

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS DE INTERVENÇÕES ACELERADAS DE FISIOTERAPIA *VERSUS*
INTERVENÇÕES TRADICIONAIS APÓS SUTURA DO TENDÃO CALCÂNEO:
REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE DE ENSAIOS CLÍNICOS**

Mayra Casa Nova

Porto Alegre

2014

Mayra Casa Nova

**EFEITOS DE INTERVENÇÕES ACELERADAS DE FISIOTERAPIA *VERSUS*
INTERVENÇÕES TRADICIONAIS APÓS SUTURA DO TENDÃO CALCÂNEO:
REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE DE ENSAIOS CLÍNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Vaz

Porto Alegre

2014

Mayra Casa Nova

**EFEITOS DE INTERVENÇÕES ACELERADAS DE FISIOTERAPIA *VERSUS*
INTERVENÇÕES TRADICIONAIS APÓS SUTURA DO TENDÃO CALCÂNEO:
REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE DE ENSAIOS CLÍNICOS**

Conceito final:

Aprovado em de de

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Profª Drª. Maria Stella Peccin da Silva - UNIFESP

Prof. Dr. Rodrigo Della Méa Plentz - UFCSPA

Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro - UFRGS

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Marco Aurélio Vaz pela oportunidade de ingresso no GPBiC, pelo conhecimento e conselhos no aprimoramento do meu crescimento profissional.
- A professora Viviane B. Frasson por me apresentar a pesquisa científica, pela amizade e pelo exemplo de profissional.
- A professora Graciele Sbruzzi pelo conhecimento, disponibilidade e atenção em todos os momentos dessa etapa.
- Ao colega e amigo, Jeam Geremia, por toda a paciência, compreensão, puxões de orelha, risadas, você é a prova de que a pesquisa científica é a união do conhecimento e da amizade.
- Ao meu amigo Rodrigo Rodrigues pela amizade, paciência, ensinamentos, conversas, incentivo, não tenho palavras para agradecer tua parceria em todos os momentos.
- Ao colega Rodrigo Franke pelos conhecimentos transmitidos sobre metanálise.
- Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Biomecânica e Cinesiologia, Caroline Pieta, Bruno Freire, Bruno Baroni, Fábio Lanferdini, Natália Goulart, Tiago Jacques, Raquel Lupion e Rodrigo Bini pela ajuda nessa jornada.
- Aos professores e funcionários da ESEF-UFRGS, em especial do PPGCMH e do Lapex, por toda disponibilidade e auxílio.
- A Capes pela bolsa de estudos.
- Aos alunos das minhas turmas do estágio docente pela aprendizagem, apoio e amizade, em especial as alunas Juliana Coelho e Tanise D'Avila.

- Aos meus pais, Paulo e Rosane, por todo o seu amor, dedicação e esforços para me proporcionar a melhor educação sempre.
- As minhas irmãs, Andressa e Camile, pela amizade incondicional, vocês são os anjos da minha vida.
- Ao amor da minha vida, Thiago, pelo amor, parceria e força nessa etapa, com certeza você foi fundamental nessa conquista.
- A família do meu marido pelo amor e parceria nessa trajetória.
- As minhas amigas pela compreensão e carinho, em especial a Taís Hoenisch, Vanessa Fonini, Valdirene Gambarra e Assunta Gasparin.
- Aos meus alunos do Espaço Corpo Novo pelo companheirismo e incentivo em todos os momentos.

*"Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende".*

Leonardo da Vinci

RESUMO

Introdução: Rupturas do tendão calcâneo (TC) afetam 18 em 100.000 pessoas todos os anos. A mobilização precoce vem sendo preconizada como uma estratégia eficaz para acelerar o processo de recuperação funcional. Entretanto, a escolha do método de reabilitação após o reparo cirúrgico permanece controversa devido à ausência de evidências clínicas. **Objetivo:** Verificar o efeito de intervenções aceleradas e tradicionais de fisioterapia em indivíduos que realizaram sutura do TC, por meio de revisão sistemática com metanálise. **Metodologia:** A busca incluiu as bases de dados MEDLINE (via PubMed), EMBASE, Cochrane CENTRAL, Scopus, Science Direct, Lilacs, PEDro, além de busca manual de artigos científicos até início de janeiro de 2014. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados e não randomizados comparando intervenções aceleradas e tradicionais após sutura do TC sobre as variáveis: força muscular, amplitude de movimento (ADM) e capacidade funcional do tornozelo. Dois revisores independentes avaliaram os estudos de acordo com critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos. **Resultados:** Dos 2194 artigos identificados, 8 estudos foram incluídos. A revisão sistemática evidenciou alta variabilidade entre os estudos em relação as intervenções de fisioterapia. Quanto à metanálise, realizamos a avaliação dos desfechos no período de 6 meses de pós-operatório devido a ausência de dados dos mesmos em outros períodos. Na comparação entre diferentes intervenções de fisioterapia não foram observadas melhoras significativas em relação a variável força muscular (-19,66; IC95%: -74,03 a 34,71) assim como na ADM de flexão plantar (-0,05; IC95%: -3,07 a 2,97) e flexão dorsal (1,94; IC95%: -2,12 a 5,99). **Conclusão:** A intervenção acelerada de fisioterapia não apresentou melhora significativa da força muscular e na ADM após sutura do TA aos 6 meses de pós-operatório.

Descritores: tendão calcâneo, reabilitação precoce, revisão, metanálise.

ABSTRACT

Introduction: Achilles tendon (AT) ruptures affect 18 in 100,000 people each year. Early mobilization has been recommended as an effective strategy for accelerating functional recovery. However, the choice of the best rehabilitation method after surgical repair remains controversial due to the absence of clinical evidence. **Objective:** To investigate the effect of traditional and accelerated rehabilitation protocols on plantiflexores muscular strength, ankle range of motion (ROM) and ankle functional capacity in subjects who underwent Achilles tendon suture, through a systematic review with meta-analysis. **Methodology:** The search included MEDLINE (via PubMed), EMBASE, Cochrane CENTRAL, Scopus, Science Direct, LILACS, PEDro, and manual search of manuscripts until January 2014. Randomized and non-randomized clinical trials were included comparing traditional and accelerated rehabilitation protocols after AT suturing on the following variables: muscle strength, ankle ROM and functional capacity. Two independent reviewers assessed studies according to inclusion and exclusion criteria previously established. **Results:** Of the 2194 articles identified, 8 studies were included. High variability between studies in relation to the rehabilitation protocols was observed in the systematic review. As for the meta-analysis, we conducted an evaluation of the outcomes up to 6 months postoperatively due to missing data from these outcomes at other time periods. When comparing the different rehabilitation protocols, no significant improvements were observed in muscle strength (-19.66, 95% CI -74.03 to 34.71) as well as in plantarflexor (-0.05; 95 %: -3.07 to 2.97) and dorsiflexor (1.94, 95% CI: -2.12 to 5.99) ROM. **Conclusion:** The accelerated protocol showed no significant improvement in muscle strength and ROM at 6 months post-surgical repair of the AT.

Keywords: Achilles tendon, early rehabilitation, systematic review, meta-analysis.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fluxograma dos estudos incluídos na revisão.....35
- Figura 2.** Resultados para ADM de flexão plantar, no membro operado, entre os grupos acelerado e tradicional após 6 meses de pós-operatório.....41
- Figura 3.** Resultados para ADM de flexão dorsal, no membro operado, entre os grupos acelerado e tradicional após 6 meses de pós-operatório.....41
- Figura 4.** Resultados da análise de sensibilidade para os valores de ADM de flexão dorsal, no membro operado, em ambos os grupos após 6 meses de cirurgia.....42
- Figura 5.** Resultados para força muscular de plantiflexores, no membro lesado, entre os grupos acelerado e tradicional após 6 meses de pós-operatório.....42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Estratégia utilizada para o PubMed.....	34
Tabela 2.	Descrição dos estudos incluídos.....	36
Tabela 3.	Avaliação do risco de viés.....	40

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
JUSTIFICATIVA	14
OBJETIVOS	15
Objetivo Geral.....	15
Objetivo Específico.....	15
Questão de Pesquisa.....	15
CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA	16
Tendão calcâneo.....	16
Rupturas do tendão calcâneo.....	17
Diagnóstico da ruptura do tendão calcâneo.....	18
Tratamento cirúrgico x não cirúrgico das rupturas do tendão calcâneo.....	19
Adaptações Musculares ao uso reduzido.....	20
Adaptações Tendíneas ao uso reduzido.....	21
Tratamento Tradicional x Acelerado.....	22
Revisão Sistemática.....	24
Metanálise.....	26
Revisões Sistemáticas e Metanálises x Mobilização precoce após sutura do tendão calcâneo.....	27
CAPÍTULO II: EFEITOS DE INTERVENÇÕES ACELERADAS DE FISIOTERAPIA <i>VERSUS</i> INTERVENÇÕES TRADICIONAIS APÓS SUTURA DO TENDÃO CALCÂNEO: REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE DE ENSAIOS CLÍNICOS	30
Introdução.....	33
Estratégia de busca.....	34
Critérios de elegibilidade.....	34
Seleção dos estudos e extração dos dados.....	35
Avaliação do risco de viés.....	35
Análise de dados.....	35
RESULTADOS	41
Descrição dos estudos.....	41
Avaliação do risco de viés.....	41
Efeitos da reabilitação precoce na amplitude de movimento do tornozelo.....	42
Efeitos da reabilitação precoce na força muscular.....	44
Efeitos da reabilitação precoce na capacidade funcional.....	44
DISCUSSÃO	45
CONCLUSÃO	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O tendão calcâneo é o maior e mais resistente tendão do corpo humano ⁵⁰. Esse tendão é constituído pela porção distal da aponeurose dos músculos gastrocnêmio e sóleo, e tem como função transmitir força destes músculos à porção posterior do calcâneo, determinando o movimento de flexão plantar do tornozelo. Embora seja o tendão mais forte do corpo, as rupturas agudas deste tendão são relativamente comuns, com uma incidência estimada em 18 para cada 100.000 pessoas ^{34,45}. Esta incidência tem aumentado nos últimos 50 anos ^{34,45,51,68} devido ao interesse crescente por atividades recreacionais relacionadas ao esporte. Entre 81 e 89% das rupturas tendinosas do tendão calcâneo ocorrem durante a prática desportiva ^{34,46,68}, sendo essas rupturas uma fonte substancial de prejuízo social e funcional, afetando primariamente indivíduos adultos do sexo masculino entre a 4ª e 5ª décadas de vida ⁴⁶.

O diagnóstico da ruptura tendinosa do calcâneo ao exame físico pode ser estabelecido pela presença de três achados comuns: (1) diminuição da força de flexão plantar do tornozelo; (2) depressão palpável e geralmente visível no tendão; (3) teste de Thompson positivo ⁸⁰. Além disso, existem exames complementares que podem auxiliar o diagnóstico em casos duvidosos, tais como a ultrassonografia e a ressonância nuclear magnética. Em casos de suspeita de fratura óssea, um exame radiológico também passa a ser importante no processo diagnóstico ^{51,56}. A partir do diagnóstico dessa lesão, o tratamento cirúrgico é o mais utilizado ^{12,32}. Este procedimento consiste no reparo direto dos cotos tendinosos com ou sem reforço adicional. O princípio básico do tratamento cirúrgico é a restauração durável da continuidade do tendão rompido, proporcionando uma cicatrização em posição fisiológica e a restauração da função muscular. Imediatamente após a cirurgia os sujeitos podem realizar um tratamento tradicional de reabilitação, quando permanecem imobilizados com aparelho gessado por seis semanas, após as quais se inicia um programa de exercícios ⁵⁶.

A imobilização de segmentos corporais é uma conduta frequente na área médica, utilizada desde o início do século XX com o objetivo de recuperar fraturas ósseas e ruptura de tecidos que sofreram algum tipo de lesão ⁴⁸. Apesar de alguns benefícios como a proteção e prevenção de rupturas dos tecidos em fases iniciais de cicatrização até a restauração de sua integridade, a imobilização tem como principal

consequência a redução na capacidade de produção de força muscular. Além disso, a supressão das cargas ou imobilização articular produz uma deterioração rápida nas propriedades bioquímicas e mecânicas dos tendões ⁸³.

Assumindo-se, portanto, que a adaptação funcional ocorre quando o músculo é submetido a uma demanda funcional específica ²¹, pode-se considerar que a redução na atividade, determinada pela diminuição na sobrecarga durante um período de imobilização, produzirá adaptações estruturais e funcionais ao nível do tecido muscular. Estas adaptações ocorrem devido à alta plasticidade do tecido muscular, podendo ocorrer ganho ou perda de tecido contrátil conforme a variação de carga imposta ⁶³. A remoção de carga imposta decorrente do desuso e/ou imobilização pode reduzir o número de sarcômeros dispostos em série e/ou em paralelo ⁶², reduzindo dessa forma parâmetros representativos da arquitetura muscular. Além do músculo esquelético, o tendão é um tecido altamente adaptável às demandas que lhe são impostas ^{4,39,43}. Dessa forma, a redução do uso causada pela imobilização pode alterar a morfologia tendínea. Kannus et al. (1997) ³⁷ afirmam que a imobilização provoca atrofia do tendão. Entretanto, estes autores afirmam que, devido ao metabolismo reduzido e a pouca vascularização, este tecido sofre menos os efeitos do uso reduzido quando comparado com o músculo esquelético.

Uma das maneiras de evitar os possíveis efeitos deletérios deste período de redução do uso seria modificar o tempo de imobilização e descarga de peso no membro operado. Esses conceitos já vêm sendo preconizados por alguns autores ^{18,32,52,55,78} que sugerem a redução no tempo de imobilização e aceleração do retorno funcional do paciente a uma condição pré-lesão.

Uma alternativa para a imobilização gessada da articulação do tornozelo no pós-operatório da ruptura do tendão calcâneo é a utilização de uma órtese removível que mantenha o tornozelo em posição neutra, permitindo sua retirada para a realização de exercícios. Alguns autores vêm preconizando a utilização da mobilização e apoio precoce na reabilitação de pacientes tratados com cirurgia ^{15,62,52}. Com objetivo de avaliar se esta técnica aumenta a satisfação do paciente sem aumentar o índice de re-rupturas, Suchak et al. (2006) ⁷⁸ realizaram uma metanálise de seis estudos envolvendo 315 pacientes acometidos por essa lesão. Esses autores concluíram que o tratamento funcional precoce (mobilização e apoio precoce) aumenta os índices de satisfação subjetivos dos pacientes sem diferença na taxa de re-rupturas.

Nesta perspectiva, protocolos de reabilitação precoces vêm sendo sugeridos para que os pacientes possam retornar a suas atividades diárias o mais rápido possível, minimizando os efeitos deletérios do período de imobilização. Yotsumoto et al. (2009)⁸⁸ avaliaram 20 pacientes após sutura do tendão calcâneo, e subsequente processo de reabilitação precoce. A amplitude de movimento (ADM) retornou a níveis semelhantes aos do membro saudável em aproximadamente 3,2 semanas, e os pacientes retornaram às suas práticas esportivas ou ao trabalho pesado em aproximadamente 14,4 semanas, sem que houvesse qualquer complicação. Esses resultados sugerem que a sutura resistente do tendão calcâneo, associada à mobilização precoce, permite um retorno rápido à vida normal e às atividades esportivas.

Assumindo que a redução do período de inatividade durante o período pós-operatório, decorrente de um protocolo acelerado de reabilitação, pode minimizar os efeitos deletérios da imobilização, de maneira a produzir um restabelecimento mais rápido da função muscular, seria de se esperar alterações estruturais-funcionais benéficas em um grupo de indivíduos que participe de tal programa de reabilitação. No entanto, a literatura carece de evidências sobre a efetividade de intervenções aceleradas de fisioterapia sobre os principais parâmetros funcionais de pacientes que romperam o tendão calcâneo. Dessa forma, o objetivo deste estudo será avaliar e comparar os efeitos dos diferentes tipos de intervenções de fisioterapia aceleradas e tradicionais de pacientes submetidos à sutura do tendão calcâneo a partir de uma revisão sistemática com meta-análise de ensaios clínicos.

2 JUSTIFICATIVA

A escolha da melhor intervenção de fisioterapia para sujeitos que sofreram ruptura do tendão calcâneo ainda é controversa em relação ao tempo de início do protocolo e em relação à quais exercícios devem ser enfatizados. Portanto, há necessidade de (1) se investigar quais intervenções de fisioterapia já foram descritas na literatura para a reabilitação da ruptura do tendão calcâneo, (2) identificar quais os exercícios preconizados em cada intervenção, assim como (3) identificar qual o efeito das diferentes intervenções de fisioterapia em relação à força, ADM e capacidade funcional do tornozelo desses indivíduos para que os mesmos possam

retornar às suas atividades de vida diária o mais rapidamente possível. Uma revisão sistemática com metanálise deverá fornecer maior poder de evidência científica quanto a melhor forma de intervenção nesses pacientes, possibilitando uma ação qualificada e eficaz de profissionais da área da saúde envolvidos na reabilitação dos pacientes acometidos por esse tipo de lesão.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar e comparar os efeitos de diferentes intervenções de fisioterapia (acelerada *versus* tradicional) em pacientes após a sutura do tendão calcâneo.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar e comparar os efeitos de diferentes intervenções de fisioterapia (acelerada *versus* tradicional) sobre a força dos músculos flexores plantares e dorsais, sobre a ADM de tornozelo e sobre a capacidade funcional do tornozelo em pacientes após a sutura do tendão calcâneo.

3.3 Questão de Pesquisa

Quais os efeitos das diferentes intervenções de fisioterapia (aceleradas *versus* tradicionais) sobre a força muscular, ADM e capacidade funcional do tornozelo em pacientes após a sutura do tendão calcâneo?

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Tendão calcâneo

Tendões são tecidos fibrosos densos que conectam o músculo ao osso. São compostos primariamente por feixes altamente organizados de colágeno, representando 70% do peso seco, sendo 95% de colágeno do tipo I ⁵¹. Além do colágeno, os tendões são constituídos de uma pequena quantidade de elastina (2% do peso seco) ¹⁹, proteoglicanas e glicoproteínas adesivas ⁷⁴. As fibras de colágeno são arranjadas em fascículos, tendo orientação predominantemente longitudinal ^{51,74}.

Os fascículos são envoltos pelo endotendão, uma fina rede de tecido conectivo, e, quando agrupados, formam o tendão propriamente dito. O tendão é envolvido pelo epitendão, uma fina bainha de tecido conectivo frouxo, que contém suprimento vascular, linfático e neural ⁷⁴. Ao redor do epitendão é encontrado o paratendão. O paratendão é formado por colágeno do tipo I e III, algumas fibrilas elásticas e revestido interiormente por células sinoviais, formando um tecido conectivo flexível ⁷⁴. O epitendão e o paratendão são separados por uma camada fina de fluido, com o objetivo de reduzir a fricção durante o movimento tendíneo ¹⁹.

Tendões conectam os músculos aos ossos e permitem a transmissão de forças geradas pelo músculo ao osso, resultando no movimento articular ^{74,82}. Apresentam uma grande variedade de formas e tamanhos, dependendo de características morfológicas, fisiológicas e mecânicas dos músculos e ossos aos quais estão conectados ⁶⁶.

Devido à mudança da posição de quatro apoios para a posição bípede ao longo do processo evolutivo dos hominídeos, o uso sistemático dos membros inferiores na locomoção humana fez com que o tendão calcâneo se tornasse o maior e mais forte tendão do corpo ⁵⁰. É constituído pela continuação dos envoltórios musculares de tecido conectivo (endomísio, perimísio e epimísio) da porção distal dos músculos gastrocnêmios e sóleo, apresentando um comprimento aproximado de 15 cm ²⁶. Tem a função de transmitir a força destes músculos à porção posterior do calcâneo, determinando a flexão plantar do tornozelo. Segundo Cohen ¹⁴ (2009), os componentes tendíneos destes dois músculos são variáveis. O componente dos gastrocnêmios medial e lateral é maior, variando entre 11-26 cm, quando comparado

com o componente do sóleo (3-11 cm). A frequência, duração e/ou magnitude de forças aplicadas por estes músculos no tendão podem se alterar em resposta a mudanças na atividade física e força muscular como no treinamento de força ⁸², imobilização ³⁷, ou após lesões tendíneas ⁵¹.

4.2 Rupturas do tendão calcâneo

O tendão calcâneo é um dos tendões que mais sofre lesões no corpo humano ^{86,26}. Entre as principais lesões estão as rupturas agudas, que geralmente ocorrem entre 2 e 6 cm da inserção do calcâneo, em uma região relativamente hipovascularizada ^{27,50}.

A força tensional dos tendões é relacionada com a espessura (ou com a área de secção transversa) e o conteúdo de colágeno. Um tendão com área de 1cm^2 é capaz de suportar de 500 a 1000 kg. Estudos ^{2,82} que avaliaram indivíduos saudáveis referem que a área de secção transversa do tendão calcâneo varia de 0,50 a 0,77 cm^2 ; entretanto, forças de 9 kN, que correspondem a 12,5 vezes o peso corporal do indivíduo, têm sido encontradas no tendão calcâneo durante corridas. Este tecido possui alto risco de rupturas se cargas de tensão forem aplicadas rapidamente e de forma oblíqua. Além disso, grandes forças são encontradas durante contrações excêntricas, o que pode também aumentar a possibilidade de rupturas ⁷⁴.

Segundo Magnusson et al. (2007) ⁵⁴, as rupturas tendíneas podem estar associadas ao sexo porque a força mecânica de fascículos isolados de colágeno tendíneo em homens é maior que em mulheres. Além disso, comparadas com os homens, as mulheres possuem: a) pouca hipertrofia tendínea em resposta ao treinamento e; b) baixa síntese de colágeno após exercício agudo. Estes dados indicam que os tendões femininos possuem uma baixa taxa de formação de tecido conectivo, e tem força mecânica reduzida, o que deixa o tecido mais suscetível às lesões ⁵⁴.

Para Jarvinen et al. (2005) ³⁴, as causas das rupturas tendíneas estão atreladas a fatores intrínsecos e extrínsecos. Segundo estes autores, os fatores intrínsecos constituem: mau alinhamento anatômico (diferenças no comprimento das pernas, anteversão femoral, anormalidades no pé e no alinhamento das articulações), variações no curso e fixação do tendão e nas junções miotendíneas,

desequilíbrio da tensão muscular (relativos à flexibilidade e força), hipovascularização, doenças inflamatórias, fatores psicológicos, doenças psiquiátricas, e atributos pessoais (idade, massa, altura e crescimento). Dos fatores intrínsecos, as tendinopatias são o achado histológico mais comum em rupturas espontâneas do tendão calcâneo ³³. Kannus e Józsa (1991) ³⁶ encontraram alterações degenerativas em 865 (97%) de 891 tendões que tiveram rupturas espontâneas.

Entre os fatores extrínsecos estão: erros e/ou excesso de treinamento, mudanças abruptas na intensidade do treinamento, atletas não qualificados, roupas ou calçados inapropriados, doping e terrenos duros e/ou irregulares ³³. Adicionalmente, Trudel et al. (2007) ⁸¹ sugerem que atividades como saltar, correr e aterrissar após um salto submetem o tornozelo a grandes cargas. Järvinen et al. (2005) ³⁴ citam o estilo de vida como fator adicional para a ocorrência das rupturas tendíneas. Segundo esses autores, o sedentarismo contribuiria para redução na vascularização tendínea e subsequente degeneração por hipóxia. O estudo de Longo et al. (2009) ⁴⁹ relata também o efeito de determinadas drogas no processo de ruptura tendínea. Os autores citam que as propriedades anti-inflamatórias e analgésicas dos corticóides podem mascarar os sintomas do dano tendíneo, levando os indivíduos a manterem níveis de atividade física elevados quando o tendão está com algum processo degenerativo. Sendo assim, a associação entre fatores intrínsecos e extrínsecos com a biomecânica de determinadas atividades favorece o processo de rupturas.

4.3 Diagnóstico de ruptura do tendão calcâneo

O diagnóstico da ruptura do tendão calcâneo é relativamente simples. O paciente relata uma dor súbita e intensa na região posterior do tornozelo, acompanhada por um estalido ^{11,50}. Existem inúmeros sinais, testes clínicos e de imagem que podem ser realizados para o diagnóstico. Geralmente, o diagnóstico clínico é suficiente para rupturas do tendão calcâneo ⁴⁹. O diagnóstico clínico pode ser estabelecido pela presença de três achados comuns: diminuição da força de flexão plantar do tornozelo, depressão palpável e geralmente visível no tendão, e teste de Thompson positivo. Este último constitui-se na aplicação de pressão circunferencial à porção mais volumosa dos músculos gastrocnêmio e sóleo. Com o

tendão intacto, o tornozelo realizará a flexão plantar passivamente em resposta a compressão; com a presença da ruptura tendinosa, não ocorrerá o movimento^{56,11}.

Os métodos diagnósticos auxiliares são a ultrassonografia e a ressonância nuclear magnética, utilizados nos casos em que existe suspeita de dano aos tecidos adjacentes ou quando há necessidade formal de documentação por imagem. No caso da ultrassonografia, a ruptura pode ser visualizada como um vácuo acústico irregular no local do tendão na imagem e na ressonância magnética a mesma é identificada como uma interrupção do sinal dentro do tendão. O exame radiológico simples pode ser necessário quando há suspeita de fratura óssea associada^{11,50}.

4.4 Tratamento cirúrgico x não cirúrgico das rupturas do tendão calcâneo

A literatura sugere duas formas de tratamento para as rupturas do tendão calcâneo: o tratamento não cirúrgico e o cirúrgico^{51,33}. Estes tratamentos foram comparados no estudo de Bhandari et al. (2002)⁶ em que foram analisados 273 publicações (entre os anos de 1969 e 2000), e, como resultado, houve uma taxa de re-ruptura de 13% em indivíduos tratados sem a realização de cirurgia comparada a 3% naqueles tratados com cirurgia. Dessa forma, o tratamento cirúrgico aparenta ser mais eficaz quando comparado com o tratamento não cirúrgico.

O tratamento não cirúrgico preconiza a imobilização da articulação por um período variável, seguido de reabilitação. Este tratamento é baseado na imobilização gessada articular até que ocorra a cicatrização do tendão, geralmente mantendo a articulação imobilizada em plantiflexão por aproximadamente 12 semanas^{11,51,33}.

Já o tratamento cirúrgico consiste no reparo direto dos cotos tendinosos por meio de suturas, podendo ser utilizada a técnica de reparo aberto ou percutâneo. O princípio básico do tratamento cirúrgico é a restauração durável da continuidade do tendão rompido, proporcionando uma cicatrização em posição fisiológica e a restauração da função muscular. No período pós-operatório, a articulação e a sutura são protegidas e imobilizadas com aparelho gessado. O tempo de imobilização varia na literatura, e autores como Christensen et al. (2008)¹³ utilizaram dez semanas, enquanto que, em outros estudos, a imobilização variou entre seis e oito semanas^{59,65}. Tal procedimento utilizado após a cirurgia é chamado de tratamento

conservador, uma vez que não utiliza nenhum procedimento de reabilitação antes de seis ou oito semanas.

4.5 Adaptações musculares ao uso reduzido

O músculo esquelético apresenta uma grande capacidade de adaptação a diferentes estímulos. Os efeitos do treinamento desportivo ²⁸, da redução da gravidade ¹⁰, ou da imobilização de um segmento ²⁵ sobre as propriedades ativas do músculo esquelético, são exemplos que demonstram que o músculo se adapta às demandas que lhe são impostas cronicamente ²⁹.

Apesar da imobilização de segmentos corporais ser frequente na área médica com objetivo de facilitar o processo de cicatrização dos tecidos, esse processo apresenta como principal consequência a redução na capacidade de produção de força muscular ⁸³. Assumindo-se, portanto, que a adaptação funcional ocorre quando o músculo é submetido a uma demanda funcional específica ²¹, esse período de imobilização em que ocorrerá diminuição na sobrecarga, produzirá adaptações estruturais e funcionais ao nível do tecido muscular. A remoção de carga imposta decorrente do desuso e/ou imobilização pode reduzir o número de sarcômeros dispostos em série e/ou em paralelo ⁶², parâmetros que afetam a arquitetura muscular. Entre os principais parâmetros da arquitetura muscular avaliados estão: o comprimento de fascículo (CF); o ângulo de penação (AP) e a espessura do músculo (EM) ^{62,23}. Estes parâmetros influenciam diretamente as relações força-comprimento e força-velocidade, evidenciando a estreita vinculação da arquitetura muscular com a capacidade de geração de força e velocidade de encurtamento de um músculo. Alterações na capacidade de geração de força e na velocidade de encurtamento muscular, por sua vez, tem repercussão direta na funcionalidade de pacientes submetidos a um período de imobilização ⁶³.

A redução na área de secção transversa (AST) do músculo de indivíduos imobilizados parece explicar a diminuição na capacidade de produção de força verificada nestes sujeitos ⁸³. De fato, a AST possui uma alta correlação com a capacidade de produção de força muscular, variando substancialmente entre os músculos do corpo humano com diferentes características arquitetônicas ⁴⁸. Uma das características da arquitetura muscular que influenciam a AST é o ângulo de

penação ⁴⁷. Evidências mostram que, em músculos hipertrofiados, o ângulo de penação encontra-se significativamente aumentado ⁴⁰. Da mesma forma a redução no ângulo de penação decorrente do desuso, microgravidade e envelhecimento parecem estar associados à diminuição da área de seção transversa fisiológica ^{44,64}. O comprimento dos fascículos musculares, em função de representar indiretamente o número de sarcômeros em série, é um parâmetro que influencia as propriedades mecânicas do músculo ^{28,47}. Músculos com comprimentos de fibras maiores produzem mais força a maiores comprimentos e a maiores velocidades de encurtamento, o que influencia, portanto, a capacidade de realizar atividades físicas pelo indivíduo ⁴⁷.

4.6 Adaptações tendíneas ao uso reduzido

Apesar de a imobilização ser amplamente utilizada na recuperação das rupturas tendíneas, esta acarreta redução do uso dos músculos e tendões, gerando adaptações que alteram diretamente as propriedades mecânicas destas estruturas, afetando a transmissão da força muscular e produção de força tensional tendínea ³⁷. Entretanto, alguns autores afirmam que, devido a um metabolismo reduzido e a vascularização deficiente, o tecido tendíneo sofre menos os efeitos do uso reduzido quando comparado com o músculo esquelético ³⁷.

Segundo Yasuda e Hayashi (1999) ⁸⁷, a redução do uso causada pela imobilização (ou em outros modelos de uso reduzido, como proibição de descarga de peso no membro afetado e repouso em leito) pode apresentar diversas manifestações clínicas nas pessoas submetidas a estes tipos de tratamento, como: edema crônico, rigidez articular e osteoporose. Em casos mais sérios, a redução do uso articular pode levar a permanente perda da função da articulação. A imobilização provoca a hipotrofia do tendão, uma vez que a atividade das enzimas que catalisam a síntese de colágeno apresenta-se reduzida, indicando que, durante o período de redução do uso, a síntese de colágeno é diminuída ³⁷.

No estudo de Reeves et al. (2005) ⁶⁹ 18 voluntários, após 90 dias de redução de uso (repouso em leito), apresentaram redução de 60% na rigidez do tendão do músculo gastrocnêmio medial. Estes achados vão ao encontro do estudo de Kubo et al. (2000) ⁴³ que investigou os efeitos de 20 dias de repouso em leito (6° de

inclinação) nas propriedades elásticas das estruturas tendíneas dos músculos extensores do joelho de seis homens saudáveis. Os autores fizeram as medidas *in vivo* por meio de ultrassonografia. Após 20 dias, foi encontrada uma redução da rigidez das estruturas tendíneas (32%) e na rigidez normalizada (29%) (obtida por meio do Módulo de *Young*, calculado a partir da região linear da curva de *stress-strain*). Estas alterações estariam relacionadas com mudanças nas fibras de colágeno, deixando-as mais finas, induzindo mudanças nas estruturas do tendão.

O entendimento dos efeitos prejudiciais em todos os componentes da unidade músculo-tendão é um pré-requisito para se propor tratamentos e protocolos de reabilitação para pacientes com danos musculoesqueléticos, sendo importante para se prevenir a hipotrofia causada pela redução do uso³⁷. Uma das maneiras de evitar os possíveis malefícios deste período de redução do uso seria modificar o tempo de imobilização e descarga do membro operado.

4.7 Tratamento tradicional X acelerado

O tratamento tradicional, descrito na literatura para pacientes que realizaram a sutura do tendão calcâneo, indica o uso de tala gessada por um período de 4 a 8 semanas seguido de protocolo de fisioterapia^{11,56,50}. O principal objetivo dessa imobilização articular é o de proteger o tendão em função do seu processo lento de cicatrização, durante o qual o mesmo apresenta risco de re-ruptura sob carga¹⁸.

Já o tratamento acelerado tem por objetivo a mobilização precoce visando acelerar o processo de cicatrização do sistema musculoesquelético, evitando ao máximo que estas estruturas sofram os efeitos da redução do uso. Alguns autores vêm preconizando a utilização da mobilização e apoio precoce na reabilitação de pacientes tratados com cirurgia^{61,52}. Wong et al. (2002)⁸⁵ analisaram 125 artigos publicados em periódicos de língua inglesa entre os anos de 1966 e 2000, com informações referentes à 5370 casos. Estes autores concluíram que os pacientes tratados com cirurgia e mobilização precoce tiveram uma melhor recuperação funcional e tendência decrescente em relação às complicações relatadas.

O tratamento acelerado normalmente faz uso de uma órtese móvel, a qual o indivíduo pode retirar para realizar movimentos precoces com o tornozelo, iniciar o apoio do membro lesado conforme a tolerância do paciente, e realizar exercícios de

fisioterapia a partir do primeiro dia de pós-operatório ^{55,52,53,78}. Segundo Kearney et al. (2011) ⁴¹, em um protocolo precoce os sujeitos devem fazer uso de uma órtese, a mesma deve apresentar algum grau de plantiflexão, devendo ser utilizada por um período de seis a oito semanas, e devem executar exercícios diários para ganho de amplitude de movimento do tornozelo.

Considerando os benefícios da mobilização precoce, protocolos de reabilitação cada vez mais acelerados são sugeridos para que os pacientes possam retornar às suas atividades diárias o mais rápido possível. Yotsumoto et al. (2009) ⁸⁸ avaliaram 20 pacientes que sofreram rupturas do tendão calcâneo, submetidos ao processo cirúrgico e a um processo de reabilitação precoce. Durante a reabilitação nenhuma fixação foi aplicada ao tornozelo. Um dia após a cirurgia, os pacientes já começaram a mobilização passiva e ativa do tornozelo, tendo como fator limitante a dor. A descarga parcial do peso no membro lesado foi iniciada nos primeiros sete dias após a cirurgia, por meio de caminhadas com muletas. Este exercício era iniciado quando os pacientes conseguiam atingir a posição neutra do tornozelo, ou uma amplitude ainda maior de flexão dorsal. Os indivíduos iniciavam a caminhada sem muletas após quatro semanas da cirurgia. A partir de seis semanas de pós-cirúrgico, os pacientes começavam a levantar os dois calcanhares do chão e iniciavam exercícios para ganho de força muscular. O retorno à prática esportiva foi permitida após 12 semanas de pós-cirúrgico. A ADM foi recuperada, se tornando igual ao membro saudável, em 3,2 semanas, em média. Os pacientes retornaram as suas práticas esportivas ou ao trabalho pesado em uma média de 14,4 semanas. Além disso, complicações não foram relatadas. Dessa forma, a mobilização precoce permitiu um retorno rápido à vida normal e às atividades esportivas.

A mobilização precoce, utilizada de forma controlada, pode promover o retorno da função tendínea, uma vez que a manutenção da estrutura e composição dos tendões requer uso repetitivo ⁹. Aspenberg et al. (2007) ³ citam que a estimulação mecânica melhora o reparo do tendão, uma vez que estimula a síntese de colágeno, enquanto que a falta de estímulo mecânico é prejudicial neste processo ³⁸.

Assumindo-se, portanto, que a imobilização de um segmento no pós-operatório de uma cirurgia de reconstrução do tendão calcâneo produz alterações na arquitetura muscular e tendínea, e que estes fatores acarretam alterações na produção de força do músculo e do tendão, e também assumindo que a redução do

período de inatividade durante o período pós-operatório, decorrente de um protocolo acelerado de reabilitação, pode minimizar os efeitos deletérios da imobilização de maneira a produzir um restabelecimento mais rápido da função muscular, seria de se esperar alterações estruturais-funcionais benéficas em um grupo de indivíduos que participe de tal programa de reabilitação.

4.8 Revisão sistemática

Revisão sistemática de literatura é o tipo de estudo que faz uso de métodos sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente estudos relevantes sobre uma questão claramente formulada, sendo uma revisão planejada da literatura científica ⁷⁶. Assim como uma revisão narrativa, é um estudo secundário, porque depende da execução de estudos primários (ensaios clínicos randomizados, por exemplo) para que possa ser executado. Apesar de ensaios clínicos randomizados (ECR) serem considerados, por um consenso, o tipo de estudo mais adequado para prover informações sobre determinada intervenção, não se deve considerar o resultado de um único estudo deste caráter para responder determinada questão. Por tal razão, revisões sistemáticas e metanálises são os tipos de estudo mais adequados para sintetizar evidências sobre a eficácia de determinada intervenção ⁷².

Uma revisão sistemática utiliza métodos explícitos para pesquisar, avaliar criticamente e sintetizar a literatura mundial, sendo particularmente útil para reunir certo número de estudos realizados separadamente, por vezes com resultados contraditórios, e sintetizando os seus resultados ¹. Dessa forma, revisões sistemáticas reduzem possíveis vieses, tanto aqueles observados na busca e seleção dos estudos quanto àqueles detectados pela avaliação crítica de cada estudo individual ⁷⁶. Uma revisão sistemática bem conduzida é de valor inestimável para os profissionais da área, visto que provê informações de vários estudos sobre um tema, impondo limites sobre o que se sabe e o que não se sabe, facilitando a obtenção de dados atualizados ¹⁶.

Na elaboração desse tipo de estudo, é importante impor critérios de forma rigorosa, o que inclui: formulação de uma questão de pesquisa específica, pesquisa abrangente e exaustiva para obtenção de estudos primários, seleção dos estudos com critérios claros de elegibilidade, avaliação crítica dos estudos e síntese dos resultados ¹. A questão de pesquisa é geralmente representada pelo acrônimo

PICO, onde: P = *patient* (paciente), I = *intervention* (intervenção), C = *comparison* (comparação) e O = *outcomes* (desfechos). Alguns autores ainda incluem uma última letra ao acrônimo, o T, que seria referente à *type of study* (tipo de estudo), que geralmente corresponde à Estudos Clínicos Randomizados (ECR), sendo que nesse caso é possível adicionar filtros específicos para a busca desses estudos ⁶⁷.

Já na fase da busca, é recomendado que se amplie ao máximo a busca, devendo ser consideradas as seguintes estratégias: bancos de dados eletrônicos, referências de estudos selecionados, busca manual em periódicos relevantes, resumos de anais de congresso, teses, contato com autores ⁶⁷. Dentre as bases de dados, o PubMed, versão eletrônica e acessível na internet do banco de dados da MEDLINE, o qual é mantido pela Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América, é o mais popular e mais utilizado ¹. Entretanto, não se deve restringir a busca somente nessa base de dados, pois já foi verificado que isso é insuficiente ⁷⁷. Em virtude disso, outras bases são recomendadas, tais como EMBASE, a Biblioteca Cochrane e o SciELO ⁷².

Dentre as estratégias de busca, além da escolha de bases de dados que insiram mais especificamente o tema, também é importante definir termos ou palavras-chave, bem como usar termos descritores MeSH (*Medical Subject Headings*), que é um acrônimo de um termo inglês para indexar artigos, já que a melhor estratégia de busca geralmente é obtida pela combinação de termos MeSH, termos sinônimos e palavras textuais ⁷⁶. Além disso, é importante utilizar da forma correta os operadores booleanos básicos, por exemplo, “AND” (“E”) e “OR” (“OU”). O operador booleano “AND” faz com que os resultados da busca sejam estudos que contenham ambos os termos “1” e “2”. Já o operador booleano “OR” faz com que a busca resulte tanto em estudos que contenham o termo “1” quanto estudos que contenham o termo “2” ¹.

Posteriormente à busca, os estudos que forem encontrados devem ser armazenados em um banco de dados e devem ser selecionados, primeiramente por uma análise de títulos e resumos e, posteriormente, em uma segunda fase do processo de seleção, por uma análise na íntegra do artigo. Isso deve ser feito por dois avaliadores de forma cega e independente ⁷⁶, sendo que, em caso de discordância, deve ser explicado como essa dúvida será sanada, sendo geralmente por um consenso entre os avaliadores ou pela inclusão de um terceiro avaliador ⁷². Em seguida, ainda em dupla, é feita a avaliação da qualidade metodológica dos

estudos selecionados, que geralmente é realizada de forma descritiva, sendo que assinalar com “sim”, “não” e “não informado” os critérios metodológicos é uma forma recomendada ³⁰. Dentre os critérios metodológicos, há: alocação aleatória, sigilo da alocação, cegamento, cegamento dos avaliadores dos desfechos, descrição de perdas e exclusões, análise da intenção de tratar e descrição do cálculo do tamanho da amostra. Os critérios podem ser encontrados em escalas, como a escala de Jadad, a escala PEDro, a lista de Delphi, OTSeeker e os critérios de Maastrichte ⁷², além dos critérios mencionados no Cochrane Handbook ³⁰.

Outra etapa é a coleta e apresentação das características de cada estudo, que geralmente é feita por meio de uma tabela contendo informações, como: autores e ano de publicação, amostra, desenho experimental, intervenção, comparação, desfechos, resultados e conclusões ⁷². Dessa forma, é possível avaliar qualitativamente os estudos e, quando possível, avaliar quantitativamente os estudos de uma análise estatística com os dados dos estudos selecionados por meio de um processo chamado metanálise.

4.9 Metanálise

Metanálise é como se chama o método estatístico empregado após a extração de dados de estudos individuais em uma revisão sistemática, com o intuito de integrar os resultados e aumentar o poder estatístico da pesquisa primária, ocasionando na obtenção de um resultado mais robusto ⁷⁶. O termo foi utilizado pela primeira vez em um estudo de caráter não estatístico, mas sim, filosófico, publicado pelo psicólogo Gene Glass em 1976. Entretanto, agrupar resultados de estudos diferentes não é algo novo, já que o estatístico Karl Pearson fez uso de tal método em 1904 ²⁰.

É importante salientar que em uma metanálise os dados de estudos individuais não são agrupados como se fossem dados de um estudo individual. Isso porque estudos que proporcionam informações próximas do efeito que se pretende estudar recebem um peso maior. Além de pesos distintos, os estudos têm diferentes intervalos de confiança, sendo que, com essas informações de cada estudo, é possível calcular um efeito geral sobre o tratamento em questão, que é representado por um losango (chamado de diamante) em um gráfico específico de metanálises, chamado “*forest plot*” ¹. Porém, antes de realizar uma metanálise, é importante fazer

um julgamento clínico sobre a semelhança entre os estudos que terão seus dados combinados, sendo a avaliação qualitativa a melhor saída no caso dos estudos apresentarem muitos aspectos distintos entre si ¹.

Outras questões acerca dos resultados de metanálises são a heterogeneidade e a generalização dos resultados. Após a combinação dos dados, caso haja heterogeneidade, ou seja, caso exista uma variância grande entre os estudos primários, os autores devem explicar quais foram os motivos que levaram a essa variância ¹⁵. Já a generalização dos resultados refere-se a uma questão interpretativa dos autores, não somente com relação à metanálise, mas também à revisão sistemática. É necessário julgar se os resultados são válidos e aplicáveis para a população em questão, além de considerar a qualidade metodológica dos estudos antes de concluir que o resultado apresentado na revisão sistemática e/ou metanálise seja inferido para a população em geral, afinal, apesar das revisões sistemáticas e metanálises ocuparem o topo da pirâmide de evidência científica, não significa que seus resultados são válidos somente pela sua natureza ¹.

No sentido de aperfeiçoar esses tipos de trabalhos, existem trabalhos publicados que ilustram de forma clara aspectos que devem ser contemplados para que as revisões sistemáticas e metanálises sejam completas. No ano de 2009 foi publicado o *PRISMA statement* ⁵⁷, sendo este uma atualização do antigo *QUORUM statement* ⁵⁸, local os autores expõem um “*checklist*” de diversos itens que devem constar e ser especificados, no intuito de gerar uma revisão sistemática com metanálise com um nível de evidência de boa qualidade.

4.10 Revisões sistemáticas e metanálises X mobilização precoce após sutura do tendão calcâneo

As revisões sistemáticas que avaliaram os efeitos de diferentes intervenções de fisioterapia após a sutura do tendão calcâneo apresentaram resultados em relação ao risco de infecções, complicações no pós-operatório, satisfação dos pacientes e retorno dos mesmos as atividades de vida diária. Portanto, a realização de uma revisão sistemática sobre os principais parâmetros funcionais como a ADM e força muscular é necessária para avaliar a efetividade de protocolos acelerados de reabilitação.

Huang et al. (2014) ³¹ realizaram uma metanálise para identificar e analisar a evidência clínica sobre a reabilitação pós-operatória após reparo cirúrgico de rupturas de tendão calcâneo. Seis dos estudos incluídos utilizaram apoio precoce com exercícios de mobilização do tornozelo enquanto os outros só realizaram exercícios de tornozelo. As análises demonstraram menor taxa de complicações no pós-operatório e retorno mais rápido às atividades de vida diária para os pacientes que realizaram apoio precoce e exercícios de tornozelo comparados aos que foram submetidos à imobilização gessada tradicional, assim como menores taxas de re-rupturas e complicações no grupo de reabilitação funcional precoce.

Kearney et al. (2011) ⁴¹ realizaram uma revisão sistemática sobre os métodos de reabilitação precoce após uma ruptura do tendão calcâneo, tendo como objetivo identificar os componentes que definem a melhor estratégia de reabilitação precoce para pacientes que apresentaram a ruptura do tendão calcâneo. Foram incluídos estudos com todo tipo de desenho experimental, em qualquer língua, contemplando indivíduos com idade acima de 18 anos, que foram tratados cirurgicamente ou não e que apresentassem a primeira lesão no tendão calcâneo. Nove estudos incluídos identificaram 4 componentes para definir um protocolo de reabilitação precoce: (1) design da órtese utilizada; (2) grau de plantiflexão mantido durante o período de imobilização; (3) tempo em que a órtese era utilizada pelos sujeitos e (4) período utilizado para liberar os exercícios para ganho de ADM. Os autores concluíram que os protocolos precoces de reabilitação são seguros; entretanto, os autores alertam para o alongamento do tendão, que pode ocorrer por movimentos em amplitudes excessivas e a re-ruptura devido à aplicação de carga demasiada antes de o tendão estar cicatrizado, apontando, assim, para a necessidade de realização de mais estudos em relação aos componentes do tempo de remoção da órtese e de realização dos exercícios.

Khan et al. (2005) ⁴² realizaram uma metanálise com ensaios clínicos randomizados para determinar qual o melhor método de tratamento para rupturas agudas do tendão calcâneo. Doze estudos envolvendo 800 pacientes foram incluídos. Os resultados obtidos apontam que o procedimento cirúrgico aberto apresenta menor taxa de re-ruptura quando comparado ao tratamento não cirúrgico; no entanto, apresenta maiores taxa de complicações como infecções. Já o tratamento cirúrgico percutâneo apresenta menores complicações quando comparado ao cirúrgico aberto. Além disso, os pacientes que utilizaram órtese

móvel, seguida de mobilização precoce, apresentaram menores complicações que os pacientes que utilizaram tala rígida. No entanto, segundo os autores, nenhuma conclusão definitiva pode ser feita em relação aos diferentes tipos de tratamentos.

Suchak et al. (2006) ⁷⁸ realizaram uma metanálise com o objetivo de determinar se a intervenção precoce de fisioterapia em sujeitos que realizaram a sutura do tendão calcâneo melhorava a satisfação subjetiva do paciente sem aumentar a taxa de re-ruptura. Como desfechos secundários foram avaliados o risco de infecção, ADM e força. Seis estudos foram incluídos e os resultados obtidos em relação à satisfação subjetiva do sujeito foram maiores no grupo que realizou o protocolo acelerado; entretanto, a taxa de re-ruptura e risco de infecção não apresentaram diferenças entre os protocolos de fisioterapia. Apenas um estudo apresentou melhora em relação à ADM e força no grupo que realizou protocolo acelerado. No entanto, os autores concluem que mais estudos são necessários para determinar os componentes de ADM e apoio precoce e verificar seus efeitos na reabilitação de pacientes que realizaram a cirurgia de reparo do tendão calcâneo.

Torna-se importante, então, realizar uma busca mais minuciosa com relação aos efeitos de intervenções de fisioterapia precoce sobre parâmetros como ADM, força muscular e capacidade funcional do tornozelo comparada as intervenções tradicionais, buscando verificar a evidência clínica dos efeitos desta intervenção sobre parâmetros funcionais em indivíduos pós-sutura do tendão calcâneo.

Título: EFEITOS DE INTERVENÇÕES ACELERADAS DE FISIOTERAPIA *VERSUS* INTERVENÇÕES TRADICIONAIS APÓS SUTURA DO TENDÃO CALCÂNEO: REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE DE ENSAIOS CLÍNICOS

Autor: Nova, Mayra C.¹; Geremia, Jean M.; Vaz, Marco A.; Sbruzzi, Graciele.

¹ Laboratório de Pesquisa do Exercício da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil

Mayra Casa Nova

Rua Vicente da Fontoura 2280 CEP: 90640-002

Porto Alegre - Brasil

E-mail: mayra.casanova@hotmail.com

RESUMO

Introdução: Rupturas do tendão calcâneo (TC) afetam 18 em 100.000 pessoas todos os anos. A mobilização precoce vem sendo preconizada como uma estratégia eficaz para acelerar o processo de recuperação funcional. Entretanto, a escolha do método de reabilitação após o reparo cirúrgico permanece controversa devido à ausência de evidências clínicas. **Objetivo:** Verificar o efeito de intervenções aceleradas e tradicionais de fisioterapia em indivíduos que realizaram sutura do TC, por meio de revisão sistemática com metanálise.

Metodologia: A busca incluiu as bases de dados MEDLINE (via PubMed), EMBASE, Cochrane CENTRAL, Scopus, Science Direct, Lilacs, PEDro, além de busca manual até início de janeiro de 2014. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados e não randomizados comparando intervenções aceleradas e tradicionais após sutura do TC sobre as variáveis: força muscular, ADM e capacidade funcional do tornozelo. Dois revisores independentes avaliaram os estudos de acordo com critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos.

Resultados: Dos 2194 artigos identificados, 8 estudos foram incluídos. A revisão sistemática evidenciou alta variabilidade entre os estudos em relação às intervenções de fisioterapia. Quanto à metanálise, a avaliação dos desfechos foi realizada no período de 6 meses de pós-operatório devido a ausência de dados dos mesmos em outros períodos. Na comparação entre diferentes intervenções de fisioterapia não foram observadas melhoras significativas em relação a variável força muscular (-19,66; IC95%: -74,03 a 34,71) assim como na ADM de flexão plantar (-0,05; IC95%: -3,07 a 2,97) e flexão dorsal (1,94; IC95%: -2,12 a 5,99).

Conclusão: A intervenção acelerada de fisioterapia não apresentou melhora significativa da força muscular e na ADM após sutura do TA aos 6 meses de pós-operatório.

Descritores: tendão calcâneo, reabilitação precoce, revisão sistemática, metanálise.

ABSTRACT

Introduction: Achilles tendon (AT) ruptures affect 18 in 100,000 people each year. Early mobilization has been recommended as an effective strategy for accelerating functional recovery. However the choice of the best rehabilitation method after surgical repair remains controversial due to the absence of clinical evidence. **Objective:** To investigate the effect of traditional and accelerated rehabilitation protocols on plantiflexores muscular strength, ankle range of motion (ROM) and ankle functional capacity in subjects who underwent Achilles tendon suture, through a systematic review with meta-analysis. **Methodology:** The search included MEDLINE (via PubMed), EMBASE, Cochrane CENTRAL, Scopus, Science Direct, LILACS, PEDro, and manual search until January 2014. Randomized and non-randomized clinical trials were included comparing traditional and accelerated rehabilitation protocols after AT suturing on the following variables: muscle strength, ankle ROM and functional capacity. Two independent reviewers assessed studies according to inclusion and exclusion criteria previously established. **Results:** Of the 2194 articles identified, 8 studies were included. High variability between studies in relation to the rehabilitation protocols was observed in the systematic review. As for the meta-analysis, we conducted an evaluation of the outcomes up to 6 months postoperatively due to missing data from these outcomes at other time periods. When comparing the different rehabilitation protocols, no significant improvements were observed in muscle strength (-19.66, 95% CI -74.03 to 34.71) as well as in plantarflexor (-0.05; 95 %: -3.07 to 2.97) and dorsiflexor (1.94, 95% CI: -2.12 to 5.99) ROM. **Conclusion:** The accelerated protocol showed no significant improvement in muscle strength and ROM at 6 months post-surgical repair of the AT.

Keywords: Achilles tendon, early rehabilitation, systematic review, meta-analysis.

INTRODUÇÃO

O tendão calcâneo é o mais forte tendão do corpo; entretanto, as rupturas agudas deste tendão são relativamente comuns, com uma incidência estimada em 18 para cada 100.000 pessoas^{34,45}. Esta incidência tem aumentado nos últimos 50 anos^{34,45,51,68}, devido ao interesse crescente por atividades recreacionais relacionadas ao esporte. Entre 81 e 89% das rupturas tendinosas do tendão calcâneo ocorrem durante a prática desportiva^{34,46,68}, sendo essas uma fonte substancial de prejuízo social e funcional, afetando primariamente indivíduos adultos do sexo masculino entre a 4ª e 5ª décadas de vida⁴⁶.

A partir do diagnóstico dessa lesão, o tratamento cirúrgico é o mais utilizado^{12,32}. Tradicionalmente os sujeitos permanecem imobilizados com bota gessada. No entanto, a supressão das cargas ou imobilização articular produz uma deterioração rápida nas propriedades bioquímicas e mecânicas dos tendões⁸³.

Estudos recentes têm apresentado protocolos de reabilitação acelerado, incluindo apoio precoce e uso de órtese removível^{7,8,12,18,17,35,52,53}. Entretanto, a maioria dos ensaios clínicos que demonstraram as vantagens da reabilitação acelerada não apresentava grupo controle, assim como um número pequeno de pacientes envolvidos, dificultando a comparação dos protocolos.

As revisões sistemáticas e metanálises anteriores apresentam resultados positivos referentes às complicações pós-operatórias e nível de satisfação dos pacientes. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os efeitos de diferentes intervenções aceleradas de fisioterapia comparadas a intervenções tradicionais sobre a força muscular de flexores plantares e dorsais, bem como na amplitude de movimento (ADM) e funcionalidade do tornozelo de pacientes submetidos à sutura do tendão calcâneo a partir de uma revisão sistemática com metanálise de ensaios clínicos.

MÉTODOS

Estratégia de busca

Os artigos científicos foram identificados a partir de pesquisa eletrônica nas seguintes bases de dados: MEDLINE (via PubMed), *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (Cochrane CENTRAL), EMBASE, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), Scopus, Science Direct e LILACS. Em adição, foi realizada uma busca manual nas referências de estudos já publicados sobre o assunto. A busca foi realizada no período de 06 de novembro de 2013 à julho de 2014 e compreendeu os seguintes termos em inglês: "postoperative regimen", "postoperative rehabilitation", "functional rehabilitation protocol", "cast immobilization", "early functional protocol", "early functional treatment", "weightbear", "surgical repair of an acute Achilles tendon rupture", "Achilles tendon ruptures", "acute rupture of the Achilles tendon", "Achilles tendon". A busca foi feita com a utilização de termos MeSHs junto com a utilização de um filtro específico para ensaios clínicos randomizados no PubMed ⁷⁰ e na EMBASE ³⁰. Para a Cochrane CENTRAL não foi necessária utilização do filtro para ensaios clínicos randomizados, já que na base foi selecionada a busca somente por esse tipo de estudo (Trials). Nas bases de dados PEDro e LILACS a busca foi feita com a inclusão de algumas palavras-chave em uma busca simples. A estratégia de busca completa utilizada para o PubMed pode ser observada na Tabela 1. Não houve restrição de idioma e data de publicação na busca.

Tabela 1: Estratégia utilizada para o PubMed.

#3	Search (#1) AND #2
#2	Search ((Postoperative regimen) OR (Postoperative rehabilitation) OR (functional rehabilitation protocol) OR (cast immobilization) OR (early functional protocol) OR (Early functional treatment) OR rehab* OR repair* OR operati* OR postoperati* OR sutur* OR surg* OR mobili* OR immobili* OR wrap* OR brace* OR weightbear* OR weight bear* OR (walking cast*))
#1	Search ((surgical repair of an acute Achilles tendon rupture) OR (Achilles Tendon Ruptures) OR (acute rupture of the Achilles tendon) OR (Achilles tendon AND (rupture* or torn or tear*)))

Crêterios de elegibilidade

Foram incluídos ensaios clínicos randomizados (ECR) e não randomizados (ECNR) que apresentassem indivíduos que tivessem realizado sutura do TC e que tivessem como objetivo comparar os efeitos de interven o tradicional vs acelerada de fisioterapia após a interven o cirúrgica. Os desfechos incluídos foram: (1) força dos músculos flexores plantares e dorsais, através do torque muscular; (2) ADM, através do valor mensurado por um goni metro; (3) capacidade funcional do tornozelo, por meio do questionário American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score (AOFAS). Estudos que não apresentassem dados, tais como o número de integrantes ou valores médios por grupo de interven o, foram excluídos da metanálise.

Sele o dos estudos e extra o de dados

Os títulos e resumos de todos os artigos identificados pela estratégia de busca foram avaliados por dois revisores de forma cega e independente. Todos os resumos que não forneceram informa es suficientes sobre os cr terios de inclusão e exclusão foram selecionados para avalia o dos textos completos. Na fase seguinte, os estudos completos foram obtidos para que fosse possível realizar sua leitura na íntegra e, finalmente, decidir pela sua inclusão ou exclusão da revisão sistemática. Os dois avaliadores realizaram, como na fase anterior, a verifica o dos cr terios de elegibilidade dos estudos de forma cega e independente. Qualquer discordância entre os avaliadores nessa fase foi resolvida com a atua o de um terceiro avaliador e de um consenso entre os três. O desfecho de força muscular foi mensurado em Newton (N) e o de ADM em graus articulares. Quando o estudo não apresentava todos os dados necessários para a metanálise, o autor correspondente foi contatado para solicita o dos dados faltantes.

Avalia o do risco de viés

Com rela o   qualidade metodológica, foram avaliados os seguintes cr terios, de acordo com o Cochrane Handbook ³⁰: gera o da sequência aleatória, aloca o sigilosa, cegamento dos avaliadores dos desfechos, descri o de perdas e exclusões e análise por inten o de tratar. O critério cegamento dos participantes e terapeutas foi excluído devido ao caráter da interven o não permitir o cumprimento

de tal critério. Essa fase também foi conduzida em duplicata e de forma cega e independente por dois revisores.

Análise dos dados

A metanálise foi realizada usando modelo de efeitos randômicos e as medidas de efeito foram obtidas pelos valores em graus de ADM para o movimento de flexão dorsal e de flexão plantar. Para o desfecho de força muscular, foram utilizados os valores de força em N e, nos estudos que apresentaram o torque em N.m, o valor foi transformado em N a partir do braço de momento determinado pelo estudo de Sheehan FT.⁷⁵.

Todas as análises foram realizadas no *software Review Manager 5.1* (Colaboração Cochrane)³⁰. Foi considerado significativo um intervalo de confiança de 95% (IC 95%) e $p < 0,05$. A heterogeneidade estatística foi avaliada pelo Teste Q de Cochrane e pelo Teste de Inconsistência (I^2) em que valores acima de 25% e 50% foram considerados indicativos de moderada e alta heterogeneidade, respectivamente. As análises de sensibilidade foram conduzidas considerando as características da intervenção, dos participantes e características metodológicas dos estudos incluídos (cegamento, análise por intenção de tratar, sigilo da lista de alocação), em que cálculos de metanálises foram refeitos, incluindo somente estudos preenchendo os critérios especificados.

RESULTADOS

Descrição dos estudos

A busca inicial identificou 2194 artigos, sendo 1799 excluídos por duplicata. Foram elegíveis para leitura na íntegra, após seleção por título e resumo, 42 estudos. No total, foram considerados para a análise qualitativa 8 artigos^{7,12,17,18,35,52,53} e para a análise quantitativa 6 artigos, já que dois^{8,12} foram excluídos da metanálise por não informarem os valores de média e desvio padrão de cada membro individualmente em ambos os grupos (tradicional e acelerado). É possível verificar o fluxograma da seleção dos estudos na Figura 1 e as características dos estudos incluídos na Tabela 2. Para metanálise foi adotado o mesmo período de

avaliação dos sujeitos tendo em vista que todos os estudos apresentaram valores de média e desvio padrão referentes aos seis meses de pós-operatório.

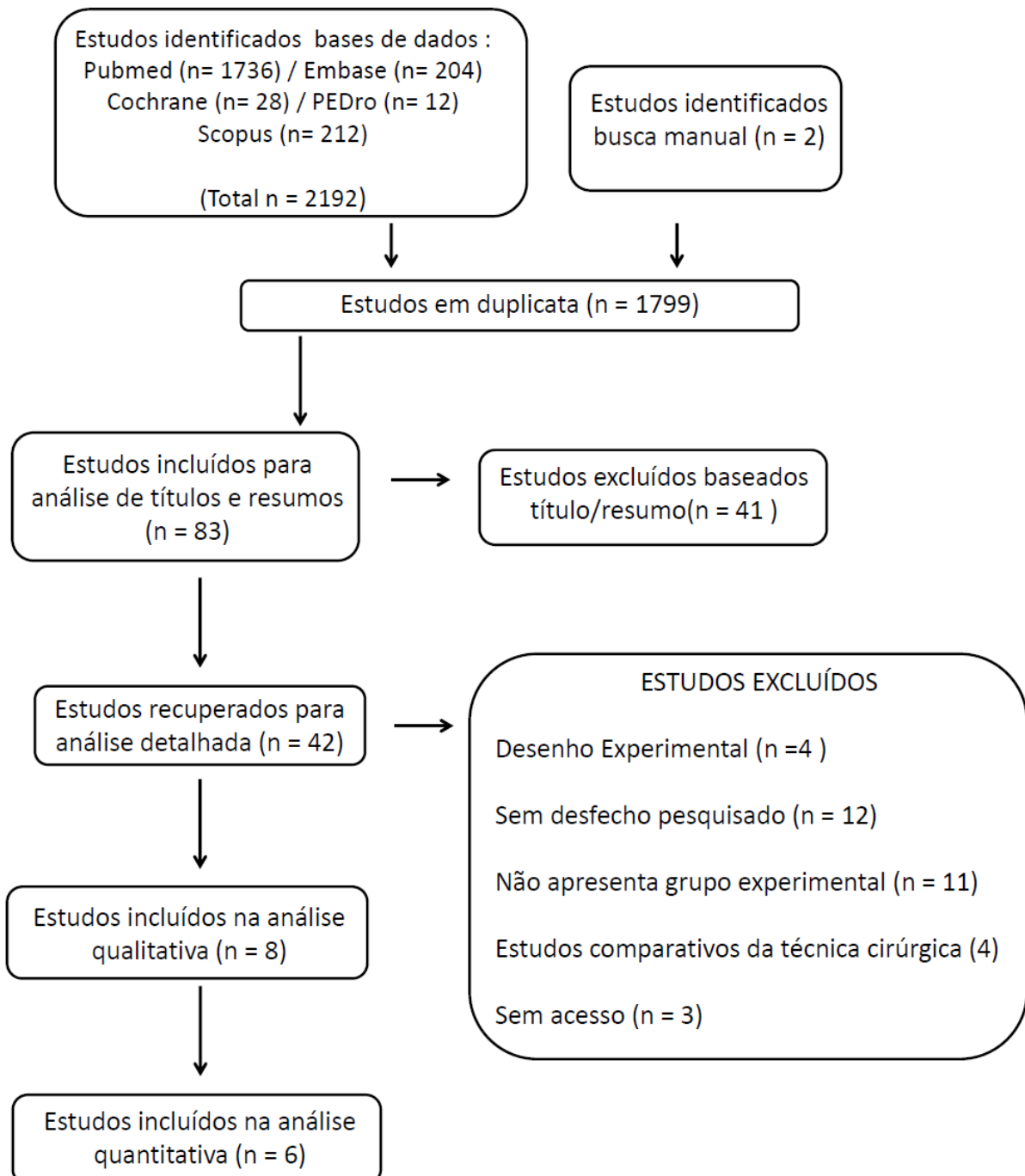


Figura 1. Fluxograma dos estudos incluídos na revisão.

Tabela 2. Características dos estudos incluídos

Referência	Método	Amostra	Grupos	Dia apoio total	Intervenção	Variáveis mensuradas	Resultados
Bostick GP, et.al. 2010	ECR	91	Acelerado 44 (idade média 40.6) Tradicional 47 (idade média 38.1)	<u>Acelerado</u> Após 2 semanas de pós-operatório <u>Tradicional</u> Após 4 semanas de pós-operatório	<u>Acelerado</u> Órtese móvel, incentivado realizar apoio. Após 6 semanas protocolo fisio (ativos ADM, força faixa elástica) <u>Tradicional</u> Órtese móvel, uso de muletas e sem apoio por 4 semanas. Após 6 semanas mesmo protocolo grupo acelerado.	Força e ADM	Não houve diferença significativa no membro lesado entre os grupos acelerado e tradicional em relação as variáveis força muscular dos flexores plantares e ADM
Buchgraber et.al. 1997	ECNR	48	Acelerado 30 (idade média 33.05) Tradicional 18 (idade média 33.05)	<u>Acelerado</u> 2.7 dias de pós-operatório <u>Tradicional</u> Após 2 semanas de pós-operatório	<u>Acelerado</u> Tala com 10° a 20° de FP por 2.7 dias. Após órtese móvel em posição neutra e exercícios isométricos. Após 4 semanas exercícios isocinéticos e eletroterapia. <u>Tradicional</u> Tala com 10° a 20° de FP por 2 semanas. Após órtese móvel por 4 semanas e exercícios isométricos.	Força e ADM	Não houve diferença significativa no membro lesado para ADM de flexão dorsal no entanto o grupo tradicional apresentou maior perda de ADM de flexão plantar no membro lesado comparado ao grupo acelerado.
Cetti R. et. al. 1994	ECNR	60	Acelerado 30 (idade média 37) 25 homens e 5 mulheres Tradicional 30 (idade média 37) 25 homens e 5 mulheres	<u>Acelerado</u> 1ª semana após cirurgia <u>Tradicional</u> 6ª semana após cirurgia	<u>Acelerado</u> Órtese móvel, apoio precoce. Após 6 semanas exercícios ativos tomazelo. <u>Tradicional</u> Tala rígida sem apoio. Após 6 semanas exercícios ativos tomazelo.	Força e ADM	Grupo acelerado apresentou melhor recuperação da ADM e da força dos flexores plantares no membro lesado comparado ao grupo tradicional.

Costa ML. et al. 2003	ECNR	20	Acelerado 9 (idade média 41) Tradicional 11 (idade média 41)	<u>Acelerado</u> 1º dia de pós operatório	<u>Acelerado</u> Órtese móvel e encorajados a mobilizar tornozelo e apoio precoce. <u>Tradicional</u> Tala rígida e não realizou apoio precoce.	Força e ADM	Não houve diferença significativa no membro lesado entre os grupos acelerado e tradicional em relação as variáveis força no entanto grupo acelerado apresentou ganho de 5º de FD no membro lesado comparado ao membro saudável.
Costa ML. et al. 2006	ECR	48	Acelerado 23 (idade média 42) 18 homens e 3 mulheres Tradicional 25 (idade média 42) 22 homens e 3 mulheres	<u>Acelerado</u> 1º dia de pós operatório	<u>Acelerado</u> Órtese móvel e início da fisioterapia no 1º dia pós-operatório. A cada 2 semanas a posição equina da órtese era reduzida até posição de FP ser alcançada. Após 8 semanas a órtese era retirada. <u>Tradicional</u> Tala rígida em posição equina, sem apoio. Após 8 semanas a tala era retirada.	Força e ADM	Não houve diferença significativa no membro lesado entre os grupos acelerado e tradicional em relação as variáveis força muscular dos flexores plantares e ADM
Kangas J. et al. 2003	ECR	49	Acelerado 25 (idade média 35) 22 homens e 2 mulheres Tradicional 24 (idade média 37) 23 homens e 1 mulher	Após a 3 semana de pós-operatório em ambos os grupos acelerado e tradicional	<u>Acelerado</u> Órtese móvel com FP livre e FD até neutra por 6 semanas. Entre 1º e 3º semanas exercícios de ADM e após 6º semana inicia resistidos com faixa elástica, elevação calcânhar e alongamentos. Após 9º semana mantém os exercícios mas aumenta o número de séries. <u>Tradicional</u> Tala rígida em posição neutra por 6 semanas. Entre 1º e 6º semanas exercícios de ADM sem realizar dorsiflexão. Entre a 6º e 9º semanas mesmo protocolo grupo acelerado.	Força	Não houve diferença significativa, no membro lesado, entre os grupos acelerado e tradicional em relação a força muscular dos flexores plantares.

Maffulli et. al. 2003 (a)	ECNR	53	Acelerado 25 Tradicional 28	<u>Acelerado</u> Na 1ª semana de pós-operatório <u>Tradicional</u> Na 2ª semana de pós-operatório	<u>Acelerado</u> Órtese móvel em equino por 2 semanas, apoio liberado mas orientados a manter perna elevada sempre que possível. Após 2ª semana uma órtese de posição neutra era colocada e apoio incentivado. Na 6ª semana a órtese era removida. <u>Tradicional</u> Tala em equino por 2 semanas, sem realizar apoio e manter perna elevada. Após 2ª semana tornozelo era posicionado numa meia posição de equino. Entre a 4ª e 6ª semanas o tornozelo era colocado em FP e encorajados a realizar apoio total.	Força	Não houve diferença significativa no membro lesado entre os grupos acelerado e tradicional em relação a força muscular dos flexores plantares.
Maffulli et. al. 2003 (b)	ECNR	53	Acelerado 26 (idade média 44.7) 22 homens e 4 mulheres Tradicional 27 (idade média 43.8) 23 homens e 4 mulheres	<u>Acelerado</u> Na 1ª semana de pós-operatório <u>Tradicional</u> Na 2ª semana de pós-operatório	<u>Acelerado</u> Tala gessada em FP nas 2 semanas, apoio conforme tolerado mas manter a perna elevada nesse período. Após 2 semanas remove a tala, coloca uma órtese móvel com tornozelo em posição neutra e inicia a exercícios ADM para tornozelo, contrações isométricas e concêntricas para plantiflexores. Na 6ª semana órtese era removida. <u>Tradicional</u> Tala gessada em FP por 2 semanas e manter perna elevada nesse período. Após 2ª semana trocava a tala por outra em posição de maior FP e incentivo ao apoio total. Na 6ª semana a tala era removida.	Força	Não houve diferença significativa no membro lesado entre os grupos acelerado e tradicional em relação a força muscular dos flexores plantares.

Avaliação do risco de viés

Dos estudos incluídos, apenas três ^{7,18,35} (37,5%) cumpriram os critérios de geração de sequência aleatória e alocação sigilosa de forma clara, sendo que os demais (62,5%) não traziam a informação no texto. Somente dois estudos ^{17,18} (25%) cumpriram os critérios de cegamento dos avaliadores dos desfechos de forma clara, enquanto os demais seis estudos não apresentaram essa informação (75%). Com relação à descrição de perdas e exclusões, todos os estudos cumpriram esse critério de forma clara. O critério de análise por intenção de tratar foi respeitado em todos os estudos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliação do risco de viés

Estudo	Geração da sequência aleatória	Alocação sigilosa	Cegamento avaliadores dos desfechos	Descrição de perdas e exclusões	Análise por Intenção de Tratar
Bostick. et.al. 2010	Sim	Sim	Não informado	Sim	Sim
Buchgraber, Passler 1997	Não informado	Não informado	Não informado	Sim	Sim
Cetti et.al. 1994	Não informado	Não informado	Não informado	Sim	Sim
Costa et. al. 2003	Não informado	Não informado	Sim	Sim	Sim
Costa et al. 2006	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Kangas et al. 2003	Sim	Sim	Não informado	Sim	Sim
Maffulli. et. al. 2003 (a)	Não informado	Não informado	Não informado	Sim	Sim
Maffulli. et. al. 2003 (b)	Não informado	Não informado	Não informado	Sim	Sim

Efeitos da reabilitação precoce na amplitude de movimento do tornozelo

Os resultados referentes à metanálise são expressos em tamanho de efeito, intervalo de confiança e heterogeneidade, respectivamente. Esses dados podem ser visualizados nas respectivas figuras 2,3,4 e 5, juntamente com o valor de p.

Para os dados de ADM, três estudos avaliaram esse desfecho (n = 159) após 6 meses de pós operatório, não sendo observada diferença significativa em nenhum dos movimentos avaliados: flexão plantar (-0,05%; IC 95%: -3,07; 2,97; I²: 0%); flexão dorsal (1.94%; IC 95%: -2.12; 5.99; I²: 51%) (Figura 2 e 3).

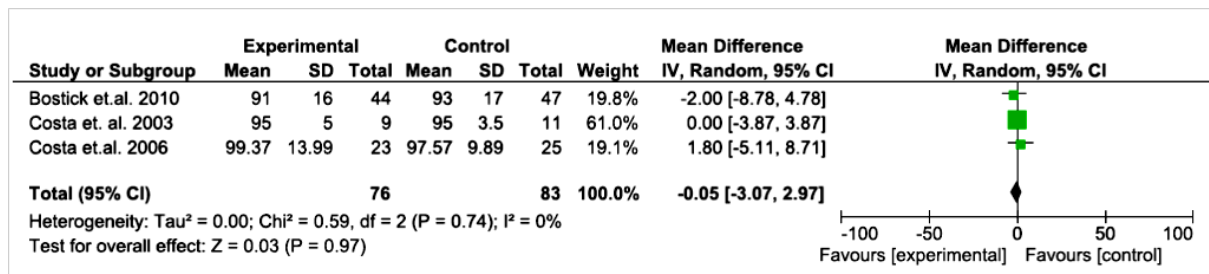


Figura 2. Resultados para ADM de flexão plantar, no membro operado, entre os grupos acelerado e tradicional após 6 meses de pós-operatório.

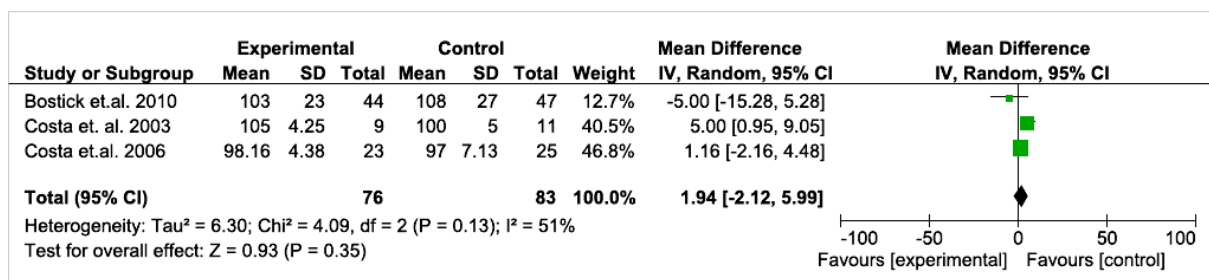


Figura 3. Resultados para ADM de flexão dorsal, no membro operado, entre os grupos acelerado e tradicional após 6 meses de pós-operatório.

Devido à alta heterogeneidade encontrada na metanálise, foi realizada análise de sensibilidade em relação a ADM de flexão dorsal no momento avaliado. Considerando apenas os estudos de Bostick et al. (2010)⁷ e de Costa et al. (2006)¹⁸, que avaliaram a ADM de flexão dorsal aos 6 meses de pós-operatório, não houve alteração no resultado global da metanálise, mas a heterogeneidade caiu para 20%, explicando dessa forma o motivo da heterogeneidade (0,08%; IC 95%: -4,51; 4,67; I²: 20%). A alta heterogeneidade no estudo de Costa et al (2003)¹⁷ pode ser explicada pelo fato de que o mesmo era um estudo piloto, com tamanho de amostra pequeno, os sujeitos não realizaram um protocolo específico de fisioterapia, apenas utilizaram diferentes tipos de imobilização, enquanto os outros dois estudos apresentaram a comparação dos tipos de imobilização e de protocolos de reabilitação. (Figura 4).

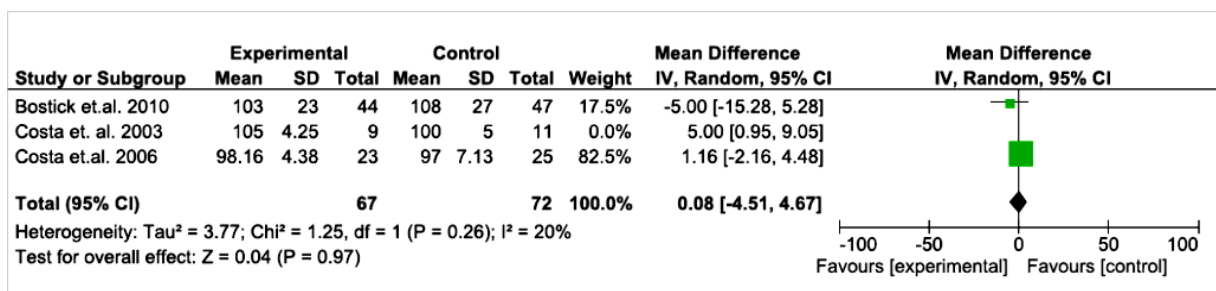


Figura 4. Resultados da análise de sensibilidade para os valores de ADM de flexão dorsal, no membro operado, em ambos os grupos após 6 meses de cirurgia.

Efeitos da reabilitação precoce na força muscular

Para os dados de força muscular dos plantiflexores, três estudos avaliaram esse desfecho (n = 155) após 6 meses de pós-operatório. Também não houve diferença significativa nos três estudos avaliados: (-19.66; IC 95%: -74.03; 34.71; I²: 0%) (Figura 5).

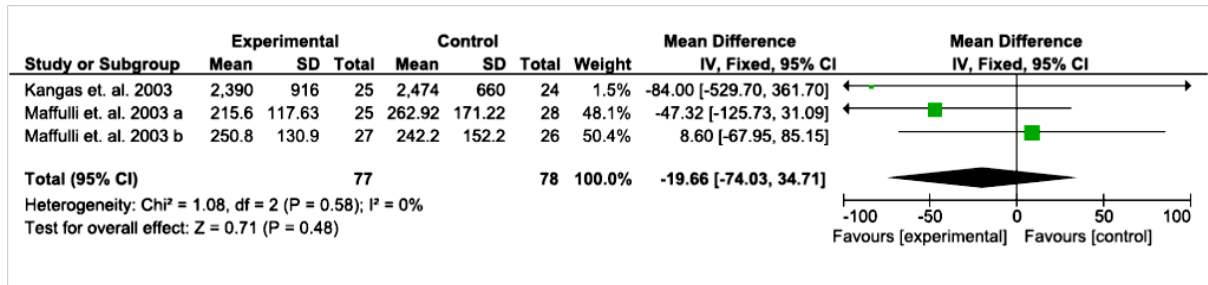


Figura 5. Resultados para força muscular de plantiflexores, no membro lesado, entre os grupos acelerado e tradicional após 6 meses de pós-operatório.

Efeitos da reabilitação precoce na funcionalidade verificada através do questionário AOFAS

Não foi realizada metanálise, pois nenhum estudo avaliou esse desfecho.

DISCUSSÃO

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de determinar se a intervenção acelerada de fisioterapia, após sutura do tendão calcâneo, apresenta melhores resultados nas variáveis de força muscular e ADM quando comparada a intervenção tradicional de fisioterapia. Estudos de revisão sistemática e metanálises já demonstraram evidências de que a intervenção precoce aumenta a satisfação do paciente e o retorno rápido as atividades de vida diária sem aumentar riscos de complicações e re-ruptura^{78,41,31}. No entanto, variáveis como força muscular e ADM não foram devidamente explorados.

O processo de redução de uso, decorrente de um período de imobilização de uma articulação após um procedimento cirúrgico, pode reduzir a ADM²². A redução do uso pode levar à atrofia muscular, o que modifica substancialmente a arquitetura da musculatura imobilizada^{49,14}. Uma das alterações desse processo diz respeito à redução no comprimento da fibra muscular, sugerindo redução no número dos sarcômeros em série⁶². Outro fator que pode alterar o número de sarcômeros em série é o comprimento no qual o músculo foi imobilizado. Tabary et al. (1974)⁷⁹ encontraram redução de 40% no número de sarcômeros em série do músculo sóleo de gatos, o qual foi imobilizado na posição encurtada por um período de quatro

semanas, e aumento de 19% no número de sarcômeros em série dos músculos imobilizados em posição alongada. Apesar da ultrassonografia ser utilizada para mensuração do comprimento da fibra em estudos com seres humanos, a ADM pode fornecer indícios de possíveis encurtamentos musculares decorrentes da imobilização, uma vez que a redução do comprimento da fibra limitaria a ADM da musculatura acometida pela imobilização⁵. No entanto, os resultados de ADM de flexão dorsal e plantar do membro lesado dos estudos incluídos não apresentaram diferenças significativas entre os grupos acelerado e tradicional.

Os estudos analisados imobilizaram o tornozelo em posição encurtada (20° de plantiflexão⁷ e 1.5 cm de plantiflexão^{17,18}), o que causaria redução do número de sarcômeros em série após esse período⁷⁹. Esta alteração está relacionada à ocorrência de encurtamento muscular e conseqüentemente redução de ADM. Entretanto, é importante ressaltar que os estudos^{7,17,18} realizaram exercícios de mobilização e retorno das atividades de vida diária por períodos de 6 a 8 semanas, o que pode reverter os efeitos deletérios do processo de imobilização do segmento⁷⁹. Assim uma das justificativas para os resultados encontrados para o desfecho ADM no presente estudo pode ser o momento de avaliação dos sujeitos, 6 meses após a cirurgia, quando todos os sujeitos já haviam retornado às suas atividades de vida diária.

Em relação aos resultados da produção de força muscular dos flexores plantares, a metanálise não apontou diferença significativa entre os grupos acelerado e tradicional após 6 meses de pós-operatório. Os protocolos de reabilitação acelerados visam o reestabelecimento da força muscular, sendo que essa depende da interação de fatores neurais e morfológicos. As adaptações do sistema neuromuscular, caracterizadas por modificações na capacidade de ativação e na morfologia do músculo, são as responsáveis pelo ganho de força proveniente de programas de treinamento de força⁶⁰. Os ganhos de força nas primeiras semanas de treinamento são atribuídos principalmente a adaptações neurais^{71,24}, enquanto as adaptações morfológicas afetam a capacidade de produção de força do indivíduo de forma mais significativa após 6-8 semanas de treinamento^{84,73}. Essas adaptações são influenciadas por diversos fatores, como características dos sujeitos (sexo, idade e nível de condicionamento físico), grupo muscular treinado, velocidade e amplitude articular de execução dos movimentos, tipo de exercício e periodização

do treinamento (período de treinamento, frequência semanal, volume e intensidade dos exercícios).

Analisando os estudos incluídos na presente metanálise, verificamos algumas limitações quanto à periodização dos protocolos acelerados empregados. Embora Kangas et al. (2003)³⁵ tenham realizado protocolo de reabilitação por um período de 9 semanas nos grupos acelerado e tradicional, mostrando estar de acordo com a literatura para o ganho de força muscular, fica evidente a não existência da periodização do protocolo de reabilitação, uma vez que os sujeitos realizavam 3 sessões de fisioterapia por semana em casa, sem auxílio de um profissional e o número de repetições dos exercícios preconizados no protocolo foi em média de 20 a 25 a cada 3 séries. Nos outros dois estudos^{52,53} analisados, não foram informados dados referentes à frequência semanal, volume e intensidade dos exercícios, somente a média de sessões de fisioterapia que cada grupo realizou; os grupos acelerados realizaram em média 6.1⁵³ sessões e 8.3⁵² sessões de fisioterapia, enquanto que o grupo tradicional uma média de 13.6⁵³ e 14.6⁵² sessões de fisioterapia, respectivamente, demonstrando também, não existir uma periodização adequada do protocolo de reabilitação.

O fato dos estudos analisados não terem encontrado melhora na força muscular dos flexores plantares na comparação de protocolos acelerados e tradicionais pode estar associado ao tipo de protocolo acelerado que foi empregado. Os protocolos acelerados apresentados nos estudos dessa metanálise parecem não ter sido suficientes para gerar adaptações neuromusculares. Verificamos que nenhum estudo apresentou período de treinamento, frequência semanal, volume, intensidade e tipo de exercício, assim como a progressão dos mesmos durante os seus protocolos de reabilitação acelerados. Outro fator que pode ter influenciado na realização desses protocolos é o receio de causar um alongamento no tendão calcâneo pelo apoio precoce, especialmente se a articulação estiver imobilizada em posição neutra, ou pela intensa mobilização do tornozelo. Essa hipótese, no entanto, deve ser alvo de futuras investigações.

Apenas os dados de força isométrica dos flexores plantares foram incluídos nessa metanálise. Estudos que avaliaram força isocinética dos plantiflexores após a sutura do tendão calcâneo também não encontraram diferenças significativas no membro lesado nas comparações de protocolos tradicionais e acelerados^{35,17}.

Outro fator limitante foi a moderada qualidade metodológica evidenciada nos estudos selecionados. Os estudos, em sua grande maioria, não cumpriram com a maioria dos critérios de avaliação do risco de viés, o que implica em um consequente risco de viés na presente metanálise. Isso repercute na necessidade da elaboração e execução de mais estudos primários, com o objetivo de fornecer um corpo de evidências maior e mais qualificado.

CONCLUSÃO

Através dessa revisão sistemática e metanálise podemos concluir que as intervenções aceleradas de fisioterapia não se mostraram mais efetivas no reestabelecimento da força muscular dos flexores plantares e na ADM do tornozelo, aos seis meses de pós-operatório, comparadas a intervenções de fisioterapia tradicionais. Ainda, foi possível observar uma variabilidade muito grande entre os estudos, o que pode ter influenciado diretamente os resultados. Isso evidencia a necessidade de um número maior de ensaios clínicos randomizados sobre o tema, com um perfil metodológico mais contundente e que respeite os critérios impostos na literatura para diminuir o risco de viés, além de procurar elucidar quais parâmetros são ideais para acelerar a reabilitação de indivíduos que realizaram a sutura do tendão calcâneo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente metanálise apresenta e discute a comparação de intervenções de fisioterapia tradicional e acelerada em indivíduos que realizaram a sutura do tendão calcâneo com intuito de auxiliar os pesquisadores e profissionais de saúde no planejamento, prescrição e monitoramento do processo de reabilitação dessa lesão.

A metanálise focou sua atenção sobre as diferentes intervenções de fisioterapia propostas e seus benefícios em relação à produção de força muscular dos flexores plantares e ADM do tornozelo. Embora alguns estudos apresentem resultados positivos na avaliação subjetiva do paciente e na menor taxa de complicações pós-cirúrgicas na realização de intervenções aceleradas, os achados

do presente estudo não demonstraram diferenças entre intervenções aceleradas e tradicionais nos desfechos abordados.

As principais justificativas para os nossos resultados podem estar relacionadas às diferentes metodologias utilizadas pelos estudos tanto em termos de intervenções de fisioterapia quanto de avaliação. Desse modo, são necessários novos estudos buscando definir os melhores parâmetros utilizados nas intervenções de fisioterapia, possibilitando aos profissionais de saúde a utilização dessas estratégias no processo de recuperação dos pacientes após sutura do tendão calcâneo.

REFERÊNCIAS

1. Akobeng AK. Understanding systematic reviews and meta-analysis. *Arch Dis Child* 2005;90:845-848.
2. Arya S, Kulig K. Tendinopathy alters mechanical and material properties of the Achilles tendon. *J Appl Physiol* 1985;108:670-675.
3. Aspenberg P. Stimulation of tendon repair: mechanical loading, GDFs and platelets. A mini-review. *Int Orthop* 2007;31:783-789.
4. Barone R, Bellafiore M, Leonardi V, Zummo G. Structural analysis of rat patellar tendon in response to resistance and endurance training. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19:782-789.
5. Baroni BM, Galvão AQ, Ritzel CH, Diefenthaler F, Vaz MA. Adaptações neuromusculares de flexores dorsais e plantares a duas semanas de imobilização após entorse de tornozelo. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(5):358-362.
6. Bhandari M, Guyatt GH, Siddiqui F, Morrow F, Busse J, Leighton RK, Sprague S, Schemitsch EH. Treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic overview and metaanalysis. *Clin Orthop Relat Res* 2002:190-200.
7. Bostick GP, Jomha NM, Suchak AA, Beaupre LA. Factors associated with calf muscle endurance recovery 1 year after Achilles tendon rupture repair. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:345-351.
8. Buchgraber A, Passler HH. Percutaneous repair of Achilles tendon rupture. Immobilization versus functional postoperative treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1997:113-122.
9. Buckwalter JA. Effects of early motion on healing of musculoskeletal tissues. *Hand Clin* 1996;12:13-24.
10. Caiozzo VJ, Baker MJ, Herrick RE, Tao M, Baldwin KM. Effect of spaceflight on skeletal muscle: mechanical properties and myosin isoform content of a slow muscle. *J Appl Physiol* 1985;76:1764-1773.
11. Cary DV. How to diagnose and manage an acute Achilles tendon rupture. *JAAPA* 2009;22:39-43.

12. Cetti R, Henriksen LO, Jacobsen KS. A new treatment of ruptured Achilles tendons. A prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res* 1994;155-165.
13. Christensen B, Dyrberg E, Aagaard P, Kjaer M, Langberg H. Short-term immobilization and recovery affect skeletal muscle but not collagen tissue turnover in humans. *J Appl Physiol* 2008;105:1845-1851.
14. Cohen JC. Anatomy and biomechanical aspects of the gastrocnemius complex. *Foot Ankle Clin* 2009;14:617-626.
15. Cook DJ, Sackett DL, Spitzer WO. Methodologic guidelines for systematic reviews of randomized control trials in health care from the Potsdam Consultation on Meta-Analysis. *J Clin Epidemiol* 1995;48:167-171.
16. Cook DJ, Mulrow CD, Haynes RB. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Ann Intern Med* 1997;126:376-380.
17. Costa ML, Shepstone L, Darrach C, Marshall T, Donell ST. Immediate full-weight-bearing mobilisation for repaired Achilles tendon ruptures: a pilot study. *Injury* 2003;34:874-876.
18. Costa ML, MacMillan K, Halliday D, Chester R, Shepstone L, Robinson AH, Donell ST. Randomised controlled trials of immediate weight-bearing mobilisation for rupture of the tendo Achillis. *The Journal of bone and joint surgery British* 2006; 69-77.
19. Doral MN, Alam M, Bozkurt M, Turhan E, Atay OA, Donmez G, Maffulli N. Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:638-643.
20. Egger M, Smith GD. Meta-Analysis. Potentials and promise. *BMJ* 1997;315:1371-1374.
21. Fração VB VM. Influência da adaptação funcional na capacidade de produção de força no músculo esquelético. *Revista Perfil* 2000;4:103-110.
22. Freeman MA. Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 1965;47:661-668.
23. Fukunaga T, Kawakami Y, Kuno S, Funato K, Fukashiro S. Muscle architecture and function in humans. *J Biomech* 1997;30:457-463.
24. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med* 2006;36:133-149.

25. Gondin J, Guette M, Maffiuletti NA, Martin A. Neural activation of the triceps surae is impaired following 2 weeks of immobilization. *Eur J Appl Physiol* 2004;93:359-365.
26. Harris CA, Peduto AJ. Achilles tendon imaging. *Australas Radiol* 2006;50:513-525.
27. Hartgerink P, Fessell DP, Jacobson JA, van Holsbeeck MT. Full- versus partial-thickness Achilles tendon tears: sonographic accuracy and characterization in 26 cases with surgical correlation. *Radiology* 2001;220:406-412.
28. Herzog W, Guimaraes AC, Anton MG, Carter-Erdman KA. Moment-length relations of rectus femoris muscles of speed skaters/cyclists and runners. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:1289-1296.
29. Herzog W. Muscle function in movement and sports. *Am J Sports Med* 1996;24:14-19.
30. Higgins J, Green, S. *Cochrane Handbook for Systematic Review of Interventions: Cochrane Book Series, The Cochrane Collaboration* 2008.
31. Huang J, Wang C, Ma X, Wang X, Zhang C, Chen L. Rehabilitation regimen after surgical treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic review with meta-analysis. *Am J Sports Med* 2014.
32. Jacob KM, Paterson R. Surgical repair followed by functional rehabilitation for acute and chronic achilles tendon injuries: excellent functional results, patient satisfaction and no reruptures. *ANZ J Surg* 2007;77:287-291.
33. Jarvinen TA, Kannus P, Paavola M, Jarvinen TL, Jozsa L, Jarvinen M. Achilles tendon injuries. *Curr Opin Rheumatol* 2001;13:150-155.
34. Jarvinen TA, Kannus P, Maffulli N, Khan KM. Achilles tendon disorders: etiology and epidemiology. *Foot Ankle Clin* 2005;10:255-266.
35. Kangas J, Pajala A, Siira P, Hamalainen M, Leppilahti J. Early functional treatment versus early immobilization in tension of the musculotendinous unit after Achilles rupture repair: a prospective, randomized, clinical study. *J Trauma* 2003;54:1171-1180.
36. Kannus P, Jozsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:1507-1525.

37. Kannus P, Jozsa L, Natri A, Jarvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports* 1997;7:67-71.
38. Karpakka J, Vaananen K, Virtanen P, Savolainen J, Orava S, Takala TE. The effects of remobilization and exercise on collagen biosynthesis in rat tendon. *Acta Physiol Scand* 1990;139:139-145.
39. Kasashima Y, Smith RK, Birch HL, Takahashi T, Kusano K, Goodship AE. Exercise-induced tendon hypertrophy: cross-sectional area changes during growth are influenced by exercise. *Equine Vet J Suppl* 2002:264-268.
40. Kawakami Y, Abe T, Fukunaga T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *J Appl Physiol* 1993;74:2740-2744.
41. Kearney RS, McGuinness KR, Achten J, Costa ML. A systematic review of early rehabilitation methods following a rupture of the Achilles tendon. *Physiotherapy* 2012;98:24-32.
42. Khan RJ, Fick D, Keogh A, Crawford J, Brammar T, Parker M. Treatment of acute achilles tendon ruptures. A meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:2202-2210.
43. Kubo K, Akima H, Kouzaki M, Ito M, Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. Changes in the elastic properties of tendon structures following 20 days bed-rest in humans. *Eur J Appl Physiol* 2000;83:463-468.
44. Kubo K, Kanehisa H, Azuma K, Ishizu M, Kuno SY, Okada M, Fukunaga T. Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women. *Int J Sports Med* 2003;24:125-130.
45. Leppilahti J, Puranen J, Orava S. Incidence of Achilles tendon rupture. *Acta Orthop Scand* 1996;67:277-279.
46. Leppilahti J, Forsman K, Puranen J, Orava S. Outcome and prognostic factors of achilles rupture repair using a new scoring method. *Clin Orthop Relat Res* 1998:152-161.
47. Lieber RL, Friden J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve* 2000;23:1647-1666.
48. Lieber RL. *Skeletal Muscle Structure, Function and Plasticity: The Physiological Basis of Rehabilitation*; 2002.
49. Longo UG, Ronga M, Maffulli N. Acute ruptures of the Achilles tendon. *Sports Med Arthrosc* 2009;17:127-138.
50. Maffulli NAL. *The achilles tendon*. First ed. London; 2007.

51. Maffulli N. Rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:1019-1036.
52. Maffulli N, Tallon C, Wong J, Lim KP, Bleakney R. Early weightbearing and ankle mobilization after open repair of acute midsubstance tears of the achilles tendon. *Am J Sports Med* 2003;31:692-700.
53. Maffulli N, Tallon C, Wong J, Lim KP, Bleakney R. No adverse effect of early weight bearing following open repair of acute tears of the Achilles tendon. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2003;43:367-379.
54. Magnusson SP, Hansen M, Langberg H, Miller B, Haraldsson B, Westh EK, Koskinen S, Aagaard P, Kjaer M. The adaptability of tendon to loading differs in men and women. *Int J Exp Pathol* 2007;88:237-240.
55. Majewski M, Schaeren S, Kohlhaas U, Ochsner PE. Postoperative rehabilitation after percutaneous Achilles tendon repair: early functional therapy versus cast immobilization. *Disabil Rehabil* 2008;30:1726-1732.
56. Metzl JA, Ahmad CS, Levine WN. The ruptured Achilles tendon: operative and non-operative treatment options. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2008;1:161-164.
57. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg* 2009;8:336-341.
58. Moher D, Cook DJ, Eastwood S, Olkin I, Rennie D, Stroup DF. Improving the Quality of Reports of Meta-Analyses of Randomised Controlled Trials: The QUOROM Statement. *Onkologie* 2000;23:597-602.
59. Moller M, Kalebo P, Tidebrant G, Movin T, Karlsson J. The ultrasonographic appearance of the ruptured Achilles tendon during healing: a longitudinal evaluation of surgical and nonsurgical treatment, with comparisons to MRI appearance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10:49-56.
60. Moritani T, deVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med* 1979;58:115-130.
61. Mortensen HM, Skov O, Jensen PE. Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:983-990.
62. Narici M, Cerretelli P. Changes in human muscle architecture in disuse-atrophy evaluated by ultrasound imaging. *J Gravit Physiol* 1998;5:73-74.

63. Narici M. Human skeletal muscle architecture studied in vivo by non-invasive imaging techniques: functional significance and applications. *J Electromyogr Kinesiol* 1999;9:97-103.
64. Narici M, Kayser B, Barattini P, Cerretelli P. Effects of 17-day spaceflight on electrically evoked torque and cross-sectional area of the human triceps surae. *Eur J Appl Physiol* 2003;90:275-282.
65. Nestorson J, Movin T, Moller M, Karlsson J. Function after Achilles tendon rupture in the elderly: 25 patients older than 65 years followed for 3 years. *Acta Orthop Scand* 2000;71:64-68.
66. Nigg BM, Herzog, W. *Biomechanics of the musculo-skeletal system*. Toronto; 1999.
67. Pai M, McCulloch M, Gorman JD, Pai N, Enanoria W, Kennedy G, Tharyan P, Colford JM, Jr. Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. *Natl Med J India* 2004;17:86-95.
68. Pajala A, Kangas J, Ohtonen P, Leppilahti J. Rerupture and deep infection following treatment of total Achilles tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84:2016-2021.
69. Reeves ND, Maganaris CN, Ferretti G, Narici MV. Influence of 90-day simulated microgravity on human tendon mechanical properties and the effect of resistive countermeasures. *J Appl Physiol* 2005;98:2278-2286.
70. Robinson KA, Dickersin K. Development of a highly sensitive search strategy for the retrieval of reports of controlled trials using PubMed. *Int J Epidemiol* 2002;31:150-153.
71. Sale DG. *Neural Adaptation to Strength Training*. Volume III. Oxford: Blackwell Science; 2003.
72. SAMPAIO R, MANCINI, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Rev Bras Fisioter* 2007;11:83-89.
73. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res* 2010;24:2857-2872.
74. Sharma P, Maffulli N. Tendon injury and tendinopathy: healing and repair. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:187-202.
75. Sheehan FT. The 3D in vivo Achilles' tendon moment arm, quantified during active muscle control and compared across sexes. *J Biomech* 2012;45:225-230.

76. Sousa MR, Ribeiro AL. Systematic review and meta-analysis of diagnostic and prognostic studies: a tutorial. *Arq Bras Cardiol* 2009;92:229-245.
77. Suarez-Almazor ME, Belseck E, Homik J, Dorgan M, Ramos-Remus C. Identifying clinical trials in the medical literature with electronic databases: MEDLINE alone is not enough. *Control Clin Trials* 2000;21:476-487.
78. Suchak AA, Spooner C, Reid DC, Jomha NM. Postoperative rehabilitation protocols for Achilles tendon ruptures: a meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2006;445:216-221.
79. Tabary JC, Tabary C, Tardieu C, Tardieu G, Goldspink G. Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. *J Physiol* 1972;224:231-244.
80. Thompson TC. A test for rupture of the tendo achillis. *Acta Orthop Scand* 1962;32:461-465.
81. Trudel G, Koike Y, Ramachandran N, Doherty G, Dinh L, Lecompte M, Uthoff HK. Mechanical alterations of rabbit Achilles' tendon after immobilization correlate with bone mineral density but not with magnetic resonance or ultrasound imaging. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1720-1726.
82. Urlando A, Hawkins D. Achilles tendon adaptation during strength training in young adults. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1147-1152.
83. Vaz MA, Fração VB, Pressi MAS, Scheeren EM. Adaptação funcional do sistema musculoesquelético a demandas funcionais específicas: o caso dos movimentos repetitivos no trabalho. *Saúde e Trabalho no Rio Grande do Sul: Realidade, Pesquisa e Intervenção* 2004:215-267.
84. Wernbom M, Augustsson J, Thomee R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Med* 2007;37:225-264.
85. Wong J, Barrass V, Maffulli N. Quantitative review of operative and nonoperative management of Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med* 2002;30:565-575.
86. Wren TA, Yerby SA, Beaupre GS, Carter DR. Mechanical properties of the human achilles tendon. *Clin Biomech* 2001;16:245-251.
87. Yasuda K, Hayashi K. Changes in biomechanical properties of tendons and ligaments from joint disuse. *Osteoarthritis Cartilage* 1999;7:122-129.

88. Yotsumoto T, Miyamoto W, Uchio Y. Novel approach to repair of acute achilles tendon rupture: early recovery without postoperative fixation or orthosis. *Am J Sports Med* 2010;38:287-292.