

## **Existe diferença nos valores de *Leg Stiffness* entre praticantes de esportes que envolvem salto com e sem tendinopatia patelar?**

Maria Fernanda Mendonça de Sousa<sup>a,\*</sup> ; mariiafernandams@hotmail.com

Rodrigo Ribeiro de Oliveira<sup>a</sup> ; rodrigoroliveira@hotmail.com

Márcio Almeida Bezerra<sup>a</sup> ; marcioalmeidabezerra@gmail.com

<sup>a</sup>Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Ceará, CE, Fortaleza, Brasil

\*Autor Correspondente: [mariiafernandams@hotmail.com](mailto:mariiafernandams@hotmail.com) (Maria Fernanda Mendonça de Sousa)

### **Resumo**

O leg stiffness, ou rigidez, é uma variável biomecânica treinável que tem sido relacionada com performance, assim como lesões ósseas e teciduais dos membros inferiores em atletas de diferentes modalidades. Sua relação com a tendinopatia patelar, no entanto, não é bem estabelecida. O objetivo do estudo foi avaliar os valores de *leg stiffness* entre praticantes de esportes que envolvem salto com e sem tendinopatia patelar. 19 praticantes de esportes que envolvem salto (19-28 anos) com e sem tendinopatia patelar realizaram três saltos com contra movimento na plataforma de força (Bertec FP406008). Durante cada teste, as forças de reação ao solo e as medidas cinemáticas foram gravadas. O leg stiffness foi estimado pela razão entre o pico de força de reação ao solo e o deslocamento do centro de massa. O teste Mann-Whitney foi usado para comparar as diferenças entre os dois grupos, considerando o valor de  $p < 0,05$  foi considerado significativo. O grupo com TP (10 praticantes) quando comparado com o grupo controle (9 praticantes) não apresentou diferença significativa nos valores de *leg stiffness* ( $15,7 \pm 6,24$  kN/m vs.  $14,6 \pm 5,8$  kN/m, respectivamente;  $p = 0,87$ ). A variação da angulação do joelho do contato inicial do pé até o ponto mais baixo do deslocamento do quadril não diferiu entre os grupos estudados ( $58,6 \pm 12,5$  graus vs.  $58,4 \pm 15$  graus, respectivamente;  $p = 0,96$ ). Nossos achados mostraram que não existe diferença entre os valores de *leg stiffness* e nem na variação da complacência do joelho entre praticantes de esportes que envolvem salto com tendinopatia patelar e aqueles sem disfunção tendínea durante o salto contra movimento.

**Palavras-Chave:** Tendão patelar;; Salto; Biomecânica; Modelo massa-mola

## 1 Introdução

A Tendinopatia Patelar (TP) é um comprometimento comum, especialmente entre atletas de salto, que tem como características a dor localizada no polo inferior da patela, e a disfunção no tendão patelar relacionada a sobrecarga do mecanismo extensor do joelho, em atividades que exigem repetidamente que a estrutura tendínea armazene e libere energia (Cook, Kiss, Khan, Purdam, & Webster, 2004; Malliaras, Cook, Purdam, & Rio, 2015). A associação entre a sucessiva imposição de carga e a falha no processo de remodelamento do tendão patelar pode levar a alterações das propriedades mecânicas da estrutura, aumentando assim, o risco do desenvolvimento dos sintomas (Maffulli, Orth, Longo, & Denaro, 2010). Quando sintomáticos, a TP pode afetar sobremaneira a saúde e qualidade de vida dos atletas, limitando a participação e impactando negativamente no desempenho e rendimento no esporte (Rudavsky & Cook, 2014).

O manejo e tratamento da TP pode ser desafiador. Programas de recuperação funcional que foquem na modificação da tolerância a carga do tendão, da musculatura e da cadeia cinética em si, como também a compreensão dos fatores biomecânicos e dos fatores de risco envolvidos na lesão tem sido recomendados (Malliaras et al., 2015). Alterações nas capacidades e características dos membros inferiores como força muscular, flexibilidade, relação cintura-quadril, assim como déficits no complexo quadril, tornozelo e pé mostraram relação com o desenvolvimento da condição em atletas (Mendonca, Ocarino, Bittencourt, Macedo, & Fonseca, 2018). Indivíduos com TP, apresentaram também, modificações em estratégias de atividades funcionais e recreativas como a aterrissagem (Edwards, Steele, Purdam, Cook, & McGhee, 2014) de modo que, padrões de aterrissagem mais rígidos são potenciais fatores de risco para TP. Contudo, parece que tornar estes padrões de aterrissagem mais complacentes configura-se como uma estratégia de prevenção (Bisseling, Hof, Bredeweg, Zwerver, & Mulder, 2007; Van der Worp, de Poel, Diercks, van den Akker-Scheek, & Zwerver, 2014). Mesmo que as diversas variáveis biomecânicas do complexo inferior tenham se mostrado importantes no escopo da TP, a relação entre a rigidez dos membros inferiores e a TP não é bem estabelecida.

A rigidez das extremidades inferiores ou também conhecida como *leg stiffness* é considerada um atributo chave no aprimoramento e desempenho de esportes de alta intensidade que envolvem atividades de corrida e salto (Arampatzis, Bruggemann, & Klapsing, 2001; Bret, Rahmani, Dufour, Messonnier, & Lacour, 2002; Butler, Crowell, & Davis, 2003; Hobara et al., 2010). Baseado no modelo massa-mola da locomoção humana, sendo a massa representada pela

massa corporal total e a mola o comportamento da perna de apoio sobre qual a carga se estabelece (Blickhan, 1989) , o *leg stiffness* apresenta-se como uma variável biomecânica definida pela razão entre a força máxima de reação ao solo e o pico de deslocamento do centro de massa, ou seja, caracteriza-se como a resistência à mudança no comprimento das estruturas de membro inferior quando submetida a forças internas ou externas (Brazier, Bishop, & Simons, 2014) .

Em relação a tendinopatia, Maquirriain (2012) encontrou em seu estudo que atletas com tendinopatia do calcâneo unilateral apresentavam valores de *leg stiffness* menores no membro acometido quando comparados com o membro contralateral saudável. Em contrapartida, para a tendinopatia patelar o comportamento dos valores de *leg stiffness* ainda não foram investigados. O objetivo do estudo foi investigar o comportamento dos valores de *leg stiffness* em praticantes de esportes que envolvem salto com tendinopatia patelar. Foi hipotetizado que os praticantes de esportes que envolvem salto com tendinopatia patelar apresentariam maiores valores de *leg stiffness*.

## 2 Métodos

### 2.1 Participantes

Participaram do estudo praticantes de esportes que envolvem saltode ambos os sexos, entre 18 e 45 anos. Os critérios adotados para definir a inclusão no grupo com tendinopatia patelar foram: dor à palpação no tendão patelar, aumento da dor ao acréscimo de carga, reprodução dos sintomas ao pular, agachar ou subir escadas) e que tivesse graduação mínima de 3 na escala numérica da dor (Malliaras et al., 2015). Todos os participantes estavam envolvidos em esportes que exigiam atividades de salto, com tempo de prática de no mínimo 3 meses antes da avaliação e que não apresentassem outro tipo de lesão nos membros inferiores nesse período. Foram excluídos aqueles com histórico de dor patelofemoral, artrose de joelho, osteoporose e reconstrução de ligamento cruzado anterior com enxerto de tendão patelar. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Ceará (parecer 3.568.721) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

### 2.2. Avaliação Clínica

Os participantes foram solicitados a graduar seu nível de dor no tendão patelar após 10 agachamentos unipodais, através da Escala Analógica de Dor (END) onde 0 = sem dor; 10 = dor extrema. A severidade da disfunção do tendão patelar foi estimada pelo questionário *Victorian Institute of Sport Assessment – Patella* (Wageck et al., 2013).

### 2.3. Equipamentos e dispositivos

As forças verticais de reação ao solo foram obtidas através de uma plataforma de força (Bertec FP406008 com filtro de 500Hz). Os dados foram processados através do software DasyLab (5.6 version) com um código customizado. (DATALOG GmbH, Moenchengladbach, Germany). Os dados cinemáticos dos participantes durante o salto contra movimento foram gravados e digitalizado a partir de uma câmera com 250 quadros por segundo. A câmera foi colocada a 3 metros de distância da plataforma de força, com suas lentes a 90cm do chão e seu axis a 90 graus em relação ao plano sagital do indivíduo (Figura 1). A análise das imagens foi realizada no *Software Traker Video Analisis and Modeling Tool* (5.1.2 version) para a obtenção do deslocamento do centro de massa e o delta de angulação do joelho no salto (figura 2). O *leg stiffness* ( $K_{leg}$ ) foi calculado de acordo com o método descrito por Cavagna, 1975) no qual o *leg stiffness* é obtido através da razão entre o pico vertical de força de reação ao solo ( $F_{peak}$ ) e o deslocamento máximo do centro de massa ( $\Delta L$ ) do ponto de contato inicial até o ponto mais baixo do movimento.

$$K_{leg} = F_{peak}/\Delta L$$

Antes do teste, os participantes foram informados acerca da proposta e procedimentos do estudo. A idade, o sexo, altura, peso, membro afetado, modalidade, frequência semanal, posição em que joga e o tempo de prática, amplitude de dorsiflexão de tornozelo em cadeia cinética fechada foram coletados com o teste de Lunge em ambos os lados para posterior análise entre o membro inferior acometido pela TP e o saudável. Para análise, no grupo controle o lado dominante foi considerado como acometido.

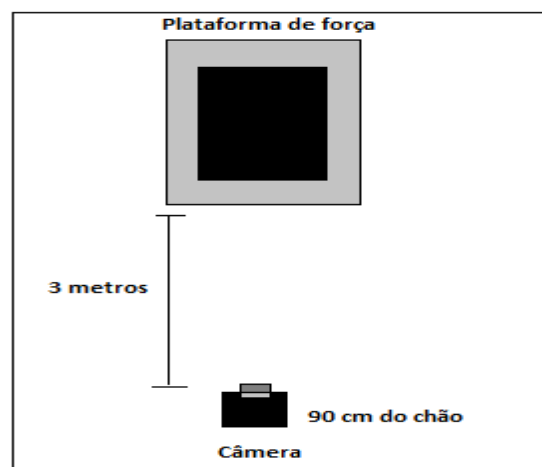


Fig.1 Posicionamento da câmera durante a tarefa de salto.

## 2.4. Procedimento

Antes do teste, os participantes foram submetidos a um aquecimento prévio em uma bicicleta ergométrica por um período de 5 minutos, sendo orientados a se manter em uma velocidade de pelo menos 30 km/h. Três marcadores foram fixados respectivamente no quadril (altura do trocâter femural), joelho (face lateral da linha articular do joelho) e tornozelo (maléolo lateral). A distância entre a linha interarticular do joelho e o maléolo lateral foi mensurada para calibração posterior do software de análise (figura 2). Todos os participantes realizaram 3 saltos com contra movimento e para evitar potencial influência dos braços, os praticantes de esportes que envolvem saltomantiveram as mãos nos quadris durante a tarefa e foram instruídos a começarem em posição vertical, agachar rapidamente e saltar o mais alto possível.

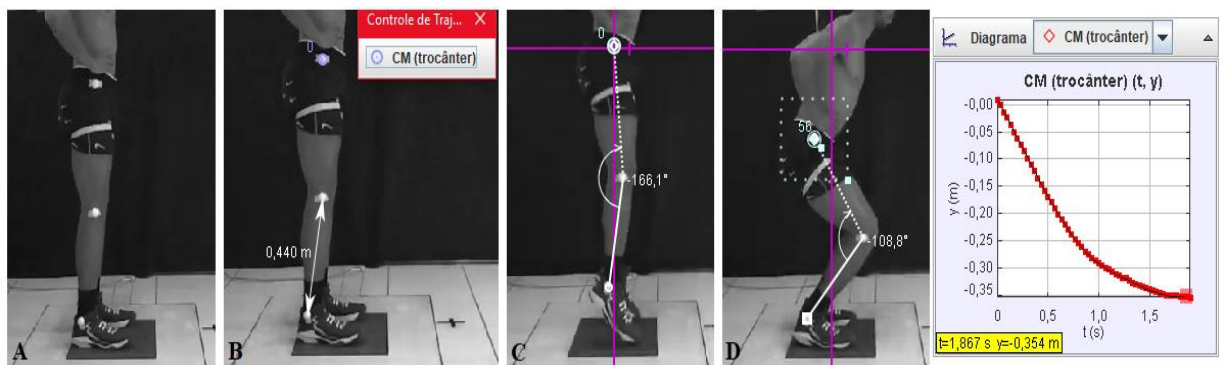


Figura 2. A. Marcadores posicionados nos 3 pontos de referência B. Calibração da métrica do vídeo (distância da linha interarticular e maléolo lateral) e definição do centro de massa (trocâter maior) C. Ponto de contato inicial e angulação inicial do joelho na aterrissagem do salto contra movimento D. Ponto mais baixo do movimento e angulação final do joelho. possível.

## 2.5 Análise estatística

Para análise, foram considerados a média dos valores dos dois últimos saltos. O pico de força de reação ao solo foi normalizado pelo peso dos participantes em newtons. A análise estatística foi realizada usando o SPSS 25 (IBM Inc., Armonk, NY, EUA). Foi realizado o teste de normalidade, teste Komogorov-smirnov, e como algumas variáveis apresentaram não normalidade, optou-se por realizar um teste não paramétrico de Mann-Whitney.

## 3. Resultados

Foram incluídos no estudo 19 atletas (14 homens, 6 mulheres) com idade média de (23,1.  $\pm$  3,3). Os grupos apresentaram semelhança quanto a idade e características dos treinos (Tabela 1) exceto na escala numérica da dor (0,3  $\pm$  0,70 vs 3,8  $\pm$  1,6 ; p=0,00) e na pontuação do VISA-P (94,4  $\pm$  6,9 vs 66,9  $\pm$  10 ; p= 0,00) que eram determinantes para a divisão dos

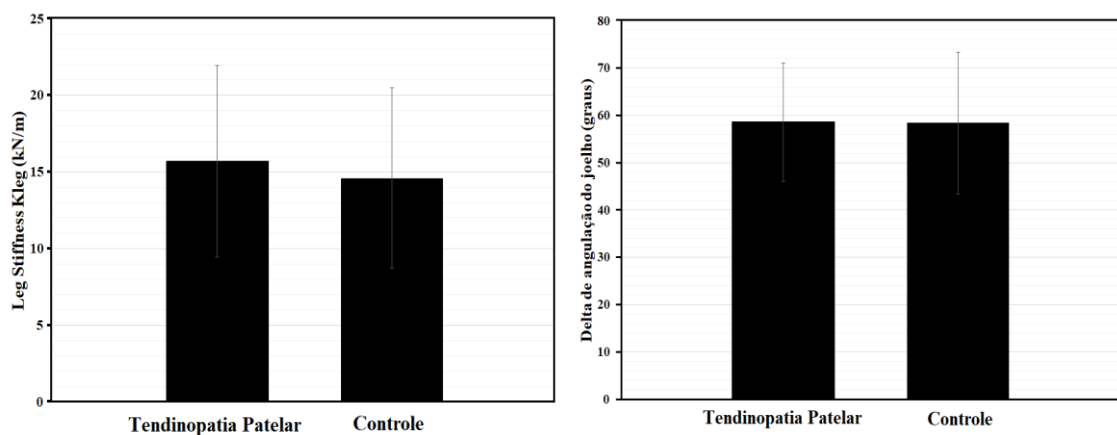
grupos. Em relação as modalidades esportivas, para o grupo TP eram em sua maioria praticantes de esportes que envolvem salto de vôlei (=8), handbol (=1) e salto em altura (=1) e para o grupo sem tendinopatia a maioria também foram de atletas de vôlei (=6), basquete (=2) e handebol (=1).

Em relação aos desfechos biomecânicos mensurado, o grupo com TP não apresentou diferença estatística quando comparado ao grupo sem tendinopatia(Fig.3). Da mesma forma, a complacência da aterrissagem medida pelo delta de angulação do joelho durante o salto também não apresentou diferença estatística entre os grupos (Fig.4).

**Tabela 1.** Características gerais dos participantes por grupo.

Desfechos	Controle (n=9)	TendinopatiaPatelar(n=10)	P valor
Sexo (mulheres/homens)	3/6	2/8	-
Idade (anos)	22,3 ± 3,27	23,8 ± 3,4	0,34
Peso (kg)	78,1 ± 15	79,7 ± 6,3	0,56
Altura (cm)	158,4 ± 59,70	181,4 ± 6,5	0,14
Tempo de prática (anos)	6,0 ± 3,52	9,3 ± 5	0,11
Horas/semana	6,1 ± 1,05	6,9 ± 3,1	0,85
END	0,3 ± 0,70	3,8 ± 1,6	0,00*
Lunge envolvido	42,8 ± 8,6	39,1 ± 4,6	0,25
Lunge não envolvido	43,2 ± 6,80	41,7 ± 4,9	0,65
VISA-P	94,4 ± 6,90	66,9 ± 10	0,00*

END – escala numérica da dor; valores em média e desvio padrão; \*  $p < 0,05$



**Fig 3. Fig4.** Comparação entre os valores de *Leg Stiffness* entre o grupo com tendinopatia patelar e o grupo controle (15,7 ± 6,24 kN/m vs. 14,6 ± 5,8 kN/m, respectivamente;  $p = 0,87$ ). Comparação do delta de angulação do joelho entre os grupos (58,6 ± 12,5 graus vs. 58,4 ± 15 graus, respectivamente;  $p = 0,96$ ).

#### 4 Discussão

O presente estudo teve como objetivo comparar os valores de *Leg Stiffness* entre praticantes de esportes que envolvem salto com TP e sem disfunção tendínea. Apesar da severidade da TP dos atletas avaliados neste estudo, não houve diferença estatística entre os grupos avaliados para os valores de *Leg Stiffness* ou para a complacência da aterrissagem medida pela variação da angulação do joelho. A concordância entre *leg stiffness* e a angulação do joelho, uma vez que a complacência com angulações maiores implica em uma maior flexão de joelho durante aterrissagem que tem influência direta na trajetória do centro de massa, podendo alterar os valores de *Leg Stiffness*.

Em condições laboratoriais, a rigidez de membros inferiores vem sendo calculada em saltos de diferentes intensidades e frequências (Farley, Blickhan, Saito, & Taylor, 1991; Farley & Gonzalez, 1996; Hobara et al., 2010; Liu et al., 2006; Mrdakovic et al., 2014) ou em atividade de corrida (Arampatzis et al., 2001; Bret et al., 2002) através de plataforma de força ou esteiras ergométrica. Além disso, a redução ou aumento dos valores de *stiffness* estão relacionados ao desenvolvimento de lesões ósseas e teciduais (Butler et al., 2003; Granata, Padua, & Wilson, 2002; Padua et al., 2006; Watsford et al., 2010; D. S. 3rd Williams, McClay, & Hamill, 2001; D. S. Williams, Davis, Scholz, Hamill, & Buchanan, 2004).

A população envolvida neste estudo, praticantes de esportes que envolvem salto, está sujeita a uma alta prevalência de desenvolvimento de tendinopatia patelar (Zwerver, Bredeweg, & Van Den Akker-Scheek, 2011) fato que tem sido relacionado com altas cargas impostas ao tendão de maneira repetitiva durante as atividades de aterrissagem durante a prática esportiva. No nosso estudo, a complacência da aterrissagem representada pela variação da angulação do joelho do contato inicial do pé até o ponto mais baixo do deslocamento do quadril não diferiu entre os grupos estudados.

Zhang, Bates and Dufek (2000) mostraram que aterrissagens mais complacentes tem padrões de movimento que envolvem maior flexão e angulações das articulações dos membros inferiores gerando menores forças verticais de reação ao solo. Enquanto isso, atletas de salto com tendinopatia patelar mostraram ter menor amplitude de movimento nas articulações dos membros inferiores após o contato com o pé durante a aterrissagem quando comparados com o grupo assintomáticos (Poel, Diercks, & Zwerver, 2014) o que poderia levar a aterrissagens mais rígidas. Esta relação não foi encontrada entre os praticantes avaliados no nosso estudo. Talvez compensações de tronco podem ter contribuído para esse achado, variável que não foi avaliada no estudo. Até mesmo pequenas alterações do tronco na aterrissagem podem modificar o

padrão de sobrecarga imposta a estrutura tendínea (Scattoni Silva et al., 2017).

A sintomatologia na TP também mostrou influenciar os padrões de rigidez durante a aterrissagem, quando comparados atletas com TP sintomáticos e atletas com histórico de TP não sintomáticos. Os atletas sintomáticos parecem adotar uma estratégia de aterrissagem mais complacente para evitar altas cargas no tendão (Bisseling et al., 2007). Diferentemente dos nossos achados, mesmo com a alta severidade da TP mensurada pelo VISA-P, os atletas avaliados nesta pesquisa mostraram comportamento idêntico estatisticamente. Neste caso, acreditamos que a experiência na prática esportiva (média de nove anos de prática no grupo TP), tornam os atletas mais habituados ao salto e a biomecânica adequada para evitar lesões.

Helland et al. (2013), mostrou que atletas de vôlei com tendinopatia patelar apresentam uma maior habilidade em utilizar o ciclo de alongamento-encurtamento, uma vez que tiveram desempenho melhor durante o salto com contra movimento quando comparado com atletas assintomáticos. Existe uma discussão sobre que fatores seriam mais relevantes para o desenvolvimento da TP, a magnitude de carga ou o padrão de sobrecarga imposta no tendão (Edwards et al., 2010).

Nosso estudo avaliou somente o comportamento do joelho como estratégia de aterrissagem. Contudo, os atletas podem ter empregado estratégias de quadril para melhorar a complacência e adaptar o salto. Talvez este fator tenha contribuído para a não diferença entre os grupos para angulação do joelho.

Nossa pesquisa tem algumas limitações que devem ser mencionadas. O tamanho da amostra foi pequeno e talvez esse fato possa ter interferido na identificação de diferenças substanciais entre as variáveis. Além disto, a amostra incluída no estudo foi de praticantes de esportes que envolvem salto (basquete, handball, vôlei e salto em altura). Essas modalidades apresentam padrões de aterrissagem que diferem entre si e alguns atletas podem ter uma maior familiaridade com o padrão do salto com contra movimento devido à proximidade da tarefa com seu esporte. Talvez, analisar populações de atletas de uma única modalidade possa ser mais sensível na identificação de padrões diferentes de rigidez entre atletas sintomáticos e não sintomáticos. Contudo, apesar destas limitações, nosso estudo é o primeiro que investiga as alterações de *Leg Stiffness* praticantes de esportes que envolvem salto com tendinopatia patelar.

Sabe-se que alterações da rigidez durante a aterrissagem podem contribuir para a sobrecarga e o desenvolvimento de tendinopatia, porém nesta pesquisa não identificamos diferenças de *Leg Stiffness* entre os grupos. Sugere-se que estudos com amostras maiores e populações específicas sejam desenvolvidos para uma melhor investigação dos valores de *Leg*



*Stiffness* em indivíduos com tendinopatia patelar.

## 5 Conclusão

Nosso estudo não encontrou diferença para os valores de *Leg Stiffness* e variação na complacência do joelho entre praticantes de esportes que envolvem salto com tendinopatia patelar e praticantes sem disfunção tendínea.

## 6 Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de fomento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

## 7 Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## 8 Referências

- Arampatzis, A., Bruggemann, G. P., & Klapsing, G. M. (2001). Leg stiffness and mechanical energetic processes during jumping on a sprung surface. *Medicine and science in sports and exercise*, *33*, n. 6, p. 923–931, 2001. United States. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(6), 923–931.
- Bisseling, R. W., Hof, A. L., Bredeweg, S. W., Zwerver, J., & Mulder, T. (2007). Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *British Journal of Sports Medicine*, *41*(7), e8–e8. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.032565>
- Blickhan, R. (1989). The spring-mass model for running and hopping. *Journal of Biomechanics*, *22*(11–12), 1217–1227.
- Brazier, J., Bishop, C., & Simons, C. (2014). Lower Extremity Stiffness: Effects on Performance and Injury and Implications for Training. *Strength and Conditioning Journal*, *36*(5), 103–112. Retrieved from [http://journals.lww.com/nsca-scj/Abstract/2014/10000/Lower\\_Extremity\\_Stiffness\\_\\_\\_Effects\\_on\\_Performance.12.aspx](http://journals.lww.com/nsca-scj/Abstract/2014/10000/Lower_Extremity_Stiffness___Effects_on_Performance.12.aspx)
- Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A.-B., Messonnier, L., & Lacour, J.-R. (2002). Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *42*(3), 274–281.
- Butler, R. J., Crowell, H. P. 3rd, & Davis, I. M. (2003). Lower extremity stiffness: implications for performance and injury. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, *18*(6), 511–517.
- Cavagna, G. A. (1975). Force platforms as ergometers. *Journal of Applied Physiology*

- (Bethesda, Md. : 1985), 39(1), 174–179. <https://doi.org/10.1152/jappl.1975.39.1.174>
- Cook, J. L., Kiss, Z. S., Khan, K. M., Purdam, C. R., & Webster, K. E. (2004). Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: A cross-sectional study. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2), 206–209. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.004747>
- Edwards, S., Steele, J. R., McGhee, D. E., Beattie, S., Purdam, C., & Cook, J. L. (2010). Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(11), 2072–2080. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0550b>
- Edwards, S., Steele, J. R., Purdam, C. R., Cook, J. L., & McGhee, D. E. (2014). Alterations to landing technique and patellar tendon loading in response to fatigue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(2), 330–340. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a42e8e>
- Farley, C. T., Blickhan, R., Saito, J., & Taylor, C. R. (1991). Hopping frequency in humans: a test of how springs set stride frequency in bouncing gaits. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 71(6), 2127–2132. <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.71.6.2127>
- Farley, C. T., & Gonzalez, O. (1996). Leg stiffness and stride frequency in human running. *Journal of Biomechanics*, 29(2), 181–186.
- Granata, K. P., Padua, D. A., & Wilson, S. E. (2002). Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Part II. Quantification of leg stiffness during functional hopping tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology : Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 12(2), 127–135.
- Helland, C., Bojsen-møller, J., Raastad, T., Seynnes, O. R., Moltubakk, M. M., Jakobsen, V., ... Bahr, R. (2013). *Mechanical properties of the patellar tendon in elite volleyball players with and without patellar tendinopathy*. 862–868. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092275>
- Hobara, H., Inoue, K., Muraoka, T., Omuro, K., Sakamoto, M., & Kanosue, K. (2010). Leg stiffness adjustment for a range of hopping frequencies in humans. *Journal of Biomechanics*, 43(3), 506–511. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.09.040>
- Liu, Y., Peng, C. H., Wei, S. H., Chi, J. C., Tsai, F. R., & Chen, J. Y. (2006). Active leg stiffness and energy stored in the muscles during maximal counter movement jump in the aged. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16(4), 342–351. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.08.001>
- Maffulli, B. N., Orth, F., Longo, U. G., & Denaro, V. (2010). *Novel Approaches for the Management of Tendinopathy Novel Approaches for the Management of Tendinopathy*. 2604–2613. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01744>
- Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (2015). Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 45(11), 887–898. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5987>

- Mendonca, L. D., Ocarino, J. M., Bittencourt, N. F. N., Macedo, L. G., & Fonseca, S. T. (2018). Association of Hip and Foot Factors With Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee) in Athletes. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *48*(9), 676–684. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7426>
- Mrdakovic, V., Ilic, D., Vulovic, R., Matic, M., Jankovic, N., & Filipovic, N. (2014). Leg stiffness adjustment during hopping at different intensities and frequencies. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, *16*(3), 69–76. <https://doi.org/10.5277/abb140308>
- Padua, D. A., Arnold, B. L., Perrin, D. H., Gansneder, B. M., Carcia, C. R., & Granata, K. P. (2006). Fatigue, vertical leg stiffness, and stiffness control strategies in males and females. *Journal of Athletic Training*, *41*(3), 294–304.
- Poel, H. J. De, Diercks, R. L., & Zwerver, J. (2014). Jumper ' s Knee or Lander ' s Knee ? A Systematic Review of the Relation between Jump Biomechanics and Patellar Tendinopathy. *Int J Sports Med*, *35*, 714–722. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358674>
- Rudavsky, A., & Cook, J. (2014). Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *Journal of Physiotherapy*, *60*(3), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.022>
- Scattone Silva, R., Purdam, C. R., Fearon, A. M., Spratford, W. A., Kenneally-Dabrowski, C., Preston, P., ... Gaida, J. E. (2017). Effects of Altering Trunk Position during Landings on Patellar Tendon Force and Pain. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *49*(12), 2517–2527. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001369>
- Van der Worp, H., de Poel, H. J., Diercks, R. L., van den Akker-Scheek, I., & Zwerver, J. (2014). Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. *International Journal of Sports Medicine*, *35*(8), 714–722. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358674>
- Wageck, B. B., de Noronha, M., Lopes, A. D., da Cunha, R. A., Takahashi, R. H., & Costa, L. O. P. (2013). 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*, *43*(3), 163–171. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4287>
- Watsford, M. L., Murphy, A. J., McLachlan, K. A., Bryant, A. L., Cameron, M. L., Crossley, K. M., & Makdissi, M. (2010). A prospective study of the relationship between lower body stiffness and hamstring injury in professional Australian rules footballers. *The American Journal of Sports Medicine*, *38*(10), 2058–2064. <https://doi.org/10.1177/0363546510370197>
- Williams, D. S. 3rd, McClay, I. S., & Hamill, J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, *16*(4), 341–347.
- Williams, D. S., Davis, I. M. C., Scholz, J. P., Hamill, J., & Buchanan, T. S. (2004). High-arched runners exhibit increased leg stiffness compared to low-arched runners. *Gait and Posture*, *19*(3), 263–269. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(03\)00087-0](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(03)00087-0)
- Zhang, S. N., Bates, B. T., & Dufek, J. S. (2000). Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *32*(4),

812–819. <https://doi.org/10.1097/00005768-200004000-00014>

Zwerver, J., Bredeweg, S. W., & Van Den Akker-Scheek, I. (2011). Prevalence of jumper's knee among nonelite athletes from different sports: A cross-sectional survey. *American Journal of Sports Medicine*, *39*(9), 1984–1988.

<https://doi.org/10.1177/0363546511413370>