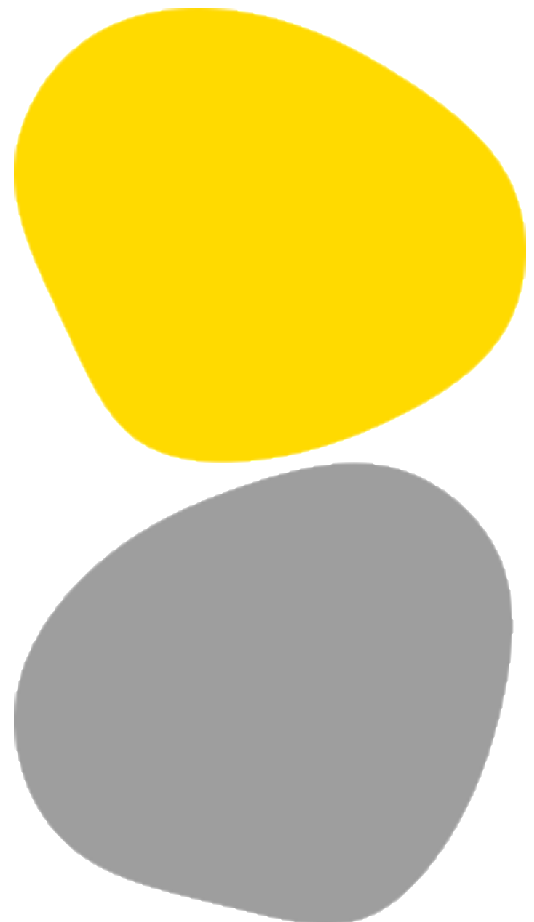




# Estratégias para prevenção da tendinopatia do tendão rotuliano em atletas adultos de voleibol masculino: revisão narrativa

Pedro Santos Silva Reis Guimarães





**Estratégias para prevenção da tendinopatia do tendão rotuliano em atletas adultos de voleibol masculino: revisão narrativa**

**Autor**

Pedro Santos Silva Reis Guimarães

**Orientador**

PhD | Paulo de Carvalho | ESS-IPP | RISE-Health | T.Bio – CIAFEL-H&HM

*Relatório de Estágio apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Área de Especialização em Desporto pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.*



## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Professor Doutor Paulo de Carvalho, pela disponibilidade, apoio e partilha de conhecimentos, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família e aos meus amigos mais próximos, pela presença constante e apoio incondicional dado durante esta jornada.



## Resumo

A tendinopatia do tendão rotuliano (TTR) é uma condição frequentemente encontrada em atletas de voleibol, especialmente do sexo masculino, pela elevada exigência de movimentos de salto e receção ao solo (RAS). Esta revisão narrativa tem como objetivo identificar os principais fatores de risco associados a esta condição e analisar estratégias de prevenção descritas na literatura. A pesquisa incluiu estudos transversais, prospetivos e de revisão, focados em atletas de voleibol masculino séniores. Os fatores de risco mais consistentes encontrados foram: elevada carga de treino (incluindo saltos), diminuição da dorsiflexão do tornozelo, padrões de RAS mais rígidos e presença de anormalidades no tendão rotuliano (ATR). Não foram encontradas estratégias de prevenção robustas na literatura. A literatura apresenta limitações, como heterogeneidade metodológica, amostras reduzidas e escassez de resultados robustos. Recomenda-se que futuras investigações explorem protocolos padronizados de avaliação biomecânica e intervenções preventivas em controlos randomizados. Concluindo, a prevenção da TTR em atletas de voleibol masculino deve integrar estratégias de fortalecimento do quadríceps, mobilidade do tornozelo e técnica de RAS, embora seja necessária evidência de alta qualidade para validar a eficácia preventiva a longo prazo.

**Palavras-chave:** tendinopatia rotuliana; fatores de risco; prevenção; voleibol



## Abstract

Patellar tendinopathy is a condition commonly seen in volleyball athletes, particularly in males, due to the high demands of jumping and landing. This narrative review aims to identify the main risk factors associated with this condition and to analyze prevention strategies described in the literature. The search included cross-sectional, prospective, and review studies focused on senior male volleyball athletes. The most consistent risk factors identified were high training load (including jumping volume), decreased ankle dorsiflexion, stiff landing patterns, and the presence of patellar tendon abnormalities. No robust preventive strategies were found in the literature. The current evidence presents several limitations, such as methodological heterogeneity, small sample sizes, and a lack of robust results. Future research should explore standardized protocols for biomechanical assessment and preventive interventions in randomized controlled trials. In conclusion, the prevention of PT in male volleyball athletes should integrate quadriceps strengthening, ankle mobility, and landing technique optimization, although high-quality evidence is still required to validate the long-term preventive efficacy of these strategies.

**Keywords:** patellar tendinopathy; risk factors; prevention; volleyball



## Índice

1. Introdução.....	1
2. Métodos.....	2
3. Resultados.....	3
3.1. Fatores de risco relacionados com a biomecânica .....	3
3.2. Potenciais fatores de risco.....	6
3.3. Treino de resistência inercial com sobrecarga excêntrica .....	9
4. Discussão.....	10
4.1. Fatores de risco biomecânicos .....	10
4.2. Potenciais fatores de risco modificáveis .....	12
4.3. Treino de resistência inercial com sobrecarga excêntrica como estratégia de prevenção.....	13
4.4. Limitações e investigação futura.....	14
5. Conclusão.....	14
Referências Bibliográficas.....	16
Anexos .....	20



## 1. Introdução

O voleibol é uma modalidade desportiva caracterizada pela execução repetitiva de saltos, onde ocorrem as fases de impulsão e recepção ao solo (RAS), e outros movimentos explosivos verticais e horizontais específicos, bem como transições rápidas entre o ataque e a defesa (Wagner et al., 2009; Kulig et al., 2013; Pawlik & Mroczek, 2023; De Bleecker et al., 2024; Zhao et al., 2024). Nesta modalidade, existem diversos tipos de saltos característicos, utilizados no ataque, no bloco e no serviço. Um exemplo é o salto de ataque ("spike jump"), tipicamente associado à ação ofensiva, em que se procura alcançar a maior altura possível. O salto de bloco ("block jump"), por sua vez, está tipicamente relacionado com uma ação defensiva (Wagner et al., 2009; De Bleecker et al., 2024). Biomecanicamente, nestes saltos ocorre um fenómeno neuromuscular denominado de ciclo alongamento-encurtamento (CAE), na fase da impulsão. Este fenómeno é caracterizado por uma contração excêntrica ativa (alongamento ativo), prévia a uma contração concêntrica (encurtamento). O mesmo envolve dois aspetos importantes, a pré-ativação dos músculos e a ativação variável do músculo, de maneira a regular a fase excêntrica ativa. Este fenómeno contribui para a otimização do movimento, potenciando as forças mecânicas e a produção de trabalho mecânico na fase concêntrica (fase de encurtamento), quando comparado com movimentos concêntricos realizados sem um prévio alongamento ativo. Além disso, facilita a produção imediata de força durante a fase inicial do encurtamento e a utilização de energia elástica, armazenada no tendão durante a fase de alongamento ativo (Komi, 2000; Nicol et al., 2006; Jo et al., 2025). Quanta mais energia elástica é armazenada na fase excêntrica ativa, mais energia é libertada na ação concêntrica que se segue, e consequentemente, maior será a impulsão, levando a um salto mais alto, sendo este também influenciado por outros fatores (Molla et al., 2023). No entanto, saltos mais altos levam a forças de reação ao solo maiores na fase de RAS, levando consequentemente a um aumento da carga no tendão rotuliano (TR) (Macdonald et al., 2020).

Nesse sentido, uma lesão comum do voleibol é a tendinopatia do tendão rotuliano (TTR) (Walton et al., 2023). Esta lesão, também conhecida como "jumpers knee", é uma condição



no TR caracterizada por dor prolongada e sensibilidade na região anterior do joelho e zonas envolventes do TR (principalmente na região infra patelar) e dor no salto, na extensão resistida do joelho e no alongamento passivo do quadrícipite. Além disso, pode existir a presença de edema e alterações estruturais na morfologia do tendão (Malliaras et al., 2015; Macdonald et al., 2020; Walton et al., 2023). Acredita-se que esta esteja muito relacionada com a sobrecarga mecânica, nomeadamente no salto, podendo ser associada a um aumento súbito da frequência do salto relativamente à capacidade base do tendão suportar carga (Nutarelli et al., 2023). Devido ao elevado *stress* a que o tendão é submetido, as fibras de colagénio começam a sofrer degeneração ao longo do tempo, podendo sofrer roturas, e levar a alterações crónicas (como a desorganização das fibras) (Schwartz et al., 2015; Walton et al., 2023). Assim, é importante utilizar estratégias para a prevenção desta condição, baseando-se nos fatores de risco (Mendonça et al., 2022).

Alguns estudos mostram que, na população de atletas em geral, a prevalência desta lesão é de 18,3% (Nutarelli et al., 2023). Em atletas de voleibol, a prevalência sobe para 24,8%, sendo mais alta no sexo masculino e no escalão sénior ( $\geq 18$  anos) (Nutarelli et al., 2023). Entre atletas de elite, a prevalência atinge os 45% (Janssen et al., 2018; Theodorou et al., 2023).

Até ao momento, poucas estratégias para prevenção da TTR foram testadas. Desta forma, o objetivo desta revisão narrativa é reunir e resumir a literatura recente existente relativamente aos fatores de risco, assim como as estratégias estudadas até ao momento, de forma a informar estratégias para a prevenção da TTR.

## 2. Métodos

Nesta revisão narrativa, foi conduzida uma análise narrativa da literatura, cobrindo uma variedade de artigos escritos em inglês.

A pesquisa foi desenvolvida tendo em conta o período entre 2010 e 2025, nas bases de dados eletrónicas PubMed e ScienceDirect, utilizando os termos de pesquisa “patellar tendinopathy prevention” na ScienceDirect, e usando os termos booleanos (“patellar tendinopathy”) AND (“prevention”) na PubMed. Foram encontrados 475 artigos na



ScienceDirect, onde 408 artigos foram excluídos pelo título, full text indisponível e outras línguas (francês e alemão). Na PubMed, foram encontrados 92 artigos, onde 58 artigos foram excluídos pelo título e full text indisponível. Assim, foram incluídos 125 artigos. Após isso, foram novamente analisados os artigos, tendo sido excluídos 116 artigos pelo título (nova análise por precaução), pela leitura do resumo, por artigos duplicados e pela leitura do full text. No final, restaram 9 artigos para a revisão narrativa da literatura. Não foi realizada avaliação formal da metodologia dos artigos incluídos.

### **3. Resultados**

Foram encontrados 9 artigos, sendo incluídos 1 revisão narrativa, 2 estudos coorte prospectivos, 2 revisão sistemática, 1 revisão sistemática com meta-análise, 1 estudo transversal, 1 estudo de caso-controlo e 1 “randomized controlled trial” (RCT). O resumo encontra-se numa tabela nos anexos (Anexo 1). Um resumo dos achados consistentes e inconsistentes, apesar da evidência ser limitada, encontra-se numa tabela nos anexos (Anexo 2).

#### **3.1. Fatores de risco relacionados com a biomecânica**

Van der Wrop et al. (2014) realizaram uma revisão sistemática com a intenção de verificar como é que a TTR poderia estar relacionada com a biomecânica das fases de impulsão e RAS, em diversos tipos de salto (salto de ataque do voleibol, salto de bloco do voleibol, salto da passada do basquetebol, salto em contramovimento e uma “stop jump task”). Os autores observaram não existir diferenças significativas entre os indivíduos com TTR e o grupo de controlo. No entanto, algumas variáveis identificaram uma tendência, em que indivíduos com TTR mostravam menor amplitude de dorsiflexão do tornozelo e uma menor aceleração angular máxima da anca durante a RAS, e menor velocidade angular do joelho (média e máxima) na fase excêntrica durante a fase de impulsão, quando comparados com os grupos de controlo. Além disso, nos estudos onde não foi possível calcular o tamanho do efeito, verificou-se que um maior ângulo de flexão do joelho (nos indivíduos com TTR) durante a RAS de um salto de ataque foi a única variável onde se verificou diferença entre grupos. Neste estudo, foi demonstrado não haver diferenças entre indivíduos que tinham anteriormente sofrido de TTR e o grupo de controlo, apesar de ser verificada uma tendência



em algumas variáveis, como menor flexão do joelho no momento do pico de força de reação ao solo vertical (FRSv), menor amplitude de movimento do joelho desde o momento do contacto inicial (CI) até ao pico da FRSv e maior velocidade angular excêntrica do joelho durante a RAS, nos indivíduos com TTR prévia. Este estudo encontrou diferenças entre indivíduos com anormalidades no tendão rotuliano (ATR) e o grupo de controlo, também na RAS horizontal, onde se verificou maior flexão da anca, maior velocidade de extensão da anca, maior flexão do joelho e maior velocidade de extensão do joelho durante o CI. No pico da FRSv da RAS horizontal, verificou-se velocidade da anca na direção oposta (ocorreu abdução da anca ao contrário da adução e rotação interna ao invés da rotação externa do joelho). No momento do pico da força do tendão rotuliano (FTR), foi observada maior velocidade angular do joelho, maior amplitude de adução da anca e maior velocidade de rotação externa da anca nos indivíduos com ATR. Durante a RAS vertical, observou-se que indivíduos com ATR apresentavam maior velocidade de rotação interna da anca no CI e maior inversão do tornozelo no pico da FTR. Também se verificou uma tendência durante a RAS horizontal na velocidade de abdução da anca e rotação interna do joelho no CI, flexão da anca, flexão do joelho e rotação interna da anca no pico da FRSv e flexão do joelho, velocidade de abdução da anca e velocidade da abdução do antepé no pico da FTR (Van Der Worp et al., 2014).

Resumindo, não se verificaram diferenças significativas entre indivíduos com TTR sintomática e indivíduos com TTR prévio, quando comparados com grupos de controlo. No entanto, verifica-se uma tendência para significância para a velocidade angular do joelho durante a fase excêntrica na fase de RAS em indivíduos com TTR. Isto sublinha a relação entre as forças excêntricas de travagem e a TTR, visto que a tendência de significância está mais associado ao movimento excêntrico (Van Der Worp et al., 2014).

Tayfur et al. (2022) realizaram uma revisão sistemática sobre a relação entre os padrões de RAS e a TTR, e tentaram averiguar se seria possível prever o seu início. No seu estudo, na análise cinemática, os autores descobriram haver evidência robusta que sustenta não haver relação entre a TTR e o pico dos ângulos articulares e amplitudes de movimento máximas do joelho e anca no plano sagital, nem relações entre os ângulos articulares no pico da FRSv e no pico da FTR. Evidência moderada mostrou não haver relações entre TTR



e as amplitudes articulares do tornozelo, joelho e anca no CI da RAS, no movimento do tronco e na velocidade angular do joelho. No entanto verifica-se uma associação entre menor dorsiflexão máxima do tornozelo e a TTR. Evidência limitada demonstrou existir uma relação entre TTR e uma menor amplitude de movimento de flexão do joelho e uma maior amplitude de movimento de flexão da anca. Foi possível verificar também que flexão do tronco durante a RAS reduziu a dor em atletas sintomáticos, e diminuiu a carga no tendão. Evidência limitada também mostrou uma relação entre maior velocidade angular do joelho e TTR prévia. Em relação a indivíduos com ATR, verificou-se uma associação entre esta população e maior ângulo de flexão do joelho no CI, menor velocidade de flexão do joelho no CI, e o estado de fadiga (Tayfur et al., 2022).

Na análise cinética, evidência robusta demonstrou não haver relação entre TTR e o pico de FRSv, o impulso da FRSv, e o torque máximo do joelho no plano sagital. Evidência moderada demonstrou não existir relações entre TTR e o torque do tornozelo e anca no plano sagital, e nenhuma relação entre ATR e pico da FRSv. Evidência moderada mostrou diminuição da potência articular e do trabalho articular do joelho em atletas de salto com TTR sintomática, em relação a atletas saudáveis de controlo. Evidência limitada mostrou maior torque do joelho na TTR prévia. Também se comprovou uma associação entre a TTR e diminuição da carga da FTR e da FRSv, uma maior duração da fase de apoio, um torque menor dos extensores do joelho (comparativamente a ATR) e alterações da contribuição para o torque de suporte (com maior contribuição da anca e menor contribuição do joelho). Foram encontrados resultados contraditórios para os valores do pico da FRSv em atletas de salto com TTR, sendo verificados em alguns casos forças maiores e em outros forças menores. Além disso, evidência limitada indicou que a FTR podem estar relacionadas com TTR e a posição do tronco. Independentemente da posição do tronco, atletas de salto com TTR tinham menor pico da FTR do que atletas com ATR. Foi comprovado também que a flexão do tronco durante a RAS reduziu o pico da FTR e da FRSv em atletas sintomáticos. Adicionalmente, evidência limitada sugere uma relação entre o pico da FRSv e a posição do tronco, visto que se verificou menor FRSv com o tronco em flexão, relativamente à extensão. Um dos achados mais importantes, apesar de muito limitado, foi que atletas com TTR atual ou prévia apresentavam uma RAS mais rígida (Tayfur et al., 2022).



Veurmeulen et al. (2025) exploraram as alterações na carga do TR no salto de ataque do voleibol em fadiga, para averiguar se estas aumentavam o risco de TTR. Desta forma, os autores montaram um plano para induzir fadiga nos atletas, e mediram 5 saltos de ataque antes e depois do mesmo. Nesse estudo, o índice de massa corporal (IMC) foi a única variável significativamente diferente entre o grupo com TTR e o controlo. Na análise de regressão utilizada neste estudo, a carga no TR não se verificou como sendo um preditor induzido pela fadiga significativo. No entanto, nas variáveis secundárias, foi observado que o risco de TTR aumentava cerca de 1.1 vez se a flexão da anca diminuía 1% pós-fadiga, comparativamente a pré-fadiga. O risco de TTR aumentava 3.3 vezes se o alongamento da unidade miotendinosa (UMT) do reto femoral aumentasse 1% pós-fadiga, comparando com a pré-fadiga. Apesar das diferenças serem pequenas, atletas com TTR tendiam a apresentar maior alongamento da UMT do reto femoral comparativamente ao grupo de controlo (Vermeulen et al., 2025).

### **3.2. Potenciais fatores de risco**

Van der Worp et al. (2012) realizaram um estudo transversal, com a intenção de identificar fatores de risco gerais para a TTR em atletas de voleibol e basquetebol entre os 18 e 35 anos, numa amostra representativa grande (tendo outro objetivo secundário, que era comparar as diferenças dos fatores de risco entre o sexo masculino e feminino, entre atletas de voleibol e de basquetebol, e indivíduos com TTR unilateral ou bilateral), e posteriormente, de Vries et al. (2015) realizaram um estudo coorte prospetivo com alguns elementos da mesma população, de forma a investigar características, fatores relacionados com a modalidade, fatores relacionados com a lesão, e fatores ocupacionais que pudessem ser preditores de TTR. Para isso, foram utilizados questionários online em ambos os estudos, sendo utilizadas as respostas de 2224 atletas no primeiro e 385 no segundo, e esses dados foram cruzados em análises de regressão simples e múltipla. Nestes estudos, foi verificado que praticar voleibol e jogar ao nível nacional (onde a probabilidade de desenvolver TTR é duas vezes mais alta do que jogar ao nível regional) eram considerados fatores de risco, na população masculina, e que as posições mais afetadas eram opostos/zonas 4/ centrais, em relação a distribuidores e liberos. Além disso, verificou-se que o número de horas de treino também foi considerado fator de risco significativo, na



análise de regressão simples (que em atletas de elite pode ser comparado ao fator verificado “trabalho fisicamente exigente”, referido no segundo estudo), apesar de na análise de regressão múltipla, o mesmo não se apresentar estatisticamente significativo. Comparativamente à prática de basquetebol, praticar voleibol foi considerado fator de risco. A superfície de jogo não foi considerada como sendo fator de risco significativo na análise de regressão múltipla, apesar de apresentar uma tendência na análise de regressão simples (verificou-se uma prevalência de 38% em atletas que jogavam em cimento, comparativamente a outras superfícies, onde se verificava uma prevalência de 20%). Também se verificou um aumento da “Odd Ratio” na altura, peso e rácio cintura-anca, podendo indicar uma influência desses fatores no desenvolvimento da TTR (Van der Worp et al., 2012; de Vries et al., 2015).

Morton et al. (2017) realizaram um estudo de casos-controlo (através de um questionário online) de forma a associar a presença de TTR e potenciais fatores de risco, de forma a informar programas de reabilitação e prevenção. 825 atletas (onde 215 praticavam voleibol) responderam ao questionário, onde foram incluídos fatores de risco como sexo, horas de treino, flexibilidade dos isquiotibiais, rotura anterior do TR, lesão prévia no joelho, dor prévia/atual nas costas, história familiar e idade. Neste estudo, foi verificado efeitos estatisticamente significativos para o sexo feminino (onde se verificou menor risco), horas de treino (onde se verificou que o facto de treinar 2 a 10 horas por semana duplicava a probabilidade, treinar de 10 a 20 horas por semana quase triplicava a probabilidade, e treinar mais de 20 horas por semana aumentava em 9 vezes o risco de lesão), lesão prévia do joelho (onde a probabilidade de desenvolver TTR duplicava a probabilidade, e onde uma rutura prévia do TR aumentava em 2.3 vezes a probabilidade de desenvolver TTR) e flexibilidade dos isquiotibiais, onde se descobriu que atletas com isquiotibiais mais flexíveis tinham menor risco (Morton et al., 2017).

Sprague et al., (2018) através de uma revisão sistemática e meta-análise, pretendiam identificar potenciais fatores de risco e fatores associados modificáveis para a TTR em atletas. Os estudos incluídos consistiam em estudos prospetivos e transversais, onde a maioria incluía atletas de salto (voleibol e basquetebol).



Nos estudos prospetivos, verificaram que o peso corporal não estava significativamente associado ao risco de TTR (5 estudos de alta heterogeneidade). Evidência limitada de alguns estudos de qualidade moderada mostrou que a diminuição da dorsiflexão e da flexibilidade dos isquiotibiais e do quadrícipite podem ser potenciais fatores de risco, apesar de, nos estudos transversais, a evidência limitada mostrar a possibilidade de existirem resultados conflitantes. Um estudo de qualidade moderada mostrou que maior volume de treino de salto e maior número de sets de voleibol jogados por semana também eram potenciais fatores de risco. Outro estudo de qualidade moderada mostrou evidência limitada de maior altura do salto em contramovimento como podendo ser fator de risco no sexo masculino, também averiguado nos estudos transversais (em 5 estudos de heterogeneidade moderada) (Sprague et al., 2018).

Nos estudos transversais, verificou-se que o IMC não está significativamente associado a TTR (9 estudos de alta heterogeneidade), e para o peso corporal (13 estudos de alta heterogeneidade) foi mostrado um ligeiro efeito positivo, indicativo de este fator poder estar significativamente associado a TTR. Relativamente aos fatores associados ao desporto e atividade, identificaram-se 10 estudos com alta heterogeneidade onde se verificou um pequeno efeito positivo indicando que maior volume de atividade poderá ter associação significativa com a TTR. Além disso, há evidência moderada de 1 estudo de alta qualidade e 1 de moderada qualidade que mostram que maior volume de treino de força por semana é um fator associado. Ao contrário do que foi referido nos estudos prospetivos, o volume de treino de salto verificou-se conflituoso, com 1 estudo de alta qualidade e outro de moderada (Sprague et al., 2018).

Foi confirmado que melhor performance testes funcionais foi associado como sendo fator modificável. Foi verificada evidência conflitante (de 1 estudo de alta qualidade e 1 de moderada qualidade) para melhor desempenho em outros testes funcionais como fator associado. 5 estudos de heterogeneidade alta não acusaram associações significantes entre a produção de torque na extensão do joelho e TTR. Moderada evidência de um estudo de alta qualidade mostrou que a excitabilidade corticoespinal do quadrícipite como sendo um fator associado à TTR modificáveis, e evidência limitada de estudos de baixa qualidade observou que um menor rácio de fadiga dos extensores do joelho e diminuição do pico de



torque normal dos extensores da coxa como sendo fatores associados modificáveis (Sprague et al., 2018).

Theodorou et al. (2023), numa revisão narrativa, descreveram alguns fatores de risco encontrados na literatura. Os autores encontraram que o número de horas praticadas por semana poderá ser um fator de risco, uma vez que atletas de elite que praticavam acima de 12 horas por semana desenvolviam TTR mais frequentemente do que atletas que praticavam cerca de 4 a 5 horas por semana. IMC mais alto também foi identificado como fator de risco para a TTR em alguns estudos, apesar de não ter sido confirmado por outros. Também foi descrito que a estratégia biomecânica da RAS em atletas de voleibol poderá ter uma relação com a TTR, na qual atletas com uma RAS mais rígida apresentam maior risco (Theodorou et al., 2023).

### **3.3. Treino de resistência inercial com sobrecarga excêntrica**

Gual et al. (2016) investigaram o efeito de um treino de resistência inercial com sobrecarga excêntrica, durante a temporada, em atletas de salto, com elementos de equipas de voleibol e basquetebol. O treino foi realizado 1 vez por semana, durante 24 semanas, e consistia num aquecimento inicial, com uma corrida de velocidade moderada durante 4 minutos e alongamento ativa com tensão excêntrica por 6 segundos dos abdutores da coxa, isquiotibiais, tricípites sural, quadricípites e glúteos. O treino em si consistia em treino de resistência, utilizando "YoYo squat", realizando 4 séries de 8 repetições máximas. A primeira série foi usada como aquecimento específico. Durante cada série, as duas primeiras repetições foram utilizadas para aumentar a resistência inercial, e as 8 repetições seguintes realizadas com um esforço máximo, onde a fase concêntrica era executada desde aproximadamente 90º de flexão do joelho até à extensão completa. Entre séries, os indivíduos descansaram 2 minutos (no total, cada sessão tinha uma duração aproximada de 20 minutos). Resultados foram medidas em 3 momentos (T1, em setembro; T2, em dezembro; T3, em abril/maio), utilizando o questionário VISA-p e o salto em contramovimento vertical. No final, restaram 15 indivíduos de 26 no grupo de controlo (2 por lesões na tibiotársica e 1 por lesão na lombar), e restaram 10 indivíduos de 27 no grupo de intervenção (5 por lesão na tibiotársica e 2 por lesão na articulação do joelho). Nenhum dos



grupos reportou TTR entre T1 e T3. Apesar de não se verificarem lesões no TR em nenhum dos grupos, não sendo possível aferir se este plano poderia ser usado como prevenção, verificou-se que a potência muscular do membro inferior diferia significativamente entre os dois grupos, sendo maior no grupo de intervenção (Gual et al., 2016).

#### **4. Discussão**

Nesta revisão, pretende-se fazer um resumo dos potenciais fatores de risco verificados e estratégias estudadas na literatura, de forma a formar uma base para a prevenção da TTR em atletas do sexo masculino de voleibol.

##### **4.1. Fatores de risco biomecânicos**

Concluiu-se que a TTR tem uma maior relação com a fase de RAS do que com a fase de impulsão (Van der Worp et al., 2014). Podemos assim assumir, apesar da evidência limitada, que a biomecânica da fase de impulsão não se apresenta como um fator de risco para o desenvolvimento da TTR. Relativamente à fase de RAS e a sua influência no desenvolvimento da TTR, foi verificada a existência de uma relação entre a diminuição da amplitude máxima de dorsiflexão e a TTR (Van der Worp et al., 2014; Sprague et al., 2018; Tayfur et al., 2022). Este fator, clinicamente, também é identificado como fator de risco para o início da TTR. Os flexores plantares, responsáveis pelo fase excêntrica da dorsiflexão, desempenham um papel importante na absorção da energia durante a RAS, tendo uma contribuição média de 44% do trabalho muscular total e absorvendo uma grande parte da energia cinética total. Assim, uma limitação na dorsiflexão poderá comprometer a função deste grupo muscular, diminuindo a eficiência do mesmo, podendo levar a uma maior sobrecarga nas restantes estruturas do membro inferior (Martinez et al., 2022; Tayfur et al., 2022). Um plano de exercícios de mobilidade para melhorar a amplitude de movimento do tornozelo poderá ser benéfico, apesar de serem necessários mais estudos para suportar esta abordagem. As alterações verificadas na biomecânica de atletas de salto com TTR sintomática (Tayfur et al., 2022) podem sugerir uma modificação das suas estratégias de RAS. Estas poderão, eventualmente, ter sido adotadas de forma a reduzir as cargas no TR e reduzir a dor, reduzindo as forças na articulação do joelho (Tayfur et al., 2022). Outra estratégia utilizada é a inclinação do tronco, que também parece reduzir a FTR e diminuir a



dor. Por outro lado, realizar a RAS com menor flexão da anca parece ser um fator de risco, sendo justificado pelo facto de nessa posição o reto femoral se encontrar mais alongado. Realizando uma contração excêntrica nessa posição coloca mais tensão no TR (uma vez que a maioria das fibras do TR se originam das fibras centrais do tendão quadricipital, a partir do reto femoral). Esta poderá justificar o uso de maior flexão da anca na RAS por atletas sintomáticos, como estratégia para reduzir a carga no TR e consequentemente, a dor (Rosen et al., 2015; Vermeulen et al., 2025). No entanto, há evidência conflitante, uma vez que um estudo referiu que maior rigidez no TR parece ter uma maior relação com rigidez no vasto lateral (tendo este uma relação mais próxima com as fibras laterais do TR), ao invés do reto femoral (Zhang et al., 2017). No entanto, devido à morfologia dos músculos (sendo o reto femoral biarticular e o vastolateral monoarticular), menor flexão da anca, aliada à flexão do joelho, pode aumentar a tensão passiva no TR, devido à tensão passiva do reto femoral. Desta forma, tendo em conta o alongamento do quadricípite, um estudo (Sprague et al., 2018) verificou a diminuição da flexibilidade do quadricípite como podendo ser um fator de risco modificável. Assim, parece importante melhorar a flexibilidade do quadricípite, recorrendo a exercícios de alongamento estático e dinâmico. Com melhor flexibilidade do mesmo, pode ocorrer uma diminuição da tensão passiva no tendão, diminuindo a FTR e a dor.

Atletas com ATR são considerados como população de alto risco para desenvolver TTR (Van der Worp et al., 2014). Assim, também é importante verificar as diferenças na biomecânica da RAS nos atletas com ATR. Atletas com ATR apresentam maior ângulo de flexão do joelho, menor velocidade de flexão do joelho e maior velocidade de extensão do joelho no CI da RAS. Desta maneira, a amplitude de movimento disponível na RAS é menor, os atletas travam mais rápido, iniciam a fase concêntrica após a RAS mais cedo e ocorre um menor deslocamento do centro de massa, aumentando a rigidez da RAS (Van der Worp et al., 2014; Tayfur et al., 2022). Isto poderá aumentar a força realizada pelo quadricípite na fase excêntrica, aumentando a carga no TR, como foi investigado num estudo que pretendia analisar a tensão no TR durante a RAS, que verificou que as forças do quadricípite poderão ter influência na carga do tendão (Janssen et al., 2013; Tayfur et al., 2022; Li et al., 2025). Além disso, pensa-se que as cargas excêntricas do quadricípite podem produzir



microtraumas no tendão (Van der Worp et al., 2014). Desta forma, como indicado em alguns artigos, pode ser assumido que RAS com estratégias mais rígidas poderão ser associadas como fator de risco para a TTR (Sprague et al., 2018; Tayfur et al., 2022; Teodorou et al., 2023). A evidência existente é limitada, pelo que é necessária mais investigação nesta área. Alguns autores enfatizam que um padrão de RAS mais flexível pode ser protetivo contra a TTR. Para isso, é necessário amplitude de movimento e flexibilidade adequada dos membros inferiores (quadricíptes e isquiotibiais) (Sprague et al., 2018). Pensa-se que menor flexibilidade dos isquiotibiais podem contribuir para sobrecarga do TR ao diminuir a vantagem mecânica do mecanismo extensor e aumentando as exigências colocadas no quadricípite durante a extensão do joelho (Sprague et al., 2018; Lopes et al., 2024). Outro estudo verificou que atletas com isquiotibiais mais flexíveis apresentavam menos risco de desenvolver TTR (Morton et al., 2017). Assim, realizar exercícios de alongamento estático e dinâmico dos isquiotibiais podem ser um estratégia útil na prevenção da TTR. No entanto, mais investigação é necessária neste sentido.

#### **4.2. Potenciais fatores de risco modificáveis**

Um estudo (Sprague et al., 2018) mostrou que melhor desempenho em testes de salto apresenta uma relação com o desenvolvimento da TTR. No entanto, este achado tem outros fatores associados. Atletas com melhores resultados nestes testes apresentam uma maior capacidade de salto. Assim, é mais provável que os mesmos consigam gerar mais potência e força muscular dos membros inferiores na fase de impulsão, tendo de dissipar maiores FRSv na RAS. Como resultado, estes atletas experienciam uma carga cumulativa maior, em cada salto dado. Esses atletas acabam por ter uma maior quantidade e frequência de saltos devido à maior probabilidade de jogarem, levando a sobrecarga (Sprague et al., 2018). Geralmente, os testes funcionais são realizados quando o atleta está descansado. No entanto, não se sabe como os resultados podem variar com o atleta em fadiga. Estudos indicam que poderá haver alterações na performance muscular do quadricípite, devido a uma excitabilidade corticoespinal alterada e rácio de fadiga de extensão do joelho diminuída (Sprague et al., 2018). Desta forma, o fortalecimento dos quadricíptes (principalmente excêntrico) seria uma estratégia de prevenção útil, de forma



a permitir ao corpo e às estruturas adaptarem-se aos estímulos da sobrecarga. No entanto, a evidência existente é limitada.

Vários artigos referem o número de horas de treino (incluindo o treino de salto) como sendo um fator de risco para a TTR, onde se verificou que, quantas mais horas de treino, maior a probabilidade (Morton et al., 2017; Sprague et al., 2018; Teodorou et al., 2023). Mais horas de treino implicam maior volume de treino, incluindo treino de salto e treino de força. O volume destes tipos de treino foi identificado como fator de risco, apesar da evidência ser limitada. O único fator comum a vários estudos é o número de horas de treino. Desta forma, é necessária mais investigação específica para cada tipo de treino, de forma a entender melhor o risco de cada (Van der Worp et al., 2012; de Vries et al., 2015; Morton et al., 2017; Sprague et al., 2018; Teodorou et al., 2023). Jogar ao nível nacional também foi considerado fator de risco. No entanto, esse fator poderá estar relacionado a outros, uma vez que atletas de elite, geralmente, treinam mais horas por semana, jogam mais “sets” por semana e tem melhor capacidade de salto, tendo esses sido identificados anteriormente como fator de risco. Desta forma, podemos assumir que, por si só, jogar profissionalmente não pode ser considerado fator de risco, mas sim o facto de reunir diversos outros fatores considerados de risco (Van der Worp et al., 2012; de Vries et al., 2015). Desta forma, gerir o volume da carga de treino seria uma estratégia de prevenção, apesar de, em atletas de elite, isso poder ser considerado um fator não modificável. Jogar voleibol também foi considerado fator de risco, devido à frequência e intensidade dos saltos, assim como maior prevalência da TTR nesta população (Van der Worp et al., 2012; de Vries et al., 2015). O peso corporal também tem uma tendência para ser considerado fator de risco. Para a mesma altura do salto, uma vez que a aceleração é constante, quanto maior a massa corporal, maior a FRSv da RAS (Sprague et al., 2018). No entanto, o IMC apresenta resultados contraditórios, existindo conflito na literatura (Sprague et al., 2018; Teodorou et al., 2023).

#### **4.3. Treino de resistência inercial com sobrecarga excêntrica como estratégia de prevenção**

Ao longo da época em que o estudo de Gual et al. (2016) foi realizado, nenhum indivíduo, quer do grupo de controlo, quer do grupo de intervenção, desenvolveu TTR. Esta foi uma



grande limitação, uma vez que não foi possível averiguar se efetivamente este método de treino poderá ser utilizado como estratégia de prevenção para a TTR em atletas de voleibol. No entanto, este método de treino pode ter potencial na prevenção, pelo facto de se ter verificado um aumento da potência dos membros inferiores (do grupo de intervenção em relação ao grupo de controlo) sem despoletar sintomatologia no TR. Assim, mais estudos são necessários para averiguar a eficácia desta estratégia na prevenção da TTR.

#### **4.4. Limitações e investigação futura**

Alguns dos estudos, sendo realizados através de questionários online, não permitem avaliar outros fatores com um maior poder preditivo. A existência de poucos artigos (incluindo a falta de RCTs), assim como a alta heterogeneidade dos artigos, as amostras pequenas dos estudos incluídos e alguns resultados controversos, não permitem retirar ilações robustas, limitando assim a evidência existente. A falta de estudos prospetivos observacionais e RCTs não permite ter uma visão mais objetiva dos fatores de risco, de forma a serem utilizados como uma boa base para a prevenção.

Desta forma, são necessários estudos prospetivos e RTCs de qualidade e com “follow-up” adequado para determinar com melhor precisão fatores de risco e estratégias de prevenção para a TTR, e melhorar a qualidade da evidência atual sobre os mesmos. Recomenda-se que futuras investigações explorem protocolos padronizados de avaliação biomecânica (como na fase de impulsão e RAS), estudem e testem a eficácia de algumas estratégias preventivas, como programas de exercícios de flexibilidade do quadríceps e dos isquiotibiais, programa de mobilidade do tornozelo, e programas de fortalecimento do quadríceps, e explorem o papel da fadiga no salto. Além disso, também são sugeridas mais estudos relativos à superfície de jogo e se esta poderá ser considerada fator de risco.

#### **5. Conclusão**

A evidência existente é limitada. No entanto, verificam-se fatores de risco principais como a diminuição da mobilidade do tornozelo, uma RAS mais rígida e diminuição da flexibilidade dos isquiotibiais e dos quadríceps. Estratégias como melhoria da mobilidade tibiotársica,



melhoria da flexibilidade dos isquiotibiais e quadricípites e melhoria da força (principalmente excêntrica) do quadricípites parecem ser promissoras na prevenção da TTR.



## Referências Bibliográficas

- De Bleecker, C., Vermeulen, S., Willems, T., Segers, V., Spanhove, V., Pataky, T., Roosen, P., Vanrenterghem, J., & De Ridder, R. (2024). How reliable are lower limb biomechanical evaluations during volleyball-specific jump-landing tasks? *Gait and Posture*, 113, 287–294. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2024.07.001>
- de Vries, A. J., van der Worp, H., Diercks, R. L., van den Akker-Scheek, I., & Zwerver, J. (2015). Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players: A survey-based prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(5), 678–684. <https://doi.org/10.1111/sms.12294>
- Gual, G, Fort-Vanmeerhaeghe, A, Romero-Rodríguez, D, and Tesch, PA. (2016). Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for patellar tendinopathy. *J Strength Cond Res* 30(7): 1834–1842
- Janssen, I., Steele, J. R., Munro, B. J., & Brown, N. A. T. (2013). Predicting the patellar tendon force generated when landing from a jump. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5), 927–934. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31827f0314>
- Janssen, I., van der Worp, H., Hensing, S., & Zwerver, J. (2018). Investigating achilles and patellar tendinopathy prevalence in elite athletics. *Research in Sports Medicine*, 26(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/15438627.2017.1393748>
- Jo, I., Seiberl, W., & Lee, H. D. (2025). Modulation of stretch activation influences the stretch-shortening cycle effect in in vivo human knee extensors. *Physiological Reports*, 13(10). <https://doi.org/10.14814/phy2.70377>
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. In *Journal of Biomechanics* (Vol. 33).
- Kulig, K., Landel, R., Chang, Y. J., Hannanvash, N., Reischl, S. F., Song, P., & Bashford, G. R. (2013). Patellar tendon morphology in volleyball athletes with and without patellar tendinopathy. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(2). <https://doi.org/10.1111/sms.12021>



- Li, F., Sun, D., Song, Y., Zhou, Z., Wang, D., Cen, X., Zhang, Q., Gao, Z., & Gu, Y. (2025). Dynamic simulation of knee joint mechanics: individualized multi-moment finite element modelling of patellar tendon stress during landing. *Journal of Biomechanics*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2025.112730>
- Lopes, H. S., Waiteman, M. C., Priore, L. B., Glaviano, N. R., Bazett-Jones, D. M., Briani, R. v., & Azevedo, F. M. (2024). There is more to the knee joint than just the quadriceps: A systematic review with meta-analysis and evidence gap map of hamstring strength, flexibility, and morphology in individuals with gradual-onset knee disorders. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 13, Issue 4, pp. 521–536). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.08.004>
- Macdonald, K., Palacios-Derflinger, L., Kenny, S., Emery, C., & Meeuwisse, W. H. (2020). Jumper's Knee: A Prospective Evaluation of Risk Factors in Volleyball Players Using a Novel Measure of Injury. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(5), 489–494. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000638>
- Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (2015). Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. In *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Vol. 45, Issue 11, pp. 887–898). Movement Science Media. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5987>
- Martinez, A. F., Scattone Silva, R., Paschoal, B. L. F., Souza, L. L. A., & Serrão, F. V. (2022). Association of Ankle Dorsiflexion and Landing Forces in Jumping Athletes. *Sports Health*, 14(6), 932–937. <https://doi.org/10.1177/19417381211063456>
- Mendonça, L. D. M., Schuermans, J., Denolf, S., Napier, C., Bittencourt, N. F. N., Romanuk, A., Tak, I., Thorborg, K., Bizzini, M., Ramponi, C., Paterson, C., Häggglund, M., Malisoux, L., Al Attar, W. S. A., Samukawa, M., Esteve, E., Bakare, U., Constantinou, M., Schneiders, A., ... Witvrouw, E. (2022). Sports injury prevention programmes from the sports physical therapist's perspective: An international expert Delphi approach. *Physical Therapy in Sport*, 55, 146–154. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2022.04.002>
- Molla, R. Y., Fatahi, A., Khezri, D., Ceylan, H. I., & Nobari, H. (2023). Relationship between impulse and kinetic variables during jumping and landing in volleyball players. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06757-4>



- Morton, S., Williams, S., Valle, X., Diaz-Cueli, D., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2017). Patellar Tendinopathy and Potential Risk Factors: An International Database of Cases and Controls. <http://links.lww.com/JSM/A120>
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The Stretch–Shortening Cycle A Model to Study Naturally Occurring Neuromuscular Fatigue. In *Sports Med* (Vol. 36, Issue 11).
- Nutarelli, S., Lodi, C. M. T. da, Cook, J. L., Deabate, L., & Filardo, G. (2023). Epidemiology of Patellar Tendinopathy in Athletes and the General Population: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 11(6). <https://doi.org/10.1177/23259671231173659>
- Pawlik, D., & Mroczek, D. (2023). Influence of jump height on the game efficiency in elite volleyball players. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35729-w>
- Rosen, A. B., Ko, J., Simpson, K. J., Kim, S. H., & Brown, C. N. (2015). Lower extremity kinematics during a drop jump in individuals with patellar tendinopathy. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(3). <https://doi.org/10.1177/2325967115576100>
- Schwartz, A., Watson, J. N., & Hutchinson, M. R. (2015). Patellar Tendinopathy. *Sports Health*, 7(5), 415–420. <https://doi.org/10.1177/1941738114568775>
- Sprague, A. L., Smith, A. H., Knox, P., Pohlig, R. T., & Grävare Silbernagel, K. (2018). Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: A systematic review and meta-analysis. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 52, Issue 24, pp. 1575–1585). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-099000>
- Tayfur, A., Haque, A., Salles, J. I., Malliaras, P., Screen, H., & Morrissey, D. (2022). Are Landing Patterns in Jumping Athletes Associated with Patellar Tendinopathy? A Systematic Review with Evidence Gap Map and Meta-analysis. In *Sports Medicine* (Vol. 52, Issue 1, pp. 123–137). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01550-6>
- Theodorou, A., Komnos, G., & Hantes, M. (2023). Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 143(11), 6695–6705. <https://doi.org/10.1007/s00402-023-04998-5>



- Van der Worp, H., Van Ark, M., Zwerver, J., & Van den Akker-Scheek, I. (2012). Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: A cross-sectional study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22(6), 783–790. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01308.x>
- 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. In *International Journal of Sports Medicine* (Vol. 35, Issue 8, pp. 714–722). Georg Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358674>
- Vermeulen, S., Bleecker, C. De, Spanhove, V., Segers, V., Willems, T., Steyaert, A., Roosen, P., Vanrenterghem, J., & Ridder, R. De. (2025). Decreased Hip Flexion during Spike Jump-Landings after Fatigue is Predictive of Patellar Tendinopathy in Volleyball. *Journal of Athletic Training*. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0532.24>
- Wagner, H., Tilp, M., Von Duvillard, S. P. V., & Mueller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. *International Journal of Sports Medicine*, 30(10), 760–765. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1224177>
- Walton, J., Kozina, E., Woo, F., & Jadidi, S. (2023). A Review of Patellar Tendinopathy in Athletes Involved in Jumping Sports. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.47459>
- Zhang, Z. J., Ng, G. Y. F., Lee, W. C., & Fu, S. N. (2017). Increase in passive muscle tension of the quadriceps muscle heads in jumping athletes with patellar tendinopathy. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(10), 1099–1104. <https://doi.org/10.1111/sms.12749>
- Zhao, H., Liu, X., Dan, L., Xu, D., & Li, J. (2024). Biomechanic Differences Between Anticipated and Unanticipated Volleyball Block Jump: Implications for Lower Limb Injury Risk. *Life*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/life14111357>



## Anexos

### Anexo 1- Resumo dos resultados

Autor, desenho do estudo e população/amostra	Parâmetros estudados	Resultados avaliados	Estratégias de prevenção utilizadas
<p>Van der Worp et al (2012), estudo transversal, n= 2224 atletas de voleibol e basquetebol, entre os 18 e 35 anos</p>	<p>Identificar fatores de risco para a TTR entre atletas de voleibol e basquetebol, com uma amostra elevada. Além disso, verificar se existem diferenças nos fatores de risco entre sexo masculino e sexo feminino, atletas de voleibol e de basquetebol, e indivíduos com tendinopatia do rotuliano unilateral ou bilateral</p>	<p>Os fatores de risco gerais encontrados foram: idade mais avançada; jogar ao nível nacional (2x mais comparado ao nível regional); ser do sexo masculino e jogar voleibol. Horas de treino por semana também parece ser um fator de risco significativo; Apesar de nível de jogo ser considerado fator de risco, outras variáveis relacionadas com a carga do joelho, não foram considerados fatores de risco. Comparativamente ao basquetebol, o voleibol é considerado fator de risco.</p>	<p>Fatores de risco</p>



		Superfície de jogo não foi considerada fator de risco, apesar de haver uma tendência estatística.	
Van der Worp et al (2014), revisão sistemática, n=6 estudos	Relação do salto e RAS com o desenvolvimento da TTR.	Principais diferenças foram verificadas entre o grupo de controlo e indivíduos com ATR. A maioria das diferenças foram encontradas durante a RAS horizontal após aceleração linear. Um padrão de movimento rígido, com uma amplitude de movimento mais reduzida após o CI, e um tempo de RAS menor estão associados ao início da tendinopatia rotuliana.	Fatores de risco da análise biomecânica da fase de impulsão e da fase da RAS
de Vries et al (2015), estudo coorte, n=926 atletas de voleibol e basquetebol	Investigar que características pessoais do atleta, fatores relativos à modalidade, fatores relativos à lesão e	Os fatores mais importantes que foram identificados foram o sexo masculino, trabalho fisicamente	Fatores de risco



	fatores ocupacionais podem ser preditores de TTR sintomática. Além disso, também se pretende investigar o impacto da TTR sintomática na participação das modalidades.	exigente, e no voleibol, o salto. Alguma evidência foi encontrada relativamente a um IMC mais elevado, como preditor no basquetebol. Também foi indicado que atletas que desenvolveram TTR estão expostos a maior carga total no tendão.	
Gual et al (2016), RCT, n=53 (n=26 no grupo de controlo, n=27 no grupo de intervenção)	Influência de um plano de treino de resistência inercial durante a época em atletas de voleibol em risco de TTR. Estudar a melhoria da potência muscular do membro inferior e queixas no tendão patelar.	Verificou-se um aumento da potência dos membros inferiores no grupo de intervenção, sem despoletar dor no TR. A nível preventivo não foi possível retirar conclusões, uma vez que nenhum dos atletas deste estudo desenvolveu tendinopatia do rotuliano durante a época.	Programa de 24 semanas (Aquecimento: Corrida a velocidade moderada, por 4 minutos; Alongamentos ativos com tensão excêntrica por 6 segundos dos adutores da coxa, isquiotibiais, tricípite sural, quadricípite e glúteos;



			<p>Exercício de resistência usando “yoyo squat”, realizando 4 séries de 8 repetições máximas. Em cada série, as duas primeiras repetições eram utilizadas para aumentar a resistência inercial, e as 8 restantes eram realizadas com a intensidade máxima. Entre séries, 2 minutos de descanso.</p>
<p>Morton et al (2017), estudo de caso-controlo, n=825 pessoas (através de questionário online) (Amostra pequena de voleibol)</p>	<p>Associação entre a presença da tendinopatia do rotuliano e os fatores de risco</p>	<p>Concluiu-se que existem fatores de risco potencialmente modificáveis, que poderão ser usados para informar programas de prevenção e reabilitação. No entanto, é necessária mais</p>	<p>Fatores de risco</p>



		investigação para estabelecer relações causais.	
Sprague et al (2018), revisão sistemática, n=31 artigos, onde a maioria incluía atletas de modalidades de salto	Identificar potenciais fatores de risco modificáveis para a TTR em atletas	Verificou-se a falta de evidência robusta para qualquer potencial fator de risco modificável, havendo evidência limitada ou conflitante em relação aos fatores: amplitude de movimento da dorsiflexão diminuída, flexibilidade diminuída dos isquiotibiais e quadricítes, maior volume de treino de salto, mais sets de voleibol jogados por semana, maior altura do salto em contramovimento e maior volume de atividade. A meta-análise verificou que maior volume da atividade, maior	Fatores de risco modificáveis



		peso corporal e maior altura do salto em contramovimento e melhor desempenho nos testes de salto são fatores associados modificáveis.	
Tayfur et al (2022), Revisão Sistemática e Meta-análise, n=16 estudos	Determinar se há alterações biomecânicas na RAS em indivíduos com TTR, TTR prévia e ATR. Também verificar lacunas na literatura para sintetizar a evidência sobre o papel da biomecânica da RAS do salto na TTR, e guiar investigação futura.	Só foi possível identificar algumas associações, como redução da dorsiflexão do tornozelo. Não foi possível identificar fatores biomecânicos que prevejam o desenvolvimento da TTR. Atletas de salto com ATR apresentavam padrões de RAS mais rígidos.	Padrões biomecânicos da RAS e potenciais fatores de risco
Theodorou et al (2023), revisão narrativa, n=102 artigos	Caracterizar sintomas típicos, providenciar uma visão geral dos fatores de risco	Verificaram-se alguns fatores de risco, tais como: participação em modalidades	Fatores de risco; Estratégias de prevenção;



	<p>atualmente, técnicas de diagnóstico e avaliação, e opções de tratamento e prevenção.</p>	<p>desportivas (principalmente voleibol, sendo as posições de oposto/zona 4/central mais prevalentes); horas de treino por semana; jogar a um nível competitivo mais alto; género masculino; maior carga de salto; altura de salto; superfície de jogo; técnica de RAS rígida; IMC é controverso.</p> <p>Métodos preventivos não estão bem descritos na literatura, apesar de serem utilizados treinos de equilíbrio e propriocepção.</p>	
<p>Vermeulen et al (2025), estudo coorte prospetivo, (n=79 atletas masculinos de vários níveis competitivos, a partir dos 18 anos)</p>	<p>Efeitos dos fatores de risco induzidos pela fadiga durante um salto de ataque, no voleibol</p>	<p>Achados preliminares da pesquisa indicam que menor flexão da articulação da anca e uma unidade miotendinosa do reto</p>	<p>Fatores de risco</p>



		femoral mais alongada após fadiga podem ser potenciais fatores de risco para o desenvolvimento da TTR	
--	--	---	--

### Anexo 2- Resumo dos fatores de risco potencialmente modificáveis

Achados consistentes	Achados inconsistentes
Menor dorsiflexão do tornozelo	IMC
Estratégia de RAS mais rígida: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior ângulo de flexão do joelho no CI;</li> <li>• Menor velocidade angular de flexão do joelho</li> <li>• Início precoce da fase concêntrica após a RAS</li> </ul>	Peso corporal
Ser atleta de elite	Superfície de jogo
Carga de treino semanal	
Flexibilidade dos isquiotibiais e dos quadricípites	

**P.PORTO**

ESCOLA  
SUPERIOR  
DE SAÚDE



**M** **MESTRADO**  
FISIOTERAPIA