



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FISIOTERAPIA E FUNCIONALIDADE

TATIANA ARAUJO LIMA

**EFEITOS DA CRIOTERAPIA SOBRE A ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS TENDÕES:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

FORTALEZA

2025

TATIANA ARAUJO LIMA

**EFEITOS DA CRIOTERAPIA SOBRE A ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS TENDÕES:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia e Funcionalidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fisioterapia e Funcionalidade. Linha de pesquisa: 1.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro de Oliveira

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L711e Lima, Tatiana Araujo.
Efeitos da crioterapia sobre a estrutura e função dos tendões: uma revisão sistemática / Tatiana Araujo
Lima. – 2025.
73 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia e Funcionalidade, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro de Oliveira.

1. Crioterapia. 2. Tendão. 3. Tendinopatia. I. Título.

CDD 615.82

TATIANA ARAUJO LIMA

**EFEITOS DA CRIOTERAPIA SOBRE A ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS TENDÕES:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia e Funcionalidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fisioterapia e Funcionalidade. Linha de pesquisa: 1.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro de Oliveira

Aprovada em: 22/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Nome: Prof. Rodrigo Ribeiro de Oliveira (Orientador)
Titulação: Doutor
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Nome: Prof. Pedro Olavo de Paula Lima (Membro interno)
Titulação: Doutor
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Nome: Prof. Rodrigo Fragoso de Andrade (Membro externo)
Titulação: Doutor
Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos que estiveram comigo nesta jornada — e à minha mãe, que, mesmo ausente neste plano, permanece viva em mim, em cada conquista e em cada silêncio — e a mim mesmo, por ter seguido em frente com coragem — meu mais sincero agradecimento. E, por fim, a Deus, por ter sido meu alicerce em cada passo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a cada professor que, de alguma forma, contribuiu para que eu chegasse até aqui — desde os meus primeiros anos escolares até os docentes do Mestrado em Fisioterapia e Funcionalidade da Universidade Federal do Ceará. Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Oliveira, não apenas pela excelente orientação, mas também pelo acolhimento, paciência e sensibilidade diante das minhas dificuldades, além de sua valiosa contribuição para o meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço à minha família, por ser meu amparo nos momentos de dúvida e cansaço. Ao meu filho, por, mesmo sem compreender minhas ausências, me lembrar com ternura do propósito desta jornada — como no dia em que, ao me ver cansada diante do computador, reclamando, disse: “Mas mamãe, não é isso o que você quer?”

Aos professores participantes da banca examinadora nas pessoas dos professores Dr. Pedro Lima e Dr. Rodrigo Fragozo pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A todos os colegas do grupo de pesquisa *Tendon Research Group*, pela parceria e companheirismo ao longo desta jornada, meu sincero agradecimento. Em especial, ao Thiago Rocha, pela valiosa contribuição na elaboração da revisão sistemática e pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas e amigos do mestrado, pelos momentos de descontração, pelas brincadeiras e pelo apoio que tornaram essa caminhada mais leve — mas também pelas reflexões, críticas construtivas e sugestões.

DESCRIÇÃO DA DISSERTAÇÃO PARA LEIGOS

A aplicação terapêutica do frio, conhecida como crioterapia, é uma prática milenar utilizada no tratamento de lesões para o alívio da dor e o controle da inflamação. No entanto, apesar de sua popularidade, ainda existem dúvidas sobre o quanto ela realmente é eficaz — especialmente quando se trata dos tendões, estruturas fundamentais para os nossos movimentos, responsáveis por ligar os músculos aos ossos. Pensando nisso, realizamos uma revisão sistemática — reunimos e analisamos estudos científicos que avaliaram os efeitos da crioterapia em tendões humanos, tanto saudáveis quanto lesionados (condição conhecida como tendinopatia). O objetivo foi entender melhor se a crioterapia realmente ajuda na redução da dor, na melhora da função ou se promove mudanças na estrutura dos tendões. A análise inicial considerou mais de mil estudos, dos quais apenas doze atenderam aos nossos critérios de seleção e foram analisados com profundidade. A maioria relatou efeitos positivos na redução da dor, especialmente quando a crioterapia foi associada a outras terapias, como exercícios ou ultrassom terapêutico. Entretanto, os estudos disponíveis ainda não são suficientes para garantir quando e como o gelo deve ser indicado no tratamento. Isso porque os métodos usados variaram bastante, os resultados são inconsistentes e muitos trabalhos apresentam falhas na forma como foram conduzidos. Concluimos, então, que a crioterapia pode ser útil como um tratamento complementar, mas não deve ser usada sozinha como abordagem principal para lesões nos tendões. Novos estudos, mais rigorosos e bem planejados, ainda são necessários para confirmar seus reais benefícios.

RESUMO

A crioterapia é amplamente utilizada no manejo de lesões em tecidos moles; no entanto, persistem incertezas quanto à consistência entre sua fundamentação científica e sua aplicação clínica. A maior parte das evidências que respaldam o seu uso provém de estudos com animais, sendo ainda limitados os dados provenientes de ensaios clínicos em humanos. A natureza heterogênea dos tecidos moles — incluindo músculos, tendões e ligamentos — acrescenta complexidade às pesquisas nessa área. Os tendões, em particular, demandam investigação específica, uma vez que compreender como a exposição ao frio afeta sua estrutura e função é fundamental para orientar intervenções clínicas mais seguras e eficazes. Esta revisão sistemática teve como objetivo avaliar estudos que investigaram os efeitos clínicos, mecânicos e fisiológicos da crioterapia em tendões humanos. Foi realizada uma busca abrangente da literatura em diversas bases de dados, incluindo CENTRAL, MEDLINE (via PubMed), EMBASE, CINAHL e PEDro. Foram incluídos estudos com participantes humanos nos quais a crioterapia foi utilizada como intervenção para avaliar desfechos em tendões saudáveis ou com diagnóstico de tendinopatia. A busca identificou 1.034 artigos, dos quais doze atenderam aos critérios de inclusão e exclusão. Dentre esses, seis estudos (50%) relataram desfechos mecânicos, cinco (41,7%) avaliaram alterações fisiológicas, e cinco (41,7%) analisaram desfechos clínicos relacionados à dor e à função.

De modo geral, os resultados sugerem que a crioterapia pode contribuir para a redução da dor, especialmente quando associada a outras estratégias terapêuticas, como exercício físico ou ultrassom. No entanto, limitações metodológicas significativas — como ausência de grupos controle, curto período de acompanhamento e inconsistência nas medidas de desfecho — comprometem a robustez dessas conclusões. São necessários estudos de alta qualidade para determinar a real relevância clínica da crioterapia na reabilitação tendínea.

Palavras-chave: Crioterapia; tendão; tendinopatia.

ABSTRACT

Cryotherapy is widely used in the treatment of soft tissue injuries; however, questions remain regarding the alignment between its scientific foundations and clinical application. While most evidence supporting cryotherapy stems from animal models, there is a lack of robust data in human subjects. Given the heterogeneous nature of soft tissues—including muscles, tendons, and ligaments—it is crucial to understand how cold exposure affects each tissue type. Tendons, in particular, play a central role in musculoskeletal health, and better understanding their response to cryotherapy is essential, especially in the context of tendinopathy—a condition with rising prevalence across age groups worldwide. This systematic review aimed to analyze studies investigating the clinical, mechanical, and physiological effects of cryotherapy on human tendons. A comprehensive search was conducted across multiple databases, including CENTRAL, MEDLINE (via PubMed), EMBASE, CINAHL, and PEDro. Studies were included if they involved human participants, applied cryotherapy as an intervention, and assessed outcomes related to healthy or pathological tendons. The search retrieved 1,034 articles, of which twelve met the inclusion criteria. Among these, six (50%) evaluated mechanical outcomes, five (41.7%) focused on physiological parameters, and five (41.7%) investigated clinical outcomes related to pain and function. The findings suggest that cryotherapy may contribute to pain reduction, especially when combined with other therapeutic strategies such as exercise or ultrasound. Nonetheless, the studies reviewed presented notable methodological limitations, highlighting the need for more rigorous research in this area.

Keywords: Cryotherapy; tendon; tendinopathy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura do tendão.....	19
Figura 2- Fluxograma PRISMA.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados.	24
Quadro 2 - Características Gerais dos Estudos Incluídos	41
Quadro 3- Crioterapia isolada ou combinada com outras terapias em Ensaio Clínicos Aleatorizados (ECAs)	46
Quadro 4 - Estudos que Avaliaram Desfechos Clínicos: Dor e Função.....	49
Quadro 5 - Efeitos Mecânicos e Fisiológicos da Crioterapia em Estudos Observacionais e Experimentais.....	52
Quadro 6 - Escores PEDro dos Estudos Incluídos	53

LISTA DE ABREVIATURAS

- ADM – Amplitude de Movimento
- BPI – Brief Pain Inventory (Inventário Breve da Dor)
- CENTRAL – Cochrane Central Register of Controlled Trials
- CINAHL – Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature
- CW – Continuous Wave (Emissão contínua de luz)
- DASH – Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
- ECA – Ensaios Clínicos Aleatorizados
- EMBASE – Excerpta Medica Database
- END – Escala Numérica de Avaliação da Dor
- EVA – Escala Visual Analógica
- ICON – International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus
- MEDLINE – Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
- MHz – Megahertz
- MSC – Mesenchymal Stem Cells (Células-tronco mesenquimais)
- nm – Nanômetro (Unidade que mede o comprimento de onda da luz)
- PEDro – Physiotherapy Evidence Database
- PEACE & LOVE – Protection, Elevation, Avoid anti-inflammatories, Compression, Education – Load, Optimism, Vascularisation and Exercise
- POLICE – Optimal Loading instead of Rest + ICE (Carga controlada, em vez de repouso)
- PRICE – Protection + Rest, Ice, Compression, Elevation
- PRISMA – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
- PROSPERO – International Prospective Register of Systematic Reviews
- QCRI – Qatar Computing Research Institute
- RICE – Rest, Ice, Compression, Elevation (Repouso, gelo, compressão, elevação)
- RoB 2 – Risk of Bias 2
- SPADI – Shoulder Pain and Disability Index
- SPW – Super Pulsed Wave (Emissão superpulsada de luz)
- TSPCs – Tendon Stem/Progenitor Cells (Células-tronco/progenitoras do tendão)
- W/cm² – Watts por centímetro quadrado
- WORC – Western Ontario Rotator Cuff Index

SUMÁRIO

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
1.1 Crioterapia.....	17
1.2 Os tendões.....	19
1.3 As tendinopatias.....	20
2. OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivos gerais.....	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3.2.3 <i>Objetivos específicos primários</i>	21
3.2.4 <i>Objetivos específicos secundários</i>	22
3. HIPÓTESE.....	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1 Tipo de estudo.....	22
4.2 Critérios de Inclusão.....	22
4.3 Critérios de Exclusão.....	23
4.4 Estratégia de busca.....	23
4.5 Coleta e análise de dados.....	25
4.5.1 <i>Seleção dos estudos</i>	25
4.5.2 <i>Extração e gerenciamento de dados</i>	25
4.5.3 <i>Qualidade metodológica e risco de viés</i>	26
5. MANUSCRITO.....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERENCIAS.....	60
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O MESTRADO.....	69
APÊNDICE	
ANEXO	

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A aplicação terapêutica do frio, conhecida como crioterapia, é uma prática milenar utilizada no manejo da dor e da inflamação, cujos registros remontam à Grécia Antiga e a contextos militares históricos (Henderson, 1971; Rivenburg, 1992; Tsoucalas et al.,2015). Crioterapia é um termo abrangente comumente empregado para descrever tratamentos terapêuticos que envolvem a aplicação de temperaturas frias. Sua eficácia é atribuída à capacidade de reduzir a temperatura tecidual, promovendo efeitos como diminuição do metabolismo celular, vasoconstrição, analgesia e limitação de danos secundários. No entanto, as evidências científicas em humanos ainda são limitadas e, em muitos casos, contraditórias, especialmente no que se refere à profundidade e à duração dos efeitos fisiológicos sobre estruturas específicas, como os tendões (Bassett et al 1992; Merrick et al 1993; MacAuley 2001).

Os tendões são estruturas fundamentais no sistema musculoesquelético, responsáveis pela transmissão de forças entre músculos e ossos, permitindo o movimento e contribuindo para a estabilidade articular (Kannus & Kannus, 2000). Sua composição rica em colágeno e sua disposição paralela conferem propriedades biomecânicas únicas, tornando-os particularmente sensíveis a sobrecargas repetitivas (Wang, 2006; Eisner et al.,2022). Quando submetidos a estímulos mecânicos excessivos ou inadequados, os tendões podem desenvolver tendinopatias, condições caracterizadas por dor persistente e disfunção associadas a alterações estruturais e celulares (Millar et al.,2021; Scott et al., 2020). A tendinopatia é considerada multifatorial, com fatores de risco modificáveis e fatores de risco intrínsecos e extrínsecos não modificáveis envolvidos em seu desenvolvimento, com a ocorrência de doenças sistêmicas e a utilização de certas drogas também exercendo influência no desenvolvimento dessa condição (Magnan et al.,2014; Millar et al.,2021).

Diante do crescente número de casos de tendinopatia e do uso frequente da crioterapia como intervenção no tratamento de lesões de tecidos moles, torna-se necessário compreender os reais efeitos do frio sobre a estrutura e a função tendínea. A complexidade da resposta tendínea aos estímulos mecânicos, somada às lacunas existentes nas evidências clínicas, ressalta a importância de estudos que explorem com maior profundidade os mecanismos e os desfechos clínicos associados a essa intervenção.

Esta revisão sistemática foi conduzida com o objetivo de examinar a literatura e

analisar estudos que investigam os efeitos da crioterapia sobre os tendões em seres humanos. Para facilitar a organização e a compreensão dos resultados, os objetivos foram divididos em primários e secundários. Nos objetivos primários, foram analisados ensaios clínicos aleatorizados, considerados a forma mais robusta e confiável de pesquisa clínica, pois fornecem evidências de alta qualidade sobre a prática, avaliando desfechos clínicos relacionados à dor e à função. Já nos objetivos secundários, foram incluídos estudos experimentais e observacionais, com foco em desfechos mecânicos e fisiológicos, enriquecendo a compreensão do tema ao explorar aspectos complementares à prática clínica.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Crioterapia

O uso de temperaturas frias para tratamento e recuperação remonta a séculos de uso pela humanidade, Hipócrates na Grécia Antiga já documentava a aplicação do frio, fazendo menção ao uso do gelo e da neve em relação ao edema (Tsoucalas et al., 2015; Rivenburg, 1992). O cirurgião de Napoleão, Barão Dominique Larrey, foi um dos pioneiros a recomendar o uso de gelo e neve para auxiliar nas amputações dos soldados durante a guerra, com o objetivo de reduzir a dor nas operações e tornar o procedimento menos traumático (Henderson, 1971).

A crioterapia é um termo frequentemente usado para descrever processos terapêuticos que envolvem temperaturas frias. Definida como uma técnica que emprega o uso de substâncias para reduzir a temperatura dos tecidos ao remover o calor do corpo, a crioterapia reduz a temperatura dos tecidos de maneira dependente do tempo, da localização, da aplicação, do método utilizado e da espessura da gordura subcutânea (Bassett et al., 1992; Merrick et al., 1993; MacAuley, 2001). De acordo com Knight e Draper (2013), a temperatura tecidual precisa ser reduzida para valores abaixo de 15 °C para alcançar analgesia local, e abaixo de 13,6 °C para promover a redução do fluxo sanguíneo local.

Bing et al. (1945) foram os pioneiros na documentação das mudanças na temperatura intramuscular (a 3 cm de profundidade) com a aplicação de bolsas de gelo, enquanto Waylonis (1967) ampliou essa análise, registrando variações graduais de temperatura durante a massagem com gelo. Foi sugerido então que a redução da temperatura muscular estaria associada à desaceleração do metabolismo, diminuindo assim a demanda celular por oxigênio no período agudo após lesões em tecidos moles (Swenson et al., 1996). Na década de 1960 surgem as primeiras recomendações sobre a utilização da crioterapia para lesões musculoesqueléticas (Grant, 1964; Hayden, 1964); e a partir da década de 1970 iniciaram-se as investigações para compreender melhor os efeitos analgésicos do gelo no limiar da dor (Halliday et al., 1969; Benson e Copp, 1974; Bugaj, 1975). Atualmente, sabe-se que grande parte desse efeito analgésico ocorre devido à redução da velocidade de condução nervosa nos nervos sensoriais (Herrera et al., 2010; Algayf e George, 2007; Ernst e Fialka, 1994).

Em 1978 o protocolo RICE (Rest, Ice, Compression, Elevation – repouso, gelo, compressão, elevação) é introduzido para o tratamento de lesões em tecidos moles pelo The Sports Medicine Book (Mirkin G, Hoffman M, 1978) que evoluiu para PRICE (Proteção + RICE) e depois POLICE (Optimal Loading instead of Rest – em tradução livre carga controlada,

otimizada em vez do repouso) mantendo o gelo como princípio básico do tratamento (Bleakley et al 2012).

Apesar da popularidade do gelo no tratamento de lesões esportivas, as evidências em humanos ainda são limitadas. A maioria dos estudos que sustentam os benefícios da crioterapia, como redução do metabolismo tecidual, inflamação, edema, hematomas e limitação de lesões secundárias (Knight et al., 2000; Enwemeka et al., 2002; Bleakley et al., 2004; Capps e Mayberry, 2009; Pastre et al., 2009; Kwiecien et al., 2021; Frery et al., 2023), foi realizada em modelos animais. Ainda que esses modelos de estudo tenham servido como base para a aplicação da crioterapia em humanos, eles apresentam limitações significativas: roedores apresentam propriedades musculares e metabólicas diferentes daquelas observadas no músculo esquelético humano (Kowalski e Bruce 2014). Soma-se a isso a escassez de dados comparáveis obtidos em seres humanos. Temperaturas intramusculares *in vivo* abaixo de 20°C durante a crioterapia em seres humanos ainda não foram relatadas (Bleakley e Hopkins 2010; Bleakley et al. 2012).

Além disso as evidências clínicas em humanos a favor do gelo ou de seu uso após lesões, ainda não são conclusivas, Guillot et al. (2017, 2019) demonstraram um impacto positivo do gelo nas citocinas inflamatórias, no entanto, os estudos de Wang e Ni, 2021 questionam seu uso nas fases iniciais da lesão ou até sugerem sua remoção completa no tratamento de lesões em tecidos moles (Dubois e Esculier, 2020). Até mesmo o Dr. Mirkin, criador do protocolo RICE declarou em 2015: 'Os treinadores têm seguido minha diretriz RICE por décadas, mas agora parece que tanto o gelo quanto o repouso completo podem atrasar a cura, em vez de promovê-la.'"

Em consequência dessas controvérsias que surgiram em torno da crioterapia, em 2020 surge uma nova sigla a PEACE & LOVE (Protection, Elevation, Avoid anti-inflammatories, Compression, Education—para cuidados imediatos – e Load, Optimism, Vascularisation and Exercise—para gerenciamento subsequente) onde o I para ice – gelo foi excluído do protocolo (Dubois et al, 2020).

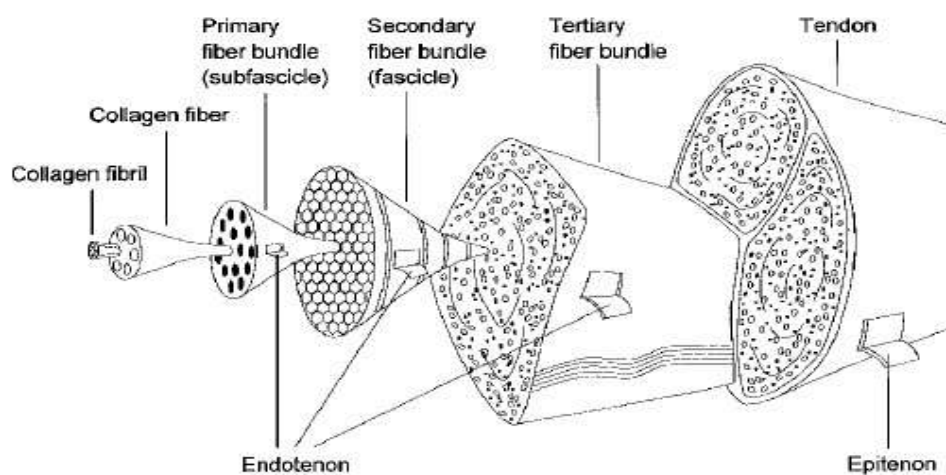
O uso da crioterapia no tratamento de lesões de tecidos moles é, até hoje, amplamente praticado. Muito da sua popularização se deve à disseminação de protocolos de tratamento em que o gelo constituía um princípio básico, além de ser uma intervenção simples, de baixo custo e eficaz no controle da dor. No entanto, ainda existem divergências entre a fundamentação científica do seu uso e sua aplicação na prática clínica. Questões relevantes incluem a natureza

heterogênea dos tecidos moles envolvidos (como músculos, tendões e ligamentos), o tipo de lesão a ser tratada (aguda ou crônica), sua profundidade, localização anatômica e a espessura do tecido adiposo subcutâneo. Esses fatores influenciam diretamente a resposta térmica dos tecidos à aplicação do frio, podendo afetar tanto a eficácia terapêutica quanto a segurança da intervenção.

1.2 Os tendões

Os tendões estão localizados entre os músculos e os ossos, desempenhando um papel essencial no sistema musculoesquelético ao transferir cargas de tração do músculo para o osso, de modo a permitir movimentos articulares e estabilizar as articulações. (Kannus & Kannus, 2000). Na junção com o osso, conhecida como ponto de inserção, o tendão se funde ao periósteo, uma fina membrana que reveste o osso. Na extremidade oposta, conecta-se à fáscia, uma membrana delgada que envolve o músculo. Estruturalmente, são fibroelásticos, com aparência esbranquiçada e brilhante (Kannus & Kannus, 2000). Microscopicamente, os tendões apresentam uma organização hierárquica composta sequencialmente por moléculas de colágeno, fibrilas, fibras, fascículos (ou feixes de fibras) compondo a unidade do tendão (Wang, 2006). Essas unidades são cercadas pelo epitendon que tem como função diminuir o atrito com os tecidos adjacentes, facilitando o movimento entre as estruturas. (Jozsa *et al.*, 1991).

Figura 1- Estrutura do tendão



Fonte: Kannus *et al.*, 2000.

Os tendões contêm fibroblastos, também chamados de tenócitos. Os tenócitos são a principal população celular do tendão e se dividem em interfasciculares, localizados na matriz interfascicular, e intrafasciculares, presentes nos fascículos. Além disso, os tendões possuem células-tronco/progenitoras chamadas células-tronco/progenitoras do tendão (TSPCs), essas células exibem propriedades semelhantes às células-tronco mesenquimais (MSC) que, devido à sua capacidade de autorrenovação e diferenciação em tenócitos, desempenham um papel fundamental na manutenção e reparo tecidual. (Lui, 2015; Salingcarnboriboon et al.,2003; Bi et al.,2007; Rui et al.,2013). Os tendões são estruturas de tecido conjuntivo compostas principalmente por colágeno, que representa 70 a 90% de sua matriz extracelular. A organização paralela das fibras confere alta resistência à deformação na direção das fibras (Eisner et al., 2022). Como tecidos de suporte de carga, possuem características biomecânicas únicas e são mecanorresponsivos, adaptando sua estrutura e função conforme as condições de carga mecânica (Wang, 2006). Essa alta quantidade de colágeno e sua disposição organizada com orientação paralela das fibras fornecem resistência à deformação principalmente na direção das fibras (Eisner et al.,2022).

1.3 As tendinopatias

A incidência de tendinopatias tem aumentado de forma significativa em todo o mundo, afetando pessoas de todas as idades, sejam atletas ou não. A frequência e a prevalência dessas condições variam consideravelmente conforme a região anatômica acometida, sendo mais comuns nas extremidades superiores e inferiores (Hopkins et al., 2016). Nos membros inferiores, por exemplo, a incidência é estimada em 10,52 casos por 1.000 pessoas-ano, número que supera até mesmo o da osteoartrite, cuja incidência é de 8,4 por 1.000 pessoas-ano (Albers et al., 2016; Riel et al., 2019). Além disso, fatores como idade, sexo, tipo de atividade física ou esportiva, ambiente de trabalho e condições clínicas específicas também influenciam o desenvolvimento dessas patologias (Millar et al., 2021).

A tendinopatia é caracterizada por dor persistente no tendão, acompanhada de perda de função relacionada à carga mecânica (Scott et al., 2020). Essa condição envolve alterações complexas na microestrutura, na composição e na celularidade tendínea. Um tendão saudável apresenta fibras de colágeno organizadas e tenócitos alinhados ao longo dessas fibras. Por outro lado, um tendão acometido por tendinopatia exhibe colágeno fragmentado, feixes desorganizados, acúmulo de glicosaminoglicanos e aumento da vascularização, o que compromete suas propriedades mecânicas (Riley, 2008; Lin, 2004).

Atualmente, reconhece-se que a tendinopatia tem origem multifatorial, envolvendo tanto fatores de risco modificáveis quanto fatores intrínsecos e extrínsecos não modificáveis. Doenças sistêmicas e o uso de determinadas medicações também podem influenciar sua ocorrência (Magnan et al., 2014; Millar et al., 2021). Diversas teorias apontam que lesões nas fibras de colágeno podem surgir como resultado de estresse mecânico excessivo, processos inflamatórios, apoptose celular ou aumento da vascularização, que enfraquece o tecido tendíneo. Após a lesão, inicia-se um processo de reparo que pode ser comprometido por esses fatores, mantendo o tendão assintomático inicialmente. No entanto, a cicatrização inadequada favorece o acúmulo de danos microestruturais e mediadores inflamatórios, ativando nociceptores e desencadeando os sintomas (Millar et al., 2021; Fu et al., 2010). Embora esses modelos sejam úteis para aproximar a compreensão científica dos achados clínicos, é improvável que um único mecanismo explique toda a complexidade da origem da tendinopatia e da interação entre dor e função ao longo de sua progressão (Millar et al., 2021).

Apesar dos avanços no entendimento da fisiopatologia e dos fatores de risco envolvidos, o tratamento da tendinopatia ainda representa um desafio clínico relevante. A tendinopatia do manguito rotador é um exemplo claro disso: cerca de 40% a 50% dos pacientes continuam apresentando dor e limitações funcionais mesmo após 6 a 12 meses do início do tratamento em nível de atenção primária (Kuijpers et al., 2006). Isso evidencia a necessidade de estratégias terapêuticas mais eficazes e direcionadas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Analisar sistematicamente os estudos que avaliam os efeitos clínicos, mecânicos e fisiológicos da crioterapia nos tendões em seres humanos. Para facilitar a compreensão e organização dos resultados, os objetivos foram divididos em primários e secundários.

2.2 Objetivos específicos

3.2.3 Objetivos específicos primários

Avaliar o uso da crioterapia nos tendões em ensaios clínicos aleatorizados (ECA).

- Avaliar quais os desfechos encontrados nos ensaios clínicos aleatorizados (ECA)

- Verificar se as intervenções foram realizadas em tendões saudáveis ou acometidos por tendinopatia.
- Examinar a presença ou não de terapias concomitantes ao uso do gelo no tratamento dos tendões acometidos por tendinopatia.
- Avaliar os métodos utilizados para o diagnóstico da tendinopatia nos estudos.
- Nos ensaios que avaliaram desfechos clínicos (dor e função) analisar as escalas e questionários utilizados para a mensuração destes efeitos.

3.2.4 *Objetivos específicos secundários*

- Analisar os efeitos mecânicos e fisiológicos encontrados nos estudos selecionados.

3. HIPÓTESE

Supõe-se que a aplicação da crioterapia reduz a dor e melhora a função do tendão, promovendo alívio sintomático e favorecendo a recuperação funcional. Esse efeito poderia ser potencializado quando a crioterapia é combinada a outras abordagens terapêuticas, modulando a resposta inflamatória e a percepção da dor ao longo do processo de reabilitação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de uma revisão sistemática utilizando o PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta – Analysis Protocols*). O protocolo foi desenvolvido e registrado no PROSPERO sob o número CRD42024584999. A coleta de dados envolveu uma busca abrangente na literatura de 01 de Agosto de 2024 até 13 de novembro de 2024, sem restrições de idade, gênero, idioma, data de publicação, e localização.

4.2 Critérios de Inclusão

Foram incluídos estudos realizados com seres humanos, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, que utilizaram a crioterapia como intervenção e avaliaram seus efeitos clínicos, mecânicos ou fisiológicos em tendões saudáveis ou com diagnóstico de tendinopatia. A crioterapia poderia ser aplicada isoladamente ou em combinação com placebo ou outras terapias. Foram considerados estudos com ou sem grupo comparador, bem como aqueles que utilizaram

diferentes tipos de controle, como ausência de intervenção, lista de espera, placebo, protocolos distintos da crioterapia ou qualquer outra intervenção não cirúrgica.

4.3 Critérios de Exclusão

Foram excluídos estudos em animais, in vitro, estudos de caso, estudo piloto, anais de congresso, protocolos de revisões, revisões sistemáticas, literatura cinzenta, textos indisponíveis para a leitura completa, crioterapia por spray frio e pós-cirúrgicos de lesão tendínea.

4.4 Estratégia de busca

A estratégia de busca foi fundamentada na pergunta de partida: **Quais os efeitos clínicos, mecânicos e fisiológico da crioterapia sobre a estrutura e função dos tendões?** A crioterapia foi definida como qualquer intervenção não invasiva aplicada ao corpo que envolvesse a utilização de gelo ou água fria/gelada, compressas de gel frio, imersão em água fria/gelo ou massagem com gelo. As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados: CENTRAL (*Cochrane Central Register of Controlled Trials, The Cochrane Library*), MEDLINE (via PubMed), EMBASE, CINAHL e no banco de dados PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*). Todas as bases de dados foram pesquisadas desde a sua criação. Além das buscas realizadas nas bases de dados selecionadas, as listas de referências dos artigos incluídos para a leitura na íntegra foram revisadas manualmente para identificar estudos adicionais potencialmente relevantes que não foram capturados pela estratégia de busca inicial. Esta etapa foi realizada para garantir uma cobertura abrangente da literatura pertinente ao tema. As estratégias de busca foram adaptadas para cada base de dados. O Quadro 1 apresenta os termos utilizados em cada uma das bases consultadas.

Base de Dados	Estratégia de Busca
MEDLINE (via PubMed)	((tendinopathies) OR (tendinopathy) OR (tendinoses) OR (tendinosis) OR (tendinous) OR (tendon) OR (tendons) OR (tendon injury) OR (tendon damage))

	OR (tendinitis) OR (tendonitis)) AND ((cryotherapy) OR (ice therapy) OR (cold therapy) OR (hypothermia) OR (ice application) OR (cold pack) OR (ice treatment) OR (cold compress))
CENTRAL	((tendinopathies) OR (tendinopathy) OR (tendinoses) OR (tendinosis) OR (tendinous) OR (tendon) OR (tendons) OR (tendon injury) OR (tendon damage) OR (tendinitis) OR (tendonitis)) AND ((cryotherapy) OR (ice therapy) OR (cold therapy) OR (hypothermia) OR (ice application) OR (cold pack) OR (ice treatment) OR (cold compress))
CINAHL	(tendinopathies) OR (tendinopathy) OR (tendinoses) OR (tendinosis) OR (tendinous) OR (tendon) OR (tendons) OR (tendon injury) OR (tendon damage) OR (tendinitis) OR (tendonitis) AND (cryotherapy) OR (ice therapy) OR (cold therapy) OR (hypothermia) OR (ice application) OR (cold pack) OR (ice treatment) OR (cold compress)
EMBASE	(cryotherapy OR 'ice therapy' OR 'cold therapy' OR hypothermia OR 'ice application' OR 'cold pack' OR 'ice treatment' OR 'cold compress')
PEDro	Termo utilizado: Electrotherapies, heat, cold [<i>Advanced search</i>].

Quadro 1 - Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados.

4.5 Coleta e análise de dados

4.5.1 Seleção dos estudos

Dois revisores independentes (TL e TR) realizaram a triagem de títulos e resumos de estudos potencialmente elegíveis através do aplicativo da web Rayyan® (desenvolvido pelo QCRI - *Qatar Computing Research Institute*, uma organização sem fins lucrativos do Qatar). A análise do texto completo foi realizada para determinar a inclusão final. Em caso de discordância, um terceiro revisor (RRO) foi consultado. As listas de referências de revisões sistemáticas anteriores e de ensaios clínicos elegíveis também foram avaliadas. Os estudos encontrados passaram por 4 fases de seleção:

1. Identificação e exclusão (manual) dos estudos duplicados;
2. Análise por título;
3. Análise por resumo;
4. Leitura do artigo na íntegra.

4.5.2 Extração e gerenciamento de dados

Os dados foram extraídos por dois revisores independentes (TL e TR) usando uma planilha pré-desenhada no Excel. Os dados extraídos incluíram:

- Informações bibliométricas: autor, ano de publicação, revista, fator de impacto.
- Características dos estudos: Tamanho amostral, descrição do estudo, país, intervenção, duração e frequência da intervenção, terapia utilizada em associação a crioterapia (quando houvesse), grupo comparador (se presente ou ausente).
- Características dos Participantes: Sexo, idade, altura, indivíduos com ou sem tendinopatia, estrutura anatômica na qual a intervenção foi realizada.
- Desfechos e Resultados: Dados relatados e desfecho avaliado pelo estudo – clínico (dor e função), mecânico ou fisiológico.
- Pontuação na Escala PEDro: Extraída do banco de dados PEDro. Para estudos não listados, o escore foi calculado manualmente conforme os critérios da escala PEDro (Shiwa *et al.*, 2011).
- Avaliação do risco de através da ferramenta da *Cochrane Collaboration* “*Risk of Bias 2 tool*”.

4.5.3 *Qualidade metodológica e risco de viés*

A qualidade metodológica foi avaliada com a escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Composta por 11 itens, dos quais apenas 10 são pontuados, resultando em uma pontuação final que varia de 0 a 10. Pontuações mais altas indicam melhor qualidade metodológica e de relato. Os critérios incluem:

1. Critérios de elegibilidade especificados.
2. Alocação aleatória dos participantes.
3. Alocação oculta.
4. Semelhança entre os grupos no início do estudo.
5. Cegamento dos participantes.
6. Cegamento dos terapeutas.
7. Cegamento dos avaliadores.
8. Taxa de retenção >85%.
9. Análise por intenção de tratar.
10. Comparações estatísticas entre grupos para ao menos um desfecho.
11. Medidas pontuais e variabilidade relatadas.

O risco de viés foi avaliado usando a ferramenta da *Cochrane Collaboration* “*Risk of Bias 2 tool*” (<https://methods.cochrane.org/risk-bias-2>), considerando:

1. Geração de sequência aleatória e alocação.
2. Ocultação da alocação.
3. Cegamento de participantes e avaliadores.
4. Relato seletivo de resultados.
5. Inclusão de todos os participantes (análise por intenção de tratar).
6. Viés de desempenho e detecção.
7. Viés de atrito (seleção de participantes).
8. Outros vieses potenciais.

Para estudos sem pontuação PEDro disponível, dois revisores independentes (TL e TR) realizaram a avaliação. Discordâncias foram resolvidas por consenso ou arbitragem de um terceiro revisor (RRO). A avaliação do risco de viés foi conduzida pelos mesmos dois revisores, e as discrepâncias foram resolvidas por discussão ou consulta ao terceiro revisor.

5. MANUSCRITO

A Crioterapia é Eficaz para a Saúde dos Tendões? Uma Revisão Sistemática das Evidências e Limitações Metodológicas

Resumo

A crioterapia é amplamente utilizada no manejo de lesões em tecidos moles; no entanto, persistem incertezas quanto à consistência entre sua fundamentação científica e sua aplicação clínica. A maior parte das evidências que respaldam seu uso provém de estudos com animais, sendo limitados os dados derivados de ensaios clínicos em seres humanos. A natureza heterogênea dos tecidos moles — incluindo músculos, tendões e ligamentos — acrescenta complexidade às pesquisas nessa área. Os tendões, em particular, exigem investigação específica, uma vez que compreender como a exposição ao frio afeta sua estrutura e função é essencial para orientar intervenções mais seguras e eficazes.

Diante disso, esta revisão sistemática teve como objetivo analisar estudos que investigaram os efeitos clínicos, mecânicos e fisiológicos da crioterapia em tendões humanos. Os objetivos foram organizados em duas categorias: os primários, centrados em ensaios clínicos randomizados que avaliaram desfechos como dor e função; e os secundários, voltados a estudos experimentais e observacionais que examinaram alterações mecânicas e fisiológicas.

Foi realizada uma busca em bases de dados como CENTRAL, PubMed, EMBASE, CINAHL e PEDro. Foram incluídos estudos com participantes humanos, em tendões saudáveis ou com tendinopatia. A triagem resultou em 12 estudos elegíveis: seis relataram desfechos mecânicos (50%), cinco avaliaram aspectos fisiológicos (41,7%) e cinco desfechos clínicos (41,7%). Os achados sugerem que a crioterapia pode reduzir a dor, especialmente quando combinada a outras terapias, mas limitações metodológicas comprometem a força das evidências.

Palavras-chave: Crioterapia; tendão; tendinopatia.

INTRODUÇÃO

A crioterapia é amplamente utilizada no tratamento de lesões em tecidos moles; no entanto, as evidências que sustentam sua eficácia ainda são limitadas. O termo “crioterapia” refere-se, de forma geral, a intervenções terapêuticas que envolvem a aplicação de temperaturas frias. Trata-se de uma técnica definida como a redução da temperatura tecidual por meio da extração de calor do corpo. O grau de resfriamento dos tecidos depende de fatores como a duração, método de aplicação, localização anatômica e a espessura da gordura subcutânea (Bassett et al., 1992; Merrick et al., 1993; MacAuley, 2001). Entre os benefícios propostos da crioterapia estão a redução da atividade metabólica, da inflamação, do edema, da formação de hematomas e limitação de lesões secundárias (Knight et al., 2000; Enwemeka et al., 2002; Bleakley et al., 2004; Capps & Mayberry, 2009; Pastre et al., 2009; Kwiecien et al., 2021; Frery et al., 2023).

Contudo, grande parte dessas evidências deriva de modelos animais, que apresentam limitações significativas quando extrapolados para seres humanos. Roedores possuem propriedades musculares e metabólicas distintas, e as temperaturas intramusculares observadas nesses modelos — frequentemente abaixo de 20 °C — não têm sido consistentemente reproduzidas em estudos com humanos (Kowalski & Bruce, 2014; Bleakley & Hopkins, 2010; Bleakley et al., 2012). Apesar dessas limitações, a crioterapia continua sendo amplamente empregada na prática clínica, muitas vezes sem uma compreensão abrangente de seus efeitos nos tecidos humanos.

Diversas variáveis tornam a aplicação clínica da crioterapia mais complexa, incluindo a natureza heterogênea dos tecidos moles (por exemplo, músculos, tendões e ligamentos), o tipo e a cronicidade da lesão, a localização anatômica e a espessura do tecido adiposo local. Diante dessas incertezas e lacunas no conhecimento, justificou-se a realização de uma revisão sistemática da literatura para identificar e sintetizar as evidências disponíveis sobre como a crioterapia afeta a estrutura e a função dos tendões.

Esta revisão sistemática foi desenvolvida com o objetivo de examinar a literatura e analisar estudos que investigaram os efeitos da crioterapia em tendões de sujeitos humanos. Os objetivos foram organizados em duas categorias, a fim de promover maior clareza e estrutura. Os objetivos primários concentraram-se em ensaios clínicos aleatorizados (ECAs), considerados o padrão-ouro da pesquisa clínica para avaliação de desfechos como dor e função.

Os objetivos secundários incluíram estudos experimentais e observacionais que exploraram desfechos mecânicos e fisiológicos, oferecendo contribuições complementares que auxiliam na interpretação clínica.

Compreender os mecanismos pelos quais a crioterapia influencia os tendões é fundamental para decisões clínicas bem fundamentadas, especialmente no tratamento das tendinopatias. Essas condições têm se tornado cada vez mais prevalentes em todas as faixas etárias, afetando tanto atletas quanto não atletas (Hopkins et al., 2016; Asplund & Best, 2013; De Vos et al., 2021), e envolvem alterações complexas na microestrutura e na composição tendínea. Segundo o consenso do *International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus-ICON 2019* (Scott et al., 2020), a tendinopatia é caracterizada por dor persistente no tendão e perda funcional em resposta à carga mecânica. Sua prevalência varia de acordo com a localização anatômica e é influenciada por fatores como idade, sexo, tipo de esporte ou atividade física, exigências ocupacionais e comorbidades (Millar et al., 2021). Esta revisão busca preencher a lacuna entre a evidência experimental e a aplicação clínica, por meio de uma avaliação crítica do conhecimento atual sobre os efeitos da crioterapia na estrutura e na função dos tendões em seres humanos.

MÉTODOS

Este estudo é uma revisão sistemática conduzida de acordo com as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). O protocolo foi desenvolvido e registrado na base de dados PROSPERO sob o número de registro CRD42024584999. A coleta de dados envolveu uma busca abrangente na literatura, realizada de Agosto/2024 até Novembro/2024, sem restrições quanto à idade, gênero, idioma, data de publicação ou localização geográfica.

Crítérios de Elegibilidade

Foram incluídos os estudos que envolveram participantes humanos, acima de 18 anos de ambos os sexos, que utilizaram crioterapia como intervenção e avaliaram seus efeitos

clínicos, mecânicos ou fisiológicos em tendões saudáveis ou com diagnóstico de tendinopatia.

A crioterapia poderia ser aplicada tanto como intervenção isolada quanto em combinação com placebo ou outras abordagens terapêuticas. Foram considerados elegíveis estudos com ou sem grupo comparador — incluindo ausência de intervenção, lista de espera, placebo, protocolos alternativos de crioterapia ou qualquer outra intervenção não cirúrgica.

Os critérios de exclusão incluíram: estudos com animais, estudos *in vitro*, relatos de caso, estudos piloto, resumos de congressos, protocolos de revisão, revisões sistemáticas, literatura cinzenta, artigos não disponíveis na íntegra, crioterapia por spray frio e estudos que avaliaram lesões tendíneas em contexto pós-operatório.

Estratégia de Busca e Seleção dos Estudos

A estratégia de busca foi guiada pela seguinte pergunta de pesquisa: ***Quais são os efeitos clínicos, mecânicos e fisiológicos da crioterapia na estrutura e função dos tendões?*** A crioterapia foi definida como qualquer intervenção não invasiva aplicada ao corpo que envolvesse o uso de gelo, água fria, bolsas de gel frio, imersão em água fria ou massagem com gelo.

As bases de dados eletrônicas consultadas foram: CENTRAL (*Cochrane Central Register of Controlled Trials*, The Cochrane Library), MEDLINE (via PubMed), EMBASE, CINAHL e PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*). Todas as bases foram pesquisadas desde sua criação.

Além das buscas nas bases eletrônicas, as listas de referências de todos os artigos incluídos na íntegra foram verificadas manualmente, com o objetivo de identificar estudos adicionais potencialmente relevantes que não tivessem sido capturados pela estratégia de busca inicial. Essa etapa foi realizada para garantir uma cobertura abrangente da literatura relacionada ao tema.

As estratégias de busca incluíram as seguintes combinações de palavras-chave:

Base de Dados	Estratégia de Busca
MEDLINE (via PubMed)	((tendinopathies) OR (tendinopathy) OR

	(tendinoses) OR (tendinosis) OR (tendinous) OR (tendon) OR (tendons) OR (tendon injury) OR (tendon damage) OR (tendinitis) OR (tendonitis)) AND ((cryotherapy) OR (ice therapy) OR (cold therapy) OR (hypothermia) OR (ice application) OR (cold pack) OR (ice treatment) OR (cold compress))
CENTRAL	((tendinopathies) OR (tendinopathy) OR (tendinoses) OR (tendinosis) OR (tendinous) OR (tendon) OR (tendons) OR (tendon injury) OR (tendon damage) OR (tendinitis) OR (tendonitis)) AND ((cryotherapy) OR (ice therapy) OR (cold therapy) OR (hypothermia) OR (ice application) OR (cold pack) OR (ice treatment) OR (cold compress))
CINAHL	(tendinopathies) OR (tendinopathy) OR (tendinoses) OR (tendinosis) OR (tendinous) OR (tendon) OR (tendons) OR (tendon injury) OR (tendon damage) OR (tendinitis) OR (tendonitis) AND (cryotherapy) OR (ice therapy) OR (cold therapy) OR (hypothermia) OR (ice application) OR (cold pack) OR (ice treatment) OR (cold compress)
EMBASE	(cryotherapy OR 'ice therapy' OR 'cold therapy' OR hypothermia OR 'ice application' OR 'cold pack' OR 'ice treatment' OR 'cold compress')
PEDro	Termo utilizado: Electrotherapies, heat, cold [<i>Advanced search</i>].

Quadro 1 – Estratégia de busca nas bases de dados

Dois revisores independentes (TL e TR) realizaram a triagem dos títulos e resumos dos estudos potencialmente elegíveis utilizando o aplicativo web Rayyan® (desenvolvido pelo *Qatar Computing Research Institute – QCRI*, uma organização sem fins lucrativos com sede no Catar). Em seguida, os artigos selecionados na íntegra foram avaliados para determinar sua elegibilidade final. Em casos de discordância, um terceiro revisor (RRO) foi consultado para alcançar o consenso.

Extração e Gerenciamento dos Dados

A extração e o gerenciamento dos dados foram realizados por dois revisores independentes (TL e TR), utilizando uma planilha do Excel previamente estruturada. Quaisquer discrepâncias foram resolvidas por meio de discussão ou, quando necessário, por arbitragem de um terceiro revisor (RRO). Os dados extraídos incluíram informações bibliométricas, como autor e ano de publicação, bem como detalhes sobre as características dos estudos, incluindo tamanho da amostra, desenho do estudo, descrição da intervenção, duração e frequência da aplicação da crioterapia, e a presença de intervenções associadas. Também foi registrada a existência ou não de grupos comparadores. Foram extraídas características dos participantes, como sexo, idade, diagnóstico de tendinopatia (presente ou ausente) e a localização anatômica específica da intervenção. Além disso, foram coletados os desfechos e resultados, com atenção especial ao tipo de desfecho avaliado, categorizado como clínico, mecânico ou fisiológico. O escore da escala PEDro foi obtido diretamente do banco de dados PEDro, quando disponível. Para os estudos não listados, o escore foi calculado manualmente com base nos critérios estabelecidos pela escala PEDro (Shiwa et al., 2011).

Qualidade Metodológica e Risco de Viés

A qualidade metodológica e o risco de viés foram avaliados independentemente por dois revisores (TL e TR), utilizando a escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Composta por 11 itens, dos quais 10 são pontuados, resultando em uma pontuação final que varia de 0 a 10. Pontuações mais altas indicam melhor qualidade metodológica e de relato. Quando disponível, o escore foi extraído diretamente do banco de dados PEDro. Para estudos não listados na base, os dois revisores realizaram a avaliação de forma independente, e

eventuais discordâncias foram resolvidas por consenso ou com a consultoria de um terceiro revisor (RRO).

Além disso, o risco de viés foi avaliado por meio da ferramenta Risk of Bias 2 (RoB 2), desenvolvida pela Cochrane Collaboration, um método padronizado para avaliar o risco de viés em ensaios clínicos aleatorizados. Essa ferramenta é amplamente utilizada em revisões sistemáticas para determinar a confiabilidade e a qualidade geral dos estudos incluídos. As avaliações do risco de viés foram realizadas pelos mesmos dois revisores (TL e TR), sendo que qualquer discrepância foi resolvida por discussão ou arbitragem do terceiro revisor (RRO).

RESULTADOS

Resultados da Busca e Características Gerais dos Estudos Incluídos

A estratégia de busca adotada identificou um total de 1.034 artigos. Inicialmente, 291 estudos foram excluídos manualmente por duplicidade. Após a triagem dos títulos e resumos, 721 estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade previamente definidos, restando 22 artigos para leitura e avaliação na íntegra. Dois desses artigos não puderam ser recuperados, resultando na avaliação completa de 20 artigos. Dentre esses, dez foram excluídos com base nos critérios de exclusão estabelecidos: três eram registros de protocolos listados na plataforma <https://clinicaltrials.gov>; quatro não incluíam desfechos que avaliassem os efeitos da crioterapia sobre os tendões, pois se concentravam em outras estruturas anatômicas; um era um estudo piloto; um era um resumo de congresso; e um estudo, embora abordasse a aplicação da crioterapia, não avaliava desfechos clínicos, biomecânicos ou fisiológicos, estando, portanto, fora do escopo da presente revisão.

Identificação dos estudos a partir de base de dados e registros

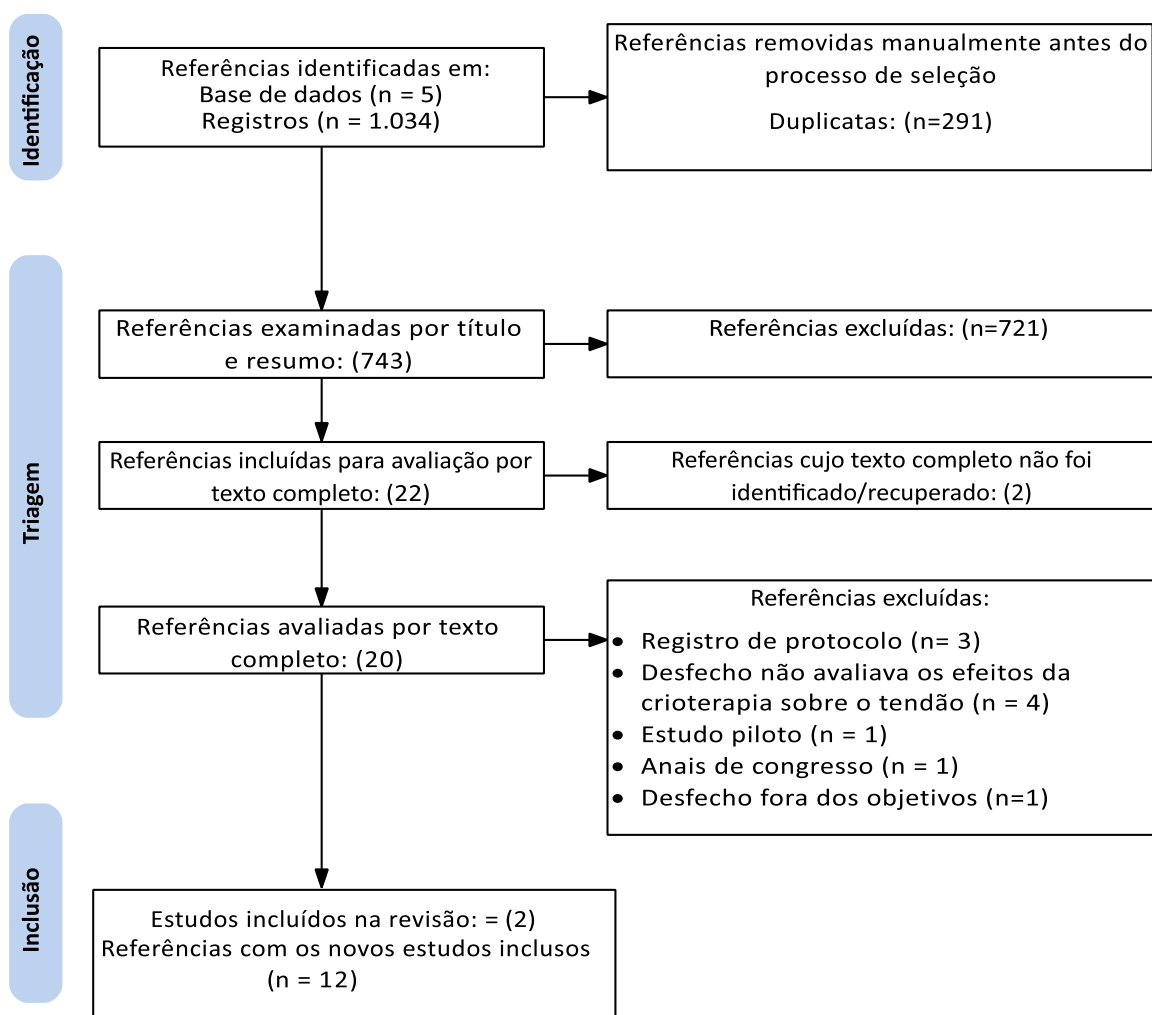


Figura 2- Fluxograma PRISMA

Além da busca nas bases de dados eletrônicas, as listas de referências dos artigos selecionados para leitura na íntegra foram examinadas manualmente, resultando na identificação e inclusão de dois estudos adicionais que atendiam aos critérios de elegibilidade. Entre os doze estudos incluídos, cinco (Dupuis et al., 2018; Romero-Morales et al., 2018; Raja e Huddar, 2021; Basu et al., 2022; Durgut et al., 2024) eram ensaios clínicos randomizados (ECAs), um (Rayjade et al., 2020) foi classificado como quase-ECA, quatro (Kubo et al., 2005; Knobloch et al., 2006; Muraoka et al., 2008; Alegre et al., 2016) eram estudos experimentais e um (Knobloch et al., 2007) era um estudo observacional.

As modalidades de crioterapia aplicadas também diferiram entre os estudos incluídos. As intervenções variaram desde a aplicação localizada de gelo e sistemas de criocompressão

até a imersão em água fria, sendo frequentemente combinadas com exercícios resistidos, terapia vibratória, ultrassom, bandagens ou técnicas de correção postural. Com relação ao tipo de crioterapia utilizada, nove estudos (75%) empregaram aplicação de gelo, enquanto três (25%) utilizaram imersão em água fria (com ou sem gelo), com temperaturas que variaram entre 8 °C e 15 °C. Especificamente, Kubo et al. (2005) utilizaram imersão a 15 °C por 20 minutos; Muraoka et al. (2008), a 10 °C com gelo pelo mesmo período; e Knobloch et al. (2006), imersão a 8 °C durante 15 minutos.

No que se refere ao desenho da intervenção, cinco estudos (41,7%) aplicaram a crioterapia como tratamento isolado, enquanto sete (58,3%) a combinaram com outras abordagens terapêuticas, como exercícios, ultrassom, compressão ou bandagens

Quanto à localização anatômica da aplicação, oito estudos (66,7%) focaram nos membros inferiores e quatro (33,3%) nos membros superiores. Entre os doze estudos analisados, seis (50%) investigaram desfechos mecânicos, cinco (41,7%) avaliaram desfechos fisiológicos e cinco (41,7%) examinaram desfechos clínicos relacionados à dor e à função. As características gerais dos estudos incluídos estão resumidas no Quadro 2.

Entre os cinco ensaios clínicos randomizados (ECAs) e o quase-ECA incluídos nesta revisão, a maioria (83,3%) investigou os efeitos da crioterapia no tratamento de tendinopatias, enquanto apenas um estudo (16,7%) avaliou a crioterapia em tendões saudáveis, com foco específico nas respostas microcirculatórias (Knobloch et al., 2008). No total, cinco estudos analisaram a aplicação da crioterapia — seja como intervenção isolada ou combinada com outras modalidades terapêuticas — em indivíduos com diagnóstico de tendinopatia.

Os ensaios clínicos randomizados (ECAs) e os estudos com delineamento semelhante ao de ECA incluídos nesta revisão envolveram, no total, 379 participantes. Desses, 319 indivíduos (84,2%) apresentavam diagnóstico clínico de tendinopatia, enquanto 60 (15,8%) possuíam tendões saudáveis. As condições clínicas investigadas variaram entre os estudos e incluíram tendinopatia do manguito rotador, do tendão de Aquiles, patelar, do bíceps e do supraespinhal.

As medidas de desfecho foram variadas, incluindo parâmetros clínicos (dor e função), desfechos biomecânicos (como força muscular) e respostas fisiológicas (como espessura do tendão e marcadores inflamatórios avaliados por exames de imagem). O quadro 2 resume as principais características e achados dos ECAs que investigaram os efeitos da crioterapia em desfechos relacionados aos tendões.

AUTOR/ANO	TIPO DE ESTUDO	INTERVENÇÃO	DURAÇÃO E FREQUENCIA DA INTERVENÇÃO	DESEFECHO
Kubo et al. (2005)	Experimental	Imersão em água fria (5°C).	Imersão da perna em água fria/gelada durante 30 minutos (1 aplicação)	Biomecânicas: propriedades viscoelásticas - alongamento passivo
Knobloch et al. (2006)	Experimental	Crioterapia + compressão (Cryo/Cuff®)	Três sessões de 10 minutos, cada uma seguida por um período de recuperação de 10 minutos.	Fisiológico - microcirculação tendão.
Knobloch et al. (2007)	Estudo de coorte observacional prospectivo	Crioterapia/gelo (KoldBlue®)	Três sessões de 10 minutos, cada uma seguida por um período de recuperação de 10 minutos.	Fisiológico -microcirculação tendão
Knobloch et al. (2008)	Ensaio clínico aleatorizado (ECA)	Crioterapia (KoldBlue®) vs. Crioterapia + compressão (Cryo/Cuff®)	As duas intervenções consistiram em três sessões de 10 minutos, cada uma seguida por um período de recuperação de 10 minutos.	Fisiológico (foi avaliado a microcirculação do tendão)
Muraoka et al.	Experimental	Imersão em água fria/gelada a	60 minutos (1 aplicação)	Biomecânico - rigidez

(2008)		5 – 8°C		
Alegre et al. (2016)	Experimental	Crioterapia	Aplicação de gelo por 30 minutos	Biomecânico - rigidez
Dupuis et al., (2018)	Ensaio clínico aleatorizado (ECA)	Crioterapia vs. Exercício com progressão de carga	<p>Grupo Crioterapia: Aplicação de bolsa de gelo 3x ao dia por 14 dias. Os participantes também foram orientados a manter repouso relativo e evitar atividades dolorosas durante o período da intervenção.</p> <p>Grupo Exercício com Carga Gradual: Exercícios isométricos com progressão de carga ao longo de 14 dias. A intensidade variou de 50% a 75% da contração voluntária máxima, com 3 a 4 repetições por sessão e contrações mantidas por 20 a 30 segundos. Os exercícios foram realizados três vezes ao dia durante 14 dias.</p>	Clínico (dor e função), meccânico (força) e fisiológico (avaliou a inflamação através do ultrassom medindo a distância acrômio-umeral).

			Observação: Ambos os grupos foram instruídos a realizar 5 repetições de movimentos ativos, suaves, lentos e sem dor de elevação do ombro, em frente a um espelho, em três planos, antes dos seus respectivos protocolos.	
Romero-Morales et al (2019)	Ensaio clínico aleatorizado (ECA)	Exercícios + água fria/gelada (8°C) vs. Exercícios + plataforma vibratória	Exercícios + plataforma vibratória: uma vez ao dia. Exercícios + água fria/gelada: imersão do membro afetado em água fria/gelada por 17 minutos, seguida pelos mesmos exercícios terapêuticos realizados pelo outro grupo. Realizado uma vez ao dia. Ambos durante 12 semanas.	Fisiológico - espessura do tendão medida por ultrassom.
Rayjade, et al. (2020)	Quase - ECA	Crioterapia + ultrassom terapêutico vs. ultrassom terapêutico	Grupo Crioterapia + Ultrassom Terapêutico: Aplicação de gelo por 20 minutos a cada 4 horas, combinada com ultrassom terapêutico (7 minutos –	Clínico (dor e função)

			<p>ciclo de trabalho 2:8 – 1,5 W/cm²).</p> <p>Grupo Ultrassom Terapêutico: 7 minutos – ciclo de trabalho 2:8 – 1,5 W/cm².</p> <p>Duração do tratamento: 2 semanas.</p>	
Raja, R. and Huddar, V. (2021)	Ensaio clínico aleatorizado (ECA)	Criocinética (gelo + exercício) vs. Ultrassom terapêutico	<p>Criocinética (gelo + exercício): O gelo foi aplicado por 20 minutos, seguido por 5 a 7 minutos de exercícios ativos para o ombro. Em seguida, foi realizada uma nova aplicação de gelo por 5 minutos, seguida de outra série idêntica de exercícios ativos.</p> <p>Ultrassom Terapêutico: A terapia por ultrassom pulsado foi aplicada com frequência de 1 MHz, intensidade de 0,8 W/cm² e ciclo de trabalho 1:1, por 8 minutos.</p>	Clínico (dor) e biomecânico (força)

			Os protocolos foram realizados 5x por semana durante 3 semanas.	
S. Basu et al. (2022)	Ensaio clínico aleatorizado (ECA)	Bandagem postural + exercícios vs. crioterapia + exercícios	<p>Bandagem Postural (Kinesio Taping) + Exercícios: Aplicação de fita kinesio combinada com exercícios de agachamento e avanço (<i>lunge</i>). Os exercícios foram realizados em 3 séries de 15 repetições cada.</p> <p>Crioterapia + Exercícios: Aplicação de gelo por 15 minutos, seguida do mesmo protocolo de exercícios.</p> <p>Ambos os grupos receberam tratamento em 7 sessões ao longo de um período de 3 semanas (15 dias).</p>	Clínico (dor e função)
Durgut, et al. (2024)	Ensaio clínico	Crioterapia + exercícios vs.	Grupo Crioterapia + Exercícios: A primeira	Clínico (dor e função) e

aleatorizado (ECA)	Kinesio taping + exercícios	<p>aplicação de crioterapia foi supervisionada; as aplicações subsequentes foram realizadas em casa ou no trabalho. O gelo foi aplicado por 20 minutos, 5x ao dia, durante 3 dias, combinado com o mesmo programa padronizado de exercícios domiciliares utilizado pelo grupo com Kinesio Taping.</p> <p>Kinesio Taping + Exercícios: Aplicação única de fita Kinesio, mantida por 3 dias, combinada com um programa padronizado de exercícios domiciliares.</p> <p>Os participantes realizaram os exercícios três vezes ao dia, com 10 repetições por exercício, durante 3 dias.</p>	Biomecânicos (força)
--------------------	-----------------------------	---	-----------------------------

Quadro 2 - Características Gerais dos Estudos Incluídos

Crioterapia no Tratamento das Tendinopatias

Seis ensaios clínicos aleatorizados avaliaram o uso da crioterapia — isoladamente ou em combinação com outras terapias — no tratamento das tendinopatias. Os delineamentos, populações, intervenções e desfechos variaram entre os estudos, permitindo uma compreensão mais ampla sobre como a crioterapia pode influenciar parâmetros clínicos, mecânicos e fisiológicos em diferentes condições tendíneas (Tabela 2).

Dupuis et al. (2018) avaliaram desfechos clínicos, mecânicos e fisiológicos comparando exercícios com carga progressiva com repouso e crioterapia em pacientes com tendinopatia do manguito rotador. Nenhuma das intervenções resultou em melhoras estatisticamente significativas em nenhuma das três categorias de desfecho. Em contraste, Romero-Morales et al. (2018) analisaram a espessura tendínea e a área seccional transversal, por meio de ultrassonografia, em indivíduos com tendinopatia do tendão de Aquiles. Ambos os grupos — aqueles submetidos à imersão em água fria combinada com exercício e aqueles que realizaram treinamento em plataforma vibratória — demonstraram aumento significativo da espessura do tendão tanto em repouso quanto durante contração isométrica máxima nas semanas 4 e 12. No entanto, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, sugerindo que ambas as intervenções levaram a adaptações estruturais semelhantes.

Rayjade et al. (2020) relataram que a combinação de crioterapia e ultrassom terapêutico foi significativamente mais eficaz na redução da dor do que o uso do ultrassom terapêutico isolado em indivíduos com tendinopatia do bíceps. De forma semelhante, Raja e Huddar (2021) observaram que a criocinética — combinação de aplicação de frio com exercício — foi superior ao ultrassom terapêutico na melhora da dor e da força muscular em pacientes com tendinopatia do supraespinhal.

Basu et al. (2022) compararam a crioterapia combinada com exercício ao tape postural (bandagem postural) associado ao exercício em casos de tendinopatia patelar. Ambas as intervenções foram eficazes na redução da dor, porém o grupo com bandagem demonstrou melhoras superiores na amplitude de movimento. Por fim, Durgut et al. (2024) avaliaram crioterapia *versus* *Kinesiotaping* em pacientes com tendinopatia do

manguito rotador. Ambas as intervenções reduziram a dor, mas o *Kinesiotaping* proporcionou melhoras significativamente maiores em todos os desfechos, exceto dor em repouso e noturna, nos quais os dois grupos apresentaram desempenho semelhante.

AUTOR/ ANO	POPULAÇÃO	INTERVENÇÃO	COMPARADOR	DESFECHOS	RESULTADOS
Dupuis et al. (2018)	Tendinopatia do manguito rotador	Crioterapia isolada (incluindo repouso)	Exercícios com carga progressiva	Clínico (dor e função), biomecânico (força) e fisiológico (inflamação avaliada por ultrassonografia por meio da medição da distância acrômio-umeral).	Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos em nenhum dos três desfechos avaliados.
Durgut et al. (2024)	Tendinopatia do manguito rotador	Crioterapia isolada	<i>Kinesio taping</i>	Clínico (dor, função e biomecânico (força).	O <i>Kinesio Taping</i> foi mais eficaz em todos os desfechos avaliados, incluindo dor durante a atividade, função, e força de preensão.
Romero-Morales et al.	Tendinopatia de Aquiles	Crioterapia + exercícios	Exercícios na Plataforma	Fisiológico – espessura do tendão medida por	Ambas as intervenções levaram a adaptações semelhantes na

(2018)			vibratória	ultrassonografia.	espessura do tendão. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, sugerindo que ambas as intervenções levaram a adaptações estruturais semelhantes.
Rayjade et al. (2020)	Tendinopatia bicipital	Crioterapia + ultrassom terapêutico	Ultrassom terapêutico	Clínico (dor e função)	Segundo a conclusão do estudo a aplicação combinada de crioterapia e ultrassom terapêutico mostrou-se mais eficaz (dor e função).
Raja & Huddar (2021)	Tendinopatia do supraespinhoso	Criocinética (gelo + exercícios)	Ultrassom terapêutico	Clínico (dor) Biomecânico (força)	A criocinética foi mais eficaz tanto nos desfechos clínicos quanto nos mecânicos.
Basu et al. (2022)	Tendinopatia patelar	Crioterapia + exercícios	Bandagem postural (taping)	Clínico (dor)	O estudo concluiu que tanto a bandagem postural (taping) quanto

			+ exercícios		a crioterapia + exercícios são eficazes na redução da dor.
--	--	--	--------------	--	--

Quadro 3- Crioterapia isolada ou combinada com outras terapias em Ensaios Clínicos Aleatorizados (ECAs)

Entre os cinco estudos que avaliaram desfechos clínicos relacionados à dor e à função, todos incluíram a dor como desfecho primário, destacando sua relevância como principal sintoma investigado. No entanto, apenas três estudos (Dupuis et al., 2018; Rayjade et al., 2020; Durgut et al., 2024) avaliaram tanto a dor quanto a função em suas análises.

Quanto aos instrumentos utilizados para avaliação da dor, a Escala Visual Analógica (EVA) e a Escala Numérica de Avaliação da Dor (END) foram aplicadas em dois estudos cada (40%). O Inventário Breve da Dor (BPI) foi utilizado em apenas um estudo (20%).

Para a avaliação da função o questionário Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) foi a ferramenta mais frequentemente utilizada, aparecendo em 66,7% dos estudos que relataram desfechos funcionais (Dupuis et al., 2018; Durgut et al., 2024). O Shoulder Pain and Disability Index (SPADI) também foi utilizado em 66,7% dos estudos (Rayjade et al., 2020; Durgut et al., 2024). O Western Ontario Rotator Cuff Index (WORC) apareceu em apenas um estudo (33,3%), sendo utilizado exclusivamente por Dupuis et al. (2018).

AUTOR/ANO	DIAGNÓSTICO	TENDINOPATIA	INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO PARA DOR.	INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO PARA FUNÇÃO
Dupuis et al. (2018)	Clínico – Arco de movimento doloroso, testes de Neer ou Kennedy-Hawkins positivos e dor durante rotação externa isométrica ou abdução resistida, ou teste de Jobe	Tendinopatia do manguito rotador	BPI	DASH WORC

	<p>positivo. Os exames de imagem incluíram ressonância magnética (RM).</p> <p>O estudo não especificou quem realizou o diagnóstico nem o nível de experiência dos avaliadores.</p>			
Rayjade, et al. (2020)	<p>Clínico – (Teste de Speed); o diagnóstico foi realizado por um cirurgião ortopédico ou fisioterapeuta certificado. No entanto, não foram fornecidos detalhes sobre o nível de experiência desses profissionais.</p>	<p>Tendinopatia bicipital</p>	<p>Escala Visual Analógica (EVA)</p>	<p>SPADI</p>
Raja, R. and Huddar, V. (2021)	<p>Clínico – Os participantes foram avaliados no departamento de fisioterapia de um centro de atendimento terciário, sugerindo que o diagnóstico foi feito por fisioterapeutas ou médicos especialistas.</p>	<p>Tendinopatia do supraespinhoso</p>	<p>Escala Visual Analógica (EVA)</p>	<p>Não foi realizado.</p>
Durgut, et al.	<p>Clínico – Teste de Neer, teste</p>	<p>Tendinopatia do</p>	<p>Escala Numérica</p>	<p>DASH e SPADI</p>

(2024)	de Speed, teste de O'Brien e teste de Jobe; exames de imagem incluíram ressonância magnética (RM). Os diagnósticos foram feitos por cirurgiões ortopédicos.	manguito rotador	da Dor (END)	
S. Basu et al. (2022)	Clínico – relato do paciente, observação e palpação.	Tendinopatia patelar	Escala Numérica da Dor (END)	Não foi realizado.

Quadro 4 - Estudos que Avaliaram Desfechos Clínicos: Dor e Função

BPI – Brief Pain Inventory (Inventário Breve da Dor)/ DASH – Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand/ WORC – Western Ontario Rotator Cuff Index/ SPADI – Shoulder Pain and Disability Index/

Efeitos Mecânicos e Fisiológicos da Crioterapia em Estudos Observacionais e Experimentais

As variáveis analisadas nos estudos incluídos nesta seção englobaram propriedades viscoelásticas, rigidez tendínea e microcirculação. Os desfechos mecânicos — como o comportamento viscoelástico e a rigidez do tendão — foram avaliados em três estudos.

Kubo et al. (2005) investigaram as propriedades viscoelásticas do tendão de Aquiles após uma única imersão em água fria a 5 °C por 30 minutos. Nenhuma alteração significativa foi observada, sugerindo que a crioterapia isolada pode não afetar diretamente a elasticidade do tendão. Já Muraoka et al. (2008) relataram um pequeno, mas estatisticamente significativo aumento da rigidez do tendão de Aquiles após 60 minutos de imersão em água fria (5–8 °C), o que resultou em uma redução de 6 °C na temperatura da perna. Alegre et al. (2016) aplicaram bolsas de gelo sobre o tendão patelar por 30 minutos e observaram um aumento significativo na rigidez do tendão após a intervenção.

Dois estudos focaram em desfechos fisiológicos, com ênfase na microcirculação tendínea. Em Knobloch et al. (2006), a crioterapia combinada com compressão (Cryo/Cuff®) foi aplicada ao tendão de Aquiles em três sessões de 10 minutos, cada uma seguida por 10 minutos de recuperação. Os autores constataram que esse protocolo reduziu o fluxo sanguíneo capilar, preservou a oxigenação profunda do tendão e aumentou o escoamento venoso, sugerindo melhora na drenagem venosa. Em um estudo subsequente do mesmo grupo (Knobloch et al., 2007), a crioterapia intermitente (três ciclos de 10 minutos), utilizando o dispositivo KoldBlue®, levou a uma redução de 71% no fluxo capilar, com a oxigenação tecidual restabelecida em dois minutos após o reaquecimento. A melhora no retorno venoso foi atribuída à redução da pressão pós-capilar, contribuindo para efeitos microcirculatórios favoráveis.

Quanto às modalidades de crioterapia utilizadas, três estudos aplicaram bolsas de gelo diretamente (Knobloch et al., 2006; Knobloch et al., 2007; Alegre et al., 2016), enquanto dois estudos utilizaram imersão em água fria (Kubo et al., 2005; Muraoka et al., 2008).

AUTOR/ANO	TIPO DE ESTUDO	CONDIÇÃO DO TENDÃO-LOCALIZAÇÃO	INTERVENÇÃO	DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DA INTERVENÇÃO	DESFECHO	RESULTADO
Kubo et al. (2005)	Experimental	Sem lesão – tendão de Aquiles	Imersão em água fria e quente	Imersão da perna em água a 5 °C por 30 minutos (1 aplicação)	Mecânico: propriedades viscoelásticas – alongamento passivo	Nenhuma alteração nas propriedades do tendão foi encontrada após a imersão.
Knobloch et al. (2006)	Experimental	Sem lesão – tendão de Aquiles	Crioterapia + compressão (Cryo/Cuff®)	Três sessões de 10 minutos, cada uma seguida por um período de recuperação de 10 minutos.	Fisiológico – microcirculação do tendão	A crioterapia combinada com compressão reduz o fluxo capilar, melhora a drenagem venosa e preserva a oxigenação profunda do tendão.
Knobloch et al. (2007)	Estudo de coorte observacional prospectivo	Sem lesão – tendão de Aquiles	Crioterapia (KoldBlue®)	Três sessões de 10 minutos, cada uma seguida por um período de recuperação de 10 minutos.	Fisiológico – microcirculação do tendão	A crioterapia exerce efeitos microcirculatórios benéficos na porção média do tendão de Aquiles.

Muraoka et al. (2008)	Estudo experimental	Sem lesão – tendão de Aquiles	Imersão em água fria/gelada	Imersão a 5–8 °C por 60 minutos (1 aplicação)	Mecânico - rigidez	Relataram um aumento significativo, embora pequeno, na rigidez do tendão após o resfriamento da perna a -6 °C.
Alegre et al. (2016)	Estudo experimental	Sem lesão – tendão patelar	Crioterapia	Aplicação por 30 minutos	Mecânico – rigidez	Aumento significativo na rigidez do tendão.

Quadro 5 - Efeitos Mecânicos e Fisiológicos da Crioterapia em Estudos Observacionais e Experimentais

Qualidade Metodológica

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada por meio da Escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*). O quadro a seguir (Quadro – 6) apresenta os sete estudos analisados e seus respectivos escores PEDro. Dentre eles, três estudos foram considerados de boa qualidade (escores entre 6 e 8), enquanto quatro estudos foram classificados como de qualidade aceitável (escores entre 4 e 5). Nenhum estudo foi classificado como de baixa qualidade metodológica (escore < 4) (Cashin et al., 2020). As principais limitações metodológicas observadas envolveram a ausência de cegamento (dos participantes, terapeutas e/ou avaliadores de desfechos) e falhas no processo de alocação.

Autor/Ano	Escala PEDro
Knobloch et al. (2008)	8
Dupuis et al. (2018)	8
Romero-Morales et al. (2019)	5
Rayjade, et al. (2020)	4
Raja, R. and Huddar, V. (2021)	5
Basu et al. (2022)	4
Durgut, et al. (2024)	7

Quadro 6 - Escores PEDro dos Estudos Incluídos

Risco de Viés

O risco de viés nos estudos incluídos foi avaliado utilizando a ferramenta Risk of Bias 2 (RoB 2), desenvolvida pela *Cochrane Collaboration*. Conforme apresentado na Figura 2, entre os sete estudos analisados, três foram classificados como tendo risco de viés moderado e quatro como tendo alto risco de viés.

As principais fontes de viés identificadas foram: ausência de grupos controle adequados, falhas nos processos de randomização e alocação, e cegamento inadequado dos avaliadores de desfechos. Embora todos os estudos tenham relatado algum tipo de randomização em suas metodologias, em vários casos os procedimentos de alocação não foram claramente descritos, comprometendo a transparência do desenho do estudo e introduzindo potencial viés de seleção.

Além disso, a falta de cegamento adequado dos avaliadores aumenta o risco de viés de desempenho e detecção, especialmente em estudos que avaliam desfechos subjetivos, como a percepção da dor.

Figura 2 - Risk of Bias 2

Study ID	Experimental	Comparator	Outcome	Weight	D1	D2	D3	D4	D5	Overall		
Knobloch et al 2011	apenas crioterapia (Kol)	crioterapia + compressão	NA	1	!	!	+	+	!	!	+	Low risk
Durgut et al 2024	kinesio + exercicios	gelo + exercicios	NA	1	-	-	+	!	!	-	-	High risk
Rayjade et al 2021	NA	NA	NA	1	!	-	+	!	!	-	-	High risk
Dupuis et al 2018	exercicios graduais	repouso + crioterapia	NA	1	!	+	+	!	!	!	+	Low risk
Raja et al 2021	gelo + exercicios	ultrassom	NA	1	!	!	+	!	!	-	-	High risk
Dr. Soumik Basu	bandagem postural + e: crioterapia + exercicios	NA	NA	1	!	-	+	!	!	-	-	High risk
Romero Morale	exercicios realizados no membro afetado imerso NA	NA	NA	1	!	!	+	!	!	!	+	Low risk

D1	Randomisation process
D2	Deviations from the intended interventions
D3	Missing outcome data
D4	Measurement of the outcome
D5	Selection of the reported result

DISCUSSÃO

Os efeitos clínicos, biomecânicos e fisiológicos da crioterapia sobre a estrutura e função dos tendões parecem depender significativamente do tipo de aplicação, da duração da exposição e de sua utilização isolada ou combinada com outras intervenções. Do ponto de vista clínico, a maioria dos estudos relatou efeitos positivos na redução da dor, especialmente quando a crioterapia foi associada a exercícios ou à terapia por ultrassom. Em contraste, quando aplicada isoladamente, a crioterapia não demonstrou resultados superiores de forma consistente em comparação com outros tratamentos conservadores.

Sob a perspectiva biomecânica, os achados relacionados à viscoelasticidade e rigidez tendínea foram inconsistentes. Enquanto a imersão em água fria de curta duração não alterou a elasticidade do tendão (Kubo et al., 2005), exposições mais prolongadas (Muraoka et al., 2008) e a aplicação localizada de gelo (Alegre et al., 2016) foram associadas ao aumento da rigidez do tendão. No entanto, esse aumento deve ser interpretado com cautela, pois rigidez excessiva pode comprometer a capacidade do tendão de absorver cargas mecânicas e armazenar energia elástica — funções essenciais tanto para atividades diárias quanto para o desempenho esportivo.

Fisiologicamente, a crioterapia — principalmente quando associada à compressão — mostrou-se eficaz na redução do fluxo sanguíneo capilar, preservando a oxigenação profunda do tendão e promovendo o retorno venoso (Knobloch et al., 2006), sugerindo um papel potencial na modulação da microcirculação tendínea. De forma geral, as evidências atuais indicam que a crioterapia pode ser um adjuvante útil para alívio sintomático de curto prazo e provocar mudanças temporárias no comportamento mecânico e circulatório do tendão. No entanto, seus efeitos isolados sobre a adaptação estrutural e a recuperação funcional a longo prazo permanecem pouco compreendidos e possivelmente irrelevantes.

Esses achados devem ser interpretados à luz de importantes limitações metodológicas observadas nos estudos incluídos. As principais limitações envolvem a ausência de grupos controle adequados, desenhos experimentais pouco robustos e limitações na avaliação de desfechos clínicos — fatores que reduzem a validade interna dos estudos e dificultam a aplicação prática dos resultados.

A ausência de grupos controle foi uma questão recorrente, dificultando a distinção entre os efeitos reais da intervenção e o curso natural de recuperação da tendinopatia. Nos estudos de Dupuis et al. (2018), Rayjade et al. (2020) e Raja & Huddar (2021), a falta de um grupo controle sem tratamento impossibilitou a exclusão de melhoras espontâneas, especialmente considerando o processo biológico complexo de cura do tendão, que envolve adaptações estruturais, celulares e vasculares ao longo do tempo (Longo et al., 2011).

Em Dupuis et al. (2018), ambos os grupos realizaram exercícios ativos de amplitude de movimento na fase inicial do protocolo, o que pode ter contribuído para a melhora no controle motor e na dor — possivelmente mascarando qualquer efeito adicional da crioterapia ou do treinamento isométrico. Limitação semelhante foi observada em Romero-Morales et al. (2018), onde a ausência de um grupo que realizasse apenas exercícios impediu o isolamento do efeito da terapia vibratória. Os autores reconheceram que as melhorias observadas em ambos os grupos poderiam ser atribuídas principalmente ao componente de exercício.

Outra limitação relevante foi a ausência de grupos placebo ou simulação (sham) em estudos como Basu et al. (2022) e Durgut et al. (2024). A inclusão de intervenções simuladas é essencial para determinar a eficácia real da crioterapia, pois permite diferenciar os efeitos fisiológicos específicos das respostas influenciadas por expectativas dos participantes, crenças ou mecanismos de placebo (Critelli & Neumann, 1984).

Além disso, a duração do seguimento em vários estudos foi muito curta para avaliar os efeitos em médio ou longo prazo. Por exemplo, os participantes de Rayjade et al. (2020) foram acompanhados por apenas uma semana, e os de Durgut et al. (2024) por apenas três dias, dificultando a determinação da sustentação dos benefícios observados. Em Dupuis et al. (2018), a ausência de ganhos em força entre os grupos pode ser explicada pelo momento da avaliação pós-intervenção, que ocorreu na segunda semana. Considerando que melhorias significativas na força muscular normalmente exigem de 3 a 4 semanas de treinamento (Mersmann et al., 2017), esse período provavelmente foi insuficiente para capturar possíveis adaptações.

Revisões anteriores que examinaram o uso da crioterapia em tecidos moles (Collins, 2007; Bleakley et al., 2004; Racinais et al., 2024) relataram limitações metodológicas semelhantes, especialmente no que diz respeito à ausência de grupos comparadores apropriados. Uma diferença importante da presente revisão é o seu foco exclusivo em tendões humanos. Revisões anteriores abordaram tecidos moles de forma mais ampla, incluindo músculos e ligamentos, e frequentemente incorporaram estudos com modelos animais (Collins et al., 2008; Racinais et al., 2024) ou populações pós-operatórias (Bleakley et al., 2004), o que limita sua aplicabilidade a indivíduos com tendinopatia.

A avaliação dos desfechos clínicos também foi limitada. A maioria dos estudos focou apenas na dor, sem avaliar a função. As ferramentas mais utilizadas para avaliação da dor foram a Escala Visual Analógica (EVA) e a Escala Numérica de Dor (END), ambas unidimensionais e suscetíveis a influências externas, como o estado emocional e a compreensão do paciente (Martinez et al., 2011). Apenas três estudos (Dupuis et al., 2018; Rayjade et al., 2020; Durgut et al., 2024) avaliaram simultaneamente a dor e a função.

Quando avaliada, a função foi medida com instrumentos validados. O questionário DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) foi o mais utilizado (66,7% dos estudos), seguido pelo SPADI (Shoulder Pain and Disability Index, 66,7%) e pelo WORC (Western Ontario Rotator Cuff Index, 33,3%). O DASH avalia disfunções musculoesqueléticas nos membros superiores, considerando gravidade dos sintomas e limitações funcionais em 30 itens, com módulos opcionais para trabalho e esporte. O SPADI, usado por Rayjade et al. (2020) e Durgut et al. (2024), é um instrumento validado para disfunções do ombro, com 13 itens divididos entre dor e função. Durgut et al. (2024) utilizaram o DASH e o SPADI em conjunto, para uma análise mais abrangente. O WORC, utilizado exclusivamente por Dupuis et al. (2018),

é voltado a pacientes com doenças do manguito rotador e avalia a qualidade de vida em cinco domínios: sintomas físicos, trabalho, esporte/lazer, estilo de vida e bem-estar emocional (Kirkley et al., 2003).

Esta revisão apresenta algumas limitações. Devido à heterogeneidade metodológica e à variação nas medidas de desfecho, não foi possível realizar uma meta-análise. Embora a crioterapia demonstre potencial para alívio da dor, as evidências atuais carecem de robustez metodológica para sustentar sua ampla aplicação clínica. Além disso, os efeitos estruturais da crioterapia sobre o tecido tendíneo ainda são pouco compreendidos. Uma revisão sistemática recente de Racinais et al. (2024) destacou uma lacuna importante na literatura, identificando a ausência de estudos em humanos que investigassem diretamente o impacto da crioterapia na cicatrização de tendões ou ligamentos. A única evidência relevante veio de um modelo experimental com animais (Zhang et al., 2014).

Futuros ensaios clínicos devem adotar desenhos mais rigorosos, incluir períodos de seguimento mais longos, incorporar grupos placebo, e avaliar desfechos funcionais e estruturais dos tendões. Tais aprimoramentos são essenciais para gerar evidências de maior qualidade e esclarecer o papel real da crioterapia no manejo da tendinopatia.

CONCLUSÃO

Embora alguns estudos tenham relatado melhoras de curto prazo na dor e em parâmetros microcirculatórios após a aplicação de crioterapia em indivíduos com tendinopatia, o conjunto atual de evidências é insuficiente para sustentar recomendações clínicas definitivas. A heterogeneidade das intervenções, as inconsistências nos desfechos mecânicos e as limitações metodológicas significativas — como a ausência de grupos controle ou placebo adequados, os curtos períodos de acompanhamento e a avaliação limitada de desfechos funcionais — comprometem a confiabilidade e a aplicabilidade dos resultados.

Além disso, o efeito isolado da crioterapia sobre a estrutura e função do tendão permanece pouco compreendido e, possivelmente, desprezível. Portanto, com base nas evidências disponíveis, a crioterapia não deve ser recomendada como intervenção isolada ou padrão para o tratamento da tendinopatia.

Ensaio clínico aleatorizado de alta qualidade são essenciais para esclarecer seu papel e estabelecer se a crioterapia oferece algum benefício terapêutico significativo além do alívio sintomático transitório.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão sistemática teve como objetivo investigar os efeitos clínicos, mecânicos e fisiológicos da crioterapia sobre os tendões em seres humanos. Apesar da ampla utilização dessa modalidade terapêutica no contexto da fisioterapia musculoesquelética, especialmente por sua simplicidade e versatilidade clínica, as evidências disponíveis ainda são limitadas e pouco conclusivas.

Os estudos analisados sugerem que a crioterapia pode oferecer benefícios na redução da dor, sobretudo quando associada a outras intervenções terapêuticas, como o exercício físico ou a terapia por ultrassom. No entanto, sua eficácia isolada permanece incerta, sem comprovação consistente de superioridade em relação a outras abordagens conservadoras. Do ponto de vista biomecânico, os efeitos sobre a rigidez e viscoelasticidade tendínea são contraditórios, e, fisiologicamente, observou-se potencial influência na modulação da microcirculação, especialmente quando combinada à compressão.

Esses resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que a maioria dos estudos apresenta limitações metodológicas importantes, como amostras reduzidas, ausência de grupos controle e curta duração das intervenções.

Dessa forma, conclui-se que a crioterapia pode ser considerada uma abordagem adjuvante no manejo das tendinopatias, mas não deve ser aplicada como intervenção única. A realização de ensaios clínicos controlados e bem delineados, com maior rigor metodológico e acompanhamento a longo prazo, é essencial para elucidar os reais efeitos da crioterapia e orientar sua utilização com base em evidências sólidas e atualizadas.

REFERENCIAS

ALBERS, I. S. et al. Incidence and prevalence of lower extremity tendinopathy in a Dutch general practice population: a cross sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 17, p. 16, 2016.

ALEGRÉ, L. M. et al. Does knee joint cooling change in vivo patellar tendon mechanical properties? *European Journal of Applied Physiology*, v. 116, p. 1921-1929, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3444-5>

ALGAFY, A. A.; GEORGE, K. P. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *British Journal of Sports Medicine*, v. 41, n. 6, p. 365–369, 2007.

ASPLUND, C. A.; BEST, T. M. Achilles tendon disorders. *BMJ*, v. 346, p. f1262, 2013. <https://doi.org/10.1136/bmj.f1262>

BASSETT, F. H. et al. Cryotherapy induced nerve injury. *American Journal of Sports Medicine*, v. 20, p. 516-518, 1992.

BASU, S. et al. Comparative study of postural taping and cryotherapy along with exercises in jumper's knee in recreational volleyball players. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, v. 13, supl. 10, p. 194, 2022. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S10.194>

BENSON, T. B.; COPP, E. P. The effects of therapeutic forms of heat and ice on the pain threshold of the normal shoulder. *Rheumatology and Rehabilitation*, v. 13, n. 2, p. 101–104, 1974.

BI, Y.; EHIRCHIOU, D.; KILTS, T. M. et al. Identification of tendon stem/progenitor cells and the role of the extracellular matrix in their niche. *Nature Medicine*, v. 13, p. 1219–1227, 2007.

BLEAKLEY, C. M. et al. Effect of accelerated rehabilitation on function after ankle sprain:

randomised controlled trial. *BMJ*, v. 340, p. c1964, 2010. <https://doi.org/10.1136/bmj.c1964>

BLEAKLEY, C. M.; GLASGOW, P.; MACAULEY, D. C. PRICE needs updating, should we call the POLICE? *British Journal of Sports Medicine*, v. 46, p. 220-221, 2012.

BLEAKLEY, C.; MCDONOUGH, S.; MACAULEY, D. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials. *American Journal of Sports Medicine*, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2004. <https://doi.org/10.1177/0363546503260757>

BUGAJ, R. The cooling, analgesic, and rewarming effects of ice massage on localized skin. *Physical Therapy*, v. 55, n. 1, p. 11–19, 1975.

CAPPS, S. G.; BROOK, M. Cryotherapy and Intermittent Pneumatic Compression for Soft Tissue Trauma. *Athletic Therapy Today*, v. 14, n. 1, p. 2-4, 2009. <https://doi.org/10.1123/att.14.1.2>

CASHIN, A. G.; McAULEY, J. H. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*, v. 66, n. 1, p. 59, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>.

COLLINS, N. C. Is ice right? Does cryotherapy improve outcome for acute soft tissue injury? *Emergency Medicine Journal*, v. 25, n. 2, p. 65-68, 2008. <https://doi.org/10.1136/emj.2007.051664>

CRITELLI, J. W.; NEUMANN, K. F. The placebo. Conceptual analysis of a construct in transition. *American Psychologist*, v. 39, n. 1, p. 32-39, 1984. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.39.1.32>

DE VOS, R. J. et al. Dutch multidisciplinary guideline on Achilles tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, v. 55, n. 20, p. 1125-1134, 2021. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103867>

DUBOIS, B.; ESCULIER, J. F. Soft-tissue injuries simply need PEACE and LOVE. *British Journal of Sports Medicine*, v. 54, n. 2, p. 72-73, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101253>.

DUPUIS, F. et al. Cryotherapy or gradual reloading exercises in acute presentations of rotator cuff tendinopathy: a randomised controlled trial. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, v. 4, n. 1, p. e000477, 2018. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000477>

DURGUT, E. et al. Short-Term Effects of Cold Therapy and Kinesio Taping on Pain Relief and Upper Extremity Functionality in Individuals with Rotator Cuff Tendinitis: A Randomized Study. *Medicina (Kaunas)*, v. 60, n. 8, p. 1188, 2024. <https://doi.org/10.3390/medicina60081188>

EISNER, L. E.; ROSARIO, R.; ANDARAWIS-PURI, N.; ARRUDA, E. M. The role of the non-collagenous extracellular matrix in tendon and ligament mechanical behavior: a review. *Journal of Biomechanical Engineering*, v. 144, n. 5, p. 050801, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4053086>.

ENWEMEKA, C. S. et al. Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 34, n. 1, p. 45-50, 2002. <https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00008>

ERNST, E.; FIALKA, V. Ice freezes pain? A review of the clinical effectiveness of analgesic cold therapy. *Journal of Pain and Symptom Management*, v. 9, n. 1, p. 56–59, 1994. Disponível em: [https://www.jpmsjournal.com/article/0885-3924\(94\)90150-3/fulltext](https://www.jpmsjournal.com/article/0885-3924(94)90150-3/fulltext).

FRERY, P. et al. L'utilisation du froid intense par les patients en traumatologie du sport: étude par questionnaire en ligne auprès de 696 sportifs. *Journal de Traumatologie du Sport*, v. 40, p. 21-26, 2023.

FU, S. C.; ROLF, C.; CHEUK, Y. C.; LUI, P. P.; CHAN, K. M. Deciphering the pathogenesis of tendinopathy: a three-stages process. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, v. 2, p. 30, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1186/1758-2555-2-30>.

GRANT, A. E. Massage with ice (cryokinetics) in the treatment of painful conditions of the musculoskeletal system. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 45, p. 233–238, 1964.

GUILLOT, X. et al. Local cryotherapy improves adjuvant-induced arthritis through down-regulation of IL-6 / IL-17 pathway but independently of TNF α . *PLoS ONE*, v. 12, n. 7, p. e0178668, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178668>.

GUILLOT, X.; TORDI, N.; LAHEURTE, C. et al. Local ice cryotherapy decreases synovial interleukin 6, interleukin 1 β , vascular endothelial growth factor, prostaglandin-E2, and nuclear factor kappa B p65 in human knee arthritis: a controlled study. *Arthritis Research & Therapy*, v. 21, p. 180, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13075-019-1965-0>.

GUMMESSON, C.; ATROSHI, I.; EKDAHL, C. The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 4, n. 11, p. 1-6, 2003.

HALLIDAY, B. E.; FORD, D. M.; HUGHES, G. J. The effects of ice massage on pain threshold and tolerance. *Physical Therapy*, v. 49, p. 123–129, 1969.

HALLIDAY, B. E.; FORD, D. M.; HUGHES, G. J. The effects of ice massage on pain threshold and tolerance. *Physical Therapy*, v. 49, p. 123–129, 1969.

HAYDEN, C. A. Cryokinetics in an early treatment program. *Physical Therapy*, v. 44, p. 990–993, 1964.

HAYDEN, C. A. Cryokinetics in an early treatment program. *Physical Therapy*, v. 44, p. 990–993, 1964.

HENDERSON, A. R. Cold – man's assiduous remedy. *Medical Annals of the District of Columbia*, v. 40, n. 9, p. 583–588, 1971.

HERRERA, E.; SANDOVAL, M. C.; CAMARGO, D. M.; SALVINI, T. F. Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water immersion. *Physical Therapy*, v. 90, n. 4, p. 581–591, 2010.

HOPKINS, C. et al. Critical review on the socio-economic impact of tendinopathy. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, v. 4, p. 9-20, 2016.

JÓZSA, L.; KANNUS, P. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, v. 73, n. 10, p. 1507–1525, 1991. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-199173100-00002>.

KANNUS, P. Structure of the tendon connective tissue. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 10, n. 6, p. 312–320, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1034/j.1600-0838.2000.010006312.x>.

KIRKLEY, A.; ALVAREZ, C.; GRIFFIN, S. The development and evaluation of a disease-specific quality-of-life questionnaire for disorders of the rotator cuff: The Western Ontario Rotator Cuff Index. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 13, n. 2, p. 84-92, 2003.

KNIGHT, K. L. et al. Muscle Injury Management with Cryotherapy. *Athletic Therapy Today*, v. 5, p. 26-30, 2000.

KNOBLOCH, K. et al. Changes of Achilles midportion tendon microcirculation after repetitive simultaneous cryotherapy and compression using a Cryo/Cuff. *American Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 12, p. 1953-1959, 2006. <https://doi.org/10.1177/0363546506293701>

KNOBLOCH, K. et al. Intermittent KoldBlue cryotherapy of 3x10 min changes mid-portion

Achilles tendon microcirculation. *British Journal of Sports Medicine*, v. 41, n. 6, p. e4, 2007. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.030957>

KNOBLOCH, K. et al. Midportion Achilles tendon microcirculation after intermittent combined cryotherapy and compression compared with cryotherapy alone: a randomized trial. *American Journal of Sports Medicine*, v. 36, n. 11, p. 2128-2138, 2008. <https://doi.org/10.1177/0363546508319313>

KOWALSKI, G. M.; BRUCE, C. R. The regulation of glucose metabolism: implications and considerations for the assessment of glucose homeostasis in rodents. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, v. 307, n. 10, p. E859-E871, 2014. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00165.2014>

KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Effects of cold and hot water immersion on the mechanical properties of human muscle and tendon in vivo. *Clinical Biomechanics*, v. 20, n. 3, p. 291-300, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2004.11.005>

KUIJPERS, T. et al. Costs of shoulder pain in primary care consultants: a prospective cohort study in The Netherlands. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 7, p. 83, 2006.

KWIECIEN, S. Y.; MCHUGH, M. P. The cold truth: the role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. *European Journal of Applied Physiology*, v. 121, n. 8, p. 2125-2142, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04683-8>

LIN, T. W.; CARDENAS, L.; SOSLOWSKY, L. J. Biomechanics of tendon injury and repair. *Journal of Biomechanics*, v. 37, p. 865–877, 2004.

LONGO, U. G. et al. Tissue engineered biological augmentation for tendon healing: a systematic review. *British Medical Bulletin*, v. 98, p. 31-59, 2011.

LUI, P. P. Y. Markers for the identification of tendon-derived stem cells in vitro and tendon stem cells in situ: update and future development. *Stem Cell Research & Therapy*, v. 6, p. 106, 2015.

MAC AULEY, D. C. Ice therapy: how good is the evidence? *International Journal of Sports Medicine*, v. 22, n. 5, p. 379-384, 2001. <https://doi.org/10.1055/s-2001-15656>

MAGNAN, B. et al. The pathogenesis of Achilles tendinopathy: a systematic review. *Foot and Ankle Surgery*, v. 20, n. 3, p. 154–159, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fas.2014.03.003>.

MARTINEZ, J. E.; GRASSI, D. C.; MARQUES, L. G. Análise da aplicabilidade de três instrumentos de avaliação de dor em distintas unidades de atendimento: ambulatório, enfermagem e urgência. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 51, n. 4, p. 304-308, 2011.

MARTINS, J. et al. Versão Brasileira do Shoulder Pain and Disability Index: tradução, adaptação cultural e confiabilidade. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 14, n. 6, p. 527-536, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000600012>

MERRICK, M. A. et al. The effects of ice and compression wraps on intramuscular temperatures at various depths. *Journal of Athletic Training*, v. 28, n. 3, p. 236-245, 1993.

MERSMANN, F.; BOHM, S.; ARAMPATZIS, A. Imbalances in the development of muscle and tendon as risk factor for tendinopathies in youth athletes: a review. *Frontiers in Physiology*, v. 8, p. 987, 2017.

MILLAR, N. L. et al. Tendinopathy. *Nature Reviews Disease Primers*, v. 7, n. 1, p. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41572-020-00234-1>.

MIRKIN, G.; HOFFMAN, M. *The sportsmedicine book*. Boston: Little, Brown and Company, 1978.

MURAOKA, T. et al. Effects of muscle cooling on the stiffness of the human gastrocnemius muscle in vivo. *Cells Tissues Organs*, v. 187, n. 2, p. 152-160, 2008. <https://doi.org/10.1159/000109943>

ORFALE, A. G. Tradução e validação do incapacidades do braço, ombro e mão (DASH) para

a língua portuguesa. 2003. Dissertação (Mestrado em Reumatologia) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2003.

PASTRE, C. M. et al. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 15, n. 2, p. 138-144, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000200012>

RACINAIS, S. et al. Cryotherapy for treating soft tissue injuries in sport medicine: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, v. 58, n. 20, p. 1215-1223, 2024. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108304>

RAJA, R.; HUDDAR, V. Effectiveness of cryokinetics in comparison with ultrasound therapy in acute supraspinatus tendonitis. *Biomedical and Pharmacology Journal*, v. 14, n. 4, p. 2249-2254, 2021. <https://doi.org/10.13005/bpj/2324>

RAYJADE, A. et al. Effect of ultrasound and cryotherapy in bicipital tendinitis: a randomized clinical trial. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, v. 11, n. 3, p. 4473-4478, 2020. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i3.2673>

RIEL, H. et al. Prevalence and incidence rate of lower-extremity tendinopathies in a Danish general practice: a registry-based study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 20, p. 239, 2019.

RILEY, G. Tendinopathy – from basic science to treatment. *Nature Clinical Practice Rheumatology*, v. 4, p. 82–89, 2008.

RIVENBURGH, M. S. D. W. Physical modalities in the treatment of tendon injuries. *Clinical Sports Medicine*, v. 11, n. 3, p. 645–659, 1992.

ROMERO-MORALES, C. et al. Ultrasonography effectiveness of vibration vs cryotherapy added to eccentric exercises in Achilles tendinopathy: RCT. *International Wound Journal*, v. 16, n. 2, p. 542-549, 2019. <https://doi.org/10.1111/iwj.13074>

RUI, Y. F.; LUI, P. P. Y.; WONG, Y. M. et al. Altered fate of tendon-derived stem cells isolated from a failed tendon-healing animal model of tendinopathy. *Stem Cells and Development*, v. 22, p. 1076–1085, 2013.

SALINGCARNBORIBOON, R. et al. Establishment of tendon-derived cell lines exhibiting pluripotent mesenchymal stem cell-like property. *Experimental Cell Research*, v. 287, p. 289–300, 2003.

SCOTT, A. et al. ICON 2019: Tendinopathy Symposium Consensus—Clinical Terminology. *British Journal of Sports Medicine*, v. 54, n. 5, p. 260-262, 2020. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100885>

SHIWA, S. R. et al. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioterapia em Movimento*, v. 24, n. 3, p. 523-533, 2011.

SWENSON, C.; SODERBERG, B.; PIETILA, T. Cryotherapy in sports medicine. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 6, n. 4, p. 193–200, 1996. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0838.1996.tb00090.x>.

TSOUCALAS, G. et al. Hydrotherapy: Historical landmarks of a cure all remedy. *Archives Balkan Medical Union*, v. 50, p. 430–432, 2015.

WANG, J. H.-C. Mechanobiology of tendon. *Journal of Biomechanics*, v. 39, n. 9, p. 1563–1582, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.05.011>.

ZHANG, J.; PAN, T.; WANG, J. H. Cryotherapy suppresses tendon inflammation in an animal model. *Journal of Orthopaedic Translation*, v. 2, n. 2, p. 75-81, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2014.01.001>.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O MESTRADO

Durante o período do mestrado, atuei como integrante do Tendon Research Group, grupo de pesquisa voltado ao estudo da biomecânica, fisiopatologia e reabilitação das lesões tendíneas. Nesse contexto, participei ativamente de discussões científicas, leituras dirigidas e reuniões técnicas, contribuindo com a construção coletiva do conhecimento na área.

Contribuí com o apoio à coleta de dados de um estudo clínico de doutorado, acompanhando participantes, organizando registros e colaborando com a aplicação de testes e instrumentos de avaliação padronizados, sempre sob supervisão da equipe responsável. Esta experiência possibilitou o aprofundamento prático em metodologias científicas aplicadas à pesquisa clínica com ênfase em tendinopatias.

Além disso, desenvolvi, em parceria com duas colegas do mestrado, um trabalho científico que foi selecionado para apresentação no Congresso da SONAFE 2023, realizado em Salvador (BA). Embora não tenha apresentado o trabalho pessoalmente, participei ativamente de todas as etapas de sua elaboração.

APÊNDICE




Programa de Pós-Graduação
FISIOTERAPIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

EFEITOS DA CRIOTERAPIA SOBRE A ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS TENDÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Discente: Tatiana Araujo Lima
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Oliveira

A aplicação terapêutica do frio (crioterapia) é amplamente utilizada para aliviar a dor e controlar a inflamação em lesões. No entanto, ainda existem dúvidas sobre sua real eficácia, especialmente no tratamento de tendões — estruturas essenciais para o movimento, responsáveis por conectar os músculos aos ossos.



Metodologia

Foi realizada uma revisão sistemática — reunimos e analisamos estudos científicos que avaliaram os efeitos do uso do gelo em tendões humanos, tanto saudáveis quanto lesionados (condição conhecida como tendinopatia).



Objetivos

Entender melhor se a crioterapia realmente ajuda na redução da dor, na melhora da função ou se promove mudanças na estrutura dos tendões.



Resultados

Dos mais de mil estudos inicialmente identificados, apenas doze atenderam aos critérios de seleção e foram incluídos na análise detalhada. A maioria mostrou que a crioterapia, especialmente associada a outras terapias, ajuda a reduzir a dor. Porém, as evidências ainda são insuficientes, pois os estudos são variados e apresentam falhas.



Conclusão

Concluimos que a crioterapia pode ser útil como um tratamento complementar, mas não deve ser usada sozinha como abordagem principal para lesões nos tendões. Novos estudos, mais rigorosos e bem planejados, ainda são necessários para confirmar seus reais benefícios.





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ




APÊNDICE



Programa de Pós-Graduação
FISIOTERAPIA
E FUNCIONALIDADE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

EFEITOS DA CRIOTERAPIA SOBRE A ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS TENDÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Discente: Tatiana Araujo Lima
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Oliveira

A aplicação terapêutica do frio (crioterapia) é amplamente utilizada para aliviar a dor e controlar a inflamação em lesões. No entanto, ainda existem dúvidas sobre sua real eficácia, especialmente no tratamento de tendões — estruturas essenciais para o movimento, responsáveis por conectar os músculos aos ossos.



APÊNDICE

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão sistemática — reunimos e analisamos estudos científicos que avaliaram os efeitos do uso do gelo em tendões humanos, tanto saudáveis quanto lesionados (condição conhecida como tendinopatia).

OBJETIVOS

Entender melhor se a crioterapia realmente ajuda na redução da dor, na melhora da função ou se promove mudanças na estrutura dos tendões.



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



APÊNDICE

RESULTADOS

Dos mais de mil estudos inicialmente identificados, apenas doze atenderam aos critérios de seleção e foram incluídos na análise detalhada. A maioria mostrou que a crioterapia, especialmente associada a outras terapias, ajuda a reduzir a dor. Porém, as evidências ainda são insuficientes, pois os estudos são variados e apresentam falhas.

CONCLUSÃO

Concluimos que a crioterapia pode ser útil como um tratamento complementar, mas não deve ser usada sozinha como abordagem principal para lesões nos tendões. Novos estudos, mais rigorosos e bem planejados, ainda são necessários para confirmar seus reais benefícios.



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



ANEXO I

Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas sujeitas a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada "EFEITOS DA CRIOTERAPIA SOBRE A ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS TENDÕES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA", não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Fortaleza, 04 de abril de 2025



Tatiana Araujo Lima - RG n.º 2002015058910

(Autor)



Documento assinado digitalmente
RODRIGO RIBEIRO DE OLIVEIRA
Data: 21/04/2025 13:57:55-0300
Verifique em <https://validar.jc.gov.br>

Rodrigo Ribeiro de Oliveira - RG

Orientador