

# Variáveis biomecânicas dos membros inferiores são indicadores do padrão de apresentação da tendinopatia patelar em atletas de elite africanos de basquetebol e voleibol\*

## *Lower Limb Biomechanical Variables Are Indicators of the Pattern of Presentation of Patella Tendinopathy in Elite African Basketball and Volleyball Players*

Ayoola Aiyegbusi<sup>1</sup>  Bidemi Tella<sup>1</sup> Chukwuebuka Okeke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physiotherapy, College of Medicine, University of Lagos, Nigéria

Endereço para correspondência Ayoola Aiyegbusi, PhD, Department of Physiotherapy, College of Medicine, University of Lagos, Nigeria (e-mail: aaiyegbusi@unilag.edu.ng).

Rev Bras Ortop 2019;54:540–548.

### Resumo

**Objetivo** Este estudo determinou o padrão de apresentação e gravidade da tendinopatia patelar (TP) e sua relação com variáveis biomecânicas selecionadas em atletas de elite.

**Métodos** O estudo envolveu 98 jogadores de elite nigerianos de basquetebol e voleibol com idades entre 18 e 35 anos. Testes clínicos e ultrassonografia foram usados para separar os participantes em grupos sintomáticos e assintomáticos. Procedimentos padrão foram utilizados para avaliar o ângulo do quadríceps (ângulo Q), a torção da tíbia, a dorsiflexão do tornozelo, a flexibilidade dos isquiotibiais, e a postura do pé. Usou-se o questionário Victorian Institute of Sport Assessment Questionnaire, Patellar Tendon (VISA-P) para avaliar a gravidade dos sintomas nos grupos sintomáticos. A análise estatística foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA, na sigla em inglês), análise post hoc, e correlação de Pearson, com nível de significância estabelecido em  $p < 0,05$ .

**Resultados** Pontuações significativamente menores de sentar e alcançar ( $p = 0,01$ ), aumento da pontuação do índice de postura do pé ( $p = 0,01$ ), e redução da amplitude de dorsiflexão do tornozelo ( $p = 0,03$ ) foram encontrados em participantes de ambos os sexos com TP sintomática. Ângulos Q ( $p = 0,02$ ) maiores nos homens e ângulos de torção tibial maiores ( $p = 0,001$ ) nas mulheres também foram encontrados nos grupos de TP sintomática. A gravidade dos sintomas foi significativamente maior no grupo que tinha apenas sintomas clínicos ( $p = 0,042$ ), e estava significativamente correlacionada

### Palavras-chave

- ▶ tendinopatia
- ▶ patela
- ▶ traumatismos em atletas
- ▶ fenômenos biomecânicos
- ▶ voleibol
- ▶ basquetebol

\* Estudo realizado no Departamento de Fisioterapia, College of Medicine, University of Lagos, Nigéria.

com a flexibilidade dos isquiotibiais tanto nos homens ( $r = -0,618$ ) quanto nas mulheres ( $r = -0,664$ ).

**Conclusão** A redução da flexibilidade dos isquiotibiais, o aumento da pronação do pé, e a redução da amplitude de dorsiflexão do tornozelo foram significativos em participantes com TP sintomática.

## Abstract

**Objective** The present study determined the pattern of presentation and severity of patellar tendinopathy (PT) and its relationship with selected biomechanical variables in elite athletes.

**Methods** The study involved 98 elite Nigerian basketball and volleyball players aged between 18 and 35 years. Clinical tests and ultrasound imaging were used to divide the participants into symptomatic and asymptomatic groups. Standard procedures were used to assess the quadriceps angle (Q-angle), tibial torsion, ankle dorsiflexion, hamstring flexibility, and foot posture. The Victorian Institute of Sport Assessment Questionnaire, Patellar Tendon (VISA-P) was used to assess the severity of the symptoms. The statistical analysis was performed using analysis of variance (ANOVA), and a post hoc analysis and Pearson correlation with significance level set at  $p < 0.05$  were also performed.

**Results** Significantly lower sit-and-reach scores ( $p = 0.01$ ), increased foot posture index score ( $p = 0.01$ ) and reduced ankle dorsiflexion range ( $p = 0.03$ ) were found in participants of both sexes with symptomatic PT. Higher Q-angles ( $p = 0.02$ ) in males and tibial torsion angles ( $p = 0.001$ ) in females were also found in the symptomatic PT groups. Symptom severity was significantly higher in the group with clinical symptoms only ( $p = 0.042$ ), and it was significantly correlated with hamstring flexibility in both males ( $r = -0.618$ ) and females ( $r = -0.664$ ).

**Conclusion** Reduced hamstring flexibility, increased foot pronation and reduced ankle dorsiflexion range were significant in participants with symptomatic PT.

## Keywords

- ▶ tendinopathy
- ▶ patella
- ▶ athletic injuries
- ▶ biomechanical phenomena
- ▶ volleyball
- ▶ basketball

## Introdução

A tendinopatia patelar (TP) é um dos transtornos comuns de uso excessivo que ocorrem especialmente em atletas de elite que participam de esportes que envolvem saltos, como vôlei e basquete, daí a expressão “joelho de saltador”.<sup>1,2</sup> É uma das principais razões para interromper o treinamento e/ou a participação em competições, e pode resultar em aposentadoria prematura em esportes competitivos.<sup>3,4</sup> A TP é uma patologia crônica comum do joelho com diagnóstico clínico de dor e disfunção no tendão patelar.<sup>3</sup> Ela apresenta-se clinicamente como dor localizada na fixação proximal do tendão ao polo inferior da patela com carga tendínea de alto nível, como no salto e na mudança de direção.<sup>3</sup> O diagnóstico baseia-se em testes clínicos e ultrassonográficos, com os testes clínicos mostrando dor relacionada à carga localizada no tendão patelar, enquanto os resultados de imagem (ultrassonografia ou ressonância magnética) revelam espessamento focal e regiões hipoeóicas do tendão patelar.<sup>3</sup>

Uma variação nas apresentações diagnósticas levou à documentação de diferentes padrões de ocorrência da TP.<sup>3,5</sup> Esses padrões encontrados na literatura incluem indivíduos com apenas anormalidades ultrassonográficas de tendinopatia; indivíduos com apenas sintomas clínicos de tendinopatia; e

indivíduos com anormalidades ultrassonográficas e sintomas clínicos de tendinopatia.<sup>3,5,6</sup> Poucos estudos consideraram todos os possíveis padrões de ocorrência de TP em atletas.

Ainda não se sabe por que níveis semelhantes de tensão do tendão resultam em tendinopatia em alguns indivíduos, mas não em outros.<sup>7</sup> Estudos recentes tentaram identificar variáveis biomecânicas específicas dos membros inferiores, tais como flexibilidade reduzida dos isquiotibiais e do quadríceps, torção excessiva da tibia, aumento do ângulo do quadríceps (ângulo Q), e redução da amplitude de movimento da dorsiflexão do tornozelo, que podem aumentar o risco de TP, e como seus valores medidos variam em atletas que praticam esportes que envolvem saltos.<sup>1,8,9</sup> Uma melhor compreensão da predisposição biomecânica intrínseca de um indivíduo para a TP facilitará a identificação de fatores de risco modificáveis, e será uma contribuição valiosa para o planejamento de medidas e intervenções preventivas.<sup>10</sup> Além disso, abordar esses fatores intrínsecos é considerado um passo importante na bem-sucedida reabilitação da TP.<sup>11</sup>

Resta ainda, no entanto, uma escassez de informações sobre a relação entre essas variáveis biomecânicas intrínsecas dos membros inferiores e a apresentação e a gravidade da TP em atletas, particularmente entre negros africanos, a fim de explicar as variações raciais.<sup>9</sup> Uma preocupação de uma

perspectiva global é que a maioria das prevalências de lesões esportivas de base populacional é baseada em dados relatados em países desenvolvidos, enquanto há frequentemente uma escassez de dados sobre lesões esportivas em outras partes do mundo.<sup>12</sup>

Portanto, este estudo foi projetado para determinar o padrão de apresentação e gravidade da tendinopatia patelar e sua relação com variáveis biomecânicas selecionadas dos membros inferiores em jogadores de elite de basquete e voleibol em Lagos, Nigéria.

## Materiais e Métodos

### Seleção dos Participantes

Este estudo foi uma pesquisa analítica transversal, feita com 98 atletas de elite de basquete e voleibol, com idades entre 18 e 35 anos, recrutados no National Stadium, no Estádio Teslim Balogun e no Rowe Park, em Lagos, na Nigéria. Foram incluídos atletas de elite de esportes que envolvem saltos (voleibol e basquete), que estavam em fase de treinamento e tinham responsabilidades de jogo por pelo menos um ano antes do recrutamento para o estudo. Foram excluídos os participantes que haviam previamente se submetido a cirurgia no joelho, e que tinham histórico de lesão no joelho nos 6 meses anteriores ao início do estudo. Os participantes que usaram analgésicos dentro de 3 a 6 horas antes da avaliação também foram excluídos.

### Consideração Ética

A aprovação ética foi solicitada e obtida do Comitê de Pesquisa e Ética em Saúde. Termos de consentimento livre e esclarecido por escrito também foram solicitados e obtidos de todos os participantes antes do início do estudo.

### Determinação do Tamanho da Amostra

O tamanho da amostra foi determinado utilizando-se o protocolo de Pourhoseingholi et al (2013)<sup>13</sup> que gerou um tamanho de amostra de 98.

### Diagnóstico e Agrupamento dos Participantes

Uma técnica de amostragem intencional foi utilizada para recrutar os participantes para o estudo, com cada participante selecionado de acordo com os critérios de inclusão. O diagnóstico foi baseado nos resultados de testes clínicos e ultrassonográficos. Dois testes clínicos foram utilizados: o teste da Royal London<sup>14</sup> e o de agachamento unipodal declinado<sup>15</sup>, que foram realizados por um dos pesquisadores, de quem foram ocultadas as medidas biomecânicas variáveis e imagens de ultrassonografia dos atletas.

### Imagens de Ultrassonografia

Uma máquina de ultrassom musculoesquelético (Siemens Acuson, P500; Siemens Medical Solutions Inc, Malvern, Pennsylvania, USA) foi utilizada para analisar os participantes com anormalidades morfológicas focais no tendão da patela. Os tendões patelares foram visualizados em escala de

cinza com uma máquina de ultrassom equipada com um transdutor linear Siemens Acuson de 10-15 MHz (Siemens Medical Solutions, Inc., Malvern, PA, EUA). Um único ultrassonografista musculoesquelético, de quem foram ocultados os históricos clínicos dos atletas, realizou todas as imagens nos planos transversal e longitudinal. Os resultados foram categorizados como normal ou anormal/tendinopático com regiões hipoeóicas nos planos transversal e longitudinal.<sup>15</sup>

Os participantes foram então separados em quatro grupos de acordo com o padrão de apresentação da TP:

Grupo A: participantes com características ultrassonográficas de tendinopatia, mas com resultados negativos ou assintomáticos nos testes clínicos.

Grupo B (controle): participantes sem características ultrassonográficas de tendinopatia e com resultados negativos nos testes clínicos.

Grupo C: participantes com características ultrassonográficas de tendinopatia e resultados positivos ou sintomáticos nos testes clínicos.

Grupo D: participantes com resultados positivos ou sintomáticos nos testes clínicos, mas que não apresentaram características ultrassonográficas de tendinopatia.

Os grupos C e D foram os grupos com TP sintomática.

### Protocolo de Pesquisa e Procedimento para Coleta de Dados

Foi solicitada permissão às direções dos clubes, e as metas e objetivos do estudo foram cuidadosamente explicados para a direção e para os atletas, incluindo detalhes do procedimento de pesquisa. As seguintes variáveis biomecânicas foram medidas por dois dos investigadores, que desconheciam o estado clínico do participante e o resultado da imagem por ultrassonografia:

**Análise postural do pé:** é uma ferramenta clínica de diagnóstico destinada a quantificar o grau em que um pé pode ser considerado como estando numa posição pronada, supinada ou neutra, e dá uma indicação da postura geral do pé.<sup>16</sup> Ela classifica a postura de sustentação do peso de acordo com uma série de 6 critérios predefinidos, e uma combinação dessas pontuações fornece um valor agregado usado na estimativa da postura geral do pé. Os participantes ficaram em posição relaxada de apoio de membros duplos, e foram instruídos a ficarem imóveis com os braços nos flancos e olhando para a frente. Os participantes foram instruídos a dar alguns passos e marchar no local antes de se estabelecerem parados em posição confortável. Cada medição durou cerca de 2 minutos, durante os quais o examinador se moveu em torno do sujeito, fazendo observações e tomando notas de medição. Se uma observação não pôde ser feita (por causa de inchaço dos tecidos moles, por exemplo), ela foi considerada perdida, e foi indicado na folha de dados que o item não foi pontuado.<sup>16</sup> Valores agregados positivos altos indicam uma postura pronada; valores agregados significativamente negativos indicam uma postura geral do pé supinado; e, para um pé neutro, a pontuação agregada final deve ser próxima a zero.<sup>16,17</sup> Esta ferramenta também foi investigada, e foi considerada confiável e válida.<sup>16,17</sup>

**Ângulo do quadríceps (ângulo Q):** o ângulo Q foi medido com um goniômetro (Victory Model: V-T052, Zhenjian, China Mainland) de braço longo.<sup>18</sup> Para medi-lo, tanto o ponto médio da patela quanto os tubérculos tibiais foram localizados e marcados usando um marcador. Uma linha foi traçada conectando a espinha ílaca anterossuperior, (EIAS) e o ponto médio da patela, e outra linha foi traçada dos tubérculos tibiais até o ponto médio da patela. Finalmente, o ângulo Q foi medido como o valor obtido entre as linhas cruzadas usando um goniômetro de braço longo.<sup>18</sup> A medida foi validada como um indicador confiável e importante da função biomecânica na extremidade inferior, e descreve a força lateral aplicada à articulação femoropatelar pela contração do músculo quadríceps.<sup>19</sup>

**Teste de sentar e alcançar:** o teste sentar e alcançar em “V”, considerado válido e confiável, foi usado para avaliar a flexibilidade dos isquiotibiais.<sup>20,21</sup> Os participantes sentaram em um tapete, com as pernas totalmente estendidas, com uma linha de medição entre as pernas, e com as solas dos pés colocadas imediatamente atrás da linha de base, com calcanhares separados por 8 a 12 polegadas.<sup>20</sup> O participante estendeu-se lentamente para a frente o mais longe possível, com as duas mãos sobrepostas e as palmas voltadas para baixo.<sup>20,21</sup> O examinador mediu o ponto em que as pontas dos dedos médios se estendiam ao longo da régua ou da fita métrica.<sup>20</sup>

**Amplitude ativa de movimento do tornozelo:** foi avaliada por goniometria de acordo com o protocolo desenvolvido por Schulze et al.<sup>22</sup>

**Ângulo de torção tibial:** para medir a torção interna ou externa da tibia, os participantes foram posicionados em posição deitada (de bruços), com joelhos flexionados a 90 graus. Uma linha foi desenhada para dividir a parte posterior da coxa (representando o eixo transcondilar), e outra linha foi desenhada para dividir o pé (representando o eixo transmaleolar).<sup>23</sup> Um goniômetro de braço longo foi usado para medir o ângulo formado por essas duas linhas. O eixo do goniômetro foi posicionado no ponto médio do calcanhar. O braço estático foi posicionado para ficar alinhado com a linha que atravessa a parte posterior da coxa, enquanto o braço móvel foi posicionado para ficar alinhado com a linha que divide o pé.<sup>23</sup> Normalmente, o ângulo tem entre 0 e 15 graus. Um ângulo de torção superior a 15 graus indica torção tibial externa excessiva, e os ângulos menores do que 0 grau indicam torção tibial interna excessiva.<sup>23</sup>

**Victorian Institute of Sport Assessment Questionnaire, Patellar Tendon (VISA-P):** a pontuação no questionário autorrelatado VISA-P, que foi considerado confiável e válido para medir a gravidade da tendinopatia patelar, foi avaliada.<sup>3,20</sup> A pontuação máxima para um atleta assintomático é de 100 pontos, a menor pontuação teórica é 0, e menos de 80 pontos corresponde a disfunção.<sup>3,24</sup>

### Análise de Dados

O pacote do programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS, IBM Corp., Armonk, NY, EUA), versão 22.0 para Windows, foi utilizado para realizar a análise de dados. A análise de variância (ANOVA) e a análise post hoc usando a diferença mínima significativa (DMS) foram usadas para determinar as diferenças significativas nos valores medidos das variáveis

biomecânicas selecionadas dos membros inferiores nos diferentes grupos de TP do estudo. A estatística inferencial do coeficiente de correlação de Pearson foi utilizada para determinar a relação entre as variáveis biomecânicas selecionadas e a gravidade da TP. Dados demográficos e quantitativos foram expressos em termos de frequência, porcentagem, média e desvio padrão. Todos os testes estatísticos foram realizados com um nível de significância de 0,05 ( $p < 0,05$ ).

### Resultados

Um total de 98 participantes (63 homens e 35 mulheres) foram incluídos neste estudo, dos quais 53 eram jogadores de basquete, e os 45 restantes eram jogadores de voleibol. Não houve diferenças significativas nas características descritivas dos participantes nos quatro grupos. O padrão de ocorrência de TP em relação ao tipo de esporte e gênero pode ser visto na **–Tabela 1**. A **–Tabela 2** mostra os resultados da ANOVA para diferenças nos valores medidos das variáveis biomecânicas selecionadas em participantes do sexo masculino que foram significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre os grupos, exceto para o ângulo de torção tibial. A análise post hoc com o teste DMS foi usada para determinar a localização das diferenças significativas entre os grupos (**–Tabela 3**). A ANOVA foi usada para testar as diferenças nas variáveis biomecânicas dos participantes do sexo feminino, e os resultados mostraram que o ângulo do quadríceps não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $f = 2,274$ ;  $p = 0,10$ ), enquanto as outras variáveis foram significativamente ( $p < 0,05$ ) diferentes (**–Tabela 4**). A **–Tabela 5** mostra os resultados da análise post hoc. Na **–Tabela 6**, uma comparação da gravidade dos sintomas de dor no tendão patelar entre os grupos sintomáticos C e D mostra que a gravidade dos sintomas no grupo D foi significativamente maior do que no grupo C ( $t = 2,07$ ;  $p = 0,042$ ). No entanto, a análise de acordo com o gênero não mostrou diferença significativa na gravidade dos sintomas entre os dois grupos (C e D). O resultado da análise usando o coeficiente de correlação de Pearson não mostrou correlação significativa entre a gravidade dos sintomas e todas as variáveis biomecânicas selecionadas, exceto pela flexibilidade dos isquiotibiais, que mostrou uma correlação negativa significativamente forte tanto em homens ( $r = -0,618$ ;  $p = 0,02$ ) quanto em mulheres ( $r = -0,664$ ;  $p = 0,042$ ) (**–Tabela 7**).

### Discussão

As variações no padrão de apresentação da TP observadas neste estudo estão de acordo com relatos de vários autores de que, embora o diagnóstico clínico seja frequentemente confirmado por anormalidades morfológicas na ultrassonografia/ressonância magnética (RM), ainda existem indivíduos com sintomas clínicos que têm resultados de imagens de ultrassom aparentemente saudáveis/normais.<sup>4,5</sup> Isso levou a conflitos sobre qual grupo designar como tendo TP, pois alguns autores realmente opinaram que as aparições ultrassonográficas na TP nem sempre estão associadas à dor, nem resultam em dor com o passar do tempo, o que é uma indicação de que os resultados de imagem nem sempre se correlacionam com a presença de

**Tabela 1** Padrão de apresentação da tendinopatia patelar em relação ao tipo de envolvimento esportivo e gênero

Variáveis		Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Total
Ocorrência geral						
	Frequência/número	16	54	13,0	15,0	98
	Porcentagem	16,3	55,1	13,3	15,3	100
Ocorrência por gênero						
Masculino	Frequência/número	12	31	10	10	63
	Porcentagem	19	49,2	15,9	15,9	100
Feminino	Frequência/número	4	23	3	5	35
	Porcentagem	11,4	65,7	8,6	14,3	100
Ocorrência por esporte						
Basquete	Frequência/número	8	27	5	13	53
	Porcentagem	15,1	50,9	9,4	24,5	100
Voleibol	Frequência/número	8	27	8	2	45
	Porcentagem	17,8	60,0	17,8	4,4	100

**Notas:** Grupo A = características ultrassonográficas da tendinopatia sem sintomas clínicos.

Grupo B = sem características ultrassonográficas ou sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo C = (características ultrassonográficas e sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo D = somente sintomas clínicos de tendinopatia.

**Tabela 2** Análise das variáveis biomecânicas selecionadas dos membros inferiores nos diferentes grupos de tendinopatia patelar, em participantes do sexo masculino, usando análise de variância

Variáveis	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	valor de f	Valor de p
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP		
Ângulo Q	12,30 ± 2,35	11,27 ± 1,60	15,20 ± 1,75	14,40 ± 2,22	14,633	0,020*
Flexibilidade dos isquiotibiais	18,83 ± 0,94	19,65 ± 1,50	17,40 ± 0,84	18,10 ± 1,60	8,559	0,010*
Postura do pé	3,88 ± 2,03	3,29 ± 2,45	8,10 ± 2,85	7,10 ± 2,88	9,418	0,010*
Dorsiflexão do tornozelo	18,08 ± 2,02	18,45 ± 1,23	13,50 ± 1,08	14,30 ± 1,89	6,539	0,000*
Torção tibial	20,25 ± 5,74	17,18 ± 2,90	26,70 ± 3,97	27,60 ± 3,65	1,356	0,383

**Abreviatura:** DP, desvio padrão.

**Notas:** \*significativo em  $p < 0,05$ ; O valor f deve ser próximo de 1,0 se a hipótese nula for verdadeira. Um valor f grande mostra que a hipótese nula é falsa.

Grupo A = características ultrassonográficas da tendinopatia sem sintomas clínicos.

Grupo B = sem características ultrassonográficas ou sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo C = características ultrassonográficas e sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo D = somente sintomas clínicos de tendinopatia.

resultados histopatológicos.<sup>5,6,25,26</sup> Nossos resultados mostraram que a maioria dos participantes era assintomática, especialmente aqueles que não apresentavam sintomas clínicos ou ultrassonografias positivas. No entanto, a predisposição de esses participantes desenvolverem TP subsequentemente não pode ser descartada, como observado por Fredberg et al<sup>27</sup> que as anormalidades ultrassonográficas na TP assintomática poderiam se resolver, permanecer inalteradas ou se expandir; daí a importância deste estudo em identificar variáveis biomecânicas que possam indicar uma predisposição para a condição.

### Relação entre Apresentação de TP e Variáveis Biomecânicas

Stephen et al<sup>28</sup> haviam relatado anteriormente que um ângulo Q alto era um fator preditivo significativo de TP, e

isso pode explicar por que nossos resultados mostraram que o ângulo Q foi significativamente maior em participantes com sintomas clínicos e características ultrassonográficas do que nos outros grupos. Um ângulo Q anormalmente alto aumenta a tração lateral do músculo quadríceps na patela, causando desalinhamento do mecanismo extensor, que pode resultar em TP.<sup>19,29</sup> Alguns estudos, por outro lado, não encontraram diferenças no ângulo Q entre os indivíduos de controle e os com TP, como observado com os resultados de nossas participantes femininas, que não mostraram diferenças significativas no ângulo Q entre os diferentes grupos.<sup>2,30</sup> Isso pode ser devido ao fato de que as mulheres normalmente têm ângulos Q maiores do que os homens, o que pode ter resultado em mecanismos compensatórios biomecânicos que mitigaram o impacto do ângulo Q no desenvolvimento

**Tabela 3** Análise post hoc de diferenças significativas em variáveis biomecânicas em participantes masculinos usando a diferença mínima significativa (DSM)

	Ângulo Q	Flexibilidade dos isquiotibiais	Postura	Dorsiflexão do tornozelo
Grupos	Diferença média (valor de p)	Diferença média (valor de p)	Diferença média (valor de p)	Diferença média (valor de p)
B-C	-3,93 (0,000)*	-4,81 (0,00)*	4,95 (0,000)*	2,245 (0,000)*
B-D	-3,13 (0,000)*	1,545 (0,002)*	-3,81 (0,001)*	4,15 (0,000)*
A-C	-2,91 (0,011)*	1,433 (0,015)*	-4,23 (0,001)*	4,58 (0,000)*
A-D	-2,11 (0,011)*	0,733 (0,206)	-3,23 (0,013)*	3,78 (0,000)*
A-B	1,0175 (0,117)	0,812 (0,08)	0,59 (0,560)	0,87 (0,474)
C-D	0,80 (0,346)	-0,700(0,248)	-1,00 (0,449)	0,80 (0,239)

Notas: \*significativo em  $p < 0,05$ .

Grupo A = características ultrassonográficas da tendinopatia sem sintomas clínicos.

Grupo B = sem características ultrassonográficas ou sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo C = características ultrassonográficas e sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo D = somente sintomas clínicos de tendinopatia.

**Tabela 4** Diferenças nos valores medidos de variáveis biomecânicas selecionadas dos membros inferiores nos diferentes grupos de tendinopatia patelar, em participantes do sexo feminino, usando análise de variância

Variáveis	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Valor de f	Valor de p
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP		
Ângulo Q (graus)	15,25 ± 3,60	14,48 ± 3,08	18,00 ± 2,00	17,76 ± 2,97	2,274	0,100
Flexibilidade dos isquiotibiais	20,5 ± 0,58	21,22 ± 1,51	19,67 ± 2,52	18,60 ± 1,52	4,457	0,010*
Postura do pé	4,50 ± 1,52	3,33 ± 1,77	9,00 ± 1,00	7,40 ± 1,88	11,296	0,010*
Dorsiflexão do tornozelo	18,00 ± 1,00	18,41 ± 1,32	15,33 ± 0,58	13,20 ± 1,64	6,147	0,030*
Torção tibial	17,75 ± 2,35	16,78 ± 3,32	26,33 ± 2,77	24,40 ± 3,07	7,753	0,001*

Abreviatura: DP, desvio padrão.

Notas: \*significativo em  $p < 0,05$ .

Grupo A = características ultrassonográficas da tendinopatia sem sintomas clínicos.

Grupo B = sem características ultrassonográficas ou sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo C = características ultrassonográficas e sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo D = somente sintomas clínicos de tendinopatia.

**Tabela 5** Análise post hoc usando a diferença mínima significativa (DMS) para determinar diferenças significativas nas variáveis biomecânicas nos participantes do sexo feminino

Grupos	Flexibilidade dos isquiotibiais	Postura do pé	Dorsiflexão do tornozelo	Torção tibial
	Diferença média (valor de p)	Diferença média (valor de p)	Diferença média (valor de p)	Diferença média (valor de p)
B-C	1,55 (0,109)	3,08 (0,000)*	-5,67 (0,000)*	-9,56 (0,001)*
B-D	2,62 (0,002)*	-4,07 (0,000)*	5,21 (0,000)*	-7,62 (0,001)*
A-C	0,83 (0,482)	-4,50 (0,04)*	2,67 (0,01)*	-8,58 (0,013)*
A-D	1,90 (0,074)*	-2,90 (0,038)*	4,80 (0,000)*	-6,65 (0,027)*
A-B	0,72 (0,394)	1,1739 (0,285)	-0,41 (0,552)	0,97 (0,679)
C-D	1,067 (0,348)	1,60 (0,280)	-2,13 (0,028)*	1,93 (0,540)

Notas: \*significativo em  $p < 0,05$ .

Grupo A = características ultrassonográficas da tendinopatia sem sintomas clínicos.

Grupo B = sem características ultrassonográficas ou sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo C = características ultrassonográficas e sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo D = somente sintomas clínicos de tendinopatia.

**Tabela 6** Comparação da gravidade dos sintomas entre os dois grupos sintomáticos (grupos C e D) usando o teste *t* independente

Variáveis	Grupo C	Grupo D	Valor de <i>t</i>	Valor de <i>p</i>
	Média ± DP	Média ± DP		
Masculino	72 ± 0,14	79 ± 2,96	1,876	0,077
Feminino	78 ± 1,05	80 ± 1,55	0,527	0,617
Ambos	73 ± 1,60	79 ± 2,35	2,07	0,04*

Abreviatura: DP, desvio padrão.

Notas: Grupo C = características ultrassonográficas e sintomas clínicos de tendinopatia.

Grupo D = somente sintomas clínicos de tendinopatia.

da TP. Isso é corroborado por estudos recentes, nos quais o ângulo Q não apresentou relação com a intensidade da dor e a capacidade funcional em mulheres com síndrome da dor femoropatelar (SDFP), nem foi fator preditivo de TP.<sup>31,32</sup>

A flexibilidade dos isquiotibiais apareceu como um fator significativo nas diferentes apresentações de TP no presente estudo. Nossos resultados também mostraram uma forte relação entre a diminuição da flexibilidade dos isquiotibiais e a gravidade dos sintomas tanto nos participantes masculinos quanto nos femininos. Participantes sem TP apresentaram flexibilidade significativamente maior do que aqueles com TP sintomática, o que também está de acordo com os achados de Cook e Purdam,<sup>33</sup> que encontraram diferenças na flexibilidade entre sujeitos com TP e os controles. A rigidez muscular predispõe ao desenvolvimento de lesões por uso excessivo dos membros inferiores, incluindo a TP, pois a diminuição da flexibilidade altera a mecânica da articulação do joelho, aumentando a tensão do tendão durante os movimentos articulares, resultando em sobrecarga do tendão.<sup>34</sup> Demonstrou-se recentemente que a flexibilidade dos isquiotibiais também afeta a relação ângulo-torque para os flexores do joelho, resultando em um aumento na flexão do joelho durante a postura, que é uma variável preditiva da TP.<sup>35</sup> Esses resultados sugerem que as intervenções destinadas a melhorar a flexibilidade dos músculos da coxa, particularmente os isquiotibiais, podem facilitar a redução dos sintomas da TP e ser um importante componente das estratégias preventivas e de reabilitação desse transtorno.<sup>34</sup>

Observa-se também, a partir de nossos resultados, que não houve diferenças significativas na flexibilidade dos isquiotibiais entre os grupos assintomáticos e no grupo com resultados ultrassonográficos e também sintomas clínicos de TP, principalmente nas mulheres. Isso sugere que a redução da flexibilidade dos isquiotibiais observada nos grupos assintomáticos poderia predispor à tendinopatia, e, assim, protocolos preventivos de flexibilidade dos isquiotibiais são necessários até mesmo em participantes que não apresentem sintomas ultrassonográficos ou clínicos de TP.<sup>36</sup>

Resultados de estudos anteriores mostraram uma amplitude reduzida de dorsiflexão do tornozelo em indivíduos com TP, como visto nos resultados do presente estudo tanto para participantes do sexo masculino quanto do feminino.<sup>4,8</sup> A combinação da dorsiflexão do tornozelo com a contração excêntrica dos músculos da panturrilha é importante para absorver as forças dos membros inferiores ao aterrissar, pois a redução da dorsiflexão do tornozelo pode aumentar o risco de TP ao prejudicar a capacidade do atleta de dissipar forças para a extremidade inferior, fazendo, dessa forma, o tendão da patela suportar cargas maiores.<sup>4,10,37</sup> Assim, um dos objetivos no manejo da TP é abordar a cadeia cinética para ajudar a modificar a carga no tendão para diminuir os sintomas.<sup>4,36</sup> Existem alguns indícios de que grandes momentos de torção tibial externa combinados com ângulos de flexão profundos do joelho durante um salto e um pouso aumentam o risco de TP, pois a excessiva torção externa da tibia exerce um efeito drástico sobre a cinemática do joelho.<sup>23,38</sup> Os resultados deste estudo corroboram essa afirmação, uma vez que participantes do sexo feminino com TP apresentaram ângulos de torção tibiais externos significativamente maiores. Diversas opções compensatórias que são escolhas biomecânicamente ineficientes, como rotação interna do quadril, adução do pé, e ligeira flexão do joelho, são adotadas por esses indivíduos, resultando em um aumento da carga no tendão patelar.<sup>23,38</sup> Neal et al.<sup>39</sup> relataram que o pé pronado é considerado um fator de risco potencial para várias lesões por uso excessivo dos membros inferiores, pois pode alterar o potencial de absorção de carga do pé e influenciar o início da TP. Os resultados deste estudo mostraram pés relativamente mais pronados em participantes com TP sintomática em comparação com seus pares nos outros grupos, embora um resultado contrário de de Groot et al.<sup>15</sup> tenha indicado que uma postura pronada do pé não estava associada a dor ou anormalidades de imagem.

**Tabela 7** Relação entre a gravidade dos sintomas e as variáveis biomecânicas selecionadas dos membros inferiores utilizando o coeficiente de correlação de Pearson

Variáveis		Ângulo-Q	Flexibilidade dos isquiotibiais	Postura do pé	Dorsiflexão do tornozelo	Torção tibial
Gravidade dos sintomas						
Masculino	<i>r</i>	0.03	-0.618	-0.130	-0.003	0.018
	<i>p</i>	0.899	0.021 <sup>†</sup>	0.585	0.991	0.939
Feminino	<i>r</i>	0.159	-0.664	-0.525	-0.425	-0.120
	<i>p</i>	0.706	0.042*	0.181	0.294	0.778

<sup>†</sup>significativo em  $p < 0,05$ .

### Gravidade dos Sintomas nos Diferentes Grupos

A gravidade dos sintomas foi significativamente maior no grupo com apenas sintomas clínicos em comparação com o que apresentou sintomas clínicos e também anomalias ultrassonográficas. Isso corrobora os relatos anteriores de alguns autores, de que as características ultrassonográficas da TP não conferem necessariamente um maior risco ou gravidade dos sintomas.<sup>4,5</sup> Isso pode ser explicado pelo fato de as anormalidades ultrassonográficas serem aspectos característicos da TP em estágio final, que no modelo contínuo são menos associados aos sintomas de dor.<sup>40</sup> Além disso, em cada um dos grupos sintomáticos, os resultados mostraram uma tendência para maiores índices de gravidade em mulheres, o que pode ser atribuído a melhores mecanismos de compensação em comparação com os que foram relatados em atletas do sexo masculino.<sup>41</sup> Além disso, apesar de não significativos, os achados deste estudo mostraram uma tendência à diminuição da gravidade dos sintomas, correlacionada com uma maior amplitude de dorsiflexão do tornozelo e um pé mais pronado, especialmente em mulheres, embora seja uma correlação moderada ( $r = -0.525$ ;  $p = 0.181$ ). Isso está de acordo com os trabalhos de Backman e Danielson<sup>37</sup> e de de Groot et al.<sup>15</sup> que opinaram que um pé levemente pronado e uma maior flexibilidade do tornozelo poderiam atenuar mais as cargas mecânicas no tendão da patela.

### Limitações do Estudo

Este estudo não investigou a possibilidade de haver indivíduos assintomáticos com características histopatológicas de TP, nem a base genética para o padrão de apresentação desse transtorno. Pesquisas futuras envolvendo estudos de coorte, com amostragem de tamanho maior, atletas amadores e investigando a base genética para a apresentação diferente da TP são recomendados.

### Conclusão

Nossos resultados sugerem que a redução da flexibilidade dos isquiotibiais, o aumento da pronação do pé, e a redução da amplitude de dorsiflexão do tornozelo foram significativas em participantes com TP sintomática, mas apenas um aumento na flexibilidade dos isquiotibiais esteve fortemente relacionado à redução dos sintomas dolorosos tanto entre os participantes do sexo masculino quanto os do sexo feminino. Assim, tentativas de modificar esses fatores biomecânicos por meio de protocolos preventivos e de reabilitação podem ajudar a reduzir a incidência de TP e seu impacto em atletas de esportes que envolvem saltos.

### Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver interesses conflitantes.

### Referências

- Schwartz A, Watson JN, Hutchinson MR. Patellar Tendinopathy. *Sports Health* 2015;7(05):415-420
- Reinking MF. Current concepts in the treatment of patellar tendinopathy. *Int J Sports Phys Ther* 2016;11(06):854-866
- Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *J Physiother* 2014;60(03):122-129
- Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015;45(11):887-898
- Comin J, Cook JL, Malliaras P, et al. The prevalence and clinical significance of sonographic tendon abnormalities in asymptomatic ballet dancers: a 24-month longitudinal study. *Br J Sports Med* 2013;47(02):89-92
- Docking SI, Daffy J, van Schie HT, Cook JL. Tendon structure changes after maximal exercise in the Thoroughbred horse: use of ultrasound tissue characterisation to detect in vivo tendon response. *Vet J* 2012;194(03):338-342
- Oliva F, Piccirilli E, Berardi AC, Frizziero A, Tarantino U, Maffulli N. Hormones and tendinopathies: the current evidence. *Br Med Bull* 2016;117(01):39-58
- Scattone Silva R, Nakagawa TH, Ferreira AL, Garcia LC, Santos JE, Serrão FV. Lower limb strength and flexibility in athletes with and without patellar tendinopathy. *Phys Ther Sport* 2016;20:19-25
- Pruna R, Clos E, Bahdur K, Artells R. Influence of genetics on sports injuries. *J Nov Physiother* 2017;7:359
- van der Worp H, van Ark M, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: a cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22(06):783-790
- Morgan S, Janse van Vuuren EC, Coetzee FF. Causative factors and rehabilitation of patellar tendinopathy: A systematic review. *S Afr J Physiother* 2016;72(01):338
- Aiyegbusi AI, Okafor UA, Leke OP. Prevalence of Achilles tendinopathy and its association with physical characteristics in recreational sport participants in Lagos, Nigeria. *J Clin Sci.* 2016;13:163-166
- Pourhoseingholi MA, Vahedi M, Rahimzadeh M. Sample size calculation in medical studies. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench* 2013;6(01):14-17
- Maffulli N, Oliva F, Loppini M, Aicale R, Spiezia F, King JB. The Royal London Hospital Test for the clinical diagnosis of patellar tendinopathy. *Muscles Ligaments Tendons J* 2017;7(02):315-322
- de Groot R, Malliaras P, Munteanu S, Payne C, Morrissey D, Maffulli N. Foot posture and patellar tendon pain among adult volleyball players. *Clin J Sport Med* 2012;22(02):157-159
- Langley B, Cramp M, Morrison SC. Clinical measures of static foot posture do not agree. *J Foot Ankle Res* 2016;9:45-57
- Redmond AC. The foot posture index: FPI user guide and manual. 2009. Disponível em: [www.Leeds.Ac.Uk/medicine/FASTER/fpi.htm](http://www.Leeds.Ac.Uk/medicine/FASTER/fpi.htm). Accessed 25, April, 2018
- Tarawneh I, AL-Ajoulin O, Alkhwaldah A, et al. Normal values of quadriceps angle and its correlation with anthropometric measures in a group of Jordanians. *J Royal Med Serv* 2016;23(02):53-58
- Chhabra PK, Setiya M, Godwin R. "Quadriceps angle": An important indicator of biomechanical function of lower extremity and its relation with anterior knee pain. *Int J Sci Stud* 2016;4(07):173-176
- Bozic PR, Pazin NR, Berjan BB, Planic NM, Cuk ID. Evaluation of the field tests of flexibility of the lower extremity: reliability and the concurrent and factorial validity. *J Strength Cond Res* 2010;24(09):2523-2531
- Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *J Sports Sci Med* 2014;13(01):1-14
- Schulze C, Lindner T, Woitge S, et al. Influence of footwear and equipment on stride length and range of motion of ankle, knee and hip joint. *Acta Bioeng Biomech* 2014;16(04):45-51
- Stevens PM, Gililland JM, Anderson LA, Mickelson JB, Nielson J, Klatt JW. Success of torsional correction surgery after failed surgeries for patellofemoral pain and instability. *Strateg Trauma Limb Reconstr* 2014;9(01):5-12
- Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Responsiveness of the VISA-P scale in athletes. *Br J Sports Med* 2014;48(06):453-457



- 25 van Schie HT, de Vos RJ, de Jonge S, et al. Ultrasonographic tissue characterisation of human Achilles tendons: quantification of tendon structure through a novel non-invasive approach. *Br J Sports Med* 2010;44(16):1153–1159
- 26 Visnes H, Tegnander A, Bahr R. Ultrasound characteristics of the patellar and quadriceps tendons among young elite athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2015;25(02):205–215
- 27 Fredberg U, Bolvig L, Pfeiffer-Jensen M, Clemmensen D, Jakobsen BW, Stengaard-Pedersen K. Ultrasonography as a tool for diagnosis, guidance of local steroid injection and, together with pressure algometry, monitoring of the treatment of athletes with chronic jumper's knee and Achilles tendinitis: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Scand J Rheumatol* 2004;33(02):94–101
- 28 Stephen T, Miltiadis H, Joseph B. Patella tendinopathy. *Orthop Surg* 2012;8:6
- 29 Nejati P, Forogh B, Moeineddin R, Baradaran HR, Nejati M. Patellofemoral pain syndrome in Iranian female athletes. *Acta Med Iran* 2011;49(03):169–172
- 30 Kujala UM, Osterman K, Kvist M, Aalto T, Friberg O. Factors predisposing to patellar chondropathy and patellar apicitis in athletes. *Int Orthop* 1986;10(03):195–200
- 31 Almeida GP, Silva AP, França FJ, Magalhães MO, Burke TN, Marques AP. Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Rev Bras Ortop* 2016;51(02):181–186
- 32 Reislter CT. Analysis of patellar tendinopathy risk factors among intercollegiate athletes [thesis]. San Marcos, TX: Texas State University; 2016
- 33 Cook JL, Purdam CR. The challenge of managing tendinopathy in competing athletes. *Br J Sports Med* 2014;48(07):506–509
- 34 van der Worp H, van Ark M, Roerink S, Pepping GJ, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med* 2011;45(05):446–452
- 35 Alonso J, McHugh MP, Mullaney MJ, Tyler TF. Effect of hamstring flexibility on isometric knee flexion angle-torque relationship. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19(02):252–256
- 36 Morton S, Williams S, Valle X, Diaz-Cueli D, Malliaras P, Morrissey D. Patellar Tendinopathy and Potential Risk Factors: An International Database of Cases and Controls. *Clin J Sport Med* 2017;27(05):468–474
- 37 Backman LJ, Danielson P. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *Am J Sports Med* 2011;39(12):2626–2633
- 38 Grossman G, Waninger KN, Voloshin A, et al. Reliability and validity of goniometric turnout measurements compared with MRI and retro-reflective markers. *J Dance Med Sci* 2008;12(04):142–152
- 39 Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res* 2014;7(01):55–68
- 40 Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med* 2009;43(06):409–416
- 41 Pieretti S, Di Giannuario A, Di Giovannandrea R, et al. Gender differences in pain and its relief. *Ann Ist Super Sanita* 2016;52(02):184–189