



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

***TENDINOPATIA PATELAR:
BIOMECÂNICA DA ATERRISSAGEM DE SALTO, DÉFICITS
DE FORÇA E FLEXIBILIDADE E EFEITOS DE
INTERVENÇÕES DE TRATAMENTO ENFOCANDO FATORES
PROXIMAIS DA CADEIA CINÉTICA EM ATLETAS***

RODRIGO SCATTONE DA SILVA

São Carlos
2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

***TENDINOPATIA PATELAR:
BIOMECÂNICA DA ATERRISSAGEM DE SALTO, DÉFICITS
DE FORÇA E FLEXIBILIDADE E EFEITOS DE
INTERVENÇÕES DE TRATAMENTO ENFOCANDO FATORES
PROXIMAIS DA CADEIA CINÉTICA EM ATLETAS***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia (PPG-FT) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, Área de Concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

DISCENTE

RODRIGO SCATTONE DA SILVA

ORIENTADOR

PROF. DR. FÁBIO VIADANNA SERRÃO
Departamento de Fisioterapia
Universidade Federal de São Carlos

CO-ORIENTADORA

PROF^a. DR^a. THERESA HELISSA NAKAGAWA
Departamento de Fisioterapia
Universidade Federal de São Carlos

SUPERVISORES DO ESTÁGIO NO EXTERIOR (PDSE)

PROF. DR. JAMES GAIDA
*Department of Physiotherapy
Monash University*

PROF. CRAIG PURDAM
*Department of Physical Therapies
Australian Institute of Sport*

São Carlos
2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586t Silva, Rodrigo Scattone da
Tendinopatia patelar : biomecânica da aterrissagem de salto, déficits de força e flexibilidade e efeitos de intervenções de tratamento enfocando fatores proximais da cadeia cinética em atletas / Rodrigo Scattone da Silva. -- São Carlos : UFSCar, 2016.
149 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2016.

1. Joelho de saltador. 2. Tendão. 3. Cinemática.
4. Articulação do joelho. 5. Fisioterapia. I. Título.



Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado do candidato Rodrigo Scattone da Silva, realizada em 19/02/2016:

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão
UFSCar

Profa. Dra. Débora Bevilaqua Grossi
USP

Profa. Dra. Luciana de Michelis Mendonça
UFVJM

Profa. Dra. Tania de Fatima Salvini
UFSCar

Profa. Dra. Ana Beatriz de Oliveira
UFSCar

Este trabalho foi realizado com Apoio Financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Bolsas de Doutorado e Doutorado Sanduíche) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (2014/10506-1).

Dedico esta Tese aos meus queridos pais,
José Francisco da Silva e Ana Maria Scattone da Silva,
pessoas de grande coragem e caráter, capazes de amor sem limites,
sem as quais nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, a seguir, às pessoas que me auxiliaram nesse período, desde o início do Doutorado até a sua conclusão, e às pessoas que, à sua maneira, contribuíram para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje.

*Agradeço ao **Prof. Fábio Viadanna Serrão**, por me aceitar como seu aluno, pela orientação, desde o período da graduação até agora, pela grande ajuda em todas as etapas e pela confiança depositada em meu trabalho. Sou muito grato por todos os ensinamentos e pela amizade. Tivemos uma excelente relação nesses anos de convivência e espero que consigamos estender essa relação por toda a vida.*

*Agradeço à minha co-orientadora **Prof^{ta} Theresa Helissa Nakagawa**, pela enorme contribuição com o trabalho e por ser um modelo a ser seguido como pessoa, pesquisadora e docente. Foi um privilégio ter sido orientado por você.*

*Aos meus supervisores **Prof. James Gaida** da Monash University e **Prof. Craig Purdam** do Australian Institute of Sport, por terem generosamente me acolhido em seus laboratórios e pelas valiosas contribuições que fizeram do meu estágio no exterior uma experiência inesquecível. Agradeço também à **Prof^{ta} Jill Cook** da Monash University pelos ensinamentos e por sua enorme contribuição às pesquisas em tendinopatia.*

*Agradeço à **Prof^{ta} Débora Bevilaqua Grossi**, à **Prof^{ta} Tania de Fatima Salvini**, à **Prof^{ta} Luciana de Michelis Mendonça**, à **Prof^{ta} Ana Beatriz de Oliveira**, à **Prof^{ta} Anamaria Siriani de Oliveira**, à **Prof^{ta} Paula Rezende Camargo**, e ao **Prof. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro** pelo aceite em compor a Banca e pelas considerações que muito contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.*

*Agradeço ao **Prof. José Eduardo Mourão Santos** do Departamento de Medicina da UFSCar pela colaboração no trabalho, principalmente com a realização dos exames de imagem nos atletas da pesquisa.*

Agradeço à **Prof^a Ana Beatriz de Oliveira** e à **Prof^a Paula Rezende Camargo** pelos convites a ministrar aulas na graduação em suas disciplinas. Obrigado pela confiança em meu trabalho.

Agradeço à **Prof^a Paula Regina Serrão**, por ser uma pessoa sempre muito prestativa e pela amizade e companheirismo desde a minha época de graduação.

Agradeço aos demais **Professores do Curso de Graduação em Fisioterapia** e do **Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar**, pela contribuição com meu crescimento profissional e ao **Emerson e Vágner**, assistentes administrativos do PPG-FT, por toda a ajuda com as questões burocráticas nesse período.

Agradeço à minha querida **Iolanda da Silva Vilella**, pela habilidade incomparável no preparo do café que me manteve acordado apesar das noites mal dormidas.

Agradeço à **Ana Luisa Granado Ferreira**, pela grande contribuição para os trabalhos desta Tese e pela amizade nesses anos de convivência. Foi muito bom acompanhar a sua formação, desde o período de graduação, e é ótimo ver a grande profissional que você se tornou. Muito obrigado por tudo.

Agradeço à **Giovanna Camparis Lessi** pela amizade e companheirismo desde a minha **Iniciação Científica**. Tivemos ótimas experiências juntos e desejo toda a sorte do mundo no seu futuro.

Agradeço à amiga **Ana Flávia dos Santos**. Tem sido um prazer acompanhar a sua evolução como pesquisadora, desde a **Iniciação Científica** até o **Doutorado**. Vi um grande crescimento em você nesses anos de convivência e tenho certeza de que você fará excelentes contribuições para as pesquisas em lesões da corrida no mundo. Boa sorte nessa etapa do **Doutorado** no exterior e espero que consigamos manter contato.

Agradeço aos queridos colegas de pós-graduação do **Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT)**, **Mariana Carvalho de Souza**, **Guilherme Silva Nunes**, **Daniel Augusto dos Santos**, **Bruna Calazans Luz** e **Adalberto**

Felipe Martinez pela troca de conhecimentos, pelo auxílio em inúmeras coletas e pela amizade nesses anos de convivência.

Agradeço aos queridos colegas de pós-graduação da Monash University, em especial à **Ebonie Rio** e ao **Sean Docking**. Foi um privilégio acompanhar a pesquisa de Doutorado de vocês e fiquei honrado em fazer parte do Monash Tendon Research Group (MONSTERs) enquanto estive aí.

Agradeço aos amigos do Australian Institute of Sport, **Wayne Spratford**, **Angela Fearon**, **Claire Kenneally-Dabrowski** e **Peter Preston** pela grande ajuda com o trabalho desenvolvido na Austrália. O trabalho não teria sido possível sem a grande ajuda de todos vocês.

Agradeço ao aluno de Iniciação Científica **Luccas Cavalcanti Garcia** pela ajuda nas coletas e processamento de dados nesse período de Doutorado e pela dedicação com relação ao projeto. Agradeço também ao **Lucas Aoki** pela ajuda no recrutamento dos voluntários.

Agradeço aos amigos da Turma de 2005 de Fisioterapia da UFSCar que me acompanharam na pós-graduação, **Vanessa Santos Pereira Baldon**, **Fernando ‘José’ Vasilceac**, **Thaís Aurichio**, **Sílvia Pavão**, **Juliano Arcuri** e **Cristina Francisco**, e aos outros que não vejo mais com tanta frequência, mas que fico feliz por terem feito parte da minha vida. Agradeço pela amizade e companheirismo em todos esses anos.

Agradeço aos demais colegas dos laboratórios vizinhos, **Melina Haik**, **Helen Nogueira**, **Letícia Calixtre**, **Letícia Bergamin**, **Bruno Grüninger**, **Francisco Locks**, **Dechristian Barbieri**, **Marina Cid**, **Cristiane Shinohara**, **Fabiana Foltran**, **Cleber Ferraresi**, **Mariana Ávila**, **Luiz Fernando Selistre**, **Marina Petrella**, **Gláucia Helena**, **Gisele Zanca**, dentre muitos outros, pela convivência nesse período de Doutorado.

Agradeço ao **Rodrigo de Marche Baldon**, pela grande amizade desde que nos conhecemos, quando entrei no laboratório. Sempre o admirei como pesquisador e profissional e espero que consigamos manter a amizade apesar da distância.

*Agradeço à minha querida amiga **Lívia Cocato Luiz**. Fico muito feliz com o fato de que a distância e os caminhos diferentes que seguimos não abalaram em nada a nossa forte amizade. Sinto-me privilegiado por ter alguém como você sempre presente em minha vida.*

*Agradeço aos meus incomparáveis pais, **Ana Maria e Zezinho**, por me ensinarem a viver, pelo amor e apoio incondicionais, pela enorme ajuda em todas as horas e pelos sacrifícios feitos para que eu pudesse chegar até aqui.*

*Agradeço a todos os Professores que me guiaram através das artes marciais, em especial o **Sifu Francisco José D’Urbano**, o **Sifu Martin Dragos** e o **Sensei Yashiro Yamamoto**, pelos muitos anos de ensinamentos e amizade. Agradeço pela estrutura e disciplina que me moldaram na pessoa que me tornei.*

*Agradeço aos colegas de treino, **José Vagner Seródio** e **Marcel de Albuquerque Barros**, dentre muitos outros, pelas incontáveis horas que passamos juntos buscando aperfeiçoamento pessoal através da arte marcial.*

*Agradeço a meu primo e amigo, **Edmilson Scattone Valli**, por uma amizade de 29 anos que não se altera apesar da distância e dos caminhos diferentes que seguimos.*

*Agradeço aos demais membros da minha família e amigos da cidade de Jundiaí, **Mirella, Messias, Daiane, Sueli e família, Vinícius, Aninha**, dentre muitos outros, por todo o apoio e amizade.*

*Agradeço à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** e à **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pelo apoio financeiro concedido para o desenvolvimento desta pesquisa.*

Agradeço ainda a todos(as) os(as) voluntários(as) que, pacientemente, fizeram parte da minha pesquisa e cederam seu tempo e esforço para contribuir para a minha formação profissional.

“Aquele que ama a prática sem teoria é como o navegante que embarca em um navio sem um leme e uma bússola. Ele nunca sabe aonde vai chegar”

LEONARDO DA VINCI (1452–1519)

“Do not fear failure. Not failure, but low aim is the crime.

In great attempts it is glorious even to fail”

BRUCE LEE (1940–1973)

RESUMO

Tendinopatia patelar (TP) é uma das causas mais comuns de dor no joelho em atletas. Em atletas de elite de voleibol, a prevalência de TP pode chegar a 45%. Estudos avaliando a força e flexibilidade dos músculos do membro inferior e a biomecânica do membro inferior e tronco durante atividades relacionadas ao esporte em atletas com TP são escassos. Além disso, a eficácia de intervenções enfocando a modificação da estratégia de aterrissagem de saltos para diminuição da sobrecarga no joelho em atletas com TP ainda não foi testada. Os objetivos da presente Tese foram: comparar o torque do quadril, joelho e tornozelo, bem como a flexibilidade do joelho e tornozelo entre atletas com e sem TP; comparar a biomecânica do membro inferior e tronco no plano sagital durante aterrissagem de salto entre atletas com e sem TP; verificar os efeitos de uma intervenção de fortalecimento dos músculos do quadril e modificação da estratégia de aterrissagem de salto na dor, função e biomecânica do membro inferior de um atleta de voleibol com TP e; verificar os efeitos imediatos de se alterar a posição do tronco no plano sagital na biomecânica do membro inferior e na dor no joelho durante aterrissagens em atletas com e sem TP. Na avaliação do torque isométrico do quadril, joelho e tornozelo, um dinamômetro manual foi utilizado. Para as avaliações de flexibilidade, utilizou-se um inclinômetro. As avaliações biomecânicas da aterrissagem de saltos foram feitas com sistemas de análise de movimento e plataformas de força. Para avaliação da dor e incapacidade dos atletas foram utilizadas a escala visual analógica e o questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella*. Os resultados mostraram que os atletas com TP apresentaram menor torque extensor do quadril e menor flexibilidade nos isquiotibiais e no tornozelo em comparação a atletas saudáveis. Na avaliação biomecânica, observou-se que atletas com TP apresentaram menor flexão do quadril durante a aterrissagem e menor contribuição da articulação do quadril para a dissipação das forças da aterrissagem em comparação aos atletas saudáveis. A intervenção de oito semanas de fortalecimento da musculatura do quadril e modificação da estratégia de aterrissagem de salto diminuiu a dor e a incapacidade e melhorou a biomecânica da aterrissagem em um atleta com TP, tanto em curto quanto em longo prazo. Por fim, o aumento da flexão do tronco durante aterrissagens de salto teve um efeito imediato de redução no pico de força no tendão patelar em atletas com e sem TP, além de reduzir a dor no joelho em atletas com TP. Fatores proximais da cadeia cinética, como a força do quadril e os movimentos do quadril e tronco durante aterrissagens de salto, não devem ser negligenciados no delineamento de intervenções para a reabilitação de atletas com TP.

Palavras-chave: joelho de saltador; tendão; cinemática; articulação do joelho; fisioterapia.

ABSTRACT

Patellar tendinopathy (PT) is one of the most common causes of knee pain in athletes. The prevalence of PT in elite volleyball athletes can be as high as 45%. Studies assessing lower limb muscles strength and flexibility and trunk and lower limb biomechanics during sports related activities are scarce. Also, the effects of interventions focusing on jump-landing strategy modifications to reduce the overload in the knee joint in athletes with PT have not yet been investigated. The purposes of this Thesis were: to compare hip, knee and ankle torques, as well as knee and ankle flexibility between athletes with and without PT; to compare trunk and lower limb sagittal plane biomechanics during jump-landings between athletes with and without PT; to verify the effects of an intervention of hip muscles strengthening and jump-landing strategy modification on pain, function and lower limb biomechanics in a volleyball athlete with PT and; to verify the immediate effects of changing sagittal plane trunk position on lower limb biomechanics and knee pain during jump-landings in athletes with and without PT. For the isometric torque evaluations, a handheld dynamometer was used. An inclinometer was used for the flexibility tests. For the landing biomechanics evaluations, motion capture systems and force platforms were used. The athletes' pain and disability were assessed by means of a visual analogue scale and the Victorian Institute of Sport Assessment-Patella questionnaire. Results showed that the athletes with PT presented lower hip extensor torque and lower hamstrings and ankle flexibility when compared to healthy athletes. In the biomechanical evaluation, athletes with PT displayed less hip flexion during jump-landings and smaller contribution of the hip joint for dissipation of the landing forces when compared to healthy athletes. The eight-week intervention composed by hip strengthening exercises and jump-landing strategy modification decreased pain and disability and improved lower limb biomechanics during jump-landing in an athlete with PT, both in short and long term. Finally, increasing trunk flexion during jump-landings produced immediate effects of: 1) reducing peak patellar tendon force in athletes with and without PT; 2) reducing knee pain during landings in athletes with PT. Proximal factors of the kinetic chain, such as hip strength and hip/trunk movements during jump-landings, should not be overlooked in the development of interventions for the rehabilitation of athletes with PT.

Keywords: jumper's knee; tendon; kinematics; knee joint; physical therapy.

LISTA DE TABELAS

ESTUDO I

TABELA 1 – Média \pm desvio padrão dos dados demográficos, informações relacionadas à prática esportiva e pontuação no questionário <i>Victorian Institute of Sport Assessment-Patella</i> (VISA-P) da amostra do estudo.	25
--	-----------

ESTUDO II

TABELA 1 – Variáveis cinemáticas no plano sagital do tronco, quadril, joelho e tornozelo (graus) durante a aterrissagem do salto de ambos os grupos (média \pm desvio padrão).	49
---	-----------

ESTUDO III

TABELA 1 – Variáveis primárias.	79
TABELA 2 – Variáveis cinemáticas e cinéticas durante a fase de aterrissagem da tarefa de salto vertical máximo (<i>drop vertical jump</i>) e força do quadril e joelho.	81

ESTUDO IV

TABELA 1 – Características demográficas, informações sobre participação no esporte, dor e pontuação no questionário <i>Victorian Institute of Sport Assessment-Patella</i> (VISA-P) da amostra do estudo (média \pm desvio padrão).	102
TABELA 2 – Pico da força de reação do solo normalizada (sem unidade) e dados cinéticos (N.m/N) dos três grupos nas diferentes posições do tronco (média \pm desvio padrão).	104
TABELA 3 – Pico das variáveis cinemáticas (graus) e projeção anterior da cabeça (cm) dos três grupos nas aterrissagens em diferentes posições do tronco (média \pm desvio padrão).	108

LISTA DE FIGURAS

ESTUDO I	Página
FIGURA 1 – Posicionamento do atleta para avaliação do torque extensor do quadril.	18
FIGURA 2 – Posicionamento do atleta para avaliação do torque extensor do joelho.	19
FIGURA 3 – Posicionamento do atleta para avaliação do torque extensor do tornozelo.	20
FIGURA 4 – Posição do teste para avaliação de amplitude de movimento de dorsiflexão com suporte do peso corporal.	22
FIGURA 5 – Posição do teste para avaliação da flexibilidade dos isquiotibiais.	23
FIGURA 6 – Posição do teste para avaliação da flexibilidade do quadríceps.	24
FIGURA 7 – Pico de torque isométrico normalizado do quadril, joelho e tornozelo de atletas com e sem tendinopatia patelar (média e desvio padrão).	26
FIGURA 8 – Dorsiflexão com suporte do peso corporal, flexibilidade de quadríceps e isquiotibiais de atletas com e sem tendinopatia patelar (média e desvio padrão).	27
<hr/>	
ESTUDO II	
FIGURA 1 – Padrão de movimento no instante da angulação máxima de flexão do joelho durante a aterrissagem do salto de (A) um atleta do grupo tendinopatia patelar e de (B) um atleta do grupo controle.	50
FIGURA 2 – Picos dos momentos articulares normalizados pelo peso corporal durante a aterrissagem de salto em ambos os grupos. Valores expressos em média e desvio padrão.	51
FIGURA 3 – Contribuições relativas das articulações em relação ao momento de suporte total durante a aterrissagem de salto em ambos os grupos.	52
<hr/>	
ESTUDO III	
FIGURA 1 – Imagem de ultrassom demonstrando a área hipoecóica do tendão patelar do (A) joelho esquerdo sintomático e do (B) joelho direito assintomático do paciente antes da intervenção.	68

FIGURA 2 – Posicionamento do paciente para a avaliação da força (A) extensora do quadril e (B) extensora do joelho. **74**

FIGURA 3 – Fase inicial da reabilitação. (A) Extensão do quadril em prono com 90° flexão do joelho. (B) Extensão do quadril em quatro apoios com 90° flexão do joelho. (C) Treino de aterrissagem do *drop jump*, enfatizando-se inclinação anterior do tronco e projeção posterior dos quadris. **76**

FIGURA 4 – Fase avançada da reabilitação. (A) Elevação das extremidades superior e inferior até posição neutra do tronco em quatro apoios (exercício do perdigueiro). (B) *Deadlift* unipodal. (C) Treino de aterrissagem do *drop vertical jump*, enfatizando-se inclinação anterior do tronco e projeção posterior dos quadris em ambas as aterrissagens. **77**

FIGURA 5 – Padrão de aterrissagem do salto vertical máximo durante o pico de flexão do joelho (A) antes e (B) após a intervenção. Séries temporais da cinemática do joelho e quadril no plano sagital (C) antes e (D) após a intervenção. **80**

FIGURA 6 – Exame de ultrassom do paciente demonstrando os tendões patelares do (A) joelho esquerdo, agora assintomático, e do (B) joelho direito, também assintomático, após a intervenção. **81**

ESTUDO IV

FIGURA 1 – Aterrissagens de salto com o tronco em (A) posição auto-selecionada, (B) posição estendida e (C) posição fletida. **98**

FIGURA 2 – Resultados de (A) força no tendão patelar e (B) dor durante as aterrissagens de salto com diferentes posições do tronco nos três grupos (média e desvio padrão). **106**

SUMÁRIO

CONTEXTUALIZAÇÃO	1
TEMA DE INTERESSE.....	9
HISTÓRICO DE COMPOSIÇÃO DA TESE	10
ESTUDO I	
RESUMO	13
INTRODUÇÃO	14
MÉTODOS	16
RESULTADOS.....	25
DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	35
ESTUDO II	
RESUMO	37
INTRODUÇÃO	38
MÉTODOS	42
RESULTADOS.....	49
DISCUSSÃO.....	53
CONCLUSÃO	60
ESTUDO III	
RESUMO	62
CONTEXTO	63
DESCRIÇÃO DO CASO.....	67
RESULTADOS.....	79
DISCUSSÃO	82
CONCLUSÃO	89

ESTUDO IV

RESUMO	91
INTRODUÇÃO	92
MÉTODOS	94
RESULTADOS	102
DISCUSSÃO	110
CONCLUSÃO	118
CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS	121
ANEXO I	131
ANEXO II	132
ANEXO III	133
ANEXO IV	135
ANEXO V	137
ANEXO VI	138
APÊNDICE I	139
APÊNDICE II	142
APÊNDICE III	146
APÊNDICE IV	147

CONTEXTUALIZAÇÃO

Tendinopatias correspondem a 7% de todas as lesões observadas em centros de atendimento em saúde nos Estados Unidos (Woodwell & Cherry, 2004). Os tendões patelar e de Aquiles são os mais freqüentemente afetados por sobrecarga excessiva no membro inferior, tanto na população sedentária quanto em atletas (Malliaras *et al.*, 2013). Tendinopatia patelar é uma das causas mais comuns de dor anterior no joelho em atletas. É usualmente descrita como sendo uma disfunção degenerativa do tendão patelar, que resulta em dor localizada no corpo do tendão patelar ou próximo de suas inserções na patela e tuberosidade da tíbia (Ferretti *et al.*, 1983). A prevalência de tendinopatia patelar em atletas de diferentes modalidades esportivas é de 8,5 a 14,2% (Lian *et al.*, 2005; Zwerver *et al.*, 2011). Especificamente em atletas recreacionais de basquetebol, handebol e voleibol, a prevalência de tendinopatia patelar varia de 11,8 a 14,4% (Zwerver *et al.*, 2011). Em atletas de elite a prevalência dessa disfunção aumenta significativamente, com dados epidemiológicos apontando que 15% dos atletas de handebol, 32% dos atletas de basquetebol e 45% dos atletas de voleibol são acometidos por tendinopatia patelar (Lian *et al.*, 2005).

Atletas do sexo masculino são tipicamente mais afetados por tendinopatia patelar do que atletas do sexo feminino (Lian *et al.*, 2005; Zwerver *et al.*, 2011). Recentemente foi observado que atletas do sexo masculino apresentam um risco 3–4 vezes maior de desenvolver tendinopatia patelar do que atletas do sexo feminino (Visnes & Bahr, 2013). Ainda pouco se sabe sobre os motivos pelos quais os homens são mais acometidos por essa disfunção do que as mulheres. Acredita-se que altas cargas aplicadas nas fibras do tendão patelar durante saltos são um fator desencadeante para tendinopatia patelar (Lian *et al.*, 2003). Sabe-se que homens são capazes de atingir

maiores alturas em saltos verticais em comparação a mulheres (Janssen *et al.*, 2015). Saltos verticais em maiores alturas geram maiores forças no tendão patelar (Janssen *et al.*, 2015) e um melhor desempenho em saltos verticais foi recentemente estabelecido como fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Visnes *et al.*, 2013). Acredita-se que esses aspectos contribuam para a observada discrepância de prevalência de tendinopatia patelar entre os sexos (Visnes & Bahr, 2013).

Tendinopatia patelar foi inicialmente descrita, e é freqüentemente conhecida como, “joelho de saltador” (*jumper’s knee*), em reconhecimento da associação dessa disfunção com esportes que envolvem saltos (Blazina *et al.*, 1973). No entanto, essa expressão é criticada uma vez que tendinopatia patelar afeta atletas de diferentes modalidades esportivas, incluindo esportes que não envolvem saltos repetitivos. Essa condição também já foi conhecida como “tendinite patelar”, indicando-se que um componente inflamatório seria o responsável pela dor (Jensen & di Fabio, 1989; Witvrouw *et al.*, 2001). Porém, estudos histológicos têm demonstrado atividade inflamatória mínima ou ausente nos tendões acometidos, sugerindo que se trata de uma desordem degenerativa (tendinose) e não inflamatória (Khan *et al.*, 1996; Cook *et al.*, 2000b; Alfredson *et al.*, 2001b). Considerando-se, no entanto, que o componente inflamatório não pode ser completamente descartado, especialmente na fase aguda da lesão (Millar *et al.*, 2010; Rees *et al.*, 2014), o termo “tendinopatia” tem sido mais freqüentemente utilizado na literatura atual.

A dor em tendinopatia usualmente ocorre em tarefas que impõem cargas ao tendão, situações que envolvem grandes armazenamentos e liberações de energia nessas estruturas (Rio *et al.*, 2014). Dores crônicas no joelho associadas à tendinopatia patelar podem ser devastadoras para uma carreira atlética e podem interferir nas atividades laborais (Kettunen *et al.*, 2002; van der Worp *et al.*, 2011b). Em um estudo prospectivo

de longo seguimento, Kettunen *et al.* (2002) observaram que atletas com tendinopatia patelar ainda apresentavam dor e limitações funcionais 15 anos após as avaliações iniciais. Esses autores observaram ainda, que 53% dos atletas com tendinopatia patelar haviam abandonando a prática esportiva em consequência de sua dor no joelho (Kettunen *et al.*, 2002). Com relação às atividades laborais, de 8 a 50% dos indivíduos com tendinopatia patelar reportam que a dor no joelho interfere na produtividade no trabalho (van der Worp *et al.*, 2011b). A alta prevalência dessa condição e o seu impacto no desempenho funcional dos indivíduos acometidos ressaltam a importância de pesquisas para melhor compreensão da tendinopatia patelar.

A origem da dor em tendinopatias ainda não está definitivamente elucidada. Sabe-se que tendões sintomáticos apresentam proliferação anormal de células, ruptura e desorganização do colágeno, além de extensa neovascularização (Khan *et al.*, 1996; Parkinson *et al.*, 2010). É possível que algumas dessas alterações representem uma tentativa do organismo de reparar o tendão sobrecarregado (Warden & Brukner, 2003). É importante ressaltar que as neovascularizações presentes em tendões patológicos tipicamente vêm acompanhadas de pequenos nervos que podem ser responsáveis pelos sintomas dos pacientes (Alfredson *et al.*, 2001a). Suportando essa hipótese, alguns estudos têm demonstrado efeitos benéficos de redução de dor em indivíduos com tendinopatia patelar crônica após tratamentos envolvendo injeções esclerosantes para esses neovasos (Alfredson & Ohberg, 2005; Hoksrud *et al.*, 2006). Porém, ainda não há consenso na literatura sobre a origem da dor nas tendinopatias, especialmente porque essas alterações, por vezes, também estão presentes em tendões assintomáticos (Rio *et al.*, 2014).

Cook & Purdam (2009) propuseram uma caracterização dos diferentes estágios das tendinopatias no que chamaram de “modelo contínuo”. Por esse modelo, as

tendinopatias são caracterizadas em três fases progressivas: fase reativa, fase de degradação e fase degenerativa (Cook & Purdam, 2009). Na fase reativa, acredita-se que haja proliferação celular e da matriz em resposta à sobrecarga, observando-se um espessamento homogêneo do tendão. Na fase de degradação, há aumento do número de células e síntese protéica, desorganização do colágeno e da matriz, com possível início de neovascularizações. Na fase degenerativa, observa-se morte celular por apoptose, trauma ou exaustão dos tenócitos, extensa desorganização do colágeno e neovascularização, com pouco potencial de reversibilidade (Cook & Purdam, 2009).

Sobrecarga tem sido sugerida em modelos patomecânicos recentes como um fator chave para o desenvolvimento de tendinopatias (Abate *et al.*, 2009; Cook & Purdam, 2009). Fatores de risco extrínsecos e intrínsecos têm sido sugeridos como importantes fontes de sobrecarga, favorecendo a ocorrência da tendinopatia (Witvrouw *et al.*, 2001; Tiemessen *et al.*, 2009). Os fatores extrínsecos mais destacados como fonte de sobrecarga são: aumento na carga de treinamento (intensidade, frequência e/ou duração), erros de fundamento, calçados e equipamentos inapropriados e superfícies de treino mais duras (Tiemessen *et al.*, 2009; Visnes & Bahr, 2013). Fatores de risco intrínsecos envolvem principalmente sobrepeso e déficits de força e flexibilidade muscular (Witvrouw *et al.*, 2001; van der Worp *et al.*, 2011a).

Déficits de flexibilidade, locais e distais à articulação do joelho, foram previamente observados em atletas com tendinopatia patelar. Localmente, alguns estudos observaram déficits de flexibilidade no quadríceps (Witvrouw *et al.*, 2001) e isquiotibiais (Witvrouw *et al.*, 2001; Cook *et al.*, 2004) em atletas com tendinopatia patelar. Por outro lado, outros estudos não verificaram diferença na flexibilidade dessa musculatura entre atletas com tendinopatia patelar e controles saudáveis (Gaida *et al.*, 2004; Malliaras *et al.*, 2006b), não havendo consenso sobre a associação entre encurtamentos

musculares e tendinopatia patelar. Distalmente, alguns estudos prévios identificaram redução na amplitude de movimento de dorsiflexão do tornozelo em atletas com tendinopatia patelar (Malliaras *et al.*, 2006b; Backman & Danielson, 2011), porém outros estudos não observaram diferenças nessa variável entre atletas com e sem disfunções no tendão patelar (Crossley *et al.*, 2007; Mendonca *et al.*, 2015). Nesse contexto, mais estudos são necessários para se determinar se esses déficits de flexibilidade estão presentes em atletas com tendinopatia patelar.

A força dos músculos extensores do joelho tem sido avaliada em diferentes estudos envolvendo atletas com tendinopatia patelar (Witvrouw *et al.*, 2001; Gaida *et al.*, 2004; Crossley *et al.*, 2007; Krauss *et al.*, 2007). Sugere-se que déficits de força nos músculos extensores do joelho podem causar sobrecarga no tendão patelar (Kannus, 1997). Ressalta-se, no entanto, que as articulações do quadril e tornozelo também contribuem para a dissipação das forças de reação do solo durante atividades como aterrissagens de salto (DeVita & Skelly, 1992; Zhang *et al.*, 2000). Fraqueza na musculatura dessas articulações pode resultar em sobrecarga excessiva do mecanismo extensor do joelho em atletas, possivelmente contribuindo para a tendinopatia patelar. No entanto, na literatura consultada, não foi encontrado nenhum estudo avaliando a capacidade de geração de torque das articulações do quadril e tornozelo de atletas com tendinopatia patelar.

É possível que uma mecânica alterada das articulações do membro inferior durante aterrissagem de saltos também seja um fator causador de sobrecarga no tendão patelar. Edwards *et al.* (2010) e Mann *et al.* (2013) demonstraram que atletas assintomáticos com anormalidades ultrassonográficas no tendão patelar apresentam um padrão de movimento alterado na articulação do quadril durante a aterrissagem de um salto anterior quando comparados a atletas sem tais anormalidades. Foi observado que

atletas com anormalidades ultrassonográficas no tendão patelar realizam extensão do quadril quando aterrissam do salto, enquanto atletas sem anormalidades realizam flexão do quadril (Edwards *et al.*, 2010; Mann *et al.*, 2013). Esse padrão alterado na articulação do quadril provavelmente resulta em uma estratégia de dissipação de força menos eficiente, o que pode sobrecarregar a articulação do joelho. De fato, demonstrouse que esse padrão de movimento alterado na articulação do quadril durante a aterrissagem foi um fator de risco capaz de predizer tanto a presença quanto a severidade de uma anormalidade no tendão patelar (Mann *et al.*, 2013). Isso é especialmente relevante, considerando-se que anormalidades ultrassonográficas no tendão patelar são fatores de risco para o desenvolvimento de tendinopatia (Cook *et al.*, 2000a; Fredberg & Bolvig, 2002; Visnes *et al.*, 2015). Uma recente revisão de literatura concluiu que existem indícios de que atletas com tendinopatia patelar apresentam uma “estratégia rígida” para aterrissagem de saltos (van der Worp *et al.*, 2014), porém, estudos incluindo avaliações biomecânicas da aterrissagem de salto em atletas com tendinopatia patelar ainda são escassos.

Acredita-se que os movimentos do tronco no plano sagital apresentem influência significativa nas forças que agem na articulação do joelho durante atividades como aterrissagens de salto (Powers, 2010). Apesar disso, na literatura consultada, não foram encontrados estudos que tenham incluído avaliações dos movimentos do tronco durante aterrissagens de salto em atletas com disfunções no tendão patelar. Modificar a posição do tronco no plano sagital durante aterrissagens de salto pode influenciar as forças que agem no tendão patelar e os sintomas de atletas com tendinopatia patelar. Porém, não foi encontrado nenhum estudo que tenham investigado os efeitos de se alterar a posição do tronco durante aterrissagens em atletas com disfunções no tendão patelar.

Tendinopatia patelar é uma lesão de difícil reabilitação, especialmente durante a temporada competitiva (Cook & Purdam, 2014). Cerca de um terço dos atletas com tendinopatia patelar que buscam atendimento em clínicas de reabilitação esportiva não retornam ao esporte nos próximos seis meses (Cook *et al.*, 1997). Intervenções consistindo de fortalecimento excêntrico para o quadríceps têm sido extensivamente enfatizadas na última década, para a restauração progressiva da tolerância dos tendões a altas cargas, na reabilitação de atletas com tendinopatia patelar (Malliaras *et al.*, 2013). Essa intervenção tem se mostrado eficiente para o tratamento de atletas com essa disfunção (Larsson *et al.*, 2012; Malliaras *et al.*, 2013). No entanto, alguns estudos têm mostrado que os resultados de intervenções envolvendo exercícios excêntricos são, por vezes, longe de ideais (Visnes *et al.*, 2005; Bahr *et al.*, 2006; Fredberg *et al.*, 2008). Bahr *et al.* (2006) observaram que somente 55% dos atletas de elite tratados com exercícios excêntricos obtiveram um retorno satisfatório ao esporte um ano após a intervenção.

Dada a alta taxa de recorrência das tendinopatias, é possível que as condutas de intervenção tradicionais não estejam atuando para a resolução dos fatores que produziram a sobrecarga nos tendões, o que predisporia os atletas à recorrência dos sintomas. Considerando-se os indícios de que atletas com disfunções no tendão patelar apresentam uma mecânica alterada de aterrissagem de saltos (Edwards *et al.*, 2010; Mann *et al.*, 2013), intervenções visando à modificação na estratégia de aterrissagem de saltos podem ser importantes para a resolução das tendinopatias em longo prazo. Porém, pelo nosso conhecimento, nenhum estudo verificou os efeitos de uma intervenção incluindo modificação na estratégia de aterrissagem de saltos em atletas com tendinopatia patelar.

É razoável especular que intervenções que tenham como objetivo a redução da sobrecarga tendínea durante a prática esportiva sejam importantes para a reabilitação e, possivelmente, a prevenção de tendinopatia patelar, tendo em vista que já foi estabelecido que a sobrecarga é um fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Visnes & Bahr, 2013; de Vries *et al.*, 2015). Uma recente diretriz de tratamento para tendinopatias recomenda que fatores contribuintes da cadeia cinética sejam considerados na reabilitação de atletas com disfunções nos tendões (Cook & Purdam, 2014). No entanto, pesquisas são necessárias para verificar os efeitos de intervenções enfocando os diferentes fatores da cadeia cinética.

Dada a alta incidência de tendinopatia patelar em atletas e considerando-se que essa disfunção está associada à redução no desempenho e até mesmo abandono da prática esportiva (Kettunen *et al.*, 2002; Lian *et al.*, 2005), ressalta-se a relevância clínica da realização de avaliações abrangentes de atletas acometidos, incluindo avaliações de força muscular, flexibilidade e biomecânica dos gestos esportivos, para melhor fundamentação de abordagens de tratamento dessa disfunção.

TEMA DE INTERESSE

Diante do exposto, os temas de interesse desta Tese foram: comparar o torque da musculatura do quadril, joelho e tornozelo, bem como a amplitude de movimento de dorsiflexão, flexibilidade de isquiotibiais e quadríceps entre atletas com tendinopatia patelar e atletas saudáveis; comparar a biomecânica do membro inferior e tronco no plano sagital durante a aterrissagem de salto entre atletas com tendinopatia patelar e atletas saudáveis; verificar os efeitos de uma intervenção composta por fortalecimento da musculatura do quadril e modificação da estratégia de aterrissagem de salto na dor, função e biomecânica do membro inferior de um atleta de voleibol com tendinopatia patelar; e verificar os efeitos imediatos de se alterar a posição do tronco no plano sagital nas forças no tendão patelar, na biomecânica do membro inferior e na dor no joelho durante aterrissagens de salto em atletas com e sem tendinopatia patelar.

HISTÓRICO DE COMPOSIÇÃO DA TESE

A presente Tese de Doutorado é composta por quatro artigos originais. O Estudo I incluiu avaliações de torque isométrico do quadril, joelho e tornozelo, da amplitude de movimento do tornozelo e da flexibilidade do quadríceps e isquiotibiais em atletas com e sem tendinopatia patelar. Os resultados deste estudo contribuirão para o planejamento e delineamento de intervenções de tratamento mais abrangentes, incluindo diferentes fatores da cadeia cinética, na reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

O Estudo II teve como objetivo verificar se existem diferenças na biomecânica do membro inferior e tronco durante a aterrissagem de salto entre atletas com tendinopatia patelar e atletas saudáveis. Os resultados deste estudo ressaltam a importância de avaliações da biomecânica de atividades similares ao gesto esportivo de atletas com tendinopatia patelar, para a identificação de potenciais fatores causadores de sobrecarga e para o delineamento de intervenções buscando atuar sobre esses fatores.

No Estudo III foi avaliado o efeito de uma intervenção de oito semanas composta por exercícios de fortalecimento para a musculatura extensora do quadril e treinamento para modificação da estratégia de aterrissagem de salto em um atleta com tendinopatia patelar. Este foi o primeiro estudo a verificar os efeitos de uma intervenção enfocando fatores proximais da cadeia cinética na reabilitação de tendinopatia patelar. Os resultados favoráveis observados com essa intervenção, tanto em curto como em longo prazo, ressaltam a relevância desses fatores e estimulam a criação de programas de intervenção mais abrangentes para tendinopatia patelar.

Por fim, no Estudo IV, foram verificados os efeitos imediatos de se modificar a posição do tronco no plano sagital nas forças no tendão patelar, na dor no joelho e na

biomecânica do membro inferior durante a aterrissagem de salto em atletas de elite com e sem tendinopatia patelar. Este foi o primeiro estudo a verificar os efeitos dessa intervenção na população em questão. Os resultados destacam a importância de se avaliar os movimentos do tronco no plano sagital durante a aterrissagem de salto em atletas com tendinopatia patelar. Ressaltam, ainda, a relevância de intervenções enfocando modificação dos movimentos do tronco durante aterrissagens para a reabilitação e, potencialmente, prevenção de tendinopatia patelar.

***FORÇA MUSCULAR E FLEXIBILIDADE DO
MEMBRO INFERIOR EM ATLETAS COM E SEM
TENDINOPATIA PATELAR***

SCATTONE SILVA R, NAKAGAWA TH, FERREIRA ALG, GARCIA LC, SANTOS JE, SERRÃO FV.

Lower Limb Strength and Flexibility in Athletes with and without Patellar Tendinopathy.

Artigo aceito para publicação no periódico *Physical Therapy in Sport*.

Trabalho premiado com o *Bose Award for Excellence in Biomechanics*
no *3rd International Scientific Tendinopathy Symposium (ISTS)*
realizado em Setembro de 2014 na *University of Oxford (ANEXO I)*

RESUMO

Objetivo: Comparar o torque do quadril, joelho e tornozelo, bem como a flexibilidade do joelho e tornozelo entre atletas com tendinopatia patelar e controles assintomáticos.

Desenho do Estudo: Estudo transversal.

Participantes: Quatorze atletas do sexo masculino, jogadores de voleibol, basquetebol ou handebol, categorizados em dois grupos – grupo tendinopatia patelar (GT; n = 7) e grupo controle assintomático (GC; n = 7).

Desfechos primários: Torques isométricos do quadril, joelho e tornozelo foram mensurados utilizando-se um dinamômetro manual. Dorsiflexão do tornozelo com suporte do peso corporal, flexibilidade dos isquiotibiais e quadríceps foram mensuradas utilizando-se um inclinômetro.

Resultados: O GT apresentou torque extensor do quadril 27% menor do que o GC ($P = 0,031$), não havendo diferenças entre os grupos quanto aos torques do joelho e tornozelo ($P > 0,05$). Além disso, o GT demonstrou menor dorsiflexão do tornozelo com suporte do peso corporal ($P = 0,038$) e flexibilidade dos isquiotibiais ($P = 0,006$) quando comparado ao GC. Com relação à flexibilidade do quadríceps, não foram observadas diferenças entre os grupos ($P = 0,828$).

Conclusões: Déficits de força e flexibilidade podem contribuir para uma maior sobrecarga no mecanismo extensor do joelho, potencialmente contribuindo para a origem/perpetuação da tendinopatia patelar. Intervenções objetivando aumentar a força extensora do quadril, bem como a flexibilidade do joelho e tornozelo podem ser importantes para a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

Palavras-chave: biomecânica; torque; tendão; sobrecarga; joelho de saltador.

INTRODUÇÃO

Tendinopatia patelar é uma disfunção musculoesquelética comum em atletas e é considerada uma importante causa de incapacidade física. A prevalência de tendinopatia patelar em atletas recreacionais de basquetebol, handebol e voleibol varia de 11,8 a 14,4% (Zwerver *et al.*, 2011). Sintomas crônicos associados à tendinopatia patelar podem persistir por décadas e já foi demonstrado que 53% dos atletas abandonam a carreira esportiva por causa de dor no joelho (Kettunen *et al.*, 2002). Apesar disso, pouco é conhecido sobre os fatores associados a essa disfunção, o que complica o delineamento de estratégias de tratamento eficientes para a tendinopatia patelar.

Diminuição no torque extensor do joelho foi previamente observada em atletas com tendinopatia patelar (Crossley *et al.*, 2007). Déficits de força nos músculos extensores do joelho podem causar sobrecarga no tendão patelar devido a uma diminuição na capacidade de absorção de energia do complexo miotendíneo (Kannus, 1997). Também é importante ressaltar que as articulações do quadril e tornozelo são importantes componentes que contribuem para a dissipação das forças de reação do solo durante atividades com suporte do peso corporal, como aterrissagens de salto (DeVita & Skelly, 1992; Zhang *et al.*, 2000). Dessa forma, fraqueza na musculatura dessas articulações pode resultar em sobrecarga excessiva do mecanismo extensor do joelho em atletas envolvidos em atividades de salto, possivelmente contribuindo para a tendinopatia patelar. No entanto, pelo nosso conhecimento, nenhum estudo avaliou a capacidade de geração de torque das articulações do quadril e tornozelo de atletas com tendinopatia patelar.

Déficits de flexibilidade, locais e distais à articulação do joelho, foram previamente observados em atletas com tendinopatia patelar. Localmente, alguns estudos observaram déficits de flexibilidade no quadríceps (Witvrouw *et al.*, 2001) e

isquiotibiais (Witvrouw *et al.*, 2001; Cook *et al.*, 2004) em atletas com tendinopatia patelar. Por outro lado, outros estudos observaram que atletas com tendinopatia patelar apresentam maior flexibilidade de isquiotibiais quando comparados a atletas assintomáticos (Crossley *et al.*, 2007) ou que não há diferença na flexibilidade dessa musculatura entre atletas com tendinopatia patelar e controles sadios (Gaida *et al.*, 2004; Malliaras *et al.*, 2006b). Distalmente, estudos prévios demonstraram que atletas com tendinopatia patelar apresentam redução na amplitude de movimento de dorsiflexão do tornozelo quando comparados a atletas assintomáticos (Malliaras *et al.*, 2006b; Backman & Danielson, 2011). Contudo, Crossley *et al.* (2007) não observaram diferenças na amplitude de movimento de dorsiflexão com suporte do peso corporal entre atletas com e sem tendinopatia patelar. Portanto, mais estudos são necessários para se determinar se esses déficits de flexibilidade estão presentes em atletas com tendinopatia patelar.

Apesar da alta incidência de tendinopatia patelar na população atlética, atualmente não se tem um “tratamento de escolha” óbvio para essa condição (Riley, 2008). Uma recente diretriz de tratamento para tendinopatias recomenda que fatores contribuintes da cadeia cinética sejam considerados na reabilitação de atletas com disfunções nos tendões (Cook & Purdam, 2014). No entanto, pesquisas são necessárias para esclarecer se, de fato, déficits de força e flexibilidade proximais, locais e distais estão presentes em atletas com tendinopatia patelar. A identificação de déficits de força e flexibilidade em atletas com tendinopatia patelar seria importante para o estabelecimento de condutas de tratamento eficazes para essa condição. O propósito deste estudo foi comparar o torque isométrico do quadril, joelho e tornozelo, bem como a amplitude de movimento de dorsiflexão, flexibilidade de isquiotibiais e quadríceps entre atletas com tendinopatia patelar e controles assintomáticos.

MÉTODOS

Participantes

Trinta e quatro atletas (22 homens) de 16 a 30 anos de idade foram recrutados de times locais, profissionais e universitários, de voleibol, basquetebol e handebol. Eles foram submetidos a uma avaliação ultrassonográfica de ambos os tendões patelares por um radiologista experiente. Foi considerado que os atletas apresentavam anormalidades no tendão patelar se uma área hipoeecóica estivesse evidente tanto nas imagens longitudinais quanto transversais do exame (Cook *et al.*, 2000a). As atletas do sexo feminino foram excluídas dessa análise porque somente uma mulher apresentou anormalidades no tendão patelar. As demais mulheres apresentaram tendões patelares com aparência normal e sem sintomas no joelho, ou com sintomas no joelho consistentes com outras disfunções musculoesqueléticas. Esse achado é consistente com os achados de estudos prévios que observaram que tendinopatia patelar é mais prevalente em homens em comparação a mulheres (Zwerver *et al.*, 2011; Visnes & Bahr, 2013). Seis homens com anormalidades no tendão patelar, mas sem sintomas na articulação do joelho também foram excluídos. Além disso, dois homens foram excluídos nas avaliações iniciais por apresentarem achados de imagem consistentes com a doença de Osgood-Schlatter e com bursite pré-patelar. Por fim, sete atletas do sexo masculino com tendinopatia patelar e sete controles assintomáticos, sem anormalidades no tendão patelar e sem sintomas no joelho, foram incluídos neste estudo.

Além da presença de anormalidades no tendão patelar, critérios clínicos para a inclusão dos atletas no grupo tendinopatia patelar (GT) foram os seguintes: dor localizada no tendão patelar de início insidioso, confirmada pela palpação; e sintomas atuais no tendão patelar durante tarefas que impõem carga no tendão patelar (saltos,

agachamentos, etc.) por pelo menos três meses (Sorenson *et al.*, 2010). Atletas sem sintomas e sem anormalidades nos tendões patelares foram incluídos no grupo controle (GC). Os critérios de exclusão adotados neste estudo foram os seguintes: histórico de trauma ou cirurgia na articulação do joelho; disfunções intra-articulares; dor patelofemoral; instabilidade patelar; doenças de Osgood-Schlatter ou de Sinding-Larsen-Johansson; e reprodução dos sintomas com palpação dos retináculos, banda iliotibial ou tendão da pata de ganso. Os atletas foram convidados a participar do estudo voluntariamente e todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (**APÊNDICE I**). Consentimento dos pais ou guardiães legais também foi obtido no caso dos atletas menores de idade. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade (**ANEXO II**).

Antes das avaliações de força e flexibilidade, a massa corporal e altura dos atletas foram mensuradas. Eles também foram questionados a respeito do tempo total de prática esportiva e sobre a carga horária semanal de prática do esporte. Além disso, os atletas preencheram o questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P, versão em português – **ANEXO III**) (Wageck *et al.*, 2013). Durante as avaliações de força e flexibilidade, os atletas estavam vestindo shorts e tênis esportivos. Somente o membro sintomático dos atletas do GT foi submetido às avaliações de força e flexibilidade. No caso de sintomas bilaterais (um atleta), o membro mais sintomático foi avaliado. No caso dos atletas do GC, o membro inferior dominante foi avaliado. O membro inferior dominante foi definido como o membro utilizado para se chutar uma bola o mais longe o possível. Os testes foram sempre realizados nas mesmas condições, na ordem em que são descritos no artigo. Para o teste de confiabilidade das variáveis primárias deste estudo, dez sujeitos sadios foram avaliados com os procedimentos descritos nas subseções a seguir em duas ocasiões separadas por 48 a 72 horas, pelo

mesmo examinador. Para cada variável, o coeficiente de correlação intra-classe (ICC), o erro padrão da medida (EPM) e a diferença mínima detectável (DMD) foram calculados (Weir, 2005).

Teste de Força Isométrica

Um dinamômetro manual (Lafayette Instruments, IN, EUA) foi utilizado para a mensuração do torque isométrico de extensão do quadril, extensão do joelho e flexão plantar do tornozelo durante contrações voluntárias máximas. Cintos inelásticos foram utilizados para estabilizar os atletas e o dinamômetro, para eliminar o efeito da força do examinador nas medidas (Willson & Davis, 2009).

O torque extensor do quadril foi mensurado com o atleta em decúbito ventral, com os quadris em posição neutra nos três planos. O joelho do membro a ser testado foi posicionado em 90° de flexão (Fukuchi *et al.*, 2014). Um cinto foi posicionado ao redor da pelve do atleta e da mesa examinadora para estabilização. Foi permitido que o atleta segurasse com ambas as mãos na mesa examinadora, para estabilização do tronco. O dinamômetro foi posicionado imediatamente proximal à fossa poplíteia (**FIGURA 1**). Foi solicitado que o atleta fizesse “força máxima para levar o pé em direção ao teto”. Em



FIGURA 1 – Posicionamento do atleta para avaliação do torque extensor do quadril

nosso estudo piloto, observou-se que a confiabilidade dessa medida foi excelente, com um $ICC_{3,3} = 0,93$; um $EPM = 0,012 \text{ N.m/kg/m}$ e uma $DMD = 0,032 \text{ N.m/kg/m}$.

Para avaliação do torque extensor do joelho, o atleta foi posicionado em decúbito dorsal com 30° de flexão do joelho (Willson & Davis, 2009). Essa posição foi escolhida uma vez que esse ângulo de flexão de joelho se assemelha ao ângulo no qual os atletas precisam gerar força durante atividades de salto (Willson & Davis, 2009). O dinamômetro foi posicionado imediatamente proximal ao ponto médio entre os maléolos medial e lateral (**FIGURA 2**) e o atleta foi orientado a realizar “força máxima para esticar o joelho”. Excelente confiabilidade foi observada para essa medida ($ICC_{3,3} = 0,85$; $EPM = 0,026 \text{ N.m/kg/m}$; $DMD = 0,073 \text{ N.m/kg/m}$).

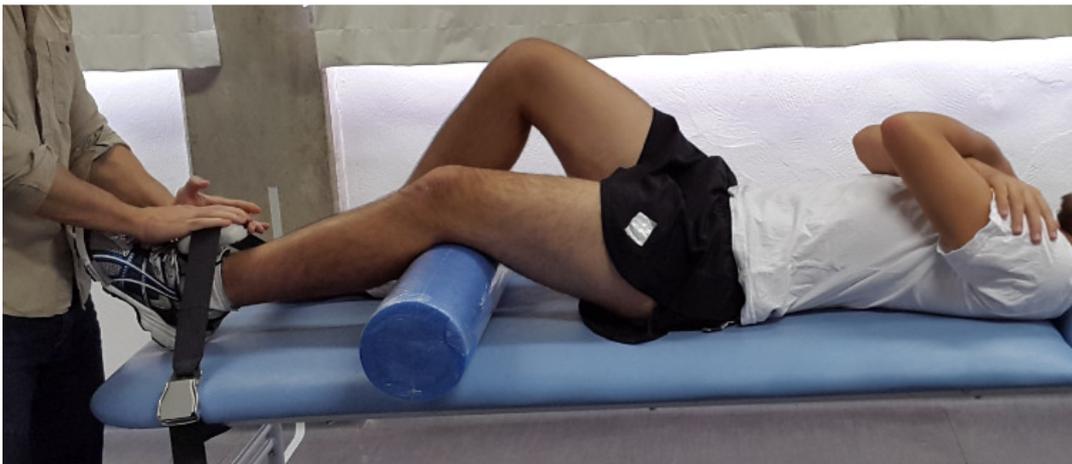


FIGURA 2 – Posicionamento do atleta para avaliação do torque extensor do joelho

O torque flexor plantar do tornozelo foi avaliado com o atleta em decúbito ventral com o pé posicionado fora da mesa de exames em posição neutra (Fukuchi *et al.*, 2014). O dinamômetro foi posicionado no aspecto plantar da cabeça dos metatarsos (**FIGURA 3**) e o atleta foi orientado a fazer “força máxima para levar a ponta do pé para

baixo.” Esse teste apresentou boa confiabilidade, com um $ICC_{3,3} = 0,78$; um EPM = 0,025 N.m/kg/m e uma DMD = 0,069 N.m/kg/m.



FIGURA 3 – Posicionamento do atleta para avaliação do torque flexor plantar do tornozelo

Em cada um dos testes, uma repetição foi realizada para familiarização seguida de três repetições válidas, cada uma com cinco segundos de duração e com 15 segundos de repouso entre repetições. Os valores de pico de força produzidos em cada uma das repetições foram registrados. As medidas de pico de força, em quilogramas, foram convertidas em Newtons ($kg \times 9,81$) para que fosse obtida uma unidade de força. Newtons foram então convertidos em valores de torque [força (N) x comprimento do braço de alavanca do segmento (m)]. A distância entre o trocânter maior do fêmur e o epicôndilo lateral do fêmur foi utilizada como sendo o comprimento do braço de alavanca para o torque extensor do quadril. Para o comprimento do braço de alavanca para o torque extensor do joelho utilizou-se a distância entre o epicôndilo femoral lateral e o maléolo lateral. A distância entre o aspecto posterior do calcâneo e a primeira articulação metatarsofalangeana foi utilizada como sendo o comprimento do

braço de alavanca para o torque flexor plantar do tornozelo. Por fim, os dados de torque foram normalizados pela massa corporal e altura de cada atleta (Nakagawa *et al.*, 2012). Os valores de pico de torque médios normalizados obtidos nas três repetições foram utilizados na análise.

Testes de Flexibilidade

Para as medidas de amplitude de movimento de dorsiflexão com suporte do peso corporal, flexibilidade de isquiotibiais e quadríceps, um inclinômetro de gravidade (Baseline Buble, NY, EUA) foi utilizado. A amplitude de movimento de dorsiflexão com suporte do peso corporal foi mensurada por meio do teste de avanço (*lunge test*) (Crossley *et al.*, 2007). Durante as avaliações, todos os atletas estavam calçando o mesmo calçado esportivo neutro (Asics Gel-Equation5, Asics, IDN), fornecido pelos examinadores. Escolhemos fazer essa medida com os atletas calçados para que a avaliação se aproximasse mais das condições que ocorrem durante a prática esportiva. Para essa medida, uma linha foi traçada no solo continuando até uma parede verticalmente. O atleta posicionou o pé a ser testado sobre a linha do solo de forma que a linha bisseccionasse o calcâneo e o segundo artelho. O atleta foi instruído a realizar um movimento de avanço anterior de forma a tocar a linha da parede com a patela sem levantar o calcâneo do solo (Crossley *et al.*, 2007). O examinador utilizou a mão livre para estabilizar o calcâneo do atleta durante o avanço, para impedir elevação do calcâneo do solo. Quando a máxima distância de avanço foi estabelecida, o inclinômetro foi posicionado 15 cm distal à tuberosidade da tibia (**FIGURA 4**) e o ângulo relativo à vertical foi registrado. Em nosso estudo piloto, observou-se que a confiabilidade dessa medida foi excelente, com um $ICC_{3,1} = 0,90$; um $EPM = 0,4^\circ$ e uma $DMD = 1,2^\circ$.



FIGURA 4 – Posição do teste para avaliação de amplitude de movimento de dorsiflexão com suporte do peso corporal

Flexibilidade dos isquiotibiais foi mensurada por meio do teste de extensão ativa do joelho (Crossley *et al.*, 2007). Para esse teste, o atleta foi posicionado em decúbito dorsal com o quadril do membro a ser avaliado em 90° de flexão e o outro quadril em posição neutra, apoiado sobre a mesa de exames. O atleta foi orientado a suportar a coxa com ambas as mãos em 90° de flexão do quadril e o examinador utilizou a mão livre para fornecer estabilização adicional. Em seguida, o atleta foi orientado a estender lentamente o joelho ao máximo. O inclinômetro foi posicionado 15 cm distal à tuberosidade tibial (**FIGURA 5**) para a mensuração do ângulo da tibia em relação à vertical. Nessa medida, maiores ângulos indicam maior déficit de flexibilidade dos isquiotibiais. Excelente confiabilidade foi observada para essa medida ($ICC_{3,1} = 0,98$; $EPM = 0,2^\circ$; $DMD = 0,5^\circ$).



FIGURA 5 – Posição do teste para avaliação da flexibilidade dos isquiotibiais

Para a avaliação da flexibilidade do quadríceps, o atleta foi posicionado em decúbito ventral com ambos os quadris em posição neutra (Piva *et al.*, 2005). O joelho do atleta foi passivamente flexionado, até que firme resistência fosse sentida. O examinador monitorou o movimento da pelve do atleta com a mão livre para evitar anteversão pélvica. O ângulo de flexão do joelho foi mensurado com o inclinômetro posicionado 15 cm distal à tuberosidade da tíbia (**FIGURA 6**) na angulação em que a pelve começasse a se mover ou quando houvesse a percepção de sensação final (Piva *et al.*, 2005). Nesse teste, maiores ângulos indicam melhor flexibilidade do quadríceps. Observou-se excelente confiabilidade para essa medida, com um $ICC_{3,1} = 0,94$; um $EPM = 0,4^\circ$ e uma $DMD = 1,0^\circ$.



FIGURA 6 – Posição do teste para avaliação da flexibilidade do quadríceps

Análise Estatística

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Testes t para variáveis independentes foram utilizados para se verificar a existência de diferenças entre os grupos em todas as variáveis dependentes com distribuição normal. Para as variáveis não paramétricas o teste U de Mann Whitney foi utilizado para a verificação de diferenças entre os grupos. O tamanho dos efeitos (índice de Cohen) também foi calculado para que a relevância das diferenças observadas também fosse determinada. Todos os testes estatísticos foram realizados com o software SPSS (SPSS Inc, Chicago, EUA) com um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

As características demográficas, informações relacionadas à prática esportiva e a pontuação no questionário VISA-P de ambos os grupos estão apresentadas na **TABELA 1**. Não houve diferença entre os grupos quanto à idade, massa corporal, altura, índice de massa corpórea, anos de prática esportiva e carga horária semanal de prática do esporte ($P > 0,05$). A análise da pontuação do questionário VISA-P revelou que, como esperado, o GT apresentou menores pontuações quando comparado ao GC ($P < 0,001$; tamanho do efeito = 5,56) (**TABELA 1**).

TABELA 1. Média \pm desvio padrão dos dados demográficos, informações relacionadas à prática esportiva e pontuação no questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P) da amostra do estudo.

	Grupo Tendinopatia (n=7)	Grupo Controle (n=7)
Idade (<i>anos</i>)	22,86 \pm 5,43	21,00 \pm 2,83
Massa Corporal (<i>kg</i>)	83,81 \pm 24,49	77,09 \pm 7,90
Altura (<i>m</i>)	1,82 \pm 0,09	1,79 \pm 0,06
Índice de Massa Corpórea (kg/m^2)	25,22 \pm 5,89	24,11 \pm 3,12
VISA-P (0-100)	53,57 \pm 9,91*	96,57 \pm 4,61
Tempo de Treino (<i>anos</i>)	9,00 \pm 6,00	10,57 \pm 4,35
Prática Semanal (<i>horas</i>)	6,29 \pm 2,14	6,86 \pm 1,57

* Diferença significativa em comparação ao Grupo Controle ($P < 0,001$).

Os resultados demonstraram que o GT apresentou torque extensor do quadril 27% menor do que o GC [Diferença Média (DM) = 0,27 N.m/kg/m; Intervalo de Confiança 95% (IC95%) = 0,03 a 0,51; $P = 0,031$; tamanho do efeito = 1,28]. Não foram observadas diferenças entre grupos quanto ao torque extensor do joelho (DM =

0,16 N.m/kg/m; IC95% = 0,08 a 0,41; $P = 0,151$; tamanho do efeito = 0,85) e o torque flexor plantar do tornozelo (DM = 0,09 N.m/kg/m; IC95% = -0,28 a 0,10; $P = 0,325$; tamanho do efeito = 0,54) (FIGURA 7).

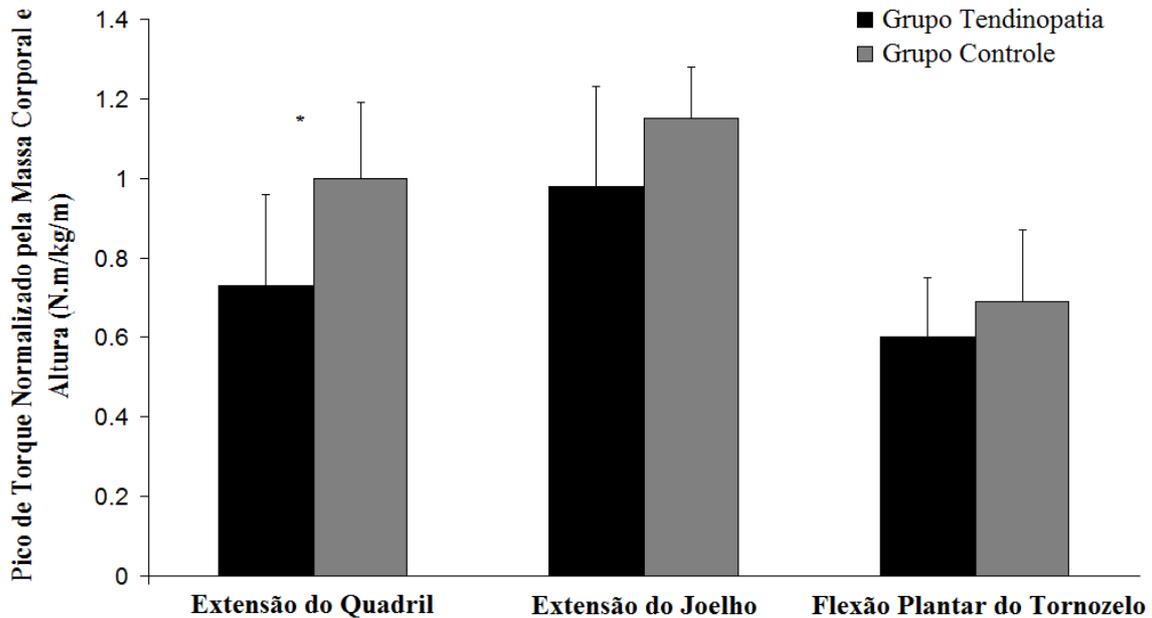


FIGURA 7 – Pico de torque isométrico normalizado do quadril, joelho e tornozelo de atletas com e sem tendinopatia patelar (média e desvio padrão). *Diferença significativa entre os grupos ($P < 0,05$).

Análise dos dados de flexibilidade demonstrou que o GT apresentou menor amplitude de movimento de dorsiflexão com suporte do peso corporal (DM = 10,71°; IC95% = 1,12 a 20,31; $P = 0,032$; tamanho do efeito = 1,37) e menor flexibilidade de isquiotibiais (DM = 8,90°; IC95% = 1,87 a 15,94; $P = 0,006$; tamanho do efeito = 1,51) quando comparado ao GC. Não houve diferença entre os grupos quanto à flexibilidade do quadríceps (DM = 1,43°; IC95% = -12,63 a 15,48; $P = 0,828$; tamanho do efeito = 0,12) (FIGURA 8).

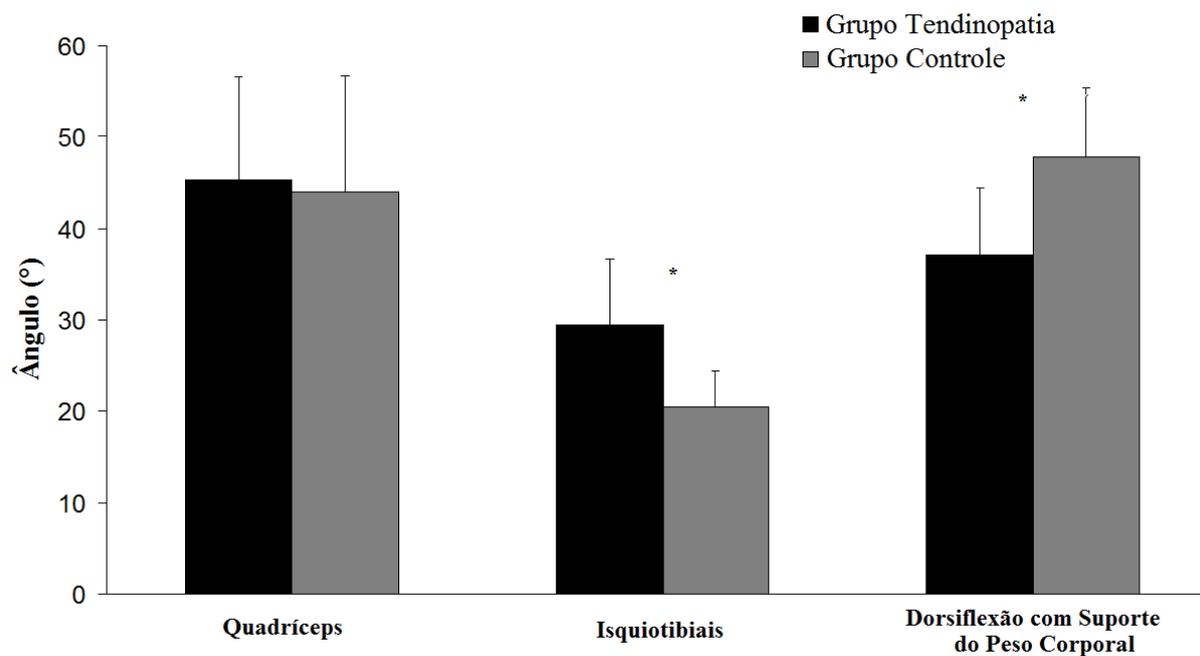


FIGURA 8 – Dorsiflexão com suporte do peso corporal, flexibilidade de quadríceps e isquiotibiais de atletas com e sem tendinopatia patelar (média e desvio padrão).
*Diferença significativa entre os grupos ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

Um modelo teórico prévio sugeriu que sobrecarga no mecanismo extensor do joelho é um fator chave para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Cook & Purdam, 2009). Evidências recentes suportam esse modelo, e carga excessiva é atualmente aceito como um fator causal para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Visnes & Bahr, 2013; de Vries *et al.*, 2015). Nesse contexto, é razoável especular que intervenções objetivando a redução da sobrecarga nos tendões seriam importantes para a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar. Isso ressalta a importância de estudos investigando fatores que possam contribuir para sobrecarga nos tendões em populações de risco. O objetivo do presente estudo foi verificar se atletas envolvidos em esportes que envolvem saltos apresentam déficits de força e flexibilidade, proximais, locais e/ou distais ao joelho, que poderiam ser fatores causais para sobrecarga.

Os resultados mostraram que atletas com tendinopatia patelar apresentaram menor torque extensor do quadril em comparação a atletas assintomáticos. Pelo nosso conhecimento, nenhum estudo prévio avaliou a força muscular do quadril de atletas com tendinopatia patelar. Assim, não é possível fazer comparações diretas de nossos resultados. Esses achados são relevantes uma vez que a fraqueza na musculatura extensora do quadril provavelmente aumenta a demanda sobre os extensores do joelho para dissipar as forças de reação do solo durante aterrissagens de salto, o que poderia contribuir para a origem/perpetuação de tendinopatia patelar. Essa diminuição da força extensora do quadril pode ser consequência de uma estratégia de aterrissagem de salto “quadríceps-dominante”, envolvendo menor flexão do quadril. Aterrissagens com menores ângulos de flexão do quadril resultam em maior dissipação das forças de reação do solo pelo joelho e menor dissipação de forças pelo quadril (Zhang *et al.*, 2000). Suportando essa hipótese, estudos prévios verificaram que atletas com

anormalidades no tendão patelar apresentam uma estratégia de aterrissagem de salto alterada no plano sagital (Edwards *et al.*, 2010; Mann *et al.*, 2013). Intervenções envolvendo modificações na estratégia de aterrissagem de salto, associadas a fortalecimento da musculatura do quadril, podem ser importantes para a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

Com relação ao torque extensor do joelho, não houve diferença entre o GT e o GC. Esse resultado foi inesperado, uma vez que já foi demonstrado que, na presença de dor, tanto a ativação quanto a força do quadríceps diminuem (Palmieri-Smith *et al.*, 2013). Corroborando com nossos resultados, no entanto, outros estudos também não observaram diferença na força extensora do joelho entre atletas com e sem tendinopatia patelar (Gaida *et al.*, 2004; Krauss *et al.*, 2007). Não é incomum observarmos atletas com tendinopatia patelar continuando com a prática esportiva, apesar de estarem sentindo dor. A prática esportiva continuada pode ser suficiente para manter os níveis de força extensora do joelho em atletas sintomáticos, mesmo na presença de dor. Por outro lado, um estudo prévio observou diminuição no torque extensor do joelho em atletas com tendinopatia patelar em comparação a controles assintomáticos (Crossley *et al.*, 2007). É importante ressaltar que o único estudo prospectivo que avaliou a força extensora do joelho em atletas envolvidos em atividades de salto não encontrou diferença na força extensora do joelho entre atletas que desenvolveram tendinopatia patelar e atletas que permaneceram assintomáticos (Witvrouw *et al.*, 2001). Além disso, outro estudo observou que atletas que vieram a desenvolver tendinopatia patelar apresentavam melhor desempenho em salto vertical do que atletas que permaneceram assintomáticos (Visnes *et al.*, 2013). Portanto, é improvável que fraqueza na musculatura extensora do joelho seja um fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar, e a diminuição na força extensora do joelho observada por

Crossley *et al.* (2007) foi provavelmente uma consequência de inibição muscular causada por dor.

Não foram observadas diferenças entre o TG e o CG no torque flexor plantar do tornozelo. Pelo nosso conhecimento, nenhum estudo prévio comparou o torque flexor plantar do tornozelo de atletas com e sem tendinopatia patelar. Isso dificulta a comparação de nossos achados com os da literatura. Estudos prévios avaliaram a resistência (*endurance*) dos músculos flexores plantares do tornozelo e não observaram diferenças entre atletas com tendinopatia patelar e controles assintomáticos (Malliaras *et al.*, 2006b; Crossley *et al.*, 2007). Anormalidades biomecânicas no tornozelo durante saltos podem ser importantes fatores associados à tendinopatia patelar (Richards *et al.*, 2002). No entanto, pelos resultados do presente estudo e pelas evidências da literatura, a força e a resistência dos músculos do tornozelo não parecem ser fatores contribuintes para a tendinopatia patelar.

A flexibilidade da articulação do tornozelo, por outro lado, parece ser um importante fator associado à tendinopatia patelar. A amplitude de movimento de dorsiflexão do tornozelo foi menor no GT quando comparado ao GC. Concordando com esse achado, um estudo prévio também observou amplitude de dorsiflexão do tornozelo reduzida em atletas com tendinopatia patelar em comparação a controles assintomáticos (Malliaras *et al.*, 2006b). Ainda nesse contexto, um estudo prospectivo identificou que amplitude restrita de dorsiflexão do tornozelo é um fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar em atletas de basquetebol (Backman & Danielson, 2011). Redução na capacidade de se realizar dorsiflexão pode limitar a contribuição do tornozelo para dissipação de forças durante a aterrissagem. Já foi demonstrado que a contração excêntrica dos músculos flexores plantares do tornozelo é responsável por 44% de toda a energia cinética absorvida pelo sistema muscular durante

aterrissagens (DeVita & Skelly, 1992). Movimentos restritos de dorsiflexão podem limitar o engajamento dos músculos flexores plantares na realização de forças de desaceleração, com o tornozelo potencialmente se tornando menos eficiente em dissipação de forças em amplitudes mais próximas do fim do arco. Isso pode provocar uma mecânica alterada do membro inferior na aterrissagem (elevação precoce do calcâneo, estratégia rígida, etc.) que pode levar a um aumento na carga no tendão patelar e no risco de lesão no tendão. Uma recente revisão sistemática identificou evidências que suportam essa hipótese (Mason-Mackay *et al.*, 2015). Dorsiflexão do tornozelo restrita foi associada a menores excursões de flexão do quadril e joelho (Fong *et al.*, 2011; Malloy *et al.*, 2015) e a maiores forças de reação do solo (Fong *et al.*, 2011) durante aterrissagens de salto, alterações que podem aumentar o risco de lesões em atletas (Mason-Mackay *et al.*, 2015).

Menor flexibilidade de isquiotibiais foi observada no GT em comparação ao GC. Em contraste com esses resultados, Crossley *et al.* (2007) observaram que atletas com tendinopatia patelar bilateral apresentaram maior flexibilidade de isquiotibiais do que controles assintomáticos. Esses resultados contraditórios podem ter ocorrido devido a diferenças nas populações avaliadas. A maioria dos atletas sintomáticos de nosso estudo (6/7) apresentava tendinopatia unilateral. Estudos prévios sugeriram que atletas com tendinopatia patelar unilateral apresentam características distintas de atletas com acometimento bilateral dos tendões patelares (Gaida *et al.*, 2004; Crossley *et al.*, 2007), o que pode explicar esses resultados conflitantes. Corroborando com nossos resultados, outros estudos prévios também observaram déficits de flexibilidade nos isquiotibiais em atletas com tendinopatia patelar (Witvrouw *et al.*, 2001; Cook *et al.*, 2004). Um desses estudos, inclusive, foi uma avaliação prospectiva que identificou que déficit de flexibilidade nos isquiotibiais é um fator de risco para o desenvolvimento de

tendinopatia patelar (Witvrouw *et al.*, 2001). Hipóteses prévias sugeriram que um encurtamento dos isquiotibiais exigiria mais força do quadríceps para superar a resistência passiva oferecida pelos isquiotibiais durante atividades em cadeia cinética fechada (Piva *et al.*, 2005). Também já foi demonstrado que, em situações de flexibilidade limitada dos isquiotibiais, têm-se maiores ângulos de flexão do joelho e menores ângulos de flexão do quadril durante atividades com suporte do peso corporal (Whitehead *et al.*, 2007). Por fim, a translação posterior da tibia, que ocorre em situações de encurtamento dos isquiotibiais, pode diminuir o braço de momento do quadríceps, resultando em um aumento compensatório da força do quadríceps para lidar com as forças de reação do solo (Whyte *et al.*, 2010). Dessa forma, déficits de flexibilidade dos isquiotibiais podem contribuir para sobrecarga no tendão patelar e devem ser considerados na reabilitação de tendinopatia patelar.

Com relação à flexibilidade do quadríceps, não foi observada diferença entre o GT e o GC. De fato, a flexibilidade do quadríceps de ambos os grupos foi praticamente idêntica. Contrastando com esse achado, um estudo prospectivo prévio observou que déficit de flexibilidade do quadríceps é um fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Witvrouw *et al.*, 2001). Esses resultados conflitantes podem ter ocorrido em decorrência de diferenças metodológicas quanto às posições de mensuração utilizadas nos estudos. Para mensurar flexibilidade do quadríceps, Witvrouw *et al.* (2001) posicionaram os atletas em decúbito ventral com o membro não avaliado para fora da mesa de exames, com o quadril em 90° de flexão. Em nosso estudo, a flexibilidade do quadríceps foi mensurada com os atletas também em decúbito ventral, porém com ambos os quadris em posição neutra nos três planos. É possível que a posição adotada por Witvrouw *et al.* (2001) tenha resultado em um movimento de

retroversão da pelve dos atletas, potencialmente resultando em um posicionamento mais sensível para a detecção de déficits de flexibilidade do quadríceps.

Tratar déficits de força e flexibilidade do membro inferior pode ser importante para a reabilitação efetiva de atletas com tendinopatia patelar. O fortalecimento dos músculos do quadril pode reduzir a sobrecarga no mecanismo extensor do joelho durante aterrissagens de salto e, conseqüentemente, reduzir os sintomas de atletas com tendinopatia patelar. Intervenções para aumentar a flexibilidade dos isquiotibiais também seriam importantes, considerando-se que encurtamento dos isquiotibiais pode aumentar as forças que atuam sobre o mecanismo extensor do joelho e, por conseguinte, a sobrecarga no tendão patelar. Quando presentes, déficits de flexibilidade no quadríceps e trato iliotibial também deveriam ser tratados em atletas envolvidos em atividades de salto, uma vez que evidências recentes demonstraram que existe uma associação entre anormalidades no tendão patelar e déficits de flexibilidade nessas estruturas (Mann *et al.*, 2013; Mendonca *et al.*, 2015). Por fim, aumentar a flexibilidade de dorsiflexão do tornozelo seria importante para aumentar a contribuição da articulação do tornozelo para a dissipação de forças durante aterrissagens, potencialmente reduzindo as cargas no tendão patelar. Recomenda-se que estudos futuros investiguem os efeitos dessas intervenções na reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

Algumas limitações devem ser levadas em consideração durante a interpretação dos resultados deste estudo. A amostra reduzida pode ter impedido a identificação de diferenças em algumas das variáveis do estudo. Apesar disso, diferenças significativas, maiores do que a DMD das medidas, e com tamanhos de efeito grandes foram observados. Estudos futuros com tamanhos de amostra maiores são encorajados para a confirmação dessas diferenças. Somente atletas do sexo masculino envolvidos em atividades de salto foram incluídos neste estudo. A generalização desses achados para

outras populações deve ser feita com cuidado. Além disso, as avaliações de força realizadas neste estudo foram isométricas em amplitudes específicas de movimento e, portanto, podem não refletir com precisão a geração de torque desses músculos durante tarefas esportivas, como saltos e aterrissagens. Tendo em mente que a vasta maioria das contrações musculares que ocorrem durante a fase de desaceleração de saltos é excêntrica em natureza (Willson & Davis, 2009), pesquisas futuras devem incluir testes de força excêntrica nessa população. Por fim, devido à natureza transversal deste estudo, não está claro se os déficits de força e flexibilidade observados são causa ou consequência da tendinopatia patelar. Estudos prospectivos são recomendados para uma melhor compreensão dos fatores de risco para tendinopatia patelar.

CONCLUSÃO

Atletas com tendinopatia patelar apresentaram menor torque extensor do quadril, menor amplitude de movimento em dorsiflexão do tornozelo com suporte do peso corporal e menor flexibilidade dos isquiotibiais quando comparados a controles assintomáticos. Esses déficits de força e flexibilidade podem contribuir para uma maior sobrecarga no mecanismo extensor do joelho, possivelmente contribuindo para a origem/perpetuação da tendinopatia patelar. Intervenções objetivando aumentar a força dos extensores do quadril, bem como a flexibilidade do tornozelo e joelho podem ser importantes para a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

***BIOMECÂNICA DO TRONCO E MEMBRO INFERIOR
NO PLANO SAGITAL DURANTE A TERRISSAGEM DE
SALTO EM ATLETAS COM E SEM TENDINOPATIA
PATELAR***

SCATTONE SILVA R, NAKAGAWA TH, FERREIRA AG, GARCIA LC, SANTOS JE, GAIDA J, SERRÃO FV.
*Trunk and Lower Limb Sagittal Plane Biomechanics during Jump-Landings in Athletes with and
without Patellar Tendinopathy.*

Manuscrito em preparação para submissão para publicação.

RESUMO

Objetivo: Comparar a biomecânica do tronco, quadril, joelho e tornozelo no plano sagital durante a aterrissagem de salto entre atletas com e sem tendinopatia patelar.

Desenho: Estudo laboratorial transversal.

Participantes: Quatorze atletas de voleibol, basquetebol ou handebol do sexo masculino categorizados em dois grupos, grupo tendinopatia patelar (GT; n = 7) e grupo controle (GC; n = 7).

Variáveis Primárias: Cinemática do tronco e membro inferior no plano sagital no instante do contato inicial com o solo e amplitude de movimento máxima durante a fase de aterrissagem de uma tarefa de salto vertical máximo. Cinética do membro inferior no plano sagital, incluindo picos dos momentos articulares e as contribuições relativas de cada articulação para a dissipação de forças durante a tarefa.

Resultados: O GT apresentou menores ângulos de flexão do quadril tanto no contato inicial ($P = 0,007$) quanto na amplitude máxima ($P = 0,019$) durante a aterrissagem do salto quando comparado ao GC. Não foram observadas diferenças entre grupos quanto à cinemática do joelho e tornozelo ($P > 0,05$). Quanto às variáveis cinéticas, o GT apresentou menor contribuição do quadril para as dissipações de força em relação ao GC ($P = 0,021$). Houve ainda uma tendência a uma maior contribuição do joelho ($P = 0,073$) e do tornozelo ($P = 0,069$) para dissipações das forças no GT em relação ao GC. Não foram observadas diferenças entre os grupos quanto às demais variáveis ($P > 0,05$).

Conclusão: Atletas com tendinopatia patelar apresentaram menores ângulos de flexão do quadril durante a aterrissagem de salto, tanto no contato inicial com o solo quanto na amplitude máxima, quando comparados a atletas saudáveis. Além disso, atletas com tendinopatia patelar apresentaram menor contribuição da articulação do quadril para a dissipação das forças geradas pela aterrissagem em comparação a atletas saudáveis.

Relevância Clínica: É possível que esse padrão cinemático/cinético alterado durante aterrissagens de salto apresente relação com a origem e/ou perpetuação de tendinopatias patelares.

Palavras-chave: joelho de saltador; dor no joelho; cinemática; cinética; tendão.

INTRODUÇÃO

Tendinopatia patelar é uma disfunção por sobrecarga particularmente comum em atletas engajados em esportes que envolvem atividades de saltos e aterrissagens repetitivas (Lian *et al.*, 2005; Zwerver *et al.*, 2011). Dados epidemiológicos apontam que cerca de 13–15% dos atletas de handebol, 12–32% dos atletas de basquetebol e 14–45% dos atletas de voleibol desenvolvem tendinopatia patelar (Lian *et al.*, 2005; Zwerver *et al.*, 2011). Os atletas acometidos referem sintomas severos de dor anterior no joelho, o que leva a significativa diminuição no desempenho esportivo (Lian *et al.*, 2005). Além disso, em torno de 50% dos atletas com tendinopatia patelar abandonam a carreira esportiva por causa de dor no joelho (Kettunen *et al.*, 2002). Esses dados ressaltam a relevância clínica da tendinopatia patelar, sendo importantes estudos que contribuam para uma melhor compreensão das características de atletas com essa disfunção.

Por ter uma associação clara com a prática de esportes que envolvem múltiplos saltos e aterrissagens (Tiemessen *et al.*, 2009), é possível que a ocorrência de tendinopatia patelar esteja associada a uma mecânica anormal de aterrissagem de saltos. Recentemente Edwards *et al.* (2010) e Mann *et al.* (2013) demonstraram que atletas assintomáticos com anormalidades ultrassonográficas no tendão patelar apresentam um padrão de movimento alterado na articulação do quadril durante a aterrissagem de um salto anterior (*stop jump*) quando comparados a atletas sem tais anormalidades. Foi observado que atletas com anormalidades ultrassonográficas no tendão patelar realizam extensão do quadril quando aterrissam do salto, enquanto atletas sem anormalidades realizam flexão do quadril (Edwards *et al.*, 2010; Mann *et al.*, 2013). Esse padrão alterado na articulação do quadril provavelmente resulta em uma estratégia de dissipação de força menos eficiente, o que pode sobrecarregar a articulação do joelho.

De fato, demonstrou-se que esse padrão de movimento alterado na articulação do quadril durante a aterrissagem foi um fator de risco capaz de predizer tanto a presença quanto a severidade de uma anormalidade no tendão patelar (Mann *et al.*, 2013).

Os trabalhos de Edwards *et al.* (2010) e Mann *et al.* (2013) ressaltam a importância de um movimento alterado na articulação do quadril na aterrissagem de saltos em atletas assintomáticos com anormalidades ultrassonográficas no tendão patelar, porém, pouco se sabe sobre a biomecânica do membro inferior durante aterrissagens de salto de atletas sintomáticos. Embora anormalidades ultrassonográficas no tendão patelar sejam consideradas fatores de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Cook *et al.*, 2000a; Visnes *et al.*, 2015), nem todos os indivíduos com anormalidades de imagem no tendão patelar desenvolvem sintomas.

Tem sido sugerido ainda que movimentos do tronco no plano sagital também influenciam as forças que agem na articulação do joelho durante atividades como aterrissagens de salto (Powers, 2010). De fato, já foi demonstrado que aterrissagens envolvendo maior flexão do tronco resultam em menor força de reação do solo e menor momento extensor do joelho, bem como em maior momento extensor do quadril (Blackburn & Padua, 2009; Shimokochi *et al.*, 2013). Por outro lado, aterrissagens com o tronco ereto têm sido associadas a uma maior força de reação do solo, maior momento extensor do joelho e menor momento extensor do quadril (Shimokochi *et al.*, 2013). Dessa forma, é possível que movimentos alterados do tronco no plano sagital sejam potenciais fatores causadores de sobrecarga no mecanismo extensor do joelho. Porém, pelo nosso conhecimento, não existem estudos avaliando a cinemática do tronco no plano sagital em atletas com e sem tendinopatia patelar.

Atletas com tendinopatia patelar também podem apresentar diferentes estratégias para lidar com as forças de reação do solo durante saltos em comparação a atletas

sadios. Porém, estudos incluindo variáveis cinéticas durante a aterrissagem de salto de atletas com tendinopatia patelar são escassos e apresentaram resultados contraditórios (Bisseling *et al.*, 2007; Sorenson *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2010). A avaliação da contribuição relativa em relação ao momento total de suporte também tem sido ressaltada como importante para uma melhor compreensão da contribuição de cada articulação para a dissipação das forças impostas ao sistema (Hof, 2000; Souza *et al.*, 2010). O momento total de suporte é uma medida antigravitária da demanda do torque total experimentado pelo membro inferior para prevenir o colapso em atividades com suporte do peso corporal (Winter, 2009). Consiste na somatória dos momentos internos do quadril, joelho e tornozelo no plano sagital. É uma variável considerada mais estável do que os momentos articulares individuais e permite o cálculo da contribuição relativa de cada articulação do membro inferior para dissipação de forças (Hof, 2000; Winter, 2009). Um estudo prévio verificou que atletas com histórico de tendinopatia patelar apresentam menor contribuição da articulação do joelho e maior contribuição da articulação do quadril para dissipação de forças quando comparados a atletas sem histórico de dor no joelho (Souza *et al.*, 2010). No entanto, pelo nosso conhecimento, nenhum estudo avaliou a contribuição relativa das articulações do membro inferior para dissipação de forças em atletas sintomáticos em comparação a atletas sadios. Uma melhor compreensão da contribuição de cada articulação para a dissipação das forças durante saltos pode ser importante para o refinamento de estratégias de tratamento para atletas com tendinopatia patelar.

Diante do exposto, destaca-se a relevância da realização de avaliações da biomecânica do membro inferior e tronco durante aterrissagens de salto em atletas com tendinopatia patelar em comparação a um grupo controle sadio, para uma melhor compreensão das características associadas a essa lesão. A identificação de padrões

cinemáticos e cinéticos alterados em atletas com tendinopatia patelar durante a realização de aterrissagens de salto pode estar associada à origem e/ou perpetuação dessa disfunção, o que justificaria a implementação de intervenções para modificação desses padrões para reabilitação dos atletas acometidos. O objetivo do presente estudo foi comparar a biomecânica da aterrissagem de salto no plano sagital do tronco, quadril, joelho e tornozelo entre atletas com e sem tendinopatia patelar.

MÉTODOS

Participantes e Procedimentos Iniciais

Foram recrutados 34 atletas (22 homens), de 16 a 30 anos de idade, de times locais, profissionais e universitários, de voleibol, basquetebol e handebol. Os voluntários foram submetidos a um exame ultrassonográfico de ambos os tendões patelares por um médico ultrassonografista experiente. Para esse exame foi utilizado um equipamento de ultrassom Venue 40 (GE Health Care, Buckinghamshire, GB) com um transdutor de 7,5 MHz. Foram considerados tendões patelares anormais aqueles que apresentassem áreas hipocóicas visíveis tanto na imagem longitudinal como na transversal do exame de ultrassom (Cook *et al.*, 2000a). Uma vez que somente uma mulher apresentou anormalidades no tendão patelar, as atletas do sexo feminino foram excluídas desta análise. De forma semelhante, estudos prévios têm demonstrado que tendinopatia patelar é mais prevalente em homens em comparação a mulheres (Zwerver *et al.*, 2011; Visnes & Bahr, 2013). Seis atletas do sexo masculino, com anormalidades no tendão patelar, mas sem sintomas na articulação do joelho, também foram excluídos. Ainda, dois atletas do sexo masculino foram excluídos por apresentarem achados de imagem consistentes com bursite pré-patelar e doença de Osgood-Schlatter.

A amostra final deste estudo foi composta por sete atletas do sexo masculino com tendinopatia patelar (Grupo Tendinopatia – GT; $22,86 \pm 5,43$ anos; $83,81 \pm 24,49$ kg; $1,82 \pm 0,09$ m) e sete atletas saudáveis, sem anormalidades no tendão patelar e sem sintomas no joelho (Grupo Controle – GC; $21,00 \pm 2,83$ anos; $77,09 \pm 7,90$ kg; $1,79 \pm 0,06$ m). O tamanho da amostra foi calculado *a priori* com base nos dados do estudo de Mann *et al.* (2013) e utilizando como variável de interesse a amplitude de movimento em flexão do quadril durante uma tarefa de salto. Os autores verificaram que essa é uma variável que está associada significativamente com a presença de alterações

ultrassonográficas no tendão patelar e com a severidade dessas alterações (Mann *et al.*, 2013). Os cálculos foram realizados utilizando $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,10$, uma diferença esperada entre grupos de $13,7^\circ$ e um desvio padrão de $7,15^\circ$. Com base nesses parâmetros, sete sujeitos por grupo seriam necessários para que o estudo tivesse poder estatístico adequado.

Além da presença de anormalidades no tendão patelar, os seguintes critérios clínicos foram utilizados para a inclusão dos atletas no GT: dor localizada no tendão patelar, confirmada pela palpação, de início insidioso; e presença de sintomas atuais no tendão patelar em tarefas que impõem carga ao tendão (saltos, agachamentos, etc.) por pelo menos três meses (Sorenson *et al.*, 2010). Atletas sem sintomas e sem anormalidades nos tendões patelares foram incluídos no GC. Os seguintes critérios de exclusão foram adotados neste estudo: histórico de cirurgia ou trauma na articulação do joelho; disfunções intra-articulares; instabilidade patelar; dor patelofemoral; doenças de Sinding-Larsen-Johansson ou de Osgood-Schlatter; e reprodução dos sintomas com palpação da banda iliotibial, dos retináculos ou do tendão da pata de ganso. Além disso, foram excluídos do GC os sujeitos que apresentassem dor no joelho ou histórico de dor nessa articulação nos últimos dois anos que tenha requerido a procura de um profissional da saúde (Crossley *et al.*, 2007).

Inicialmente, os atletas foram questionados a respeito do tempo total de prática esportiva e sobre a carga horária semanal de prática do esporte. Para avaliação da incapacidade e severidade dos sintomas, foi aplicado o questionário *Victorian Institute of Sport Assessment–Patella* (VISA-P, versão em português – ANEXO III), um questionário desenvolvido especificamente para avaliar indivíduos com tendinopatia patelar (Visentini *et al.*, 1998) e que foi recentemente traduzido para a língua portuguesa (Wageck *et al.*, 2013). O VISA-P consiste em oito questões, seis delas

graduando os sintomas durante a realização de atividades de vida diária e duas relacionadas à habilidade de participação em atividades esportivas. O questionário é pontuado de 0 a 100, com valores mais altos indicando menor severidade da lesão (Visentini *et al.*, 1998). Os atletas foram convidados a participar do estudo voluntariamente e todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE I). Consentimento dos pais ou guardiães legais também foi obtido no caso dos atletas menores de idade e os procedimentos deste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade (ANEXO I).

Avaliação Biomecânica

Para a captura dos dados cinemática durante a realização de uma tarefa de salto foi utilizado o *Qualisys Motion Capture System* (Qualisys Medical, AB, SE) com sete câmeras, integrado ao software de aquisição *Qualisys Track Manager 2,3* (Qualisys Medical, AB, SE), sendo os dados cinemáticos coletados a uma frequência de 240 Hz. Para a captura dos dados cinéticos, foram utilizadas duas plataformas de força *Bertec* (4060-08, Bertec Corporation, OH, EUA), posicionadas lado a lado no solo do laboratório, sendo os dados coletados a uma frequência de 2.400 Hz. Os voluntários foram avaliados trajando shorts curto e um calçado neutro do modelo Asics (Asics Gel-Equation5, Asics, ID), fornecidos pelos examinadores.

Vinte e cinco marcadores passivos refletivos foram afixados em cada atleta, com fita dupla face, nas seguintes estruturas anatômicas: incisura jugular, C7, espaço articular entre L5-S1, e bilateralmente nos acrômios, cristas ilíacas, espinhas ilíacas póstero-superiores, trocânteres maiores do fêmur, epicôndilos lateral e medial do fêmur, maléolos lateral e medial, cabeças do 1° e 5° metatarsos e falanges distais do 2° artelho. Além disso, *clusters* foram afixados em T4, T12 e nas regiões póstero-laterais das

coxas, das pernas e dos calçados. Em seguida, uma coleta de dados estática foi realizada com o atleta em posição anatômica, para alinhá-lo ao sistema de coordenadas global e para servir de referência para as análises.

Os atletas foram avaliados durante a tarefa de salto vertical máximo (*drop vertical jump*). Trata-se de uma tarefa similar às frequentemente realizadas em atividades esportivas e bastante utilizada em outros estudos da literatura (Hewett *et al.*, 2005; Earl *et al.*, 2007). Para a realização dessa tarefa o atleta foi posicionado sobre uma caixa de madeira de 31 cm de altura. Em seguida, foi orientado a “deixar-se cair” para fora da caixa, aterrissar com um pé em cada plataforma de força e, imediatamente, realizar um salto vertical máximo, elevando os seus membros superiores acima da cabeça (Hewett *et al.*, 2005; Earl *et al.*, 2007). Para tornar o salto mais significativo do ponto de vista funcional, o atleta foi orientado a fazer o alcance e preensão de uma bola de basquetebol, como se estivesse realizando um movimento de rebote na prática esportiva. A bola foi posicionada no teto do laboratório na máxima altura alcançada pelo atleta.

Previamente à coleta de dados, os atletas realizaram de duas a três repetições da tarefa para familiarização. Em seguida, foram realizadas três repetições válidas da tarefa, realizadas com um minuto de repouso, para que a fadiga muscular fosse minimizada e não interferisse nos resultados (Earl *et al.*, 2007). A repetição foi considerada válida se o atleta se deixasse cair da caixa, sem saltar ou abaixar-se lentamente da mesma, aterrissasse com ambos os pés (um em cada plataforma de força) e conseguisse alcançar a bola efetivamente durante o salto.

Redução dos Dados

Embora as coletas de dados tenham sido bilaterais, somente os dados do membro inferior sintomático (ou mais sintomático) do GT foram utilizados na análise. Nos atletas do GC, dados do membro inferior dominante foram analisados. A dominância do membro inferior foi determinada questionando o atleta sobre o membro utilizado para se chutar uma bola o mais longe o possível. Os dados cinemáticos e cinéticos foram filtrados utilizando-se um filtro Butterworth, passa-baixa, de quarta ordem, com atraso de fase zero e com frequências de corte de 12 Hz e 20 Hz, respectivamente. Os ângulos de Cardan foram calculados utilizando-se as definições do sistema de coordenadas articulares recomendadas pela *International Society of Biomechanics* (Grood & Suntay, 1983; Wu *et al.*, 2002), sendo para isso utilizados os softwares *Qualisys Track Manager* (Qualisys Medical, AB, SE) e *Visual 3D* (C-Motion, MD, EUA).

Somente dados da primeira aterrissagem da tarefa foram utilizados na análise, sendo considerado como fase de aterrissagem o período entre o contato do pé no solo (força de reação do solo vertical maior do que 10 N) e o pico de flexão do joelho (Pollard *et al.*, 2010). Os ângulos do quadril, joelho e tornozelo foram calculados em relação ao respectivo segmento proximal e os ângulos do tronco foram calculados em relação à pelve (sistema de coordenadas local). Para testar a confiabilidade das variáveis cinemáticas deste estudo, sete sujeitos jovens, assintomáticos, foram avaliados com os procedimentos descritos em duas ocasiões separadas por seis a dez dias. Observou-se confiabilidade excelente para as variáveis, com coeficientes de correlação intra-classe ($ICC_{3,3}$) variando de 0,84 a 0,97.

Momentos articulares internos foram calculados utilizando-se dinâmica inversa padrão (software *Visual 3D*) (Winter, 2009). Os picos dos momentos internos de extensão do quadril, extensão do joelho e flexão plantar do tornozelo foram calculados,

bem como o momento total de suporte, definido como a soma dos momentos internos no plano sagital do quadril, joelho e tornozelo (Hof, 2000; Winter, 2009). Para o cálculo das contribuições relativas de cada articulação do membro inferior para dissipações de forças (%), a seguinte equação foi utilizada (Souza *et al.*, 2010):

$$CRa = (Ma / MTS) \cdot 100$$

sendo CRa = contribuição relativa da articulação; Ma = pico do momento da articulação (quadril, joelho ou tornozelo); e MTS = momento total de suporte (somatória dos momentos das três articulações).

A força no tendão patelar (normalizada pelo peso corporal) foi calculada como o momento extensor do joelho dividido pelo braço de momento do tendão patelar (Nisell & Ekholm, 1985; Janssen *et al.*, 2013) que foi estimado pela seguinte equação, desenvolvida por Herzog & Read (1993):

$$BMtp = 4,71 + 0,042(\theta) + 0,000896(\theta)^2 + 0,00000447(\theta)^3$$

sendo BMtp = braço de momento do tendão patelar; e θ = ângulo de flexão do joelho

O software MATLAB (MathWorks, Natick, EUA) foi utilizado para a redução dos dados. As variáveis cinemáticas de interesse foram os ângulos de flexão do tronco, quadril e joelho e de dorsiflexão do tornozelo no momento do contato inicial com o solo e os picos desses mesmos ângulos durante a fase de aterrissagem da tarefa. As variáveis cinéticas de interesse foram os picos dos momentos extensor do quadril e joelho e do momento flexor plantar do tornozelo, as contribuições relativas de cada articulação e o pico da força no tendão patelar durante a aterrissagem. Valores médios das três repetições válidas foram utilizados na análise.

Análise Estatística

A análise dos dados quanto à normalidade e homocedasticidade foi feita com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para se verificar a existência de diferenças entre os grupos nas variáveis de interesse, testes t para variáveis independentes foram utilizados. Todos os testes estatísticos foram realizados com o software SPSS (SPSS Inc, Chicago, EUA) com um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Os resultados não demonstraram diferença entre os grupos quanto à idade, massa corporal, altura e índice de massa corporal ($P > 0,05$). Também não se observou diferença entre os grupos quanto às variáveis anos de prática esportiva (GT = $9,00 \pm 6,00$ anos; GC = $10,57 \pm 4,35$ anos; $P = 0,585$) e carga horária semanal de prática do esporte (GT = $6,29 \pm 2,14$ horas; GC = $6,86 \pm 1,57$ horas; $P = 0,580$). Quanto à pontuação do questionário VISA-P, como esperado, foram observadas menores pontuações no GT quando comparado ao GC (GT = $53,57 \pm 9,91$; GC = $96,57 \pm 4,61$; $P < 0,001$), indicando maior incapacidade nos atletas com tendinopatia patelar.

Os resultados das variáveis cinemáticas durante as aterrissagens de salto estão apresentados na TABELA 1. Observou-se que o GT apresentou menores ângulos de flexão do quadril tanto no contato inicial ($P = 0,007$) quanto na amplitude máxima ($P = 0,019$) durante a aterrissagem do salto quando comparado ao GC. Não foram observadas

TABELA 1. Variáveis cinemáticas no plano sagital do tronco, quadril, joelho e tornozelo (graus) durante a aterrissagem do salto de ambos os grupos (média \pm desvio padrão)[†]

		Grupo Tendinopatia (n=7)	Grupo Controle (n=7)	Diferença Média (IC95%)	P- Valor
Tronco	Contato Inicial	12,84 \pm 8,71	12,27 \pm 11,02	0,57 (-10,99 a 12,13)	0,916
	Ângulo Máximo	18,95 \pm 6,94	16,87 \pm 8,88	2,08 (-7,20 a 11,36)	0,634
Quadril	Contato Inicial	27,07 \pm 4,61*	36,12 \pm 5,65	-9,05 (-15,05 a -3,04)	0,007
	Ângulo Máximo	63,19 \pm 10,23*	77,89 \pm 9,99	-14,70 (-27,47 a -2,93)	0,019
Joelho	Contato Inicial	25,15 \pm 8,05	23,38 \pm 8,70	1,77 (-7,99 a 11,53)	0,700
	Ângulo Máximo	88,80 \pm 11,70	86,13 \pm 9,98	2,67 (-9,99 a 15,34)	0,654
Tornozelo	Contato Inicial	-27,75 \pm 5,09	-23,90 \pm 5,46	-3,85 (-10,00 a 2,30)	0,198
	Ângulo Máximo	31,37 \pm 6,35	28,49 \pm 3,93	2,88 (-3,28 a 9,02)	0,329

[†]Valores positivos indicam flexão do tronco, flexão do quadril, flexão do joelho e dorsiflexão do tornozelo

* Diferença significativa em relação ao Grupo Controle ($P < 0,05$). IC, Intervalo de confiança.

diferenças entre os grupos quanto aos ângulos do tronco e das articulações do joelho e tornozelo, tanto no contato inicial quanto nas amplitudes máximas ($P > 0,05$). A

FIGURA 1 ilustra o padrão de movimento demonstrado no instante do pico de flexão do joelho na aterrissagem do salto por um atleta do GT e um atleta do GC.

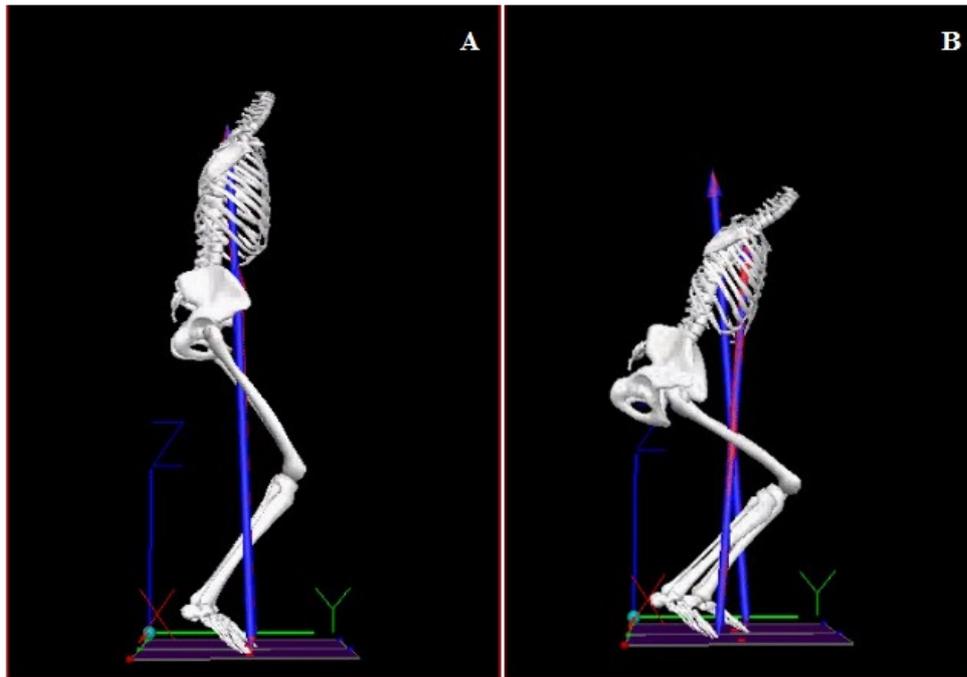


FIGURA 1 – Padrão de movimento no instante da angulação máxima de flexão do joelho durante a aterrissagem do salto de (A) um atleta do grupo tendinopatia patelar e de (B) um atleta do grupo controle.

Os dados de momentos articulares do quadril, joelho e tornozelo e as contribuições relativas das articulações estão apresentados nas **FIGURAS 2 e 3**, respectivamente. Observou-se uma tendência a um menor pico de momento extensor do quadril no GT em relação ao GC [Diferença Média (DM) = 0,135 N.m/N; Intervalo de Confiança 95% (IC95%) = -0,020 a 0,291; $P = 0,077$]. Quanto aos picos de momentos extensor do joelho e flexor plantar do tornozelo, não foram observadas diferenças entre

os grupos ($P > 0,05$) (**FIGURA 2**). Também não foi observada diferença entre os grupos com relação ao pico de força no tendão patelar (GT = $5,32 \pm 1,37$ peso corporal; GC = $5,93 \pm 2,23$ peso corporal; $P = 0,627$).

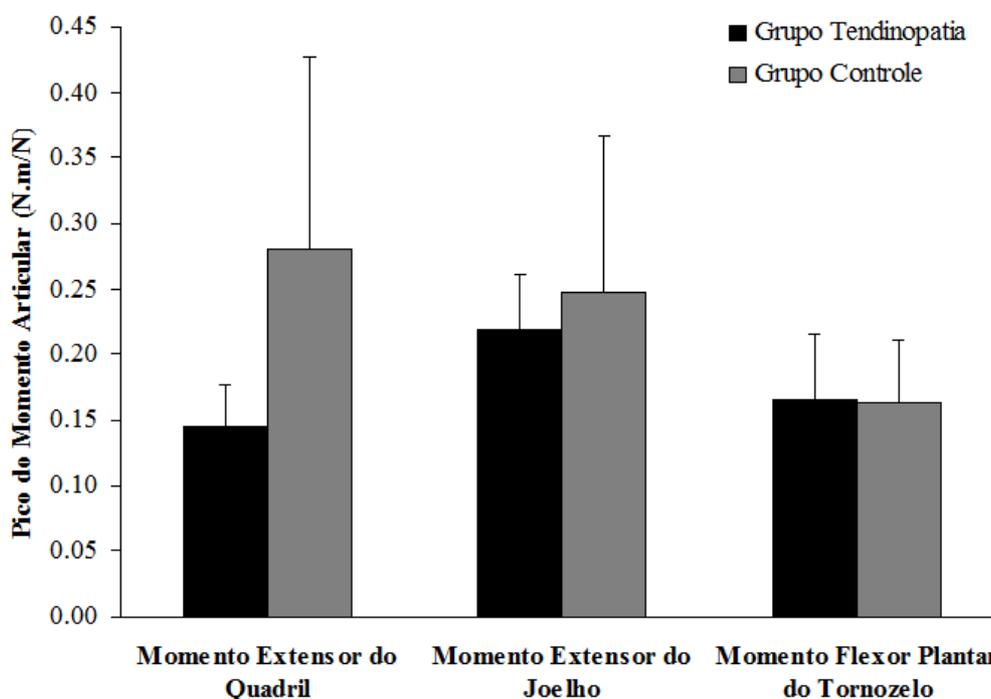


FIGURA 2 – Picos dos momentos articulares normalizados pelo peso corporal durante a aterrissagem de salto em ambos os grupos. Valores expressos em média e desvio padrão.

Com relação às contribuições relativas de cada articulação em relação ao momento total de suporte, o GT apresentou menor contribuição do quadril para a dissipação de forças em relação ao GC (DM = 12,11%; IC95% = 2,46 a 21,45; $P = 0,021$). Quanto à contribuição do joelho, observou-se uma tendência a uma maior contribuição dessa articulação para dissipação das forças no GT em relação ao GC (DM = 6,22%; IC95% = -0,74 a 13,18; $P = 0,073$). De forma similar, o GT apresentou uma tendência a uma maior contribuição do tornozelo para dissipação das forças em comparação ao GC (DM = 5,89%; IC95% = -0,60 a 12,38; $P = 0,069$) (**FIGURA 3**).

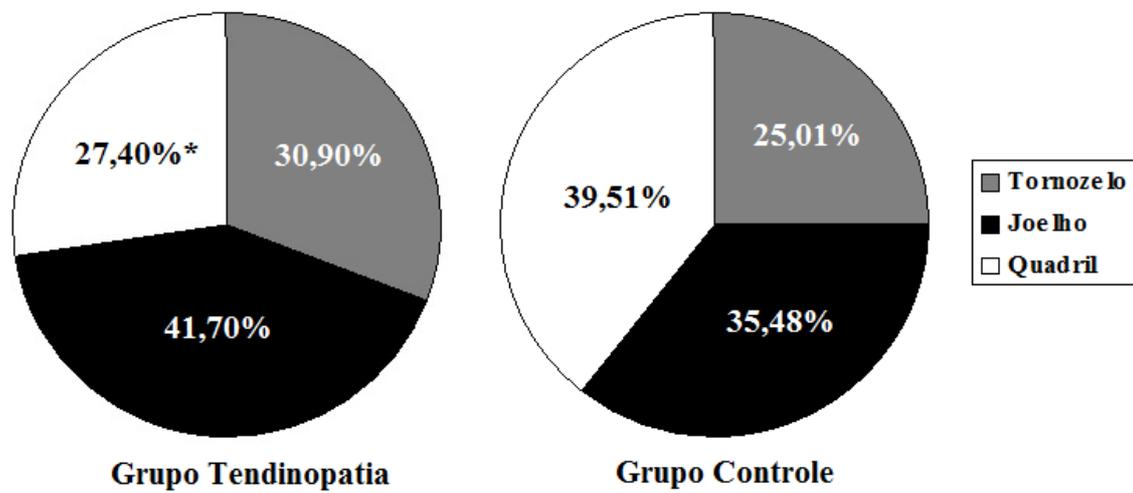


FIGURA 3 – Contribuições relativas das articulações em relação ao momento de suporte total durante a aterrissagem de salto em ambos os grupos. *Diferença significativa entre os grupos ($P = 0,021$)

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar a biomecânica do membro inferior e do tronco durante a aterrissagem de um salto entre atletas com e sem tendinopatia patelar. Foi observado que os atletas do GT apresentaram menor movimento de flexão do quadril e menor contribuição dessa articulação para a dissipação das forças impostas ao sistema durante a aterrissagem, quando comparado ao GC. Esses resultados apresentam significativa relevância clínica, uma vez que esses padrões alterados de movimento e de dissipação de forças podem ser fatores contribuintes para a perpetuação dos sintomas em atletas com tendinopatia patelar.

Os atletas do GT apresentaram menores ângulos de flexão da articulação do quadril no instante do contato inicial com o solo durante a aterrissagem, quando comparados aos atletas do GC. Contrastando com os resultados do presente estudo, Bisseling *et al.* (2007) não verificaram diferença na cinemática da articulação do quadril no instante do contato inicial com o solo entre atletas com tendinopatia patelar, atletas assintomáticos com histórico de tendinopatia patelar e atletas sem histórico de dor no joelho durante a aterrissagem de um salto (*drop jump*). Também contrastando com os resultados do presente estudo, Edwards *et al.* (2010) observaram maiores ângulos de flexão do quadril no instante do contato inicial com o solo em atletas com anormalidades no tendão patelar durante a aterrissagem de um salto horizontal anterior (*stop jump*) quando comparados a atletas sem anormalidades no tendão. Esses resultados conflitantes provavelmente se devem a diferenças metodológicas, principalmente com relação às diferentes tarefas avaliadas nos estudos.

Com relação à amplitude máxima de movimento do quadril no plano sagital durante a aterrissagem, no presente estudo, os atletas do GT também apresentaram uma menor flexão do quadril quando comparados aos atletas do GC. Concordando com

nossos resultados, o recente estudo de Rosen *et al.* (2015) também observou que atletas com tendinopatia patelar apresentam menor amplitude de flexão do quadril em relação à atletas assintomáticos durante a aterrissagem de um salto (*drop vertical jump*). Por outro lado, o trabalho de Bisseling *et al.* (2007) contrasta com o presente estudo, uma vez que não se verificou diferenças entre os atletas com e sem tendinopatia patelar quanto ao ângulo máximo de flexão do quadril na aterrissagem do *drop jump*. Novamente, é provável que esses diferentes resultados se devam às diferentes tarefas avaliadas. Edwards *et al.* (2010) verificaram que, apesar de os atletas com anormalidades no tendão patelar apresentarem maior flexão do quadril no instante do contato com o solo, esses atletas realizaram um movimento de extensão do quadril, enquanto os atletas sem anormalidades no tendão realizaram um movimento de flexão do quadril na aterrissagem do *stop jump*. Esse padrão de movimento, envolvendo o movimento de extensão do quadril ao invés de flexão, provavelmente implica em uma estratégia menos eficiente de dissipação das forças de reação do solo, o que poderia sobrecarregar o tendão patelar (Edwards *et al.*, 2010). Como mencionado previamente, esses mesmos autores demonstraram que esse padrão alterado de movimento na articulação do quadril durante a aterrissagem é um fator de risco importante, capaz de prever tanto a presença quanto a severidade de uma anormalidade no tendão patelar (Mann *et al.*, 2013). Esses achados destacam a relevância de se avaliar os movimentos do quadril no plano sagital durante saltos em atletas, com o intuito de se verificar a presença de alterações que podem estar associadas à tendinopatia patelar.

Com o tempo, atletas com dor no joelho decorrente de tendinopatia patelar provavelmente desenvolvem estratégias compensatórias buscando evitar os arcos dolorosos de movimento e diminuir o estresse no tendão, o que pode explicar os menores movimentos observados (Rosen *et al.*, 2015). Por outro lado, aterrissagens

envolvendo menores ângulos de flexão do quadril podem ser um aspecto importante para o desenvolvimento de tendinopatias patelares. Estudos prévios demonstraram que aterrissagens de salto com menores ângulos de flexão do quadril/tronco implicam em maior ativação do quadríceps (Blackburn & Padua, 2009; Shimokochi *et al.*, 2013), em maiores valores de força de reação do solo (Blackburn & Padua, 2009), em menor momento extensor do quadril e em maior momento extensor do joelho (Shimokochi *et al.*, 2013) quando comparadas a aterrissagens com maior flexão do quadril. Todos esses componentes implicam em maior sobrecarga sobre o mecanismo extensor do joelho e, conseqüentemente, podem contribuir para a patomecânica das tendinopatias patelares. Nesse contexto, intervenções visando modificar o padrão de aterrissagem, procurando aumentar os ângulos de flexão do quadril, podem ser relevantes para a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

Não foram observadas diferenças entre o GT e o GC quanto à cinemática do tronco, tanto no contato inicial quanto na amplitude máxima, durante a aterrissagem de salto. Pelo nosso conhecimento, nenhum estudo prévio comparou a cinemática do tronco entre atletas com e sem tendinopatia patelar. Dessa forma, não é possível realizar comparações dos nossos achados com os da literatura. Porém, como mencionado anteriormente, menores ângulos de flexão do tronco durante aterrissagens têm sido associados a maiores forças na articulação do joelho (Blackburn & Padua, 2009; Shimokochi *et al.*, 2013). Assim, os movimentos do tronco no plano sagital durante aterrissagens não devem ser negligenciados como possíveis fatores causadores de sobrecarga, em avaliações abrangentes de atletas com tendinopatia patelar.

Com relação aos movimentos de flexão do joelho, no presente estudo, não foram verificadas diferenças entre os grupos, tanto no contato inicial, quanto na amplitude máxima de movimento. Esse resultado está de acordo com os achados de estudos

avaliando a aterrissagem do *drop jump* (Bisseling *et al.*, 2007) e de um salto simulando o gesto esportivo de ataque do voleibol (Bisseling *et al.*, 2008; Sorenson *et al.*, 2010), onde também não foram verificadas diferenças entre atletas com e sem tendinopatia patelar nessas variáveis. Contrastando com o presente estudo, Edwards *et al.* (2010) observaram que atletas com anormalidades no tendão patelar apresentaram maior flexão do joelho no contato inicial quando comparados a atletas sem anormalidades no tendão durante a aterrissagem do *stop jump*. Destaca-se ainda que Mann *et al.* (2013) observaram que um maior ângulo de flexão do joelho no contato inicial da aterrissagem do *stop jump* é uma variável preditora da presença de anormalidades no tendão patelar em jovens atletas jogadores de basquetebol. Esses achados destacam a importância da inclusão de diferentes tarefas de salto durante a avaliação de atletas com tendinopatia patelar (ou atletas assintomáticos que apresentem alterações ultrassonográficas no tendão patelar) a fim de se identificar padrões alterados de movimento que possam estar contribuindo com um processo de sobrecarga no mecanismo extensor do joelho.

Quanto à cinemática do tornozelo, no presente estudo, não foram observadas diferenças entre os grupos durante a tarefa, tanto no contato inicial quanto na amplitude máxima de movimento. Esses resultados estão de acordo com os resultados de estudos avaliando a cinemática do tornozelo durante o *drop vertical jump* (Rosen *et al.*, 2015), o *stop jump* (Edwards *et al.*, 2010), o salto simulando o ataque do voleibol (Bisseling *et al.*, 2008) e o *drop jump* (Bisseling *et al.*, 2007), onde também não foram verificadas diferenças entre atletas com e sem disfunções no tendão patelar nessas variáveis.

Com relação às variáveis cinéticas, no presente estudo, o GT apresentou menor contribuição relativa da articulação do quadril, para a dissipação das forças que ocorreram durante a aterrissagem, quando comparado ao GC. Em contraste com esse resultado, o estudo de Souza *et al.* (2010) observou que atletas com histórico de

tendinopatia patelar apresentavam maior contribuição relativa da articulação do quadril do que atletas sem histórico de dor no joelho, durante a realização de 20 saltos verticais unipodais repetidos (*single-limb hop*). Nesse estudo prévio, a contribuição relativa do quadril dos atletas com histórico de tendinopatia patelar foi quase o dobro da observada nos atletas sem histórico de dor no joelho (Souza *et al.*, 2010). Esses resultados aparentemente contraditórios provavelmente se devem às diferentes populações avaliadas nos estudos. No estudo de Souza *et al.* (2010), foram avaliados atletas assintomáticos com histórico de tendinopatia patelar, enquanto o presente estudo avaliou atletas sintomáticos. Os autores desse estudo prévio especularam que os atletas com histórico de tendinopatia patelar fizeram maior uso da articulação do quadril para dissipar as forças durante os saltos para diminuir a sobrecarga da articulação do joelho (Souza *et al.*, 2010). Esse, inclusive, pode ser um dos motivos pelos quais os atletas desse estudo prévio não apresentavam mais queixas de dor no joelho, já que a sobrecarga dessa articulação provavelmente diminuiu em decorrência dessa estratégia.

Quanto à cinética do joelho e a força no tendão patelar, não foram observadas diferenças entre os GT e o GC. Observou-se apenas uma tendência do GT a apresentar maior contribuição da articulação do joelho para as dissipações de força durante a aterrissagem em comparação ao GC (42% x 35%; $P = 0,07$). Sorenson *et al.* (2010) e Souza *et al.* (2010) também não observaram diferenças entre atletas com histórico de tendinopatia patelar e atletas sem histórico de dor no joelho quanto ao pico do momento extensor do joelho em diferentes tarefas de salto. Porém, discordando de nossos resultados, Souza *et al.* (2010) observaram que atletas com histórico de tendinopatia patelar apresentavam menor contribuição da articulação do joelho para as dissipações de força durante a aterrissagem em comparação a atletas sem histórico de dor no joelho. Novamente, esses resultados conflitantes provavelmente se devem às diferentes

populações avaliadas nos diferentes estudos. A menor contribuição da articulação do joelho para as dissipações de forças no estudo de Souza *et al.* (2010) pode ser uma estratégia para diminuir as cargas no mecanismo extensor do joelho. Por outro lado, é possível que a maior contribuição da articulação do joelho para as dissipações de forças no presente estudo seja um fator contribuinte para a dor no joelho dos atletas do GT.

Sobre a cinética do tornozelo, no presente estudo, não se observou diferenças entre grupos quanto ao pico de momento flexor plantar do tornozelo. Foi observada apenas uma tendência do GT a apresentar maior contribuição da articulação do tornozelo para as dissipações de força durante a aterrissagem em comparação ao GC (31% x 25%; $P = 0,07$). Potencialmente, uma maior contribuição da articulação do tornozelo para dissipações de força no GT seria uma estratégia para diminuir as forças na articulação do joelho, principalmente considerando-se que esse grupo apresentou menor contribuição da articulação do quadril para dissipar as forças da aterrissagem. No estudo de Souza *et al.* (2010) não foram observadas diferenças na contribuição da articulação do tornozelo para dissipações de forças entre atletas com histórico de tendinopatia patelar e atletas sem histórico de dor no joelho. É possível que esse resultado conflitante se deva, em parte, ao fato de que a avaliação do estudo de Souza *et al.* (2010) envolveu uma tarefa diferente (saltos verticais unipodais repetidos) e somente atletas assintomáticos.

O presente estudo apresenta limitações que precisam ser reconhecidas. A amostra foi composta por atletas jovens do sexo masculino, assim, cuidado é necessário na generalização desses resultados para outras populações. A avaliação biomecânica se restringiu a dados cinemáticos e cinéticos do membro inferior no plano sagital. É possível que atletas com tendinopatia patelar apresentem alterações biomecânicas nos outros planos de movimento, sendo a identificação dessas alterações relevante para a

reabilitação dessa disfunção. Por fim, o tamanho reduzido da amostra pode ter impedido a identificação de diferenças em algumas das variáveis do estudo, especialmente considerando-se que algumas variáveis aproximaram-se de atingir significância estatística. Estudos futuros, com maior tamanho amostral, são recomendados para confirmação desses achados. Apesar dessas limitações, o presente estudo apresenta resultados clinicamente relevantes, podendo contribuir para uma melhor compreensão das estratégias de aterrissagem de salto utilizadas por atletas com tendinopatia patelar. Recomenda-se que estudos futuros investiguem os efeitos de intervenções incluindo modificações na aterrissagem de salto, de modo a aumentar a flexão do quadril e a contribuição dessa articulação na dissipação de forças, para a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

CONCLUSÃO

Atletas com tendinopatia patelar apresentaram menores ângulos de flexão do quadril durante a aterrissagem de salto, tanto no contato inicial com o solo quanto na amplitude máxima, quando comparados a atletas saudáveis. Além disso, os atletas com tendinopatia patelar apresentaram uma menor contribuição da articulação do quadril para a dissipação das forças geradas pela aterrissagem em comparação aos atletas saudáveis. É possível que esse padrão cinemático/cinético alterado durante aterrissagens de salto apresente relação com a origem e/ou perpetuação de tendinopatias patelares.

***REABILITAÇÃO DE TENDINOPATIA PATELAR
UTILIZANDO FORTALECIMENTO DE EXTENSORES
DE QUADRIL E MODIFICAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE
ATERRISSAGEM DE SALTO:***

RELATO DE CASO COM 6 MESES DE SEGUIMENTO

SCATTONE SILVA R, FERREIRA ALG, NAKAGAWA TH, SANTOS JE, SERRÃO FV.
*Rehabilitation of Patellar Tendinopathy using Hip Extensors Strengthening and
Landing Strategy Modification: Case Report with 6-Months Follow-up.*
Artigo publicado no *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.*

RESUMO

Desenho experimental: Relato de caso

Contexto: Embora exercícios excêntricos sejam considerados uma das principais intervenções para reabilitação de atletas com tendinopatia patelar, a efetividade dessa intervenção é, por vezes, longe de ideal. Já foi demonstrado que atletas com tendinopatia patelar apresentam padrões alterados de movimento durante aterrissagens de salto e menor força extensora do quadril quando comparados a atletas assintomáticos. Porém, pelo nosso conhecimento, a efetividade de uma intervenção que se direcione a esses déficits ainda não foi investigada.

Descrição do Caso: O paciente foi um atleta de voleibol de 21 anos de idade com um histórico de nove meses de dor no tendão patelar. Para a avaliação da dor, uma escala visual analógica foi utilizada. O comprometimento funcional foi mensurado com o questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P). Essas avaliações foram realizadas antes e após uma intervenção de oito semanas, bem como seis meses após a intervenção. A força isométrica do quadril e joelho e a cinemática e cinética dessas articulações durante uma tarefa de salto vertical máximo (*drop vertical jump*) também foram avaliadas antes e após a intervenção de oito semanas. A intervenção consistiu em fortalecimentos para a musculatura extensora do quadril e um treino de modificação na estratégia de aterrissagem de saltos. O paciente não interrompeu a prática/competição esportiva durante o período da reabilitação.

Resultados: Após a intervenção de oito semanas e seis meses após a intervenção, o atleta estava completamente assintomático durante a prática de esportes. Esse resultado clínico favorável foi acompanhado por um aumento de 50% no momento extensor do quadril, uma diminuição de 21% no momento extensor do joelho, e uma redução de 26% na força no tendão patelar durante a aterrissagem de salto.

Discussão: Uma intervenção de oito semanas de fortalecimento da musculatura do quadril e modificação na estratégia de aterrissagem de salto diminuiu a dor e o comprometimento funcional e melhorou a biomecânica de aterrissagem em um atleta com tendinopatia patelar.

Palavras-chave: biomecânica; joelho de saltador; sobrecarga; tendão; voleibol.

CONTEXTO

Tendinopatia patelar é uma das principais causas de dor anterior no joelho no esporte. Já foi reportado que a incidência de tendinopatia patelar em atletas de voleibol de elite pode chegar a 45% (Lian *et al.*, 2005). Sintomas na articulação do joelho podem persistir por mais de 15 anos e podem ser devastadores para a carreira esportiva, com 53% dos atletas com tendinopatia patelar interrompendo a prática de esportes por conta de dores no joelho (Kettunen *et al.*, 2002). A alta prevalência de tendinopatia patelar em atletas e o impacto que esta tem nas carreiras esportivas ressaltam a importância da identificação de opções de tratamento eficazes para essa disfunção.

Exercícios excêntricos têm sido considerados o pilar da reabilitação de tendinopatia patelar por mais de uma década (Malliaras *et al.*, 2013). Em revisões sistemáticas recentes foi concluído que existe evidência de que o tratamento com exercícios excêntricos é uma intervenção conservadora eficiente para o tratamento de tendinopatia patelar em atletas (Larsson *et al.*, 2012; Malliaras *et al.*, 2013). No entanto, alguns ensaios randomizados controlados têm mostrado que os resultados com essa intervenção são, por vezes, longe de ideais (Visnes *et al.*, 2005; Bahr *et al.*, 2006; Fredberg *et al.*, 2008). Bahr *et al.* (2006) observaram que somente 55% dos atletas de elite tratados com exercícios excêntricos obtiveram um retorno satisfatório ao esporte um ano após a intervenção. O uso de exercícios excêntricos também se mostrou ineficaz para o tratamento de atletas durante a temporada de competições (Visnes *et al.*, 2005; Fredberg *et al.*, 2008). Previamente, os autores de uma revisão de literatura concluíram que, para que exercícios excêntricos sejam eficazes no tratamento de tendinopatia patelar, os atletas deveriam ser removidos da prática esportiva durante a reabilitação (tipicamente 12 semanas) (Visnes & Bahr, 2007). Remover atletas da prática esportiva por vários meses pode implicar em diminuição do desempenho

esportivo. Além disso, considerando-se os resultados sub-ótimos de fortalecimentos com exercícios excêntricos em pesquisas anteriores, a efetividade de outras intervenções para o tratamento dessa disfunção deve ser investigada.

Estudos prévios demonstraram que atletas com anormalidades de imagem no tendão patelar apresentam mecânica de aterrissagem de salto alterada em comparação a controles sem tais anormalidades (Edwards *et al.*, 2010; Mann *et al.*, 2013). Os autores desses estudos observaram que, enquanto os controles realizaram flexão do quadril durante a aterrissagem, os atletas com anormalidades no tendão patelar realizaram extensão do quadril (Edwards *et al.*, 2010; Mann *et al.*, 2013). Esse movimento alterado do quadril durante a aterrissagem de salto resulta em uma estratégia de dissipação de força menos eficiente, possivelmente resultando em sobrecarga excessiva no mecanismo extensor do joelho. Um estudo demonstrou que esse padrão de movimento no quadril durante a aterrissagem foi o fator de risco primário capaz de prever tanto a presença quanto a severidade de anormalidades no tendão patelar (Mann *et al.*, 2013). Assim, parece razoável assumir que corrigir esse padrão anormal de movimento no quadril durante a aterrissagem seria um aspecto importante da reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

Também já foi demonstrado que os movimentos do tronco/quadril no plano sagital influenciam significativamente as cargas na articulação do joelho durante aterrissagens de salto (Shimokochi *et al.*, 2013). Aterrissagens envolvendo maior flexão do tronco/quadril têm sido associadas a menores forças de reação do solo, momentos extensores do joelho e ativação muscular do quadríceps, bem como a maiores momentos extensores do quadril (Blackburn & Padua, 2009; Shimokochi *et al.*, 2013), com todos esses efeitos contribuindo para uma diminuição das cargas na articulação do joelho. Por outro lado, aterrissagens com o tronco ereto têm sido associadas a maiores

forças de reação do solo, momentos extensores do joelho e ativação do quadríceps, bem como a menores momentos extensores do quadril (Shimokochi *et al.*, 2013). Nesse contexto, alterar a estratégia de aterrissagem de salto pode ser uma abordagem importante para diminuir as forças no tendão patelar durante a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar; no entanto, pelo nosso conhecimento, a efetividade dessa intervenção ainda não foi investigada.

Um estudo recente identificou que atletas com tendinopatia patelar apresentam menor força extensora do quadril quando comparados a controles assintomáticos (Scattone Silva *et al.*, 2016). Contudo, dada a natureza transversal desse estudo, não está claro se o déficit de força no quadril observado é uma causa ou uma consequência da tendinopatia patelar. O glúteo máximo, músculo extensor primário do quadril, tem também grande contribuição para a extensão do joelho durante atividades com suporte do peso corporal (Arnold *et al.*, 2005). Durante aterrissagens de salto, os extensores do quadril e os extensores do joelho agem de forma sinérgica para dissipar as forças de reação do solo (Zhang *et al.*, 2000; Decker *et al.*, 2003), especialmente em aterrissagens bipodais (Yeow *et al.*, 2011). Nesse contexto, fraqueza na musculatura extensora do quadril provavelmente aumentaria a demanda dos extensores do joelho para dissipar as forças de reação do solo durante aterrissagens de salto. Isso poderia contribuir para a origem e/ou perpetuação de tendinopatia patelar. O fortalecimento dos músculos extensores do quadril pode contribuir para reduzir a sobrecarga no mecanismo extensor do joelho durante atividades em cadeia cinética fechada, como aterrissagens de salto, e reduzir os sintomas de atletas com tendinopatia patelar. Porém, os efeitos de uma intervenção incluindo fortalecimento da musculatura extensora do quadril para tratar tendinopatia patelar ainda são desconhecidos.

Recentes diretrizes e consensos de especialistas sobre o tratamento de tendinopatias recomendam que fatores da cadeia cinética, que possam contribuir para a disfunção, sejam considerados durante a reabilitação de atletas com dores nos tendões (Scott *et al.*, 2013; Cook & Purdam, 2014). Contudo, pelo nosso conhecimento, a efetividade de intervenções direcionadas a fatores proximais que possam contribuir para tendinopatia patelar ainda não foi investigada. O propósito deste relato de caso foi investigar se uma intervenção de fortalecimento da musculatura do quadril e modificação da estratégia de aterrissagem de salto é capaz de diminuir dor e melhorar a função e a biomecânica do membro inferior de um atleta de voleibol com tendinopatia patelar.

DESCRIÇÃO DO CASO

O paciente foi um atleta de voleibol de 21 anos de idade, com altura de 1,93 m e massa corporal de 116,8 kg. No momento das avaliações iniciais, o paciente apresentava um histórico de prática de voleibol de três anos, com frequência de quatro vezes por semana. Ele estava engajado em prática de voleibol em nível universitário, estando em preparação para uma competição. O paciente assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (**APÊNDICE II**) e permissão para conduzir o protocolo utilizado neste estudo foi concedida pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (**ANEXO IV**).

O paciente apresentou-se com dor no tendão patelar esquerdo de início insidioso por nove meses, especialmente durante tarefas que impõem carga ao tendão, tais como saltos e agachamentos. Não havia histórico de trauma ou cirurgia nos membros inferiores e coluna lombar e sua dor era localizada na porção proximal do tendão patelar. Havia sensibilidade à palpação do tendão patelar, o que reproduzia os sintomas do paciente. Palpação da banda iliotibial distal, dos retináculos medial e lateral e dos ligamentos colaterais não provocou sintomas. Palpação dessas estruturas foi parte de um exame físico abrangente com o intuito de se determinar se outras disfunções da articulação do joelho apresentavam contribuição para os sintomas do paciente.

O paciente reportou que sua dor no tendão patelar era mais evidente durante atividades como agachamento, saltos e postura sentada prolongada. A maior dor ocorria durante o treinamento de voleibol, no entanto, ele também reportou sentir dor/desconforto no tendão algumas horas após a prática esportiva. O paciente associava a sua dor a uma “falta de aquecimento” e reportava alívio dos sintomas quando um aquecimento de maior tempo era realizado antes da prática do esporte. Intervenções de tratamentos anteriores se restringiram ao uso de compressas de gelo no joelho após os

treinamentos, com alívio dos sintomas em curto prazo, mas sem efeitos duradouros. O principal objetivo do paciente era ser capaz de se engajar na prática de voleibol sem dores no joelho.

Um radiologista experiente realizou exames ultrassonográficos dos joelhos do paciente utilizando um ultrassom Venue 40 (GE Health Care, Buckinghamshire, GB) com um transdutor de 7,5 MHz. O tendão patelar esquerdo do paciente apresentava uma grande área hipoeecóica (**FIGURA 1A**) evidente tanto na vista longitudinal quanto na transversa, consistente com o diagnóstico de tendinopatia patelar (Cook *et al.*, 2000a). O joelho contralateral dele também foi submetido ao exame de imagem para propósitos de comparação, apesar de assintomático. Estudos prévios demonstraram que a incidência de anormalidades no tendão patelar em atletas assintomáticos varia de 22–32% (Fredberg & Bolvig, 2002; Malliaras *et al.*, 2006a). Essas anormalidades são consideradas fatores de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Cook *et al.*, 2000a; Fredberg & Bolvig, 2002). Uma área hipoeecóica menor também foi identificada no tendão patelar direito assintomático do paciente (**FIGURA 1B**).

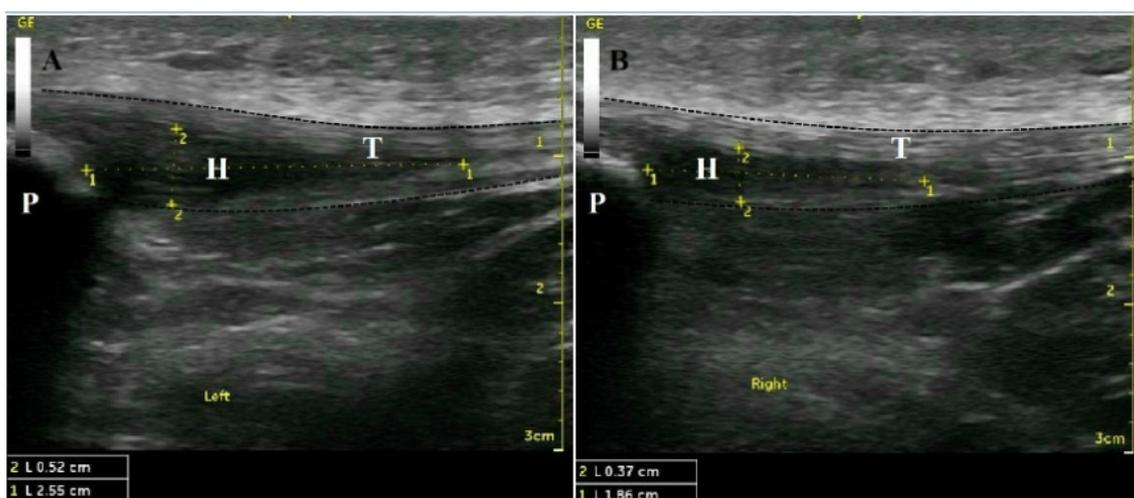


FIGURA 1 – Imagem de ultrassom demonstrando a área hipoeecóica do tendão patelar do (A) joelho esquerdo sintomático e do (B) joelho direito assintomático do paciente antes da intervenção. P, Patela; T, Tendão patelar; H, Área hipoeecóica, indicando anormalidade tecidual. Linhas tracejadas indicam as bordas do tendão patelar.

As variáveis primárias deste estudo foram: dor auto-relatada do paciente, mensurada com uma escala visual analógica (EVA) (Price *et al.*, 1983); incapacidade, mensurada pelo questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P) (Wageck *et al.*, 2013); e a sua percepção de melhora ou piora, mensurada pela Escala Global de Mudança (Jaeschke *et al.*, 1989). As variáveis primárias foram avaliadas antes da intervenção, ao final da intervenção de oito semanas e seis meses após o final da intervenção por um pesquisador que não esteve envolvido com a intervenção.

Variáveis secundárias incluíram a cinemática do joelho e quadril, os momentos extensores do joelho e quadril, e a força no tendão patelar durante uma tarefa de aterrissagem de salto, bem como a força isométrica de extensão do joelho e quadril. Essas medidas foram feitas antes e após a intervenção de oito semanas. O exame de ultrassom também foi repetido pelo mesmo radiologista após a intervenção de oito semanas para se determinar se a intervenção apresentou um efeito observável no exame de imagem.

Variáveis Primárias

Avaliação da Dor

A pior dor do paciente na última semana foi avaliada utilizando-se uma EVA de 10 cm, com 0 indicando nenhuma dor e 10 indicando a pior dor imaginável (Price *et al.*, 1983). Já foi demonstrado que a EVA é confiável, válida e responsiva para avaliações de dor no joelho (Crossley *et al.*, 2004), com uma diferença mínima clinicamente relevante de 2 cm (Crossley *et al.*, 2004).

Questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P)

A incapacidade do paciente e a severidade de seus sintomas foram quantificadas utilizando-se a versão brasileira do questionário VISA-P (Wageck *et al.*, 2013). Esse questionário é específico para atletas com tendinopatia patelar e consiste em oito questões, com seis questões mensurando a severidade dos sintomas durante atividades de vida diária e testes funcionais e duas questões mensurando a severidade dos sintomas durante a prática de esportes. A pontuação final varia de 0–100 pontos, com pontuações mais altas indicando menos sintomas e melhor função (Visentini *et al.*, 1998). Um estudo recente demonstrou que uma mudança absoluta maior do que 13 pontos na pontuação do VISA-P após uma intervenção é considerada uma mudança clinicamente relevante (Hernandez-Sanchez *et al.*, 2014).

Escala Global de Mudança

A percepção de melhora ou piora foi quantificada com a Escala Global de Mudança. Essa ferramenta é uma escala do tipo Likert com 15 pontos que mensura a impressão de mudança no estado de saúde após um tratamento específico (Jaeschke *et al.*, 1989). A escala varia de -7 (muito pior) até +7 (muito melhor), com 0 indicando nenhuma mudança. Mudanças de quatro pontos ou mais nessa escala têm sido consideradas clinicamente importantes no tratamento de pacientes com dor no joelho (Crowell & Wofford, 2012; Baldon *et al.*, 2014).

Avaliação Biomecânica

O sistema *Qualisys Motion Capture* (Qualisys Medical, AB, SE) com sete câmeras e duas plataformas de força (Bertec Corporation, OH, EUA) foram utilizados para avaliar a cinemática e cinética enquanto o paciente realizava uma tarefa de salto vertical máximo (*drop vertical jump*) a partir de uma caixa de 31cm (Hewett *et al.*,

2005). Os dados cinemáticos e cinéticos foram coletados a frequências de 240 Hz e 2.400 Hz, respectivamente. Para essa avaliação, o paciente estava usando shorts e tênis para prática esportiva. Quatorze marcadores passivos (15 mm de diâmetro) e três *clusters* de marcadores foram afixados ao paciente com fita adesiva dupla face. Marcadores foram posicionados bilateralmente nas cristas ilíacas, espinhas ilíacas póstero-superiores e trocânteres maiores do fêmur, e um marcador único foi posicionado no espaço articular entre os processos espinhosos de L5/S1. Além disso, marcadores foram posicionados no membro inferior esquerdo do paciente nos seguintes pontos anatômicos: epicôndilos medial e lateral do fêmur, maléolos medial e lateral, 1° e 5° metatarsos, e falange distal do 2° artelho. Dois *clusters* construídos com quatro marcadores não colineares foram posicionados no aspecto póstero-lateral da coxa e perna esquerdas do paciente. Um *cluster* construído com três marcadores não-colineares também foi posicionado na região posterior de seu tênis esquerdo.

Uma coleta de dados estática foi realizada com o paciente em posição anatômica para alinhá-lo ao sistema de coordenadas global e para servir de referência para as análises futuras. Após a coleta estática, os marcadores dos trocânteres maiores, dos epicôndilos femorais, dos maléolos, e das cabeças dos metatarsos foram removidos. Em seguida, o paciente realizou a tarefa de salto vertical máximo (*drop vertical jump*) de uma caixa de 31 cm (Hewett *et al.*, 2005). Para essa tarefa, ele foi instruído a deixar-se cair da caixa em apoio bipodal e imediatamente realizar um salto vertical máximo para alcançar uma bola, que estava pendurada no teto na máxima altura que ele pudesse alcançar. Duas familiarizações e três repetições válidas da tarefa foram realizadas. As repetições foram consideradas válidas se o paciente se deixasse cair da caixa, sem saltar, aterrissasse com ambos os pés simultaneamente (um pé em cada plataforma de força) e fosse capaz de alcançar a bola de forma efetiva.

Os softwares *Qualisys Track Manager* (Qualisys Medical, AB, SE) e *Visual 3D* (C-Motion, MD, EUA) foram utilizados no processamento dos dados. Os dados cinemáticos e cinéticos foram filtrados utilizando-se um filtro Butterworth, passa-baixa, de quarta ordem, com atraso de fase zero e frequências de corte de 12 Hz e 20 Hz, respectivamente. Somente a primeira aterrissagem da tarefa foi analisada e considerou-se como fase de aterrissagem o período entre o contato do pé no solo (força de reação do solo vertical maior do que 10 N) e o pico de flexão do joelho (Pollard *et al.*, 2010). Ângulos do quadril foram calculados como os movimentos do fêmur em relação à pelve e ângulos do joelho foram calculados como os movimentos da tíbia em relação ao fêmur. Ângulos de Cardan foram calculados de acordo com as recomendações da *International Society of Biomechanics* (Grood & Suntay, 1983; Wu *et al.*, 2002). Momentos articulares internos foram calculados utilizando-se dinâmica inversa (software *Visual 3D*). A força no tendão patelar foi calculada dividindo-se o momento extensor do joelho pelo braço de momento estimado do tendão patelar (Nisell & Ekholm, 1985; Janssen *et al.*, 2013). O braço de momento do tendão patelar foi estimado como uma função do ângulo de flexão do joelho utilizando-se a equação descrita por Herzog & Read (1993). As variáveis de interesse foram os picos de flexão do quadril e joelho, os picos dos momentos extensor do quadril e joelho e o pico da força no tendão patelar durante a aterrissagem. Valores médios das três repetições válidas foram utilizados na análise.

Avaliação da Força Isométrica

Um dinamômetro manual (Lafayette Instruments, IN, EUA) foi utilizado para a mensuração da força extensora do quadril e joelho durante contrações isométricas

máximas. Cintos rígidos foram utilizados para estabilizar o paciente e o dinamômetro manual para eliminar o efeito da força do examinador nessas medidas.

A força extensora do quadril foi avaliada com o paciente em decúbito ventral com o joelho em 90° de flexão (**FIGURA 2A**) (Fukuchi *et al.*, 2014). Um cinto foi posicionado ao redor da pelve do atleta e da mesa examinadora para estabilização. Para estabilização do tronco, o atleta segurou a mesa examinadora com ambas as mãos. O dinamômetro foi posicionado imediatamente proximal à fossa poplíteia e o atleta foi instruído a “fazer força tentando levar a perna em direção ao teto”.

A força extensora do joelho foi mensurada com o paciente em decúbito dorsal com 30° de flexão do joelho e aproximadamente 20° de flexão do quadril (**FIGURA 2B**) (Willson & Davis, 2009). Um rolo rígido foi posicionado entre o aspecto posterior do joelho do atleta e a mesa de exames para manter o joelho no ângulo de flexão desejado. O dinamômetro foi posicionado imediatamente proximal ao ponto médio entre os maléolos medial e lateral e o atleta foi instruído a cruzar os braços na frente do tórax e “fazer força tentando estender o joelho”.

Essas avaliações consistiram em uma repetição de familiarização, seguida de três repetições do teste propriamente dito, realizadas por cinco segundos, com 15 segundos de repouso entre as repetições. O valor de pico de força (kg) foi registrado após cada repetição e o valor médio das três repetições foi utilizado na análise. Esses valores foram, posteriormente, convertidos a Newtons (kg x 9,81) para se obter uma unidade de força. Nós conduzimos um estudo piloto para determinar a confiabilidade intra-examinador das medidas de força utilizadas neste estudo. Dez voluntários jovens e saudáveis foram avaliados em duas ocasiões separadas por 24 a 48 horas. A confiabilidade desses procedimentos foi considerada excelente, com coeficientes de correlação intra-

classe ($ICC_{3,3}$) e erros padrão das medidas de 0,95 e 12,6 N para a força de extensores de quadril e de 0,90 e 12,5 N para a força extensora do joelho, respectivamente.

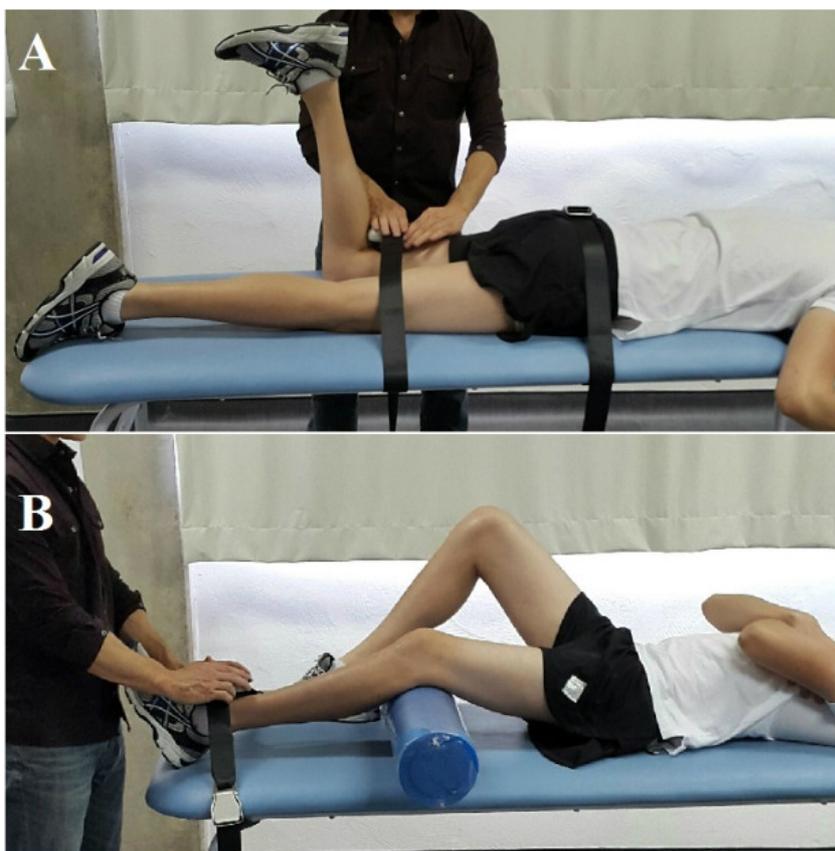


FIGURA 2 – Posicionamento do paciente para a avaliação da força (A) extensora do quadril e (B) extensora do joelho.

Intervenção

Após as avaliações iniciais, o paciente iniciou uma intervenção supervisionada de oito semanas composta por fortalecimento da musculatura extensora do quadril e modificação da estratégia de aterrissagem de salto. Essa intervenção foi dividida em duas fases, fase inicial (1^a a 4^a semanas, **FIGURA 3**) e fase avançada (5^a a 8^a semanas, **FIGURA 4**). Todas as sessões de tratamento, supervisionadas por uma fisioterapeuta, foram realizadas três vezes por semana com uma duração aproximada de 30 minutos por sessão. Foi permitido que o paciente continuasse sua prática esportiva durante todo o período de intervenção, contanto que a sua dor no joelho durante a prática não

excedesse uma intensidade de 3/10 na EVA (Kongsgaard *et al.*, 2009). Dessa forma, ele continuou a prática esportiva durante todo o período de reabilitação, somente evitando atividades que agravassem significativamente seus sintomas.

Exercícios de Fortalecimento do Quadril

Considerando-se que o glúteo máximo é um dos principais músculos extensores do quadril (Neumann, 2010), exercícios de fortalecimento que têm demonstrado alto nível de recrutamento desse músculo foram enfatizados no programa de reabilitação (Ekstrom *et al.*, 2007; DiStefano *et al.*, 2009; Sakamoto *et al.*, 2009; Reiman *et al.*, 2012; Selkowitz *et al.*, 2013). Os exercícios de fortalecimento do quadril de ambas as fases foram realizados em três séries de 15 repetições com um repouso de 120 segundos entre as séries (Baldon *et al.*, 2012). Em cada fase, as cargas iniciais foram estabelecidas como sendo de 50% de uma repetição máxima (1RM) para cada exercício. Incrementos de carga (0,5–2,0 kg na forma de pesos livres) foram adicionados aos exercícios quando o paciente conseguisse realizar todas as séries do exercício sem compensações visíveis e sem a presença de dor muscular local nas 48h após a sessão de treinamento anterior. A seleção da resistência inicial e o número de séries foram baseados em um estudo prévio que demonstrou aumentos significativos de força com esses parâmetros em atletas recreacionais (Baldon *et al.*, 2012). Todos os exercícios de fortalecimento para o quadril foram realizados bilateralmente para prevenir a ocorrência de assimetrias durante as aterrissagens, especialmente considerando-se que o paciente apresentava anormalidades no exame de ultrassom no tendão patelar contralateral.

Na fase inicial de tratamento, dois exercícios de fortalecimento sem suporte do peso corporal foram realizados: extensão do quadril em prono (Sakamoto *et al.*, 2009)

(FIGURA 3A) e extensão do quadril com o joelho fletido em posição de quatro apoios (Selkowitz *et al.*, 2013) (FIGURA 3B). Na fase avançada, os exercícios da fase anterior foram substituídos por exercícios de maior demanda para o glúteo máximo (Ekstrom *et al.*, 2007; DiStefano *et al.*, 2009; Reiman *et al.*, 2012). Os exercícios de fortalecimento da fase avançada foram o exercício do perdigueiro [elevação das extremidades superior e inferior até posição neutra do tronco em quatro apoios (Ekstrom *et al.*, 2007) (FIGURA 4A)] e o *deadlift* unipodal (DiStefano *et al.*, 2009) (FIGURA 4B).

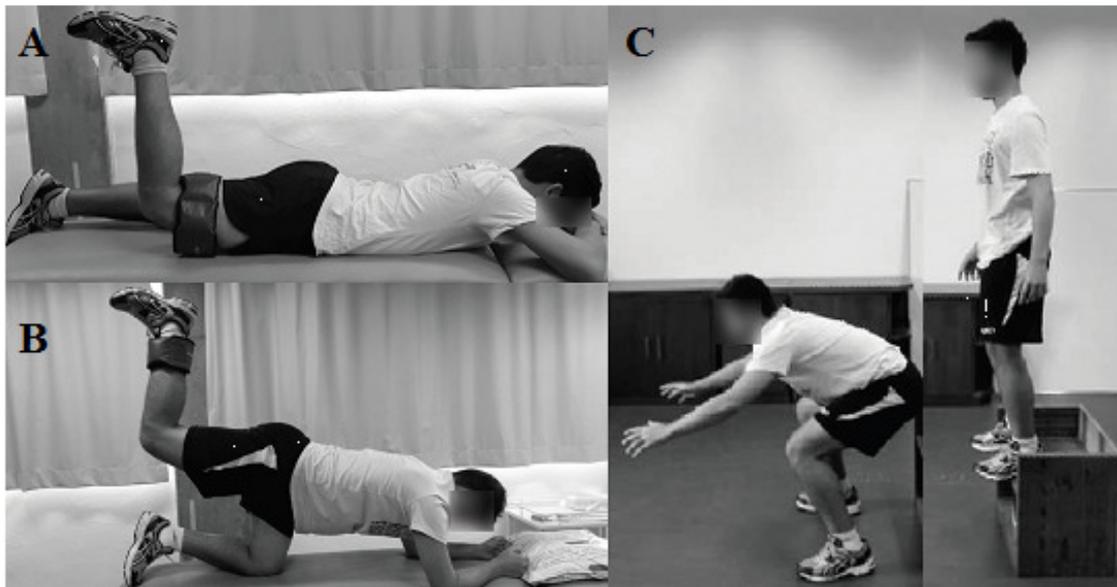


FIGURA 3 – Fase inicial da reabilitação. (A) Extensão do quadril em prono com 90° flexão do joelho. (B) Extensão do quadril em quatro apoios com 90° flexão do joelho. (C) Treino de aterrissagem do *drop jump*, enfatizando-se inclinação anterior do tronco e projeção posterior dos quadris.

Treino de Modificação da Estratégia de Aterrissagem de Salto

Em todas as sessões de tratamento, o paciente também realizou exercícios visando à mudança na estratégia de aterrissagem de salto (McNair *et al.*, 2000; Iida *et al.*, 2013). Foram dadas ao paciente, instruções verbais para que ele aterrissasse de forma suave, buscando minimizar o impacto da aterrissagem (McNair *et al.*, 2000; Prapavessis *et al.*, 2003). Aterrissagens com maior inclinação anterior do tronco e maior

projeção posterior dos quadris foram encorajadas com o propósito de se aumentar a contribuição dos músculos do quadril para dissipar a força de reação do solo (Zhang *et al.*, 2000) e, potencialmente, diminuir as forças nos tendões patelares. As instruções iniciais dadas ao paciente foram as seguintes: “Mantenha seus joelhos levemente flexionados antes da aterrissagem e procure aterrissar o mais suavemente o possível. Incline seu tronco anteriormente e projete os seus quadris para trás, enquanto flexiona os seus joelhos, buscando minimizar o impacto da aterrissagem. Preste atenção ao som da sua aterrissagem e use essa informação para ajudá-lo a aterrissar de forma mais suave”. Após cada aterrissagem, *feedback* verbal foi dado ao paciente se ele não fosse capaz de incorporar essas recomendações em sua estratégia de aterrissagem.



FIGURA 4 – Fase avançada da reabilitação. (A) Elevação das extremidades superior e inferior até posição neutra do tronco em quatro apoios (exercício do perdigueiro). (B) *Deadlift* unipodal. (C) Treino de aterrissagem do *drop vertical jump*, enfatizando-se inclinação anterior do tronco e projeção posterior dos quadris em ambas as aterrissagens.

Na fase inicial, em cada sessão de treinamento, o paciente realizou *drop jumps* com apoio bipodal de um degrau de 34 cm (FIGURA 3C) em três séries de 10 aterrissagens, com 15 segundos de repouso entre aterrissagens e dois minutos entre

séries (Iida *et al.*, 2013). Nessa fase, o paciente foi instruído a sustentar a posição de aterrissagem por cinco segundos depois de cada *drop jump*.

Na fase avançada, o treino de aterrissagem de salto progrediu, envolvendo três séries de 10 *drop vertical jumps* com 15 segundos de repouso entre saltos e dois minutos entre séries. Para esse exercício, o paciente foi instruído a se deixar cair do degrau e imediatamente realizar um salto vertical máximo como se estivesse realizando um bloqueio do voleibol (FIGURA 4C). As instruções verbais foram as mesmas da fase anterior, com ênfase no fato de que o novo padrão de aterrissagem deveria ser incorporado em ambas as aterrissagens.

Em ambas as fases, quando a terapeuta considerou que a aterrissagem foi rígida e/ou com flexão do tronco/quadril insuficiente, *feedback* verbal foi dado para reforçar o novo padrão de aterrissagem. O *feedback* verbal principal foi para que o atleta aumentasse a inclinação anterior do tronco/projeção posterior dos quadris. Algum *feedback* também foi dado a respeito do som da aterrissagem. A frequência do *feedback* diminuiu a partir da segunda semana de cada fase, uma vez que os erros de aterrissagem diminuíram. Assim, nas sessões subseqüentes de tratamento, comentários de *feedback* passaram a ser esporádicos, ocorrendo apenas se um erro ocorresse.

Nenhuma outra intervenção foi realizada e, após as oito semanas de intervenção, o paciente foi liberado do setor de reabilitação sem instruções específicas. Imediatamente após a intervenção de oito semanas todas as avaliações iniciais, incluindo os exames de ultrassom, foram repetidas nas mesmas condições. Seis meses após o final da intervenção, foi solicitado ao paciente que retornasse para uma visita de seguimento, e foram repetidas as avaliações das variáveis primárias (dor, questionário VISA-P e Escala Global de Mudança).

RESULTADOS

O paciente reportou apresentar redução imediata na dor durante as aterrissagens de salto com o novo padrão de aterrissagem, especialmente nas sessões iniciais de tratamento. Após o final das oito semanas de intervenção, uma diminuição significativa nos sintomas do paciente foi observada, com importantes mudanças na EVA bem como na pontuação no VISA-P, o que resultou em melhores pontuações na Escala Global de Mudança (TABELA 1). Ao final da intervenção de oito semanas o paciente reportou estar completamente assintomático durante a prática esportiva. Ele também reportou ter participado de sua competição universitária sem qualquer restrição. Essas melhoras em termos de dor e função perduraram, ainda estando presentes no seguimento de seis meses (TABELA 1). Seis meses após o fim da intervenção o paciente reportou pontuação inferior a 100% no questionário VISA-P somente em dois itens: postura sentada prolongada e agachamento. Em todos os demais itens, pontuação máxima foi obtida, o que indica incapacidade mínima e participação irrestrita em atividades esportivas.

TABELA 1. Variáveis Primárias

	Avaliação Inicial	Pós-Intervenção (Oito semanas)	Avaliação 6 Meses Pós-Intervenção
Dor (0-10)*	6,0	0,0	0,0
VISA-P (0-100)	61	95	92
Escala Global de Mudança**	NA	+6	+5

Abreviações: NA, não se aplica; VISA-P, questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (maiores valores indicam melhor função).

* Definida como a pior dor percebida na última semana, com maiores valores indicando mais dor.

** -7 a +7, 0 sendo sem mudança e +7 sendo extremamente melhor.

Diferenças nos padrões cinemáticos durante o salto vertical máximo (*drop vertical jump*) também foram notadas após a intervenção de oito semanas (**FIGURA 5**), principalmente um aumento no pico de flexão do quadril de 22°. As mudanças no padrão cinemático resultaram em uma diminuição de 21% no momento extensor do joelho, um aumento de 50% no momento extensor do quadril e uma diminuição de 26% na força no tendão patelar durante a aterrissagem (**TABELA 2**).

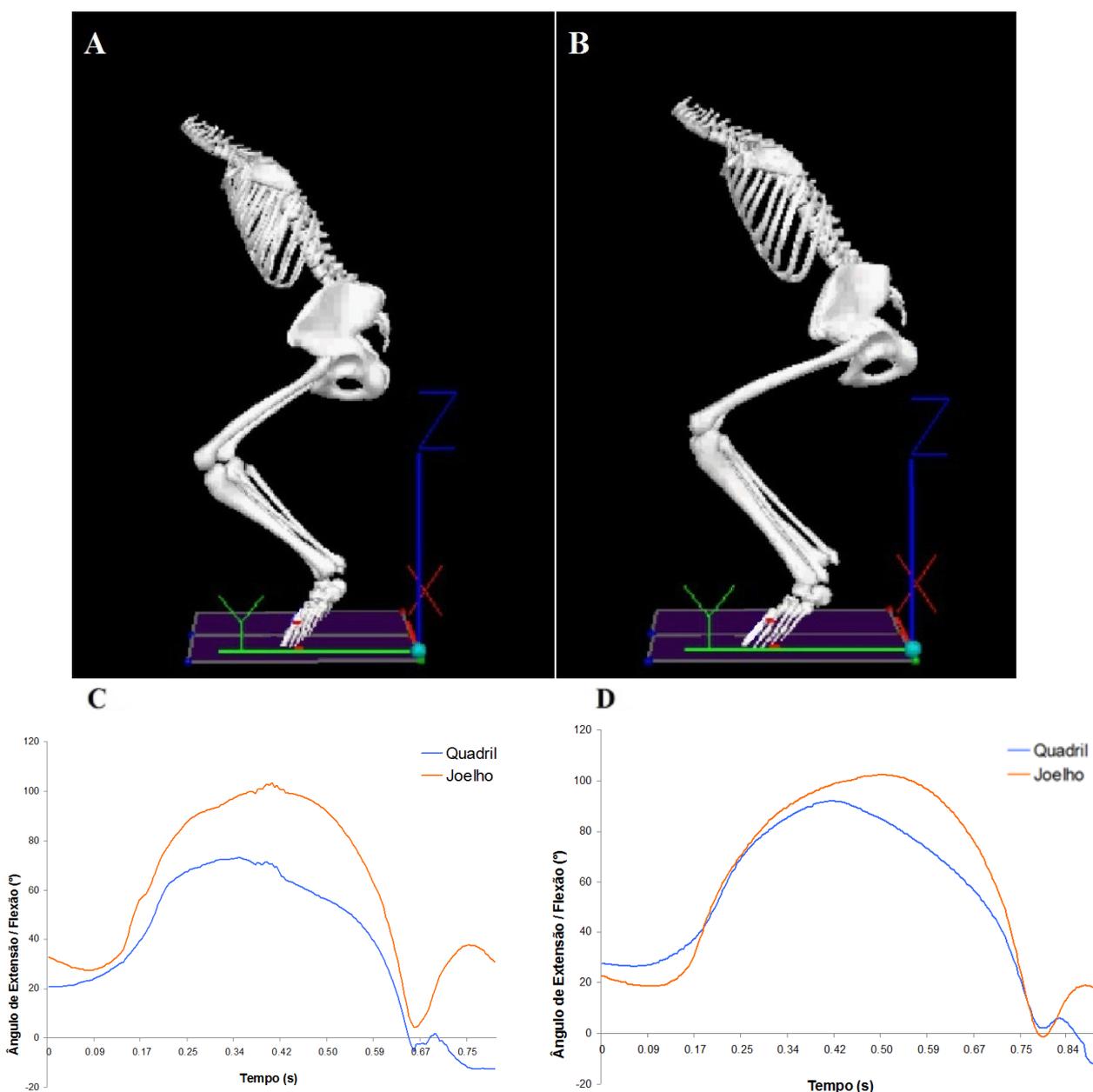


FIGURA 5 – Padrão de aterrissagem do salto vertical máximo durante o pico de flexão do joelho (A) antes e (B) após a intervenção. Séries temporais da cinemática do joelho e quadril no plano sagital (C) antes e (D) após a intervenção.

TABELA 2. Variáveis cinemáticas e cinéticas durante a fase de aterrissagem da tarefa de salto vertical máximo (*drop vertical jump*) e força do quadril e joelho.

	Avaliação Inicial	Pós-Intervenção (Oito Semanas)	Mudança, %
Pico de Flexão do Quadril (°)	70,5	92,1	+30,8
Pico de Flexão do Joelho (°)	104,5	100,5	-3,8
Pico do Momento Extensor do Quadril (N.m/kg)	2,1	3,1	+49,8
Pico do Momento Extensor do Joelho (N.m/kg)	2,2	1,7	-21,0
Pico de Força no Tendão Patelar (Peso Corporal)	5,0	3,8	-25,6
Força Extensora do Quadril (N)	276,6	489,5	+77,0
Força Extensora do Joelho (N)	508,2	426,7	-16,0

O paciente também apresentou um aumento de 77% na força extensora do quadril e uma diminuição de 16% na força extensora do joelho após a intervenção (TABELA 2). A razão de força quadril/joelho mudou de 0,544 na avaliação inicial para 1,147 após a intervenção. No exame de ultrassom após a intervenção observou-se uma área hipocóica ligeiramente menor, mas ainda claramente evidente nos tendões patelares de ambos os joelhos do paciente (FIGURAS 6A e 6B).

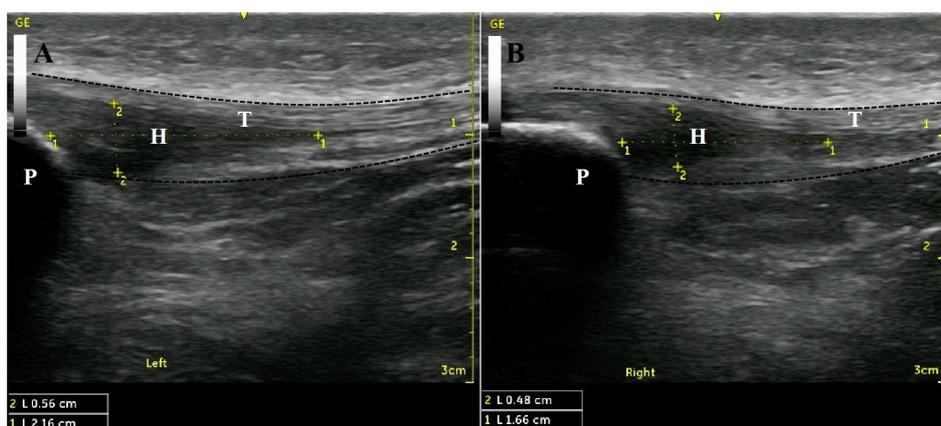


FIGURA 6 – Exame de ultrassom do paciente demonstrando os tendões patelares do (A) joelho esquerdo, agora assintomático, e do (B) joelho direito, também assintomático, após a intervenção. P, Patela; T, Tendão patelar; H, Área hipocóica, indicando anormalidade tecidual. Linhas tracejadas indicam as bordas do tendão patelar.

DISCUSSÃO

Apesar da alta incidência de tendinopatia patelar na população atlética, atualmente ainda não existe um “tratamento de escolha óbvio” para essa condição (Riley, 2008). A efetividade clínica das terapias existentes para o tratamento de tendinopatias, incluindo-se exercícios excêntricos, ainda não é satisfatória (Langberg & Kongsgaard, 2008). A partir das evidências atuais de resultados de tratamentos com fortalecimentos excêntricos, está claro que nem todos os pacientes respondem a essa intervenção (Malliaras *et al.*, 2013), o que ressalta a importância de estudos investigando os efeitos de opções de tratamento alternativas ou adicionais.

Este relato de caso demonstra um exemplo de como o fortalecimento da musculatura extensora do quadril associado à modificação da técnica de aterrissagem pode contribuir para redução da dor e incapacidade decorrente de tendinopatia patelar em atletas que realizam atividades de salto. O atleta deste relato de caso apresentou-se assintomático após a intervenção de oito semanas, apesar de ter continuado a prática esportiva durante o período de reabilitação. As mudanças na dor e incapacidade foram maiores do que a mínima diferença clinicamente relevante dos instrumentos de medida e os efeitos da intervenção se sustentaram seis meses após a intervenção. As reduções em dor e incapacidade nesse atleta de voleibol foram acompanhadas por importantes mudanças na cinemática e cinética do quadril e joelho e diminuição na força no tendão patelar durante a aterrissagem e aumento na força muscular do quadril. Esses resultados biomecânicos coincidiram com o desfecho clínico positivo do atleta.

Especificamente, após a intervenção, o atleta realizou a tarefa de aterrissagem de salto com maior ângulo de flexão do quadril, maior momento extensor do quadril e menor momento extensor do joelho. Esses achados estão de acordo com estudos prévios que observaram aumento no momento extensor do quadril e diminuição no

momento extensor do joelho em aterrissagens com maiores ângulos de flexão do quadril (Zhang *et al.*, 2000; Pollard *et al.*, 2010). No presente relato de caso, o padrão de movimento adotado após a intervenção resultou em uma diminuição de 26% no pico de força no tendão patelar durante a tarefa de aterrissagem. De forma interessante, as diferenças cinemáticas no padrão cinemático ocorreram quase que exclusivamente no quadril (maior flexão dessa articulação no pós-intervenção), com mínima mudança no ângulo de flexão do joelho (TABELA 2 e FIGURA 5). Estudos prévios demonstraram resultados similares recentemente em atividades como a aterrissagem de salto unipodal (Shimokochi *et al.*, 2013) e a corrida (Teng & Powers, 2014). O fato de termos observado que pequenas mudanças no padrão de aterrissagem podem resultar em efeitos significativos em termos de redução das cargas na articulação do joelho apresenta relevância clínica e deve ser explorado em pesquisas futuras.

É tentador assumir que o novo padrão de aterrissagem enfatizado na intervenção diminuiu as cargas no tendão patelar desse atleta durante a prática esportiva, potencialmente contribuindo para o seu resultado clínico positivo. Essa hipótese é suportada pelo fato de o paciente ter apresentado alívio imediato na dor ao utilizar o novo padrão de aterrissagem. A observação de efeitos de alívio imediato na dor com a modificação na técnica de aterrissagem levanta questões sobre o papel de tais intervenções para o tratamento da tendinopatia e deve ser alvo de estudos futuros.

A melhora nos sintomas desse paciente pode também ter ocorrido devido a mecanismos atribuídos a exercícios excêntricos, uma vez que as aterrissagens (realizadas repetidamente durante o treinamento da nova estratégia) envolvem esse componente de contração muscular. Nesse caso, adaptações específicas desse tipo de treinamento, que visa à normalização da estrutura do tecido tendíneo, podem estar ocorrendo. Por exemplo, contrações excêntricas do quadríceps nas aterrissagens podem

ter aumentado a produção e renovação do colágeno do tipo I (Langberg *et al.*, 2007; Kongsgaard *et al.*, 2009), e reduzido a presença de neovasos no tendão (Öhberg & Alfredson, 2004), os quais têm sido especulados como sendo possíveis fontes de dor nas tendinopatias (Öhberg *et al.*, 2001). Apesar disso, um aspecto chave, não considerado nos programas de reabilitação que envolvem exclusivamente exercícios excêntricos, são as causas biomecânicas da disfunção. Se a sobrecarga é um fator de risco para a tendinopatia (Cook & Purdam, 2009; de Vries *et al.*, 2015), é razoável hipotetizar que intervenções direcionadas a diminuir cargas excessivas nos tendões durante aterrissagens de salto seriam importantes para a reabilitação efetiva de atletas com tendinopatia. Pesquisas guiadas por essas hipóteses são recomendadas para uma melhor compreensão dos efeitos de intervenções com modificações na técnica de aterrissagem em atletas com tendinopatia patelar.

Nas avaliações iniciais, o paciente deste relato de caso apresentava menores valores de força extensora do quadril em comparação a valores reportados para atletas assintomáticos (Scattone Silva *et al.*, 2016), mas não apresentava déficit na força extensora do joelho (Crossley *et al.*, 2007; Scattone Silva *et al.*, 2016). Esse déficit de força (razão de força quadril/joelho de 0,54) aparenta ser consistente com o que é esperado observar em pacientes que apresentam estratégias “quadríceps dominante” ao realizar atividades em cadeia cinética fechada (Kulas *et al.*, 2010). A força extensora do quadril do paciente aumentou de forma substancial (77%) após a intervenção de oito semanas, e a razão de força quadril/joelho modificou-se de 0,54 para 1,15. Esse achado é consistente com a ênfase dada na intervenção em se fortalecer os extensores do quadril e a adoção de uma estratégia de aterrissagem de salto promovendo maior uso dos extensores do quadril. É possível que parte desse grande aumento na força extensora do quadril tenha vindo de uma melhor habilidade de se recrutar os músculos

extensores do quadril durante o teste (efeito de aprendizagem), uma vez que os exercícios usados durante a intervenção envolveram uma posição similar ao movimento usado durante o teste. Uma diminuição notável na força extensora do joelho (16%) também foi observada após a intervenção de oito semanas. Como a intervenção enfatizou o aumento na contribuição dos extensores do quadril para diminuição das demandas sobre o joelho na aterrissagem, pode ter ocorrido uma diminuição nos estímulos para os extensores do joelho nessa tarefa, o que pode ter contribuído para a diminuição na força dos mesmos. Destaca-se, no entanto, que a redução na força dos extensores do joelho foi surpreendente e, embora não tenha afetado negativamente os resultados clínicos deste caso, não deve ser negligenciada em estudos futuros que focarem as intervenções nos quadris. Especificamente, as mudanças observadas no paciente deste relato de caso levantam questões sobre o impacto que modificações na técnica de aterrissagem e fortalecimentos seletivos do quadril têm sobre os músculos do joelho e até que ponto isso afeta a tendinopatia patelar e o risco de outras lesões no joelho em curto e longo prazo.

Mudanças pequenas foram observadas no exame de ultrassom do paciente, com uma área hipoecóica similar presente em seus tendões patelares antes e após a intervenção (**FIGURAS 1 e 6**). Esse achado é consistente com os achados de uma recente revisão sistemática de literatura, onde foi concluído que existem fortes evidências de que a presença/ausência de dor após intervenções apresenta uma correlação pobre com achados de exames de imagem (Drew *et al.*, 2014). Também já foi sugerido que, após uma intervenção bem sucedida, a dor diminui em estágios iniciais da fase de remodelamento do tendão, porém uma normalização mais concreta da estrutura tecidual demandaria mais tempo (Öhberg *et al.*, 2004). Nesse contexto, estudos futuros devem

incluir seguimentos de longo prazo quanto a exames de imagem para uma melhor compreensão desse aspecto.

A intervenção desse relato de caso envolveu uma combinação de exercícios de fortalecimento do quadril e modificações na estratégia de aterrissagem de salto. Assim, não se sabe ao certo se ambas ou apenas uma dessas intervenções são necessárias para produzir os resultados observados. Decidimos combinar essas duas intervenções uma vez que estudos prévios já demonstraram que melhorias em termos de força muscular do membro inferior nem sempre se traduzem em melhores padrões de movimento durante atividades funcionais (Mizner *et al.*, 2008; Willy & Davis, 2011). Além disso, já foi observado que ocorrem maiores forças nos isquiotibiais em aterrissagens com maior flexão do quadril (Kulas *et al.*, 2010; Southard *et al.*, 2012). Assim, o novo padrão de aterrissagem potencialmente poderia aumentar o risco de lesões por sobrecarga no quadril em nosso paciente, como por exemplo, tendinopatias proximais de isquiotibiais. O fortalecimento dos extensores do quadril pode ter sido importante para prevenir o desenvolvimento de lesões por sobrecarga no quadril que poderiam ocorrer em decorrência do novo padrão de aterrissagem. Por fim, estávamos preocupados com o fato de que, caso exercícios de fortalecimento muscular não fossem incluídos na intervenção, o atleta poderia não ter força/resistência muscular para controlar a projeção anterior do centro de massa durante as aterrissagens repetidas. Mas é possível que somente uma dessas duas intervenções resulte em uma diminuição significativa nos sintomas de pacientes com tendinopatia patelar. Pode-se também argumentar em favor de outros exercícios de fortalecimento com suporte do peso corporal, que também poderiam ser utilizados para aumentar a força muscular do quadril desses atletas de uma forma mais funcional.

A reabilitação de atletas com tendinopatia pode ser bastante desafiadora e frustrante, especialmente durante a temporada competitiva de esportes (Cook & Purdam, 2014). Este relato de caso demonstra um exemplo de como uma intervenção enfatizando o fortalecimento da musculatura do quadril e a flexão do quadril/tronco durante aterrissagens pode diminuir sintomas e permitir retorno irrestrito à prática esportiva. Contudo, deve-se ter em mente que uma variedade de fatores de risco biomecânicos, tanto locais quanto distais à articulação do joelho, já foram associados ao desenvolvimento da tendinopatia patelar (van der Worp *et al.*, 2011a). Fatores locais incluem déficits de flexibilidade do quadríceps e isquiotibiais (Witvrouw *et al.*, 2001) e diminuição na força do quadríceps (Crossley *et al.*, 2007). Fatores distais incluem déficits de amplitude de movimento de dorsiflexão do tornozelo com suporte do peso corporal (Malliaras *et al.*, 2006b; Backman & Danielson, 2011) e excesso de pronação da articulação subtalar (Williams *et al.*, 2001; Crossley *et al.*, 2007). Esses fatores devem ser levados em consideração pelos terapeutas no momento de se traçar condutas de intervenção individualizadas para a reabilitação abrangente de pacientes com tendinopatia patelar. Pesquisas futuras devem focar na identificação de subgrupos de pacientes com tendinopatia patelar que apresentem maior chance de se beneficiar com intervenções tratando fatores proximais, locais e/ou distais.

Limitações devem ser levadas em consideração durante a interpretação dos resultados do presente relato de caso. Primeiro, embora resultados encorajadores tenham sido observados com esse paciente, essa intervenção potencialmente não será relevante em todos os casos de tendinopatia patelar. A avaliação cinemática e cinética também só foi realizada oito semanas após a intervenção, e não no seguimento de seis meses, e foi restrita ao plano sagital, somente no membro envolvido. Uma avaliação biomecânica aos seis meses pós-intervenção traria mais informações para uma melhor

compreensão dos efeitos do tratamento à longo prazo nesse paciente. A inclusão do outro membro, de outros segmentos, bem como de outros planos de movimento, traria informações complementares importantes sobre o presente caso, especialmente considerando-se que existe evidência de que as anormalidades nos padrões de movimento do membro inferior durante aterrissagens em atletas com alterações de imagem no tendão patelar são multiplanares (Edwards *et al.*, 2010). Outra limitação é o modelo musculoesquelético utilizado neste relato de caso, uma vez que esse é baseado em dinâmica inversa. Tal modelo não leva em consideração as co-contrações musculares que acontecem no joelho durante tarefas em cadeia cinética fechada (Willson *et al.*, 2015), o que pode levar a uma subestimação das forças no tendão patelar. Também é importante mencionar que o salto vertical máximo (*drop vertical jump*) é uma tarefa que somente simula, de forma limitada, as demandas que ocorrem durante a prática do voleibol. Tarefas específicas do voleibol podem impor cargas ao tendão patelar de forma bastante diferente. Como não avaliamos saltos específicos do voleibol, não se sabe ao certo se as mudanças observadas nas avaliações de fato foram transferidas para as tarefas específicas que são realizadas frequentemente no esporte. Isso deve ser considerado em estudos futuros. Por fim, encoraja-se a realização de estudos para se verificar a efetividade dessa intervenção em populações maiores e em comparação a outras opções de tratamento.

CONCLUSÃO

Este relato de caso sugere que uma intervenção de oito semanas enfatizando o fortalecimento dos músculos do quadril e a modificação da estratégia de aterrissagem de salto pode diminuir de forma considerável a dor/incapacidade e melhorar a biomecânica do membro inferior durante aterrissagens de salto em um atleta com tendinopatia patelar. Esses resultados são um exemplo da importância de se considerar fatores proximais da cadeia cinética, tais como a força do quadril e os movimentos do quadril/tronco durante aterrissagens, na reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

***EFEITO IMEDIATO DE ALTERAÇÕES NA POSIÇÃO
DO TRONCO NO PLANO SAGITAL DURANTE
ATERRISSAGENS DE SALTO EM ATLETAS COM E
SEM TENDINOPATIA PATELAR***

SCATTONE SILVA R, PURDAM C, FEARON A, SPRATFORD W, PRESTON P, SERRÃO FV, GAIDA J.

*Immediate Effects of Altering Sagittal Plane Trunk Position during Jump-Landings in
Athletes with and without Patellar Tendinopathy.*

Manuscrito submetido ao periódico *Medicine & Science in Sports & Exercise*.

RESUMO

Contexto: Foi demonstrado previamente que atletas com tendinopatia patelar apresentam um padrão alterado de aterrissagem de salto quando comparados a atletas assintomáticos. Também já foi sugerido que a posição do tronco no plano sagital durante aterrissagens influencia as forças que atuam sobre o joelho.

Objetivo: Verificar os efeitos imediatos de modificações na posição do tronco no plano sagital durante aterrissagens de salto na biomecânica do membro inferior e na dor no joelho de atletas com e sem tendinopatia patelar.

Método: Vinte e um atletas do sexo masculino de elite e sub-elite foram caracterizados em três grupos, atletas com tendinopatia patelar (GT, n=7), atletas assintomáticos com anormalidades no tendão patelar (GA; n=7) e atletas assintomáticos sem anormalidades no tendão patelar (GC, n=7). Uma avaliação biomecânica foi realizada enquanto os atletas realizavam saltos de um banco em posição do tronco auto-selecionada (AS). Em seguida, a posição do tronco dos atletas foi modificada de forma aleatória para uma posição com mais flexão do tronco (FLX) ou com mais extensão do tronco (EXT). As variáveis de interesse do estudo foram os picos da cinemática e cinética no plano sagital, a força do tendão patelar e a dor no joelho durante as aterrissagens de salto.

Resultados: Os picos de força no tendão patelar, de momento extensor do joelho e a dor no joelho foram menores na aterrissagem FLX quando comparada a aterrissagem AS, independente do grupo. Além disso, os picos de força no tendão patelar, de momento extensor do joelho e da força de reação vertical do solo foram menores na aterrissagem FLX quando comparada a aterrissagem EXT. O GT também apresentou menor pico de dorsiflexão do tornozelo do que o GC durante as aterrissagens, independente da posição do tronco.

Conclusão: A aterrissagem com maior flexão do tronco resultou em menores forças no tendão patelar em atletas de elite envolvidos em atividades de salto. Uma redução imediata na dor no joelho também foi observada nos atletas sintomáticos na aterrissagem com mais flexão do tronco.

Relevância Clínica: Aumentar a flexão do tronco durante aterrissagens pode ser uma estratégia importante para reduzir a sobrecarga no tendão patelar de atletas envolvidos em atividades de salto. Aumentar a dorsiflexão do tornozelo durante as aterrissagens também pode ser importante em atletas com tendinopatia patelar.

Palavras-chave: joelho de saltador; biomecânica; tendão; voleibol; basquetebol.

INTRODUÇÃO

Tendinopatia patelar é uma das causas mais comuns de dor anterior no joelho na população atlética. Em atletas de elite de basquetebol e voleibol a prevalência pode chegar a 45% (Lian *et al.*, 2005), e atletas do sexo masculino apresentam um risco 3–4 vezes maior de desenvolver tendinopatia patelar do que atletas do sexo feminino (Visnes & Bahr, 2013). Dor crônica no joelho pode ser devastadora para uma carreira atlética, com 53% dos atletas com tendinopatia patelar abandonando a prática esportiva em consequência de sua dor no joelho (Kettunen *et al.*, 2002). Isso ressalta a importância da identificação de intervenções de tratamento eficazes para essa disfunção.

Modelos patomecânicos prévios sugerem que a sobrecarga é um fator chave para a ocorrência de tendinopatia (Abate *et al.*, 2009; Cook & Purdam, 2009), e evidências recentes suportam essa hipótese, com a sobrecarga sendo demonstrada como um fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Visnes & Bahr, 2013; de Vries *et al.*, 2015). Portanto, é razoável especular que intervenções objetivando a redução da sobrecarga tendínea durante a prática esportiva sejam importantes para a reabilitação e, possivelmente, a prevenção de tendinopatia patelar.

Já foi demonstrado que atletas com disfunções no tendão patelar apresentam uma mecânica de aterrissagem de salto alterada em comparação a atletas saudáveis (Bisseling *et al.*, 2007; Edwards *et al.*, 2010). Em uma revisão sistemática recente foi concluído que atletas com tendinopatia patelar apresentam um padrão mais rígido de aterrissagem de salto em comparação a controles assintomáticos (van der Worp *et al.*, 2014). Uma aterrissagem mais rígida exige que a energia seja dissipada mais rapidamente, o que leva a maiores forças de reação do solo e a cargas aumentadas na articulação do joelho (Zhang *et al.*, 2000). Dessa forma, uma aterrissagem anormal pode contribuir para o desenvolvimento ou perpetuação de tendinopatia patelar. Nesse

contexto, a estratégia de aterrissagem utilizada por atletas envolvidos em atividades de salto não deveria ser negligenciada como um potencial fator causal para sobrecarga nos tendões.

Estudos prévios demonstraram que a posição do tronco no plano sagital influencia as forças que agem na articulação do joelho durante atividades como corrida (Teng & Powers, 2014) e aterrissagens de salto unipodal (Shimokochi *et al.*, 2013) em indivíduos assintomáticos. Esses estudos observaram uma redução no momento extensor do joelho e na força de reação do solo durante atividades realizadas com maior flexão do tronco/quadril (Shimokochi *et al.*, 2013; Teng & Powers, 2014). Modificar a posição do tronco no plano sagital durante aterrissagens de salto também pode influenciar as forças que agem no tendão patelar e os sintomas de atletas com tendinopatia patelar. Porém, pelo nosso conhecimento, nenhum estudo investigou os efeitos de se alterar a posição do tronco durante aterrissagens em atletas com disfunções no tendão patelar.

Mudanças na posição do tronco durante atividades em cadeia cinética fechada afetam a mecânica dos membros inferiores ao mudar a localização do centro de massa em relação à base de apoio (Mathiyakom *et al.*, 2005). Apesar disso, não se sabe se, e em que extensão, a posição do tronco influencia as forças no tendão patelar durante aterrissagens de salto em atletas. Se mudanças na posição do tronco no plano sagital forem capazes de diminuir as forças no tendão patelar durante aterrissagens de salto, essa pode ser uma estratégia importante para se reduzir a sobrecarga nos tendões durante a prática esportiva. O propósito deste estudo foi investigar os efeitos imediatos de se alterar a posição do tronco no plano sagital nas forças no tendão patelar, na biomecânica do membro inferior e na dor no joelho durante aterrissagens de salto em atletas com e sem tendinopatia patelar.

MÉTODOS

Participantes

Vinte e sete atletas de elite ou sub-elite de voleibol ou basquetebol, de 15 a 30 anos de idade, do *Australian Institute of Sport* (Canberra, Austrália) e de times profissionais, participaram deste estudo. Os atletas foram submetidos a uma avaliação física pelo mesmo fisioterapeuta. Cinco atletas foram excluídos devido a histórico de cirurgia nos joelhos (n=1), instabilidade patelar (n=1) e sintomas consistentes com dor patelofemoral (n=1) ou tendinopatia quadricipital (n=2). Um dos 22 atletas restantes também foi excluído após a avaliação ultrassonográfica (descrita abaixo) devido a imagens consistentes com doença de Osgood-Schlatter. Por fim, vinte e um atletas foram incluídos no estudo, categorizados em três grupos de acordo com a avaliação física (critérios clínicos descritos abaixo) e com os achados de imagem: Grupo Tendinopatia (n=7), Grupo Anormalidade (n=7) e Grupo Controle (n=7).

Cálculos para a determinação do tamanho da amostra foram conduzidos *a priori* com base nos parâmetros de um estudo prévio (Shimokochi *et al.*, 2013). O pico do momento extensor do joelho foi considerado o desfecho primário. Os cálculos foram feitos utilizando-se um $\alpha=0,05$, $\beta=0,20$ e uma diferença esperada entre grupos de 0,05 N.m/N. Com base nesses cálculos, sete sujeitos por grupo seriam necessários para que o estudo tivesse poder adequado para a principal variável de interesse.

Os atletas participaram do estudo de forma voluntária e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICES III e IV). No caso dos atletas menores de idade, consentimento dos pais ou responsáveis também foi obtido. Os procedimentos deste estudo foram aprovados pelos Comitês de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do *Australian Institute of Sport* (ANEXO V) e da *University of Canberra* (ANEXO VI).

Avaliação Ultrassonográfica

Os atletas foram submetidos a uma avaliação ultrassonográfica de ambos os tendões patelares por um radiologista experiente, que permaneceu cego à presença/ausência de sintomas. Para os exames de imagem, um equipamento de ultrassom Toshiba Xario XG SSA-680A (Toshiba Corporation, Tokyo, JP) com um transdutor de 12,0 MHz (PLT-1204BT) foi utilizado. Os tendões foram considerados como sendo anormais se áreas hipocóicas estivessem evidentes tanto na imagem longitudinal quanto na transversa (Cook *et al.*, 2000a).

Crítérios Clínicos de Inclusão e Exclusão

Além da presença de anormalidades no tendão patelar, critérios clínicos para a inclusão dos atletas no Grupo Tendinopatia foram os seguintes: dor localizada no tendão patelar de início insidioso confirmada por palpação; e sintomas atuais no tendão patelar durante tarefas que impõem carga ao tendão patelar (como saltos, agachamentos) por pelo menos três meses (Sorenson *et al.*, 2010). Atletas com anormalidades no tendão patelar, mas sem sintomas no joelho por pelo menos um ano foram incluídos no Grupo Anormalidade. Atletas sem sintomas e sem anormalidades no tendão foram incluídos no Grupo Controle.

Atletas assintomáticos com anormalidades no tendão patelar (Grupo Anormalidade) foram incluídos no estudo porque a presença dessas anormalidades já foi estabelecida como fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Cook *et al.*, 2000a; Visnes *et al.*, 2015). No entanto, pouco se sabe a respeito da mecânica da aterrissagem de saltos de atletas com anormalidades nos tendões em comparação a atletas com tendinopatia patelar e controles, sem dor ou anormalidades nos tendões. Os critérios de exclusão adotados neste estudo foram os seguintes: histórico de trauma ou

cirurgia na articulação do joelho; disfunções intra-articulares no joelho; dor patelofemoral; instabilidade patelar; doença de Osgood-Schlatter; tendinopatia quadricipital; e reprodução dos sintomas com palpação dos retináculos, trato iliotibial ou tendão da pata de ganso.

Procedimentos Iniciais e Avaliações de Dor e Incapacidade Física

A altura e massa corporal dos atletas foram mensuradas e eles foram questionados a respeito de tempo de participação no esporte e sobre a carga horária semanal de treino. Eles também foram questionados a respeito do histórico de lesões prévias, como entorses de tornozelo. Essa questão foi incluída uma vez que um estudo recente sugeriu que entorses de tornozelo prévias podem estar associadas à ocorrência de tendinopatia patelar (Backman & Danielson, 2011). No entanto, pesquisas sobre essa associação ainda são escassas.

A pior dor no joelho dos atletas na última semana foi mensurada com uma escala visual analógica (EVA) de 100 mm, com 0 indicando nenhuma dor e 100 indicando a pior dor imaginável. Incapacidade física e severidade dos sintomas foram avaliadas por meio do questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P) (Visentini *et al.*, 1998). Trata-se de um questionário desenvolvido especificamente para mensurar incapacidade física em atletas com tendinopatia patelar. Consiste em oito questões, com seis questões graduando a severidade dos sintomas durante atividades de vida diária/testes funcionais e duas graduando a severidade dos sintomas durante a participação em esportes. A pontuação final varia de 0–100 pontos, com a pontuação máxima de 100 pontos indicando nenhuma incapacidade e participação irrestrita em esportes (Visentini *et al.*, 1998).

Avaliação Biomecânica

Para as avaliações biomecânicas, o *Vicon Motion Analysis System* (Oxford Metrics Ltd, Oxford, RU) com 16 câmeras (MXT40S) foi utilizado, com uma frequência de amostragem de 250 Hz. Além disso, duas plataformas de força (9287BA, Kistler Instrumente, Winterthur, CH) foram posicionadas no chão do laboratório para a mensuração das forças de reação do solo a uma frequência de amostragem de 1.500 Hz. Durante as avaliações, os atletas estavam trajando shorts curtos e calçando seus próprios calçados esportivos. Vinte e oito marcadores passivos reflexivos (14 mm de diâmetro) foram posicionados em cada atleta em estruturas anatômicas conforme o modelo utilizado pela *University of Western Australia* (Besier *et al.*, 2003). Marcadores foram posicionados nos lados direito e esquerdo da cabeça, anteriormente e posteriormente (quatro marcadores em uma bandana), na incisura supra-esternal, C7, T10, e no processo xifóide. Marcadores também foram posicionados bilateralmente nas espinhas ilíacas póstero-superiores, espinhas ilíacas ântero-superiores, epicôndilos medial e lateral do fêmur, maléolos medial e lateral, calcâneo, cabeça do 1° e 5° metatarsos e falange distal do 2° artelho. Por fim, *clusters* em forma de ‘T’ consistindo de três marcadores foram posicionados bilateralmente nas coxas e pernas dos atletas.

Uma captura de dados estática foi realizada com o atleta em posição anatômica para alinhamento com o sistema de coordenadas global e para identificação dos eixos articulares. Em seguida, o atleta realizou saltos (*drop jumps*) bipodais de um banco de 50 cm em três diferentes posições do tronco: auto-selecionada, estendida e fletida. O salto em posição do tronco auto-selecionada foi realizado primeiro. A ordem dos demais saltos (tronco estendido ou fletido) foi determinada de forma aleatória por meio de lançamento de uma moeda.

Para o salto com o tronco em posição auto-selecionada, o atleta foi instruído a posicionar-se sobre o banco com os braços sobre a cabeça como se estivesse realizando um bloqueio no voleibol ou um rebote no basquetebol. Em seguida, o atleta foi instruído a apoiar-se apenas em seu membro inferior não-dominante, posicionando o membro inferior dominante (perna preferida para chutar uma bola) à frente. Para a realização do salto, a instrução foi para que o atleta “se deixasse cair” do banco da forma mais natural possível (aterrissagem AS, **FIGURA 1A**). O atleta foi instruído a permanecer na posição de aterrissagem por três segundos antes de subir no banco novamente. O salto com posição do tronco estendida foi realizado nas mesmas condições, mas o atleta foi instruído a “aterrissar com o tronco na posição mais ereta possível” (aterrissagem EXT, **FIGURA 1B**). Para o salto com posição do tronco fletida, a instrução foi para que o atleta “incline levemente o tronco anteriormente e projete os quadris para trás durante a aterrissagem” (aterrissagem FLX, **FIGURA 1C**).

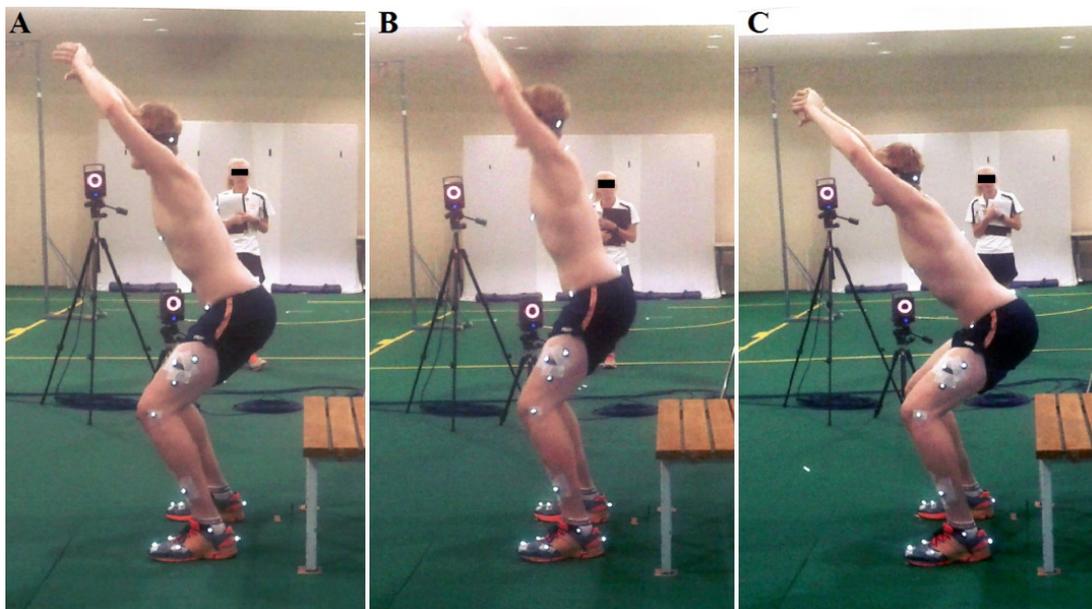


FIGURA 1 – Aterrissagens de salto com o tronco em (A) posição auto-selecionada, (B) posição estendida e (C) posição fletida.

Para cada posição do tronco, duas repetições foram realizadas para familiarização. Em seguida, três repetições válidas de aterrissagem foram capturadas com um minuto de repouso entre repetições. As repetições foram consideradas válidas se o atleta se deixasse cair do banco, sem saltar ou abaixar lentamente, e aterrissasse com um pé em cada plataforma de força. Se um desses critérios fosse violado ou se o atleta perdesse o equilíbrio após a aterrissagem, a repetição era invalidada e repetida. Valores médios das três repetições foram utilizados na análise. Após cada aterrissagem de salto, foi solicitado que os atletas quantificassem a dor no joelho com a EVA de 100 mm.

Redução dos Dados e Confiabilidade

Embora a coleta de dados tenha sido bilateral, somente os dados do membro inferior sintomático (ou mais sintomático) do Grupo Tendinopatia foram utilizados na análise. Quanto ao Grupo Anormalidade, dados do membro com anormalidade no tendão patelar foram analisados. Em casos de anormalidades bilaterais, dados do membro com maior área hipocócica foram utilizados na análise. Nos atletas do Grupo Controle, dados do membro inferior dominante foram analisados.

Os dados cinemáticos e cinéticos foram filtrados utilizando-se um filtro Butterworth passa-baixa de quarta ordem e atraso de fase zero, com frequências de corte de 12 Hz e 40 Hz, respectivamente. Para determinação dessas frequências, uma análise de resíduo foi realizada (Winter, 2009). Ângulos de Cardan foram calculados utilizando-se as definições do sistema de coordenadas articulares recomendadas pela *International Society of Biomechanics* (Grood & Suntay, 1983; Wu *et al.*, 2002) com o software *Vicon Nexus 1.8.5* (Oxford Metrics Ltd, Oxford, RU). Os ângulos do tronco foram calculados em relação ao laboratório (sistema de coordenadas global). Os ângulos

do quadril, joelho e tornozelo foram calculados em relação ao respectivo segmento proximal (sistema de coordenadas local). A projeção anterior da cabeça foi mensurada da seguinte maneira: o deslocamento no eixo y de um ponto médio entre os marcadores anteriores direito e esquerdo da cabeça foi mensurado (movimento anterior da cabeça). O deslocamento no eixo y do marcador da cabeça do 1º metatarso também foi mensurado (movimento anterior do pé). A projeção anterior da cabeça foi calculada como sendo a subtração do movimento anterior da cabeça pelo movimento anterior do pé. Essa variável foi calculada para se verificar se a flexão do tronco durante a aterrissagem produziria excessiva projeção anterior da cabeça. Um estudo prévio especulou que uma maior flexão do tronco durante aterrissagens não seria viável durante a prática esportiva para atletas de voleibol pelo risco de contato com a rede (van der Worp *et al.*, 2014).

Os momentos articulares foram calculados utilizando-se dinâmica inversa Newtoniana padrão (software *Vicon Nexus 1.8.5*) (Winter, 2009). A força no tendão patelar (normalizada pelo peso corporal) foi calculada como o momento extensor do joelho dividido pelo braço de momento do tendão patelar (Nisell & Ekholm, 1985; Janssen *et al.*, 2013) que foi estimado de acordo com as recomendações de Herzog & Read (1993). Todos os dados foram calculados na fase de aterrissagem da tarefa. A fase de aterrissagem foi definida como sendo a fase a partir do contato do pé com o solo (força de reação vertical do solo excedendo 10 N) até o pico de flexão do joelho. As variáveis de interesse do estudo foram as seguintes: pico de dorsiflexão do tornozelo, pico de flexão do joelho, quadril e tronco; pico da força de reação vertical do solo (FRVS); pico do momento flexor plantar do tornozelo, pico dos momentos extensores do joelho e quadril; pico da força no tendão patelar; projeção anterior da cabeça e; dor

no joelho durante as aterrissagens. Para redução dos dados, o software MATLAB (MathWorks, Natick, EUA) foi utilizado.

Para testar a confiabilidade das variáveis de interesse deste estudo, seis sujeitos jovens e assintomáticos foram avaliados com esses procedimentos em duas ocasiões separadas por cinco a sete dias. Coeficientes de correlação intra-classe ($ICC_{3,3}$) foram calculados para as 10 variáveis de interesse deste estudo. Observou-se que a confiabilidade dessas variáveis foi de boa a excelente, com $ICC_{3,3}$ variando de 0,71–0,95.

Análise Estatística

Os dados foram analisados quanto à distribuição estatística e esfericidade com os testes de Shapiro-Wilk e Mauchly, respectivamente. O teste de análise de variância (ANOVA) *2-way split-plot* com medidas repetidas (Grupo x Posição do Tronco) foi utilizado para examinar os possíveis efeitos específicos de grupo com as diferentes estratégias de aterrissagem em cada variável dependente. Testes *t* com correção de Bonferroni foram utilizados para as comparações de cada variável dependente quando efeitos principais ou de interação significativos fossem observados. Se a suposição de esfericidade fosse violada, a correção de Greenhouse-Geisser foi aplicada. Para comparações entre grupos com relação ao histórico de entorses de tornozelo, o teste exato de Fisher foi utilizado. Todos os testes estatísticos foram realizados com o software SPSS (SPSS Inc, Chicago, EUA) com um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Não houve diferença entre os grupos quanto às variáveis antropométricas, tempo de participação no esporte e carga horária de treino semanal (TABELA 1). Como esperado, o Grupo Tendinopatia apresentou menores pontuações no questionário VISA-P e maiores valores de dor na última semana quando comparado aos Grupos Anormalidade e Controle ($P < 0,001$). Além disso, o Grupo Tendinopatia apresentou um maior número de atletas com histórico de entorse de tornozelo em comparação ao Grupo Controle ($P = 0,029$) (TABELA 1).

TABELA 1. Características demográficas, informações sobre participação no esporte, dor e pontuação no questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P) da amostra do estudo (média \pm desvio padrão).

	Grupo Tendinopatia (n=7)	Grupo Anormalidade (n=7)	Grupo Controle (n=7)
Idade (anos)	18,00 \pm 1,15	21,00 \pm 5,16	16,29 \pm 1,38
Altura (m)	1,89 \pm 0,05	1,94 \pm 0,11	1,96 \pm 0,10
Massa Corporal (kg)	80,23 \pm 7,86	90,76 \pm 13,65	82,26 \pm 10,99
Tempo de Treinamento (anos)	7,00 \pm 2,16	9,57 \pm 7,14	4,29 \pm 2,98
Carga Semanal de Treino (horas)	14,43 \pm 7,25	11,00 \pm 6,48	15,29 \pm 6,92
VISA-P (0-100)	69,86 \pm 10,79*	94,29 \pm 7,72	96,43 \pm 6,13
Pior Dor na Última Semana (0-100)	46,00 \pm 24,00*	5,40 \pm 8,10	1,60 \pm 1,80
Atletas com Histórico de Entorse de Tornozelo	6/7 [†]	2/7	1/7

* Diferença significativa em comparação aos Grupos Anormalidade e Controle ($P \leq 0,001$).

[†] Diferença significativa em comparação ao Grupo Controle ($P = 0,029$).

Variáveis Cinéticas, Força no Tendão Patelar e Dor Durante as Aterrissagens

Os resultados de FRVS e das variáveis cinéticas durante as aterrissagens de salto nas diferentes posições do tronco dos três grupos estão apresentados na **TABELA 2**. Um efeito principal de posição do tronco foi observado para a FRVS ($P = 0,035$), porém não foram observados efeito principal de grupo ou efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). A análise *post hoc* revelou que, independente de grupo, a aterrissagem FLX resultou em menor FRVS do que a aterrissagem EXT [diferença média (DM) = 0,271; Intervalo de Confiança 95% (IC95%)= 0,007 a 0,535; $P = 0,043$).

Com relação ao pico do momento flexor plantar do tornozelo, observou-se um efeito principal de posição do tronco ($P = 0,001$), sem efeito principal de grupo ou efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). Nas comparações *post hoc*, foi observado que a aterrissagem AS resultou em menor momento flexor plantar do tornozelo em relação às aterrissagens FLX (DM = 0,16 N.m/N; IC95% = 0,005 a 0,26; $P = 0,003$) e EXT (DM = 0,10 N.m/N; IC95% = 0,000 a 0,019; $P = 0,043$), independente de grupo.

Quanto à variável pico do momento extensor do joelho, a ANOVA identificou um efeito principal de posição do tronco ($P < 0,001$) e de grupo ($P = 0,032$), sem efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). Na análise *post hoc* foi observado que, independente de grupo, a aterrissagem FLX resultou em um menor momento extensor do joelho do que as aterrissagens AS (DM = 0,024 N.m/N; IC95% = 0,006 a 0,042; $P = 0,008$) e EXT (DM = 0,041 N.m/N; 95%CI = 0,018 a 0,061; $P = 0,001$). Também foi observada uma tendência a um maior momento extensor do joelho na aterrissagem EXT em comparação à aterrissagem AS (DM = 0,018 N.m/N; IC95% = -0,001 a 0,036; $P = 0,072$). Ainda, independente da posição do tronco, o Grupo Tendinopatia apresentou menor momento extensor do joelho do que o Grupo Anormalidade (DM =0,071 N.m/N;

TABELA 2. Pico da força de reação do solo normalizada (sem unidade) e dados cinéticos (N.m/N) dos três grupos nas diferentes posições do tronco (média \pm desvio padrão).

	Aterrissagem com Tronco em Posição Auto-Selecionada (AS)	Aterrissagem com Tronco em Flexão (FLX)	Aterrissagem com Tronco em Extensão (EXT)	Todas as Condições de Aterrissagem
Pico da Força de Reação do Solo				
Tendinopatia	2,870 \pm 0,375	2,815 \pm 0,327	3,005 \pm 0,445	2,897 \pm 0,375
Anormalidade	3,334 \pm 0,545	3,016 \pm 0,470	3,406 \pm 0,311	3,252 \pm 0,463
Controle	2,698 \pm 0,846	2,700 \pm 0,890	2,933 \pm 0,928	2,777 \pm 0,850
Todos os Atletas	2,968 \pm 0,649	2,844 \pm 0,595 ^a	3,115 \pm 0,626	
Pico do Momento Flexor Plantar do Tornozelo				
Tendinopatia	-0,124 \pm 0,045	-0,138 \pm 0,036	-0,128 \pm 0,031	-0,130 \pm 0,036
Anormalidade	-0,117 \pm 0,019	-0,131 \pm 0,028	-0,125 \pm 0,020	-0,125 \pm 0,022
Controle	-0,137 \pm 0,050	-0,148 \pm 0,057	-0,149 \pm 0,063	-0,145 \pm 0,054
Todos os Atletas	-0,124 \pm 0,039 ^{b,c}	-0,140 \pm 0,040	-0,134 \pm 0,041	
Pico do Momento Extensor do Joelho				
Tendinopatia	0,306 \pm 0,034	0,284 \pm 0,036	0,324 \pm 0,047	0,305 \pm 0,041 ^c
Anormalidade	0,382 \pm 0,041	0,356 \pm 0,043	0,390 \pm 0,055	0,376 \pm 0,047
Controle	0,328 \pm 0,054	0,322 \pm 0,062	0,363 \pm 0,070	0,338 \pm 0,062
Todos os Atletas	0,341 \pm 0,052 ^d	0,317 \pm 0,055 ^a	0,359 \pm 0,062	
Pico do Momento Extensor do Quadril				
Tendinopatia	-0,363 \pm 0,116	-0,403 \pm 0,127	-0,328 \pm 0,105	-0,365 \pm 0,115
Anormalidade	-0,371 \pm 0,057	-0,375 \pm 0,075	-0,361 \pm 0,081	-0,369 \pm 0,068
Controle	-0,321 \pm 0,073	-0,351 \pm 0,188	-0,305 \pm 0,085	-0,325 \pm 0,121
Todos os Atletas	-0,351 \pm 0,085	-0,378 \pm 0,134	-0,331 \pm 0,089	

Valores positivos indicam momento dorsiflexor do tornozelo, momento extensor do joelho e momento flexor do quadril.

^a FLX < EXT

^b AS < FLX

^c AS < EXT

^d AS > FLX

^e Tendinopatia < Anormalidade

IC95% = 0,006 a 0,136; $P = 0,029$).

Com relação ao pico do momento extensor do quadril, não se observou diferenças entre os grupos ou posições do tronco. Houve somente uma tendência a um efeito principal de posição do tronco, mas sem significância estatística ($P = 0,084$). Nenhum efeito principal ou de interação tronco-por-grupo foi observado quanto a essa variável ($P > 0,05$).

Os resultados de força no tendão patelar e dor durante as aterrissagens dos três grupos nas diferentes posições do tronco estão apresentados na **FIGURA 2**. Com relação ao pico de força no tendão patelar, observou-se na ANOVA um efeito principal de posição do tronco ($P < 0,001$) e de grupo ($P = 0,048$), sem efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). Nas comparações *post hoc* foi observado que, independente de grupo, a aterrissagem FLX resultou em uma menor força no tendão patelar do que as aterrissagens AS [DM = 0,552 peso corporal (PC); IC95% = 0,152 a 0,952; $P = 0,006$] e EXT (DM = 0,890 PC; IC95% = 0,396 a 1,385; $P < 0,001$) (**FIGURA 2A**). Também houve uma tendência a uma maior força no tendão patelar na aterrissagem EXT em comparação à aterrissagem AS (DM = 0,338 PC; IC95% = -0,027 a 0,704; $P = 0,076$). Além disso, o Grupo Tendinopatia demonstrou menor força no tendão patelar do que o Grupo Anormalidade, independente da posição do tronco (DM = 1,331 PC; IC95% = 0,026 a 2,636; $P = 0,045$).

Quanto à variável dor durante as aterrissagens, a ANOVA identificou um efeito principal de posição do tronco ($P = 0,007$) e de grupo ($P = 0,002$) com apenas uma tendência a um efeito de interação tronco-por-grupo ($P = 0,068$). Na análise *post hoc* observou-se que, independente de grupo, a aterrissagem FLX resultou em menor dor do que a aterrissagem AS (DM = 2,79 mm; IC95% = 0,28 a 5,29; $P = 0,027$) (**FIGURA 2B**). Por fim, o Grupo Tendinopatia apresentou maior dor do que os Grupos Controle (DM =

5,48 mm; IC95% = 2,01 a 8,95; $P = 0,002$) e Anormalidade (DM = 3,99 mm; IC95% = 0,52 a 7,46; $P = 0,021$), independente da posição do tronco.

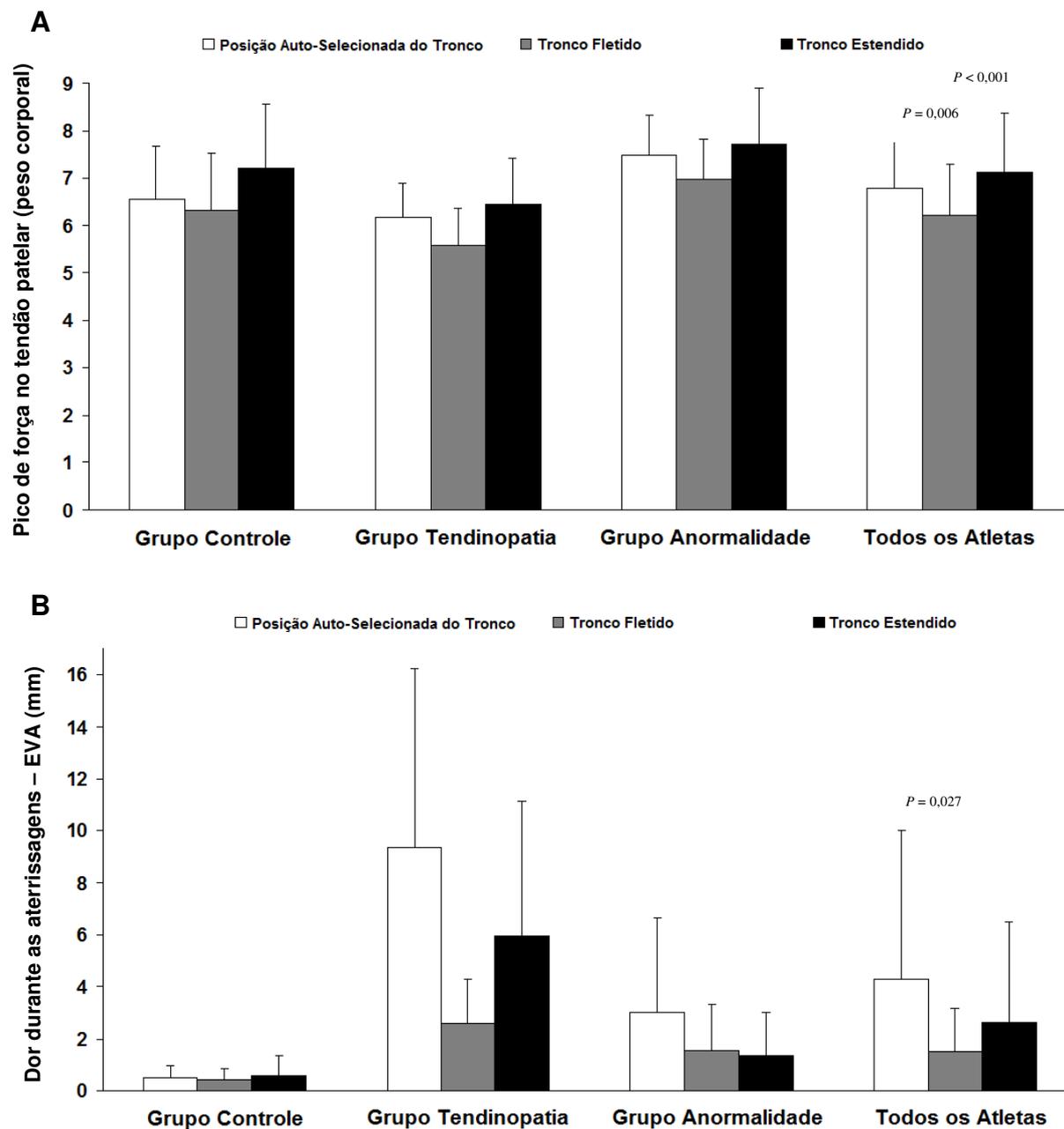


FIGURA 2 – Resultados de (A) força no tendão patelar e (B) dor durante as aterrissagens de salto com diferentes posições do tronco nos três grupos (média e desvio padrão).

Variáveis Cinemáticas e Projeção Anterior da Cabeça

Os resultados das variáveis cinemáticas e de projeção anterior da cabeça durante as aterrissagens em diferentes posições do tronco para os três grupos estão apresentados na **TABELA 3**. Com relação à cinemática do tornozelo, a ANOVA identificou um efeito principal de posição do tronco ($P < 0,001$) e de grupo ($P = 0,043$), sem efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). Nas comparações *post hoc*, foi observado que a aterrissagem FLX resultou em menor dorsiflexão do que as aterrissagens AS (DM = $3,36^\circ$; IC95% = 2,09 a 4,62; $P < 0,001$) e EXT (DM = $3,87^\circ$; IC95% = 2,04 a 5,69; $P < 0,001$). Além disso, o Grupo Tendinopatia apresentou menor dorsiflexão do tornozelo do que o Grupo Controle durante as aterrissagens, independente da posição do tronco (DM = $5,12^\circ$; IC95% = -0,10 a 10,35; $P = 0,055$).

Um efeito principal de posição do tronco ($P = 0,002$) foi observado na análise da cinemática do joelho, sem efeito principal do grupo ou efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). A análise *post hoc* revelou que, independente de grupo, a aterrissagem EXT resultou em menores ângulos de flexão do joelho do que as aterrissagens AS (DM = $6,99^\circ$; IC95% = 0,65 a 13,34; $P = 0,028$) e FLX (DM = $6,91^\circ$; IC95% = 1,27 a 12,54; $P = 0,014$).

Quanto à cinemática do quadril, na ANOVA observou-se um efeito principal de posição do tronco ($P < 0,001$) sem efeito principal do grupo ou efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). Independente de grupo, a aterrissagem FLX resultou em maior flexão do quadril do que as aterrissagens AS (DM = $10,39^\circ$; IC95% = 5,84 a 14,94; $P < 0,001$) e EXT (DM = $22,12^\circ$; IC95% = 14,64 a 29,60; $P < 0,001$). Além disso, a aterrissagem AS resultou em maior flexão do quadril do que a aterrissagem EXT (DM = $11,73^\circ$; IC95% = 3,58 a 19,88; $P = 0,004$).

TABELA 3. Pico das variáveis cinemáticas (graus) e projeção anterior da cabeça (cm) dos três grupos nas aterrissagens em diferentes posições do tronco (média \pm desvio padrão).

	Aterrissagem com Tronco em Posição Auto-Selecionada (AS)	Aterrissagem com Tronco em Flexão (FLX)	Aterrissagem com Tronco em Extensão (EXT)	Todas as Condições de Aterrissagem
Dorsiflexão do Tornozelo				
Tendinopatia	27,76 \pm 3,41	22,92 \pm 4,94	27,76 \pm 3,04	26,15 \pm 4,36 ^a
Anormalidade	30,73 \pm 4,30	27,73 \pm 3,87	32,08 \pm 3,59	30,18 \pm 4,17
Controle	32,00 \pm 3,80	29,59 \pm 4,16	32,00 \pm 4,24	31,20 \pm 4,03
Todos os Atletas	30,10 \pm 4,18 ^b	26,74 \pm 5,03 ^c	30,61 \pm 4,04	
Flexão do Joelho				
Tendinopatia	95,31 \pm 10,47	92,08 \pm 15,66	86,64 \pm 14,08	91,34 \pm 13,39
Anormalidade	92,36 \pm 10,92	94,48 \pm 11,98	91,27 \pm 11,87	92,70 \pm 11,09
Controle	101,64 \pm 15,53	101,89 \pm 16,54	89,72 \pm 10,35	97,75 \pm 14,85
Todos os Atletas	96,20 \pm 12,01 ^d	96,12 \pm 14,72 ^e	89,21 \pm 11,74	
Flexão do Quadril				
Tendinopatia	92,28 \pm 11,43	100,20 \pm 14,13	77,42 \pm 19,25	89,96 \pm 17,43
Anormalidade	80,97 \pm 12,65	92,56 \pm 9,79	74,17 \pm 15,48	82,57 \pm 14,46
Controle	85,82 \pm 13,64	96,88 \pm 11,65	71,88 \pm 12,31	84,86 \pm 15,87
Todos os Atletas	86,22 \pm 12,81 ^{d,f}	96,61 \pm 11,80 ^e	74,49 \pm 15,29	
Flexão do Tronco				
Tendinopatia	28,55 \pm 10,37	44,06 \pm 14,32	13,38 \pm 8,87	28,67 \pm 16,80
Anormalidade	22,53 \pm 8,74	36,39 \pm 9,50	12,19 \pm 8,13	23,70 \pm 13,15
Controle	24,86 \pm 5,05	33,14 \pm 5,37	10,35 \pm 8,30	22,78 \pm 11,41
Todos os Atletas	25,21 \pm 8,58 ^{d,f}	37,94 \pm 10,88 ^e	11,97 \pm 8,11	
Projeção Anterior da Cabeça				
Tendinopatia	14,89 \pm 6,34	20,47 \pm 6,99	2,47 \pm 5,74	12,61 \pm 9,80
Anormalidade	9,27 \pm 9,06	17,93 \pm 7,13	2,77 \pm 7,65	9,91 \pm 9,90
Controle	10,74 \pm 5,63	17,60 \pm 7,30	2,30 \pm 6,07	10,22 \pm 8,81
Todos os Atletas	11,64 \pm 7,22 ^{d,f}	18,67 \pm 6,91 ^e	2,52 \pm 6,21	

^a Tendinopatia < Controle; ^b AS > FLX; ^c FLX < EXT; ^d AS > EXT; ^e FLX > EXT; ^f AS < FLX.

De forma similar, na análise da cinemática do tronco, observou-se um efeito principal de posição do tronco ($P < 0,001$) sem efeito principal do grupo ou efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). A aterrissagem FLX resultou em maior flexão do tronco do que as aterrissagens AS (DM = 12,73°; IC95% = 7,78 a 17,68; $P < 0,001$) e EXT (DM = 25,97°; IC95% = 19,82 a 32,13; $P < 0,001$), independente de grupo. A aterrissagem AS também resultou em maior flexão do tronco do que a aterrissagem EXT (DM = 13,24°; IC95% = 8,95 a 17,52; $P < 0,001$).

Por fim, para a variável projeção anterior da cabeça, observou-se um efeito principal de posição do tronco ($P < 0,001$) não havendo efeito principal do grupo ou efeito de interação tronco-por-grupo ($P > 0,05$). Na aterrissagem FLX houve uma maior projeção anterior da cabeça do que nas aterrissagens AS (DM = 7,03cm; IC95% = 2,74 a 11,32; $P = 0,001$) e EXT (DM = 16,15cm; IC95% = 11,53 a 20,78; $P < 0,001$), independente de grupo. Ainda, a aterrissagem AS resultou em maior projeção anterior da cabeça do que a aterrissagem EXT (DM = 9,12cm; IC95% = 6,10 a 12,14; $P < 0,001$).

DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que a aterrissagem FLX produziu menor força no tendão patelar, menor momento extensor do joelho e menor dor no joelho, bem como um maior momento flexor plantar do tornozelo em comparação à aterrissagem AS. Além disso, a aterrissagem FLX resultou em menor FRVS, menor força no tendão patelar e menor momento extensor do joelho quando comparada à aterrissagem EXT. Por fim, a aterrissagem EXT produziu maior momento flexor plantar do tornozelo e uma tendência a uma maior força no tendão patelar e a um maior momento extensor do joelho em comparação à aterrissagem AS. Esses resultados indicam que aumentar a flexão do tronco durante aterrissagens de salto pode ser uma estratégia importante para se diminuir as forças no tendão patelar em atletas envolvidos em atividades de salto.

Tem sido demonstrado que atletas de elite realizam quase 700 saltos por semana de treinamento (Bahr & Bahr, 2014). Se a mecânica da aterrissagem estiver alterada, ela se torna uma importante fonte para sobrecarga nos tendões. Evidências recentes de mecânica anormal de aterrissagem em atletas com anormalidades no tendão patelar, apesar de assintomáticos, suportam essa hipótese (Edwards *et al.*, 2010; Mann *et al.*, 2013). No presente estudo, a aterrissagem FLX resultou em uma diminuição imediata de 8% em média na força no tendão patelar em relação à aterrissagem AS. Por outro lado, a aterrissagem EXT resultou em um aumento na força no tendão patelar de 5%, em média. Dada a grande quantidade de saltos realizada semanalmente por atletas de elite, mesmo reduções de pequena magnitude das forças no tendão patelar durante aterrissagens de salto podem ser importantes para diminuir a sobrecarga nos tecidos durante a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

Um relato de caso recente forneceu algum suporte para essa hipótese (Scattone Silva *et al.*, 2015). Reduções substanciais e de longa duração na dor no joelho e na

incapacidade foram observadas em um atleta de voleibol com tendinopatia patelar após uma intervenção de oito semanas que envolveu exclusivamente modificações na estratégia de aterrissagem de salto e exercícios de fortalecimento para os músculos extensores do quadril (Scattone Silva *et al.*, 2015). Ao se aumentar a flexão do tronco/quadril durante aterrissagens de salto, essa intervenção teve como objetivo diminuir a demanda sobre os extensores do joelho para dissipação da FRVS, assim diminuindo as forças no tendão patelar. Após a intervenção de oito semanas, bem como seis meses após a intervenção, o atleta desse relato de caso apresentou-se completamente assintomático durante a prática esportiva. Além disso, uma diminuição de 26% no pico de força no tendão patelar durante um salto vertical máximo foi observada após a intervenção (Scattone Silva *et al.*, 2015). Embora seja apenas um relato de caso, esse estudo prévio ressalta a importância de intervenções abordando a mecânica da aterrissagem para se reduzir a sobrecarga nos tendões durante a reabilitação de tendinopatia patelar. É provável que tais intervenções sejam de especial importância em casos de tendinopatia reativa, onde a disfunção no tendão ocorre devido a aumentos súbitos na carga, e estratégias para se reduzir a sobrecarga são recomendadas (Cook & Purdam, 2009).

Uma redução imediata na dor no tendão patelar foi observada nos atletas sintomáticos na aterrissagem FLX em relação à aterrissagem AS. Esse achado não é surpreendente, considerando-se que a dor associada às tendinopatias ocorre durante tarefas que aplicam carga aos tendões (Kountouris & Cook, 2007) e tarefas que produzem mais carga tipicamente resultam em maior dor nos tendões (dor com carga dose-dependente) (Rio *et al.*, 2014). A redução observada na dor durante a aterrissagem FLX é potencialmente uma consequência da diminuição na força no tendão patelar que ocorreu durante a aterrissagem com essa estratégia.

Pelo nosso conhecimento, somente o recente estudo de Shimokochi *et al.* (2013) avaliou os efeitos imediatos de se alterar a posição do tronco no plano sagital (flexão e extensão do tronco em comparação à posição auto-selecionada) nos momentos articulares do quadril, joelho e tornozelo durante aterrissagens de salto. Corroborando com nossos achados, esse estudo prévio observou que a aterrissagem com maior flexão do tronco resultou em menor momento extensor do joelho em comparação à aterrissagem com tronco em posição auto-selecionada (Shimokochi *et al.*, 2013). A aterrissagem com maior flexão do tronco também resultou em menor momento extensor do joelho e menor FRVS em comparação à aterrissagem com extensão do tronco (Shimokochi *et al.*, 2013), também concordando com nossos resultados. Aumentar a flexão do tronco durante aterrissagens de saltos (*drop jumps*) também resulta em menor ativação eletromiográfica do quadríceps em comparação a aterrissagens em posição do tronco auto-selecionada (Blackburn & Padua, 2009; Shimokochi *et al.*, 2013). De forma coletiva, esses resultados indicam que aumentar a flexão do tronco em aterrissagens de salto diminui as demandas impostas ao mecanismo extensor do joelho.

Um resultado interessante foi o de que o Grupo Tendinopatia apresentou menor pico de força no tendão patelar e momento extensor do joelho em comparação ao Grupo Anormalidade durante as aterrissagens, independentemente da posição do tronco. Concordando com esse resultado, Bisseling *et al.* (2007) observaram que atletas com tendinopatia patelar apresentam uma estratégia de aterrissagem de salto que visa evitar a imposição de carga no tendão patelar. Também concordando com esse resultado, Sorenson *et al.* (2010) verificaram que atletas de elite de voleibol com histórico de tendinopatia patelar apresentavam absorção de energia 29% menor na articulação do joelho durante aterrissagens de salto quando comparados a um grupo

controle, sem histórico de tendinopatia. É provável que esses atletas estejam utilizando-se de estratégias para diminuir as cargas impostas à articulação sintomática buscando evitar a dor (Bisseling *et al.*, 2007). Também já foi especulado que a redução na dissipação de forças no joelho em atletas com histórico de tendinopatia patelar seja uma consequência de padrões compensatórios que visem redistribuir as cargas do tendão patológico a outras articulações e tecidos (Sorenson *et al.*, 2010). No presente estudo, não foram observados aumentos no momento flexor plantar do tornozelo ou no momento extensor do quadril durante as aterrissagens de salto no Grupo Tendinopatia em relação aos demais grupos. Portanto, nenhum mecanismo compensatório de redistribuição de carga pôde ser identificado. Mais estudos são necessários para um melhor entendimento sobre as estratégias compensatórias adotadas por atletas com tendinopatia patelar.

Em atividades em cadeia cinética fechada com maior flexão do tronco é esperado que haja um aumento na demanda sobre os músculos extensores do quadril (Mathiyakom *et al.*, 2005; Shimokochi *et al.*, 2013). Esse comportamento é esperado para essa variável uma vez que o deslocamento anterior do centro de massa aumenta a distância entre a força de reação do solo e o centro de rotação do quadril (Powers, 2010). Shimokochi *et al.* (2013) observaram que o momento extensor do quadril aumenta em aterrissagens com maior flexão do tronco e diminui em aterrissagens com o tronco estendido em relação a aterrissagens com o tronco em posição auto-selecionada. No presente estudo, um comportamento similar foi observado nessa variável, porém essas diferenças não atingiram significância estatística. Somente uma tendência a um efeito principal de posição do tronco foi observada para a variável momento extensor do quadril ($P = 0,08$). Mais pesquisas, com maiores tamanhos amostrais, são encorajadas para uma melhor compreensão sobre os efeitos de

modificações na posição do tronco nas forças que ocorrem na articulação do quadril durante aterrissagens.

De forma interessante, no presente estudo, ambas as aterrissagens FLX e EXT resultaram em um aumento no momento flexor plantar do tornozelo em relação à aterrissagem AS. Concordando com esses achados, Shimokochi *et al.* (2013) observaram um aumento no momento flexor plantar do tornozelo em aterrissagens de salto unipodais com maior flexão do tronco. Porém, contrastando com nossos resultados, os mesmos autores observaram uma redução no momento flexor plantar do tornozelo em aterrissagens com o tronco estendido. Esses resultados conflitantes provavelmente ocorreram em decorrência de diferenças metodológicas com relação à modificação na estratégia de aterrissagem. Os voluntários desse estudo prévio foram orientados, durante as aterrissagens com o tronco estendido, a aterrissarem sobre o calcanhar. Nas aterrissagens com mais flexão do tronco, os voluntários foram orientados a aterrissarem sobre o antepé (Shimokochi *et al.*, 2013). Os momentos flexores plantares do tornozelo são menores em aterrissagens no calcanhar em comparação a aterrissagens no antepé, por causa da menor distância entre a FRVS e o centro de rotação do tornozelo (Self & Paine, 2001). Uma vez que nesse estudo prévio tanto a posição do tronco quanto a posição inicial do pé no contato com o solo foram modificadas, não fica claro qual estratégia produziu os resultados observados. No presente estudo, somente a posição do tronco foi modificada e todos os atletas optaram por aterrissar sobre os antepés, independentemente da posição do tronco. O aumento no momento flexor plantar do tornozelo observado na aterrissagem EXT em nosso estudo foi, possivelmente, uma estratégia para lidar com a maior FRVS que também ocorreu nessa condição.

Com relação à cinemática do tornozelo, o Grupo Tendinopatia apresentou menor pico de dorsiflexão do tornozelo durante as aterrissagens quando comparado ao Grupo Controle, independentemente da posição do tronco. Esse resultado é clinicamente relevante, especialmente considerando-se que um estudo prévio demonstrou que amplitude de movimento reduzida de dorsiflexão do tornozelo é um fator de risco para o desenvolvimento de tendinopatia patelar (Backman & Danielson, 2011). Interessantemente, o histórico de entorses de tornozelo também foi mais freqüente no Grupo Tendinopatia em comparação ao Grupo Controle. Corroborando com esse achado, Backman & Danielson (2011), em um estudo prospectivo, observaram uma tendência a uma maior incidência de desenvolvimento de tendinopatia patelar em atletas de basquetebol com duas ou mais entorses prévias de tornozelo. Entorses de tornozelo múltiplas têm sido associadas a déficits persistentes de amplitude de dorsiflexão do tornozelo (Hertel, 2000). Isso ressalta a importância de intervenções enfatizando a restauração da amplitude de movimento na reabilitação de atletas após entorses de tornozelo, também visando à prevenção de tendinopatia patelar.

Como esperado, a flexão do tronco e quadril foram maiores na aterrissagem FLX em comparação às aterrissagens AS e EXT. A aterrissagem EXT também resultou em menor flexão do tronco e quadril quando comparada à aterrissagem AS. Esse resultado significa que os atletas de fato modificaram as suas posições do tronco durante as diferentes condições de aterrissagem, conforme solicitado. Em média, a aterrissagem FLX envolveu 12,7° de flexão do tronco a mais do que a aterrissagem AS. Isso é uma mudança relativamente pequena de posição do tronco, considerando-se a grande quantidade de movimento disponível nesse segmento. Isso indica que pequenos aumentos na flexão do tronco durante aterrissagens de salto apresentam um impacto

significativo em reduzir as forças no tendão patelar e a dor no joelho em atletas envolvidos em atividades de salto.

Foi especulado previamente que atletas de voleibol não seriam capazes de aumentar a flexão do tronco durante aterrissagens de salto porque suas cabeças poderiam tocar a rede utilizada no esporte (Janssen *et al.*, 2013; van der Worp *et al.*, 2014). De fato, nossos resultados demonstraram que a projeção anterior da cabeça durante a aterrissagem FLX foi significativamente maior em comparação à aterrissagem AS. Contudo, o deslocamento anterior da cabeça em relação ao pé na aterrissagem FLX foi, em média, somente 7 cm maior do que o observado durante a aterrissagem AS. Esse aumento não tão pronunciado da projeção anterior da cabeça provavelmente se deve ao fato de que maior flexão do tronco foi obtida não só através de inclinação anterior do tronco, mas também de projeção posterior dos quadris. Aumentar a flexão do tronco durante aterrissagens de salto pode não ser viável em alguns cenários durante a prática de voleibol e basquetebol. Quando um rápido salto de rebote é necessário durante o jogo ou quando um atleta de voleibol já está aterrissando muito próximo à rede, essa estratégia seria impraticável. Uma aterrissagem macia, com mais flexão das articulações do membro inferior, pode impedir o atleta de executar o seu próximo movimento de forma rápida (Tillman *et al.*, 2004). Apesar disso, aumentar a flexão do tronco/quadril pode ser uma estratégia viável em múltiplas ocasiões no esporte, como por exemplo, após ataques/bloqueios bem sucedidos no voleibol ou bandejas/rebotes no basquetebol. Potencialmente, diminuir as forças no tendão patelar nessas ocasiões pode ter um impacto significativo para redução da sobrecarga tendínea nesses atletas.

Este estudo apresenta limitações que precisam ser reconhecidas. O tamanho da amostra, relativamente pequeno, pode ter impedido a identificação de diferenças em algumas das variáveis entre os grupos. Somente atletas de elite e sub-elite de voleibol e

basquetebol do sexo masculino foram incluídos. Assim, a generalização desses resultados para outras populações deve ser feita com cuidado. Também é importante notar que o modelo musculoesquelético utilizado neste estudo é baseado em dinâmica inversa, não levando em consideração as co-ativações musculares ao redor do joelho (Willson *et al.*, 2015), o que pode resultar em subestimação ou superestimação das forças no tendão patelar. Por fim, este estudo avaliou os efeitos de se alterar a posição do tronco no plano sagital de atletas durante aterrissagens de salto em um ambiente controlado. Deve ser objeto de estudo de pesquisas futuras, verificar se esses efeitos também ocorrem em tarefas mais dinâmicas e específicas do esporte.

CONCLUSÃO

Aterrissagens com maior flexão do tronco resultaram em menor força no tendão patelar em atletas de elite de voleibol e basquetebol em relação a aterrissagens com posições do tronco auto-selecionada ou estendida. Uma redução imediata na dor no joelho também foi observada nos atletas sintomáticos com uma posição mais fletida do tronco durante as aterrissagens. Aumentar a flexão do tronco durante aterrissagens pode ser uma importante estratégia para se reduzir a sobrecarga nos tendões patelares em atletas envolvidos em atividades de salto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados dos estudos apresentados pode-se concluir que:

- Atletas com tendinopatia patelar apresentam redução na força da musculatura extensora do quadril, menor flexibilidade de isquiotibiais e menor amplitude de movimento de dorsiflexão com suporte do peso corporal em relação a atletas saudáveis.
- Atletas com tendinopatia patelar apresentam menor movimento de flexão do quadril e menor contribuição dessa articulação para a dissipação das forças impostas ao sistema durante a aterrissagem de um salto (*drop vertical jump*), quando comparados a atletas saudáveis.
- Uma intervenção de oito semanas enfatizando o fortalecimento dos músculos extensores do quadril e a modificação da aterrissagem de salto pode diminuir de forma considerável a dor e a incapacidade (tanto em curto quanto em longo prazo) e melhorar a biomecânica do membro inferior durante aterrissagens de salto em um atleta com tendinopatia patelar.
- Aterrissagens com maior flexão do tronco resultam em menor força no tendão patelar em atletas de elite de voleibol e basquetebol em relação a aterrissagens com posições do tronco auto-selecionada ou estendida.
- Aterrissagens com maior flexão do tronco produzem redução imediata na dor no joelho em atletas sintomáticos.

Fatores proximais da cadeia cinética, tais como a força da musculatura da articulação do quadril e os movimentos do quadril e tronco durante aterrissagens de salto, têm sido pouco enfatizados em pesquisas como potenciais fatores associados à

tendinopatia patelar. Os achados dos estudos apresentados indicam que fatores proximais da cadeia cinética, tais como a força do quadril e os movimentos do quadril e tronco durante aterrissagens de salto, não devem ser negligenciados no delineamento de condutas de intervenção para a reabilitação de atletas com tendinopatia patelar.

REFERÊNCIAS

Abate M, Silbernagel KG, Siljeholm C, et al. Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration? *Arthritis Res Ther.* 2009;11:235.

Alfredson H, Forsgren S, Thorsen K, et al. Glutamate NMDAR1 receptors localised to nerves in human Achilles tendons. Implications for treatment? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001a;9:123-126.

Alfredson H, Forsgren S, Thorsen K, Lorentzon R. In vivo microdialysis and immunohistochemical analyses of tendon tissue demonstrated high amounts of free glutamate and glutamate NMDAR1 receptors, but no signs of inflammation, in jumper's knee. *J Orthop Res.* 2001b;19:881-886.

Alfredson H, Ohberg L. Neovascularisation in chronic painful patellar tendinosis – promising results after sclerosing neovessels outside the tendon challenge the need for surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13:74-80.

Arnold AS, Anderson FC, Pandy MG, Delp SL. Muscular contributions to hip and knee extension during the single limb stance phase of normal gait. *J Biomech.* 2005;38:2181-2189.

Backman LJ, Danielson P. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2011;39:2626-2633.

Bahr MA, Bahr R. Jump frequency may contribute to risk of jumper's knee: a study of interindividual and sex differences in a total of 11,943 jumps video recorded during training and matches in young elite volleyball players. *Br J Sports Med.* 2014;48:1322-1326.

Bahr R, Fossan B, Løken S, Engebretsen L. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (jumper's knee): a randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg.* 2006;88:1689-1698.

Baldon RdeM, Lobato DF, Carvalho LP, et al. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44:135-145.

Baldon RdeM, Serrão FV, Scattone Silva R, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in females with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44:240-251.

Besier TF, Sturnieks DL, Alderson JA, Lloyd DG. Repeatability of gait data using a functional hip joint centre and a mean helical knee axis. *J Biomech.* 2003;36:1159-1168.

Bisseling RW, Hof AL, Bredeweg SW, Zwerver J, Mulder T. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *Br J Sports Med.* 2007;41:e8.

- Bisseling RW, Hof AL, Bredeweg SW, Zwerver J, Mulder T. Are the take-off and landing phase dynamics of the volleyball spike jump related to patellar tendinopathy? *Br J Sports Med.* 2008;42:483-489.
- Blackburn JT, Padua DA. Sagittal-plane trunk position, landing forces, and quadriceps electromyographic activity. *J Athl Train.* 2009;44:174-179.
- Blazina ME, Kerlan RK, Jobe FW, Carter VS, Carlson GJ. Jumper's knee. *Orthop Clin North Am.* 1973;4:665-678.
- Cook JL, Khan KM, Harcourt PR, et al. A cross sectional study of 100 athletes with jumper's knee managed conservatively and surgically. The Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *Br J Sports Med.* 1997;31:332-336.
- Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Prospective imaging study of asymptomatic patellar tendinopathy in elite junior basketball players. *J Ultrasound Med.* 2000a;19:473-479.
- Cook JL, Khan KM, Maffulli N, Purdam C. Overuse tendinosis, not tendinitis part 2: Applying the new approach to patellar tendinopathy. *Phys Sportmed.* 2000b;28:31-46.
- Cook JL, Kiss ZS, Khan KM, Purdam CR, Webster KE. Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: a cross-sectional study. *Br J Sports Med.* 2004;38:206-209.
- Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2009;43:409-416.
- Cook JL, Purdam CR. The challenge of managing tendinopathy in competing athletes. *Br J Sports Med.* 2014;48:506-509.
- Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:815-822.
- Crossley KM, Thancanamootoo K, Metcalf BR, et al. Clinical features of patellar tendinopathy and their implications for rehabilitation. *J Orthop Res.* 2007;25:1164-1175.
- Crowell MS, Wofford NH. Lumbopelvic manipulation in patients with patellofemoral pain syndrome. *J Man Manip Ther.* 2012;20:113-120.
- de Vries AJ, van der Worp H, Diercks RL, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players: a survey-based prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25:678-684.
- Decker MJ, Torry MR, Wyland DJ, Sterett WI, Richard Steadman J. Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics.* 2003;18:662-669.

- DeVita P, Skelly WA. Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:108-115.
- DiStefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, Padua DA. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39:532-540.
- Drew BT, Smith TO, Littlewood C, Sturrock B. Do structural changes (eg, collagen/matrix) explain the response to therapeutic exercises in tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2014;48:966-972.
- Earl JE, Monteiro SK, Snyder KR. Differences in lower extremity kinematics between a bilateral drop-vertical jump and a single-leg step-down. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37:245-252.
- Edwards S, Steele JR, McGhee DE, et al. Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:2072-2080.
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core: Trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37:754-762.
- Ferretti A, Ippolito E, Mariani P, Puddu G. Jumper's knee. *Am J Sports Med.* 1983;11:58-62.
- Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train.* 2011;46:5-10.
- Fredberg U, Bolvig L. Significance of ultrasonographically detected asymptomatic tendinosis in the patellar and achilles tendons of elite soccer players: A longitudinal study. *Am J Sports Med.* 2002;30:488-491.
- Fredberg U, Bolvig L, Andersen NT. Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in Achilles and patellar tendons: the Danish Super League Study. *Am J Sports Med.* 2008;36:451-460.
- Fukuchi RK, Stefanyshyn DJ, Stirling L, Duarte M, Ferber R. Flexibility, muscle strength and running biomechanical adaptations in older runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2014;29:304-310.
- Gaida JE, Cook JL, Bass SL, Austen S, Kiss ZS. Are unilateral and bilateral patellar tendinopathy distinguished by differences in anthropometry, body composition, or muscle strength in elite female basketball players? *Br J Sports Med.* 2004;38:581-585.
- Grood ES, Suntay WJ. A joint coordinate system for the clinical description of three-dimensional motions: application to the knee. *J Biomech Eng.* 1983;105:136-144.
- Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Responsiveness of the VISA-P scale for patellar tendinopathy in athletes. *Br J Sports Med.* 2014;48:453-457.
- Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med.* 2000;29:361-371.

- Herzog W, Read LJ. Lines of action and moment arms of the major force-carrying structures crossing the human knee joint. *J Anat.* 1993;182:213-230.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33:492-501.
- Hof AL. On the interpretation of the support moment. *Gait Posture.* 2000;12:196-199.
- Hoksrud A, Ohberg L, Alfredson H, Bahr R. Ultrasound-guided sclerosis of neovessels in painful chronic patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2006;34:1738-1746.
- Iida Y, Kanehisa H, Inaba Y, Nakazawa K. Short-term landing training attenuates landing impact and improves jump height in landing-to-jump movement. *J Strength Cond Res.* 2013;27:1560-1567.
- Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status: Ascertaining the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials.* 1989;10:407-415.
- Janssen I, Brown NA, Munro BJ, Steele JR. Variations in jump height explain the between-sex difference in patellar tendon loading during landing. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25:265-272.
- Janssen I, Steele JR, Munro BJ, Brown NA. Predicting the patellar tendon force generated when landing from a jump. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45:927-934.
- Jensen K, di Fabio RP. Evaluation of eccentric exercise in treatment of patellar tendinitis. *Phys Ther.* 1989;69:211-216.
- Kannus P. Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7:78-85.
- Kettunen JA, Kvist M, Alanen E, Kujala UM. Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes: a prospective follow-up study. *Am J Sports Med.* 2002;30:689-692.
- Khan KM, Bonar F, Desmond PM, et al. Patellar tendinosis (jumper's knee): findings at histopathologic examination, US, and MR imaging. *Radiology.* 1996;200:821-827.
- Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19:790-802.
- Kountouris A, Cook J. Rehabilitation of Achilles and patellar tendinopathies. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2007;21:295-316.
- Krauss I, Grau S, Rombach S, et al. Association of strength with patellar tendinopathy in female runners. *Isokinet Exerc Sci.* 2007;15:217-223.
- Kulas AS, Hortobágyi T, Devita P. The interaction of trunk-load and trunk-position adaptations on knee anterior shear and hamstrings muscle forces during landing. *J Athl Train.* 2010;45:5-15.

- Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T, et al. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17:61-66.
- Langberg H, Kongsgaard M. Eccentric training in tendinopathy: more questions than answers. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18:541-542.
- Larsson ME, Kall I, Nilsson-Helander K. Treatment of patellar tendinopathy – a systematic review of randomized controlled trials. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20:1632-1646.
- Lian O, Refsnes PE, Engebretsen L, Bahr R. Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. *Am J Sports Med*. 2003;31:408-413.
- Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med*. 2005;33:561-567.
- Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: a systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. *Sports Med*. 2013;43:267-286.
- Malliaras P, Cook J, Ptasznik R, Thomas S. Prospective study of change in patellar tendon abnormality on imaging and pain over a volleyball season. *Br J Sports Med*. 2006a;40:272-274.
- Malliaras P, Cook JL, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport*. 2006b;9:304-309.
- Malloy P, Morgan A, Meinerz C, Geiser C, Kipp K. The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23:3550-3555.
- Mann KJ, Edwards S, Drinkwater EJ, Bird SP. A lower limb assessment tool for athletes at risk of developing patellar tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45:527-533.
- Mason-Mackay AR, Whatman C, Reid D. The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. *J Sci Med Sport*. 2015; *in press*.
- Mathiyakom W, McNitt-Gray JL, Requejo P, Costa K. Modifying center of mass trajectory during sit-to-stand tasks redistributes the mechanical demand across the lower extremity joints. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2005;20:105-111.
- McNair PJ, Prapavessis H, Callender K. Decreasing landing forces: effect of instruction. *Br J Sports Med*. 2000;34:293-296.
- Mendonca LD, Verhagen E, Bittencourt NF, et al. Factors associated with the presence of patellar tendon abnormalities in male athletes. *J Sci Med Sport*. 2015; *in press*.
- Millar NL, Hueber AJ, Reilly JH, et al. Inflammation is present in early human tendinopathy. *Am J Sports Med*. 2010;38:2085-2091.

- Mizner RL, Kawaguchi JK, Chmielewski TL. Muscle strength in the lower extremity does not predict postinstruction improvements in the landing patterns of female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38:353-361.
- Nakagawa TH, Moriya ET, Maciel CD, Serrão FV. Frontal plane biomechanics in males and females with and without patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44:1747-1755.
- Neumann DA. Kinesiology of the hip: A focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:82-94.
- Nisell R, Ekholm J. Patellar forces during knee extension. *Scand J Rehabil Med.* 1985;17:63-74.
- Öhberg L, Alfredson H. Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12:465-470.
- Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Neovascularisation in Achilles tendons with painful tendinosis but not in normal tendons: an ultrasonographic investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:233-238.
- Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: normalised tendon structure and decreased thickness at follow up. *Br J Sports Med.* 2004;38:8-11.
- Palmieri-Smith RM, Villwock M, Downie B, Hecht G, Zernicke R. Pain and effusion and quadriceps activation and strength. *J Athl Train.* 2013;48:186-191.
- Parkinson J, Samiric T, Ilic MZ, et al. Change in proteoglycan metabolism is a characteristic of human patellar tendinopathy. *Arthritis Rheum.* 2010;62:3028-3035.
- Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35:793-801.
- Pollard CD, Sigward SM, Powers CM. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2010;25:142-146.
- Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:42-51.
- Prapavessis H, McNair PJ, Anderson K, Hohepa M. Decreasing landing forces in children: the effect of instructions. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33:204-207.
- Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain.* 1983;17:45-56.
- Rees JD, Stride M, Scott A. Tendons – Time to revisit inflammation. *Br J Sports Med.* 2014;48:1553-1557.

Reiman MP, Bolgla LA, Loudon JK. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. *Physiother Theory Pract.* 2012;28:257-268.

Richards DP, Ajemian SV, Wiley JP, Brunet JA, Zernicke RF. Relation between ankle joint dynamics and patellar tendinopathy in elite volleyball players. *Clin J Sport Med.* 2002;12:266-272.

Riley G. Tendinopathy: from basic science to treatment. *Nat Clin Pract Rheumatol.* 2008;4:82-89.

Rio E, Moseley L, Purdam C, et al. The pain of tendinopathy: physiological or pathophysiological? *Sports Med.* 2014;44:9-23.

Rosen AB, Ko J, Simpson KJ, Kim SH, Brown CN. Lower extremity kinematics during a drop jump in individuals with patellar tendinopathy. *Orthop J Sports Med.* 2015;3:1-8.

Sakamoto AC, Teixeira-Salmela LF, Rodrigues de Paula F, Guimarães CQ, Faria CD. Gluteus maximus and semitendinosus activation during active prone hip extension exercises. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13:335-342.

Scattone Silva R, Ferreira AL, Nakagawa TH, Santos JE, Serrão FV. Rehabilitation of patellar tendinopathy using hip extensors strengthening and landing strategy modification: Case report with 6-months follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45:899-909.

Scattone Silva R, Nakagawa TH, Granado Ferreira AL, et al. Lower limb strength and flexibility in athletes with and without patellar tendinopathy. *Phys Ther Sport.* 2016; *in press.*

Scott A, Docking S, Vicenzino B, et al. Sports and exercise-related tendinopathies: a review of selected topical issues by participants of the second International Scientific Tendinopathy Symposium (ISTS) Vancouver 2012. *Br J Sports Med.* 2013;47:536-544.

Self BP, Paine D. Ankle biomechanics during four landing techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1338-1344.

Selkowitz DM, Beneck GJ, Powers CM. Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43:54-64.

Shimokochi Y, Ambegaonkar JP, Meyer EG, Lee SY, Shultz SJ. Changing sagittal plane body position during single-leg landings influences the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:888-897.

Sorenson SC, Arya S, Souza RB, et al. Knee extensor dynamics in the volleyball approach jump: the influence of patellar tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:568-576.

Southard J, Kernozek TW, Ragan R, Willson J. Comparison of estimated anterior cruciate ligament tension during a typical and flexed knee and hip drop landing using sagittal plane knee modeling. *Int J Sports Med.* 2012;33:381-385.

Souza RB, Arya S, Pollard CD, Salem GJ, Kulig K. Patellar tendinopathy alters the distribution of lower extremity net joint moments during hopping. *J Appl Biomech.* 2010;26:249-255.

Teng HL, Powers CM. Sagittal plane trunk posture influences patellofemoral joint stress during running. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44:785-792.

Tiemessen IJ, Kuijer PP, Hulshof CT, Frings-Dresen MH. Risk factors for developing jumper's knee in sport and occupation: a review. *BMC Res Notes.* 2009;2:127.

Tillman MD, Hass CJ, Brunt D, Bennett GR. Jumping and landing techniques in elite women's volleyball. *J Sports Sci Med.* 2004;3:30-36.

van der Worp H, de Poel HJ, Diercks RL, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. *Int J Sports Med.* 2014;35:714-722.

van der Worp H, van Ark M, Roerink S, et al. Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med.* 2011a;45:446-452.

van der Worp H, Zwerver J, Kuijer PP, Frings-Dresen MH, van den Akker-Scheek I. The impact of physically demanding work of basketball and volleyball players on the risk for patellar tendinopathy and on work limitations. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2011b;24:49-55.

Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, et al. The VISA score: an index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (patellar tendinosis). Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *J Sci Med Sport.* 1998;1:22-28.

Visnes H, Aandahl HA, Bahr R. Jumper's knee paradox - jumping ability is a risk factor for developing jumper's knee: a 5-year prospective study. *Br J Sports Med.* 2013;47:503-507.

Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med.* 2007;41:217-223.

Visnes H, Bahr R. Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23:607-613.

Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial. *Clin J Sport Med.* 2005;15:227-234.

Visnes H, Tegnander A, Bahr R. Ultrasound characteristics of the patellar and quadriceps tendons among young elite athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25:205-215.

- Wageck BB, de Noronha M, Lopes AD, et al. Cross-cultural adaptation and measurement properties of the Brazilian Portuguese version of the Victorian Institute of Sport Assessment-Patella (VISA-P) scale. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43:163-171.
- Warden SJ, Brukner P. Patellar tendinopathy. *Clin Sports Med.* 2003;22:743-759.
- Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the standard error of measurement. *J Strength Cond Res.* 2005;19:231-240.
- Whitehead CL, Hillman SJ, Richardson AM, Hazlewood ME, Robb JE. The effect of simulated hamstring shortening on gait in normal subjects. *Gait Posture.* 2007;26:90-96.
- Whyte EF, Moran K, Shortt CP, Marshall B. The influence of reduced hamstring length on patellofemoral joint stress during squatting in healthy male adults. *Gait Posture.* 2010;31:47-51.
- Williams DS, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2001;16:341-347.
- Willson JD, Davis IS. Lower extremity strength and mechanics during jumping in women with patellofemoral pain. *J Sport Rehabil.* 2009;18:76-90.
- Willson JD, Ratcliff OM, Meardon SA, Willy RW. Influence of step length and landing pattern on patellofemoral joint kinetics during running. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25:736-743.
- Willy RW, Davis IS. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41:625-632.
- Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. 4th. New York, NY: John Wiley & Sons; 2009.
- Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population: a two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2001;29:190-195.
- Woodwell DA, Cherry DK. National Ambulatory Medical Care Survey: 2002 summary. *Adv Data.* 2004;346:1-44.
- Wu G, Siegler S, Allard P, et al. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion. Part 1: ankle, hip, and spine. *J Biomech.* 2002;35:543-548.
- Yeow CH, Lee PV, Goh JC. An investigation of lower extremity energy dissipation strategies during single-leg and double-leg landing based on sagittal and frontal plane biomechanics. *Hum Mov Sci.* 2011;30:624-635.
- Zhang SN, Bates BT, Dufek JS. Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landings. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:812-819.

Zwerver J, Bredeweg SW, van den Akker-Scheek I. Prevalence of jumper's knee among nonelite athletes from different sports: a cross-sectional survey. *Am J Sports Med.* 2011;39:1984-1988.

ISTS 2014 BOSE PRIZE FOR EXCELLENCE IN BIOMECHANICS

Presented to

Rodrigo Scattone-Silva, Federal University of São Carlos, Brazil

for his poster entitled

“Hip, knee and ankle torques in subjects with/without patellar tendinopathy”

Judging panel:

Nelly Andarawis-Puri (New York), Gail Thornton (Calgary) and Neil Reeves (Manchester)



International Scientific
Tendinopathy Symposium

5th & 6th September 2014
Oxford, UK



ANEXO II

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Cinemática, Torque e Ativação Muscular do Tronco, Quadril e Joelho em Indivíduos com e sem Tendinopatia Patelar

Pesquisador: Fábio Viadanna Serrão

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 10172212.5.0000.5504

Instituição Proponente: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 158.718

Data da Relatoria: 11/12/2012

Apresentação do Projeto:

Projeto muito bem apresentado descrevendo o estado da arte e relacionando a literatura com o objetivo central do trabalho

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa é realizar uma comparação entre os padrões de movimento do tronco, quadril, joelho e tornozelo, a ativação dos músculos do membro inferior e o torque

isométrico do quadril e joelho entre indivíduos jovens com e sem tendinopatia patelar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

bem definidos e claros

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa que visa entender se existem alterações nos movimentos do tronco e quadril em indivíduos com tendinopatia patelar, contribuindo para o entendimento da relação desta enfermidade com a realização destes movimentos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

adequados

Recomendações:

nada a declarar

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

nada a declarar

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-0683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO CARLOS, 29 de Novembro de 2012

Assinador por:
Maria Isabel Ruiz Beretta
(Coordenador)

ANEXO III

VISA-P BRAZIL

1. Por quantos minutos você consegue ficar sentado sem dor?

0 minuto

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

100 minutos

Pontos ____

2. Você sente dor ao descer escadas num ritmo de marcha normal?

dor forte ou severa

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

sem dor

Pontos ____

3. Você sente dor no joelho quando o estende totalmente de forma ativa e com apoio de peso?

dor forte ou severa

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

sem dor

Pontos ____

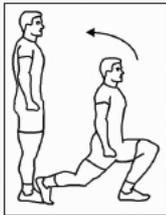
4. Você sente dor quando faz o exercício afundo* com apoio de peso total?

dor forte ou severa

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

sem dor

Pontos ____



exercício afundo

5. Você tem problemas ao agachar?

incapaz

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

sem problemas

Pontos ____

6. Você sente dor durante ou imediatamente após saltitar 10 vezes em uma perna só?

dor forte ou severa/incapaz

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

sem dor

Pontos ____

7. Atualmente, você está praticando algum esporte ou outro tipo de atividade física?

0

Não

4

treinamento e/ou competição com restrições

7

treinamento sem restrição mas não competindo no mesmo nível anterior ao início dos sintomas

10

competindo no mesmo nível ou nível mais alto do que quando os sintomas começaram

Pontos ____

8. Por favor, complete somente uma das questões, A, B ou C, conforme a explicação abaixo.

- Se você **não sente dor** ao praticar esportes, por favor, responda somente a questão **8A**.
- Se você **sente dor ao praticar algum esporte, mas esta dor não o impede de praticar a atividade esportiva**, por favor, responda somente a questão **8B**.
- Se você **sente dor que o impede de praticar atividades esportivas**, responda somente a questão **8C**.

8A. Se você não sente dor ao praticar esporte, por quanto tempo você consegue treinar/praticar?

Não consigo treinar/praticar	0-5 minutos	6-10 minutos	11-15 minutos	mais de 15 minutos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	7	14	21	30

Pontos ____

OU

8B. Se você sente dor ao praticar esporte, mas a dor não o impede de completar/praticar a atividade esportiva, por quanto tempo você consegue treinar/praticar?

Não consigo treinar/praticar	0-5 minutos	6-10 minutos	11-15 minutos	mais de 15 minutos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	4	10	14	20

Pontos ____

OU

8C. Se você sente dor que o impede de completar o seu treinamento/prática esportiva, por quanto tempo você consegue treinar/praticar?

Não consigo treinar/praticar	0-5 minutos	6-10 minutos	11-15 minutos	mais de 15 minutos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	2	5	7	10

Pontos ____

PONTUAÇÃO FINAL VISA-P Brasil

Nome _____

Idade _____

Telefone _____

Histórico de lesão em membros inferiores _____

ANEXO IV

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos do Fortalecimento dos Músculos Extensores do Quadril Associado a Modificação da Estratégia de Aterrissagem de Salto em Indivíduos com Tendinopatia Patelar: Série de Casos

Pesquisador: Fábio Vladanna Serrão

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 22496713.7.0000.5504

Instituição Proponente: Universidade Federal de São Carlos/UFSCAR

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 426.719

Data da Relatoria: 15/10/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma pesquisa longitudinal, experimental/intervencionista, com análise quali-quantitativa. Quinze voluntários adultos de ambos os sexos e portadores de tendinopatia patelar serão submetidos a avaliações físicas, da cinemática e da capacidade de geração de torque nos músculos do joelho e do quadril, seguidas da realização de exercícios físicos durante 8 semanas, visando o fortalecimento da musculatura extensora do quadril associado à modificação da estratégia de aterrissagem de saltos.

Objetivo da Pesquisa:

Primariamente, pretende verificar os efeitos de uma intervenção envolvendo fortalecimento da musculatura extensora do quadril associada à modificação na estratégia de aterrissagem de salto sobre a dor, a função e a biomecânica do membro inferior de atletas apresentando tendinopatia patelar e verificar os fatores preditores do tratamento bem-sucedido dos indivíduos com tendinopatia patelar. Secundariamente, propõe comparar o pico de flexão do tronco, do quadril e do joelho e o pico de dorsiflexão do tornozelo durante a atividade de salto vertical máximo, antes e após a intervenção proposta em atletas com tendinopatia patelar. Comparar o torque isométrico extensor do quadril e extensor do joelho, antes e após a intervenção proposta em atletas com tendinopatia patelar entre indivíduos com e sem tendinopatia patelar. Analisar se as variáveis

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SÃO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 426.719

cinemáticas, de amplitude de movimento articular, de alinhamento dos pés e de torque isométrico, predizem o resultado do tratamento proposto.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Na apresentação do projeto, o pesquisador informa que o presente estudo envolve riscos mínimos de lesões. No TCLE, acrescenta também como risco a ocorrência de dor provocada pelas avaliações e também pelos exercícios físicos. Informa que prestará os primeiros socorros caso algo ocorra e que, se necessário, acompanhará o paciente para atendimento com médico ortopedista. Quanto aos benefícios diretos, afirma que o voluntário será avaliado quanto aos movimentos do membro inferior, quanto à capacidade de geração de força do quadril e joelho, quanto à flexibilidade das articulações do membro inferior e quanto ao alinhamento dos pés. Se houver o diagnóstico de qualquer alteração, o participante será notificado ao final da pesquisa, para que possa receber as intervenções apropriadas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa possui relevância à área em questão. O cronograma apresentado está adequado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A Folha de Rosto foi adequadamente preenchida e está assinada. O TCLE foi reapresentado, contendo as informações necessárias.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências foram resolvidas:

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-005

UF: SP Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-0883

E-mail: cep@ufscar.br

SAO CARLOS, 17 de Outubro de 2013

Assinador por:
Maria Isabel Ruiz Baretta
(Coordenador)

ANEXO V



MINUTE

TO: Mr James Gaida CC: Mr Rodrigo Silva
FROM: Ms Helene Rushby
SUBJECT: Approval from AIS Ethics Committee DATE: 11th December 2014

On the 9th December 2014, the AIS Ethics Committee gave consideration out of session to your submission titled "*The immediate effects of altering sagittal plane trunk position on landing biomechanics in elite athletes with and without patellar tendinopathy*". The Committee saw no ethical reason why your project should not proceed.

The approval number for this project: 20141202

It is a requirement of the AIS Ethics Committee that the Principal Researcher (you) advise all researchers involved in the study of Ethics Committee approval and any conditions of that approval. You are also required to advise the Ethics Committee immediately (via the Secretary) of:

Any proposed changes to the research design,
Any adverse events that may occur,

Researchers are required to submit **annual status reports** and **final reports** to the secretary of the AIS Ethics Committee. Details of status report requirements are contained in the "Guidelines" for ethics submissions.

Please note the approval for this submission expires on the 31st December 2016 after which time an extension will need to be sought.

If you have any questions regarding this matter, please don't hesitate to contact me on (02) 6214 1577

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "HR", is written over the typed name of the secretary.

Sincerely
Helene Rushby
Secretary, AIS EC

ANEXO VI



UNIVERSITY OF
CANBERRA
AUSTRALIA'S CAPITAL UNIVERSITY

22 December 2014

APPROVED – AIS-20141202

Dr Jamie Gaida
Faculty of Health
University of Canberra
Canberra ACT 2601

Dear Jamie,

The Human Research Ethics Committee has considered your application to conduct research with human subjects for the project *The immediate effects of altering sagittal plane trunk position on landing biomechanics in elite athletes with and without patellar tendinopathy*.

The Committee made the following evaluation: cross-institutional approval granted

The following general conditions apply to your approval.

These requirements are determined by University policy and the *National Statement on Ethical Conduct in Human Research* (National Health and Medical Research Council, 2007).

Monitoring:	You must provide the Committee with annual reports as well as a final report upon completion of the study.
Discontinuation of research:	You must inform the Committee, giving reasons, if the research is not conducted or is discontinued.
Extension of approval:	If your project will not be complete by the anticipated completion date, you must apply in writing for extension of approval. Application should be made before current approval expires; should specify a new completion date; should include reasons for your request.
Contact details and notification of changes:	You should advise the Committee of any change of address during or soon after the approval period including, if appropriate, email address(es).

Yours sincerely
Human Research Ethics Committee

Hendryk Flaegel
Research Ethics & Compliance Officer
Research Services Office
T (02) 6201 5220 F (02) 6201 5466
E hendryk.flaegel@canberra.edu.au

www.canberra.edu.au

Postal Address:
University of Canberra ACT 2601 Australia
Location:
University Drive Bruce ACT

Australian Government Higher Education Registered
Provider Number (CRICOS): 00212K

APÊNDICE I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
Rodovia Washington Luiz, Km 235 - C.P.676 - 13565-905
São Carlos/SP - Brasil
TEL: (16) 3351-8754 FAX: (16) 3361-2081
E-mail: fserrao@ufscar.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **“Cinemática, Torque e Ativação Muscular do Tronco, Quadril e Joelho em Indivíduos com e sem Tendinopatia Patelar”**.

Responsáveis:

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão – Orientador e coordenador do projeto
Rodrigo Scattone da Silva – Doutorando (Aluno de pós-graduação em Fisioterapia)

Os objetivos desse estudo são: avaliar as diferenças quanto aos movimentos do tronco e membro inferior e quanto ao recrutamento e força dos músculos do membro inferior entre indivíduos com e sem tendinopatia patelar, durante tarefas de salto e agachamento em uma perna.

a) Caso você aceite participar do estudo, você realizará, inicialmente, uma avaliação física para sua inclusão (ou não) no estudo. Essa avaliação consistirá em um exame físico, realizado pelo fisioterapeuta responsável pela pesquisa, para que seja verificado se você apresenta alguma disfunção nas articulações dos membros inferiores, incluindo quadris, joelhos e tornozelos. A avaliação implicará, principalmente, na realização de testes ortopédicos para verificação da integridade dos ligamentos presentes nessas articulações. Além disso, será avaliado se você apresenta alguma alteração de alinhamento nos pés.

b) Caso selecionado(a) para participar do estudo, você realizará uma avaliação cinemática (avaliação dos movimentos) e do recrutamento dos músculos dos membros inferiores durante a realização de tarefas de salto e de agachamento em uma perna. Essas avaliações serão realizadas no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Além disso, será feita uma avaliação da força dos seus músculos do quadril e joelho utilizando-se um dinamômetro manual. Você será posicionado numa maca com esse equipamento e terá o seu membro inferior fixado ao mesmo através de cintos. Em seguida, realizará a máxima força possível e o dinamômetro irá gerar informações a respeito da quantidade de força realizada por você durante o teste. Essa avaliação é importante para verificar fraquezas musculares que poderiam predispor à ocorrência de lesões. Ressaltando-se que a sua participação em toda e qualquer etapa desse projeto não é obrigatória.

c) Essas avaliações fornecerão maiores informações sobre as características associadas à tendinopatia patelar com relação aos movimentos do membro inferior e tronco, com relação à força e à ativação dos músculos do membro inferior. Essas novas informações ajudarão na elaboração de outros novos estudos sobre o tema e poderão beneficiar diretamente a atenção fisioterapêutica primária e secundária, em relação ao tratamento e à prevenção de lesões.

d) Sua identidade será preservada em todas as situações que envolvam discussão, apresentação ou publicação dos resultados da pesquisa, a menos que haja uma manifestação de sua parte por escrito, autorizando tal procedimento.

e) Sua participação no presente estudo é estritamente voluntária. Sendo que você não receberá qualquer forma de remuneração pela participação no experimento, e os resultados obtidos serão propriedades exclusivas dos pesquisadores, podendo ser divulgados de qualquer forma, a critério dos mesmos.

f) Os riscos aos quais você estará exposto(a) serão mínimos. Entretanto, as avaliações do presente experimento poderão ou não provocar uma possível dor muscular devido ao esforço físico realizado. Embora exista a possibilidade de ocorrência de pequena dor muscular (imediate ou tardia) devido a alguma etapa da avaliação, a dor terá condições de ser bem suportada e se assemelha àquela decorrente de qualquer prática inicial de exercícios de força e resistência muscular. Existe também o mínimo risco de ocorrência de quedas durante a realização das avaliações propostas, porém os pesquisadores se certificarão de tomar os devidos cuidados para que a avaliação ocorra da forma mais segura possível. Você participará das avaliações de acordo com os seus limites físicos, tendo sua percepção de esforço respeitada pelos pesquisadores.

g) Sua participação no presente estudo envolve riscos mínimos de lesões. Mesmo assim, no caso da ocorrência de qualquer lesão, os próprios pesquisadores se responsabilizam pelas condutas de primeiros socorros ou qualquer tipo de avaliação fisioterapêutica como resultado de dano físico. Se constatados danos de maior gravidade, os pesquisadores se responsabilizam em acompanhá-lo a um médico, para a realização do tratamento adequado.

h) Sua participação nesse estudo é estritamente voluntária. Sua recusa em participar de qualquer etapa do estudo não trará qualquer prejuízo a você, estando livre para abandonar o experimento a qualquer momento em que achar necessário. Se houver qualquer questionamento neste momento ou futuramente, por favor, pergunte-nos.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br

São Carlos, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Voluntário

Assinatura do Responsável (voluntário menor de idade)

Responsáveis:

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão
Orientador e Coordenador do projeto
E-mail: fserrao@ufscar.br

Ft. MSc. Rodrigo Scattone da Silva
Aluno de Doutorado
E-mail: scattone@ufscar.br
Tel: (11) 9.8453-6958

Prof^a. Dr^a. Theresa Helissa Nakagawa
Co-orientadora do projeto
E-mail: helissa2000@yahoo.com.br

Ft. Ana Luisa Granado Ferreira
Aluna de Mestrado
E-mail: anagranado@live.com

APÊNDICE II



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
Via Washington Luiz, Km 235 - C.P.676 - 13565-905 -
São Carlos/SP - Brasil
TEL: (16) 3306-6575 FAX: (16) 3361-2081
E-mail: fserrao@ufscar.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do projeto: “**Efeitos do Fortalecimento dos Músculos Extensores do Quadril Associado à Modificação da Estratégia de Aterrissagem de Salto em Indivíduos com Tendinopatia Patelar**”

Responsáveis:

Ft. Rodrigo Scattone da Silva – Doutorando (Aluno de pós-graduação em Fisioterapia)
Ft. Ana Luisa Granado Ferreira – Mestranda (Aluna de pós-graduação em Fisioterapia)
Prof^a. Dr^a. Theresa Helissa Nakagawa – Co-orientadora do projeto
Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão – Orientador e coordenador do projeto

Este estudo tem como objetivo verificar o efeito de um programa de reabilitação, incluindo 8 semanas de fortalecimento dos músculos do quadril e um treinamento para melhorar a aterrissagem de salto em atletas com tendinopatia patelar. Especificamente o objetivo deste estudo será verificar os efeitos desse programa de reabilitação sobre a dor, a função e a biomecânica do membro inferior de atletas apresentando tendinopatia patelar. Você será um dos indivíduos participantes deste estudo.

- a) Caso você aceite participar do estudo, você realizará, inicialmente, uma avaliação física para sua inclusão (ou não) no estudo. Nessa avaliação, realizada pelo fisioterapeuta responsável pela pesquisa, serão realizados testes ortopédicos para verificação da integridade dos ligamentos presentes nessas articulações e você será questionado(a) a respeito dos seus sintomas.
- b) Caso selecionado(a) para participar do estudo, você responderá a alguns questionários e será submetido(a) a uma avaliação física abrangente. Nessa avaliação, será verificada a flexibilidade dos seus músculos do membro inferior (quadril, joelho e tornozelo) e será avaliado se você apresenta alguma alteração de

alinhamento nos pés. Em seguida, você realizará uma avaliação cinemática (avaliação dos movimentos) durante a realização de tarefas de salto. Essas avaliações serão realizadas no Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Além disso, será feita uma avaliação da força dos seus músculos do quadril e joelho utilizando-se um dinamômetro manual. Você será posicionado numa maca com esse equipamento e terá o seu membro inferior fixado ao mesmo através de cintos. Em seguida, realizará a máxima força possível e o dinamômetro irá gerar informações a respeito da quantidade de força realizada por você durante o teste. Essa avaliação é importante para verificar fraquezas musculares que poderiam predispor à ocorrência de lesões. Ressaltando-se que a sua participação em toda e qualquer etapa desse projeto não é obrigatória.

- c) A seguir, você será submetido(a) a um protocolo de treinamento supervisionado por um fisioterapeuta de 8 semanas incluindo exercícios de fortalecimento para os músculos do quadril e exercícios de aterrissagens de salto. Essa intervenção será realizada com frequência de 3 vezes por semana, totalizando 24 sessões de treinamento, com cerca de 40 minutos de duração cada, em um ambiente reservado. Em seguida a esse período de 8 semanas, você será reavaliado(a), conforme a avaliação inicial. As avaliações e as sessões de tratamento serão agendadas de acordo com os seus horários livres, de maneira que não será solicitado que você abra mão de algum compromisso ou atividade social para participar na pesquisa.
- d) Os resultados dessa pesquisa poderão fornecer maiores informações sobre os efeitos de um treinamento incluindo fortalecimento dos músculos do quadril e modificação na estratégia de aterrissagem de salto na reabilitação de atletas com tendinopatia patelar. Essas novas informações auxiliarão na elaboração de outros novos estudos sobre o tema, bem como poderão beneficiar diretamente a atenção fisioterapêutica em relação ao tratamento das tendinopatias patelares em atletas.
- e) Sua identidade será preservada em todas as situações que envolvam discussão, apresentação ou publicação dos resultados da pesquisa, a menos que haja uma manifestação de sua parte por escrito, autorizando tal procedimento.
- f) Sua participação no presente estudo é estritamente voluntária. Sendo que você não receberá qualquer forma de remuneração pela participação no experimento, e os resultados obtidos serão propriedades exclusivas dos pesquisadores, podendo ser divulgados de qualquer forma, a critério dos mesmos.
- g) Toda pesquisa envolve riscos. Porém, os riscos aos quais você estará exposto(a) nessa pesquisa serão mínimos. Com relação aos riscos físicos, as avaliações e os tratamentos do presente estudo poderão provocar dor muscular devido ao esforço físico realizado. Embora exista a possibilidade de ocorrência de dor muscular (imediate ou tardia) devido a alguma etapa da avaliação ou tratamento, a dor terá condições de ser bem suportada e se assemelha àquela decorrente de qualquer prática inicial de exercícios de força e resistência muscular.

Existe também o risco de ocorrência de quedas durante a realização das avaliações ou tratamento propostos, porém os pesquisadores se certificarão de tomar os devidos cuidados para que os mesmos ocorram da forma mais segura possível. Você será

instruído(a) anteriormente às avaliações e treinamentos a se utilizar de estratégias corporais específicas, que incluem a interrupção do teste/exercício com o apoio da perna que não estava apoiada no solo, bem como do uso dos braços, para diminuir a oscilação do seu centro de gravidade e atenuar a situação de desequilíbrio. Ainda assim, para reduzir os riscos de queda, os pesquisadores se posicionarão próximos à área de teste/exercício, a fim de auxiliá-lo(a) na manutenção do equilíbrio, caso seja necessário.

Você será estimulado(a) a participar das atividades e treinamentos de acordo com os seus limites físicos/fisiológicos. Iremos somente estimulá-lo(a) como forma de motivação e encorajamento, mas o seu ritmo intrínseco será respeitado na realização das atividades e treinamentos, sem qualquer tipo de prejuízo ou retaliação por parte dos pesquisadores caso você tenha dificuldade com os exercícios propostos. A sua percepção de esforço será sempre a maior determinante para o limiar de execução dos testes/treinamentos. Além disso, poderemos fazer a monitoração da sua pressão arterial e frequência cardíaca durante as avaliações e tratamentos, caso julgemos necessário.

No caso da ocorrência de qualquer lesão, os próprios pesquisadores se responsabilizam pelas condutas de primeiros socorros ou qualquer tipo de avaliação fisioterapêutica necessária. Se constatados danos de maior gravidade, os pesquisadores se responsabilizam em acompanhá-lo(a) a um médico especialista em Ortopedia e Traumatologia para a realização do tratamento adequado.

Em relação a riscos psicológicos, asseguramos a sua situação de anonimato durante a sua participação na pesquisa, em toda e qualquer etapa referente ao projeto. Além disso, não será realizado qualquer tipo de comparação ou comentário referente ao seu desempenho em comparação a outros voluntários já avaliados. As avaliações e intervenções deste trabalho serão realizadas em locais reservados e em momentos que permitam a realização das atividades sem observadores externos ao projeto, como uma forma de garantia de sua privacidade.

Quanto a riscos sociais, solicitaremos que você disponibilize, já na avaliação/entrevista inicial, uma estimativa dos horários de disponibilidade, por dias da semana, para a participação no projeto, caso você esteja apto(a) e disposto(a) para tanto. Para o agendamento dos dias e horários de avaliações e treinamentos, será respeitada inteiramente a sua disponibilidade, de forma que você não precisará abrir mão de qualquer atividade ou compromisso social para a participação na pesquisa, a não ser que julgue viável.

h) Como benefícios diretos, você será avaliado(a) quanto aos movimentos do membro inferior (quadril, joelho e tornozelo) durante a realização de atividades de salto e será avaliado(a) quanto à capacidade de geração de força do quadril e joelho, quanto à flexibilidade das articulações do membro inferior e quanto ao alinhamento dos pés. Se qualquer alteração for identificada nessas avaliações, especialmente alguma que possa estar associada a alguma lesão, você será notificado(a) ao final da pesquisa, para que possa receber as intervenções apropriadas.

Além disso, você receberá um tratamento supervisionado por um fisioterapeuta por 8 semanas, envolvendo fortalecimentos musculares e estratégias para a modificação da aterrissagem de saltos. Esse tratamento tem como objetivo minimizar as forças impostas ao tendão patelar em atividades esportivas, como saltos e aterrissagens, a fim

de que você consiga retomar a realização de suas atividades esportivas de forma plena e sem dores.

Por fim, os resultados de todos os testes realizados poderão ser disponibilizados para você ao final do presente estudo, caso você tenha interesse. Considerações clínicas sobre esses achados poderão ser especificadas, relacionando o seu significado aos objetivos propostos por esta pesquisa.

i) Reforçamos que a sua participação nesse estudo é estritamente voluntária. Sua recusa em participar de qualquer etapa do estudo não trará qualquer prejuízo a você, de modo que você estará livre para abandonar o experimento em qualquer momento que achar necessário. Se houver qualquer dúvida, neste momento ou futuramente, por favor, pergunte-nos.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br

São Carlos, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Voluntário

Responsáveis:

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão
Orientador e Coordenador do projeto
E-mail: fserrao@ufscar.br

Ft. MSc. Rodrigo Scattone da Silva
Aluno de Doutorado
E-mail: scattone@ufscar.br
Tel: (11) 9.8453-6958

Prof^a. Dr^a. Theresa Helissa Nakagawa
Co-orientadora do projeto
E-mail: helissa2000@yahoo.com.br

Ft. Ana Luisa Granado Ferreira
Aluna de Mestrado
E-mail: anagranado@live.com

APÊNDICE III

'INFORMED CONSENT' FORM (Adult)

Project Title: The Immediate Effects of Altering Sagittal Plane Trunk Position on Landing Biomechanics in Elite Athletes With and Without Patellar Tendinopathy

Principal Researchers: James Gaida, Rodrigo Scattone Silva, Angela Fearon, Wayne Spratford, Craig Purdam

This is to certify that I, _____ hereby agree to participate as a volunteer in a scientific investigation as an authorised part of the research program of the Australian Sports Commission under the supervision of Prof. Dr. James Gaida .

The investigation and my part in the investigation have been defined and fully explained to me by Rodrigo Scattone Silva and I understand the explanation. A copy of the procedures of this investigation and a description of any risks and discomforts has been provided to me and has been discussed in detail with me.

- I have been given an opportunity to ask whatever questions I may have had and all such questions and inquiries have been answered to my satisfaction.
- I understand that I am free to deny any answers to specific items or questions in interviews or questionnaires.
- I understand that I am free to withdraw consent and to discontinue participation in the project or activity at any time, without disadvantage to myself.
- I understand that I am free to withdraw my data from analysis without disadvantage to myself.
- I understand that any data or answers to questions will remain confidential with regard to my identity.
- I certify to the best of my knowledge and belief, I have no physical or mental illness or weakness that would increase the risk to me of participating in this investigation.
- I am participating in this project of my (his/her) own free will and I have not been coerced in any way to participate.

Privacy Statement: *The information submitted will be managed in accordance with the ASC Privacy Policy.*

I consent to the ASC keeping my personal information.

Signature of Subject: _____ Date: ___/___/___

I, the undersigned, was present when the study was explained to the subject/s in detail and to the best of my knowledge and belief it was understood.

Signature of Researcher: _____ Date: ___/___/___

APÊNDICE IV

‘INFORMED CONSENT’ FORM (Minor)

Project Title: The Immediate Effects of Altering Sagittal Plane Trunk Position on Landing Biomechanics in Elite Athletes With and Without Patellar Tendinopathy

Principal Researchers: James Gaida, Rodrigo Scattono Silva, Angela Fearon, Wayne Spratford, Craig Purdam

This is to certify that I, _____ hereby agree to give permission to have my child participate as a volunteer in a scientific investigation as an authorised part of the research program of the Australian Sports Commission under the supervision of Prof. Dr. James Gaida .

The investigation and my child’s part in the investigation have been defined and fully explained to me by Rodrigo Scattono Silva and I understand the explanation. A copy of the procedures of this investigation and a description of any risks and discomforts has been provided to me and has been discussed in detail with me.

- I have been given an opportunity to ask whatever questions my child or myself may have had and all such questions and inquiries have been answered to my satisfaction.
- I understand that my child is free to deny any answers to specific items or questions in interviews or questionnaires.
- I understand that my child is free to withdraw consent and to discontinue participation in the project or activity at any time, without disadvantage.
- I understand that my child is free to withdraw his/her data from analysis without disadvantage.
- I understand that any data or answers to questions will remain confidential with regard to my child’s identity.
- I certify to the best of my knowledge and belief, my child has no physical or mental illness or weakness that would increase the risk to me (him/her) of participating in this investigation.
- My child is participating in this project of my (his/her) own free will and my child has not been coerced in any way to participate.

Privacy Statement: *The information submitted will be managed in accordance with the ASC Privacy Policy.*

I consent to the ASC keeping my personal information.

Signature of Participant: _____ Date: ___/___/___

Signature of Parent or
Guardian of minor: (under 18 years) _____ Date: ___/___/___

I, the undersigned, was present when the study was explained to the subject/s in detail and to the best of my knowledge and belief it was understood.

Signature of Researcher: _____

Date: ___/___/___

INFORMATION TO PARTICIPANTS

Research Title: The Immediate Effects of Altering Sagittal Plane Trunk Position on Landing Biomechanics in Elite Athletes With and Without Patellar Tendinopathy

Principal Researcher:

Jamie Gaida

Phone: 0262 068 657

E-mail: Jamie.Gaida@canberra.edu.au

We would like to invite you to participate in this postgraduate research project. You should only participate if you want to; choosing not to take part will not disadvantage you in any way. Before you decide whether you want to take part, it is important for you to understand why the research is being done and what your participation will involve. Please take time to read the following information carefully and discuss it with others if you wish. Ask us if there is anything that is not clear or if you would like more information.

Aim:

The aim of this research project is to determine whether athletes with knee pain have different movements in their trunk and lower limbs during jump-landings when compared to athletes without knee pain. Also, this study will explore the effect of altering trunk position during jump-landings. Movements and forces at the hip, knee and ankle will be measured during normal jump-landing and landings with a slightly increased forward or backward lean of the trunk. Finally, this research aims to determine whether altering trunk position during landings increases or decreases knee pain in athletes with patellar tendinopathy.

Benefits:

This study will provide a better understanding of patellar tendon forces during jump-landings when the trunk is in different positions. It will also help us understand whether athletes with knee pain have different movements in their trunk and lower limbs during jump-landings when compared to athletes without knee pain. This information is likely to be relevant for the rehabilitation and possibly prevention of patellar tendon disorders. The benefits of this research might have a significant impact on the clinical management of patellar tendinopathy.

What is involved?

If you decide to participate in this study you will first have an ultrasound exam of both patellar tendons for the verification of possible tendon abnormalities. Afterwards, your height and weight will be measured, you will be asked to fill a short questionnaire and your knee joint will be evaluated by a physiotherapist. Then, you will be prepared for the jump-landing evaluation and reflective markers will be positioned on your foot, leg, thigh and trunk with adhesive tape. The jump-landings evaluation consists in you performing approximately 15 jump-landings from a 45-cm box following instructions given by the researcher. Video cameras and force plates will be used to capture your movements and measure the forces that result from your jumps. The estimated time of your whole participation in this study is of 60 to 90 minutes in a single occasion.

Who we are recruiting?

Athletes aged between 15 and 35 years, of elite and sub-elite volleyball or basketball teams with and without patellar tendon pain are being recruited for this study. Athletes with knee pain will be included in the study if their pain is located specifically at the patella-patellar tendon junction confirmed by palpation and if their pain is associated with activities such as jumping, squatting, etc, for a duration >3 months. Athletes that experience no knee pain will be included

in the study if they are free from knee pain that required medical attention in the previous 12 months. Participants will be excluded from this study if they have: 1) history of lower limb and/or lumbar spine surgery; 2) pain that started after a direct blow to the knee joint; 3) knee joint dysfunctions, other than patellar tendinopathy; 4) lower limb or lumbar spine fractures or other bony pathologies; 5) hip joint and/or low back pain.

Adverse Effects and Withdrawal:

Every research has risks; however, the risks to which you will be submitted to during your participation in this study are minimal. There is a small risk of injury during the landing evaluations of this study. Nevertheless, the risk is smaller than the ones you are submitted to in daily sports practice. You should be aware that you are free to, without any disadvantage, decline to participate of this study at any time without having to provide an explanation.

Confidentiality:

Your confidentiality will be respected at all times. If the data of this research is published or presented at a conference you will not be identifiable in any way. During all assessments, you will be evaluated in a private environment and only the main researchers involved in the project will be present. The data obtained in this study will be coded so that only the research team will be able to connect your data to you. All data will be archived in password protected computers, available only to the main researchers involved in the study, also in an attempt to protect your privacy.

Ethics Approval:

This study has been approved by the Australian Institute of Sport ethics committee. If you have any concerns, you can contact the secretary of the AIS Ethics Committee on 02 6214 1577.

Further information:

If you require any further information in regards to any aspect of participating in this study, please do not hesitate to contact the Principal Researcher (contact details in the beginning of this document) or Mr. Rodrigo Scattone.

Rodrigo Scattone
Phone: 0475 420 307
E-mail: u3138631@uni.canberra.edu.au