Nathalie Ferrari Bechara Andere

**Fatores clínicos e biomecânicos associados com a
tendinopatia de calcâneo em corredores fundistas**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Mestre em Ciências

Programa de Fisiopatologia Experimental
Orientadora: Profa. Dra. Júlia Maria D' Andrea Greve

São Paulo

2016

Nathalie Ferrari Bechara Andere

**Fatores clínicos e biomecânicos associados com a
tendinopatia de calcâneo em corredores fundistas**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Mestre em Ciências

Programa de Fisiopatologia Experimental
Orientadora: Profa. Dra. Júlia Maria D' Andrea Greve

São Paulo

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Andere, Nathalie Ferrari Bechara

Fatores clínicos e biomecânicos associados com a tendinopatia de calcâneo em corredores fundistas / Nathalie Ferrari Bechara Andere. -- São Paulo, 2016.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Fisiopatologia Experimental.

Orientadora: Júlia Maria D'Andrea Greve.

Descritores: 1.Tendinopatia 2.Tendão do calcâneo 3.Corrida 4.Força de reação do solo 5.Fenômenos biomecânicos 6.Tornozelo 7.Força muscular

USP/FM/DBD-464/16

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação àqueles que sempre estiveram ao meu lado e não medem esforços para a minha felicidade.

A Deus, por tornar essa realização possível, me guiar e proteger todos os dias no melhor caminho.

À minha família, que sempre me apoiou e ajudando no que fosse possível. Aos meus avós, a quem estimo enorme carinho e que possibilitaram a minha formação em fisioterapia. Só estou aqui por causa deles.

À minha mãe, que sempre batalhou e que me mostra através do seu exemplo como ser uma pessoa melhor, de bem, guerreira e otimista em qualquer situação.

Ao meu irmão, que mesmo me provocando e brigando desde criança, sempre se preocupa com meu bem estar, é meu suporte, e sei que posso contar para tudo.

E ao meu marido Daniel, a quem não tenho palavras para agradecer tudo que fez por mim, me ajudando e apoiando desde o início da graduação. Esteve ao meu lado em todas as horas, sempre disposto a me ajudar. Que, nos momentos de preocupação, me alegrou com palavras otimistas e mostrou sua admiração por este trabalho feito com muito carinho. É impossível externar o tamanho do meu imenso amor e gratidão por você.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Dra. Júlia, que se tornou mais que minha orientadora: é a grande mentora de minha vida acadêmica. Que demonstra tanta dedicação aos pacientes e alunos e é um grande exemplo como professora, médica e pessoa. Sinto-me privilegiada por poder aprender um pouco dos seus ensinamentos.

Ao dr. Alexandre Leme Godoy dos Santos, por contribuir de forma tão especial para este trabalho, avaliando todos os pacientes e dando sugestões de melhorias. Por contribuir também com o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

À Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, por me proporcionar meios necessários para realização deste trabalho dentro de uma instituição extremamente importante.

Aos funcionários do setor de Ressonância Magnética Martha, Mériellem e Daniel, pelo agendamento e realização dos exames, seguindo rigorosamente o horário para que fossem conciliados com o restante da rotina da pesquisa.

Aos funcionários da Pós-Graduação em Ciências (Fisiopatologia Experimental) Vanda e Igor, pelo auxílio, paciência e atenção.

Agradeço aos funcionários do Laboratório de Estudos do Movimento Edna, Adriana, Sarah e José, sempre auxiliando no que fosse preciso. Agradeço em especial ao Marcelo e ao André pela contribuição nos testes isocinéticos, sempre com boa vontade para me ajudar, e também por me ensinarem com suas experiências.

Um grande agradecimento aos amigos e pesquisadores do Laboratório de Estudos do Movimento. À Angélica, por passar seus conhecimentos e pela disposição para ajudar, se importando realmente com meu aprendizado e sempre mostrando sua preocupação pelo próximo.

À Natália, que contribuiu de forma exemplar desde a elaboração deste projeto e se mostrou presente em todos os momentos de necessidade, com

paciência e dedicação. Agradeço também pela amizade, carinho e companheirismo.

Meu muito obrigada às queridas amigas e alunas do Laboratório Cícera, Ellen e Marília por todas as conversas, risadas, desabafos e reflexões. Esse apoio fez toda a diferença.

À minha grande amiga Fernanda, por estar comigo em todos os momentos, sejam alegres ou tristes, me dando forças e acreditando sempre em mim.

À Cristina, um grande exemplo para mim como fisioterapeuta e pesquisadora, pelo auxílio em muitos momentos nessa caminhada.

Aos meus amados sogros Valdir e Cleibe e ao meu cunhado Danilo, que me acolheram em sua família e me incentivaram na minha formação. Obrigada pelo carinho, cuidado e imenso amor que vocês têm comigo.

Agradeço grandemente ao professor Luis Mochizuki, que realizou parte da análise estatística de forma brilhante, com muita competência.

Ao Henry Dan Kyiomoto, que me acompanha desde a graduação, agradeço pelas orientações, ensinamentos e incentivo na minha vida acadêmica.

À minha banca de qualificação, professores José Eduardo Pompeu, Raquel Aparecida Casarotto e Guilherme Brech, pelas grandes contribuições para a melhoria do trabalho.

Aos meus pacientes do consultório pela força, em especial Ana Carolina, Vera, Susy e Idê, pela compreensão por minhas inúmeras ausências, pelo carinho e torcida.

A todos os voluntários desta pesquisa, que aceitaram gentilmente participar e permitiram que o estudo fosse realizado.

Por fim, agradeço a FAPESP e CAPES pelo suporte financeiro providenciado para que pudesse me dedicar e para que a pesquisa fosse realizada com o material adequado.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”.
(Marcel Proust)

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com List of Journals Indexed in Index Medicus.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivos específicos	4
3. REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1. Anatomia e função do tendão calcâneo	5
3.2. Fisiopatologia da lesão do tendão do calcâneo	6
3.3. Quadro clínico	7
3.4. Fatores biomecânicos relacionados com a tendinopatia de calcâneo	8
3.4.1 Avaliação cinética	9
3.4.2 Avaliação isocinética	11
4. MÉTODOS.....	13
4.1. Casuística.....	13
4.1.1. Cálculo Amostral.....	13
4.1.2. Caracterização da amostra	13
4.1.3. Critérios de inclusão	14
4.1.4. Descrição da casuística	15
4.2. Metodologia de Avaliação.....	16
4.2.1. Questionário Inicial	16
4.2.2. Avaliação médica.....	16
4.2.3. Análise cinética da corrida na plataforma de força	17
4.2.4. Dinamometria isocinética	19
4.3. Processamento dos dados e análise estatística	21
5. RESULTADOS.....	23
5.1. Questionário Qualitativo VISA-A.....	23
5.2. Ankle-Hindfoot Scale (AOFAS)	23
5.3. Avaliação Cinética	24
5.4. Avaliação Isocinética	25

6. DISCUSSÃO	29
6.1 Avaliação clínica	29
6.2 Avaliação cinética	30
6.3. Avaliação isocinética	33
6.3.1. Avaliação força muscular (60º/segundo)	34
6.3.2. Avaliação da potência e resistência muscular (120º/segundo)	35
6.4 Considerações finais e limitações	39
7. CONCLUSÃO	41
8. ANEXOS	42
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos sujeitos do Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredor	15
Tabela 2. Dados descritivos do tempo e volume de treinamento dos corredores do Grupo Tendinopatia de Calcâneo e Grupo Corredores Controle.....	15
Tabela 3. Valores da Escala AOFAS – <i>Ankle-Hindfoot Scale</i> no Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores.....	23
Tabela 4. Variáveis cinéticas da força vertical de reação do solo: força máxima, média das forças, força correspondente à máxima desaceleração, aceleração ao longo do eixo vertical, e impulso inicial e total na plataforma de força durante a corrida, nos Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores	24
Tabela 5. Parâmetros da dinamometria isocinética dos flexores dorsais e flexores plantares no modo concêntrico e excêntrico na velocidade de 60º/ segundo: pico de torque e corrigido pelo peso corporal, trabalho total e relação agonista-antagonista e relação concêntrico/ excêntrico dos flexores plantares no Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores.	25
Tabela 6. Parâmetros da dinamometria isocinética dos flexores dorsais e flexores plantares: pico de torque corrigido pelo peso corporal, trabalho total, tempo de aceleração, tempo de desaceleração e relação agonista-antagonista a 120º/segundo, no modo concêntrico e excêntrico, no Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Força vertical da reação do solo e cinemática para três contatos do pé na velocidade $3,5 \text{ m.s}^{-1}$ do mesmo corredor	10
Figura 2. Avaliação da força de reação do solo na plataforma de força	18
Figura 3. Força de reação do solo durante corrida de 3.5 m.s^{-1} durante apoio com retropé (A) e apoio com antepé (B)	19
Figura 4. Posicionamento do paciente durante a avaliação isocinética	20

LISTA DE SIGLAS, ABREVIações E SÍMBOLOS

AOFAS *Ankle-Hindfoot Scale*

GTC grupo tendinopatia de calcâneo

GCC grupo de corredores controle

GNC grupo de não corredores

FRS força de reação do solo

H Homens

M Mulheres

CINAHL Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature

VISA-A Victorian Institute Of Sports Assessment – Achilles Questionnaire

CAPPesq Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

MC massa corpórea

IMC índice de massa corpórea

AMTI Advance Mechanical Technology Incorporated

A/D Analógico para digital

DP desvio padrão

PACE minutos por quilômetro

Fz componente vertical da força de reação do solo

Imp impulso

Fz Max força máxima ao longo do eixo vertical

Fz Avg média das forças ao longo do eixo vertical

Fz MD força correspondente à máxima desaceleração ao longo do eixo vertical

Fz MAccel. força correspondente à máxima aceleração ao longo do eixo vertical

Imp50 Impulso nos primeiros 50milissegundos de contato

ImpTotal curva força versus tempo durante a fase de contato

N. N-1 Newton normalizado pelo peso corporal

PT pico de torque

PC peso corporal

PTPC pico de torque normalizado pelo peso corporal

TW Trabalho total

AT tempo de aceleração

DT tempo de desaceleração

FP Flexores plantares

FD Flexores dorsais

FD/FP Flexores dorsais/flexores plantares

CO. Concêntrico

ECC. Excêntrico

CO.FP/ECC.FP relação concêntrico/excêntrico dos flexores plantares

ANOVA Análise de Variância

SPSS Statistical Package for Social Science

HCFMUSP Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Ed. Edição

° grau

m.s⁻¹ metros por segundo

s segundos

% por cento

Nm Newtons.metros

Km quilômetros

m metros

kg quilogramas

m² metros quadrados

Hz Hertz

cm centímetros

> maior que

< menor que

= igual a

RESUMO

Andere NFB. Fatores clínicos e biomecânicos associados com a tendinopatia de calcâneo em corredores fundistas [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

OBJETIVO: Avaliar características clínicas, componente vertical da força de reação do solo e função muscular de flexores plantares e dorsais do tornozelo em corredores com e sem tendinopatia de calcâneo, e em indivíduos não corredores. **MÉTODOS:** Setenta e dois indivíduos (42H: 30M, idade $37,3 \pm 9,9$ anos) foram divididos em três grupos: grupo tendinopatia de calcâneo (GTC, n=24), grupo de corredores controle (GCC, n=24), e grupo de não corredores (GNC, n=24), sendo que em cada grupo ambos os tornozelos foram avaliados. A AOFAS ankle-hindfoot score, parâmetros da força de reação do solo e dados isocinéticos foram avaliados usando plataformas de força e dinamômetro isocinético. **RESULTADOS:** A AOFAS ankle-hindfoot score foi significativamente menor no GTC. A FRS foi igual entre os grupos, porém o impulso vertical inicial foi maior no GTC que GCC e GNC. Não houve diferenças para o impulso total. O GTC demonstrou menor trabalho total na velocidade 120°/s que GCC. Não houve diferenças para as outras variáveis isocinéticas entre GTC e GCC, apenas em relação ao GNC. **CONCLUSÃO:** Os corredores com tendinopatia de calcâneo têm maior impacto no momento de aterrissagem, menor resistência muscular dos flexores plantares e maior comprometimento clínico e funcional. A associação do maior impulso e menor resistência pode ser um fator predisponente e mantenedor para lesão no tendão calcâneo em corredores de longa distância.

Descritores: Tendinopatia; Tendão do calcâneo; Corrida; Força de reação do solo; Fenômenos biomecânicos; Tornozelo; Força muscular.

ABSTRACT

Andere NFB. Clinical and biomechanical factors associated with Achilles tendinopathy in long distance runners [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2016.

OBJECTIVE: To evaluate the clinical characteristics, vertical component of the ground reaction force and muscle function of plantar flexors and dorsiflexors of the ankle in runners with and without Achilles tendinopathy and in non-runners. **METHODS:** Seventy-two subjects (42 M: 30W, 37.3±9.9 years old) were divided into three groups: Achilles Tendinopathy Group (GTC, n=24), Runners Control Group (GCC, n=24) and Non-Runners Group (GNC, n=24), in which both ankles were evaluated in each group. The American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score, parameters of ground reaction force, and isokinetic data were evaluated by means of force platforms and isokinetic dynamometer. **RESULTS:** The AOFAS ankle-hindfoot score was significantly lower in the GTC. The GRF was similar between the groups; however, the initial vertical impulse was higher in the GTC than in the GCC and GNC. There were no differences regarding the total impulse. The GTC presented lower total work in the 120°/s speed than the GCC. There were no differences regarding the other isokinetic variables between the GTC and GCC, only regarding the GNC. **CONCLUSION:** Runners with Achilles tendinopathy show higher impact at the moment of landing, lower muscle endurance of plantar flexors and higher clinical and functional damage. The association between higher impulse and lower endurance could be a predisposing and maintaining factor for Achilles tendon injury in long distance runners.

Descriptors: Tendinopathy; Achilles tendon; Running; Ground reaction force; Biomechanical phenomena; Ankle; Muscle strength.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas duas décadas, houve um aumento do número de corredores, assim como da intensidade da corrida, fator importante para a ocorrência de lesões por sobrecarga e uso repetitivo.¹

Cinquenta por cento das lesões no esporte são causadas por sobrecarga e nos corredores está relacionada ao uso excessivo. O local mais acometido é o membro inferior distribuindo-se pela perna (20%), tornozelo (15%) e pé (15%). As lesões mais frequentes por uso excessivo e sobrecarga são: tendinopatias, fratura por estresse, síndrome compartimental de esforço e síndrome do estresse tibial medial.²

As tendinopatias são muito frequentes nos esportistas e respondem por 30-50% de todas as lesões relacionadas ao esporte³ e os principais achados clínicos são dor, edema local e prejuízo no desempenho.¹

As tendinopatias do pé e tornozelo são comuns e variam de acordo com o tipo de lesão: tendinite (inflamação), tendinose (degeneração) e as rupturas parciais e completas. Dentre os tendões do pé e tornozelo, os mais acometidos por lesão por sobrecarga são: calcâneo (Aquiles), tibial posterior, fibular curto e fibular longo², destacando-se pela gravidade e frequência a lesão do tendão calcâneo.⁴

Murray et al.⁵ em revisão da literatura verificaram quais as principais lesões em 25 tipos de esportes. A corrida foi o esporte que mais causou lesão (16%). Setenta e três por cento das lesões foram em membros inferiores, sendo que a tendinopatia de calcâneo foi a segunda mais frequente (6% de todas as lesões).

A etiologia ainda não é perfeitamente conhecida, mas a somatória de múltiplas condições tem sido referida pela associação de fatores intrínsecos e extrínsecos.^{1,6-9} Os principais fatores intrínsecos são: pouca vascularização, excesso de peso^{6,10}, envelhecimento, sexo masculino, altura^{1,6,9,11}, desalinhamento dos membros inferiores^{4,9,10}, disfunção e fraqueza dos flexores plantares^{1,4,6,10,12-15}, diminuição da flexibilidade, pronação excessiva, pés cavos e instabilidade lateral do tornozelo.^{4,6,12,13,16} Os fatores extrínsecos são

sobrecarga externa durante a corrida causada pelos calçados, tipo de superfície, condições ambientais e equipamentos^{10,11,13}, erros de treinamento como distância, intensidade, ritmo da corrida, técnica e fadiga^{1,10,11}, destacando-se que os erros de treinamento estão presentes em 60-80% das lesões esportivas por sobrecarga⁴.

Os homens com 30 ou mais anos são mais vulneráveis.^{6,17} McCrory et al.¹⁵ e Knobloch et al.¹⁸ demonstraram que quanto maior o tempo de prática (número de anos) de corrida maior o risco de lesões. Mazzone et al.¹⁹ e Ginckel et al.¹⁶ referem que a intensidade do treinamento também está relacionada ao risco de lesão, mesmo em corredores jovens. As lesões do tendão calcâneo estão entre os grandes fatores de limitação da atividade para atletas de todos os níveis³, além do impacto negativo sobre a saúde e bem-estar. O tratamento inicial é conservador, mas Paavola et al.²⁰ referem tratamento cirúrgico em 29% dos casos de tendinopatia de calcâneo.

A primeira análise dinâmica da corrida de qualidade foi publicada por Cavanagh e LaFortune em 1980, mas ainda que muito se tenha evoluído, lacunas ainda permanecem em relação à ação dos flexores plantares durante a corrida.²¹

Munteanu e Barton⁸, em revisão sistemática em 2011, mostraram que há diferenças biomecânicas na corrida de atletas com e sem tendinopatia de calcâneo, com relação à cinemática dos membros inferiores, à pressão plantar e à força de reação ao solo, além de diferenças na atividade dos flexores plantares. Além disso, referem falta de evidências pelo número limitado de estudos de qualidade.

A avaliação biomecânica da atividade músculo-tendínea dos flexores plantares pode trazer informações úteis para o entendimento dos fatores associados com a lesão e para o tratamento mais adequado²², pois as propriedades mecânicas do tendão são importantes na manutenção do movimento e função.^{23,24} A avaliação do torque muscular pela dinamometria isocinética traz informações sobre a dinâmica muscular e o equilíbrio da ação muscular dos grupos agonista e antagonista durante a ação concêntrica e excêntrica.²⁵

A avaliação cinética da corrida na plataforma de força dimensiona o efeito da lesão tendinosa na dinâmica do pé e tornozelo, durante a fase de apoio.^{15,26} A evolução da força de reação do solo ao longo do tempo na fase de apoio da corrida pode mostrar o comportamento do tendão calcâneo durante a corrida.²⁷

Ainda existem dúvidas sobre o efeito dos fatores mecânicos na etiopatogenia e evolução das lesões do tendão calcâneo nos corredores⁸, apesar dos grandes avanços no diagnóstico por imagem, cirurgias e reabilitação. A ausência de evidências sobre os efeitos da corrida e a ação da unidade músculo-tendínea justificam novos trabalhos na área que analisem a função muscular (dinamometria isocinética) e a cinética da corrida (plataforma de força) dos corredores com e sem lesão do tendão calcâneo. A melhor compreensão desses mecanismos pode trazer ferramentas para a reabilitação e prevenção da lesão.

Assim, a hipótese deste estudo é de que os corredores com lesão do tendão calcâneo têm perda funcional no desempenho esportivo e nas atividades da vida diária, com diminuição dos parâmetros de força e resistência muscular quando comparados com os corredores sem lesão. As perdas funcionais estariam relacionadas com alterações da força de reação do solo, principalmente na componente vertical e impulso durante toda a fase de apoio.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar as diferenças biomecânicas em relação à função muscular e cinética da corrida em atletas corredores com e sem lesão do tendão do calcâneo.

2.1. Objetivos específicos

Avaliar nos atletas corredores com e sem lesão do tendão do calcâneo:

- Variáveis clínicas e funcionais;
- Parâmetros da dinamometria isocinética (torque, potência e resistência);
- Força de reação do solo (F_z), impulso e tipo de contato na fase de apoio da corrida.

3. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão sobre tendinopatia de calcâneo em corredores foi realizada com busca nas bases de dados Pubmed, Scielo, Embase, CINAHL, Cochrane e foram utilizadas as palavras-chaves “tendinopatia”, “tendão calcâneo”, “biomecânica” e “corrida”.

3.1. Anatomia e função do tendão calcâneo

O tendão calcâneo é o tendão mais forte do corpo humano.^{10,15} Insere os músculos gastrocnêmio e soleus (flexores plantares) na tuberosidade do calcâneo e produz uma área de alto estresse de dois a seis centímetros acima da inserção do tendão distal.¹⁵ Existem dois tipos de inserção: tipo 1 – duas aponeuroses se juntam dois centímetros antes da inserção no calcâneo e tipo 2 - a aponeurose do gastrocnêmio se insere na aponeurose do soleus. As fibras do tendão calcâneo formam uma espiral a 90°, que facilita o estiramento do tendão e aumenta o efeito das suas propriedades elásticas durante a locomoção.²³ O tendão tem uma vascularização pobre, fato que pode contribuir para a ocorrência de lesões.¹⁵

A unidade funcional músculo-tendínea deve ser considerada de forma integrada²⁸, pois o trabalho mecânico muscular depende da interação entre os componentes contráteis do músculo e elásticos do tendão.²⁹ Os tendões melhoram o desempenho muscular nas atividades locomotoras.²⁸

Durante a locomoção, os flexores plantares do tornozelo agem de forma quase isométrica (comprimento constante) ou concêntrica (encurtamento), mas a unidade musculo-tendínea age de forma excêntrica. O alongamento do tendão é importante para o movimento do pé durante a fase de apoio e transferência anterior do peso do corpo. O tendão é composto por material elástico, capaz de armazenar a energia durante o alongamento da fase de toque do calcâneo. A energia é devolvida ao sistema na fase final do apoio, quando o tendão e toda a unidade musculotendínea se encurtam rapidamente.²⁹ O uso da energia da deformação elástica dos tendões seria

uma forma de tornar os músculos mais eficientes durante movimentos cíclicos, como a marcha.²⁸

Licthwark et al.²⁹, em 2006, avaliaram a interação dos componentes contráteis e elásticos nas mudanças do comprimento do músculo gastrocnêmio medial e do tendão calcâneo, durante a caminhada e corrida. A interação do músculo gastrocnêmio com o tendão calcâneo varia de acordo com a marcha e graus de inclinação, mas o comprimento do fascículo, no qual a força é desenvolvida, varia com a inclinação. Para manter o padrão de contração muscular, o tendão calcâneo e outros elementos elásticos devem ser tensionados de forma substancial, aumentando a velocidade de contração das fibras musculares e a potência gerada.

3.2. Fisiopatologia da lesão do tendão do calcâneo

A etiologia, patogênese e curso natural da tendinopatia de calcâneo não são ainda totalmente conhecidos^{10,23,30,31}, fato que gera uma plethora de tratamentos, nem sempre totalmente embasados em evidências científicas.^{28,32}

De patogênese ainda obscura, as lesões dos tendões podem ser agudas ou crônicas. Atualmente, é considerada multifatorial: uso excessivo, deficiência de vascularização, falta de flexibilidade, constituição genética, sexo, fatores endócrinos ou metabólicos²³, normalmente havendo a interação entre fatores intrínsecos e extrínsecos isolados ou combinados.^{13,33}

Um dos mecanismos de lesão mais aceitos é o efeito “chicotada” causado pelas transições rápidas e repetidas de pronação para a supinação e vice versa, durante a fase de apoio. Imediatamente após o pé fazer contato com o solo na posição supinada, ocorre uma pronação durante o desenvolvimento do apoio, seguida por nova supinação na fase final do apoio.^{13,15,23} Além disso, se o pé permanece na posição pronada na fase de apoio, após o início da extensão do joelho, há uma torção da tibia (rotação lateral no joelho e medial no pé) que também torce o tendão do calcâneo, predispondo-o à lesão. A pronação excessiva pode ser um fator de compensação para uma série de anormalidades anatômicas, como o pé cavo ou alinhamento em varo da

extremidade inferior, já que o antepé varo é visto em muitos pacientes com problemas no tendão calcâneo.^{15,23,31}

Outro mecanismo descrito na lesão por esforço excessivo do tendão do calcâneo é a contração excêntrica do tríceps sural durante a fase de apoio. Smart et al.³⁴ afirmam que, no momento do impacto com o solo, os músculos da panturrilha sofrem um encurtamento rápido, seguido por um alongamento, quando a tíbia gira para frente sobre o pé, seguido por novo encurtamento, na fase de propulsão. Essas alternâncias rápidas de direção das ações musculares podem causar microtraumas no tendão.

Finalmente, a diminuição da flexibilidade do tornozelo, treinamento excessivo e treinamentos em ladeira também foram sugeridos como fatores etiológicos para o aparecimento da tendinite de calcâneo.¹⁵

3.3. Quadro clínico

A tendinopatia do calcâneo é uma doença prevalente nos atletas: 11% nos corredores, 9% nos bailarinos, 14,5% em recrutas do exército e 2% em jogadores de tênis.¹³

A tendinopatia de calcâneo é encontrada em indivíduos sedentários e ativos e causa dor, incapacidade e comprometimento do desempenho esportivo³⁵, mas é mais frequente nos corredores recreativos do sexo masculino com idade entre 35 e 45 anos.^{10,35,36} A tendinopatia de calcâneo é uma condição degenerativa e não inflamatória que evolui de forma insidiosa, sendo frequente e muito incapacitante para os corredores.²³

Dor é o sintoma mais comum e se agrava com a atividade. Nos estágios iniciais, a rigidez matinal pode ser o único sintoma, mas com evolução da doença, a dor se torna mais frequente e pode ocorrer mesmo em repouso.¹⁵

Há diminuição da amplitude de movimento do tornozelo, edema local e fraqueza durante a corrida e marcha e nos casos avançados surgem nodulações na área afetada.¹⁵

O maior problema dos pacientes com tendinopatia de calcâneo é a limitação para as atividades esportivas, mas com pouca repercussão nas

atividades de vida diária. O objetivo do tratamento é o retorno do paciente para o nível de atividade física sem dor residual.³⁰

O VISA-A (*The Victorian Institute Of Sports Assessment – Achilles Questionnaire*) é um questionário validado, confiável, específico para tendinopatia do calcâneo e direcionado para praticantes de atividade física. É composto por oito questões preenchidas pelo próprio paciente e fornece o nível de gravidade dos sintomas de acordo com a dor, atividade de vida diária e prática esportiva em uma escala de 0 a 100. Quanto menor a pontuação maior a gravidade.^{37,38,39}

Longo et al. (2009) não encontraram influência da idade, sexo, peso, altura ou impacto no desenvolvimento de tendinopatia de calcâneo na avaliação de 158 atletas de atletismo através do questionário VISA-A.⁷

O AOFAS “*Ankle-Hindfoot Scale*” é um protocolo específico para avaliação clínica e funcional do tornozelo e retropé e é usado na lesão do tendão calcâneo.⁴⁰ São avaliados nove itens, distribuídos em três categorias: dor (40 pontos), aspectos funcionais (50 pontos) e alinhamento (10 pontos), que somam 100 pontos. Quanto maior a pontuação, menor a gravidade da lesão.⁴⁰ Este questionário necessita ser aplicado por um especialista na área e possibilita a comparação entre diferentes populações.

3.4. Fatores biomecânicos relacionados com a tendinopatia de calcâneo

McCrory et al.¹⁵, em 1999, avaliaram a força e resistência muscular isocinética, força de reação do solo e variáveis do movimento do retropé em corredores com tendinopatia de calcâneo. Referem que o pico de torque da flexão plantar, ângulo de aterrissagem, grau de pronação e tempo de prática de corrida foram os principais fatores discriminadores entre corredores saudáveis e com lesão. Azevedo et al.⁴¹, em 2009, criticam o estudo de McCrory et al. (1999), pela falta de análise tridimensional da cinemática do quadril e joelho e referem diferenças nas cargas internas (atividade muscular) nos corredores com e sem tendinopatia de calcâneo, ainda que a cinética tenha sido semelhante nos dois grupos.

Pesquisas feitas com eletromiografia e análise cinemática tridimensional da corrida demonstram que o aumento da eversão da articulação subtalar (pronação) parece ser uma alteração importante na biomecânica da corrida em indivíduos com tendinopatia de calcâneo.^{8,35,42-44}

Baur et al.⁴², em 2011, avaliaram 60 corredores, sendo 30 com e 30 sem tendinopatia de calcâneo usando eletromiografia de superfície. A tendinopatia do calcâneo não altera o controle neural pré-programado, mas pode levar à deficiência mecânica dos membros inferiores durante a fase de apoio com perda da estabilidade da articulação. A fase de pré-ativação dos músculos gastrocnêmios foi igual nos dois grupos, mas tiveram redução do sinal eletromiográfico no início e no final da fase de apoio durante a corrida.

Ryan et al.³⁵, em análise cinemática tridimensional em 2009, referem deslocamento em eversão da articulação subtalar na fase de apoio da corrida com hiperpronação nos indivíduos com tendinopatia de calcâneo.

3.4.1 Avaliação cinética

Desde os anos 70, a força de reação do solo (FRS) tem sido usada por vários pesquisadores para quantificar a força externa durante o movimento humano na marcha e corrida.⁴⁵ Atualmente, é um dos parâmetros mais investigados na análise da marcha e corrida.⁴⁶

Dois dos exemplos mais comuns da terceira lei de Newton, “a toda ação corresponde uma reação de igual intensidade em sentido oposto”, são a marcha e a corrida humana. Quando o pé do indivíduo atinge o chão, aplica uma força sobre o solo, que responde com uma força de reação da mesma magnitude em direção oposta.⁴⁷

A força de reação do solo é avaliada pela plataforma de força e tem três componentes: médiolateral (X), anteroposterior (Y) e vertical (Z).^{46,48} O componente vertical da FRS é o mais significativo da corrida²⁷ porque é o de maior magnitude. Na corrida, é maior que a massa corporal do indivíduo de acordo com a velocidade, e é caracterizado por dois picos e um vale entre eles.^{46,49} O primeiro pico, do impacto inicial, ocorre nos primeiros 50 milissegundos do ciclo da corrida quando o pé entra em contato com o solo.

^{45,50} Em seguida, um segundo pico, conhecido como pico ativo, ocorre durante a fase de propulsão da corrida⁵⁰, representando a força realizada para o desprendimento do pé e início da fase de balanço.⁴⁶

Na Figura 1, observa-se o movimento do pé e tornozelo durante a fase de apoio da corrida, de acordo com o tipo de aterrissagem realizado pelo corredor.⁵² Nota-se a diferença entre a magnitude do pico inicial e o pico ativo (segundo pico) de acordo com o local de apoio do calcâneo. Quando não há apoio do calcâneo não se observa o pico inicial.

FONTE: Lieberman DE, 2010.

Figura 1 - Força vertical da reação do solo e cinemática para três tipos de contatos do pé na velocidade $3,5 \text{ m.s}^{-1}$ do mesmo corredor.

Outro parâmetro importante é o impulso, calculado pela equação força versus tempo, que fornece informações sobre a força aplicada ao longo do tempo, sendo assim um importante marcador de sobrecarga durante a fase de apoio.⁵¹ É representado pela área abaixo da curva durante toda a fase de apoio (Figura 1).

Na corrida, os membros inferiores sofrem impacto repetitivo durante a fase de apoio, pois a força de reação do solo pode ser até três vezes maior que o peso corporal⁵² na velocidade de 5 m/s .⁵³ A somatória das cargas geradas pelo

movimento é apontada por muitos autores como a causa mais provável das lesões degenerativas que acometem o aparelho locomotor.⁵³ Os corredores que mostram maiores forças de impacto durante a corrida têm mais risco de desenvolver uma lesão por sobrecarga dos membros inferiores.^{54,55}

Tsuji et al.⁵⁶, em 2015, avaliaram a atividade muscular em diferentes velocidades (caminhada, trote e corrida) em indivíduos jovens saudáveis e mostraram que a força de reação do solo é maior durante a corrida que na caminhada. Azevedo et al.⁴¹, em 2009, não encontraram discriminadores cinéticos significantes ao comparar indivíduos corredores com e sem tendinite de calcâneo. Há associação do aumento da FRS com fratura de estresse da tíbia e metatarso e em pacientes com osteoartrite assimétrica de tornozelo.^{50,57}

3.4.2 Avaliação isocinética

O dinamômetro isocinético mede a força (torque) muscular e a relação agonista/ antagonista em uma articulação. Pode ser usado para diagnóstico funcional, avaliar presença de desequilíbrio na ação muscular e na reabilitação e treinamento.⁵⁸

A força (torque) muscular do tornozelo é um indicador de desempenho e preditor de lesões em populações de atletas e avalia a efetividade de um programa de reabilitação e das estratégias de intervenção.⁵⁹ A dinamometria isocinética se caracteriza pela manutenção da velocidade angular de forma constante durante todo o arco do movimento realizado.⁶⁰ Pode ser feita em diferentes velocidades e amplitudes de movimento⁶¹ e também mede a potência e resistência muscular.⁶² As velocidades menores são melhores para medir a força e as maiores medem a resistência e potência muscular.⁶³ As velocidades angulares de 60° e 120°/ segundo na avaliação isocinética dos flexores plantares estão próximas daquelas usadas nas atividades diárias como marcha e escadas.⁶⁴

Möller et al.⁶⁵, em 2005, referem que a avaliação isocinética da força e resistência muscular durante a ação concêntrica e excêntrica dos flexores plantares e dorsais é confiável e reproduzível na posição sentada e pronada.

McCrory et al.¹⁵, em 1999, relatam que o menor pico de torque de flexão plantar dos corredores na velocidade de 180º/segundo, o ângulo de aterrissagem e tempo de atividade foram os principais discriminadores entre corredores com e sem tendinopatia de calcâneo.

4. MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal controlado. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Estudos do Movimento do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina Universidade de São Paulo.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 19 de outubro de 2011, sob o protocolo de nº 0422/11 (Anexo A).

4.1. Casuística

4.1.1. Cálculo Amostral

O tamanho da amostra foi estimado com base em estudo anterior¹⁵, usando como variável o pico de torque isocinético dos flexores plantares, esperando-se encontrar uma diferença de 4,3 Nm entre os grupos corredores com e sem lesão do tendão do calcâneo, com um poder amostral de 90% e alfa bicaudal de 0,05. O número necessário de indivíduos para o estudo resultou em 24 indivíduos por grupo.

4.1.2. Caracterização da amostra

A amostra foi composta por 72 sujeitos, com idade entre 25 e 50 anos. Vinte e quatro eram corredores amadores de média e longa distância com lesão do tendão calcâneo, 24 eram corredores amadores de média e longa distância sem lesão do tendão calcâneo e 24 eram não corredores sem lesão. Foram formados três grupos: Grupo Tendinopatia de Calcâneo (GTC), Grupo Controle Corredores (GCC) e Grupo Não-Corredores(GNC).

4.1.3. Critérios de inclusão

Todos os Grupos

- Ambos os sexos;
- Adultos entre 25 e 50 anos;
- Ausência de doença neuromuscular, cardiovascular, respiratória e sistêmica referidas pelos sujeitos.

Grupo Tendinopatia Calcâneo (GTC)

- Corredores que estivessem treinando ou treinaram até sofrer a lesão no volume mínimo de 20 km/ semana por no mínimo um ano;
- Não usar nenhum tipo de medicação há 60 dias;
- Ter sofrido a lesão no tendão calcâneo há no máximo cinco anos;
- Apresentar tendinite (processo inflamatório) ou tendinose (processo degenerativo), com ausência de ruptura do tendão calcâneo vistas na ressonância nuclear magnética;
- Não ter feito tratamento cirúrgico prévio em membros inferiores;

Grupo Controle Corredor (GCC)

- Corredores que estivessem treinando o volume mínimo de 20 km/ semana por no mínimo um ano;
- Sem histórico de lesão anterior nos membros inferiores que demandou cuidados médicos ou impedimento da corrida, há no mínimo dois anos.

Grupo Controle Não Corredor (GNC)

- Sem histórico de lesões em membros inferiores há no mínimo dois anos;
- Não praticar corrida;
- Não praticar outra atividade física regular mais que três vezes por semana.

4.1.4. Descrição da casuística

A Tabela 1 mostra dados antropométricos dos três grupos (gênero, idade, massa corpórea, estatura, e índice de massa corpórea).

Tabela 1 – Características dos sujeitos do Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredor

	N	Gênero (M/F)	Idade (anos)	MC (Kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)
GTC	24	16/8	40,5 (7,5)	65,6 (9,5)	1,70 (0,1)	22,8 (2,1)
GCC	24	15/9	38,1 (6,4)	67,1 (10,2)	1,71 (0,1)	22,9 (2,1)
GNC	24	11/13	35,9 (7,3)*	66,8 (10,9)	1,69 (0,1)	23,1 (2,1)

GTC= Grupo Tendinopatia de Calcâneo; GCC= Grupo Controle Corredor; GNC= Grupo Controle Não Corredor; M/F = masculino/ feminino; MC= massa corpórea; IMC= índice de massa corpórea. Teste de normalidade Shapiro-wilk^a $p \leq 0,05$. Teste de Kruskal Wallis para Idade. ANOVA para MC, estatura e IMC. * $p \leq 0,05$ e post hoc de Bonferroni. *Idade maior GTC x GNC $p \leq 0,05$ ($p < 0,001$)

A tabela 2 descreve as características de treinamento dos corredores do Grupo Tendinopatia de Calcâneo e Grupo Controle Corredor.

Tabela 2 – Dados descritivos do tempo e volume de treinamento dos corredores do Grupo Tendinopatia de Calcâneo e Grupo Corredores Controle

	Mínimo	Média (DP)	Máximo	P
Anos de treinamento				0,702
GTC	1	12,50 (11,14)	37	
GCC	1	9,71 (8,57)	32	
Quilômetros corrida semanais				0,860
GTC	20	62,38 (36,32)	180	
GCC	20	63,42 (42,99)	210	
Dias por semana treinamento				0,484
GTC	3	4,46 (1,35)	7	
GCC	2	4,71 (1,30)	7	
PACE (minutos por quilômetro)				0,885
GTC	02:40	04:52 (01:02)	07:00	
GCC	03:00	04:55 (00:54)	06:10	
Tempo início sintomas (meses)				-----
GTC	1	16 (14)	48	
GCC	-----	-----	-----	
Pontuação VISA-A (percentagem)				-----
GTC	33	68 (19)	98	
GCC	-----	-----	-----	

GTC= Grupo Tendinopatia de Calcâneo; GCC= Grupo Corredores Controle; Teste de normalidade Shapiro-Wilk^a $p \leq 0,05$. Teste Mann-Whitney para comparação entre GTC e GCC.

4.2. Metodologia de Avaliação

Os indivíduos foram previamente agendados para a realização das avaliações em uma única sessão. Foram orientados a comparecer com traje esportivo e tênis de uso habitual. Não deveriam ter realizado atividade de alta intensidade no dia anterior e podiam se alimentar normalmente antes das sessões.

Todos os participantes foram devidamente informados sobre os procedimentos e etapas da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B).

4.2.1. Questionário Inicial

Este questionário foi usado para caracterizar a amostra e também para avaliar os critérios de inclusão.

No início da avaliação os participantes preencheram uma ficha (Anexo C) com informações sobre estatura, peso corporal, índice de massa corpórea (IMC), idade, sexo, dominância no membro inferior, hábitos de alongamento, atividade semanal, histórico de atividade esportiva (corrida), histórico de lesão nos membros inferiores.

Todos os corredores responderam sobre aspectos da corrida: distância semanal percorrida, ritmo de treino (frequência em quantidade de dias na semana), PACE (minutos por quilômetro), anos de treinamento em corrida, uso de calçado esportivo, tempo de troca do calçado esportivo e treino com acompanhamento de profissional.

Os indivíduos do GTC responderam também o questionário VISA-A (anexo E), específico para avaliar a presença e gravidade da tendinopatia de calcâneo.

4.2.2. Avaliação médica

Após a inclusão, todos os sujeitos foram submetidos ao exame de ressonância nuclear magnética do tornozelo. Após o exame, um médico

ortopedista, especialista nas doenças do pé, realizou uma avaliação clínica para diagnóstico e classificação da lesão tendinosa estudada e para constatar a ausência de lesões nos participantes dos demais grupos.

A avaliação médica foi composta por inspeção, palpação, análise do exame de imagem e aplicação da AOFAS “*Ankle-Hindfoot Scale*”, protocolo específico para avaliação clínica e funcional do tornozelo e retropé (ANEXO F).⁴⁰

4.2.3. Análise cinética da corrida na plataforma de força

A força de reação do solo foi avaliada usando duas plataformas de força (AMTI) conectadas a um computador ITAUTEC, via um conversor A/D.

As plataformas eram ligadas 30 minutos antes do início da coleta de dados para verificação da amplificação, frequência e captação dos sinais. A frequência foi 200 Hz, o tempo necessário para aquisição foi cinco segundos e esses valores foram calculados com o *software AMTI BioAnalysis*.

As plataformas (60 x 50 cm) estavam fixadas na mesma superfície do solo e cobertas por um tapete preto, de forma que os participantes não soubessem em que posição elas se encontravam durante o trajeto percorrido.⁶⁶ Para marcação do local da pista foram colocados círculos adesivos cor de laranja do lado direito e esquerdo em toda a extensão do tapete, com espaçamento de um metro entre eles, totalizando 10 círculos. As plataformas ficavam localizadas embaixo de dois dos círculos, com distância de cinco metros para o pé direito e seis metros para o pé esquerdo do ponto de partida inicial. Os dois pés eram detectados simultaneamente.

Todos os sujeitos foram pesados na própria plataforma e instruídos com relação ao posicionamento inicial. Deveriam partir, sempre, com o pé direito à frente, correr a distância predeterminada (10 metros), mantendo a velocidade normal de treino entre 3,0 e 4,0 ms⁻¹.⁴²

Figura 2 - Avaliação da força de reação do solo na plataforma de força

Para familiarização com processo de avaliação e registro de dados, todos os participantes realizaram cinco ensaios-teste prévios. Em seguida, foram feitas cinco gravações válidas para as análises.⁶⁷

O teste foi considerado válido quando o pé do corredor era apoiado totalmente na plataforma sem que houvesse alteração do estilo da corrida. Todo o processo de coleta foi monitorado pela pesquisadora, que observava cada passo e sua imagem gráfica gerada pelo computador. Foram consideradas somente as aquisições que estavam de acordo com as características de uma experiência prática válida e as demais foram descartadas.⁶⁶

Foram analisadas o componente vertical da força de reação do solo (F_z) e o impulso vertical de reação do solo (Imp), normalizados pelo peso corporal de cada indivíduo.⁶⁸

Para as variáveis de impulso de impacto as análises da F_z foram exportadas e normalizadas pelo peso corporal. Foi elaborado o gráfico do impulso usando a força de reação do solo em relação ao tempo de apoio. Foram utilizadas rotinas programadas no *software* MATLAB para estes cálculos.

Os tipos de contato de pé no apoio inicial foram classificados manualmente em apoio com retropé e apoio com antepé de acordo com a curva formada pelo gráfico, conforme figura abaixo:

FONTE: Daoud, 2012.

Figura 3- Força de reação do solo durante corrida de 3.5 m.s⁻¹ durante apoio com retropé (A) e apoio com antepé (B)

Foram utilizadas as seguintes variáveis para os resultados:

- Fz Max: força máxima ao longo do eixo vertical (Newton - N);
- Fz Avg: média das forças ao longo do eixo vertical (Newton - N);
- Fz Max Deceleration: força correspondente à máxima desaceleração ao longo do eixo vertical (Newton - N);
- Fz Max Acceleration: força correspondente à máxima aceleração ao longo do eixo vertical, expressa (Newton- N);
- Imp50: força (eixo z) versus tempo ao longo dos 50ms iniciais de contato (área abaixo curva Fz X T - Newton x segundos- N.sec);
- Imp total: força (eixo z) versus tempo durante toda a fase de apoio (Newton x segundos (N.sec);
- Tipo de contato do pé e integração com o impulso.

4.2.4. Dinamometria isocinética

Para avaliar as variáveis isocinéticas foi utilizado o dinamômetro isocinético Biodex Multi-Joint System 3 (Shirley®, NY, USA).

Os sujeitos realizaram a avaliação isocinética após a corrida na plataforma de força e, portanto, já estavam aquecidos.

O dinamômetro foi calibrado e posicionado para um desempenho ideal.⁶⁶ O eixo biológico de movimento da articulação do tornozelo foi alinhado com o eixo mecânico do dinamômetro. O joelho posicionado em 30° de flexão. A placa rígida permitia a amplitude de 20° de flexão plantar a partir da posição neutra do tornozelo.⁶⁶

O participante era mantido na posição por dois cintos torácicos e um pélvico e por faixas de velcro sobre a porção distal da coxa e área dos metatarsos na região dorsal do pé. Eram orientados a segurar nos apoios laterais da cadeira para melhor estabilidade.⁶⁶

Após o posicionamento, o voluntário foi orientado quanto ao movimento que deveria realizar. Foram realizadas três repetições submáximas para familiarização com o equipamento. Para coleta, foram feitas:

- Uma série de quatro repetições na velocidade angular de 60° / segundo e uma série de 20 repetições a 120° / segundo no modo concêntrico / concêntrico para flexão plantar e dorsal.
- Uma série de quatro repetições na velocidade angular de 60° / segundo e uma série de 20 repetições a 120° / segundo no modo concêntrico / excêntrico para flexão plantar.

Para melhor desempenho, foi dado um incentivo verbal padronizado e constante durante toda avaliação.⁶⁵

Figura 4 - Posicionamento do paciente durante a avaliação isocinética

Foram analisadas as seguintes variáveis da dinamometria isocinética:

- Pico de torque (PT): torque máximo obtido em cada série dentre todas as repetições; expresso em newton-metro (Nm);
- Pico de torque corrigido pelo peso corporal (PTPC): pico de torque expresso em percentagem do peso corporal do indivíduo (%);
- Trabalho total (TW): soma do trabalho muscular de todas as repetições; expresso em joule (J);
- Tempo de aceleração (AT): tempo necessário para que se atinja a velocidade angular utilizada; medido em segundos;
- Tempo de desaceleração (DT): tempo necessário para que ocorra desaceleração do movimento e a velocidade angular retorne para o zero; medido em segundos;
- Relação agonista/ antagonista (FD/FP): razão entre o torque máximo, trabalho e potência concêntrico/ concêntrico do grupo agonista e antagonista; expresso em percentagem (%).
- Relação entre torque da ação concêntrica e excêntrica dos flexores plantares no modo concêntrico/ excêntrico (CO.FP/ECC.FP).

4.3. Processamento dos dados e análise estatística

Os dados que diferiram excessivamente do seu conjunto (*outliers*), acima de duas vezes do desvio padrão, foram excluídos, mas não ultrapassaram 10% da amostra total.

A normalidade dos valores encontrados nos três grupos foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk com nível de significância de 5%.

No GTC, 17 indivíduos tinham lesão unilateral e sete bilaterais. Para análise dos resultados foi realizada a comparação intragrupo “Tendinopatia de Calcâneo”, comparando o membro com lesão com o membro sem nos sujeitos com lesão unilateral. Foram usados o teste t de Student (distribuição paramétrica) ou o teste U de Mann-Whitney (distribuição não paramétrica). Não foram encontradas diferenças entre o lado com e sem lesão em nenhuma das variáveis cinéticas e isocinéticas. Os sujeitos com lesão bilateral foram

avaliados usando a dominância do membro inferior como fator. Não foram encontradas diferenças entre o tornozelo dominante e não dominante em nenhuma das variáveis. Foram retiradas as análises dos tornozelos sem lesão do GTC, e o grupo foi composto por todos os tornozelos com lesão, totalizando 31 tornozelos.

Como não houve diferença entre o lado dominante e não dominante do GCC e GNC, os resultados foram agrupados, totalizando 48 tornozelos em cada grupo.

A comparação entre os grupos GTC, GCC e GNC foi realizada por meio da análise de variância ANOVA para os dados com distribuição normal, pós-teste de Bonferroni, por ANOVA Kruskal-Wallis para os dados com distribuição não paramétrica e método de Dunn para identificar onde estavam as diferenças.

Foram utilizadas rotinas programadas no *software* MATLAB para cálculo do impulso e a análise de variância (ANOVA), com Bonferroni como teste *post hoc*, foi utilizada para comparar os parâmetros do impulso entre os três grupos e a integração com os tipos de contato do pé durante a corrida.

Foi utilizado o *software* estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science) versão 15.0 para Windows e os valores de $p \leq 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

5. RESULTADOS

5.1. Questionário Qualitativo VISA-A

Dezesseis (67%) corredores do GTC continuavam treinando com a mesma intensidade, mas com desempenho esportivo inferior nas competições. Quatro indivíduos (16,5%) mantinham a mesma intensidade de treinamento sem perda de desempenho e quatro (16,5%) perderam desempenho no treino e nas competições. Vinte corredores (83%) do GTC referem dor durante a corrida, mas não impeditiva da prática. Dois corredores (8%) não tinham dor durante a corrida, somente após e dois (8%) interromperam a atividade.

5.2. Ankle-Hindfoot Scale (AOFAS)

Na tabela 3 são apresentados os resultados da AOFAS dos Grupos Tendinopatia de Calcâneo, Controle Corredores e Controle Não Corredores.

Tabela 3 - Valores da *Ankle-Hindfoot Scale* (AOFAS) no Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores

	Mínimo	Máximo	Média (DP)	p-valor
GTC	69,0	100,0	87,6 (8,3)*	
GCC	89,0	100,0	97,8 (3,0)	p <0,001*
GNC	79,0	100,0	96,8 (4,9)	

DP= desvio padrão. Comparação entre GTC, GCC e GNC. ANOVA Kruskal-Wallis e pós teste de Dunn. *GTC< GCC e GNC .

O GTC apresentou pontuação menor na escala AOFAS que GCC e GNC.

5.3. Avaliação Cinética

Na tabela 4 são apresentados os resultados da força de reação do solo dos três grupos avaliados.

Tabela 4 - Variáveis cinéticas da força vertical de reação do solo: força máxima, média das forças, força correspondente à máxima desaceleração e aceleração ao longo do eixo vertical e impulso inicial e total na plataforma de força durante a corrida, nos Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores

	GTC Média (DP)	GCC Média (DP)	GNC Média (DP)	P
Fz Max. (N. N⁻¹)	2,1 (0,4)	2,2 (0,3)	2,0 (0,3)	0,12
Fz Avg (N. N⁻¹)	1,2 (0,2)	1,2 (0,1)	1,2 (0,1)	0,24
FzMD (N. N⁻¹)	1,8 (0,4)	1,9 (0,3)	1,7 (0,4)	0,30
FzMAccl. (N. N⁻¹)	1,4 (0,2)	1,4 (0,2)	1,4 (0,2)	0,30
Imp50 (PC.seg)	0,039 (0,01)*	0,033 (0,01)	0,036 (0,01)	<0,01
ImpTotal (PC.seg)	0,28 (0,06)	0,28 (0,08)	0,29 (0,06)	0,15

Fz Max.= força máxima ao longo do eixo vertical; FzAvg= média das forças ao longo do eixo vertical; FzMD= força correspondente a máxima desaceleração ao longo do eixo vertical; FzMAccl. = força correspondente a máxima aceleração ao longo do eixo vertical; Imp50= curva de força versus tempo nos primeiros 50ms de contato. Imp Total= curva força versus tempo durante a fase de contato. N. N⁻¹= Newton normalizado pelo peso corporal; PC.seg= normalizado pelo peso corporal; DP= desvio padrão; GTC= Grupo Tendinopatia de Calcâneo; GCC= Grupo Corredores Controle; GNC= Grupo Controle Não Corredores. *GTC > GCC e GNC= ANOVA com *post hoc de Bonferroni*

Não houve diferença significativa nas variáveis da força vertical de reação do solo na comparação entre GTC, GCC e GNC

O GTC apresentou maior impulso inicial nos primeiros 50ms de contato que GCC e GNC. Não houve diferença significativa para o impulso total entre os grupos avaliados.

O apoio inicial no retopé foi observado em 71,2% no GTC, 61,8% no GCC e 83% no GNC e no antepé foi visto em 28,8% no GTC, 38,2% no GCC e 17% no GNC. Não houve integração entre o tipo de contato de pé e impulso vertical.

5.4. Avaliação Isocinética

Na tabela 5 são apresentados os resultados da dinamometria isocinética dos três grupos avaliados.

Tabela 5- Parâmetros da dinamometria isocinética dos flexores dorsais e flexores plantares no modo concêntrico e excêntrico na velocidade de 60º/ segundo: pico de torque e pico de torque corrigido pelo peso corporal, trabalho total e relação agonista-antagonista e relação concêntrico/ excêntrico dos flexores plantares no Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores

	GTC Média (DP)	GCC Média (DP)	GNC Média (DP)	P
Modo Concêntrico				
Flexores plantares				
PT	50,6 (12,6)	51,7 (14,7)	54,8 (19,0)	0,73
PTPC	80,2 (25,0)	81,5 (28,0)	82,6 (22,5)	0,86
TW	52,0 (14,3)	53,8 (17,6)	56,3 (16,2)	0,51
Flexores dorsais				
PT	23,8 (5,3)	25,8 (6,4)	23,0 (6,7)	0,09
PTPC	35,9 (5,3)	37,8 (5,1)	33,2 (5,4)	<0,01*
TW	26,8 (7,2)	30,9 (8,7)	28,5 (8,9)	0,10
FD/FP	44,1 (11,2)	49,6 (13,8)	43,5 (11,9)	0,04 [#]
Modo Concêntrico/ Excêntrico				
Flexores plantares concêntrico				
PT	117,9 (25,6)	111,7 (28,8)	105,6 (32,2)	0,19
PTPC	179,2 (34,2)	170,8 (48,2)	157,4 (35,9)	0,06
TW	102,2(27,5)	96,0 (29,9)	84,4 (22,9)	0,02 [§]
Flexores plantares excêntrico				
PT	128,3 (23,4)	130,7 (25,0)	118,7 (28,1)	0,03 [∞]
PTPC	196,0 (46,1)	199,8 (45,2)	181,9 (38,7)	0,11
TW	119,6 (21,6)	123,1 (23,9)	105,7 (23,2)	<0,01 [*]
CO. FP/ECC.FP	111,7 (7,9)	113,2 (12,1)	111,8 (10,2)	0,37

FP= flexores plantares; FD= flexores dorsais; PT= pico de torque; PTPC=pico de torque normalizado pelo peso corporal; TW= trabalho total; CO. FP/ECC.FP - relação concêntrico/excêntrico dos flexores plantares; DP= desvio padrão. Comparação entre GTC, GCC e GNC = Teste de Kruskal Wallis e ANOVA com *post hoc de Bonferroni*. N.S - p>0,05; * - PTPC dos flexores dorsais do GNC menor que GCC (p<0,01) no modo concêntrico/concêntrico; [#] - FD/FP dos flexores dorsais do GNC menor que GCC (p=0,04) no modo concêntrico/concêntrico; [§] - TW concêntrico dos flexores plantares do GTC maior que GNC (p=0,02) no modo concêntrico/excêntrico; [∞] - PT excêntrico dos flexores plantares do GNC (p=0,03) menor que GTC e GCC no modo concêntrico/excêntrico; ^{*} - TW excêntrico dos flexores plantares do GNC (p<0,01) menor que GTC e GCC no modo concêntrico/excêntrico

GNC mostrou valores menores que GCC do pico de torque concêntrico corrigido pelo peso corporal dos flexores dorsais e da relação flexão dorsal/plantar no modo concêntrico.

GTC mostrou valores maiores que GNC no trabalho total dos flexores plantares concêntrico no modo concêntrico/excêntrico.

GNC mostrou valores menores que o GTC e GCC do pico de torque e trabalho total excêntricos dos flexores plantares no modo concêntrico/excêntrico.

Na tabela 6 são apresentados os resultados da dinamometria isocinética na velocidade de 120° dos três grupos avaliados.

Tabela 6- Parâmetros da dinamometria isocinética dos flexores dorsais e flexores plantares: pico de torque corrigido pelo peso corporal, trabalho total, tempo de aceleração, tempo de desaceleração e relação agonista-antagonista a 120º/segundo, no modo concêntrico e excêntrico, no Grupo Tendinopatia de Calcâneo, Grupo Corredores Controle e Grupo Controle Não Corredores

	GTC Média (DP)	GCC Média (DP)	GNC Média (DP)	P
Modo Concêntrico				
Flexores plantares				
PTPC	64,5 (18,3)	67,9 (14,2)	61,6 (14,0)	0,16
TW	172,4 (53,9)	205,8 (47,6)	176,1 (68,7)	0,02*
AT	40,0 (10,9)	41,1 (6,8)	44,6 (8,7)	0,11
DT	193,9 (60,3)	173,0 (35,9)	198,9 (50,8)	0,05 [#]
FD/FP	42,0 (11,9)	43,0 (11,4)	42,8 (11,4)	0,83
Flexores dorsais				
PTPC	27,6 (4,5)	28,6 (4,5)	25,1 (3,3)	0,01 ^{&}
TW	63,9 (22,9)	74,5 (20,3)	63,8 (28,2)	0,06
AT	91,3 (21,8)	87,3 (13,1)	101,7 (22,8)	0,01 [∞]
DT	137,7 (53,1)	146,0 (48,8)	156,5 (44,3)	0,23
Modo Concêntrico/Excêntrico				
Concêntrico				
PTPC	176,5 (37,1)	170,2 (41,9)	152,4 (32,6)	0,01 [¥]
TW	490,9 (73,8)	461,3 (112,0)	415,2 (148,0)	0,02 [¥]
AT	14,5 (5,0)	12,9 (4,6)	14,7 (5,0)	0,22
DT	81,9 (7,0)	79,3 (5,8)	80,4 (5,4)	0,29
CO.FP/ECC.FP	106,5 (9,9)	109,3 (18,1)	107,1 (9,4)	0,26
Excêntrico				
PTPC	194,6 (34,7)	186,8 (35,3)	171,6 (33,5)	0,01 [°]
TW	435,3 (72,4)	439,0 (98,8)	348,2 (72,9)	<0,01 [□]
AT	573,3 (807,0)	1111,0 (1813,6)	761,9 (1087,5)	0,08
DT	173,4 (10,8)	172,3 (9,1)	164,6 (9,1)	<0,01 [⌘]

FP= flexores plantares; FD= flexores dorsais; PT= pico de torque; TW= trabalho total; AT= tempo de aceleração; DT= tempo de desaceleração; DP= desvio padrão; GTC= Grupo Tendinopatia de Calcâneo; GCC= Grupo Corredores Controle; GNC= Grupo Controle Não Corredor. Comparação entre GTC, GCC e GNC= Teste de Kruskal Wallis e ANOVA com post hoc de Bonferroni. N.S - p>0,05; * - TW concêntrico de flexores plantares do GTC menor que do GCC (p=0,02) no modo concêntrico/concêntrico; # - DT concêntrico de flexores plantares do GCC menor que do GNC (p=0,05) no modo concêntrico/concêntrico; & - PTPC concêntrico dos flexores dorsais do GNC menor que do GTC e GCC (p<0,01) no modo concêntrico/concêntrico; ∞ - AT concêntrico dos flexores dorsais do GTC e GCC menor que do GNC (p=0,01) no modo concêntrico/concêntrico; ¥ - PTPC concêntrico dos flexores plantares do GNC menor que do GTC (p=0,01) no modo concêntrico/concêntrico; ° - PTPC excêntrico dos flexores plantares do GNC menor que do GTC e GCC (p=0,01) no modo concêntrico/concêntrico; □ - TW excêntrico de flexores plantares do GNC menor que do GTC e GCC (p<0,01) no modo concêntrico/concêntrico; ⌘ - DT excêntrico de flexores plantares do GNC menor que do GTC e GCC (p<0,01) no modo concêntrico/concêntrico.

GTC mostrou valores menores que GCC do trabalho total concêntrico dos flexores plantares no modo concêntrico.

GNC mostrou maior tempo de desaceleração de flexores plantares em relação ao GCC no modo concêntrico.

GNC mostrou valores inferiores ao GTC e GCC do pico de torque corrigido pelo peso corporal e superiores para o tempo de aceleração dos flexores dorsais no modo concêntrico/ concêntrico.

No modo concêntrico/ excêntrico GTC apresentou valores maiores que GNC para as variáveis pico de torque corrigido pelo peso corporal e trabalho total de flexores plantares concêntricos.

GNC teve valores significativamente menores que GTC e GCC para as variáveis pico de torque/peso corporal, trabalho total e tempo de desaceleração excêntricos dos flexores plantares.

Não houve diferenças significativas para as outras variáveis.

6. DISCUSSÃO

Os corredores do GTC têm menores valores na escala clínica AOFAS, maior impulso inicial que o GCC e GNC, mas não há diferenças em relação à componente vertical da FRS. Não se observa perda de força muscular dos flexores plantares do GTC, na dinamometria isocinética (60° / segundo), na comparação com o GCC. A manutenção da força muscular dos flexores plantares no GTC quando comparado com o GCC possivelmente se deve à menor gravidade da lesão e pela manutenção da atividade de corrida. No entanto, chama a atenção a menor resistência muscular do GTC, avaliada a 120° / segundo na comparação com o GCC. O menor desempenho e a presença de dor, observados na AOFAS pode estar relacionado com a diminuição da resistência muscular e fadiga, que mostram a incapacidade de manter uma atividade por um longo período, característica essencial para o corredor fundista. Como esperado, o GNC teve menor atividade excêntrica dos flexores plantares nas duas velocidades testadas que os corredores, possivelmente pela falta de treinamento deste tipo de contração.

6.1 Avaliação clínica

O GTC, na sua maioria, foi composto por homens (75%), com 40 anos de idade e mais de 10 anos de prática de corrida, dados semelhantes aos da literatura. A idade (35-45 anos), sexo masculino e mais de 10 anos de corrida são fatores de risco para o desenvolvimento da tendinopatia de calcâneo.^{18,20} Porém, outros fatores, como aspectos anatômicos e biomecânicos, precisam ser considerados, visto que no estudo atual, idade, sexo, peso, altura e dados de treinamento foram iguais nos dois grupos de corredores com e sem lesão.

A constatação da lesão foi feita pela imagem da ressonância nuclear magnética, mas o questionário VISA-A e a AOFAS mostraram que os corredores do GTC tinham alterações clínicas evidentes (presença de dor) e diminuição do desempenho na corrida, mostrando que a perda funcional é mais significativa que a imagem da lesão. O uso dos questionários e escalas

padronizadas são importantes para a identificação, classificação e indicação terapêutica das lesões.

O pior desempenho do GTC na AOFAS era esperado, visto que a lesão causa dor, perda funcional e do alinhamento biomecânico. Ainda que a maioria dos corredores com lesão mantivessem a prática de corrida, quase todos a faziam com dor e diminuição do desempenho. Há pouca interferência da lesão na vida diária do paciente, mas grande repercussão para a prática da corrida, dado semelhante aos referidos na literatura.⁶⁹ A correção cirúrgica da lesão melhorou a AOFAS (inicial de 65-68 para final de 85-88 pontos), quando avaliada um ano após a lesão e os pacientes ficaram satisfeitos com o resultado.^{40,70} Os valores finais da AOFAS no pós-operatório são próximos aos do GTC, mostrando menor gravidade nas lesões do atual grupo, permitindo a manutenção da corrida na maioria dos participantes.

6.2 Avaliação cinética

As alterações da força de reação do solo na corrida são frequentemente associadas às lesões por sobrecarga, dentre as quais a tendinopatia de calcâneo.^{8,54} Pacientes com fratura de estresse da tíbia tem aumento significativo da força vertical⁶⁷, mas há diminuição na fasceíte plantar, possivelmente pela presença de dor ao toque do calcâneo.⁷¹

Lorimer et al.¹¹, em revisão sistemática em 2014, referem que o aumento da componente vertical da força de reação do solo está associado com maior risco de lesão do tendão calcâneo em corredores. Outros autores^{15,41}, no entanto, não acharam diferenças na força de reação do solo em corredores com e sem tendinopatia de calcâneo, dados similares ao do atual estudo.

McCrory et al.¹⁵ avaliaram o impulso (força vertical versus tempo de apoio) e não encontraram diferenças entre corredores com e sem lesão no tendão calcâneo, dados corroborados por Azevedo et al.⁴¹, que também não encontraram diferença no impulso de corredores com e sem tendinopatia de calcâneo. Ainda que o atual estudo não tivesse mostrado diferença na força de reação do solo, observou-se que o impulso inicial do GTC foi maior que do GCC e GNC, significando que o grupo de corredores com lesão do tendão do

calcâneo, absorve mais energia no momento da aterrissagem que os demais grupos. A maioria dos corredores do GTC utiliza o retropé para o apoio inicial, mantendo a posição de dorsiflexão e atividade excêntrica dos flexores plantares. A maior energia (impulso) da aterrissagem pode levar aos microtraumas de repetição do tendão e estar na gênese das lesões. Ainda que o impulso total, medido em toda fase de apoio da corrida, não seja diferente entre os três grupos, apenas o impulso inicial com desaceleração do membro e contração excêntrica da musculatura podem ser suficientes para causar danos ao tendão, particularmente neste grupo, com lesões menos graves, que ainda são capazes de manter uma dinâmica de corrida quase normal. Nos casos onde se observa a aterrissagem no antepé, pode se suspeitar que a própria lesão está determinando uma estratégia diferente no GTC, diminuindo a atividade excêntrica e o tempo das mudanças de direção do movimento para diminuição da dor.

O impulso inicial acontece muito rapidamente no intervalo de 50ms, tempo menor que da capacidade de reação do aparelho locomotor, fato que pode aumentar ainda mais o risco de lesões.⁵¹

Os resultados do estudo atual mostram que esta etapa da corrida deve ser vista com atenção em indivíduos com tendinopatia de calcâneo. Neste contato inicial com o solo, o corpo precisa absorver as ondas de choque e energia que percorrem os tecidos moles e componentes esqueléticos do corpo⁴⁵ e a ação excêntrica dos flexores plantares têm papel fundamental neste processo de absorção da carga, enquanto os flexores dorsais realizam a contração concêntrica. Não se observou diferenças na ação excêntrica dos flexores plantares na avaliação isocinética entre o GTC e GCC, possivelmente pela manutenção da atividade pela maior parte dos indivíduos do GTC. Mas o maior impulso inicial pode agravar, gradativamente, a lesão do tendão, com a perda progressiva da capacidade de absorção do impacto e desempenho, aumentando o risco de uma ruptura do tendão.

Wyndow et al.⁷², em 2013, encontraram alterações relevantes na atividade muscular do tríceps sural em corredores com tendinopatia de calcâneo, principalmente, porque ocorrem na fase propulsiva da corrida, quando o tendão calcâneo é exposto a cargas mais altas do apoio. A alteração

eletromiográfica da ação do tríceps sural explica deficiência na fase de propulsão e a falha no controle da ativação excêntrica durante o apoio inicial, que pode estar associado com o aumento do impulso inicial visto no GTC. O treinamento excêntrico dos flexores plantares pode trazer melhoras da dor e desempenho.

Baur et al.⁷³, em 2004, avaliaram a pressão plantar, eletromiografia e força de reação do solo em corredores saudáveis e com tendinopatia de calcâneo durante corrida, descalço e com calçado esportivo. A eletromiografia mostrou menor amplitude do grupo extensor na fase de apoio do peso, tanto calçados como descalços, no grupo de corredores com tendinopatia de calcâneo em relação aos corredores controle, mas não houve diferenças na força vertical. O impulso inicial vertical na corrida descalço foi menor em ambos os grupos. O impulso inicial na direção ântero-posterior no grupo com tendinopatia de calcâneo foi maior que o controle. O impulso inicial elevado pode ser explicado pela menor atividade da musculatura extensora.

Azevedo et al.⁴¹, em 2009, observaram redução da pré-ativação do tibial anterior nos indivíduos com tendinopatia de calcâneo, na eletromiografia. Porém, não encontraram diferenças cinéticas, sugerindo que mudanças na carga interna (ex: atividade muscular) não correspondem às alterações nas cargas externas (ex: forças de impacto). Os autores não avaliaram o impulso inicial, apenas no segundo pico da fase de propulsão.

A avaliação da força de reação do solo e do impulso são importantes, porque permitem mapear a curva da força vertical em função do tempo de apoio, permitindo observar a ocorrência de alterações durante toda a fase de apoio. No estudo atual, o aumento do impulso inicial do GTC pode ser o primeiro indicativo de uma alteração biomecânica predisponente, que se não corrigida por programas de reabilitação e treinamento adequados, pode evoluir para um quadro mais grave e incapacitante.

A relação entre o tipo de contato de pé e o impulso também foi avaliada, pela suposição de que a técnica de aterrissagem com o antepé aumentaria o risco de desenvolver tendinopatia de calcâneo, pela maior tensão sobre o tendão.⁷⁴ Os diferentes padrões de aterrissagem podem afetar a força no

tendão calcâneo, levando a sobrecargas e maior risco potencial de lesões no tendão calcâneo.⁷⁵

Não houve interação entre o impulso inicial e os tipos de contato do pé nos grupos avaliados, discordante dos achados de Almonroeder et al.⁷⁵ em 2013, que mostraram aumento de 11% do impulso total em um grupo de corredoras saudáveis, com contato inicial no antepé.

Nos Estados Unidos, mais de 70% dos corredores de elite e 85% dos recreativos faz o apoio inicial com o retropé, onde o calcanhar faz o primeiro contato com o solo^{75,76}, número semelhante ao do estudo atual, onde 72,3% dos voluntários fizeram o contato com a região posterior do pé, sendo que o GTC também realizava, preferencialmente, o apoio no retropé (71,2%). Daoud et al.⁷⁷, em 2012, corroboram os resultados do presente estudo, pois também não encontraram relações entre o tipo de contato do pé e a tendinopatia de calcâneo.

6.3. Avaliação isocinética

A avaliação isocinética foi realizada nos modos concêntrico/concêntrico e concêntrico/excêntrico, pela grande solicitação dos flexores plantares na fase de aterrissagem e desprendimento do hálux durante a corrida, agindo de forma concêntrica e excêntrica. A atividade excêntrica causa uma grande sobrecarga no tendão e pode ser um dos fatores de lesão, daí a inclusão nesta avaliação. Foram usadas as velocidades de 60º/ segundo (força muscular) e 120º/segundo (potência muscular), pela dificuldade na realização dos testes a 180º / segundo. O GTC teve menor desempenho na velocidade de 120º / segundo, na variável trabalho total que mede a atividade muscular durante 20 repetições, mostrando uma menor resistência muscular que o GCC. McCrory et al.¹⁵, na velocidade de 180º/ segundo, referem menor pico de torque em corredores amadores e competitivos com tendinopatia de calcâneo quando comparados aos corredores saudáveis, mas não fazem referência às variáveis de resistência.

6.3.1. Avaliação força muscular (60º/segundo)

Segundo Mahieu et al¹⁴ a diminuição da força de flexores plantares pode predispor à tendinopatia de calcâneo, ao avaliarem de forma prospectiva recrutas militares que desenvolveram a lesão após iniciarem o treinamento militar. Ainda que alguns fatores extrínsecos (calçados, mochilas e equipamentos) pudessem contribuir para a lesão⁷⁸, as condições semelhantes de treinamento, alimentação e meio ambiente apontam que a condição muscular foi o fator mais significativo para a ocorrência da lesão.

No presente estudo, não se observou perda de força muscular no modo concêntrico/concêntrico do GTC, provavelmente pela prática regular de atividade física antes e até depois da lesão e também pela menor gravidade e perda funcional observada, dado que difere dos achados referidos acima.¹⁴

Os músculos antagonistas desempenham um papel importante na estabilidade da articulação durante o movimento⁷⁹, o que pode explicar os resultados atuais. No GNC, há uma fraqueza relativa dos flexores dorsais do tornozelo que gera desequilíbrio na relação flexão dorsal/ flexão plantar, na comparação com o GCC, mostrando que a prática da corrida melhorou a força muscular dos flexores dorsais do tornozelo, que são os antagonistas dos flexores plantares. Não se mostrou esta mesma diferença entre o GTC e o GNC, inferindo-se que a lesão pode causar perda relativa da função dos flexores dorsais, que não alcançaram o mesmo valor do GCC. Estes resultados corroboram outros pesquisadores que referem maior pico de torque na dorsiflexão em esportes que envolvem salto e corrida (ginastas e jogadores de futebol), comparados a ciclistas e não atletas, pois requer um maior equilíbrio muscular agonista/antagonista para estabilizar o tornozelo.⁷⁹

No modo concêntrico/excêntrico, o GNC, no trabalho excêntrico, mostrou menores valores do pico de torque e trabalho total dos flexores plantares, na comparação com os dois grupos de corredores e o GTC mostrou trabalho total concêntrico dos flexores plantares maior que do GNC. A contração excêntrica é mais difícil de ser executada e os indivíduos corredores podem estar mais afeitos à sua realização que os não corredores, devido à maior atividade

excêntrica na corrida, principalmente em declives⁸⁰, fator que pode ser responsável por esta diferença observada.

A lesão do tendão calcâneo não diminuiu o desempenho da força muscular no GTC, que foi igual ao do GCC nos dois modos de avaliação da dinamometria isocinética na velocidade de 60° / segundo.

Haglund et. Al⁸¹, em 1993, encontraram menor torque excêntrico nas velocidades 30°, 60°, 120° e 180° em corredores com tendinopatia de calcâneo comparados a corredores sem lesão, mas por outro lado, havia diferenças entre os dois grupos com relação aos anos de treinamento e distância percorrida por semana. A menor gravidade da lesão, maior tempo de atividade e a manutenção da corrida em alguns casos com lesão podem justificar os resultados diversos do atual estudo.

A ineficiência da ação muscular excêntrica dos flexores plantares seria um fator associado às lesões do tendão calcâneo e programas de treinamentos com exercícios excêntricos poderiam melhorar a capacidade da estrutura musculotendínea de gerar e suportar a sobrecarga da corrida.⁸¹

6.3.2. Avaliação da potência e resistência muscular (120°/segundo)

A preservação da potência e da resistência muscular é fundamental para o desempenho esportivo e prevenção de lesões.⁸² No atual estudo, no modo concêntrico/concêntrico na velocidade de 120°/ segundo, não houve diferenças entre os três grupos no torque máximo, sugerindo que a manutenção da corrida por boa parte do GTC preservou esta condição, mesmo na presença da lesão. No entanto, mesmo sem significância estatística, a diferença do torque foi próxima de 4 Nm, resultado significativo no estudo de McCrory et al¹⁵, que questionam se este valor poderia ser relevante clinicamente.

Associado ao fato acima, ainda no modo concêntrico, na velocidade de 120°/segundo, os flexores plantares do GTC tiveram desempenho no trabalho total menor que o GCC. O trabalho total na dinamometria isocinética é uma medida confiável para análise da resistência e fadiga muscular⁸³, pois representa a ação muscular durante todo arco de movimento nas 20 repetições realizadas. É um dado significativo para potência, resistência e fadiga

muscular, pois avalia a capacidade de manutenção de uma atividade ao longo do tempo, aptidão essencial para os corredores de longa distância. A fadiga pode ser um fator contributivo para a lesão, pois o tendão calcâneo está sujeito à carga dinâmica durante a atividade e falhas de atuação podem afetar a biomecânica da corrida e causar danos.⁸⁴ A lesão do tendão calcâneo pode significar menor capacidade contrátil da unidade musculotendínea e aumentar a susceptibilidade à fadiga muscular¹², com perda de desempenho ao longo do tempo da realização do trabalho.

A associação trabalho/ fadiga/ resistência / potência pode ser a etiologia da doença. Se o músculo está fraco ou fatigado, a capacidade de absorção de energia da unidade musculotendínea está reduzida e o músculo não é capaz de reduzir a tensão tendinosa, levando à lesão, inflamação, dor e ruptura.⁶⁹

Silbernagel et al.⁸², em 2006, observaram redução da capacidade funcional de indivíduos com tendinopatia de calcâneo com testes de salto e força, mas com condição clínica mais grave que do atual estudo. Child et al.³⁹, em 2010, referem aumento da tensão do tendão calcâneo na ultrassonografia, em corredores com tendinopatia de calcâneo, mas sem diferença na força isométrica máxima dos flexores plantares, comparando grupos com e sem lesão. Os dois estudos usaram o questionário VISA-A para avaliar a gravidade da lesão. No estudo de Silbernagel et al., o VISA-A foi 57% (maior gravidade), no Child et al. 70% (menor gravidade) e no presente estudo 66%, mostrando que os menos graves têm menor perda da força muscular. Os resultados sugerem que a gravidade da lesão está relacionada com a força muscular e com a capacidade funcional residual dos atletas com lesão. No GTC, do estudo atual, muitos dos participantes, apesar de terem uma lesão do tendão do calcâneo, mantinham a atividade de corrida, fato que sem dúvida interferiu na avaliação da condição muscular.

GCC apresentou menor tempo de desaceleração da flexão plantar em relação ao GNC, pois os corredores têm mais facilidade para a arregimentação da musculatura e maior controle proprioceptivo. No entanto, o tempo de desaceleração não foi menor no GTC que no GNC, indicando que a tendinopatia pode piorar a arregimentação muscular dos corredores e aumentar o tempo de resposta destes indivíduos. Estes achados sugerem que

o tratamento da tendinopatia do calcâneo, além de melhorar a dor e condição muscular, precisa ser acompanhado por um treinamento sensório motor proprioceptivo para melhorar o controle neuromuscular durante a corrida.^{42,85}

O GTC e o GCC mostraram o torque máximo dos flexores dorsais corrigido pelo peso corporal na velocidade de 120º/segundo no modo concêntrico/concêntrico maior que o GNC, isto é, possivelmente a manutenção da atividade da corrida manteve a condição muscular, não afetando a musculatura antagonista.

O tempo de aceleração na flexão dorsal do GNC foi maior que a dos dois grupos de corredores, de novo mostrando o menor controle proprioceptivo, mas não afetou o desempenho do GTC, de novo, possivelmente pela manutenção da atividade de corrida.

No modo concêntrico/excêntrico, alguns dados interessantes foram vistos, o GTC apresentou pico de torque corrigido pelo peso corporal e trabalho total dos flexores plantares na contração concêntrica maior que o GNC, mas não foi diferente do GCC. O GTC teve melhor desempenho na avaliação concêntrica/excêntrica, nas duas velocidades. Este fato pode ser devido à aprendizagem e treinamento na realização do teste, visto que esta diferença não foi vista no modo concêntrico/ concêntrico. De qualquer maneira, o bom desempenho do GTC na dinamometria isocinética demonstra que, apesar da lesão, o atleta tem uma condição muscular preservada, possivelmente pela manutenção da atividade esportiva.

Já na contração excêntrica, GTC e GCC mostraram pico de torque corrigido pelo peso corporal e trabalho total de flexores plantares maiores que GNC, fato esperado pelo menor treinamento deste último grupo nas atividades excêntricas.

O maior torque excêntrico na velocidade de 120º/segundo dos corredores pode ser atribuído ao aumento da flexibilidade do músculo flexor plantar e aumento da conformidade do componente elástico, que resulta em melhor habilidade de armazenar energia.⁸⁶

Não foram encontradas diferenças, no torque excêntrico, entre GTC e GCC, mostrando que a lesão não comprometeu este tipo de contração. Os dois grupos de corredores tinham hábitos regulares de alongamento, que pode

justificar os resultados encontrados. A contração excêntrica baseia-se na contração gerada pelo aumento do comprimento do músculo durante o exercício.⁸⁷

A pronação excessiva na corrida, provavelmente, também aumenta o alongamento e contração excêntrica do tríceps sural. Os danos musculares que podem ocorrer, pela repetição da atividade excêntrica na corrida, podem ser diminuídos com a inclusão do treinamento muscular excêntrico na rotina dos corredores.⁸¹

O uso de exercícios excêntricos no tratamento da tendinopatia de calcâneo ainda é controverso e sem um alto nível de evidência, mas é um método muito utilizado e tem se mostrado eficaz para redução da dor e melhora da função.^{12,18,33,42,87} A hipótese mais aceita é que a contração excêntrica gera um alongamento muscular capaz de promover mudanças visco-elásticas no tendão, sendo assim efetiva na prevenção da tendinopatia de calcâneo.⁸⁷

Apesar de Haglund et al.⁸¹, em 1993, terem encontrado menor torque excêntrico em corredores com tendinopatia de calcâneo, em nosso estudo não encontramos diferenças, possivelmente pela menor gravidade da lesão e manutenção das condições atléticas do GTC.

O tempo de desaceleração foi maior em GTC e GCC na contração excêntrica, possivelmente por maior controle dos corredores no retorno do movimento na fase excêntrica.

O treinamento muscular com estímulos de menor intensidade e longa duração como usado no treino de resistência modifica o perfil funcional das fibras que estão mais envolvidas com o desempenho de potência⁸⁸, fato que corrobora os achados da avaliação muscular do GTC.

Poder-se-ia afirmar que a atividade muscular dos corredores com lesão está muito próxima dos corredores sem lesão e é melhor que o grupo controle de não corredores, fato que não era esperado no início deste trabalho, mas a manutenção da corrida pela maior parte dos participantes do GTC pode explicar estes achados.

6.4 Considerações finais e limitações

A associação da menor resistência muscular e maior demanda na aterrissagem pode estar na gênese da lesão do tendão calcâneo, que foi confirmada pela imagem da ressonância magnética e pela avaliação clínica.

Havia diminuição da função e desempenho na corrida (AOFAS), que podem estar relacionadas com a perda de potência e resistência para a prática da corrida no GTC, mesmo com a manutenção do treinamento com volume e intensidade semelhantes aos de antes da lesão. A evolução lenta da lesão do tendão calcâneo, com perda progressiva da função, que permitem a manutenção da prática da corrida, contribuiu para homogeneização da amostra de corredores. Esta característica da lesão do tendão calcâneo pode ser considerada uma limitação do atual trabalho, pois necessitaria de uma amostra muito maior para obter significância estatística.

A baixa morbidade da lesão foi bem vista na comparação da condição muscular e cinética da corrida entre os três grupos. Houve muitas diferenças entre o GCC e GNC, que não foram vistas em relação ao GTC. Este dado aponta que pode haver perdas relativas neste último, mesmo não detectadas estatisticamente (tamanho amostral).

A relativa similaridade entre GCC e GTC na plataforma de força e no dinamômetro isocinético, também, pode ser devida à menor sensibilidade dos métodos, não desconsiderando o tamanho e características da amostra (lesões menos graves). Outra limitação a ser considerada é a dificuldade para se coletar dados da corrida no ambiente laboratorial, que pode inibir a execução dos gestos esportivos de forma natural.

As avaliações instrumentalizadas não foram sensíveis para mostrar diferenças funcionais nas lesões menores, mas a lesão foi evidente pela imagem e perda do desempenho durante os treinos e provas.

Os achados encontrados no GTC que mostram aumento do impulso inicial e perda de resistência muscular precisam ser considerados, pois mostram alterações funcionais importantes para corredores com lesão do tendão. Se estas alterações não forem corrigidas, haverá agravamento da lesão e da incapacidade.

Os dois parâmetros de atividade física avaliados neste estudo são essenciais para o corredor: condição muscular (desempenho e equilíbrio) e força de reação do solo. A correta interação de ambos é que permite a prática segura da corrida do ponto de vista biomecânico. O uso da eletromiografia durante a corrida pode acrescentar informações valiosas na percepção de possíveis fatores de risco para a lesão do tendão calcâneo.^{41,72,89} Ainda que a análise cinemática tridimensional possa contribuir para melhorar o entendimento das alterações biomecânicas da corrida, a atividade muscular e força de reação do solo são essenciais e sempre devem ser avaliados nos corredores.

As dificuldades para a avaliação da corrida, os múltiplos fatores que estão relacionados com a lesão do tendão calcâneo, além da sua evolução insidiosa contribuem para a manutenção das controvérsias sobre a etiopatogenia, os aspectos biomecânicos e na prevenção e tratamento, evidenciando a necessidade de novos estudos sobre a lesão.

Acompanhar grupos de corredores ao longo da vida e prática de corrida com avaliações sucessivas pode ajudar na elucidação das controvérsias que persistem.

7. CONCLUSÃO

1. Os corredores com lesão do tendão calcâneo do grupo tendinopatia de calcâneo:
 - Têm maior impacto e demanda de ação dos flexores plantares no momento da aterrissagem que os corredores sem lesão.
 - Têm menor resistência muscular dos flexores plantares e estão mais propensos à fadiga que os corredores sem lesão.
 - Têm força muscular dos flexores plantares e dorsais igual à dos corredores sem lesão.
 - Têm maior comprometimento clínico e funcional que os demais grupos.
 - Têm a mesma estratégia de aterrissagem que os demais grupos.
2. A associação do impulso maior e menor resistência pode ser um fator predisponente e mantenedor para a lesão do tendão calcâneo.

8. ANEXOS

Anexo A – Aprovação do Projeto pela CAPPESQ – HCFMUSP

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CAPPesq

Nº Protocolo: 0422/11

Título: Fatores Clínicos e Biomecânicos Associados com a Tendinopatia de Calcâneo em Corredores

Pesquisador Responsável: Júlia Maria D'Andréa Greve

Pesquisador Executante: Nathalie Ferrari Bechara Andere

Departamento: Ortopedia e Traumatologia

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, **APROVOU / TOMOU CIÊNCIA** na sessão datada de 19/10/2011 o protocolo acima.

A CAPPesq em obediência à Resolução CNS 196/96, solicita ao pesquisador (a) a elaboração de relatório parcial e final.

No caso de relatório parcial é necessário informar o tempo previsto para a conclusão do protocolo e breve resumo dos resultados obtidos.

CAPPesq, 20 de Outubro de 2011

PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Coordenador
Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE

DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO PACIENTE:.....

.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

.....

2. RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....)

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: “Fatores Clínicos e Biomecânicos Associados com a Tendinopatia de Calcâneo em Corredores.”

PESQUISADOR : JÚLIA MARIA D’ANDREA GREVE

CARGO/FUNÇÃO: PESQUISADORA
CRM 26970

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL -

UNIDADE DO HCFMUSP: LABORATÓRIO DO ESTUDO DO MOVIMENTO - LEM

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO ☐ RISCO MÍNIMO (X) RISCO MÉDIO ☐

RISCO BAIXO ☐ RISCO MAIOR ☐

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 2 ANOS (DOIS ANOS)

Você está sendo convidado a participar deste estudo, que tem como objetivo verificar o desempenho dos músculos do tornozelo e os fatores que podem estar associados à tendinopatia de calcâneo (lesão no tendão conhecido popularmente como tendão de Aquiles) em corredores.

Comparecer ao Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), em data e horário previamente agendados. Em seguida será direcionado a um dos três grupos: 1) corredor com a lesão de tendinopatia de calcâneo; 2) corredor sem lesão nas pernas ou 3) não corredor sem lesão nas pernas.

Procedimentos da pesquisa: Passará por avaliação médica e exame de ressonância magnética, em seguida responderá dois questionários, um com perguntas sobre seus hábitos de corrida (se pratica alongamento, quilometragem semanal, histórico de lesões), outro que avalia a gravidade da sua lesão caso você tenha a lesão, e avaliação do movimento que é capaz de realizar com o tornozelo. Após esse teste, você permanecerá sentado em uma cadeira com os pés apoiados e fixados em um aparelho chamado dinamômetro isocinético, e serão feitos movimentos de dobrar e esticar o tornozelo. Essa avaliação quantificará a força da musculatura do tornozelo e, por ser um teste que envolve muita força, poderá sentir alguma dor ou desconforto muscular, que passará por volta de dois a três dias. O teste poderá ser interrompido a qualquer momento caso sinta qualquer dor ou incômodo. Por fim, será avaliada a força de impacto durante a corrida. A corrida será realizada em uma pista de dez metros, contendo uma plataforma conectada a um computador. Haverá um treinamento até que consiga correr no seu ritmo sobre a plataforma. Após esses procedimentos poderá apresentar algum desconforto nas pernas ou pés, dor muscular, ou sintomas decorrentes do exercício físico, que não influenciarão em suas atividades diárias.

Ao final dos procedimentos receberá orientação e explicação dos resultados e da avaliação fisioterapêutica.

Em qualquer etapa da pesquisa, poderá ter acesso aos profissionais responsáveis para esclarecimento de eventuais dúvidas. Informamos ainda, que a sua participação no estudo estará ajudando no avanço e progresso da ciência e medicina do esporte. O principal investigador é a Dra Julia Maria D' Andrea Greve que pode ser encontrado no endereço Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Ortopedia e Traumatologia. Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 333. Cerqueira César, 2º andar – Ala C. Telefone: (11) 2661-6041 Fax: (11) 2661- 6041, Sao Paulo, SP CEP: 05403-010. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição;

Direito de confidencialidade – As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente;

Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores;

Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o Laboratório do Estudo do Movimento não lhe prestará assistência às possíveis lesões.

Compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Fatores Clínicos e Biomecânicos Associados com a Tendinopatia de Calcâneo em Corredores.”

Eu discuti com a Dra. Julia Maria D' Andrea Greve sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e compensações. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal Data / /

Assinatura da testemunha Data / /
para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo Data / /

Anexo C – Questionário

Ficha de Avaliação

Nome: _____

Data de nascimento: _____

RG: _____

CPF: _____

Nome da mãe: _____

Endereço: _____

Tel.: _____ E-mail: _____

Idade: ____ Profissão: _____ Sexo: () M () F

Dominância: () Direita () Esquerda () Ambas Nº calçado: _____

Altura: _____ Peso: _____ IMC: _____

Hábitos de alongamentos: _____

Histórico de atividade: _____

Atividade semanal: _____

Apresentou alguma lesão nos membros inferiores nos últimos 6 meses, que o impediu de correr? () Sim () Não Se sim, qual?

Já apresentou lesão no tornozelo () Sim () Não Se sim, qual?

Questões para indivíduos corredores:

Calibre do corredor: _____ Quilometragem semanal: _____ Ritmo

de treino: _____ PACE (min/km) : _____ Anos seguidos: _____

Uso de calçado esportivo: _____ Tempo para troca do calçado: _____

Treina com assessoria: () Sim () Não Se sim, qual? _____

Pontuação VISA- A (anexo): _____

Avaliação Clínica:

**Anexo D – Dados descritivos de possíveis fatores extrínsecos
relacionados à lesão nos corredores**

	GTC	GCC	P
	Frequência n (%)	Frequência n (%)	
Hábito de alongamento			
Sim	22 (91,7%)	21 (87,5%)	0,500
Não	2 (8,3%)	3 (12,5%)	
Prática da musculação			
Sim	16 (66,7%)	13 (54,2%)	0,278
Não	8 (33,3%)	11 (45,8%)	
Uso de calçado específico de corrida			
Sim	24 (100%)	24 (100%)	*
Não	-	-	
Tempo de troca do calçado esportivo			
< ou = 6 meses	14 (58,3%)	10 (41,7%)	0,124
> 6 meses	9 (37,5%)	15 (62,5%)	
Treinar com supervisão			
Sim	17 (70,8%)	7 (29,2%)	0,624
Não	17 (70,8%)	7 (29,2%)	

* Não houve comparação porque foi uma constante.

Anexo E - VISA-A (Victorian Institute of Sport Assessment – Achilles questionnaire)

(Completo, com a pontuação respectiva)

Questionário VISA-A

Neste questionário, o termo dor se refere especificamente à dor na região do tendão do calcâneo (conhecido como tendão de Aquiles)

1. Por quanto tempo você sente rigidez na região do calcâneo ao levantar-se?

100 Minutos	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												0 Minutos	PONT OS <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
	<table style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 20px;">0</td><td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

2. Após suas atividades normais durante o dia, você tem dor ao alongamento do tendão de Aquiles sobre a borda do local? (Mantendo o joelho reto)

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
	<table style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 20px;">0</td><td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

3. Depois de caminhada em terreno plano durante 30 minutos, você tem dor nas próximas 2 horas? (Se não conseguir caminhar em terreno plano, durante 30 minutos por causa da dor, pontuação 0 para essa questão).

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
	<table style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 20px;">0</td><td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

4. Você tem dor ao descer escada com um ciclo de marcha normal?

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
	<table style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 20px;">0</td><td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

5. Você tem dor durante ou imediatamente após fazer 10 elevações do calcanhar sobre uma única perna em uma superfície plana?

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
	<table style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 20px;">0</td><td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

6. Você tem dor durante ou imediatamente após realizar 10 saltos sobre uma única perna?

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
	<table style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 20px;">0</td><td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

7. Você está atualmente realizando esporte ou outra atividade física?

- 0 ☐ De modo nenhum.
- 4 ☐ Treinamento modificado ± competição modificado.
- 7 ☐ Treinamento completo ± competição, mas não no mesmo nível de quando os sintomas começaram.
- 10 ☐ Competindo com nível igual ou maior do que quando os sintomas começaram.

PONTOS

8. Por favor, preencha somente A, B ou C nesta questão.

- Se você **não tem dor quando pratica esporte com carga no tendão de Aquiles**, por favor, responda **apenas a questão Q8A**.
- Se você **tem dor quando pratica esporte com carga no tendão de Aquiles, mas não interrompe a atividade**, por favor, responda apenas a **Q8B**.
- Se você **tem dor e interrompe a atividade em esportes com carga no tendão de Aquiles**, por favor, responda apenas a questão **Q8C**.

A. Se você **não tem dor** quando pratica **esportes com carga no tendão de Aquiles**, por quanto tempo você pode treinar/praticar?

Em repouso	1-10 Minutos	11-20 Minutos	21-30 Minutos	>30 Minutos	PONTOS
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	7	14	21	30	

Ou

B. Se você tiver alguma dor, enquanto pratica esporte com carga no tendão de Aquiles, mas não impede de completar a sua prática, quanto tempo você pode treinar/ praticar?

Em repouso	1-10 Minutos	11-20 Minutos	21-30 Minutos	>30 Minutos	PONTOS
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	4	10	14	20	

Ou

C. Se você tiver dor que o impede de completar a sua prática no esporte com carga do tendão de Aquiles, por quanto tempo você pode treinar / praticar?

Em repouso	1-10 Minutos	11-20 Minutos	21-30 Minutos	>30 Minutos	PONTOS
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	2	5	7	10	

TOTAL PONTOS (/100)

%

Questionário VISA-A

(Entregue aos sujeitos da pesquisa sem a pontuação para não sofrer influência na resposta)

Neste questionário, o termo dor se refere especificamente à dor na região do tendão do calcâneo (conhecido como tendão de Aquiles)

1. Por quanto tempo você sente rigidez na região do calcâneo ao levantar-se?

100 Minutos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0 Minutos	PONTOS
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="text"/>

2. Após suas atividades normais durante o dia, você tem dor ao alongamento do tendão de Aquiles sobre a borda do local? (Mantendo o joelho reto)

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; width: 40px; height: 20px;"> </table>											

3. Depois de caminhada em terreno plano durante 30 minutos, você tem dor nas próximas 2 horas? (Se não conseguir caminhar em terreno plano, durante 30 minutos por causa da dor, assinale 0 nesta questão)

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; width: 40px; height: 20px;"> </table>											

4. Você tem dor ao descer escada com um ciclo de marcha normal?

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; width: 40px; height: 20px;"> </table>											

5. Você tem dor durante ou imediatamente após fazer 10 elevações do calcanhar sobre uma única perna em uma superfície plana?

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; width: 40px; height: 20px;"> </table>											

6. Você tem dor durante ou imediatamente após realizar 10 saltos sobre uma única perna?

Forte dor	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem dor	PONTOS
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; width: 40px; height: 20px;"> </table>											

7. Você está atualmente realizando esporte ou outra atividade física?

- ☐ De modo nenhum.
☐ Treinamento modificado ± competição modificado.
☐ Treinamento completo ± competição, mas não no mesmo nível de quando os sintomas começaram.
☐ Competindo com nível igual ou maior do que quando os sintomas começaram.

PONTOS

8. Por favor, preencha somente A, B ou C nesta questão.

- Se você **não tem dor quando pratica esporte com carga no tendão de Aquiles**, por favor, responda **apenas a questão Q8A**.
 - Se você **tem dor quando pratica esporte com carga no tendão de Aquiles, mas não interrompe a atividade**, por favor, responda apenas a **Q8B**.
 - Se você **tem dor e interrompe a atividade em esportes com carga no tendão de Aquiles**, por favor, responda apenas a questão **Q8C**.
- A. Se você **não tem dor** quando pratica **esportes com carga no tendão de Aquiles**, por quanto tempo você pode treinar/praticar?

Em repouso	1-10 Minutos	11-20 Minutos	21-30 Minutos	>30 Minutos	PONTOS
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ou

- B. Se você tiver alguma dor, enquanto pratica esporte com carga no tendão de Aquiles, mas não impede de completar a sua prática, quanto tempo você pode treinar/ praticar?

Em repouso	1-10 Minutos	11-20 Minutos	21-30 Minutos	>30 Minutos	PONTOS
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ou

- C. Se você tiver dor que o impede de completar a sua prática no esporte com carga do tendão de Aquiles, por quanto tempo você pode treinar / praticar?

Em repouso	1-10 Minutos	11-20 Minutos	21-30 Minutos	>30 Minutos	PONTOS
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

TOTAL PONTOS (/100)

Anexo F – AOFAS Ankle-Hindfoot Scale

ESCALA AOFAS PARA TORNOZELO E RETROPÉ (TOTAL DE 100 PONTOS)	
Dor (40 pontos)	
• Nenhuma.....	0
• Leve, ocasional.....	30
• Moderada, diária.....	20
• Intensa, quase sempre presente.....	0
Funcional (50 pontos)	
Limitação nas atividades, necessidade de suporte	
• Sem limitação, sem suporte.....	10
• Sem limitação nas atividades diárias, limitação nas atividades recreacionais, sem suporte.....	7
• Limitação nas atividades diárias e recreacionais, bengala.....	4
• Limitação intensa nas atividades diárias e recreacionais, andador, muletas, cadeira-de-rodas, órtese (tornoeleira, imobilizador de tornozelo).....	0
Distância máxima de caminhada, quarteirões	
• Mais que 6.....	5
• De 4 a 6.....	4
• De 1 a 3.....	2
• Menos que 1.....	0
Superfícies de caminhada	
• Sem dificuldades em qualquer superfície.....	5
• Alguma dificuldade em terrenos irregulares, escadas, inclinações e ladeiras.....	3
• Dificuldade intensa em terrenos irregulares, escadas, inclinações e ladeiras.....	0
Anormalidade na marcha	
• Nenhuma, leve.....	8
• Evidente.....	4
• Acentuada.....	0
Mobilidade sagital (flexão + extensão)	
• Normal ou levemente restrito (30° ou mais).....	8
• Restrição moderada (15° – 29°).....	4
• Restrição intensa (menor que 15°).....	0
Mobilidade do Retro-Pé (inversão + eversão)	
• Normal ou levemente restrito (75- 100% do normal).....	6
• Restrição moderada (25 – 74% do normal).....	3
• Restrição intensa (menos que 25% do normal).....	0
Estabilidade do tornozelo e retro-pé (anteroposterior, varo-valgo)	
• Estável.....	8
• Instável.....	0
Alinhamento (10 pontos)	
• Bom, pé plantigrado, ante-pé e retro-pé bem alinhado.....	10
• Regular, pé plantigrado, algum grau de desalinhamento do tornozelo e retro-pé, sem sintomas.....	5
• Ruim, pé não plantigrado, desalinhamento intenso e sintomático.....	0
TOTAL DE PONTOS: _____	

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maffulli N, Wong J, Almekinders LC. Types and epidemiology of tendinopathy. *Clin Sports Med*. 2003;22:675-92.
2. Wilder RP, Shikha S. Overuse injuries: tendinopathies, stress fractures, compartment syndrome, and shin splints. *Clin Sports Med*. 2004;23:55-81.
3. Järvinen TAH, Kannus P, Paavola M, Järvinen TLN, Józsa L, Järvinen M. Achilles tendon injuries. *Curr Opin Rheumatol*. 2001;13:150–5.
4. Kannus P. Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7:78–86.
5. Murray IR, Murray SA, MacKenzie K, Coleman S. How evidence based is the management of two common sports injuries in a sports injury clinic. *Br J Sports Med*. 2005;39:912–6.
6. Maffulli N, Kader D. Tendinopathy of tendo achillis. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84(1):1-8.
7. Longo UG, Rittweger J, Garau G, Radonic B, Gutwasser C, Gilliver SF, Kusy K, Zielinski J, Felsenberg D, Maffulli N. No influence of age, gender, weight, height, and impact profile in achilles tendinopathy in masters track and field athletes. *Am J Sports Med*. 2009;37(7):1400-5.
8. Munteanu SE, Barton CJ. Lower limb biomechanics during running in individuals with achilles tendinopathy: a systematic review. *J Foot Ankle Res*. 2011;4:15.
9. Reule CA, Alt WW, Lohrer H, Hochwald H. Spatial orientation of the subtalar joint axis is different in subjects with and without Achilles tendon disorders. *Br J Sports Med*. 2011;45(13):1029-34.
10. Alfredson H, Lorentzon R. Chronic Achilles tendinosis: recommendations for treatment and prevention. *Sports Med*. 2000;29(2):135-46.
11. Lorimer AV, Hume PA. Achilles Tendon Injury Risk Factors Associated with Running. *Sports Med*. 2014; 44(10):1459–72
12. Carcia CR, Martin RL, Houck J, Wukich DK. Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: achilles tendinitis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(9):A1-26.

13. Zafar MS, Mahmood A, Maffulli N. Basic science and clinical aspects of achilles tendinopathy. *Sports Med Arthrosc.* 2009;17(3):190-7.
14. Mahieu NN, Witvrouw E, Stevens V, Tiggelen DV, Roget P. Intrinsic risk factors for the development of achilles tendon overuse injury: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2006;34(2):226-35.
15. McCrory JL, Martin DF, Lowery RB, Cannon DW, Curl WW, Read HM, Hunter DM, Craven T, Messier SP. Etiologic factors associated with Achilles tendinitis in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(10):1374-81.
16. Van Ginckel A, Thijs Y, Hesar NG, Mahieu N, De Clercq D, Roosen P, Witvrouw E. Intrinsic gait-related risk factors for Achilles tendinopathy in novice runners: a prospective study. *Gait Posture.* 2009;29(3):387-91.
17. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36(2):95-101.
18. Knobloch K, Yoon U, Vogt PM. Acute and overuse injuries correlated to hours of training in master running athletes. *Foot Ankle Int.* 2008;29(7):671-6.
19. Mazzone MF, McCue T. Common conditions of the achilles tendon. *Am Fam Physician.* 2002;65:1805-10.
20. Paavola M, Kannus, Paakkala T, Pasanen M, Järvinen M. Long-term prognosis of patients with achilles tendinopathy. An observational 8-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 2000;28(5):634-42.
21. Cavanagh PR, LaFortune MA. Ground reaction forces in distance running. *J Biomech.* 1980;13(5):397-406.
22. Bressel E, McNair PJ. Biomechanical behavior of the plantar flexor muscle-tendon unit after an Achilles tendon rupture. *The Am J Sports Med.* 2001;29(3):321-6.
23. Kader D, Saxena A, Movin T, Maffulli N. Achilles tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. *Br J Sports Med.* 2002;36(4):239-49.
24. Shin D, Finni T, Ahn S, Hodgson JA, Lee HD, Edgerton VR, Sinha S. Effect of chronic unloading and rehabilitation on human Achilles tendon properties:

- a velocity-encoded phase-contrast MRI study. *J Appl Physiol.* 2008;105:1179–86.
25. Guedes DP, Souza Junior TP, Rocha AC. *Treinamento personalizado em musculação*. São Paulo: Phorte; 2008. p.126-8
 26. Bus SA. Ground Reaction Forces and Kinematics in Distance Running in Olden Aged Men. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(7):1167-75.
 27. Anitas R, Lucaciu D. A study of the Achilles tendon while running. *Clujul Medical.* 2013;86(1):36-39.
 28. Roberts TJ. The integrated function of muscles and tendons during locomotion. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2002.133(4):1087-99.
 29. Lichtwark GA, Wilson AM. Interactions between the human gastrocnemius muscle and the Achilles tendon during incline, level and decline locomotion. *J Exp Biol.* 2006;209(Pt 21):4379-88.
 30. Paavola M, Kannus P, Järvinen TA, Khan K, Józsa L, Järvinen M. Achilles tendinopathy. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(11):2062-76.
 31. Maffulli N, Sharma P, Luscombe KL. Achilles tendinopathy: aetiology and management. *J R Soc Med.* 2004;97(10):472-6.
 32. Li HY, Hua YH. Achilles Tendinopathy: Current Concepts about the Basic Science and Clinical Treatments. *Biomed Res Int.* 2016;2016:6492597. Epub 2016 Nov 3.
 33. Maffulli N, Via AG, Oliva F. Chronic Achilles Tendon Disorders: Tendinopathy and Chronic Rupture. *Clin Sports Med.* 2015;34(4):607-24.
 34. Smart GW, Taunton JE, Clement DB. Achilles tendon disorders in runners - a review. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12(4):231-43.
 35. Ryan M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Taunton J, Horstmann T. Kinematic Analysis of Runners with Achilles Mid-Portion Tendinopathy. *Foot Ankle Int.* 2009;30(12):1190-5.
 36. Magnan B, Bondi M, Pierantoni S, Samaila E. The pathogenesis of Achilles tendinopathy: A systematic review. *Foot and Ankle Surg.* 2014;20(3):154-9.
 37. Robinson JM, Cook JL, Purdam C, Visentini PJ, Ross J, Maffulli N, Taunton JE, Khan KM. The VISA-A questionnaire: a valid and reliable index of the clinical severity of Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2001;35:335-41.

38. Maffulli N, Longo UG, Testa V, Oliva F, Capasso G, Denaro V. Tendinopathy of the main body of the Achilles tendon. Italian translation of the VISA-A score for. *Disabil Rehabil.* 2008;30(20-2):1635-9.
39. Child S, Bryant AL, Clark RA, Crossley KM. Mechanical properties of the achilles tendon aponeurosis are altered in athletes with achilles tendinopathy. *Am J Sports Med.* 2010;38(9):1885-93.
40. Lins C, Ninomya AF, Bittar CK, de Carvalho AE Jr, Cliquet A Jr. Kinetic and Kinematic Evaluation of the Ankle Joint After Achilles Tendon Reconstruction With Free Semitendinosus Tendon Graft: Preliminary Results. *Artificial Organs.* 2013;37(3):291–7.
41. Azevedo LB, Lambert MI, Vaughan CL, O'Connor CM, Schwellnus MP. Biomechanical variables associated with Achilles tendinopathy in runners. *Br J Sports Med.* 2009;43(4):288-92.
42. Baur H, Müller S, Hirschmüller A, Cassel M, Weber J, Mayer F. Comparison in lower leg neuromuscular activity between runners with Unilateral mid-portion Achilles tendinopathy and healthy individuals. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(3):499-505.
43. Donoghue OA, Harrison AJ, Coffey N, Hayes K. Functional data analysis of running kinematics in chronic Achilles tendon injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(7):1323-35.
44. Donoghue OA, Harrison AJ, Laxton P, Jones RK. Lower limb kinematics of subjects with chronic achilles tendon injury during running. *Res Sports Med.* 2008;16(1):23-38.
45. Torres AS, Ferrari DM, Cirolini VX, Valente AMDS, Muniz AMDS. Análise do impacto do tênis e coturno fornecidos pelo Exército Brasileiro durante a marcha. *Rev. bras. educ. fís. esporte.* 2014;28(3): 377-85.
46. Barela AMF, Duarte M. Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. *Braz J Mot Behav.* 2011;6(1):56-61.
47. Robertson DGE, Caldwell GE, Hamill J, Kamen G, Whittlesey SN. Forces and their measurement. *Research Methods in Biomechanics.* Champaign: Human Kinetics; 2004. p.73-102.

48. Kluitenberg B, Bredeweg SW, Zijlstra S, Zijlstra W, Buist I. Comparison of vertical ground reaction forces during overground and treadmill running. A validation study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:235.
49. Hamill J. Evaluating sport shoes using ground reaction force data. 14^o *International Symposium on Biomechanics in Sports*. 1996;1(1):111-9.
50. Bigouette J, Simon J, Liu K, Docherty CL. Altered Vertical Ground Reaction Forces in Participants With Chronic Ankle Instability While Running. *J Athl Train*. 2016;51(9):682-7.
51. Wieczorek SA, Duarte M, Amadio AC. Estudo da força reação do solo no movimento básico de “step”. *Rev Paul Educ Fís*. 1997;11(2):103-15.
52. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, Mang'eni RO, Pitsiladis Y. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*. 2010;463:531–5.
53. Amadio, AC; Serrao, JC. A biomecânica em educação física e esporte. *Rev bras educ fís esporte*. 2011;25:15-24.
54. Hreljac A. Impact and overuse injuries in runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(5):845-9.
55. Robbins SE, Hanna AM. Running-related injury prevention through barefoot adaptations. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19(2):148-56.
56. Tsuji K, Ishida H, Oba K, Ueki T, Fujihashi Y. Activity of lower limb muscles during treadmill running at different velocities. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(2):353-6.
57. Nüesch C, Valderrabano V, Huber C, von Tscharner V, Pagenstert G. Gait patterns of asymmetric ankle osteoarthritis patients. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012;27(6):613-8.
58. Jeon KK, Kim TY, Lee SH. The effects of a strategic strength resistance exercise program on the isokinetic muscular function of the ankle. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(10):3295-7.
59. Fish M, Milligan J, Killey J. Is it possible to establish reference values for ankle muscle strength? A meta-analytical study. *Isokinetics and exercise science*. 2014;22(2):85–97.
60. Dvir Z. *Isocinética Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações clínicas*. São Paulo: Ed. Manole; 2002. p.799-802.

61. Ozçaldıran B, Durmaz B. Isokinetic muscle strength for ankle extensors and flexors. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48(3):300-4.
62. Woodson C, Bandy WD, Curis D, Baldwin D. Relationship of isokinetic peak torque with work and power for ankle plantar flexion and dorsiflexion. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995;22(3):113-5.
63. Terreri ASAP, Greve JM, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte*. 2011;7(5):170-4.
64. Nawoczenski DA, Barske H, Tome J, Dawson LK, Zlotnicki JP, DiGiovanni BF. Isolated gastrocnemius recession for achilles tendinopathy: strength and functional outcomes. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(2):99-105.
65. Möller M, Lind K, Styf J, Karlsson J. The reliability of isokinetic testing of the ankle joint and a heel-raise test for endurance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005;13(1):60-71.
66. Luna NM, Alonso AC, Brech GC, Mochizuki L, Nakano EY, Greve JM. Isokinetic analysis of ankle and ground reaction forces in runners and triathletes. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67:1023-8.
67. Milner CE, Ferber R, Pollard CD, Hamill J, Davis IS. Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(2):323-8.
68. Hreljac A, Marshall RN, Hume PA. Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2000;32:1635-41.
69. Paavola M, Kannus P, Järvinen TAH, Khan K, Józsa L, Järvinen M. Achilles Tendinopathy. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(11):2062-76.
70. Mahajan RH, Dalal RB. Flexor hallucis longus tendon transfer for reconstruction of chronically ruptured Achilles tendons. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2009;17(2):194-8.
71. Chang R, Rodrigues PA, Van Emmerik RE, Hamill J. Multi-segment foot kinematics and ground reaction forces during gait of individuals with plantar fasciitis. *J Biomech*. 2014;22;47(11):2571-7.
72. Wyndow N, Cowan SM, Wrigley TV, Crossley KM. Triceps surae activation is altered in male runners with Achilles tendinopathy. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(1):166-72.

73. Baur H, Divert C, Hirschmüller A, Müller S, Belli A, Mayer F. Analysis of gait differences in healthy runners and runners with chronic Achilles tendon complaints. *Isokinetics and Exercise Science*. 2014;12(2):111-6.
74. Stearne SM, Rubenson J, Alderson J. Investigation of running foot strike technique on Achilles tendon force using ultrasound techniques and a Hill-type model. *J Foot Ankle Res*. 2012; 5(Suppl 1):P25.
75. Almonroeder T, Willson JD, Kernozek TW. The effect of foot strike pattern on Achilles tendon load during running. *Ann Biomed Eng*. 2013;41(8):1758-66.
76. Foster J. Achilles Tendinopathy: is foot strike important? *Br J Sports Med* [Internet]. 2014 [citado em 2014 janeiro 2014]. Disponível em: <http://blogs.bmj.com/bjism/2014/01/22/achilles-tendinopathy-is-foot-strike-important/>
77. Daoud AI, Geissler GJ, Wang F, Saretsky J, Daoud YA, Lieberman DE. Foot strike and injury rates in endurance runners: a retrospective study. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(7):1325-34.
78. Birrell SA, Hooper RH, Haslam RA. The effect of military load carriage on ground reaction forces. *Gait Posture*. 2007;26(4):611-4.
79. So CH, Siu TO, Chan KM, Chin MK, Li CT. Isokinetic profile of dorsiflexors and plantar flexors of the ankle - a comparative study of elite versus untrained subjects. *Br J Sports Med*. 1994;28(1):25-30.
80. Fourchet F, Millet GP, Tomazin K, Guex K, Nosaka K, Edouard P, Degache F, Millet GY. Effects of a 5-h hilly running on ankle plantar and dorsal flexor force and fatigability. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112:2645–52.
81. Haglund-Akerlind Y, Eriksson E. Range of motion, muscle torque and training habits in runners with and without Achilles tendon problems. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1993;1(3-4):195-9.
82. Silbernagel KG, Gustavsson A, Thomeé R, Karlsson J. Evaluation of lower leg function in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(11):1207-17.
83. Brouner J, Ramdharry G, Swann N. An isokinetic method for inducing a localised fatigue effect in the plantarflexors and dorsiflexors of the ankle. *J Electromyogr Kinesiol*. 2014;24(6):841-7.

84. Freedman BR, Sarver JJ, Buckley MR, Voleti PB, Soslowsky LJ. Biomechanical and structural response of healing Achilles tendon to fatigue loading following acute injury. *J Biomech.* 2014;47(9):2028-34.
85. Silbernagel KG, Thomee R, Eriksson BI, Karlsson J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: a randomized controlled study. *Am J Sports Med.* 2007;35(6):897-906.
86. Abdel-Aziem AA, Mohammad WS. Plantar-flexor static stretch training effect on eccentric and concentric peak torque—a comparative study of trained versus untrained subjects. *J Hum Kinet.* 2012;34:49-58.
87. Yu J, Lee G. Comparison of pathway and center of gravity of the calcaneus on non-involved and involved sides according to eccentric and concentric strengthening in patients with Achilles tendinopathy. *J Sports Sci Med.* 2012 Mar 1;11(1):136-40.
88. Bogdanis GC. Effects of Physical Activity and Inactivity on Muscle Fatigue. *Front Physiol.* 2012;3:142.
89. Greve JM, Andere NFB, Luna NMS, Canonica AC, Cruz TMF, Peterson M, Alonso AC. Risk factors for overuse injuries in runners' ankles: a literature review. *MedicalExpress (São Paulo, online)* [Internet]. 2015 [citado em 2016 novembro 03];2(3):M150301. Disponível em: <http://www.dx.doi.org/10.5935/MedicalExpress.2015.03.01>