

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Bianca Rezende Trindade Silva

**CINEMÁTICA DO SALTO E ATERRISAGEM, FORÇA MUSCULAR E
FLEXIBILIDADE DE ATLETAS COM TENDINOPATIA PATELAR E FATORES
PARA SOBRECARGA EM TENDÃO PATELAR: revisão narrativa da literatura**

Belo Horizonte

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

BIANCA REZENDE TRINDADE SILVA

CINEMÁTICA DO SALTO E ATERRISAGEM, FORÇA MUSCULAR E FLEXIBILIDADE DE ATLETAS COM TENDINOPATIA PATELAR E FATORES PARA SOBRECARGA EM TENDÃO PATELAR: revisão narrativa da literatura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Pós-Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientador: Prof. Alysson Lima Zuin

Belo Horizonte

2019

S586c Silva, Bianca Rezende Trindade

2019 Cinemática do salto e aterrissagem, força muscular e flexibilidade de atletas com tendinopatia patelar e fatores para sobrecarga em tendão patelar: revisão narrativa da literatura. [manuscrito] / Bianca Rezende Trindade Silva – 2019.

26 f.: il.

Orientador: Alysson Lima Zuin

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 23-26

1. Tendinopatia. 2. Tendões – Ferimentos e lesões. 3. Atletas – Ferimentos e lesões. 4. Voleibol. 5. Basquetebol. I. Zuin, Alysson Lima. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.8

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira, CRB 6: n° 2106, da

Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Síntese dos estudos incluídos

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM	Amplitude de Movimento
CART	Árvore de Classificação e Regressão
RI	Rotação Interna
TP	Tendinopatia Patelar

RESUMO

Introdução: A tendinopatia patelar é uma lesão decorrente de sobrecarga excessiva no tendão patelar através de cargas repetitivas que aumentam a demanda do músculo quadríceps em atividades que armazenam e liberam energia no tendão patelar, como por exemplo saltos e mudanças de direção, sendo uma das causas mais comuns de dor anterior no joelho em atletas. **Objetivo:** Realizar uma revisão na literatura para verificar a possível relação entre a cinemática do salto e aterrissagem de atletas saltadores com a TP, investigar os fatores associados com a sobrecarga no tendão patelar e avaliar se há alteração na força muscular e flexibilidade em atletas com TP. **Metodologia:** Trata-se de um estudo de revisão narrativa da literatura em que as buscas, realizadas entre os meses de junho a outubro de 2018 foram conduzidas nas seguintes bases de dados: Medline, Lilacs, Bireme, Scielo e PEDro. Foram incluídos na revisão 13 artigos que atenderam aos critérios de inclusão e apresentavam a relação entre a tendinopatia patelar de jogadores de voleibol e basquetebol com o salto e/ou aterrissagem, força muscular e flexibilidade destes atletas, fatores de risco para o desenvolvimento da TP e/ou fatores associados à sobrecarga do tendão patelar. **Resultados:** Atletas com TP prévia aterrissavam com o joelho mais rígido do que os do grupo controle gerando maior sobrecarga no mecanismo extensor do joelho; apresentavam redução da amplitude de movimento de dorsiflexão de tornozelo, maior volume total de treinamento e número de sets jogados em partidas, e sua incidência foi maior em homens do que em mulheres. Flexibilidade da banda iliotibial, o alinhamento da perna antepé e o ângulo de Arno foram associados com anormalidades do tendão patelar, e os atletas com estas características (redução da flexibilidade da banda iliotibial ou do alinhamento da perna antepé acima do ponto de corte) tiveram mais chance de apresentar anormalidades do tendão patelar. A força isométrica normalizada dos abdutores e rotadores externos do quadril foi significativamente menor no grupo com TP. **Conclusão:** Incidência da tendinopatia patelar é maior em homens do que em mulheres. Atletas com TP apresentam redução da amplitude de dorsiflexão de tornozelo e número maior de entorses prévias, apresentaram também aterrissagem de saltos mais rígida com consequente sobrecarga no tendão patelar. Além disso, apresentaram redução significativa da força isométrica de abdutores e rotadores externos do quadril e do torque dos extensores de quadril e redução da flexibilidade dos isquiotibiais.

Palavras-chave: Tendinopatia patelar. Tendão patelar. Atletas. Joelho de saltador. Voleibol. Basquetebol.

ABSTRACT

Introduction: Patellar tendinopathy is an injury caused by excessive overload in the patellar tendon through repetitive loads that increase the demand of the quadriceps muscle in activities that store and release energy in the patellar tendon, such as jumps and changes of direction, being one of the causes knee pain in athletes. **Objective:** Perform a review of the literature to verify the possible relationship between jumping and landing kinematics of jumpers with PT, investigate the factors associated with patellar tendon overload and to evaluate if there is alteration in muscle strength and flexibility in athletes with PT. **Methodology:** This is a narrative review of the literature in which the searches conducted between June and October 2018 were conducted in the following databases: Medline, Lilacs, Bireme, Scielo and PEDro. Included in the review were 13 articles that met the inclusion criteria and presented the relationship between patellar tendonopathy of volleyball players and basketball with jumping and / or landing, muscular strength and flexibility of these athletes, risk factors for the development of PT and / or factors associated with patellar tendon overload. **Results:** Previous PT athletes landed with the knee stiffer than those of the control group, generating a greater overload in the knee extensor mechanism; presented a reduction in the range of motion of ankle dorsiflexion, a larger total training volume and a number of sets played in matches, and their incidence was higher in men than in women. Flexibility of the iliotibial band, forefoot alignment, and Arno angle were associated with abnormalities of the patellar tendon, and athletes with these characteristics (reduction of iliotibial band flexibility or forefoot leg alignment above the cutting point) chance of having patellar tendon abnormalities. The normalized isometric force of the abductors and external rotators of the hip was significantly lower in the PT group. **Conclusion:** Incidence of patellar tendinopathy is greater in men than in women. Athletes with PT present reduced ankle dorsiflexion amplitude and a higher number of previous sprains, also presented a stiffer jump landing with consequent patellar tendon overload. In addition, they presented a significant reduction of the isometric force of hip abductors and external rotators and of the torque of the hip extensors and reduced hamstring flexibility.

Keywords: Patellar tendinopathy. Patellar tendon. Athletes. Jumper's knee. Volleyball. Basketball.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 METODOLOGIA.....	11
3 RESULTADOS.....	12
4 DISCUSSÃO.....	16
5 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

A tendinopatia patelar (TP), também conhecida como joelho de saltador é uma lesão decorrente da sobrecarga excessiva no tendão patelar, comum em atletas de elite dos esportes que envolvem saltos repetitivos (MALLIARAS *et al.*, 2015). Origina-se de cargas repetitivas que aumentam a demanda do músculo quadríceps em atividades que armazenam e liberam energia no tendão patelar, como por exemplo saltos e mudanças de direção. É caracterizada por dor localizada no tendão do músculo quadríceps na região do pólo superior da patela ou na sua inserção na região da tuberosidade anterior da tíbia, ou ainda no pólo inferior da patela, sendo este o local mais comum de ser afetado (MALLIARAS *et al.*, 2015).

É uma das causas mais comuns de dor anterior no joelho em atletas, além de ser a lesão crônica mais prevalente e incapacitante em esportes que envolvem o salto vertical (HAMILTON e PURDAM, 2004; COOK *et al.*, 2004; DAVENPORT *et al.*, 2005; BISSELING *et al.*, 2007; REES *et al.*, 2009; ELVIN *et al.*, 2009). Em diversos casos, essa lesão provoca uma redução do desempenho do atleta e interrupções nos treinamentos e competições.

A TP é descrita na literatura pelas apresentações clínicas de paratendinite ou tendinose. A paratendinite é caracterizada por inflamação do envoltório do tendão sem acometimento da estrutura tendínea, e a tendinose, fator degenerativo no tendão sem sinais inflamatórios, em que os atletas referem dor no tendão patelar decorrentes de atividades como correr, saltar e agachar (DAVENPORT *et al.*, 2005; REES *et al.*, 2009; ELVIN *et al.*, 2009; REINKING, 2012).

A prevalência da TP em atletas de diversos esportes varia de 8,5 a 14,2%, sendo comum em esportes que incluem ações de salto (LIAN *et al.*, 2005; ZWERVER, BREDEWEG e VAN DEN AKKER-SCHEEK, 2011). Em atletas de elite das modalidades de voleibol e basquetebol sua prevalência aumenta significativamente, acometendo cerca de 50% dos atletas e sua reabilitação pode atingir até 32 meses (COOK *et al.*, 2001; LIAN *et al.*, 1996; LIAN *et al.*, 2005).

Atletas do sexo masculino são mais acometidos por essa condição e apresentam risco 3-4 vezes maior de desenvolver a TP em comparação com atletas do sexo feminino (LIAN *et al.*, 2005; ZWERVER, BREDEWEG e VAN DEN AKKER-SCHEEK, 2011; VISNES e BAHR, 2012). Os motivos não são tão claros na literatura,

mas acredita-se que um fator desencadeante da TP são as grandes cargas aplicadas sobre as fibras do tendão patelar, e como os homens atingem uma altura maior e geram maior energia do que as mulheres durante o salto vertical, isso acaba gerando maior sobrecarga no tendão patelar (LIAN *et al.*, 2003; JANSSEN *et al.*, 2015).

Diversos fatores de risco para o surgimento da TP são descritos na literatura, mostrando seu caráter multifatorial. Alguns dos fatores de risco são: peso corporal, índice de massa corpórea, dismetria de membros inferiores, razão cintura-quadril, flexibilidade de quadríceps e isquiossurais, altura do arco plantar, além de força do músculo quadríceps, volume de treino e performance do salto vertical (VAN DER WORP *et al.*, 2011; VISNES, AANDAHL e BAHR, 2013). Porém, nenhum dos fatores investigados apresentam evidência moderada ou forte de sua associação com a TP (VAN DER WORP *et al.*, 2011). Outros fatores como a redução da força muscular do quadril, varismo excessivo do antepé e redução da amplitude de movimento (ADM) e/ou flexibilidade dos membros inferiores tem sido correlacionadas como fatores que alteram o padrão correto do gesto esportivo e, conseqüentemente, aumentam o risco de lesões na articulação do joelho (GROOT *et al.*, 2012; CROSSLEY *et al.*, 2007; LAVAGNINO *et al.*, 2008; LIN *et al.*, 2008). Diante disso, os fatores acima expostos poderiam contribuir na sobrecarga do tendão patelar em atletas de basquetebol e voleibol.

Foi observado em atletas com TP, redução do torque extensor do joelho, além de maior sobrecarga no tendão patelar devido aos déficits na força dos músculos extensores do joelho que reduzem a capacidade de absorver energia do complexo miotendíneo (KANNUS,1997; CROSSLEY *et al.*, 2007). Articulações do quadril e tornozelo são também componentes importantes para dissipar forças de reação do solo durante atividades como aterrissagem de saltos, que necessitam de suporte de peso corporal (DEVITA e SKELLY, 1992; ZHANG *et al.*, 2000). Portanto, redução da força muscular dessas articulações pode gerar excessiva sobrecarga sobre o mecanismo extensor do joelho em atletas que realizam saltos, o que pode contribuir para o desenvolvimento da TP.

A alta prevalência da TP nos esportes de saltos aponta para uma relação entre a cinemática do salto e aterrissagem com a TP, já que diversos estudos correlacionam a estratégia do salto com o desenvolvimento da TP (BISSELING *et al.*, 2008; GRAU *et al.*, 2008; EDWARDS, *et al.*, 2010; MANN *et al.*, 2013).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão na literatura para verificar a possível relação entre a cinemática do salto e aterrissagem de atletas saltadores com a TP, investigar os fatores associados com a sobrecarga no tendão patelar e avaliar se há alteração na força muscular e flexibilidade em atletas com TP.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão narrativa da literatura em que as buscas, realizadas entre os meses de junho a outubro de 2018 foram conduzidas nas seguintes bases de dados: Medline, Lilacs, Bireme, Scielo e PEDro. As palavras-chave utilizadas foram “tendinopatia patelar”, “tendão patelar”, “atletas”, “joelho de saltador”, “voleibol” e “basquetebol” e seus correspondentes em inglês. Os artigos foram selecionados por uma avaliadora, em que as cópias dos textos completos desses estudos foram obtidas e as listas de referências rastreadas através de uma busca manual para identificar outros estudos relevantes.

Os critérios de inclusão foram: sem restrição de idiomas; estudos realizados com atletas de voleibol e basquetebol; análise da cinemática do salto e/ou aterrissagem de atletas de voleibol e basquetebol; análise da força muscular e flexibilidade de atletas com e sem TP; estudos que investigaram os fatores associados com a sobrecarga no tendão patelar; estudos que tiveram como desfecho a relação entre a tendinopatia patelar de jogadores de voleibol e basquetebol com o salto e/ou aterrissagem, força muscular e flexibilidade destes atletas; fatores de risco para o desenvolvimento da TP e fatores associados à sobrecarga do tendão patelar. Foram critérios de exclusão: artigos publicados antes do ano de 2007 e revisões de literatura.

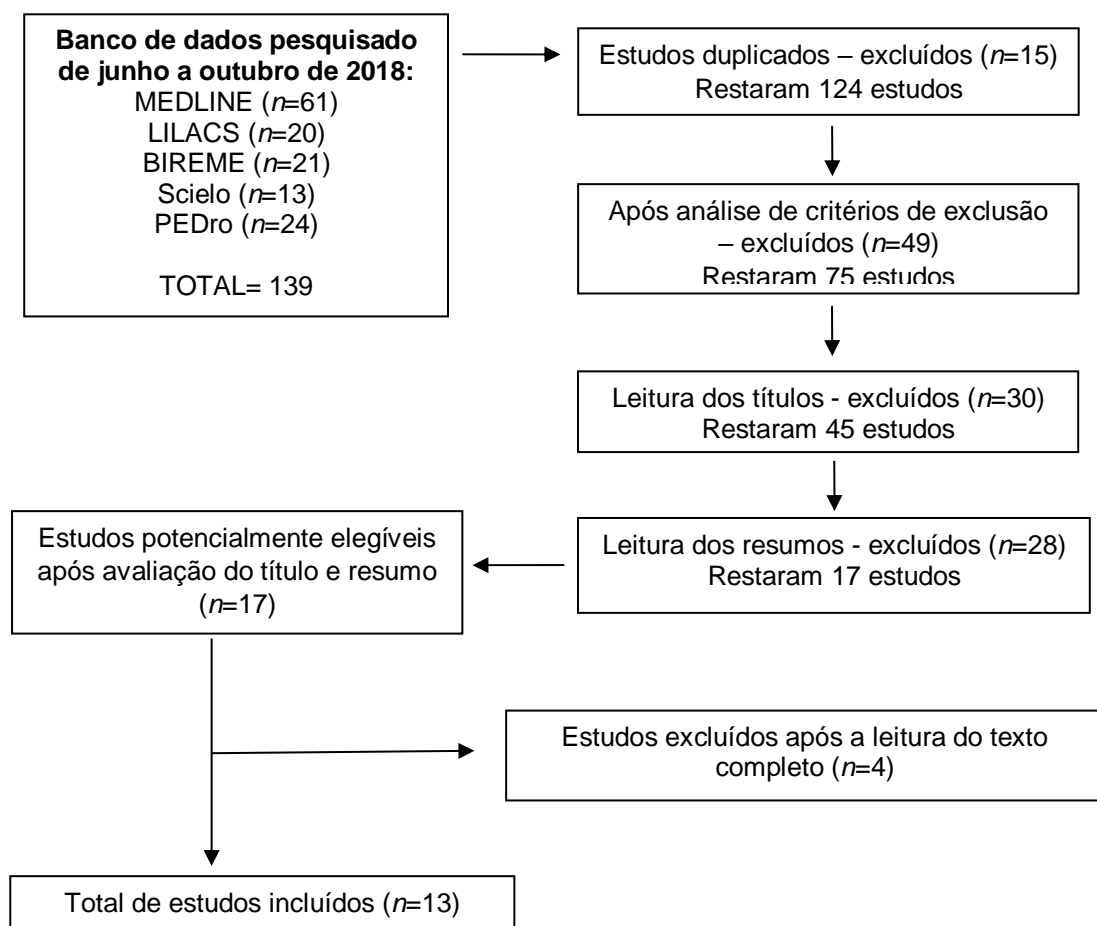
Os estudos foram selecionados por buscas nas bases de dados eletrônicas, através da leitura do título e seleção dos artigos de interesse. Após a seleção inicial foi aplicado os critérios de inclusão e em seguida realizada a leitura do resumo dos artigos selecionados. Foram incluídos os artigos que passaram por todos estes processos e apresentavam a relação entre a tendinopatia patelar de jogadores de voleibol e basquetebol com o salto e/ou aterrissagem, força muscular e flexibilidade destes atletas, fatores de risco para o desenvolvimento da TP e/ou fatores associados à sobrecarga do tendão patelar.

3 RESULTADOS

A busca eletrônica nas bases de dados resultou em 139 artigos. Na segunda etapa da seleção foram excluídos 15 artigos por serem duplicados e 49 artigos que não se enquadravam nos critérios de inclusão, restando 75 artigos para leitura. Desses, 30 artigos foram excluídos após a leitura do título e 28 excluídos após leitura dos resumos, restando 17 artigos selecionados para a leitura do texto. Após a leitura, 13 artigos foram incluídos e descritos nesta revisão de literatura pois atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos.

A figura 1 representa o fluxograma da seleção dos estudos com cada etapa realizada.

Figura 1. Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos



Foram incluídos 13 estudos na revisão, que atenderam aos critérios de inclusão e que foram realizados com a seguinte amostra e desfechos:

Tabela 1. Síntese dos estudos incluídos

ESTUDO	AMOSTRA	RESULTADOS
Bisseling <i>et al.</i> , 2007	24 jogadores de voleibol do sexo masculino da Holanda foram divididos em 3 grupos (8 no grupo controle; 7 no grupo assintomático com TP pregressa e 9 no grupo com TP recente).	<ul style="list-style-type: none"> • Atletas de voleibol com TP prévia aterrissavam com o joelho mais rígido do que os do GC, apresentavam tendência a uma maior velocidade do momento de extensão do joelho; maior pico de potência do joelho, além de um pico maior na força de reação do solo na aterrissagem.
Bisseling <i>et al.</i> , 2008	15 jogadores de vôlei da Holanda, do sexo masculino, foram divididos em 2 grupos (grupo controle n=8 e grupo com TP prévia n=7).	<ul style="list-style-type: none"> • Atletas com TP prévia apresentaram maior rigidez durante a aterrissagem do salto, com redução da ADM de flexão do tornozelo e joelho; maior sobrecarga no mecanismo extensor do joelho durante a aterrissagem.
Sorenson <i>et al.</i> , 2010	13 jogadores de voleibol de elite do sexo masculino foram divididos em dois grupos: com TP (n=6) e controle (n=7).	<ul style="list-style-type: none"> • Atletas do grupo de TP tiveram redução da absorção de energia mecânica, no trabalho conjunto articular e na potência articular durante a fase excêntrica do salto em 29% quando comparado ao grupo controle.
Backman e Danielson, 2011	90 jogadores de basquetebol de elite júnior foram examinados para diferentes características e fatores de risco potenciais para o TP.	<ul style="list-style-type: none"> • 12 jogadores (16,0%) desenvolveram TPU. Redução significativa da média da ADM de dorsiflexão do tornozelo. • Incidência da TP foi quase 2x maior nos homens e maior em tendões de membros com 2 ou mais entorses de tornozelo; • Atletas com dorsiflexão menor de 36,5° apresentaram risco de 18,5%-29,4% de desenvolverem TP em 1 ano.

Van Der Worp <i>et al.</i> , 2011	2224 atletas de voleibol e basquetebol.	<ul style="list-style-type: none"> • A prevalência de TP foi de 18,6%: 12,3% tinham TPU e 6,3% tinham TPB; • Sexo, altura, peso, RCQ, horas de treinamento por semana e nível de jogo apresentaram aumento da razão de chances de desenvolver a TP; • Os homens apresentaram maior chance de terem TP e essas chances eram maiores em jogadores de voleibol do que em jogadores de basquete; • Os fatores de risco para TP unilateral foram: jogar vôlei, ser do sexo masculino e jogar em nível nacional.
Visnes e Bahr, 2012	141 atletas de voleibol saudáveis foram incluídos na coorte de 4 anos.	<ul style="list-style-type: none"> • 28 dos 141 atletas desenvolveram a TP durante o estudo; • Homens apresentavam um risco de 3-4 vezes maior de desenvolver a TP e o risco aumentou de acordo com o volume total de treinamento, treinamento de voleibol, exposição ao jogo e volume de treinamento prévio. • A incidência média anual foi de 21% ao ano para homens e 5,08% para mulheres; • O grupo dos atletas que desenvolveram a TP apresentou maior volume total de treinamento e número de sets jogados em partidas em comparação com aqueles que permaneceram assintomáticos.
Visnes, Aandahl e Bahr, 2013	150 atletas de voleibol de elite (68 homens e 82 mulheres) saudáveis participaram de uma coorte de 5 anos.	<ul style="list-style-type: none"> • 28 dos 150 atletas incluídos desenvolveram TP durante o estudo - 22 homens e 6 mulheres; • Não houve qualquer correlação entre o volume de treinamento e a mudança na capacidade de salto no grupo de atletas que desenvolveram a TP.
Janssen <i>et al.</i> , 2013	50 atletas de voleibol, 10 que eram membros da Equipe Nacional de Voleibol Masculino ou o Instituto Australiano de Equipe de Desenvolvimento Esportivo e 40 que competiram no estado local ou na liga de reserva competições de voleibol.	<ul style="list-style-type: none"> • Análises de regressão múltipla foram capazes de estimar e prever 52% e 70% do pico de força do tendão patelar e a variância da força de carga do tendão patelar, respectivamente; • Participantes do sexo masculino com maior força do quadríceps, que apresentaram aumento da velocidade de dorsiflexão do tornozelo e de flexão do tronco durante a aterrissagem foram preditos a aumentar a carga no tendão patelar.
Mendonça <i>et al.</i> , 2016	31 atletas de elite de basquetebol (n=13) e voleibol (n=18) do sexo masculino.	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade da banda iliotibial, o alinhamento da perna antepé ($p = 0,013$) e o ângulo de Arno foram associados com anormalidades do tendão patelar, e os atletas com estas características (redução da flexibilidade da banda iliotibial ou do alinhamento da perna antepé acima do ponto de corte) tiveram mais chance de apresentar anormalidades do tendão patelar.

Scattone <i>et al.</i> , 2016	14 atletas do sexo masculino, de voleibol, basquetebol ou handebol foram divididos em 2 grupos, grupo com TP (n = 7) e grupo controle assintomático (n = 7).	<ul style="list-style-type: none"> • O grupo com TP apresentou redução de 27% do torque de extensão do quadril, redução da ADM de dorsiflexão do tornozelo e menor flexibilidade dos isquiotibiais quando comparado ao grupo controle; • Não houve diferença entre os grupos para a extensão do joelho ou flexão plantar do tornozelo e para flexibilidade do quadríceps.
Scattone <i>et al.</i> , 2017	21 atletas de elite do sexo masculino foram divididos em três grupos: atletas com tendinopatia patelar (n=7), atletas assintomáticos com anormalidades do tendão patelar (n=7) e atletas assintomáticos sem anormalidades do tendão (n=7).	<ul style="list-style-type: none"> • O grupo de TP teve um número significativamente maior de atletas com história de entorse de tornozelo em comparação ao grupo controle; • Independentemente do grupo, o pico de força do tendão patelar, o momento extensor do joelho e a força de reação vertical do solo foram menores no pouso na aterrissagem com o tronco flexionado do que com o tronco estendido; • O grupo com TP apresentou ADM de dorsiflexão do tornozelo menor em comparação com o grupo controle durante os saltos, independentemente da posição do tronco; • Não foi observada diferenças significativas entre os grupos para o pico da variável do momento extensor do quadril.
Mendonça <i>et al.</i> , 2018	192 atletas de voleibol (sexo masculino e feminino) e basquetebol (sexo masculino) de elite do Brasil foram divididos em 2 grupos (grupo com TP n=59 e grupo assintomáticos n=133) e avaliados.	<ul style="list-style-type: none"> • ADM passiva de rotação interna (RI) do quadril, alinhamento perna-antepé, torque de rotação externa e abdução de quadril foram preditores da TP, sendo que ADM passiva de RI do quadril foi o primeiro preditor selecionado pela CART (Árvore de Classificação e Regressão) com um ponto de corte de 40,8°; • A interação de valores mais baixos de ADM passiva de RI do quadril associado com valores mais baixos de alinhamento da perna-antepé foi melhor para predizer a não ocorrência da TP; • A ocorrência de TP foi melhor predita pela ADM passiva de RI do quadril entre 40,7° e 44,4° e a interação da redução da ADM passiva de RI do quadril, maior valor no alinhamento perna-antepé e menor torque dos rotadores externos do quadril.
Zhang <i>et al.</i> , 2018	60 atletas de voleibol e basquetebol do sexo masculino foram divididos em dois grupos: grupo com tendinopatia patelar (n=30) e grupo controle (n=30).	<ul style="list-style-type: none"> • A força isométrica normalizada dos abdutores e rotadores externos do quadril foi significativamente menor no grupo com TP comparado aos controles, sendo que a primeira diminuiu 22% e a segunda 20%; • Correlações significantes foram encontradas entre a força isométrica normalizada dos abdutores de quadril e a intensidade da dor e o escore VISA-p na perna afetada em atletas com TP unilateral.

4 DISCUSSÃO

Esta revisão verificou a possível relação entre a cinemática do salto e aterrissagem de atletas saltadores com a TP, bem como investigou os fatores associados com a sobrecarga no tendão patelar e avaliou se há alteração na força muscular e flexibilidade dos atletas com TP.

Os resultados dos presentes estudos mostraram que a incidência da TP foi maior em homens (variando de 2-4 vezes mais) do que nas mulheres, independente do treinamento e da exposição ao jogo, sendo que a incidência foi maior em atletas que apresentavam 2 ou mais entorses de tornozelo em comparação com aqueles com nenhuma ou 1 entorse de tornozelo, embora essas diferenças não tenham sido significativas. Atletas com TP apresentavam número significativamente maior de entorses de tornozelo em comparação ao grupo controle, e os atletas de voleibol tinham maiores chances de desenvolverem TP do que os atletas de basquetebol (BACKMAN e DANIELSON, 2011; VAN DER WORP *et al.* 2011; VISNES, AANDAHL e BAHR, 2013; SCATTONE *et al.*, 2017).

A constatação de que o sexo masculino é um importante fator de risco para a TP está de acordo com diversos outros estudos (LIAN *et al.*, 2005; REESER *et al.*, 2006; ZWERVER *et al.*, 2011; VISNES e BAHR, 2012; VAN DER WORP *et al.*, 2012), o que pode ser explicado pela grande carga imposta sobre o tendão patelar pelos homens devido à maior altura dos saltos verticais quando comparado às mulheres, e conseqüentemente gerando maior energia e sobrecarga no tendão (LIAN *et al.*, 2003; JANSSEN *et al.*, 2015). Portanto, é possível que um acúmulo de saltos repetidamente mais altos contribua para o aumento da prevalência da TP em jogadores do sexo masculino, principalmente no voleibol, embora isto requeira mais investigações (VISNES, AANDAHL e BAHR, 2013).

Redução da ADM de dorsiflexão e histórico de 2 ou mais entorses de tornozelo foram também fatores importantes para o desenvolvimento da TP (BACKMAN E DANIELSON, 2011). Jogadores de basquetebol que desenvolveram TP unilateral apresentaram significativa redução da média de ADM de dorsiflexão do tornozelo em comparação aos jogadores saudáveis. No estudo de Scattone *et al.* 2016, também foi visto redução da ADM de dorsiflexão do tornozelo nos atletas com TP quando comparados aos atletas assintomáticos.

Diminuição da ADM de dorsiflexão do tornozelo pode restringir a contribuição do tornozelo para realizar dissipação de forças durante a aterrissagem de um salto. A contração excêntrica da musculatura flexora plantar do tornozelo é responsável por 44% da energia cinética total absorvida pelo sistema muscular durante aterrissagem do salto (DEVITA e SKELLY, 1992). A restrição do movimento de dorsiflexão do tornozelo pode limitar a ação da musculatura flexora plantar do tornozelo durante a realização de forças de desaceleração e com isso, o tornozelo torna-se menos eficiente para dissipar forças em ADM final, provocando uma alterada mecânica do membro inferior durante a aterrissagem como uma estratégia rígida, entre outros, e consequentemente levando ao aumento da geração de carga no tendão patelar e do risco de lesão no mesmo (MASON-MACKAY, WHATMAN, REID, 2017). A redução da dorsiflexão do tornozelo foi associada a maior força de reação ao solo durante a aterrissagem e menores excursões de flexão do joelho e quadril, aumentando assim o risco de lesões em atletas (FONG *et al.*, 2011; MALLOY *et al.*, 2015; MASON-MACKAY, WHATMAN e REID, 2017).

Em estudo de coorte, o grupo de atletas que desenvolveram a TP apresentaram maior volume total de treinamentos e de número de sets jogados em relação aos atletas assintomáticos. Já o grupo assintomático realizou mais treinamento em outros esportes em comparação ao grupo de TP. Além disso, as análises mostraram que o risco de desenvolver a TP aumentou de acordo com o volume total de treinamento, exposição ao jogo, treinamento de voleibol e volume de treinamento prévio, sendo que a exposição às partidas de voleibol foi o maior fator preditor da TP (VISNES, AANDAHL e BAHR, 2013). A TP é uma lesão com incidência por excesso de uso, e a alta carga repetitiva no tendão patelar é uma das causas do desenvolvimento da lesão. Além disso, o volume de treinamento é provavelmente responsável pela grande incidência da lesão nos atletas de voleibol, já que os atletas realizam a tarefa de saltos repetidamente durante os treinos, sobrecarregando o tendão patelar. Novas pesquisas devem procurar quantificar a carga de treinamento e do tendão patelar em atividades realizadas durante os treinamentos, para fornecer evidências que ajude a reduzir o risco de desenvolvimento da TP.

Redução da ADM de flexão do joelho e tornozelo durante a primeira parte do impacto da aterrissagem e maior taxa de sobrecarga no mecanismo extensor do joelho durante a fase excêntrica, associado à maiores velocidades angulares do joelho,

podem ser fatores de risco no desenvolvimento de TP em jogadores de voleibol de acordo com Bisseling *et al.* (2008). Com a redução destes movimentos, as forças de impacto – de reação do solo – durante a aterrissagem não são absorvidas adequadamente pelo organismo do indivíduo, podendo provocar maior sobrecarga e aumento do risco de lesão (REESER *et al.*, 2006).

Foi relatado aumento da carga no tendão patelar em atletas do sexo masculino com maior força do quadríceps, que apresentaram aumento da velocidade de dorsiflexão do tornozelo e de flexão de tronco durante a aterrissagem (JANSSEN *et al.*, 2013). Atletas com varismo excessivo do alinhamento perna-antepé, redução da flexibilidade da banda iliotibial e rotação medial da patela no plano frontal (alteração do ângulo de Arno) foram associados com anormalidades do tendão patelar. Um fator local, um proximal e outro distal foram identificados, mostrando a contribuição dos diferentes segmentos da cadeia cinética para a sobrecarga no tendão patelar (MENDONÇA *et al.*, 2016).

Com relação à flexibilidade, atletas com TP apresentaram menor flexibilidade da musculatura dos isquiotibiais quando comparado ao grupo controle, porém não foi observado diferenças entre os grupos em relação à flexibilidade de quadríceps (SCATTONE *et al.*, 2016). Além disso, a ADM passiva de RI de quadril (ponto de corte de 40,8°) foi o primeiro preditor para o desenvolvimento da TP selecionado pela Árvore de Classificação e Regressão, e nestes atletas com redução da ADM passiva de RI de quadril, o alinhamento entre a perna-antepé (ponto de corte de 16,9°) foi o segundo preditor (MENDONÇA *et al.*, 2018). Corroborando com estes achados, outros estudos também observaram redução da flexibilidade nos isquiotibiais em atletas com TP (WITVROUW *et al.*, 2001; COOK *et al.*, 2004). No estudo de Witvrouw *et al.* 2001, foi identificado que déficits na flexibilidade dos isquiotibias é um fator de risco para o desenvolvimento da TP. Algumas hipóteses são de que o encurtamento dos isquiotibiais faria com que o quadríceps necessitasse de maior força para superar a resistência passiva oferecida pela musculatura isquiotibial durante as atividades em cadeia cinética fechada (PIVA, GOODNITE e CHILDS, 2005). Além disso, com a redução da flexibilidade dos isquiotibias, é visto maiores angulações de flexão do joelho e menores ângulos de flexão de quadril durante as atividades que necessitam de suporte de peso corporal (WHITEHEAD *et al.*, 2007). Outra hipótese é de que com o encurtamento dos isquiotibias, como ocorre a translação posterior da tíbia, esta pode

reduzir o braço do momento do músculo quadríceps e com isso resultar em um compensatório aumento da força do quadríceps para lidar com as forças de reação do solo (WHYTE *et al.*, 2010). Diante disto, a redução da flexibilidade da musculatura isquiotibial pode ser um fator contribuinte para a sobrecarga no tendão patelar.

Atletas com TP apresentam significativa força isométrica normalizada dos abdutores e rotadores externos do quadril menor do que o grupo controle, sendo que essa força reduziu 22% e 20% respectivamente (ZHANG *et al.*, 2018). Não há na literatura outros estudos com a mesma metodologia realizada com força isométrica de quadril, por isso comparações diretas não são possíveis. No estudo de Scattone *et al.* (2016), foi observado redução da força da musculatura extensora do quadril em indivíduos com TP quando comparado ao grupo controle. O glúteo máximo é o principal músculo responsável pela extensão e rotação externa do quadril, e suas fibras superiores são também abdutores do quadril. Diante disso, redução da força de abdução do quadril pode estar associado a fraqueza dos glúteos, incluindo o glúteo máximo e médio (ZHANG *et al.*, 2018). Devido à fraqueza dos extensores de quadril, pode ocorrer aumento da demanda dos extensores de joelho para dissipação das forças de reação do solo durante a aterrissagem do salto, podendo contribuir para o desenvolvimento da TP (SCATTONE *et al.*, 2016). Além disso, a redução da força dessa musculatura pode ser decorrente de uma estratégia de aterrissagem do quadríceps dominante, com menos flexão do quadril, resultando em uma maior dissipação de força no joelho e redução da dissipação no quadril (ZHANG *et al.*, 2000). Atletas com TP tem alteração do padrão de aterrissagem no plano sagital, realizando a extensão do quadril durante a aterrissagem ao invés da flexão de quadril (visto em atletas sem anormalidades no tendão patelar), sendo uma estratégia que aumenta as cargas sobre o joelho (EDWARDS, 2010; MANN *et al.*, 2013).

Atletas de voleibol que apresentavam TP prévia aterrissavam com o joelho mais rígido do que o grupo controle, demonstrado pela maior velocidade angular do joelho e do momento de flexão plantar do tornozelo, além da tendência a uma maior velocidade do momento de extensão do joelho. Além disso, estes atletas tinham um pico maior na força de reação do solo na aterrissagem em comparação ao grupo controle (BISSELING *et al.*, 2007; BISSELING *et al.*, 2008).

Bisseling *et al.* (2008), observaram que atletas com TP prévia aterrissavam com um padrão de redução da ADM de flexão de tornozelo e joelho, principalmente na

primeira parte do impacto. Foi visto também que durante a fase da impulsão, os atletas com TP prévia apresentavam maior sobrecarga no mecanismo extensor do joelho, principalmente durante a fase excêntrica do movimento de extensão do joelho, apresentando também maior velocidade angular do joelho na fase excêntrica tanto na impulsão quanto na aterrissagem pós salto e uma pior absorção de cargas na fase excêntrica durante a extensão do joelho (BISSELING *et al.*, 2008; SORENSON *et al.*, 2010). Quando é realizado uma estratégia de aterrissagem mais rígida, o tendão patelar, que faz parte do mecanismo extensor do joelho sofre alta força de tensão e maior carga. Devido à grande quantidade de saltos realizados pelos atletas de voleibol durante treinamentos e jogos, associado à este tipo de estratégia de aterrissagem realizada pelos atletas com TP prévia, é possível relacioná-las com maior risco do desenvolvimento da TP (BISSELING *et al.*, 2007).

Scattone *et al.* (2017), concluíram que independente do grupo, o pico de força do tendão patelar, o momento extensor do joelho e a força de reação vertical do solo foram menores no pouso da aterrissagem com o tronco flexionado do que com o tronco estendido.

O tendão patelar tem um importante papel durante a absorção de energia mecânica do mecanismo extensor de joelho, sendo que, a absorção de cargas durante a fase excêntrica do movimento é um dos mecanismos mais importantes para gerar lesão no tendão patelar (ENOKA *et al.*, 2002). Além disso, os jogadores de voleibol com TP recente apresentam redução da capacidade excêntrica em comparação com jogadores saudáveis, em que, quanto maior a altura do salto destes atletas, maior a diferença entre os grupos (BISSELING *et al.*, 2007).

Com relação ao torque do tornozelo e extensor do joelho não houve diferença entre o grupo de atletas com TP e o grupo controle (SCATTONE *et al.*, 2016). Este estudo avaliou o torque flexor plantar do tornozelo, o que não foi encontrado em outras pesquisas. Estudos que avaliaram a resistência da musculatura flexora plantar do tornozelo não encontraram diferenças entre os atletas com TP e os assintomáticos (CROSSLEY *et al.*, 2007; MALLIARAS *et al.*, 2006). Portanto, não foi possível associar a força e resistência dos flexores plantares com o desenvolvimento da TP. Sabe-se que a dor no tendão patelar reduz a ativação e força do quadríceps (PALMIERI-SMITH *et al.*, 2013). Porém, não foi encontrada diferença no torque extensor do joelho entre atletas com TP e o grupo controle no estudo de Scattone *et*

al., 2016). Outros estudos também não encontraram redução da força do quadríceps entre atletas com e sem tendinopatia patelar (GAIDA *et al.*, 2004; KRAUSS *et al.*, 2007). Normalmente, mesmo com a presença de dor, estes atletas continuam a prática esportiva, e, talvez por isso, ocorra a manutenção de força nesta musculatura, já que os saltos repetitivos geram altas demandas na musculatura extensora do joelho (SCATTONE *et al.*, 2016). Um estudo prospectivo que avaliou a força da musculatura de joelho em atletas saltadores também não encontrou diferenças entre atletas que desenvolveram TP e atletas assintomáticos (WITVROUW *et al.*, 2001).

A ausência da TP foi observada em atletas com valores menores de ADM de RI passiva de quadril e maiores valores de alinhamento em varo do antepé, porém com maiores valores de torque de rotadores externos de quadril (MENDONÇA *et al.*, 2018).

5 CONCLUSÃO

A presente revisão demonstrou que a incidência da TP é maior em homens do que mulheres; atletas com TP apresentaram número maior de entorses de tornozelos prévias, redução da ADM de dorsiflexão de tornozelo, encurtamento da musculatura isquiotibial e estratégia de aterrissagem dos saltos mais rígida, sendo fatores de risco para o desenvolvimento da TP.

Além disso, foi visto que o aumento da sobrecarga no tendão patelar está associado aos atletas que apresentaram aumento da velocidade de dorsiflexão do tornozelo e de flexão de tronco durante a aterrissagem; que apresentaram varismo excessivo do alinhamento perna-antepé; redução da flexibilidade da banda iliotibial e rotação medial da patela no plano frontal, mostrando que fatores locais, proximais e distais contribuem para a sobrecarga do tendão patelar. Foi visto também que a aterrissagem de saltos mais rígida, com redução da ADM de flexão do tornozelo e joelho gera maior sobrecarga no mecanismo extensor do joelho.

Os atletas com TP apresentaram redução significativa da força isométrica de abdutores e rotadores externos do quadril e do torque dos extensores de quadril, e aqueles que apresentavam aterrissagem de saltos mais rígida, com redução da ADM de flexão do tornozelo e joelho, apresentaram maior sobrecarga no mecanismo extensor do joelho, principalmente durante a fase excêntrica do movimento de extensão do joelho durante a impulsão.

Outros estudos com maior população e que apresente relação da interação entre os fatores de risco para o desenvolvimento da TP são necessários.

REFERÊNCIAS

- BACKMAN L. J.; DANIELSON P. Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players: A 1- Year Prospective Study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 12, pg. 2626-2633, 2011.
- BISSELING, R. W.; *et al.* Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n.7, 2007.
- BISSELING, R. W.; *et al.* Are the take-off and landing phase dynamics of the volleyball spike jump related to patellar tendinopathy? **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 6, p. 483-489, 2008.
- CROSSLEY, K. M.; *et al.* Clinical features of patellar tendinopathy and their implications for rehabilitation. **Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society**, v. 25, n. 9, p. 1164-1175, 2007.
- COOK, J. L.; *et al.* Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: a cross-sectional study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p. 206-209, 2004.
- COOK, J. L.; *et al.* 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, pg. 321-327, 2001.
- DAVENPORT, T. E.; *et al.* The Edurep Model for Nonsurgical Management of Tendinopathy. **Physical Therapy**, v.85, n.10, 2005.
- 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, 1992.
- EDWARDS, J.R. Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 11, p. 2072-2080, 2010.
- ELVIN, N.; *et al.* A Preliminary Study of Patellar Tendon Torques During Jumping. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 25, n. 4, p. 360-369, 2009.
- ENOKA, R. M. **Neuromechanics of human movement**. 3rd ed. Champaign, IL; Human kinetics Publishers, 2002.
- FONG, C. M.; *et al.* Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. **Journal of athletic training**, v. 46, n. 1, p.5-10, 2011.
- 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, pg. 581-585, 2004.
- GRAU, S.; *et al.* What are causes and treatment strategies for patellar-tendinopathy in female runners? **Journal of Biomechanics**, v. 41, n. 9, p. 2042-2046, 2008.

GROOT, R.; *et al.* Foot posture and patellar tendon pain among adult volleyball players. **Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine**, v.22, n.2, p.157-159, 2012.

HAMILTON, P.; PURDAM, C. Patellar tendinosis as an adaptive process: a new hypothesis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p.758-761, 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, pg. 927-934, 2013.

JANSSEN, I; *et al.* Variations in jump height explain the between-sex difference in patellar tendon loading during landing. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.25, pg. 265-271, 2015.

KANNUS, P. Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 7, pg. 78-85, 1997.

KRAUSS, I.; *et al.* Association of strength with patellar tendinopathy in female runners. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 15, pg. 217-223, 2007.

LAVAGNINO, M.; *et al.* A finite element model predicts the mechanotransduction response of tendon cells to cyclic tensile loading. **Biomechanics and Modeling in Mechanobiology**, v. 7, n. 5, p. 405-416, 2008.

LIAN, O; *et al.* Relationship between symptoms of jumper's knee and the ultrasound characteristics of the patellar tendon among high level male volleyball players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.6, pg.291-296, 1996.

LIAN, O.; *et al.* Performance Characteristics of Volleyball Players with Patellar Tendinopathy. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 3, p. 408-413, 2003.

LIAN, O. B.; *et al.* 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, 2005.

LIN, Y.; *et al.* Different effects of femoral and tibial rotation on the different measurements of patella tilting: an axial computed tomography study. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**, v.3, n.5, 2008.

MALLIARAS, P; *et al.* Prospective study of change in patellar tendon abnormality on imaging and pain over a volleyball season. **Br J Sports Med**, v. 40, n. 3, pg. 272-275, 2006.

MALLIARAS, P.; *et al.* Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 45, n.11, p. 887-898, 2015.

MALLOY, P.; *et al.* The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: official journal of the ESSKA**, v. 23, n. 12, p. 3550-3555, 2015.

- MANN, K. J.; *et al.* A Lower Limb Assessment Tool for Athletes at Risk of Developing Patellar Tendinopathy. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 3, p. 527-533, 2013.
- MASON-MACKAY, A. R.; WHATMAN, C.; REID, D. The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 5, p.451-458, 2017.
- MENDONÇA, L. M.; *et al.* Factors associated with the presence of patellar tendon abnormalities in male athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 5, p.389-394, 2016.
- MENDONÇA, L. M. *et al.* Association of Hip and Foot Factors With Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee) in Athletes. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 48, n.9, p. 676-684, 2018.
- PALMIERI-SMITH, R. M.; *et al.* Pain and effusion and quadriceps activation and strength. **Journal of Athletic Training**, v. 48, pg. 186-191, 2013.
- PIVA, S. R., GOODNITE, E. A.; CHILDS, J. D. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 35, n. 12, p. 793-801, 2005.
- REES, J. D.; *et al.* Management of tendinopathy. **The American Journal of Sports Medicine**, v.37, n.9, p.1855-1867, 2009.
- REESER, J. C.; *et al.* Strategies for the prevention of volleyball related injuries. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n.7, p.594–600, 2006.
- REINKING, M. Tendinopathy in athletes. **Physical Therapy in Sport**, v.13, n.1, p.3-10, 2012.
- SCATTONE, S.; *et al.* Lower limb strength and flexibility in athletes with and without patellar tendinopathy. **Physical Therapy in Sport**, v. 20, p. 19-25, 2016.
- SCATTONE, S.; *et al.* Effects of Altering Trunk Position during Landings on Patellar Tendon Force and Pain. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 49, n. 12, p. 2517-2527, 2017.
- 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, 2010.
- VAN DER WORP, H; *et al.* Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: a cross-sectional study. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 22, n. 6, p. 783-790, 2012.
- VAN DER WORP, H; *et al.* The impact of physically demanding work of basketball and volleyball players on the risk for patellar tendinopathy and on work limitations. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 24, n. 1, pg. 49-55, 2011.

VISNES, H.; BAHR, R. Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. **Scandinavian journal of medicine and science in sports**, v. 23, n. 5, p. 607-613, 2012.

VISNES, H.; AANDAHL, H. A.; 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, pg. 503-507, 2013.

WHITEHEAD, C. L.; *et al.* The effect of simulated hamstring shortening on gait in normal subjects. **Gait e Posture**, v. 26, n. 1, p. 90-96, 2007.

WHYTE, E. F.; *et al.* The influence of reduced hamstring length on patellofemoral joint stress during squatting in healthy male adults. **Gait e Posture**, v. 31, n.1, p. 47-51, 2010.

WITVROUW, E.; *et al.* Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 2, p. 190-195, 2001.

ZWERVER, J; BREDEWEG, S. W.; VAN DEN AKKER-SCHEEK, I. Prevalence of Jumper's knee among nonelite athletes from different sports: a cross-sectional survey. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 1984-1988, 2011.

ZHANG, Z. *et al.* Contributions of lower extremity joints to energy dissipation during landings. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n.4, p.812-819, 2000.

ZHANG, Z. *et al.* Isometric strength of the hip abductors and external rotators in athletes with and without patellar tendinopathy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 8, p.1635-1640, 2018.