terapêuticos e desfechos clínicos. Foram priorizadas as medidas de intensidade dolorosa, incapacidade e funcionalidade do pé, sensibilidade à pressão e qualidade de vida. As diferenças entre laser de baixa e alta intensidade foram mantidas na apresentação, considerando as particularidades dos equipamentos e das intervenções investigadas.

Não foi realizada metanálise, em razão das diferenças entre as modalidades de laser, os protocolos de ondas de choque, os instrumentos de mensuração e os períodos de seguimento dos quatro artigos. A análise descritiva respeitou os resultados informados pelos próprios estudos, sem calcular estimativas agrupadas. Dados sobre o tamanho das amostras e as perdas de seguimento foram apresentados conforme os participantes randomizados ou efetivamente analisados em cada publicação.

Os resultados foram organizados com base exclusivamente nos quatro ensaios clínicos randomizados incluídos. O fluxograma de seleção antecede a caracterização dos estudos e a comparação dos protocolos, instrumentos de avaliação e achados clínicos. As tabelas apresentam as informações extraídas de Takla e Rezk-Allah (2019), Thammajaree *et al.* (2023), Timurtas *et al.* (2024) e Zare Bidoki *et al.* (2024), mantendo separadas as evidências adicionais utilizadas na discussão.

4.3 Caracterização dos estudos e distribuição das amostras

A análise compreendeu quatro ensaios clínicos randomizados publicados entre 2019 e 2024, com 249 participantes inicialmente alocados. Takla e Rezk-Allah (2019) incluíram 120 indivíduos em quatro grupos; Thammajaree *et al.* (2023), 32 participantes em dois grupos; Timurtas *et al.* (2024), 47 participantes em dois grupos; e Zare Bidoki *et al.* (2024), 50 participantes em dois grupos. Os estudos compararam a fotobiomodulação de baixa ou alta intensidade, isolada ou combinada, com a terapia por ondas de choque extracorpóreas.

Os números referentes à randomização e à última avaliação disponível foram apresentados separadamente. No estudo de Takla e Rezk-Allah (2019), 108 dos 120 participantes compareceram à avaliação de 12 semanas; em Zare Bidoki *et al.* (2024), 38 dos 50 randomizados concluíram o acompanhamento de três meses. Os ensaios de Thammajaree *et al.* (2023) e Timurtas *et al.* (2024) analisaram os 32 e 47 participantes alocados, respectivamente, totalizando 225 participantes nas últimas avaliações relatadas pelos quatro estudos.

Tabela 3 – Caracterização dos quatro ensaios clínicos randomizados

Estudo	Ano	Randomizados / última avaliação	Modalidades comparadas
Takla e Rezk-Allah	2019	120 / 108	PBMT; ESWT; associação; PBMT simulada
Thammajaree *et al.*	2023	32 / 32	HILT; rESWT
Timurtas *et al.*	2024	47 / 47	LLLT; ESWT
Zare Bidoki *et al.*	2024	50 / 38	HILT; ESWT
Total		249 / 225	4 ensaios

Fonte: elaborada a partir de Takla e Rezk-Allah (2019), Thammajaree *et al.* (2023), Timurtas *et al.* (2024) e Zare Bidoki *et al.* (2024). Nota: a amostra final corresponde à última avaliação relatada em cada estudo.

Quanto à distribuição anual, observou-se um artigo publicado em 2019, um em 2023 e dois em 2024. A composição da amostra documental incluiu um estudo com

fotobiomodulação por múltiplos comprimentos de onda, um com laser de baixa intensidade e dois com laser de alta intensidade. Todos apresentaram ao menos um grupo de comparação submetido à terapia por ondas de choque extracorpóreas, sendo que Takla e Rezk-Allah (2019) também avaliaram a associação entre os recursos e a fotobiomodulação simulada.

Tabela 4 – Distribuição anual dos quatro ensaios analisados

Ano de publicação	Estudos (n)	Percentual (%)
2019	1	25,0
2023	1	25,0
2024	2	50,0
Total	4	100,0

Fonte: elaborada a partir dos anos de publicação dos quatro artigos incluídos.

4.4 Protocolos terapêuticos e frequência das sessões

Os quatro estudos diferiram quanto ao tipo de laser, à frequência das aplicações e à duração do seguimento. Takla e Rezk-Allah (2019) utilizaram fotobiomodulação com laser e diodos emissores de luz de múltiplos comprimentos de onda, enquanto Timurtas *et al.* (2024) empregaram laser de baixa intensidade de 850 nm. Thammajaree *et al.* (2023) avaliaram laser Nd:YAG de alta intensidade de 1.064 nm, e Zare Bidoki *et al.* (2024) utilizaram laser de alta intensidade com comprimento de onda de aproximadamente 980 nm.

Em Takla e Rezk-Allah (2019), os participantes receberam três sessões de ondas de choque, nove sessões de fotobiomodulação, a associação sequencial das duas modalidades ou fotobiomodulação simulada, durante três semanas. Os quatro grupos também realizaram exercícios domiciliares. Timurtas *et al.* (2024) compararam três aplicações semanais de ondas de choque com nove sessões de laser, distribuídas ao longo de três semanas, com orientação de exercícios domiciliares para ambos os grupos.

Thammajaree *et al.* (2023) realizaram seis sessões em cada grupo, duas vezes por semana, durante três semanas. Zare Bidoki *et al.* (2024) aplicaram nove sessões de laser de alta intensidade ou nove sessões de ondas de choque, com três atendimentos semanais no mesmo período. Nesse último ensaio, os participantes receberam alongamentos e palmilhas quando indicadas, compondo as condições comuns de tratamento conservador.

A comparação dos protocolos exige diferenciar número de sessões e dose terapêutica. A frequência variou de três a nove aplicações para as modalidades isoladas, e os estudos adotaram combinações distintas de parâmetros de energia, comprimento de onda, frequência

dos impulsos e períodos de reavaliação. O quadro descritivo das sessões apresenta somente os quatro ensaios da amostra principal, sem incorporar estudos utilizados posteriormente para contextualização na discussão.

Tabela 5 – Quantidade de sessões nos quatro protocolos comparativos

Estudo	Laser (sessões)	Ondas de choque (sessões)	Avaliação principal
Takla e Rezk-Allah (2019)	9 (PBMT)	3 (ESWT)	3 semanas e 12 semanas
Thammajaree *et al.* (2023)	6 (HILT)	6 (rESWT)	Fim das 3 semanas
Timurtas *et al.* (2024)	9 (LLLT)	3 (ESWT)	Fim das 3 semanas
Zare Bidoki *et al.* (2024)	9 (HILT)	9 (ESWT)	3 meses

Fonte: elaborada a partir dos protocolos terapêuticos descritos nos quatro artigos selecionados.

4.5 Instrumentos de avaliação e períodos de acompanhamento

Os estudos adotaram medidas distintas de dor, funcionalidade e condições clínicas relacionadas. Takla e Rezk-Allah (2019) aplicaram a Escala Visual Analógica (EVA), o limiar de dor à pressão (PPT) e a subescala de incapacidade do Índice de Função do Pé (FFI). Thammajaree *et al.* (2023) utilizaram a EVA em diferentes situações, o FFI, ultrassonografia da fáscia plantar, fluxo sanguíneo e temperatura cutâneos. Timurtas *et al.* (2024) recorreram às três subescalas do FFI modificado; Zare Bidoki *et al.* (2024) empregaram EVA, Índice de Sensibilidade do Calcanhar (HTI) e SF-36, com reavaliações entre três semanas e três meses.

Tabela 6 – Instrumentos e desfechos utilizados nos quatro ensaios

Instrumento	Indicador avaliado	Estudos que utilizaram
EVA / VAS	Dor matinal, em repouso ou à pressão	Takla; Thammajaree; Zare Bidoki
FFI	Dor, incapacidade e limitação de atividade	Takla; Thammajaree; Timurtas
PPT	Limiar de dor à pressão por algometria	Takla
HTI	Sensibilidade do calcanhar	Zare Bidoki
SF-36	Qualidade de vida e saúde física/mental	Zare Bidoki
Ultrassonografia	Espessura da fáscia plantar e do FDB	Thammajaree
Fluxo / temperatura cutâneos	Parâmetros circulatórios e térmicos	Thammajaree

Fonte: elaborada com base nos instrumentos descritos pelos quatro estudos incluídos.

4.6 Efeitos sobre a intensidade dolorosa

Takla e Rezk-Allah (2019) registraram redução da dor pela EVA nos três grupos submetidos a intervenções ativas. As médias iniciais e de três semanas passaram de 7,4 para 1,8 pontos no grupo combinado, de 7,8 para 3,3 no grupo ondas de choque e de 7,6 para 6,2 no grupo fotobiomodulação. Na avaliação de 12 semanas, as médias foram 0,7, 1,7 e 5,7 pontos, respectivamente. As comparações entre grupos favoreceram a associação das duas modalidades, seguida da intervenção por ondas de choque, enquanto a fotobiomodulação simulada não apresentou melhora significativa.

Thammajaree *et al.* (2023) observaram redução da dor matinal, da dor em repouso e da dor provocada por pressão de 80 N ao longo das três semanas em ambos os grupos ($p < 0,001$ para o efeito do tempo). A dor matinal passou de 5,57 para 2,79 pontos no grupo ondas de choque radiais e de 5,11 para 1,90 no grupo laser de alta intensidade. Entretanto, não houve efeito principal de grupo nem interação entre grupo e tempo estatisticamente significativa nos três indicadores dolorosos avaliados.

Timurtas *et al.* (2024) identificaram redução da subescala de dor do FFI modificado de 8,7 para 4,9 pontos no grupo laser de baixa intensidade e de 7,0 para 6,5 no grupo ondas de choque, após três semanas. A melhora intragrupo foi significativa com laser ($p < 0,001$), diferentemente do grupo ondas de choque ($p = 0,319$). A análise identificou interação significativa entre tratamento e tempo ($p < 0,001$), embora o efeito principal de grupo não tenha sido significativo ($p = 0,811$).

Zare Bidoki *et al.* (2024) observaram redução das médias de dor pela EVA de 7,68 para 1,68 pontos no grupo ondas de choque e de 7,36 para 1,67 no grupo laser de alta intensidade, após três meses. Houve melhora intragrupo em ambas as intervenções ($p < 0,001$), e a análise ajustada pelas medidas iniciais indicou diferença entre grupos para EVA ($p = 0,03$), favorável ao laser. A proximidade entre as médias finais deve ser interpretada em conjunto com a comparação estatística ajustada apresentada pelos autores.

Os resultados indicaram redução da dor nos quatro ensaios, com diferenças na magnitude, nos instrumentos e nos períodos de acompanhamento. A superioridade da associação ESWT com PBMT foi examinada por Takla e Rezk-Allah (2019), enquanto Timurtas *et al.* (2024) identificaram melhor evolução de curto prazo com laser de baixa intensidade. Thammajaree *et al.* (2023) não identificaram diferenças entre grupos nos três

indicadores primários de dor, e Zare Bidoki *et al.* (2024) relataram diferença ajustada para a EVA após três meses.

Tabela 7 – Resultados comparativos para dor nos quatro ensaios

Estudo	Resultado comparativo para dor	Momento avaliado
Takla e Rezk-Allah (2019)	ESWT + PBMT com maior redução; ESWT acima de PBMT isolada	3 e 12 semanas
Thammajaree *et al.* (2023)	Melhora em ambos; sem interação grupo × tempo significativa	3 semanas
Timurtas *et al.* (2024)	LLLT com maior redução; interação grupo × tempo ($p < 0,001$)	3 semanas
Zare Bidoki *et al.* (2024)	EVA ajustada favorável à HILT ($p = 0,03$)	3 meses

Fonte: elaborada com base nos resultados de dor dos quatro artigos selecionados.

Para complementar os resultados relacionados à intensidade dolorosa, Timurtas *et al.* (2024) avaliaram a proporção de participantes que apresentaram melhora clinicamente importante nos domínios de dor, incapacidade e limitação de atividade, por meio do Índice de Função do Pé (FFI). A análise considerou as respostas dos grupos submetidos ao laser de baixa intensidade (LLLT) e à terapia por ondas de choque extracorpóreas (ESWT), cujos percentuais e frequências são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resposta clinicamente importante segundo o FFI em Timurtas *et al.* (2024)

Domínio do FFI	LLLT: melhora (%)	ESWT: melhora (%)	Participantes com melhora
Dor	95%	48%	LLLT: 19/20; ESWT: 13/27
Incapacidade	80%	33%	LLLT: 16/20; ESWT: 9/27
Limitação de atividade	60%	19%	LLLT: 12/20; ESWT: 5/27

Fonte: Timurtas *et al.* (2024). Percentuais e frequências informados para a resposta clinicamente importante após três semanas.

4.7 Efeitos sobre a capacidade funcional e incapacidade

A capacidade funcional foi analisada principalmente pelo Índice de Função do Pé (FFI), com versões e domínios diferentes entre os ensaios. Essa diversidade exige cautela na comparação direta das pontuações, pois Takla e Rezk-Allah (2019) utilizaram a subescala de

incapacidade, Thammajaree *et al.* (2023) avaliaram os domínios do FFI e Timurtas *et al.* (2024) empregaram uma versão modificada com escores próprios para dor, incapacidade e limitação de atividades.

No estudo de Takla e Rezk-Allah (2019), os escores médios de incapacidade passaram de 44,6 para 28,3 pontos no grupo combinado após três semanas, atingindo 19,5 pontos no seguimento. Para a terapia por ondas de choque isolada, os valores passaram de 41,8 para 35,4 e depois para 28,9; no grupo fotobiomodulação, de 41,6 para 35,4 e para 31,4. A associação das modalidades apresentou maior redução da incapacidade ao longo do acompanhamento, em comparação às intervenções isoladas.

Thammajaree *et al.* (2023) observaram redução significativa das pontuações de dor, atividade e escore total do FFI em ambos os grupos. Na limitação funcional, o grupo laser apresentou redução de 3,84 para 1,07 ponto ($p = 0,018$), enquanto no grupo ondas de choque a mudança de 6,64 para 4,05 não foi significativa ($p = 0,105$). As análises de interação entre tempo e grupo não demonstraram diferença significativa para os domínios do FFI, apesar das respostas intragrupo observadas.

Timurtas *et al.* (2024) registraram redução média da subescala de incapacidade de 6,8 para 3,7 no grupo laser e de 5,0 para 4,9 no grupo ondas de choque. Para limitação de atividades, os valores passaram de 1,8 para 1,1 e de 1,5 para 1,5, respectivamente. As alterações no grupo laser foram significativas ($p < 0,001$), enquanto as comparações intragrupo no grupo ondas de choque não alcançaram significância para incapacidade ($p = 0,711$) ou limitação de atividades ($p > 0,99$).

Os três ensaios que aplicaram o FFI avaliaram a evolução funcional em períodos distintos, com maior detalhamento do seguimento no estudo de Takla e Rezk-Allah (2019). Zare Bidoki *et al.* (2024) não utilizaram o FFI, mas avaliaram aspectos gerais relacionados à saúde física pelo SF-36. Desse modo, os escores funcionais específicos do pé foram descritos separadamente dos indicadores gerais de qualidade de vida, respeitando os instrumentos adotados nas publicações.

4.8 Qualidade de vida e condições relacionadas à saúde

A qualidade de vida foi mensurada diretamente pelo SF-36 em Zare Bidoki *et al.* (2024), com avaliação inicial e após três meses. O escore médio geral aumentou de 51,42 para 66,05 pontos no grupo ondas de choque e de 59,36 para 71,52 no grupo laser de alta intensidade. A comparação ajustada das medidas iniciais demonstrou diferença entre grupos

(p = 0,002). Esse indicador compreende dimensões gerais de saúde, sendo apresentado separadamente das escalas de dor e da incapacidade funcional do pé.

Os escores de saúde física passaram de 48,73 para 64,21 no grupo ondas de choque e de 57,63 para 69,58 no grupo laser; para saúde mental, as médias evoluíram de 56,42 para 66,79 e de 61,16 para 71,42 pontos, respectivamente. Os autores identificaram diferenças ajustadas entre grupos para saúde física (p < 0,001) e saúde mental (p = 0,008), além de melhora intragrupo nas duas intervenções. As diferenças iniciais entre os grupos foram consideradas na análise por covariância empregada no estudo.

Tabela 9 – Indicadores de dor, sensibilidade e qualidade de vida após três meses

Indicador	ESWT: inicial	ESWT: 3 meses	HILT: inicial	HILT: 3 meses
EVA (0 a 10)	7,68	1,68	7,36	1,67
HTI	2,68	0,42	2,84	0,53
SF-36 geral	51,42	66,05	59,36	71,52
Saúde física (SF-36)	48,73	64,21	57,63	69,58
Saúde mental (SF-36)	56,42	66,79	61,16	71,42

Fonte: Zare Bidoki *et al.* (2024); médias publicadas para os 38 participantes que concluíram o acompanhamento.

4.9 Alterações estruturais e avaliações complementares

As alterações estruturais foram avaliadas por ultrassonografia em Thammajaree *et al.* (2023), que mensuraram a espessura da fáscia plantar e do músculo flexor curto dos dedos. A espessura fascial média diminuiu de 0,38 para 0,35 cm no grupo ondas de choque radiais (p = 0,007) e de 0,41 para 0,39 cm no grupo laser de alta intensidade (p = 0,046). Não foi observada interação significativa entre grupo e tempo para essa medida (p = 0,431), nem alteração significativa da espessura do músculo avaliado.

No mesmo ensaio, o fluxo sanguíneo cutâneo ao final do programa diferiu entre os grupos (p = 0,005), com média de 74,16 unidades de perfusão no grupo ondas de choque e de 30,72 no grupo laser. A temperatura cutânea não apresentou diferença significativa entre as modalidades. Esses indicadores complementaram a avaliação dos sintomas, embora tenham utilizado unidades e procedimentos próprios que impedem comparação direta com os instrumentos dos demais estudos.

Takla e Rezk-Allah (2019) também utilizaram algometria para avaliar o limiar de dor à pressão. Após três semanas, as médias aumentaram de 0,85 para 4,40 no grupo combinado, de 0,91 para 3,15 no grupo ondas de choque e de 0,89 para 1,38 no grupo fotobiomodulação,

segundo as unidades apresentadas pelos autores. As diferenças entre grupos e ao longo do acompanhamento favoreceram a associação das modalidades, com manutenção dos efeitos na avaliação de 12 semanas.

Zare Bidoki *et al.* (2024) avaliaram a sensibilidade do calcanhar pelo HTI, que apresentou redução de 2,68 para 0,42 ponto no grupo ondas de choque e de 2,84 para 0,53 no grupo laser de alta intensidade. A análise ajustada demonstrou diferença entre grupos para o HTI (p = 0,006), com menor média no grupo ondas de choque. Esse resultado tem direção distinta daquela descrita pelos autores para a EVA e os escores de saúde geral, mostrando a necessidade de relatar separadamente os desfechos examinados.

Quanto à permanência na pesquisa, Takla e Rezk-Allah (2019) relataram 12 perdas na avaliação de 12 semanas, enquanto Zare Bidoki *et al.* (2024) apresentaram 12 participantes que não concluíram o acompanhamento previsto. Thammajaree *et al.* (2023) não registraram perdas durante as três semanas, e Timurtas *et al.* (2024) analisaram os 47 participantes alocados. A interpretação dos achados foi vinculada ao período de observação de cada estudo e ao número efetivamente analisado.

Tabela 10 – Aspectos metodológicos dos quatro ensaios

Ensaio	Delineamento / acompanhamento	Aspecto da análise
Takla e Rezk-Allah (2019)	Quatro braços; 120 iniciais e 108 no seguimento	Intervenção simulada; terapia combinada; perdas em 12 semanas
Thammajaree *et al.* (2023)	Dois braços; 32 participantes sem perdas	Randomização em blocos; seis sessões por grupo
Timurtas *et al.* (2024)	Dois braços; 47 participantes	Randomização simples; comparação após três semanas
Zare Bidoki *et al.* (2024)	Dois braços; 50 iniciais e 38 concluintes	Ensaio duplo-cego; análise ajustada e perdas

Fonte: elaborada a partir dos métodos e dos fluxogramas dos quatro artigos originais.

4.10 Análise comparativa dos protocolos terapêuticos e dos desfechos clínicos

A comparação dos quatro ensaios considerou diferentes composições de grupos, modalidades de laser e instrumentos de avaliação. A fotobiomodulação combinada às ondas de choque foi examinada por Takla e Rezk-Allah (2019), enquanto os outros três estudos apresentaram comparação entre modalidades aplicadas em braços distintos. As medidas de

dor foram comuns à amostra principal, ao passo que a funcionalidade do pé e a qualidade de vida tiveram abrangências diferentes, conforme os instrumentos disponíveis.

Tabela 11 – Comparabilidade clínica e metodológica dos quatro ensaios

Ensaio	Questão clínica contemplada	Aspecto crítico para interpretação
Takla e Rezk-Allah (2019)	Associação ESWT + PBMT versus modalidades isoladas	Quatro grupos, incluindo simulação, e avaliação de 12 semanas.
Thammajaree *et al.* (2023)	Dor, função e espessura fascial com HILT e rESWT	Ausência de interação significativa entre tratamentos para dor e FFI.
Timurtas *et al.* (2024)	Efeito de curto prazo de LLLT e ESWT	Interação grupo × tempo e melhora clinicamente importante em três semanas.
Zare Bidoki *et al.* (2024)	Dor, sensibilidade e qualidade de vida com HILT e ESWT	Ajuste dos valores iniciais; diferenças para EVA, HTI e SF-36.

Fonte: elaborada com base nos quatro ensaios clínicos randomizados selecionados.

No estudo com quatro grupos, a presença de intervenção simulada e de exercícios comuns permitiu observar respostas específicas à associação terapêutica. Nos ensaios com dois grupos, os contrastes abrangeram diferentes tipos de laser e protocolos de ondas de choque, mantendo-se os exercícios ou outras cointervenções descritas pelos autores. As variações no número de sessões foram consideradas sem assumir equivalência automática entre as doses aplicadas.

As análises estatísticas também apresentaram abordagens distintas. Timurtas *et al.* (2024) e Thammajaree *et al.* (2023) examinaram efeitos de tempo e de interação entre tratamento e tempo, ao passo que Zare Bidoki *et al.* (2024) compararam os escores após ajuste das condições iniciais. Essas diferenças foram mantidas na apresentação para distinguir melhora intragrupo, interação estatística e contraste ajustado entre intervenções.

O acompanhamento variou entre a avaliação imediatamente após três semanas e as reavaliações de até três meses. O número de participantes na última avaliação diferiu do quantitativo inicialmente randomizado em dois estudos. A interpretação dos achados considerou essas características, bem como a utilização de instrumentos específicos para dor, incapacidade, sensibilidade local e saúde geral, conforme a informação disponível em cada publicação.

5 DISCUSSÃO

A discussão dos quatro ensaios clínicos apresentados nos resultados considera diferenças entre fotobiomodulação de baixa e alta intensidade, aplicação isolada ou associada às ondas de choque e duração do acompanhamento. Para interpretar os achados, foram retomados sete ensaios adicionais que comparam recursos semelhantes, além de referências sobre reabilitação, avaliação funcional e características da fáscia plantar. A distinção entre redução da dor, recuperação das atividades e alterações estruturais orienta o confronto das evidências, considerando as particularidades de cada protocolo e dos instrumentos utilizados.

5.1 Comparação entre laser de baixa intensidade e ondas de choque

As diferenças observadas nos estudos principais quanto ao alívio da dor encontram correspondência parcial nos ensaios adicionais. Ulusoy *et al.* (2017) relataram taxas de resposta de 70,6% para laser de baixa intensidade e 65,0% para ondas de choque, sem diferença significativa entre essas modalidades após um mês; o grupo de ultrassom alcançou 23,5%. Esses percentuais dependem do critério de sucesso adotado, definido a partir de avaliações de dor, e não devem ser equiparados diretamente às mudanças médias das escalas utilizadas na síntese principal.

Em comparação distinta, Cinar *et al.* (2018) observaram escores dolorosos inferiores com laser de baixa intensidade em relação às ondas de choque na terceira semana ($p = 0,002$) e após três meses ($p = 0,003$). Todos os participantes receberam cuidados habituais, incluindo exercícios e suporte ortótico, condição que delimita o efeito adicional das modalidades. Elsehrawy *et al.* (2018) também relataram diferença favorável ao laser para dor após um mês ($p = 0,029$), embora a comparação funcional pelo Índice de Função do Pé não tenha apresentado diferença significativa ($p = 0,264$).

Yinilmez Sanmak *et al.* (2019) identificaram diminuição da intensidade dolorosa e da incapacidade nos grupos submetidos ao laser de baixa intensidade e às ondas de choque, sem diferença significativa entre as intervenções durante o acompanhamento. Na amostra principal, a resposta de curto prazo variou conforme o indicador adotado, inclusive na proporção de participantes que alcançaram melhora clinicamente importante após três semanas. Desse modo, a interpretação precisa diferenciar a magnitude de mudança em cada grupo, os critérios de resposta clínica e a comparação estatística efetivamente realizada entre tratamentos.

Na laserterapia de alta intensidade, Riaz *et al.* (2023) descreveram melhora da dor e da função nas modalidades examinadas, com resultados médios favoráveis às ondas de choque em suas comparações. Tongthong *et al.* (2024) registraram redução da dor com laser de alta intensidade e ondas de choque radiais, sem diferença significativa entre grupos nas avaliações dolorosas de três e sete semanas. Na capacidade funcional, entretanto, observaram vantagem pontual das ondas de choque no domínio de atividades diárias na terceira semana, sem persistência de diferença geral na avaliação posterior.

A variação dos resultados também aparece nas revisões científicas sobre o tema. Wu *et al.* (2026) apontaram diferenças favoráveis às ondas de choque em determinadas avaliações funcionais, enquanto Alotaibi *et al.* (2026) relataram estimativa média de diferença de −0,50 ponto para dor, com intervalo de confiança de 95% entre −1,42 e 0,42. Esses indicadores sintetizam conjuntos próprios de estudos e não substituem os resultados dos quatro ensaios selecionados, cuja comparação depende dos aparelhos, das doses e dos períodos de reavaliação descritos em cada publicação.

5.2 Associação entre fotobiomodulação e ondas de choque

O ensaio da amostra principal que reuniu fotobiomodulação e ondas de choque em um mesmo grupo apresentou melhora de dor, limiar de dor à pressão e incapacidade funcional superior àquela observada com aplicações isoladas, com manutenção do benefício no seguimento descrito. Nesse delineamento, a combinação de dois recursos constitui uma condição terapêutica específica, distinta da comparação entre modalidades administradas em grupos independentes. O resultado informa a resposta ao protocolo associado e deve ser analisado junto às condições comuns, especialmente os exercícios domiciliares disponibilizados aos participantes.

A diferença entre associação terapêutica e comparação direta também se manifesta na composição dos demais programas conservadores. Cinar *et al.* (2018) compararam modalidades acrescentadas a exercícios e suporte ortótico, enquanto Kosehasanogullari *et al.* (2026) examinaram laser de alta intensidade e ondas de choque radiais associados a exercícios domiciliares, incluindo um grupo submetido somente a esses exercícios. Após doze semanas, a análise ajustada desse último ensaio não identificou benefício adicional estatisticamente significativo das modalidades físicas em relação ao programa ativo isolado.

Os achados relacionados aos exercícios têm correspondência com outros estudos sobre tratamento conservador da fascite plantar. Kaiser *et al.* (2022) relataram redução dolorosa de 35% com alongamentos domiciliares e de 26% com fisioterapia convencional após seis

meses, acompanhada de alterações nos indicadores de atividades diárias. De igual maneira, Ibraheem *et al.* (2026) descreveram melhora de dor, funcionalidade, dorsiflexão e espessura fascial em programa multimodal de reabilitação, oferecendo elementos para interpretar a participação das intervenções ativas nas respostas observadas.

A utilização de recursos eletrofísicos em conjunto com exercícios envolve procedimentos que atuam sobre dimensões clínicas diferentes. Ketz *et al.* (2024) investigaram fotobiomodulação acrescentada aos cuidados habituais, enquanto On e Yim (2023) examinaram ondas de choque associadas à vibração localizada. A diversidade das combinações impede atribuir a melhora exclusivamente ao recurso físico quando o delineamento não isola seus efeitos. A avaliação da resposta considera, portanto, a presença de cointervenções, a progressão dos exercícios e o momento da mensuração, conforme o contraste estabelecido pelos pesquisadores.

A fundamentação biomecânica também auxilia na interpretação dessas associações. Matsumoto e Ogihara (2025) descreveram a participação da aponeurose plantar no mecanismo de molinete durante a deformação do arco, enquanto Piarulli *et al.* (2024) destacaram a contribuição das estruturas fasciais e ligamentares para sua estabilidade. Como o desconforto interfere na sustentação de peso e no movimento, a recuperação funcional registrada em protocolos combinados deve ser examinada em relação às exigências mecânicas da marcha, sem pressupor que a redução da dor corresponda, na mesma proporção, à recuperação do desempenho.

5.3 Desfechos clínicos, sensibilidade dolorosa e estrutura fascial

A dor e a incapacidade funcional constituem desfechos relacionados, mas avaliados por procedimentos distintos. Elsehrawy *et al.* (2018) encontraram diferença entre intervenções para a dor sem identificar a mesma distinção no Índice de Função do Pé. Em Tongthong *et al.* (2024), a resposta funcional por medida de atividades diárias diferiu pontualmente entre os grupos, enquanto as escalas dolorosas não demonstraram superioridade consistente. Nos quatro ensaios principais, observou-se igualmente que alterações na percepção dolorosa, na limitação funcional e na sensibilidade localizada não apresentaram sempre a mesma direção estatística.

A avaliação estrutural acrescenta outra dimensão ao acompanhamento. Ulusoy *et al.* (2017) identificaram redução da espessura da fáscia nos grupos tratados, ao passo que Elsehrawy *et al.* (2018) registraram mudanças ultrassonográficas sem diferença entre modalidades para espessura ($p = 0,885$) ou ecogenicidade ($p = 0,34$). Yinilmez Sanmak *et al.*

(2019) também descreveram diminuição da espessura fascial com os dois recursos, e Kosehasanogullari *et al.* (2026) observaram mudanças estruturais nos grupos de exercícios associados ou não às modalidades físicas.

A interpretação dessas medidas depende de critérios padronizados. Analay *et al.* (2025) descrevem a ultrassonografia como complemento para observar a espessura e a continuidade das fibras plantares, enquanto Park *et al.* (2023) identificaram coeficientes de confiabilidade intraexaminador entre 0,77 e 0,98 e interexaminadores entre 0,76 e 0,98. Desse modo, a diminuição de uma medida estrutural deve ser acompanhada da avaliação clínica, considerando que dor, sensibilidade à pressão, espessura fascial e restrição nas atividades representam aspectos diferentes da evolução terapêutica.

As escalas adotadas também limitam a comparação imediata dos resultados. A Escala Visual Analógica registra intensidade dolorosa, o Índice de Função do Pé reúne domínios específicos de incapacidade e o limiar de dor à pressão depende de mensuração instrumental. No conjunto principal, a qualidade de vida foi examinada diretamente por meio do SF-36 em apenas um ensaio, com indicadores gerais de saúde física e mental. A ausência dessa mesma medida nos outros três estudos restringe o confronto interno desse desfecho, ainda que a melhora funcional apareça em instrumentos específicos do pé.

A distinção entre evolução intragrupo e diferença entre intervenções permanece necessária na leitura das estimativas. Em Ulusoy *et al.* (2017) e Yinilmez Sanmak *et al.* (2019), a melhora observada após o tratamento não correspondeu à demonstração de superioridade entre laser e ondas de choque. De igual maneira, a inexistência de diferença significativa não estabelece equivalência terapêutica, a qual requer delineamento específico. As estimativas agrupadas descritas por Alotaibi *et al.* (2026) reforçam a importância de considerar intervalos de confiança, variabilidade amostral e compatibilidade dos instrumentos antes de comparar magnitudes de efeito.

5.4 Duração dos sintomas e períodos de seguimento

A duração dos sintomas representa uma característica relevante das populações investigadas. Parte dos ensaios incluiu pessoas com dor plantar persistente e histórico de tratamento conservador, ao passo que outros estabeleceram critérios clínicos mais amplos. Koc *et al.* (2023) ressaltam a avaliação das manifestações nos primeiros passos e durante a sustentação de peso, enquanto Baykut *et al.* (2025) abordam o tratamento de quadros crônicos. A diversidade de critérios de inclusão modifica a composição das amostras e a interpretação das respostas em diferentes estágios da fasciopatia.

O momento da avaliação também influencia a direção dos achados. Ulusoy *et al.* (2017) e Elsehrawy *et al.* (2018) apresentaram comparações após aproximadamente um mês, enquanto Yinilmez Sanmak *et al.* (2019) acompanharam a resposta depois do encerramento das intervenções. Kosehasanogullari *et al.* (2026) realizaram avaliação de doze semanas, período no qual os efeitos ajustados das modalidades eletrofísicas não se distinguiram significativamente daqueles obtidos apenas com exercícios. As avaliações dos quatro estudos principais abrangeram desde três semanas até três meses, com possibilidades diferentes de observar a manutenção dos resultados.

Os protocolos apresentaram diferenças expressivas na quantidade de sessões. Ulusoy *et al.* (2017) descreveram quinze aplicações de laser e três de ondas de choque, enquanto Elsehrawy *et al.* (2018) adotaram seis sessões de laser e duas de ondas de choque. Tongthong *et al.* (2024) utilizaram nove aplicações de laser de alta intensidade e três de ondas de choque radiais, e Kosehasanogullari *et al.* (2026) distinguiram quinze sessões de laser e três de ondas de choque, acompanhadas de exercícios domiciliares.

A frequência de comparecimento não representa, por si, a quantidade de energia entregue ou a intensidade mecânica de cada procedimento. Güzel *et al.* (2024) relacionam diferentes parâmetros de ondas de choque às características clínicas e ultrassonográficas da fáscia, enquanto Jitpimolmard *et al.* (2026) descrevem a aplicação do laser de alta intensidade segundo potência e densidade energética. A comparação das modalidades requer, portanto, informações sobre comprimento de onda, dose, número de impulsos, modalidade radial ou focalizada e condições de exposição, que não se resumem à contagem de atendimentos.

A variação dos instrumentos amplia a heterogeneidade dos períodos de acompanhamento. Os estudos com laser de baixa intensidade recorreram principalmente às escalas dolorosas e ao Índice de Função do Pé, ao passo que comparações com laser de alta intensidade incluíram medidas de atividades diárias, imagem musculoesquelética e parâmetros circulatórios. Essa diversidade influencia a sensibilidade para detectar mudanças e a possibilidade de confrontar desfechos medidos em momentos diferentes, especialmente quando a progressão dos exercícios ou a redução da exposição à carga continua após o encerramento das sessões.

Também se observam diferenças no tamanho das amostras dos sete ensaios adicionais, que variaram de 34 a 84 participantes entre os estudos examinados, além dos grupos com 45, 46, 52, 60 e 66 indivíduos. A dimensão amostral interfere na precisão das estimativas e na detecção de diferenças entre tratamentos, principalmente em estudos que empregam escalas autorreferidas ou distribuem a avaliação por vários domínios. A interpretação considera ainda

o mascaramento dos avaliadores, as condições basais e as perdas de acompanhamento relatadas pelos pesquisadores.

5.5 Adesão ao tratamento, tolerabilidade e segurança das intervenções

A adesão ao tratamento precisa ser examinada de acordo com a frequência e a duração de cada protocolo. Os ensaios adicionais utilizaram de duas a quinze aplicações, conforme a intervenção, com intervalos de comparecimento distintos entre laser e ondas de choque. Esse aspecto interfere na organização do acompanhamento fisioterapêutico e na exposição efetiva ao tratamento, especialmente quando as sessões são combinadas com exercícios domiciliares. As informações sobre presença, execução das atividades e período de reavaliação auxiliam a compreender as condições nas quais as medidas de dor e função foram obtidas.

Em Tongthong *et al.* (2024), 52 participantes foram randomizados e 46 integraram a análise final, com uma perda no grupo laser de alta intensidade e cinco no grupo ondas de choque radiais. Os autores descreveram dificuldades de transporte e intercorrências pessoais entre as razões do afastamento, sem atribuir essas perdas diretamente às intervenções. Nos quatro ensaios principais também houve diferença entre amostra randomizada e número de concluintes em duas pesquisas, conforme a seção de resultados, condição que deve ser considerada na precisão das comparações finais.

A avaliação da tolerabilidade exige distinguir efeitos associados à aplicação, desconforto durante as sessões e intercorrências não relacionadas ao procedimento. Tongthong *et al.* (2024) não relataram eventos adversos atribuídos às modalidades durante o acompanhamento. O registro de eventos em outras amostras precisa ser interpretado segundo o dispositivo empregado, a intensidade e o tempo de observação. Assim, a ausência de intercorrências em um ensaio descreve apenas as condições daquele protocolo, sem representar uma garantia de segurança irrestrita em diferentes perfis clínicos.

As condições clínicas também orientam a seleção dos recursos. A sensibilidade na inserção calcânea, as restrições de marcha e os problemas associados à sustentação prolongada de peso integram a avaliação inicial, conforme Koc *et al.* (2023). Na prática fisioterapêutica, contraindicações, alterações cutâneas, condições circulatórias e presença de dispositivos implantáveis precisam ser verificadas de acordo com as orientações dos aparelhos e os critérios descritos nos estudos. O acompanhamento deve registrar a tolerância à aplicação e as alterações funcionais percebidas durante o programa terapêutico.

A continuidade da reabilitação envolve a execução de exercícios e o ajuste progressivo das atividades cotidianas. Os resultados de Cinar *et al.* (2018) e Kosehasanogullari *et al.*

(2026) foram obtidos em contextos que incluíam cuidados conservadores, enquanto os achados de Kaiser *et al.* (2022) e Ibraheem *et al.* (2026) abordam respostas a programas ativos. Na análise clínica, permanece relevante observar a relação entre número de atendimentos, tolerância ao esforço, adesão domiciliar e evolução da capacidade de caminhar e permanecer em pé durante os diferentes períodos de seguimento.

6 CONCLUSÃO

Os estudos registraram redução da dor após fotobiomodulação e terapia por ondas de choque extracorpóreas, com diferenças na magnitude da resposta segundo a modalidade, a frequência das sessões e o período de acompanhamento. A recuperação funcional foi avaliada por instrumentos específicos para o pé, enquanto a qualidade de vida integrou os desfechos de um dos ensaios.

No estudo que investigou a associação dos recursos, o tratamento combinado apresentou melhores indicadores de dor e incapacidade funcional em relação às aplicações isoladas. Na comparação de curto prazo, o laser de baixa intensidade apresentou maior melhora nos domínios do Índice de Função do Pé do que as ondas de choque. Entre ondas de choque radiais e laser de alta intensidade, não se identificou diferença significativa entre grupos nos indicadores primários de dor. Na investigação com seguimento de três meses, foram encontradas diferenças ajustadas para dor, sensibilidade do calcanhar e qualidade de vida, com resultados distintos conforme o desfecho examinado.

As diferenças entre os protocolos, os instrumentos empregados e os períodos de seguimento, além das perdas de participantes em dois ensaios, restringem a comparação direta das modalidades. Desse modo, os achados dos quatro estudos sustentam respostas clínicas favoráveis às intervenções avaliadas, sem caracterizar superioridade uniforme de um recurso terapêutico para todos os indicadores investigados.

REFERÊNCIAS

AKDERE, E. *et al.* Comparison of effectiveness of extracorporeal shock wave therapy and peloidotherapy in patients with plantar fasciitis: a prospective, randomized, controlled study. **International Journal of Biometeorology**, v. 69, n. 1, p. 17-28, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s00484-024-02787-2.

ALOTAIBI, M. N. *et al.* Comparison of laser therapy and extracorporeal shock wave therapy in the treatment of patients with plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. **Lasers in Medical Science**, v. 41, art. 29, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s10103-026-04824-5.

ANALAY, P. *et al.* Ultrasound imaging and guidance for plantar fascia lesions: EURO-MUSCULUS/USPRM approach. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 44, n. 8, p. 1509-1518, 2025. DOI: https://doi.org/10.1002/jum.16694.

BAYKUT, A. U. *et al.* Chronic plantar fasciitis: which is more effective? Prolotherapy/extracorporeal shock wave therapy? A randomized controlled trial. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 145, art. 242, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s00402-025-05859-z.

BOOB, M. A.; PHANSOPKAR, P.; SOMAIYA, K. J. Physiotherapeutic interventions for individuals suffering from plantar fasciitis: a systematic review. **Cureus**, v. 15, n. 7, art. e42740, 2023. DOI: https://doi.org/10.7759/cureus.42740.

CINAR, E.; SAXENA, S.; UYGUR, F. Combination therapy versus exercise and orthotic support in the management of pain in plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **Foot & Ankle International**, v. 39, n. 4, p. 406-414, 2018. DOI: https://doi.org/10.1177/1071100717747590.

DEDE, B. T. *et al.* Comparing myofascial pain syndrome treatment with dry needling versus extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis on pain and function of the heel. **The Journal of Foot and Ankle Surgery**, v. 63, n. 4, p. 477-481, 2024. DOI: https://doi.org/10.1053/j.jfas.2024.02.008.

ELSEHRAWY, G. G. *et al.* Extracorporeal shock wave therapy versus low-level laser therapy in the management of chronic plantar fasciitis. **Suez Canal University Medical Journal**, v. 21, n. 2, p. 71-81, 2018. DOI: https://doi.org/10.21608/scumj.2018.42935.

ENZIN, F.; UGURLU, Ü. Comparison of shock wave therapy and Low-dye tape method in patients with plantar fasciitis: a randomized controlled study. **The Journal of Foot and Ankle Surgery**, v. 64, n. 3, p. 291-295, 2025. DOI: https://doi.org/10.1053/j.jfas.2024.12.003.

GÜZEL, Ş. *et al.* Comparison of plantar pressure distribution and ultrasonographic and clinical features after application of different energy levels of extracorporeal shockwave therapy in patients with plantar fasciitis: a randomized, prospective, double-blind clinical trial. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 114, n. 2, art. 22-047, 2024. DOI: https://doi.org/10.7547/22-047.

HAMSTRA-WRIGHT, K. L. *et al.* Risk factors for plantar fasciitis in physically active individuals: a systematic review and meta-analysis. **Sports Health**, 2021. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33530860/. Acesso em: 6 nov. 2026.

IBRAHEEM, M. R.; EL-MONEIM, M. A. A.; IBRAHIM, M. M. The effect of multimodal rehabilitation program on pain, functional outcomes, and plantar fascia thickness in patients with plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 27, art. 168, 2026. DOI: https://doi.org/10.1186/s12891-026-09562-x.

JITPIMOLMARD, N.; OUEMPHANCHAROEN, P.; ARAYAWICHANON, P. Efficacy of high-intensity laser therapy combined with plantar fascia stretching exercises in the treatment of plantar fasciitis: randomized, double-blind, sham-controlled trial. **JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies**, v. 13, art. e77419, 2026. Disponível em: https://rehab.jmir.org/2026/1/e77419. Acesso em: 6 nov. 2026.

KAISER, P. B. *et al.* A prospective randomized controlled trial comparing physical therapy with independent home stretching for plantar fasciitis. **Journal of the American Academy of**

Orthopaedic Surgeons, v. 30, n. 14, p. 682-689, 2022. DOI: https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-21-00009.

KETZ, A. K. *et al.* Photobiomodulation therapy plus usual care is better than usual care alone for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 19, n. 1, p. 1438-1453, 2024. DOI: https://doi.org/10.26603/001c.90589.

KOC JR., T. A. *et al.* Heel pain – plantar fasciitis: revision 2023. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 53, n. 12, p. CPG1-CPG39, 2023. DOI: https://doi.org/10.2519/jospt.2023.0303.

KOSEHASANOGULLARI, M. *et al.* Home exercise with or without high-intensity laser or radial shockwave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **Foot & Ankle International**, v. 47, n. 3, p. 386-397, 2026. DOI: https://doi.org/10.1177/10711007251408439.

MANSKE, R. C. *et al.* Diagnostic musculoskeletal ultrasound in the evaluation of the plantar fascia. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 20, n. 7, p. 1091-1096, 2025. DOI: https://doi.org/10.26603/001c.141177.

MATSUMOTO, Y.; OGIHARA, N. Direct visualization and measurement of the plantar aponeurosis behavior in foot arch deformation via the windlass mechanism. **Clinical Anatomy**, v. 38, n. 2, p. 116-126, 2025. DOI: https://doi.org/10.1002/ca.24171.

ON, H.; YIM, J. Effects of local vibration combined with extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 55, art. jrm12405, 2023. DOI: https://doi.org/10.2340/jrm.v55.12405.

ORTIZ-ROMERO, M. *et al.* Effect of local laser therapy on plantar fasciitis: a meta-analysis. **Journal of Clinical Medicine**, v. 15, n. 3, art. 1307, 2026. DOI: https://doi.org/10.3390/jcm15031307.

PABÓN-CARRASCO, M. *et al.* Comparison of the short-term effect between iontophoresis and radial extracorporeal shockwave therapy in the treatment of plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **Healthcare**, v. 12, n. 12, art. 1223, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/healthcare12121223.

PARK, Y. H. *et al.* Reliability of ultrasound measurement of plantar fascia thickness: a systematic review. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 113, n. 4, art. 21-024, 2023. DOI: https://doi.org/10.7547/21-024.

PIARULLI, L.; MATHEW, R.; SIEGLER, S. Contribution of the plantar fascia and long plantar ligaments to the stability of the longitudinal arch of the foot. **Journal of Biomechanics**, v. 176, art. 112373, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2024.112373.

RIAZ, S. *et al.* Comparison of extracorporeal shockwave and high-intensity laser in treating chronic plantar fasciitis: a single-blinded randomized controlled trial. **Pakistan Journal of Medical & Health Sciences**, v. 17, n. 5, p. 46, 2023. DOI: https://doi.org/10.53350/pjmhs202317546.

TAKLA, M. K. N.; REZK-ALLAH, S. S. R. Clinical effectiveness of multi-wavelength photobiomodulation therapy as an adjunct to extracorporeal shock wave therapy in the management of plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **Lasers in Medical Science**, v. 34, p. 583-593, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s10103-018-2632-4.

THAMMAJAREE, C. *et al.* Effects of radial extracorporeal shockwave therapy versus high intensity laser therapy in individuals with plantar fasciitis: a randomised clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 38, art. 127, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s10103-023-03791-5.

TIMURTAŞ, E. *et al.* Extracorporeal shockwave therapy versus low-level laser therapy in the treatment of plantar fasciitis: a randomized controlled trial. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 114, n. 4, 2024. DOI: https://doi.org/10.7547/22-095.

TONGTHONG, V. *et al.* Comparative effectiveness of high-intensity laser therapy and radial extracorporeal shock wave therapy in chronic plantar fasciitis: a randomized, single-blind clinical trial. **ASEAN Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 34, n. 2, p. 48-55, 2024. Disponível em: https://www.rehabmed.or.th/main/wp-content/uploads/2024/05/ASEAN-J-Rehabil-Med-2024_342_Full-Issue.pdf. Acesso em: 9 nov. 2026.

TUNG, W. S. *et al.* Extracorporeal shock wave therapy shows comparative results with other modalities for the management of plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis. **Foot and Ankle Surgery**, v. 31, n. 4, p. 283-290, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fas.2024.11.005.

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. **The Journal of Foot and Ankle Surgery**, v. 56, n. 4, p. 762-767, 2017. DOI: https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.02.013.

WU, P.-C. *et al.* High-intensity laser therapy versus extracorporeal shockwave therapy for plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis. **Bioengineering**, v. 13, n. 1, art. 90, 2026. DOI: https://doi.org/10.3390/bioengineering13010090.

YINILMEZ SANMAK, Ö. D. *et al.* Comparison of effects of low-level laser therapy and extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis treatment: a randomized, prospective, single-blind clinical study. **Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 65, n. 2, p. 184-190, 2019. DOI: https://doi.org/10.5606/tftrd.2019.3528.

ZARE BIDOKI, M.; VAFAEEI NASAB, M. R.; KHATIBI AGHDA, A. Comparison of high-intensity laser therapy with extracorporeal shock wave therapy in the treatment of patients with plantar fasciitis: a double-blind randomized clinical trial. **Iranian Journal of Medical Sciences**, v. 49, n. 3, p. 147-155, 2024. DOI: https://doi.org/10.30476/IJMS.2023.98042.2991.

ZHANG, Q. *et al.* Effect of plantar fascia stiffness on plantar windlass mechanism and arch: finite element method and dual fluoroscopic imaging system verification. **Medical Engineering & Physics**, v. 134, art. 104259, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2024.104259.