

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

**TORQUE EXCÊNTRICO DO QUADRIL, JOELHO E  
TORNOZELO EM INDIVÍDUOS COM E SEM  
TENDINOPATIA PATELAR**

**ANA LUISA GRANADO FERREIRA**

**São Carlos**

**2015**

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

**TORQUE EXCÊNTRICO DO QUADRIL, JOELHO E**  
**TORNOZELO EM INDIVÍDUOS COM E SEM**  
**TENDINOPATIA PATELAR**

**ANA LUISA GRANADO FERREIRA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia, área de concentração Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

**ORIENTADOR**

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão

**CO-ORIENTADORA**

Prof. Dra. Theresa Helissa Nakagawa

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F383te Ferreira, Ana Luisa Granado.  
Torque excêntrico do quadril, joelho e tornozelo em indivíduos com e sem tendinopatia patelar / Ana Luisa Granado Ferreira. -- São Carlos : UFSCar, 2015.  
51 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Fisioterapia. 2. Tendões. 3. Joelhos. 4. Reabilitação. 5. Torque. 6. Biomecânica. I. Título.

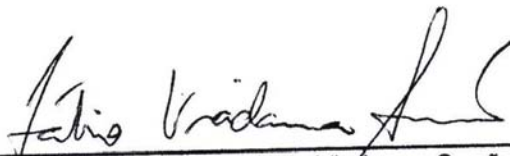
CDD: 615.82 (20ª)

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Ana Luisa Granado Ferreira, realizada em 20/02/2015:



---

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão  
UFSCar



---

Profa. Dra. Paula Rezende Camargo  
UFSCar



---

Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre  
UNESP

"...And when the night is cloudy,  
There is still a light that shines on me.  
Shine on until tomorrow, let it be.

John Lennon e Paul McCartney

Dedico esse trabalho a todos que de alguma forma contribuíram para que ele pudesse ser realizado. Em especial aos meus pais **Cleusa e Elni**, que não apenas me apoiaram em toda a trajetória, mas me ensinaram a correr atrás dos meus sonhos.

*"Dificuldades preparam pessoas comuns para destinos extraordinários"*

C.S. Lewis

## Agradecimentos Especiais

Aos meus **pais** que além de me apoiarem, sempre estiveram presentes e interessados no meu trabalho e na minha vida. Por serem pessoas tão corretas, altruístas e batalhadoras, e me mostrarem o como eu quero ser.

Vocês são meus exemplos! Obrigada por apoiarem minhas decisões e incentivarem meus sonhos. Eu não poderia querer pais melhores. Muito obrigada! Eu amo vocês!

Aos meus irmãos por serem tão companheiros. **Ciro**, você alegra a minha vida! Sua maneira de encarar as dificuldades, sempre com otimismo e bom humor, me faz querer ser melhor. Tenho muito orgulho de você!

**Cauê**, apesar da distância, eu sempre penso muito em você e torço para o seu sucesso. Sinto muita falta das nossas conversas, mas quando nos encontramos parece que nada mudou. Muito obrigada por tudo, inclusive por ter me dado sobrinhos lindos! Amo muito vocês, queridos!

*"Isso de a gente querer ser exatamente o que a gente é ainda vai nos levar além."*

Paulo Leminski

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao **Prof. Fábio Viadanna Serrão** por ter me aceitado em seu laboratório, ainda na graduação, e me dado essa oportunidade de realizar esse trabalho. Obrigada pelos conselhos e pela paciência nesses 5 anos.

Agradeço a **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela bolsa de estudos concedida para que esse trabalho fosse realizado.

Aos **membros da banca** por aceitarem o convite em participar da avaliação e pela disponibilidade em contrubuir com a realização do trabalho.

Agradeço a minha co-orientadora **Prof. Theresa Nakagawa**, sem a qual esse trabalho não teria sido realizado, por toda a paciência e ajuda em todas as fases do projeto. Sua competência e dedicação são exemplos a serem seguidos. Muito obrigada!

Agradeço a minha companheira de casa e de laboratório **Mariana** por ser minha família aqui em São Carlos, e como diz o clichê “dividir as tristezas e multiplicar alegrias”. Obrigada por me aguentar a tanto tempo e estar presente em todos os momentos!

Agradeço ao meu amigo e companheiro de laboratório **Rodrigo** que, além de me orientar na iniciação científica, continuou me ajudando em todas as partes deste trabalho. Obrigada por ser sempre uma pessoa com quem posso contar, para assuntos acadêmicos ou assuntos da vida.

Agradeço as minhas companheiras de laboratório **Giovanna e Ana Flávia** por terem paciência em explicar todos as regras e procedimentos incontáveis vezes e me ouvirem sempre que preciso “chorar as pitangas”. Sentirei saudades das risadas diárias.

Agradeço aos outros companheiros de laboratório **Daniel e Guilherme** pelas risadas e conversas. E claro, também pelo conhecimento compartilhado, porque nós também trabalhamos no LAIOT.



Agradeço ao meu aluno de iniciação científica **Lucas** por toda a ajuda nas coletas, pela sua dedicação ao projeto e por estar sempre disposto a ajudar. E, claro, por não reclamar do meu mal-humor matinal.

Agradeço ao oiteto: **Camila, Flávia, Katharine, Lívia, Mariana, Raísa e Taísa**, pela amizade e companherismo, apesar da distância. Por se esforçarem em estar presente na minha vida. Tenho muito orgulho de vocês, por cada uma estar se encaminhando exatamente para aquilo que sonhou e mesmo assim não esquecer das amizades.

Agradeço aos meus **primos e primas**, por serem os melhores do mundo! Vocês são amigos que eu não escolhi. Ainda bem! Eu não poderia ter escolhido melhor.

Aos meus **tios e tias**, por estarem sempre interessados na minha vida, e por me apoiarem sempre!

Agradeço aos amigos de Santa Bárbara pela amizade de longa data, principalmente às lindas: **Nathana, Camila, Juliane, Marina, Caroline e Letícia**, uma amizade que a distância não separa e o tempo não destrói. Obrigada por estarem comigo em todos os momentos, me incentivando sempre. Amo vocês! Agradeço também ao **Du**, o meu melhor amigo querido, que eu quero muito bem!

Agradeço ao **Alexandre** por sempre entender a minha falta de tempo e ter tanta paciência comigo, mesmo na minha loucura pré-defesa.

Agradeço aos meus amigos do jazz: **Marina, Félix, Matheus, Érika, Elizandra e Léo**, por trazerem a arte pra minha vida e fazerem os meus dias mais felizes. Muito obrigada pela amizade!

Agradeço aos demais amigos que se fizeram presentes nesses anos e na minha vida: **Lucas, Bruninho, Marina, Thianne, Raquel, Bianca, Natália, Monique**. A vocês, o meu mais sincero agradecimento e carinho.

Agradeço, também, aos **voluntários** que se dispuseram a participar do estudo, sempre muito atenciosos e prestativos. Muito obrigada!

*"Eu espero que a vida te surpreenda e que você não se prenda, não se acanhe, não duvide.  
Porque parte das coisas boas vem das lutas, mas outra parte vem sem avisar"*

Fernanda Gaona

## RESUMO

**Introdução:** A tendinopatia patelar (TP) é uma lesão por sobreuso, mas não se sabe ao certo quais são os fatores que contribuem para a sobrecarga no tendão. A alta prevalência dessa doença em atletas saltadores pode estar relacionada a uma diminuição da utilização dos músculos extensores do quadril e flexores plantares do tornozelo, e consequente uso preferencial do músculo quadríceps para absorver as forças de impacto que atuam no membro inferior durante as aterrissagens de saltos, possivelmente devido ao déficit de força dos mesmos. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o pico de torque excêntrico extensor do quadril e do joelho e flexor plantar do tornozelo e suas razões joelho/quadril e joelho/tornozelo em indivíduos com tendinopatia patelar (GTPS), indivíduos com alteração de imagem no tendão patelar assintomáticos (GTPA), e indivíduos saudáveis (GC). **Métodos:** Participaram deste estudo 17 indivíduos com idade entre 16 e 35 anos, praticantes de voleibol, basquetebol e handebol, divididos em 3 grupos: GTPS (n=6), GTPA (n=5) e GC (n=6). O pico de torque excêntrico dessas articulações foi mensurado utilizando um dinamômetro isocinético. As diferenças entre os grupos foram avaliadas por meio da análise de multivariância (MANOVA) e o post-hoc de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). **Resultados:** O GTPS apresentou menor torque excêntrico extensor do joelho do que o GTPA ( $p=0,047$ ) e o GC ( $p=0,035$ ). Além disso, o GTPA apresentou maior razão de torque joelho/tornozelo do que o GTPS ( $p=0,015$ ) e uma forte tendência a ter essa razão maior do que o GC (0,064). **Conclusão:** GTPS apresentou menor torque extensor do joelho, o que ocorreu possivelmente por uma inibição pela dor. Além disso, o GTPA apresentou maior razão joelho/tornozelo, podendo esse ser um fator relacionado ao aumento da carga no tendão patelar. São necessários estudos prospectivos para comprovação desse fator de risco.

## ABSTRACT

---

**Background:** Patellar tendinopathy (PT) is an overuse injury, but the factors that contribute to tendon overload are still unknown. The high prevalence of this injury in jumping athletes may be related to hip extensor and ankle plantar flexor weakness, which could lead to a preferential use of the quadriceps to absorb the impact forces acting on the lower limbs during landing. However, no previous study has evaluated hip and ankle strength in subjects with PT. Therefore, the aim of this study was to evaluate the eccentric hip and knee extensor and ankle plantar flexor peak torques and the knee/hip and knee/ankle ratios in athletes with symptomatic PT (SPTG), athletes with asymptomatic patellar tendon ultrasonographic abnormalities (APTG) and healthy controls (CG). **Methods:** Seventeen athletes (volleyball, basketball and handball) between 16 and 35 years of age were enrolled in this study. They were divided into three groups: SPTG (n=6), APTG (n=5) and CG (n=6). Eccentric peak torque was evaluated with an isokinetic dynamometer. Differences between groups were evaluated by multivariate analysis (MANOVA) and the Tukey post-hoc test ( $\alpha=0.05$ ). **Results:** The SPTG had a lower eccentric knee extensor torque than the APTG ( $p=0.047$ ) and the CG ( $p=0.035$ ), and the APTG had a higher knee/ankle ratio than the SPTG ( $p=0.015$ ). **Conclusions:** The SPTG had lower knee extensor torque than the other groups, which may have been due to pain inhibition. Additionally, the APTG had a higher knee/ankle ratio than the other groups, which may have been related to increased patellar tendon load. Prospective studies are needed to investigate whether these aspects are risk factors for PT.

## **LISTA DE FIGURAS**

---

	Página
<b>Figura 1</b> - Posicionamento do participante para avaliação do torque isocinético das articulações do membro inferior	30

## LISTA DE TABELAS

---

	Página
<b>Tabela 1</b> - Características demográficas	33
<b>Tabela 2</b> - Médias $\pm$ desvio padrão do torque isocinético excêntrico extensor de quadril e joelho e flexor plantar do tornozelo, e suas razões J:Q e J:T	34

# SUMÁRIO

<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>ESTUDO</b> .....	<b>23</b>
INTRODUÇÃO .....	24
MÉTODOS .....	27
Sujeitos .....	27
Avaliação ultrassonográfica .....	29
Teste isocinético .....	29
Análise dos dados.....	31
RESULTADOS .....	33
DISCUSSÃO .....	35
Torque extensor do joelho.....	35
Torque extensor do quadril e flexor plantar do tornozelo .....	37
Limitações do estudo.....	39
CONCLUSÃO .....	40
REFERÊNCIAS.....	41
<b>ANEXO 1 (Termo de consentimento Livre e Esclarecido)</b> .....	<b>44</b>
<b>ANEXO 2 (Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos)</b> .....	<b>51</b>

## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

A tendinopatia patelar (TP) é uma lesão por sobreuso do tendão patelar, que acomete principalmente atletas recreacionais e de elite. É caracterizada por dor anterior no joelho relacionada à atividade física, sensibilidade à palpação no tendão patelar e alterações de imagem no tendão (COOK; KHAN; HARCOURT, 1998; COOK et al., 2000). Por ser uma lesão crônica do tendão patelar, essa doença interfere na carreira dos atletas. De fato, Kettunen et al. (2002) demonstraram que 53% dos atletas com TP abandonaram a prática esportiva devido aos sintomas no joelho.

A TP está entre as lesões mais frequentes no esporte (LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005), com incidência de 14,4% entre atletas de elite de diferentes esportes e 8,5% entre atletas recreacionais. Visto que a prática de atividade repetitiva de aterrissagem de saltos é um dos principais fatores associados ao desenvolvimento da TP (CROSSLEY et al., 2007; PEERS; LYSSENS, 2005), essa disfunção tem maior incidência em esportes que possuem saltos, submetendo o mecanismo extensor a uma alta demanda de força e alta velocidade, como vôlei (40 a 50%) (FERRETTI; PUDDU; MARIANI, 1984; LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005), basquete (32%) (LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005) e handebol (15%) (LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005). Além disso, a prevalência de TP em atletas do sexo masculino é duas vezes maior do que no sexo feminino (LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005). Isso ocorre possivelmente devido a maior carga imposta ao mecanismo extensor desses atletas, já que os indivíduos do sexo masculino apresentam maior capacidade de gerar força (HÄKKINEN; KRAEMER; NEWTON, 1997; KANEHISA et al., 1996) e maior habilidade para saltar (VISNES; AANDAHL; BAHR, 2013).

Como a maioria das lesões por sobreuso, a TP se desenvolve a partir da ação combinada de dois grupos de fatores: intrínsecos e extrínsecos (WARDEN; HONS; BRUKNER, 2003). Os fatores extrínsecos são os fatores ambientais ou fatores externos ao indivíduo. Dentre eles podem ser citados o aumento de carga, frequência ou intensidade de treino; técnica inadequada (ALMEKINDERS; TEMPLE, 1998; MAGRA; MAFFULLI, 2008); equipamento inapropriado e treino sobre solo rígido (FERRETTI; PUDDU; MARIANI, 1984; MAGRA; MAFFULLI, 2008). Apesar da sobrecarga mecânica ser considerada o fator de risco mais relevante, a prevalência de TP não é consistente entre indivíduos expostos a mesma quantidade de carga, sugerindo que os fatores intrínsecos também contribuem para o desenvolvimento e/ou perpetuação dessa disfunção (CROSSLEY et al., 2007). Existe evidência de que fatores intrínsecos, que de algum modo aumentam a carga no tendão patelar, podem estar associados a TP (VAN DER WERP et al., 2011). Dentre eles estão: o índice de massa corpórea (IMC) (MALLIARAS; COOK; KENT, 2006; CROSSLEY et al., 2007), a flexibilidade de quadríceps e isquiotibiais (WITVROUW; BELLEMANS; LYSSENS, 2001), altura do arco longitudinal do pé (CROSSLEY et al., 2007) e performance de salto vertical (VISNES; AANDAHL; BAHR, 2013).

Embora a etiologia da tendinopatia não esteja completamente esclarecida, existem teorias do desenvolvimento dessa disfunção. Dentre os existentes, o modelo hipotetizado por Cook & Purdan (2009) tem a correlação clínica mais evidente (RUDAVSKY; COOK, 2014). Esse modelo, denominado modelo contínuo, aloca a disfunção numa linha dividida em três estágios: tendinopatia reativa, falha na reparação e tendinopatia degenerativa. Segundo os autores, o estímulo que move a patologia através dos estágios é a adição ou remoção da carga. Sendo assim, o tendão submetido a uma sobrecarga inicia uma resposta reativa a esse estímulo, produzindo células não inflamatórias que espessam o tendão,



diminuindo o estresse (por aumentar a área transversal do mesmo). O tendão, por sua vez, tem a capacidade de retornar ao seu estado normal se a sobrecarga for retirada ou se existir tempo de reparo suficiente. Entretanto, se a sobrecarga permanecer, essa adaptação aguda começa a ser insuficiente, levando, no final da linha, a mudanças na matriz extracelular e nas células, resultando em áreas de acelularidade, neovascularização, desorganização da matriz e redução do colágeno, observadas na ultrassonografia como áreas hipoecóicas (COOK; PURDAM, 2009). Apesar do conhecimento de que alterações de imagem, como a regiões hipoecóicas não necessariamente indicam TP, estando presente em atletas assintomáticos com uma prevalência de 22-32% (COOK; KHAN; HARCOURT, 1998; COOK et al., 2000; FREDBERG; BOLVIG, 2002), a presença de anormalidades estruturais no tendão patelar é sugestiva de sobrecarga (COOK; PURDAM, 2009) e tem sido identificada como fator de risco para TP sintomática (COOK; KHAN, 2001; COOK et al., 2000; FREDBERG; BOLVIG, 2002).

Acredita-se que uma frequente exposição do tendão patelar a elevadas forças combinado a uma pobre biomecânica de aterrissagem (alterações que aumentam a sobrecarga no tendão patelar, como aumento da flexão de joelho, valgo dinâmico, diminuição flexão do quadril) pode ser um dos principais fatores causais de lesões por sobreuso no joelho em esportes com saltos e aterrissagens repetitivos (FERRETTI; PUDDU; MARIANI, 1984; LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005). Isso ocorre pois, no contato inicial com o solo, durante a aterrissagem de um salto, o joelho é submetido a um momento externo flexor devido a ação da força de reação do solo vertical e a aceleração da massa dos segmentos proximais ao joelho (BLACKBURN; PADUA, 2009). Para contrabalançar esse momento externo flexor do joelho, o músculo quadríceps deve contrair excêntrica, contribuindo para o momento interno extensor do joelho. No entanto, o uso preferencial do músculo quadríceps na dissipação de força pode

sobrecarregar o tendão patelar, provocando microtraumas se essas cargas forem excessivamente elevadas e/ou repetitivas, podendo ter um papel importante no desenvolvimento da TP.

Baseado nisto, Bisseling et al. (2007) compararam o momento interno extensor do joelho entre indivíduos saudáveis, com TP sintomática e com histórico de TP. Esses autores demonstraram que atletas com TP sintomática apresentaram uma estratégia de aterrissagem do salto para se evitar alta carga excêntrica no mecanismo extensor do joelho, sendo essa caracterizada por um menor pico do momento extensor no joelho quando comparados ao grupo controle. Por outro lado, os atletas com histórico de TP apresentaram maior taxa de carga do momento extensor do joelho quando comparados ao grupo controle e ao grupo de atletas com TP sintomática. Possivelmente, o grupo com TP sintomática adotou uma estratégia de aterrissagem para evitar cargas excessivas no tendão patelar devido à dor, enquanto o grupo com histórico de TP apresentou uma estratégia de aterrissagem mais rígida onde o tendão patelar estaria submetido a altas cargas, podendo predispor a TP sintomática (BISSELING et al., 2007).

Embora a articulação do joelho seja importante na absorção das forças de impacto que atuam no membro inferior, as articulações do quadril (BLACKBURN; PADUA, 2009) e do tornozelo (ZHANG; BATES; DUFEK, 2000) também contribuem com essa função. Pollard et al. (2010) sugeriram que aterrissar com uma menor flexão de quadril e joelho, enfatizaria a utilização do músculo quadríceps para atenuar as forças de impacto, já que indivíduos saudáveis que utilizaram essa estratégia na aterrissagem apresentaram um maior momento extensor do joelho em relação ao momento extensor do quadril, assim como uma maior absorção de energia no joelho em relação ao quadril. Por outro lado, a aterrissagem com o tronco e quadril mais fletidos moveria o centro de massa e, conseqüentemente, a resultante da força de reação do solo anteriormente em relação ao

centro articular do quadril e joelho, aumentando a demanda dos músculos extensores do quadril e, concomitantemente, diminuindo a demanda do músculo quadríceps (BLACKBURN; PADUA, 2009; POWERS, 2010; SHIMOKOCHI et al., 2013). Com relação à articulação do tornozelo, durante a aterrissagem de um salto com o contato inicial ocorrendo com o antepé (maior flexão plantar), a força de reação do solo cria um momento externo dorsiflexor e, para resistir à excessiva dorsiflexão, os músculos flexores plantares contraem excentricamente, criando um momento contrário (momento interno flexor plantar) (SHIMOKOCHI et al., 2009). Zhang et al. (2000) acreditam que essa ação excêntrica dos músculos flexores plantares torna o tornozelo a primeira articulação responsável pela absorção da força de impacto durante a aterrissagem de um salto. Diante dessas informações, acredita-se que uma maior contribuição dos músculos do quadril e tornozelo na absorção das forças de impacto diminuiria a sobrecarga no mecanismo extensor do joelho e, assim, a predisposição ao desenvolvimento da TP.

Como descrito anteriormente, após o contato inicial com o solo durante a aterrissagem de um salto, é necessário que o músculo quadríceps contraia excentricamente para resistir o momento externo flexor imposto pela força de reação do solo vertical (BLACKBURN; PADUA, 2009). Na presença de déficit de força excêntrica do músculo quadríceps, o indivíduo tende a aterrissar de um salto com o joelho mais estendido e a manter a extensão mesmo após o contato inicial, ao invés de absorver o impacto com uma flexão de joelho controlada (LEPHART et al., 2002; NAGAI et al., 2013). Essa estratégia diminui o deslocamento de massa após o contato inicial, aumentando a rigidez (*stiffness*) durante a aterrissagem (BUTLER; CROWELL; DAVIS, 2003; VAN DER WORP et al., 2014). Além disso, pode-se inferir que a redução na capacidade de gerar força excêntrica dos músculos extensores do quadril e dos flexores plantares do tornozelo faria com o que o indivíduo aterrissasse de um salto com uma

menor flexão de quadril e flexão plantar do tornozelo pela incapacidade desses músculos em controlar a flexão do quadril e a dorsiflexão do tornozelo que ocorrem logo após o contato inicial. Isso provavelmente resultaria numa maior demanda do músculo quadríceps para atenuar as forças de impacto (POLLARD; SIGWARD; POWERS, 2010), o que possivelmente aumentaria a força no tendão patelar e, conseqüentemente, predisporia o desenvolvimento da TP.

Apesar de recentes revisões sistemáticas de literatura (LARSSON; KÄLL; NILSSON-HELANDER, 2012; MALLIARAS et al., 2013; VAN DER WORP et al., 2014) recomendarem exercícios excêntricos de fortalecimento para o tratamento da TP, nenhum estudo investigou como se comporta a capacidade de gerar torque excêntrico extensor nas 3 articulações (quadril, joelho e tornozelo) que desaceleram o movimento de aterrissagem em indivíduos com e sem TP. De acordo com o nosso conhecimento, somente Gaida et al. (2004) avaliaram o torque extensor excêntrico do joelho em indivíduos com TP, observando uma tendência de diminuição do mesmo nesse grupo. Porém, nesse estudo apenas indivíduos com TP sintomática foram avaliados e, além disso, o torque excêntrico extensor do quadril e flexor plantar do tornozelo não foi analisado. Uma vez que as musculaturas extensoras de quadril e joelho e flexoras plantares de tornozelo agem excentricamente na dissipação da força de reação do solo vertical durante a aterrissagem de saltos, uma diminuição de força em alguma dessas musculaturas pode prejudicar a dissipação de forças pela articulação que ela atua, sobrecarregando as demais articulações. Sendo assim, a avaliação do torque excêntrico desses grupos musculares pode auxiliar na interpretação das diferenças nas estratégias de aterrissagem observadas entre indivíduos sadios, indivíduos com TP sintomática e indivíduos assintomáticos com alterações de imagem no tendão patelar. Se confirmados, esses achados podem colaborar para guiar os protocolos de tratamento e prevenção dessa

disfunção, objetivando o fortalecimento excêntrico das musculaturas que apresentam déficit de força.

## REFERÊNCIAS

---

ALMEKINDERS, L.; TEMPLE, J. Etiology, diagnosis, and treatment of tendonitis: an analysis of the literature. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 8, p. 1183 – 1190, 1998.

BISSELING, R. W. et al. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 7, p. e8, jul. 2007.

BLACKBURN, J. T.; PADUA, D. A. Sagittal-plane trunk position, landing forces, and quadriceps electromyographic activity. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 2, p. 174–9, 2009.

BUTLER, R. J.; CROWELL, H. P. 3RD; DAVIS, I. M. Lower extremity stiffness: Implications for performance and injury. **Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 18, p. 511–7, 2003.

COOK, J.; KHAN, K. Asymptomatic hypoechoic regions on patellar tendon ultrasound: A 4-year clinical and ultrasound followup of 46 tendons. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 11, n. 6, p. 321–327, 2001.

COOK, J.; KHAN, K.; HARCOURT, P. Patellar tendon ultrasonography in asymptomatic active athletes reveals hypoechoic regions: a study of 320 tendons. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 8, p. 73–7, 1998.

COOK, J. L. et al. Prospective Imaging Study of Asymptomatic Patellar Tendinopathy in Elite Junior Basketball Players. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 19, p. 473–479, 2000.

COOK, J. L.; PURDAM, C. R. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, p. 409–16, 2009.

CROSSLEY, K. M. et al. Clinical Features of Patellar Tendinopathy and Their Implications for Rehabilitation. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 25, p. 1164–1175, 2007.

FERRETTI, A.; PUDDU, G.; MARIANI, P. Jumper's knee: an epidemiological study of volleyball players. **Physician Sportsmed**, v. 12, p. 97– 106, 1984.

FREDBERG, U.; BOLVIG, L. Significance of ultrasonographically detected asymptomatic tendinosis in the patellar and achilles tendons of elite soccer players: a longitudinal study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 4, p. 488–491, 2002.

GAIDA, J. E. et al. Are unilateral and bilateral patellar tendinopathy distinguished by differences in anthropometry, body composition, or muscle strength in elite female basketball players? **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p. 581–5, out. 2004.

HÄKKINEN, K.; KRAEMER, W.; NEWTON, R. Muscle activation and force production during bilateral and unilateral concentric and isometric contractions of the knee extensors in men and women at different ages. **Electromyography and Neurophysiology**, v. 37, n. 3, p. 131–42, 1997.

KANEHISA, H. et al. Sex difference in force generation capacity during repeated maximal knee extensions. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 73, n. 6, p. 557–62, 1996.

KETTUNEN, J. A. et al. Long-Term Prognosis for Jumper ' s Knee in Male Athletes: A Prospective Follow-up Study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 5, p. 689–692, 2002.

LARSSON, M.; KÄLL, I.; NILSSON-HELANDER, K. Treatment of patellar tendinopathy—a systematic review of randomized controlled trials. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 20, n. 8, p. 1632–46, ago. 2012.

LEPHART, S. M. et al. Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, p. 162–169, 2002.

LIAN, O. B.; ENGBRETSSEN, L.; BAHR, R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 4, p. 561–7, abr. 2005.

MAGRA, M.; MAFFULLI, N. Genetic aspects of tendinopathy. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, n. 3, p. 243–247, 2008.

MALLIARAS, P.; COOK, J. L.; KENT, P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. **Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia**, v. 9, n. 4, p. 304–9, ago. 2006.

MALLIARAS, P. et al. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: a systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 43, n. 4, p. 267–86, abr. 2013.

NAGAI, T. et al. Knee proprioception and strength and landing kinematics during a single-leg stop-jump task. **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 1, p. 31–8, 2013.

PEERS, K. H. E.; LYSSENS, R. J. J. Patellar tendinopathy in athletes: current diagnostic and therapeutic recommendations. **Sports Medicine**, v. 35, n. 1, p. 71–87, 2005.

POLLARD, C. D.; SIGWARD, S. M.; POWERS, C. M. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. **Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 25, n. 2, p. 142–6, fev. 2010.

POWERS, C. M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 2, p. 42–51, fev. 2010.

RUDAVSKY, A.; COOK, J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). **Journal of Physiotherapy**, v. 60, n. 3, p. 122–9, 1 ago. 2014.

SHIMOKOCHI, Y. et al. The Relationships Among Sagittal-Plane Lower Extremity Moments: Implications for Landing Strategy in Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 1, p. 33–38, 2009.

SHIMOKOCHI, Y. et al. Changing sagittal plane body position during single-leg landings influences the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 21, p. 888–897, 2013.

VAN DER WORP, H. et al. Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. **British Journal of Sports Medicine**, v. 45, n. 5, p. 446–52, abr. 2011.

VAN DER WORP, H. et al. Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 8, p. 714–22, jul. 2014.

VISNES, H.; AANDAHL, H. Å.; BAHR, R. Jumper's knee paradox - jumping ability is a risk factor for developing jumper's knee: a 5-year prospective study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, p. 503–507, 2013.

WARDEN, S. J.; HONS, B.; BRUKNER, P. Patellar tendinopathy. **Clinics in Sports Medicine**, v. 22, p. 743–59, 2003.

WITVROUW, E.; BELLEMANS, J.; LYSSENS, R. Intrinsic Risk Factors for the Development of Patellar Tendinitis in an Athletic Population. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 2, p. 190–195, 2001.

ZHANG, S.; BATES, B.; DUFEK, J. Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landings. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 4, p. 812–9, 2000.



**TORQUE EXCÊNTRICO DE QUADRIL, JOELHO E  
TORNOZELO EM INDIVÍDUOS COM E SEM  
TENDINOPATIA PATELAR**

Artigo submetido ao periódico *British Journal of Sports Medicine*

## INTRODUÇÃO

---

A tendinopatia patelar (TP) é uma lesão por sobreuso no tendão patelar, caracterizada por dor anterior no joelho relacionada a atividade física (COOK et al., 2000b; TORSTENSEN; BRAY; WILEY, 1994). A TP está entre as lesões mais frequentes no esporte (LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005), apresentando uma prevalência de 40 a 50% entre atletas de elite de voleibol (FERRETTI; PUDDU; MARIANI, 1984; LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005) e 32% entre atletas de basquetebol (LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005). A prática de atividade repetitiva de aterrissagem de saltos é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento da TP (CROSSLEY et al., 2007; PEERS; LYSSENS, 2005), sendo que os atletas envolvidos nessa prática muitas vezes apresentam alterações estruturais no tendão patelar à avaliação ultrassonográfica (COOK; KHAN; HARCOURT, 1998; COOK et al., 2000b). Embora as alterações nas imagens ultrassonográficas sejam utilizadas como um dos critérios para o diagnóstico da TP, essas alterações também são encontradas em atletas assintomáticos com uma prevalência de 22-32% (COOK; KHAN; HARCOURT, 1998; COOK et al., 2000b; FREDBERG; BOLVIG, 2002). Porém, a presença de anormalidades estruturais no tendão patelar, mesmo na ausência de sintomas, é sugestiva da presença de sobrecarga (COOK; PURDAM, 2009). Além disso, essas alterações de são consideradas fatores de risco para o desenvolvimento de TP (COOK; KHAN, 2001; COOK et al., 2000b; FREDBERG; BOLVIG, 2002).

Após o contato inicial com o solo durante a aterrissagem de um salto, o músculo quadríceps age excêntrica para resistir ao momento externo flexor no joelho criado pela força de reação do solo passando posterior ao centro articular do joelho (BLACKBURN; PADUA, 2009). Na presença de déficit de força excêntrica do músculo quadríceps, o indivíduo tende a aterrissar de um salto com o joelho mais estendido,

possivelmente devido a uma diminuição da capacidade em controlar a excursão de flexão do joelho durante a aterrissagem (LEPHART et al., 2002; NAGAI et al., 2013). Apesar do fortalecimento excêntrico de quadríceps ser recomendado para o tratamento da TP (VAN DER WORP et al., 2014) e da importância do torque excêntrico extensor do joelho na absorção das forças de impacto durante a aterrissagem do salto, somente Gaida et al. (2004) avaliaram essa variável em indivíduos com TP, observando uma tendência de diminuição do mesmo nesse grupo. Porém, nesse estudo apenas indivíduos com TP sintomática foram avaliados, sendo necessário investigar se existe alteração na capacidade de gerar torque excêntrico extensor do joelho nos indivíduos assintomáticos com alteração de imagem no tendão patelar.

É importante considerar que durante a aterrissagem do salto, as articulações proximais e distais ao joelho também contribuem para a atenuação das forças de impacto. Assim, pode-se inferir que a redução na capacidade de gerar força excêntrica dos músculos extensores do quadril e dos flexores plantares do tornozelo faria com o que o indivíduo tivesse menor capacidade de controlar a flexão do quadril e a dorsiflexão do tornozelo que ocorrem logo após o contato inicial e, portanto, aterrissariam com uma menor flexão do quadril e flexão plantar do tornozelo. Isso provavelmente resultaria numa maior demanda do músculo quadríceps para atenuar as forças de impacto (POLLARD; SIGWARD; POWERS, 2010), o que possivelmente aumentaria a carga no tendão patelar e, conseqüentemente, predisporia o desenvolvimento da TP. Um estudo prévio (DEVITA; SKELLY, 1992) demonstrou a importância dos músculos flexores plantares do tornozelo na dissipação de forças na aterrissagem, relatando que a contribuição desses músculos na dissipação de energia é de 37% de toda energia dissipada nos membros inferiores durante uma aterrissagem macia e maior do que 50% em uma aterrissagem rígida. Sendo assim, os músculos flexores plantares do tornozelo e os extensores do joelho são considerados

as musculaturas primárias na dissipação de energia cinética durante a aterrissagem. Além disso, Pollard, Sigward e Powers (2010) sugeriram que aterrissar com uma menor flexão do quadril e joelho, enfatizaria a utilização do músculo quadríceps para atenuar as forças de impacto, já que indivíduos saudáveis que utilizaram essa estratégia na aterrissagem apresentaram um maior momento interno extensor do joelho em relação ao momento interno extensor do quadril, assim como uma maior absorção de energia no joelho em relação ao quadril. Apesar da contribuição das articulações proximais e distais na absorção do impacto e desaceleração controlada dos segmentos corporais durante a aterrissagem do salto, de acordo com o nosso conhecimento, nenhum estudo analisou a capacidade de gerar torque excêntrico extensor do quadril e flexor plantar do tornozelo em atletas assintomáticos com alterações de imagem no tendão patelar e com TP sintomática.

Devido a contribuição de todas as articulações na desaceleração do centro de massa na aterrissagem há a necessidade de se investigar como se comporta a capacidade de gerar torque excêntrico extensor proximal, local e distal (quadril, joelho e tornozelo) em atletas com TP e com alterações de imagem no tendão. Portanto, o presente estudo teve como objetivos comparar o torque excêntrico extensor do quadril e do joelho e flexor plantar do tornozelo, bem como as razões joelho/quadril e joelho/tornozelo entre indivíduos saudáveis, indivíduos com TP e indivíduos assintomáticos com alteração de imagem no tendão patelar, praticantes de atividades de saltos.

Nossa hipótese é de que indivíduos sintomáticos e assintomáticos com alteração de imagem no tendão patelar apresentem menores torques extensores do quadril e flexores plantares do tornozelo, quando comparados a indivíduos saudáveis. E, além disso, que indivíduos sintomáticos apresentem menor torque extensor do joelho quando comparado aos demais grupos.

## MÉTODOS

---

### Sujeitos

Foram recrutados para este estudo 17 indivíduos do sexo masculino com idade de 16 a 35 anos praticantes de voleibol, basquetebol e handebol por pelo menos 2 vezes por semana. Foram escolhidos indivíduos do sexo masculino, pois estes desenvolvem TP com o dobro da frequência (LIAN; ENGBRETSSEN; BAHR, 2005). O cálculo amostral prévio foi realizado baseado no torque excêntrico extensor de joelho ( $\alpha = 0,05$ ,  $\beta = 0,20$  e desvio padrão do grupo de 0,78) dos primeiros 5 indivíduos de cada grupo. Baseados nesses parâmetros, 6 indivíduos por grupo seriam necessários para que o estudo tivesse poder adequado para analisar essa variável de interesse. Todos os indivíduos foram convidados a participar do estudo de forma voluntária e receberam informações sobre os objetivos da pesquisa e os procedimentos realizados, e assinaram um termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (Parecer 549.178). Após uma avaliação por um fisioterapeuta e um exame ultrassonográfico, os indivíduos foram divididos em 3 grupos conforme os seguintes critérios:

1) Grupo Tendinopatia Patelar Sintomático (GTPS; n=6): Presença de dor localizada no tendão patelar, confirmada pela palpação (BISSELING et al., 2007; SORENSON et al., 2010); presença de dor durante atividades que geram carga no tendão patelar (ex. agachamento, salto) por um período maior que 3 meses (SORENSON et al., 2010); presença de anormalidade no tendão patelar visualizadas na ultrassonografia de acordo com o definido por Cook et al.(COOK; KHAN, 2001); e pontuação menor que 80 pontos no questionário *Victorian Institute of Sport Assessment-Patella* (VISA-P)

(VISENTINI et al., 1998). Esse questionário foi desenvolvido para avaliar indivíduos com TP (VISENTINI et al., 1998), apresentando alta confiabilidade e reprodutibilidade (WAGECK et al., 2013). É pontuado de 0 a 100, e as menores pontuações correspondem a maior severidade da lesão.

2) Grupo com Alteração de Imagem no Tendão Patelar Assintomático (GTPA; n=5): Ausência de dor durante atividades que geram carga no tendão patelar (ex. agachamento, salto) por um período maior que 3 meses (SORENSEN et al., 2010); presença de anormalidade no tendão patelar visualizadas na ultrassonografia; VISA-P com pontuação maior que 80 pontos; e ausência de sensibilidade à palpação do tendão patelar;

3) Grupo Controle (GC; n=6): Ausência de dor durante atividades que geram carga no tendão patelar (ex. agachamento, salto) por um período maior que 3 meses (SORENSEN et al., 2010); ausência de sensibilidade à palpação do tendão patelar; ausência de anormalidade no tendão patelar visualizadas na ultrassonografia; VISA-P com pontuação maior que 80 pontos; e ausência de histórico de dor no tendão patelar;

Como critérios de exclusão para os três grupos foram adotados: 1) Lesão traumática dos membros inferiores e/ou coluna nos últimos 3 meses ou qualquer cirurgia nos membros inferiores e/ou coluna (BISELING et al., 2007); 2) Infiltrações no joelho nos últimos 6 meses (CROSSLEY et al., 2007); 3) Instabilidade na articulação do joelho (SORENSEN et al., 2010; SOUZA et al., 2010); 4) Disfunções respiratórias, cardíacas, neuromusculares e/ou sistêmicas, reportadas pelo voluntário, que poderiam inviabilizar as avaliações propostas (ROMERO-RODRIGUEZ; GUAL; TESCH, 2011).

## **Avaliação ultrassonográfica**

Os indivíduos foram submetidos a uma avaliação ultrassonográfica, de ambos os tendões patelares, por um médico ultrassonografista. Para essa avaliação, os indivíduos foram posicionados deitados com flexão de joelho de 30° do membro a ser avaliado e pé apoiado sobre maca. Foi utilizado o equipamento Venue 40 (GE Health Care, Buckinghamshire, UK), com transdutor modelo 12L-SC com frequência de 7,5 ± 20% MHz. A presença de alteração ultrassonográfica no tendão foi determinada baseado nos critérios de Cook, et al. (2001).

Na presença de alteração de imagem em ambos os tendões patelares, o membro inferior com a maior dor e/ou área de lesão, demonstrada pela ultrassonografia, foi avaliado (BISSELING et al., 2007; EDWARDS et al., 2010). Os indivíduos do grupo controle tiveram o membro inferior dominante avaliado, baseado no membro de preferência para chutar uma bola (FORD; MYER; HEWETT, 2003).

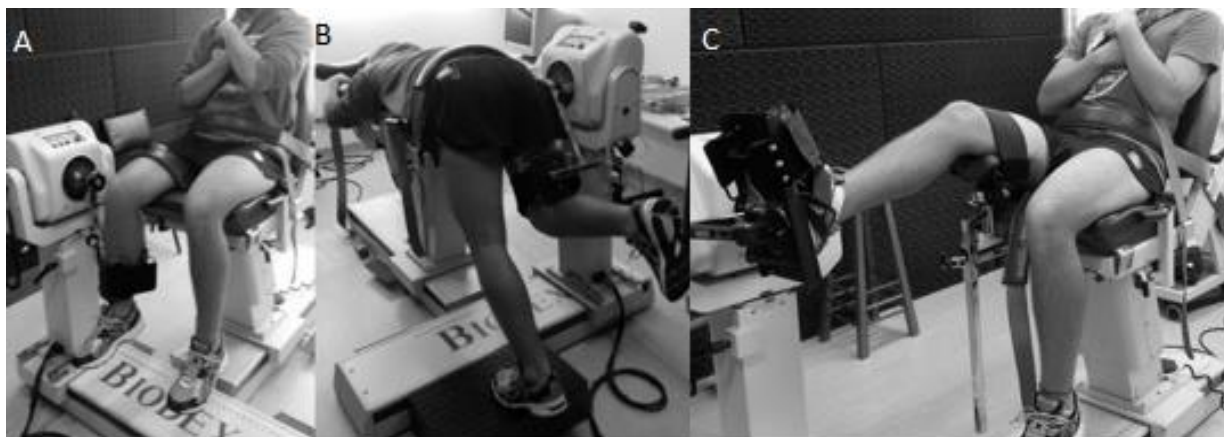
## **Teste isocinético**

Foi utilizado um dinamômetro isocinético *Biodex Multi-Joint System III* (Biodex Medical Systems Inc., New York, USA) para avaliação do torque excêntrico de extensão do quadril e do joelho e de flexão plantar do tornozelo. A avaliação foi realizada no modo excêntrico, já que os músculos extensores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares do tornozelo agem excentricamente para controlar o movimento articular durante a aterrissagem do salto. A velocidade utilizada foi de 60°/s para todos os grupos musculares avaliados. Essa velocidade foi escolhida por ser considerada uma boa representação da capacidade de gerar torque nas musculaturas avaliadas (BOLING; PADUA; CREIGHTON, 2009). As avaliações tiveram ordem aleatorizada por sorteio.

A avaliação do torque extensor do joelho foi realizada na posição sentada com quadril e joelho flexionados a 90°, com o quadril em posição neutra de abdução/adução e rotação medial/lateral. Quatro cintos foram utilizados para estabilizar o tronco e o membro inferior durante o teste (BALDON et al., 2012). O eixo do dinamômetro foi alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur e o braço de alavanca fixado 5 cm acima do maléolo lateral (Figura 1-A). A amplitude de movimento do teste foi de 20 a 90° de flexão do joelho (considerando 0° a extensão completa) (BALDON et al., 2012).

Para a avaliação do torque extensor do quadril, os participantes foram posicionados em decúbito ventral com ambos os membros inferiores fora do assento do dinamômetro com o quadril flexionado a 90°. Para estabilização, os braços foram envoltos no assento no dinamômetro e um cinto pélvico foi utilizado (BOLING; PADUA; CREIGHTON, 2009). O membro inferior não avaliado permaneceu suportando o peso corporal. O eixo do dinamômetro foi alinhado com o trocânter maior do fêmur e o braço de alavanca foi fixado na parte posterior da coxa, logo acima do joelho. O participante foi instruído a manter o joelho flexionado a 90° (Figura 1-B). A amplitude de movimento utilizada foi de 40 a 10° de flexão do quadril.

A avaliação do torque flexor plantar do tornozelo foi realizada conforme as recomendações do manual do equipamento. O participante foi posicionado sentado, com o tronco inclinado posteriormente 30° a partir da vertical e o joelho do membro avaliado



**Figura 1.** Posicionamento do participante para avaliação do torque isocinético das articulações do membro inferior. A) Joelho; B) Quadril; C) Tornozelo;



flexionado a 30°. O eixo do dinamômetro foi alinhado ao maléolo lateral. Para estabilização, cintos fixaram o tronco do paciente e o membro avaliado, logo acima do joelho (Figura 1-C). A amplitude de movimento utilizada foi de 20° de flexão plantar a 5° de dorsiflexão (MARSH et al., 1981; SALE et al., 1982).

Antes de cada avaliação, foram realizadas 3 repetições submáximas e 2 máximas para familiarização. Após um descanso de 2 minutos, a avaliação foi conduzida com uma série de 5 repetições excêntricas recíprocas máximas (SCATTONE SILVA et al., 2013). Durante cada série, um mesmo examinador, cego para os grupos, forneceu encorajamento verbal de forma padronizada e vigorosa.

A confiabilidade teste-reteste das medidas de torque excêntrico foi estabelecida previamente ao estudo. Para tal, 8 participantes foram avaliados em 2 ocasiões separadas por uma semana de intervalo. Os valores do coeficiente de correlação intraclassa - ICC (3,1) e do erro padrão da medida (EPM) foram 0,80 (0,16 Nm/kg) para extensão de quadril, 0,95 (0,11 Nm/kg) para extensão de joelho e 0,90 (0,2 Nm/kg) para flexão plantar do tornozelo.

### **Análise dos dados**

Os valores de pico de torque das 5 repetições excêntricas recíprocas foram usados para calcular a média do pico de torque. Esses valores foram, então, normalizados pela massa corporal de cada indivíduo ( $N.m.kg^{-1}$ ). As razões joelho/quadril (Razão J:Q) e joelho/tornozelo (Razão J:T) foram calculadas dividindo o pico de torque extensor do joelho pelo pico de torque extensor do quadril e o pico de torque extensor do joelho pelo pico de torque flexor plantar do tornozelo, respectivamente.

Toda a análise estatística foi realizada usando o *Statistical Package for the Social Science version 19.0 Software* (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA). Os dados foram inicialmente analisados com relação a sua distribuição estatística e homocedasticidade por meio dos testes de Shapiro Wilk e de Levene, respectivamente. O teste de análise de variância unifatorial (*One-way ANOVA*) foi aplicado para verificar diferenças nas características demográficas entre os grupos. Uma análise de multivariância (MANOVA) foi utilizada para comparar os dados de torque entre os grupos. Após isso, foi aplicado o post- hoc de Tukey para avaliar diferenças específicas. Para todas as análises foi utilizado um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Não houve diferenças para os dados antropométricos e tempo de prática no esporte entre os grupos ( $p>0,05$ ) (Tabela 1). Como esperado, o grupo GTPS apresentou menor pontuação no questionário VISA-P e maior EVA durante o teste isocinético quando comparados ao GTPA ( $p=0,00$ ) e ao GC ( $p=0,00$ ). O mesmo não ocorreu entre os grupos GTPA e GC ( $p=1,00$ ).

**Tabela 1.** Características demográficas

	GTPS (n=6)	GTPA (n=5)	GC (n=6)
Idade (anos)	22,17 ± 5,04	20,20 ± 1,09	20,50 ± 1,64
Tempo de prática (anos)	6,92 ± 4,78	6,6 ± 3,51	7,92 ± 3,01
Massa corporal (kg)	90,12 ± 22,73	88,6 ± 15,50	79,95 ± 8,32
Altura (m)	1,86 ± 0,05	1,86 ± 0,11	1,81 ± 0,06
IMC (kg.m <sup>2</sup> )	25,88 ± 6,11	25,61 ± 2,46	24,35 ± 2,62
Pontuação VISA-P	50,83 ± 8,23*	95,00 ± 4,36	95,00 ± 4,65
EVA isocinético	7,2 ± 2,54*	1,38 ± 2,0	0,0 ± 0,0

GTPS – Grupo Tendinopatia Patelar Sintomático; GTPA – Grupo com Alteração de Imagem do Tendão Patelar Assintomático; GC – Grupo Controle; IMC – Índice de Massa Corpórea;

\*Significativamente menor quando comparado ao GTPA e ao GC ( $p>0,05$ )

A tabela 2 apresenta os dados de pico de torque excêntrico dos extensores de quadril e joelho e flexores plantares do tornozelo, e as razões J:Q e J:T dos três grupos. A MANOVA demonstrou diferença significativa entre grupos para o torque isocinético excêntrico extensor de joelho ( $p=0,02$ ), e para a razão J:T ( $p=0,02$ ). O teste post hoc revelou que o torque extensor do joelho foi significativamente menor no GTPS quando comparado ao GTPA ( $p=0,047$ ; Diferença média: 1,22 N.m.kg<sup>-1</sup>; 95% IC: 0,02-2,43) e ao GC ( $p=0,035$ ; 1,23 N.m.kg<sup>-1</sup>; 0,08-2,38). Além disso, a razão J:T foi significativamente maior no GTPA comparado ao GTPS ( $p=0,015$ ; 1,27; 0,25-2,29), mas não foi maior no

GTPA quando comparado ao GC ( $p=0,064$ ;  $0,97$ ;  $-0,05-1,99$ ). Não houve diferença significativa entre os grupos para as demais variáveis ( $p>0,05$ ).

**Tabela 2.** Médias  $\pm$  desvio padrão do torque excêntrico extensor de quadril e joelho e flexor plantar do tornozelo, e suas razões J:Q e J:T

	GTPS (n=6)	GTPA (n=5)	GC (n=6)
Extensor do joelho	2,74 $\pm$ 0,57	3,97 $\pm$ 0,77*	3,98 $\pm$ 0,91*
Extensor do quadril	2,43 $\pm$ 0,73	2,57 $\pm$ 0,6	2,9 $\pm$ 0,54
Flexor Plantar	2,17 $\pm$ 0,43	1,76 $\pm$ 0,89	2,44 $\pm$ 0,55
Razão J:Q	1,21 $\pm$ 0,41	1,5 $\pm$ 0,34	1,42 $\pm$ 0,3
Razão J:T	1,27 $\pm$ 0,18	2,54 $\pm$ 1,18*	1,57 $\pm$ 0,16

GTPS – Grupo Tendinopatia Patelar Sintomático; GTPA – Grupo Alteração de Imagem do Tendão Patelar Assintomático; GC – Grupo Controle; Razão J:Q – Torque extensor de joelho dividido pelo torque extensor de quadril; Razão J:T – Torque extensor de joelho dividido pelo torque flexor plantar do tornozelo; Valores de torque isocinético em Nm.kg<sup>-1</sup> (normalizados pela massa corporal);

\* Significativamente maior quando comparado ao grupo GTPS ( $p<0,05$ );

## **DISCUSSÃO**

---

O presente estudo teve como objetivo avaliar o torque excêntrico dos grupos musculares que atuam na dissipação de força durante a aterrissagem de saltos em indivíduos com TP sintomática, com alteração de imagem no tendão patelar assintomáticos e indivíduos saudáveis. Essa informação é de grande importância pois pode auxiliar no entendimento dos achados de estudo prévios que demonstraram diferenças nas estratégias de aterrissagem entre essas populações (BISSELING et al., 2007; EDWARDS et al., 2010). Observamos que indivíduos do GTPS apresentaram menor torque extensor do joelho quando comparados ao GC e ao GTPA. Além disso, os indivíduos do GTPA apresentaram maior razão J:T do que os indivíduos dos outros grupos. Ao contrário da nossa hipótese inicial, não foram observadas diferenças nos torques das articulações proximais e distais ao joelho nos indivíduos dos grupos GTPS e GTPA quando comparados ao GC.

### **Torque extensor do joelho**

O principal achado do presente estudo foi a diminuição do torque excêntrico extensor do joelho em indivíduos do GTPS quando comparados ao GC e ao GTPA. Até o momento, apenas um estudo (GAIDA et al., 2004) avaliou o torque excêntrico extensor do joelho em indivíduos com TP, encontrando uma tendência a diminuição do mesmo quando comparado a indivíduos saudáveis. Os autores sugeriram que essa tendência à diminuição de força é devido a uma inibição da contração excêntrica devido a dor, pois não observaram essa mesma diferença ao avaliar contrações concêntricas.

Ainda, estudos prévios demonstraram que indivíduos com TP tendem a diminuir a carga no membro afetado, provavelmente devido à dor (BISSELING et al., 2007;

SORENSEN et al., 2010). Isso pode inicialmente proteger o tendão da sobrecarga, entretanto, essa estratégia pode resultar não só em fraqueza, mas também em padrões anormais de movimento (COOK et al., 2000a). De fato, Sorenson et al. (2010) observaram uma menor absorção de energia pelo mecanismo extensor do joelho durante a fase excêntrica da aterrissagem em indivíduos com TP. Essa menor absorção de energia levaria a uma aterrissagem mais rígida. Como o tendão patelar apresenta um papel importante na absorção de energia mecânica pela articulação do joelho (SORENSEN et al., 2010), conseqüentemente, nessa estratégia, ele estaria sujeito a uma maior tensão (BISSELING et al., 2007), o que pode estar relacionado a perpetuação dos sintomas.

De acordo com o conhecimento dos autores, nenhum estudo até o momento se propôs a avaliar os torques excêntricos em indivíduos assintomáticos com alteração de imagem no tendão. Essa alteração de imagem é sugestiva de sobrecarga no tendão (COOK; PURDAM, 2009), e considerada fator de risco para o desenvolvimento de TP (COOK; KHAN, 2001; COOK et al., 2000b). Quando comparados ao GC, os indivíduos do GTPA não apresentaram diminuição no torque excêntrico extensor de joelho, o que nos leva a crer que apenas a lesão no tendão não resulta na inibição do músculo quadríceps, sendo esta, provavelmente, resultante da dor. De fato, Suter et al. (1998) avaliaram a inibição muscular, descrito como uma diminuição na habilidade de recrutar todas as unidades motoras numa contração voluntária máxima, em indivíduos com dor anterior no joelho. Eles observaram que indivíduos com dor anterior no joelho apresentam maior inibição do músculo quadríceps do que indivíduos controle, sendo que quanto maior a intensidade de dor, maior a inibição. Não se sabe ao certo quais são as vias pelas quais essa inibição acontece, mas acredita-se que um estímulo anormal das aferências originadas do joelho pode alterar a excitabilidade das vias de reflexo espinhal, diminuindo a excitabilidade do motoneurônio  $\alpha$  do quadríceps, impedindo a ativação completa do

mesmo (RICE; MCNAIR, 2010). É possível que este seja o mecanismo pelo qual ocorre a diminuição de força extensora do joelho em indivíduos com TP. Sendo assim, os protocolos de intervenção deveriam focar, primeiramente, na analgesia e consequente melhora na ativação muscular do quadríceps. Isso está de acordo com os novos protocolos de reabilitação para TP. Uma recente revisão da literatura (RUDAVSKY; COOK, 2014) sugeriu que na primeira fase da reabilitação fossem utilizados exercícios isométricos mantidos para o músculo quadríceps, pela sua capacidade analgésica (NAUGLE; FILLINGIM; RILEY, 2012). Além disso, esse achado embasa a indicação de exercícios excêntricos na reabilitação de tendinopatia patelar para suprir esse déficit de força excêntrica apresentada pelos indivíduos sintomáticos.

### **Torque extensor do quadril e flexor plantar do tornozelo**

Nossa hipótese de que indivíduos do GTPS apresentariam menor torque extensor do quadril e do tornozelo não foi confirmada. Porém, o GTPA apresentou uma maior razão J:T, isto é, apresentou proporcionalmente maior torque extensor do joelho do que flexor plantar do tornozelo. Além disso, a razão J:T no GTPA apresentou uma tendência a ser maior do que no GC. Apesar do mecanismo extensor do joelho atuar como estrutura primária na dissipação da energia cinética gerada durante um salto, o tornozelo é a primeira articulação a atenuar a força de impacto pela ação dos músculos flexores plantares (ZHANG; BATES; DUFEK, 2000). Sendo assim, um déficit de força excêntrica dos músculos flexores plantares poderia diminuir a atuação dessa musculatura na dissipação de forças, sobrecarregando as demais articulações e, conseqüentemente, o mecanismo extensor do joelho. De fato, Janssen et al. (2013) observaram que o aumento da velocidade angular de dorsiflexão durante a aterrissagem é um dos fatores preditivos

do aumento da força no tendão patelar. Isso ocorre possivelmente porque, com a diminuição na capacidade de gerar torque excêntrico pelos músculos flexores plantares, estes não são capazes de desacelerar o movimento de dorsiflexão de forma controlada, aumentando a velocidade angular desse movimento e diminuindo a dissipação de forças por essa articulação. Considerando que alterações de imagem no tendão são sugestivos de sobrecarga no mecanismo extensor (COOK; KHAN, 2001), é possível que a razão J:T aumentada seja um dos fatores de risco para desenvolvimento de sintomas, entretanto, estudos prospectivos são necessários para que essa hipótese seja confirmada.

Os músculos extensores do quadril também auxiliam na dissipação de forças de impacto durante a aterrissagem do salto. A posição do quadril e tronco durante a aterrissagem do salto pode influenciar a demanda sobre os músculos extensores do quadril e joelho, pois aterrissar de um salto com maior flexão de quadril e tronco faz com que o vetor resultante da força de reação do solo passe mais próximo posteriormente à articulação do joelho, e mais distante anteriormente à articulação do quadril, diminuindo a demanda sobre os músculos extensores do joelho e, simultaneamente, aumentando a demanda sobre os extensores do quadril (POWERS, 2010). De fato, Edwards et al. (2010) observaram que indivíduos saudáveis realizaram flexão de quadril enquanto aterrissaram do salto, enquanto os indivíduos com alteração de imagem no tendão estenderam o quadril durante a aterrissagem. A aterrissagem do salto com extensão do quadril, poderia mover o vetor de força de reação do solo posteriormente, diminuindo a demanda sobre os extensores do quadril, com a consequência de aumentar a demanda sobre o mecanismo extensor do joelho. Esse padrão de movimento pode ser uma consequência e/ou predispor a fraqueza dos extensores do quadril. Entretanto, nossa hipótese de que indivíduos com alterações de imagem no tendão (sintomáticos ou não) apresentariam uma menor capacidade de gerar torque excêntrico extensor de quadril não foi confirmada. Talvez,



essa estratégia de aterrissagem com o quadril e tronco mais estendido (BOLING; PADUA; CREIGHTON, 2009) não seja devido a fraqueza da musculatura extensora de quadril, e sim a uma diminuição na ativação dessa musculatura durante a aterrissagem, o que precisa ser investigado por meio de estudos eletromiográficos. Além disso, o poder observado nesta análise foi de 0,17, não sendo possível afirmar com certeza que não há diferença entre os grupos para essa variável. Estudos futuros com maior número de indivíduos por grupo são necessários para que essa hipótese seja confirmada.

### **Limitações do estudo**

Apesar de incluir um grupo com alteração de imagem no tendão (considerado um possível fator de risco para desenvolvimento de TP), este estudo é transversal, não sendo possível inferir uma relação de causa e efeito. Estudos prospectivos são necessários para comprovação da associação dessas variáveis com a TP. Além disso, como mencionado anteriormente, este estudo apresentou um baixo poder estatístico para algumas variáveis. Estudos futuros com maior número de indivíduos por grupo devem ser realizados para descartar a possibilidade de erro tipo II.

## CONCLUSÃO

---

Indivíduos com TP apresentam menor torque excêntrico extensor do joelho quando comparados a indivíduos assintomáticos com alteração de imagem no tendão e indivíduos saudáveis. O mesmo não foi encontrado para os músculos extensores do quadril e tornozelo. Essa diminuição de força extensora do joelho ocorre provavelmente devido a uma inibição do músculo quadríceps devido a dor. Sendo assim, protocolos de intervenção devem focar primeiramente na diminuição da dor para auxiliar no ganho de força, seguido de fortalecimento excêntrico para essa musculatura. Além disso, indivíduos assintomáticos com alteração de imagem no tendão apresentaram uma maior razão J:T do que indivíduos com TP. Isso pode ajudar a planejar programas de prevenção, indicando fortalecimento excêntrico para flexores plantares em atletas envolvidos em atividades de salto, embora estudos prospectivos sejam necessários para comprovação de que a razão J:T é um fator de risco.

## REFERÊNCIAS

---

- BALDON, R. D. M. et al. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 1, p. 135–145, jan. 2012.
- BISSELING, R. W. et al. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 7, p. e8, jul. 2007.
- BLACKBURN, J. T.; PADUA, D. A. Sagittal-plane trunk position, landing forces, and quadriceps electromyographic activity. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 2, p. 174–179, 2009.
- BOLING, M. C.; PADUA, D. A.; CREIGHTON, AR. Concentric and eccentric torque of the hip musculature in individuals with and without patellofemoral pain. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 1, p. 7–13, 2009.
- COOK, J. et al. Overuse tendinosis, not tendinitis. Part 2: Applying the new approach to patellar tendinopathy. **Physician and Sportsmedicine**, v. 28, p. 1–12, 2000a.
- COOK, J.; KHAN, K. Asymptomatic hypoechoic regions on patellar tendon ultrasound: A 4-year clinical and ultrasound followup of 46 tendons. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 11, n. 6, p. 321–327, 2001.
- COOK, J.; KHAN, K.; HARCOURT, P. Patellar tendon ultrasonography in asymptomatic active athletes reveals hypoechoic regions: a study of 320 tendons. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 8, p. 73–77, 1998.
- COOK, J. L. et al. Prospective Imaging Study of Asymptomatic Patellar Tendinopathy in Elite Junior Basketball Players. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 19, p. 473–479, 2000b.
- COOK, J. L.; PURDAM, C. R. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, p. 409–416, 2009.
- CROSSLEY, K. M. et al. Clinical Features of Patellar Tendinopathy and Their Implications for Rehabilitation. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 25, p. 1164–1175, 2007.
- DEVITA, P.; SKELLY, W. A. Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 1, p. 108–115, jan. 1992.
- EDWARDS, S. et al. Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 11, p. 2072–2080, nov. 2010.

FERRETTI, A.; PUDDU, G.; MARIANI, P. Jumper's knee: an epidemiological study of volleyball players. **Physician Sportsmedicine**, v. 12, p. 97–106, 1984.

FORD, K. R.; MYER, G. D.; HEWETT, T. E. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, p. 1745–1750, 2003.

FREDBERG, U.; BOLVIG, L. Significance of ultrasonographically detected asymptomatic tendinosis in the patellar and achilles tendons of elite soccer players: a longitudinal study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 4, p. 488–491, 2002.

GAIDA, J. E. et al. Are unilateral and bilateral patellar tendinopathy distinguished by differences in anthropometry, body composition, or muscle strength in elite female basketball players? **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p. 581–585, out. 2004.

JANSSEN, I. et al. Predicting the patellar tendon force generated when landing from a jump. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 5, p. 927–934, maio 2013.

LEPHART, S. M. et al. Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 401, p. 162–169, ago. 2002.

LIAN, O. B.; ENGBRETSSEN, L.; BAHR, R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 4, p. 561–567, abr. 2005.

MARSH, E. et al. Influence of joint position on ankle dorsiflexion in humans. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 51, p. 160–167, 1981.

NAGAI, T. et al. Knee proprioception and strength and landing kinematics during a single-leg stop-jump task. **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 1, p. 31–38, 2013.

NAUGLE, K. M.; FILLINGIM, R. B.; RILEY, J. L. A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. **The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society**, v. 13, n. 12, p. 1139–1150, dez. 2012.

PEERS, K. H. E.; LYSSENS, R. J. J. Patellar tendinopathy in athletes: current diagnostic and therapeutic recommendations. **Sports Medicine**, v. 35, n. 1, p. 71–87, 2005.

POLLARD, C. D.; SIGWARD, S. M.; POWERS, C. M. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 25, n. 2, p. 142–146, fev. 2010.

POWERS, C. M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 2, p. 42–51, fev. 2010.

RICE, D. A.; MCNAIR, P. J. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. **Seminars in Arthritis and Rheumatism**, v. 40, n. 3, p. 250–66, dez. 2010.

ROMERO-RODRIGUEZ, D.; GUAL, G.; TESCH, P. A. Efficacy of an inertial resistance training paradigm in the treatment of patellar tendinopathy in athletes: a case-series study. **Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 12, n. 1, p. 43–48, fev. 2011.

RUDAVSKY, A.; COOK, J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). **Journal of Physiotherapy**, v. 60, n. 3, p. 122–129, 1 ago. 2014.

SALE, D. et al. Influence of joint position on ankle plantarflexion in humans. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 52, p. 1636–1642, 1982.

SCATTONE SILVA, R. et al. The influence of forefoot varus on eccentric hip torque in adolescents. **Manual therapy**, v. 18, n. 6, p. 487–491, dez. 2013.

SORENSEN, S. C. et al. Knee extensor dynamics in the volleyball approach jump: the influence of patellar tendinopathy. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 9, p. 568–576, set. 2010.

SOUZA, R. B. et al. Patellar tendinopathy alters the distribution of lower extremity net joint moments during hopping. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 26, n. 3, p. 249–255, 2010.

SUTER, E. et al. Inhibition of the quadriceps muscles in patients with anterior knee pain. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 14, n. 4, p. 360–373, 1998.

TORSTENSEN, E.; BRAY, R.; WILEY, J. Patellar Tendinitis: A review of current concepts and treatment. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 4, n. 2, p. 77–82, 1994.

VAN DER WORP, H. et al. Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 8, p. 714–722, jul. 2014.

VISENTINI, P. J. et al. The VISA score: An index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (Patellar Tendinosis). **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 1, p. 22–28, 1998.

WAGECK, B. B. et al. Cross-cultural adaptation and measurement properties of the Brazilian Portuguese Version of the Victorian Institute of Sport Assessment-Patella (VISA-P) scale. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 43, n. 3, p. 163–171, mar. 2013.

ZHANG, S.; BATES, B.; DUFEK, J. Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landings. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 4, p. 812–9, 2000.

**ANEXO 1**  
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



**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** **Voluntário**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “**Cinética e co-contração muscular do quadril, joelho e tornozelo em indivíduos com e sem tendinopatia patelar**” por apresentar idade entre 16 e 35 anos e ser praticante de atividades que envolvem saltos.

### **Responsáveis:**

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão – Orientador e coordenador do projeto

Ana Luisa Granado Ferreira – Mestranda (Aluno de pós-graduação em Fisioterapia)

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

**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.

**b)** Caso selecionado(a) para participar do estudo, você responderá a um questionário e será submetido a um exame ultrassonográfico, realizado por um médico ortopedista, de ambos os joelhos. Após isso, você realizará uma avaliação de seus movimentos e da atividade dos músculos dos membros inferiores 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, joelho e tornozelo utilizando-se um dinamômetro isocinético. Você será posicionado no 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. Ressaltando-se que a sua participação em toda e qualquer etapa desse projeto não é obrigatória.

**d)** Sua identidade será preservada em todas as situações que envolvam discussão, apresentação ou publicação dos resultados da pesquisa.

**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. Uma cópia desse consentimento será entregue a você contendo o telefone e endereço dos pesquisadores. Se houver qualquer questionamento sobre o projeto ou sobre a sua participação neste momento ou futuramente, por favor, pergunte-nos.

**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 risco de ocorrência de quedas durante a realização das avaliações 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 a se utilizar de estratégias corporais específicas, que incluem a interrupção do teste 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, 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. 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 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, 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.

**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  
Telefone: (16) 3306-6575

---

Ft. Ana Luisa Granado Ferreira  
Aluna de Mestrado  
E-mail: anagranado@live.com  
Telefone: (16) 98808-9606



**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**  
**Responsável**

Seu (sua) filho (a) está sendo convidado a participar da pesquisa “**Cinética e contração muscular do quadril, joelho e tornozelo em indivíduos com e sem tendinopatia patelar**” por apresentar idade entre 16 e 35 anos e ser praticante de atividades que envolvem saltos.

**Responsáveis:**

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão – Orientador e coordenador do projeto

Ana Luisa Granado Ferreira – Mestranda (Aluna de pós-graduação em Fisioterapia)

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

**a)** Caso você aceite que seu (sua) filho (a) participe do estudo, ele (a) 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.

**b)** Caso selecionado(a) para participar do estudo, seu(sua) filho(a) responderá a um questionário e será submetido a um exame ultrassonográfico, realizado por um médico ortopedista, de ambos os joelhos. Após isso, seu (sua) filho (a) realizará uma avaliação dos movimentos e da atividade dos músculos dos membros inferiores 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, joelho e tornozelo utilizando-se um dinamômetro isocinético. Ele (a) será posicionado no 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 participação dele (a) 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. Ressaltando-se que a participação dele(a) em toda e qualquer etapa desse projeto não é obrigatória.

**d)** A identidade de seu (sua) filho (a) será preservada em todas as situações que envolvam discussão, apresentação ou publicação dos resultados da pesquisa.

**e)** A participação de seu (sua) filho (a) no presente estudo é estritamente voluntária. Sendo que ele (a) 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. Uma cópia desse consentimento será entregue a você contendo o telefone e endereço dos pesquisadores. Se houver qualquer questionamento sobre o projeto ou sobre a participação dele(a) neste momento ou futuramente, por favor, pergunte-nos.

**f)** Os riscos aos quais seu (sua) filho (a) 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 risco de ocorrência de quedas durante a realização das avaliações propostos, porém os pesquisadores se certificarão de tomar os devidos cuidados para que os mesmos ocorram da forma mais segura possível. Seu (sua) filho (a) será instruído(a) anteriormente às avaliações a se utilizar de estratégias corporais específicas, que incluem a interrupção do teste 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, a fim de auxiliá-lo(a) na manutenção do equilíbrio, caso seja necessário.

Seu (sua) filho (a) 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 ele(a) tenha dificuldade com os exercícios propostos. A percepção de esforço dele (a) será sempre a maior determinante para o limiar de execução dos testes. Além disso, poderemos fazer a monitoração da pressão arterial e frequência cardíaca durante as avaliações, 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 situação de anonimato dele(a) durante a participação na pesquisa, em toda e qualquer etapa referente ao projeto. Além disso, não será realizado qualquer tipo de comparação ou comentário referente ao desempenho dele(a) em comparação a outros voluntários já avaliados. As avaliações 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 da privacidade dele(a).

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

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do meu (minha) filho (a) na pesquisa e concordo que ele (a) participe.**

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 Responsável

**Responsáveis:**

---

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão  
Orientador e Coordenador do projeto  
E-mail: fserrao@ufscar.br  
Telefone: (16) 3306-6575

---

Ft. Ana Luisa Granado Ferreira  
Aluna de Mestrado  
E-mail: anagranado@live.com  
Telefone: (16) 98808-9606

**ANEXO 2**  
Parecer Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Cinética e co-contração muscular do quadril, joelho e tornozelo em indivíduos com e sem tendinopatia patelar

**Pesquisador:** Fábio Viadanna Serrão

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 27307414.0.0000.5504

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA EDUCACAO

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 549.178

**Data da Relatoria:** 11/03/2014

**Apresentação do Projeto:**

A tendinopatia patelar (TP) é uma lesão por sobreuso, caracterizada por dor anterior no joelho relacionada à atividade física, principalmente atividades que envolvem aterrissagem de saltos. A alta prevalência dessa doença em atletas pode estar relacionada ao uso preferencial do músculo quadríceps para absorver as forças de impacto que atuam no membro inferior durante as aterrissagens de saltos e ao déficit de força excêntrica dos músculos extensores do quadril e flexores plantares do tornozelo. Assim, o objetivo do estudo é avaliar os momentos internos e o índice de co- contração de músculos do quadril, joelho e tornozelo durante a aterrissagem de um salto vertical máximo e o torque excêntrico dessas articulações. Participarão deste estudo 30 indivíduos com idade de 16 a 35 anos que estejam engajados em esportes que envolvam atividade de saltos por pelo menos 3 vezes por semana, divididos em 3 grupos: indivíduos com TP sintomática, indivíduos com anormalidade no tendão patelar assintomáticos e controle.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Especificamente, os objetivos desse estudo são: Comparar os momentos internos de extensão do quadril e joelho e flexão plantar do tornozelo e as suas relações joelho/quadril e joelho/tornozelo

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**CEP:** 13.565-905

**Telefone:** (16)3351-9683

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 549.178

durante aterrissagem do salto vertical máximo em indivíduos com TP sintomática, assintomáticos com anormalidade no tendão patelar e sadios; Comparar o torque isocinético excêntrico de extensão do quadril, extensão do joelho e flexão plantar do tornozelo e suas razões joelho/quadril e joelho/tornozelo em indivíduos com TP sintomática, com anormalidade no tendão patelar assintomáticos e sadios; Comparar os índices de co-contracção de quadril, joelho e tornozelo e suas razões joelho/quadril e joelho/tornozelo durante a aterrissagem do salto vertical máximo em indivíduos com TP sintomática, com anormalidade no tendão patelar assintomáticos e sadios.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo o pesquisador, os riscos e benefícios são descritos conforme segue.

#### **Riscos:**

O presente estudo envolve mínimas possibilidades de risco à integridade física, psíquica e/ou social de seus participantes, considerando as descrições da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Ainda assim, os pesquisadores envolvidos adotarão, constantemente, medidas que visem diminuir o impacto de qualquer risco dessa natureza (física, psíquica ou social), conforme descrito a seguir. Os riscos de ordem física consistem na ocorrência de dor muscular tardia, de intensidade variável para cada voluntário, decorrente das avaliações. Tal possibilidade será apresentada a todos os voluntários na avaliação inicial, estando aberta a opção aos mesmos de não participar do estudo por este motivo. Ressalta-se que esta dor assemelha-se àquela experimentada por qualquer indivíduo em situação inicial de prática de um exercício ou modalidade esportiva. Todos os voluntários serão estimulados a participar das atividades de acordo com os seus limites físicos/fisiológicos, sendo que os mesmos saberão, desde o início de sua participação no projeto, que poderão realizar as atividades de acordo com o seu ritmo intrínseco, sem qualquer tipo de prejuízo ou retaliação por parte dos pesquisadores, caso tenham dificuldade com as atividades propostas. Um outro risco existente, durante a realização dos saltos da avaliação cinemática consiste na possibilidade de perda de equilíbrio, com posterior queda da própria altura. Entretanto, os voluntários serão instruídos (verbalmente, com demonstração prática por parte dos pesquisadores) anteriormente às avaliações a se utilizarem de estratégias corporais específicas para diminuir a oscilação do seu centro de gravidade e atenuar a situação de desequilíbrio. Ainda assim, para reduzir os riscos de queda dos voluntários, os pesquisadores adotarão posicionamento próximo à área de teste, a fim de auxiliá-los na manutenção do equilíbrio, caso as estratégias corporais adotadas sejam insuficientes para tanto. Todos os

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9683

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 549.178

ambientes envolvidos na avaliação dos voluntários serão concebidos em uma organização que permita o livre movimento dos mesmos, sem o risco de tropeçar ou colidir com algum obstáculo ou objeto externo. No entanto, considerando ainda a hipótese de riscos físicos não previstos e em toda situação necessária, os próprios pesquisadores se responsabilizam por toda e qualquer conduta relacionada aos primeiros socorros ou pronto-atendimento. Na ocorrência de danos físicos de maior gravidade, os voluntários serão encaminhados e acompanhados pelos pesquisadores a um médico especialista em Ortopedia e Traumatologia, para a realização da propeidêutica adequada. Em relação aos riscos psicológicos, os voluntários estarão assegurados desde o início de sua participação no projeto quanto a sua situação de anonimato, em toda e qualquer etapa referente ao projeto. É importante enfatizar que todas as etapas de avaliação 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 privacidade aos participantes do estudo. Quanto aos riscos sociais, será solicitado aos voluntários que disponibilizem, para as avaliações, uma estimativa de horários de disponibilidade, por dias da semana, para a participação no projeto, caso os mesmos estejam aptos e dispostos para tanto. Para o agendamento dos dias e horários de avaliações, será respeitada inteiramente a disponibilidade apresentada pelos voluntários, de forma que os mesmos não deverão abrir mão de qualquer atividade ou compromisso social para a participação no trabalho, a não ser aqueles que sejam considerados como possíveis pelos mesmos.

#### Benefícios:

Como benefícios diretos, todos os voluntários do presente estudo serão avaliados quanto à biomecânica do membro inferior durante a realização de atividades de salto e serão avaliados quanto à capacidade de geração de força do quadril, joelho e tornozelo. Se qualquer alteração for identificada nessas avaliações, especialmente alguma que possa estar associada a alguma lesão, os sujeitos serão notificados ao final da pesquisa, para que possam receber as intervenções apropriadas. Ressalta-se que a participação dos voluntários no presente estudo é estritamente voluntária, portanto não será oferecida qualquer forma de remuneração pela participação no mesmo. Os voluntários que expressarem interesse serão encaminhados ao serviço de fisioterapia dessa Universidade para que, a partir dos resultados encontrados pela pesquisa, seja proposto um trabalho de prevenção de lesões. Por fim, os resultados de todos os testes realizados poderão ser disponibilizados para cada participante ao final do presente estudo, caso estes tenham interesse. Considerações clínicas sobre esses achados poderão ser especificadas aos voluntários,

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9683

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 549.178

relacionando o seu significado aos objetivos propostos por esta pesquisa.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é relevante para a área que se destina e, além disso, foram anexados os seguintes documentos:

- a) Folha de rosto assinada e preenchida corretamente;
- b) Arquivo contendo projeto de mestrado;
- c) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e TCLE para voluntários e outro para o responsável pelo voluntário;
- d) O questionário Victorian Institute of Sport Assessment-Patella (VISA-P) foi apresentado como anexo do projeto de mestrado.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Adequados.

**Recomendações:**

Nada a recomendar.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há inadequações ou pendências

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**CEP:** 13.565-905

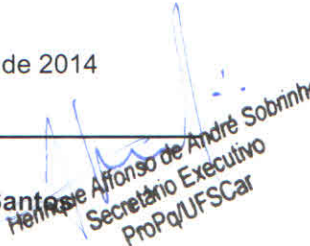
**Telefone:** (16)3351-9683

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 549.178

SAO CARLOS, 09 de Março de 2014

Assinador por:  
Roquelaine Batista dos Santos  
(Coordenador)

  
Henrique Affonso de André Sobrinho  
Secretário Executivo  
ProPq/UFSCar

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Telefone: (16)3351-9683

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br