

Rafael Virgínio de Souza

**EFICÁCIA DO TREINAMENTO EXCÊNTRICO NO REPARO TECIDUAL DE  
INDIVÍDUOS COM TENDINOPATIA DE AQUILES:**  
uma revisão bibliográfica

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2015

Rafael Virgínio de Souza

**EFICÁCIA DO TREINAMENTO EXCÊNTRICO NO REPARO TECIDUAL DE  
INDIVÍDUOS COM TENDINOPATIA DE AQUILES:**  
uma revisão bibliográfica

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fisioterapia com ênfase de Ortopedia 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.

Orientador: Vanessa Lara Araújo

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ UFMG  
2015

S729e Souza, Rafael Virgínio de  
2015 Eficácia do treinamento excêntrico no reparo tecidual de indivíduos com tendinopatia de Aquiles: uma revisão bibliográfica. [manuscrito] / Rafael Virgínio de Souza - 2015.  
29 f., enc.: il.

Orientadora: Vanessa Lara de Araújo

Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 24-28

1. Tendinopatia. 2. Tendão de Aquiles. 3. Exercício físicos - Uso terapêutico . I. Araújo, Vanessa Lara de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.825

**Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.**

## RESUMO

**Introdução:** A tendinopatia é uma disfunção muito comum em atletas e o número de lesões está se tornando crescente nos últimos anos. Entre as lesões em tendão, a tendinopatia de Aquiles está entre as mais comuns, principalmente em corredores. Vários são os tratamentos que tentam reestabelecer as condições estruturais do tecido que se encontram alteradas, sendo que, dentre esses tratamentos, o exercício excêntrico é amplamente utilizado e discutido na literatura.

**Objetivo:** Realizar uma revisão para investigar os efeitos do treinamento excêntrico a curto e a longo prazo em modificar a estrutura do tendão em indivíduos com tendinopatia de Aquiles.

**Métodos:** Foi realizada uma consulta aos bancos de dados PubMed, SciELO, Lilacs, PEDro. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados e quasi-experimentais realizados em humanos, sem limite de data. **Resultados:** Foram selecionados 13 estudos que investigaram os efeitos do exercício excêntrico sobre as alterações estruturais do tendão. **Conclusão:** Os estudos sugerem que o exercício excêntrico é efetivo em modificar as estruturas do tendão a curto e longo prazo, restabelecendo as condições estruturais condizentes com um tecido sadio.

**Palavras-chave:** Exercício excêntrico. Tendinite. Tendinose. Tendinopatia. Tendão de Aquiles.

## ABSTRACT

**Introduction:** The tendinopathy is a common dysfunction in athletes, and the number of tendinopathies has been increasing in the last few years. Regarding tendon lesions, the Achilles tendinopathy is one of the most commons, specially among runners. There are several techniques to treat tendon lesions, such as the eccentric exercise. This exercise is widely used and discussed in the literature. **Goal:** To carry out a literature review in order to investigate the short and long term effects of eccentric exercise on tendon structure in patients with Achilles tendinopathy. **Methods:** A literature search was performed in the PubMed, SciELO, Lilacs, PEDro databases **Results:** 13 studies that measure eccentric exercises effects in the tendon structure modify were selected. **Conclusion:** The studies suggest that eccentric exercise can modify tendon structure in short and long term, reestablishing its healthy structure conditions.

**Keywords:** Eccentric exercise. Tendinitis. Tendinosis. Tendinopathy. Achilles Tendon.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>9</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
4.1 Vascularização.....	14
4.2 Estruturas do tecido .....	17
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O número de lesões tendíneas tem se elevado, sendo que, estima-se que 30% a 50% das lesões no esporte estão relacionadas com tendões (JARVINEN *et al.*, 2005). Nas lesões tendíneas de membros inferiores, as que acometem o tendão de Aquiles estão entre as mais prevalentes, principalmente em corredores, com prevalência de 2,0% a 18,5% (LOPES *et al.*, 2012). O termo tendinopatia é utilizado para descrever uma condição que ocorre dentro ou ao redor dos tendões, o que resulta de traumas ou microtraumas recorrentes (SKJONG *et al.*, 2012; ALMEKINDERS, 1999; KAUX *et al.*, 2011; KADER *et al.*, 2002). A tendinopatia é caracterizada por dor local, aumento da espessura do tendão, alterações estruturais no tecido e redução do nível de atividade (JARVINEN *et al.*, 2005; LOPES *et al.*, 2012; SOBHANI *et al.*, 2013; JONGE *et al.*, 2015), sendo que as lesões são atribuídas ao aumento da sobrecarga no tecido durante as atividades, como recreação, trabalho e esportes (WILSON *et al.*, 2005; WANG, 2006; KADER *et al.*, 2002). Assim, o termo tendinopatia é comumente usado para indicar uma alteração estrutural decorrente de mecanismos de sobrecarga excessivos.

Segundo Jarvinen e colaboradores (2005), a etiologia da tendinopatia de Aquiles é subdividida em fatores extrínsecos e intrínsecos. Para alguns pesquisadores, a carga mecânica repetitiva, o aumento de intensidade, frequência e duração das atividades e o uso de calçados inadequados são considerados fatores extrínsecos (JARVINEN *et al.*, 2005; ALMEKINDERS, 1998). Por outro lado, o mau alinhamento das estruturas corporais, a fraqueza muscular, o comprimento alterado de algum tecido, o desequilíbrio muscular, a presença de movimentos excessivos durante as atividades como pronação excessiva do pé, a idade elevada, a obesidade e o sexo masculino são considerados fatores intrínsecos (ALMEKINDERS, 1998; XU *et al.*, 2008; FAIRLEY *et al.*, 2014; JARNIVEN *et al.*, 2005). Exemplos de fatores intrínsecos seriam alterações estruturais como a discrepância de comprimento entre os membros e o varismo de pé, os quais podem proporcionar um aumento na magnitude e/ou velocidade de pronação do pé (KANNUS, 1997). Essa pronação excessiva do pé aumenta o estresse sobre o tendão de Aquiles, principalmente nas suas fibras mediais, às quais ficam excessivamente alongadas e tracionadas (KANNUS, 1997; CHUTER *et al.*, 2012). Isoladamente ou associados, os fatores intrínsecos e extrínsecos favorecem o aumento do estresse sobre o tendão, o que pode exceder o limite fisiológico do

tecido em suportar a carga imposta e, conseqüentemente, proporcionar microtraumas recorrentes e dificultar o reparo tecidual (JARVINEN, 2005; KADER, 2002). Dessa forma, todos esses fatores descritos podem predispor o desenvolvimento de lesões, tornando a tendinopatia de Aquiles de caráter multifatorial.

Dentro do contexto de tendinopatia, existem categorias definidas por análises histopatológicas. Dentre essas categorias destacamos, a tendinite e a tendinose (KHAN *et al.*, 1999). A tendinite caracteriza-se por rompimento vascular, proliferação celular (neutrófilos, eosinófilos, macrófagos, prostaglandinas e leucotrienos), hemorragia e formação de tecido de granulação (KHAN *et al.*, 1999; SHARMA *et al.*, 2006; WANG, 2006). Quando o processo de degeneração tecidual instaura no tendão denominasse tendinose, há perda do alinhamento das fibras de colágeno, tecido desorganizado, aumento da substância fundamental (glicosaminoglicanas e proteoglicanas), aumento do colágeno tipo III e proliferação dos capilares (KHAN *et al.*, 1999; SHARMA *et al.*, 2006; WILSON *et al.*, 2005; JARVINEN *et al.*, 1997). A tendinose ocorre por microtraumas recorrentes e gera uma dificuldade de resposta para o reparo tecidual (SKAJONG *et al.*, 2012; ALMEKINDERS, 1999; KAUX *et al.*, 2011; KADER *et al.*, 2002). Essa definição histopatológica é relevante para o processo de tratamento, visto que disfunções agudas e crônicas necessitam de abordagens diferentes.

A diferenciação clínica entre tendinite e tendinose é difícil de ser realizada sendo que, às vezes, é necessária uma análise histológica para a confirmação do tipo de lesão ocorrida (KAEDING *et al.*, 2009). Muitas vezes, os pacientes buscam avaliação clínica quando os sintomas de inflamação já desapareceram, cedendo lugar a um quadro de degeneração tecidual (WILSON *et al.*, 2005; KAEDING *et al.*, 2009). O diagnóstico é fundamental para a escolha da terapia a ser utilizada, vistas as alterações celulares presentes em cada fase de lesão.

Os tratamentos para as tendinopatia de Aquiles são discutidos na literatura e incluem o emprego de Anti-Inflamatórios Não Esteróides (AINES), exercício excêntrico e concêntrico, tinitrato de glicerol, terapia extracorpórea por ondas de choque, gelo, órteses, substâncias injetáveis (aplicação autóloga de sangue, plasma rico em plaquetas, corticosteróides e agentes esclerosantes) e Ultra-Som (US) (WILSON *et al.*, 2005; KAEDING *et al.*, 2009; SUSSMILCH-

LEITCH *et al.*, 2012; ). Os AINES associados à exercício excêntrico são geralmente tratamentos de primeira escolha, pois é sugerido que a melhora dos resultados no que confere a redução da dor e retorno as atividades são a curto e longo prazo (MAGNUSSEN *et al.*, 2009; SUSSMILCH-LEITCH *et al.*, 2012; KADER *et al.*, 2002). A terapia por ondas de choque, gelo, aplicação de sangue, plasma e anti-inflamatórios, por sua vez, parecem ser efetivas apenas a curto prazo (KHAN *et al.*, 1999; SKJONG *et al.*, 2012). Além disso, as injeções de corticosteróides podem ter efeitos deletérios no tendão e favorecer sua ruptura (KEARNEY *et al.*, 2013; SUSSMILCH-LEITCH *et al.*, 2012; ROMPE *et al.*, 2007; SKAJONG *et al.*, 2012; WILSON *et al.* 2005; ALMEKINDES, 1998; MAGNUSSEN *et al.*, 2009). Segundo Skjong e colaboradores (2012), após quatro a seis meses do início do tratamento, se não houver melhora e o quadro repercutir na função do indivíduo, um processo cirúrgico pode ser considerado necessário. Assim, várias são as modalidades terapêuticas utilizadas no tratamento da tendinopatia de Aquiles. O uso de AINES e exercício excêntrico tem obtido resultados significativos a curto e a longo prazo, no que confere a redução da dor e no retorno as atividades.

Algumas pesquisas têm evidenciado o efeito do exercício excêntrico para o tratamento da tendinopatia, sendo que a maioria delas têm demonstrado o benefício desse tipo de exercício na melhora da dor (ROMPE *et al.*, 2007; KNOBLOCH 2007). Além disso, o mecanismo pelo qual esse tipo de exercício pode ser benéfico tem sido foco de outras pesquisas de investigação das alterações estruturais imediatas e a longo prazo que ocorrem nos tendões, após submetê-los a um treinamento excêntrico. Assim, o objetivo desta revisão é verificar os efeitos do treinamento excêntrico, a curto e a longo prazo, nas modificações estruturais do tendão em indivíduos com tendinopatia de Aquiles.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho consistiu em uma busca bibliográfica nas bases de dados *US National Library of Medicine National Institutes of Health* (PubMed), *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe (Lilacs) e *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), no período de dezembro de 2014 a janeiro de 2015. Foram usadas as seguintes palavras-chave para a busca de artigos de interesse para a pesquisa: exercício excêntrico (*eccentric exercise*), tendinite (*tendinitis*), tendinose (*tendinosis*), lesão em tendão (*Tendon Injuries*), tendinopatia (*tendinopathy*).

Os critérios de inclusão foram: (1) estudos realizados com humanos que investigaram os efeitos do treinamento excêntrico sobre as mudanças estruturais do tendão em indivíduos com tendinopatia de Aquiles, (2) estudos classificados como ensaios clínicos randomizados e quasi-experimentais e (3) estudos publicados nos idiomas inglês, português ou espanhol. Estudos realizados em animais, estudos que associaram treino excêntrico com outras terapias, estudos que utilizaram treinamento excêntrico após cirurgia e estudos que não utilizaram exames de imagem para medida de desfecho foram excluídos. As buscas não foram limitadas quanto à data.

### **3 RESULTADOS**

A estratégia de busca resultou em 5833 estudos (PubMed= 3469, PEDro= 285, LILACS= 1790, SciELO= 289), dos quais 5785 foram excluídos após leitura do título e doze deles eram duplicatas. O restante dos 36 estudos foi identificado como possível inclusão, sendo que 19 deles foram excluídos após leitura dos resumos. Dentre os 19 estudos selecionados anteriormente, selecionamos 17 deles, sendo que quatro foram excluídos após leitura completa, uma vez que não apresentavam avaliação da estrutura do tendão como medida de desfecho. Dessa maneira, ao final da busca, foram selecionados apenas 13 estudos que, de fato, investigavam o efeito de um programa de exercício excêntrico sobre as alterações estruturais no tendão em indivíduos com Tendinopatia de Aquiles. Identificamos também que nove eram ensaios clínicos aleatorizados e quatro quasi-experimentais. Informações sobre os métodos e resultados desses estudos encontram-se na Tabela 1

Tabela 1. Descrição dos estudos selecionados.

Autor (data)	Desenho do estudo	Amostra	Intervenção		Desfecho	Resultado
			Protocolo	Duração e frequência		
Ram <i>et al.</i> (2013)	ECR	- G1 (tendinopatia): n=20 - G2 (controle): n=21 - G3 (sem tendinopatia): n=7	- G1 e G3=>De pé. flexão plantar excêntrico/joelho fletido e estendido: 3x15 rep. Carga: peso corporal. - G2=> Não realizaram nenhum tipo de exercício ou tratamento.	- 12 sem - 1x/dia - 7x/sem - 6 sem de <i>follow up</i>	Atividade de neovascularização no Colour Doppler: US	- Houve ↑da neovascularização comparando o 1° e 2° US apenas no G1. - G2 e G3 permaneceram sem alterações.
Horstmann <i>et al.</i> (2013)	ECR	- G1 (treino com vibração): n=22 - G2 (treino excêntrico): n=18 - G3 (controle): n=14	- G1: Plataforma vibratória => 1ª a 4ª sem: 4 a 5min; 5ª a 8ª sem: 5 a 6min; 9ª a 12ª sem: 6 a 7min. - G2 => De pé, flexão plantar excêntrico/ joelho estendido: 3x 15 rep. Carga: peso corporal + peso na mochila.	- 12 sem - 1x/dia - 3x/sem	Homegeidade, bursite, paratendinite, tendinite (ao longo do tendão a 2cm próximo à sua inserção osséa): US	- Houve ↓do número de diagnósticos positivos de tendinopatia ao final do <i>follow up</i> para todos os desfechos em todos os grupos. - Houve ↑ da homogeneidade do tendão em ambos os grupos, sem diferença entre eles.
Grigg <i>et al.</i> (2012)	ECR	- G1 (tendinopatia): n=11 (GS: grupo sintomáticos; GA: grupo assintomáticos) - G2 (controle): n=9 (assintomáticos)	- G1 e G2 =>De pé, flexão plantar excêntrico/ joelho fletido e estendido: 3x15 rep. Carga: peso corporal.	1 dia (efeito imediato)	Deformação, espessura e ecogenicidade do tendão (40mm próximo à inserção no calcâneo): US	- Pós-intervenção: ↑deformação do tendão do GC > GA>GS. - GS apresentou uma ↓ da resposta à deformação. - A espessura foi ↓em ambos os grupos imediatamente e após 24h. - Não houve diferença da espessura do tecido nos três

						grupos. - Não houve alterações na ecogenicidade em ambos os grupos.
Jonge <i>et al.</i> (2011)	ECR	- G1 (injeção de plasma rico em plaquetas + exercício excêntrico): n=25 - G2 (exercício excêntrico): n=24	- G1 e G2 => 1ª sem: alongamento; 2ª sem a 12ª sem: De pé, flexão plantar excêntrico/ joelho estendido e fletido: 3x15 rep. Carga: peso corporal.	- 12 sem - 2x/dia - 7x/sem - 1 ano de <i>follow up</i>	- Organização do tecido ET I II III IV (ao longo e perpendicularmente ao tendão): US - Neovascularização: DUS	-ET I e II ↑ em ambos os grupos em 1 ano. -ET III e IV ↓ em abos os grupos em 1 ano. -↑ da neovascularização em ambos os grupos até 12 semanas, com retorno a níveis inferiores ao pré-tratamento em 1 ano.
Vos <i>et al.</i> (2010)	ECR	- G1(injeção plasma rico em plaquetas + exercício excêntrico): n=24 - G2 (exercício excêntrico): n= 24	- G1 e G2 => 1ª sem: alongamento; 2ª sem a 12ª sem: De pé, flexão plantar excêntrico/ joelho estendido e fletido: 3x15 rep. Carga: peso corporal.	- 12 sem - 2x/dia - 7x/sem - 24 sem de <i>follow up</i>	- Organização do tecido ET I II III IV (próximo à parte mais espessa da inserção do tendão ao calcâneo): US - Neovascularização: DUS	- ET I e II ↑ ambos grupos nas 24 sem. - ET III e IV ↓ ambos grupos nas 24 sem. -↑ da neovascularização em ambos grupos nas 6ª sem, com retorno a níveis pré-tratamento na 24ª sem.
Gärdin <i>et al.</i> (2009)	QE	- G1 (exercício excêntrico): n=20 - G2 (controle): n=4	- G1=> De pé, flexão plantar excêntrico/joelho estendido e fletido: 3x15 rep. Carga: peso corporal. - G2=> Não realizou tratamento	-12 sem - 2x/dia - 7x/sem - 4,2 anos de <i>follow up</i>	Sinal intratendíneo (sinal de tendinopatia) e volume do tendão (2 a 12cm próximo a inserção do tendão): RM	-G1:↓ sinal intratendíneo, 50 meses após. -G2:↑ sinal intratendíneo 14 meses após. -G2 :↑ do volume 14 meses após. -G1: Não houve alteração significativa do volume 50 meses após.
Knobl och <i>et</i>	ECR	- G1 (órtese + exercício	- G1=> Órtese + De pé, flexão plantar excêntrico	- 12 sem - 2x/dia	Microcirculação e saturação de O <sub>2</sub> do	- Diferença da circulação capilar do tendão entre os

al. (2008)		excêntrico): n = 43 - G2 (exercício excêntrico): n = 49	3x15 rep. Carga: Peso corporal. - G2=> De pé, flexão plantar excêntrico 3x15 rep. Carga: Peso corporal.	- 7x/sem - 12 sem de <i>follow up</i>	tendão e paratendão (inserção, porção distal, proximal e medial do tecido): Laser Doppler e flowmetry.	grupos, sendo que a circulação ↓ no grupo 2. - Diferença na saturação de O <sub>2</sub> em ambos os grupos, sendo observado ↑ no G1. - Pressão venosa ↓ em todas as porções do tendão e paratendão no G1, enquanto no G2 ↓ apenas na inserção do paratendão.
Peterse n <i>et al.</i> (2007)	ECR	- G1 (exercício excêntrico): n=30 - G2 (órtese): n=21 - G3 (exercício excêntrico + órtese): n=21	- G1=> De pé, flexão plantar excêntrico/ joelho estendido e fletido: 3x15 rep. Carga: peso corporal. - G2=> Órtese todos os dias. - G3=> Combinação de ambas terapias.	- 12 sem - 3x/dia - 7x/ sem - 54 sem de <i>follow up</i>	Espessura (2 a 6cm acima da inserção do tendão): US	- No pré-tratamento o diâmetro do tendão acometido era maior quando comparado com tendão contralateral sadio. - Não houve diferença entre os grupos após tratamento.
Knobl och <i>et al.</i> (2007)	ECR	- G1(exercício excêntrico): n= 15 - G2 (crioterapia): n=5	- G1=> De pé, flexão plantar excêntrico: 3x15 rep. Carga: Peso corporal. - G2=> Crioterapia por 10 min em Tendão Aquiles	- 12 sem - 1x/dia - 7x/sem	Microcirculação no paratendão: Laser Doppler;	- G1 :↓do fluxo sanguíneo superficial e profundo no paratendão - G1: ↑ pressão venosa no paratendão - Sem alteração na saturação O <sub>2</sub> em ambos os grupos.
Nørreg aard <i>et al.</i> (2007)	ECR	- G1 (exercício excêntrico): n= 18 - G2 (alongamento): n= 17	- G1=> De pé, flexão plantar excêntrico/joelho fletido e estendido: 1x15 rep, ↑séries diariamente para até duas ou três.	- 12 sem - 2x/dia - 7x/sem - 1 ano <i>follow up</i>	Espessura do tendão (3cm cranial a inserção do tendão no calcâneo): US	-↓ da espessura do tendão ao final do <i>follow up</i> em ambos os grupos.

			Carga: Se livre de dor, acrescentar 5kg. - G2=> 5x30 seg de alongamento de gastrocnêmio e sóleo.			
Knobloch <i>et al.</i> (2007)	QE	n=59	- De pé, flexão plantar excêntrico/joelho estendido: 3x15 rep. Carga: peso corporal.	- 12 sem - 1x/dia - 7x/sem	Microcirculação: Laser Doppler e espectroscopia.	-↓fluxo sanguíneo no tendão. - Sem alteração da saturação de O <sub>2</sub> . -↓ da pressão venosa no tendão.
Ohberg <i>et al.</i> (2004)	QE	n=30	- De pé, flexão plantar excêntrico/joelho estendido e fletido: 3x15 rep. Carga: peso corporal.	- 12 sem - 2x/dia - 7x/sem - 48 sem <i>follow up</i>	Estrutura do tendão (áreas hipoecoicas, fibras desorganizadas): US Neovascularização: DUS	Houve ↓ do número de diagnóstico positivo de tendinopatia (áreas hipoecoicas e tecido desorganizado) e ↓no número de vasos (neovascularização).
Shalabi <i>et al.</i> (2004)	QE	n=22 participantes (44 tendões) - G1 (exercício excêntrico): n=22 tendões - G2 (exercício concêntrico): n=22 tendões	- G1=>De pé, flexão plantar excêntrico/joelho fletido e estendido: 3x15 rep. Carga: peso corporal. - G2=> Não houve um protocolo para exercício concêntrico no tendão contralateral, apenas realizado flexão plantar.	- 12sem - 1x/dia - 7x/sem	Volume do tendão e intensidade de sinal intratendíneo: RM imediata após intervenção	↑do volume e sinal intratendíneo em ambos grupos.

Legenda: ↑ = aumento; ↓ = redução; US = ultrassom; ECR = ensaio clínico randomizado; QE = quasi-experimental; rep = repetição; US: ultrassom; RM: ressonância magnética.; min = minutos; seg= segundos ; G= grupo, GC= Grupo Controle; ET= Echo Type; Echo type I e II tecido mais organizados quanto a estrutura do tendão III e IV tecido menos organizados quando a estrutura , mais compatível com tendinopatia; DUS= Doppler ultrasonography;; sem= semanas

## 4 DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão demonstraram que um programa de treinamento excêntrico realizado no mínimo uma vez ao dia, três vezes por semana em um período de 12 semanas no tendão de Aquiles em indivíduos portadores de tendinopatia pode ser eficaz em modificar a vascularização e a estrutura do tendão (RAM *et al.*, 2013; HORTSMAN *et al.*, 2013).

### 4.1 Vascularização

Quando analisados através Collor Doppler, um método que visualiza os vasos sanguíneos presentes no tecido, verifica-se que o Tendão de Aquiles de indivíduos com tendinopatia apresenta um número maior de vasos sanguíneos quando comparado com indivíduos saudáveis (OHBERG *et al.*, 2001). Uma possível explicação para o surgimento de novos vasos nos casos de tendinopatia seria a de que esse fenômeno faça parte do processo de reparo tecidual em um tendão lesionado, sendo que altas concentrações de glutamato e lactado em tendões lesionados parecem influenciar o surgimento de novos vasos (OHBERG *et al.*, 2001; MOVIN *et al.*, 1997). Três estudos desta revisão demonstraram que há aumento de novos vasos (neovascularização) em indivíduos com tendinopatia de Aquiles ao final de 12 semanas de treinamento excêntrico (RAM *et al.*, 2013; VOS *et al.*, 2010; JONGE *et al.*, 2011). Para Ram e colaboradores (2013), essas alterações de vascularização após o exercício excêntrico ainda não estão bem esclarecidas. No entanto, ele comenta que esse aumento faz parte do processo de cura do tecido. Já para Ohberg e colaboradores (2004), ao visualizar o tecido pelo Colour Doppler durante o exercício excêntrico afirma que há uma interrupção do fluxo durante a flexão plantar com normalização após o repouso. Esse processo pode ser danoso aos vasos, principalmente ao considerar que esse processo se repete 180 vezes no programa de exercício excêntrico, o que intensifica o número de vasos para reparo. Esse aumento do número de vasos é visto apenas após as 12 semanas de treinamento excêntrico, pois, em dois destes estudos que tiveram *follow up* de 24 semanas e outro de 12 meses observou-se redução do número de vasos com retorno a níveis pré-tratamento e a níveis inferiores ao pré tratamento, respectivamente (JONGE *et al.*, 2011; VOS *et al.*, 2010.). Isso corrobora com achados de Ohberg e colaboradores (2004), em que indivíduos com tendinopatia de Aquiles foram submetidos a um programa de treinamento excêntrico de 12

semanas. Nesse estudo, observou-se uma redução do número vasos nos tendões ao final do *follow up* de 48 meses, característica de um bom resultado para o tecido a longo prazo. Assim, o treinamento excêntrico se torna eficaz em aumentar o número de vasos no local durante as 12 semanas, o que pode favorecer o processo de reparo tecidual. Após as 12 semanas, há redução gradual do número de vasos até 12 meses, o que torna o tecido lesionado condizente com um tecido sadio.

Vem-se discutindo a associação de exercício excêntrico e a aplicação local de plasma rico em plaqueta (PRP) em tendões de indivíduos com diagnóstico de tendinopatia, sendo verificada uma redução da neovascularização e do número de diagnósticos positivos de tendinopatia ao final de um ano de acompanhamento (ABATE *et al.*, 2014). Em dois estudos encontrados nesta revisão (VOS *et al.*, 2010; JONGE *et al.*, 2011), não houve diferença significativa no que confere a redução da neovascularização quando comparado exercício excêntrico *versus* PRP associado a exercício excêntrico realizado por 12 semanas de treinamento. Nesses dois estudos, houve uma redução da neovascularização. A explicação para uso de PRP em tecidos lesionados é dada pela sua provável habilidade de fornecer ao tecido doses benéficas hiperfisiológicas de fatores de crescimento (SKAJONG *et al.*, 2012). É crescente o emprego de PRP com o intuito de auxiliar no processo de reparo em tendões, embora seus efeitos sejam poucos esclarecidos e alguns estudos não tenham observado um melhor efeito do PRP quando comparado ao exercício excêntrico.

A microcirculação também está alterada no tendão de Aquiles em indivíduos com tendinopatia. Em três estudos desta revisão, foram verificadas alterações do fluxo sanguíneo, da pressão venosa e da saturação de oxigênio (O<sub>2</sub>) por meio do Laser Doppler e Fluxometria. (KNOBLOCH *et al.*, 2007; KNOBLOCH *et al.*, 2008; KNOBLOCH *et al.*, 2007). Knobloch e colaboradores (2006) verificaram o aumento do fluxo sanguíneo e da pressão venosa em atletas com tendinopatia na inserção e porção média do tendão e no paratendão quando comparado com o lado contralateral sadio. O aumento do fluxo sanguíneo é decorrente da alteração de maior número de vasos locais pelo processo que acompanha a tendinopatia (MOVIN *et al.*, 1997; KNOBLOCH *et al.*, 2007; OHBER *et al.*; 2001). O aumento da pressão venosa pode levar a congestionamento sanguíneo e pode deteriorar a função do metabolismo local (KONOBOCH *et*

*al.*, 2008). Nos estudos desta revisão que submeteram indivíduos ao treinamento excêntrico de 12 semanas, foi verificada a redução do fluxo sanguíneo e da pressão venosa no tendão e paratendão (logo após o tratamento de 12 semanas). Quando comparado o treinamento excêntrico *versus* órtese noturna associada ao treinamento excêntrico, a redução do fluxo sanguíneo foi maior no grupo treinamento excêntrico. Já a pressão venosa foi mais reduzida no grupo órtese associada ao treinamento excêntrico (KNOBLOCH *et al.*, 2008). Uma hipótese do uso de órtese é proporcionar uma dorsiflexão passiva, sendo que o alongamento da unidade músculo tendão pode reduzir a pressão sobre o tendão (ROOS *et al.*, 2004). Knobloch e colaboradores (2007), em um protocolo de treinamento excêntrico, também evidenciaram uma redução do fluxo sanguíneo e pressão venosa em indivíduos portadores de tendinopatia de Aquiles. Comparado com a crioterapia, o treinamento excêntrico obteve melhores resultados na redução do fluxo e na pressão venosa (KNOBLOCH *et al.*, 2007). Uma possível explicação são os efeitos que a sobrecarga do exercício excêntrico possui sob o tecido para modificar a vascularização (fluxo e pressão) local. A crioterapia, por sua vez, possui efeito metabólico local favorecendo o controle da dor e da inflamação (KNOBLOCH *et al.*, 2007; KHAN *et al.*, 1999). Dessa forma, segundo os pesquisadores citados acima, o exercício excêntrico favorece a redução da neovascularização, o que contribui para a redução do fluxo e da pressão venosa. Essa modificação na pressão venosa é benéfica para remoção dos produtos finais do metabolismo e redução do fluxo sanguíneo no tendão.

Em relação à saturação de O<sub>2</sub>, o exercício excêntrico isolado não modificou esse parâmetro. O grupo submetido ao uso de órtese associado ao treinamento excêntrico aumentou a saturação de O<sub>2</sub> no tendão, sendo que esse aumento favorece o metabolismo local (KNOBLOCH *et al.*, 2007; KNOBLOCH *et al.*, 2006). Vos e colaboradores (2007) investigaram a redução da dor e a satisfação em dois grupos de indivíduos com tendinopatia de Aquiles: um grupo submetido à órtese noturna associada ao treinamento excêntrico e outro submetido a treinamento excêntrico isolado. Esses autores verificaram uma maior satisfação do grupo de treinamento, embora não se tenha diferença significativa em relação à dor quando se comparam os dois grupos. Como já discutido anteriormente, o uso de órtese proporciona alongamento do tecido por meio da dorsiflexão passiva, o que pode reduzir a pressão sobre o tendão (ROOS *et al.*, 2004). A circulação no tecido acometido é de suma importância para o reestabelecimento normal do tendão e o

exercício excêntrico dentre as terapias utilizadas, confere um potencial de redução do número de vasos e conseqüentemente um fluxo e pressão normal dos mesmos.

#### 4.2 Estruturas do tecido

Histologicamente e por meio de exames de imagem, a tendinopatia de Aquiles pode ser caracterizada por um tecido mais espesso. Na ressonância magnética (RM), são observados aumento da intensidade do sinal e desorganização do tecido, enquanto, no US, são observadas regiões hipoeecóicas (KADER *et al.*, 2012; WEINREB *et al.*, 2014; KAEDING *et al.*, 2009). Os estudos desta revisão que verificaram por meio do US e RM a estrutura do tecido antes, imediatamente após uma sessão e após 12 semanas de treinamento excêntrico relataram resultados variados em relação à espessura e volume do tecido. Em dois estudos, foi observada redução da espessura do tendão imediatamente após uma sessão e após 12 semanas. Em um estudo, não houve modificação (GRIGG *et al.*, 2012; NORREGAARD *et al.* 2007; PETERSEN *et al.* 2007). Quanto ao volume, em um estudo houve aumento imediatamente após uma sessão e em outro não houve alteração após 50 meses (GARDIN *et al.*, 2009; SHALABI *et al.* 2004). As variáveis de desfecho volume e espessura estão relacionadas com o comportamento celular no momento em que é feito o exame de imagem e o papel do exercício é desencadear alterações. No entanto, essas alterações podem ser diferentes de acordo com o momento em que o exame foi realizado, ou seja, podem ser diferentes quando realizadas imediatamente, a curto ou a longo prazo.

Grigg e colaboradores (2012) observaram esse processo de adaptação tecidual em curto prazo, sendo observada uma redução da espessura do tecido imediatamente após uma sessão de treinamento excêntrico e retorno a níveis pré-tratamento após 24 horas. Norregaard e colaboradores (2007) observaram em indivíduos submetidos a 12 semanas de treinamento uma redução da espessura do tecido após um ano. Petersen e colaboradores (2007), por sua vez, não observaram modificações na espessura do tecido após 12 semanas de treinamento. Uma possível explicação para as variações de espessura pode ser devido à perda da integridade que o tecido com lesão possui em sua composição estrutural. O tecido lesionado é irregular e desorganizado, o que contribui para tornar o tecido mais espesso. Como a modelação tecidual é tempo

dependente, a carga excêntrica contribui para um tecido mais regular e organizado, o que proporciona a redução da espessura a longo prazo (GRIGG *et al.*, 2012, PETERSEN *et al.*, 2007; FAHLSTROM *et al.*, 2003)

Shalabi e colaboradores (2004), ao investigarem o efeito imediato do treinamento excêntrico e concêntrico, verificaram o aumento do volume do tendão após o exercício excêntrico e concêntrico. Em contrapartida, Gardim e colaboradores (2009) não observaram diferenças no volume 50 meses após a intervenção. Uma possível explicação para os resultados se deve ao fato de que o aumento de volume pode ser conferido pelo aumento da composição de água proveniente da ligação aos glicosaminoglicanas e do aumento da circulação local provocados pelo exercício, o que interfere no volume. O cessar do programa, por sua vez, pode restabelecer a integridade da estrutural do tecido e, como consequência, as composições da matriz celular se assemelham ao tecido sadio após o fim do programa (GRIGG *et al.*, 2012; SHALABI *et al.*, 2004). Assim, as alterações de volume são de caráter transitório durante o processo de treinamento para auxiliar no reparo do local e são restabelecidas ao fim do programa.

O aumento da intensidade de sinal visualizado na RM é característico da elevada concentração de água na matriz extracelular no tecido lesionado (SHALABI *et al.*, 2004; MOVIN *et al.*, 1997 WEINREB *et al.*, 2014). O aumento de sinal no tendão foi visto em RM em tendões lesionados em dois estudos tanto antes do treinamento e quanto imediatamente após uma sessão de treinamento excêntrico. No entanto, após 12 semanas de treino em um *follow up* de 50 meses, o sinal estava reduzido (SHALABI GARDIM *et al.*, 2009). Quando comparados a tecidos sadios, os acometidos com tendinopatia tem uma elevada concentração de glicosaminoglicanas. Esses tecidos lesionados possuem uma capacidade de aumentar o conteúdo de água na matriz extracelular e quando o tecido é submetido ao protocolo de treinamento excêntrico, essa concentração de água tende a elevar concomitante com aumento da circulação local, evidenciando aumento do sinal na RM (MOVIN *et al.*, 1997; KADER *et al.*, 2002; SHALABI *et al.*, 2004). O restabelecimento da estrutura do tendão após o protocolo de treinamento excêntrico se deve a alterações no conteúdo da matriz extracelular de água, glicosaminoglicanos e de colágeno. Estas alterações vistas na RM encontra-se com uma intensidade de sinal reduzida. (SHALABI *et al.*, 2004; SHALABI *et al.*, 2004). Portanto, as alterações histopatológicas do

tecido evidenciaram alterações na RM de tendões lesionados. Além disso, o treinamento excêntrico proporcionou modificação para um tecido mais organizado e homogêneo e de espessura reduzida, com reestabelecimento do conteúdo extracelular.

A redução do número de diagnósticos positivos de tendinopatia e o desenvolvimento de um tecido mais homogêneo e organizado também foram encontrados ao final de 12 semanas de treinamento excêntrico (HORSTMANN *et al.*, 2013; GRIGG *et al.*, 2012; JONGE *et al.*, 2011; NØRREGAARD *et al.*, 2007). Dois estudos desta revisão avaliaram por meio do US o *Echo Types* (ET) para verificar a organização do tecido. Nesse exame, o tecido é classificado em: (a) *Echo Types* I e II: tecido mais organizado e (b) *Echo Types* III e IV: tecido mais desorganizado. Esses estudos observaram um aumento do ET I e II e redução do ET III e IV após o período de 12 semanas de treinamento excêntrico (JONGE *et al.*, 2011; VOS *et al.*, 2010). Acredita-se que a carga excêntrica melhora o alinhamento das fibras de colágeno com aumento da resistência à tração, estimulando as atividades dos fibroblastos e, conseqüentemente, a síntese de colágeno organizado (LANBERG *et al.*, 1999; SKANJOG *et al.*, 2012; SUSSMILCH *et al.*, 2012). A redução de diagnósticos positivos acompanha a melhor organização tecidual proporcionado pela força tênsil na qual o tecido é submetido com a atividade excêntrica.

Embora os mecanismos de efetividade do treinamento excêntrico ainda sejam muito discutidos na literatura, Stanish e colaboradores (1986) já haviam reportado bons resultados com treinamento excêntrico em indivíduos com tendinopatia. O protocolo de três séries de 15 repetições, com joelho fletido e estendido, sendo realizadas duas vezes ao dia por, no mínimo, de 12 semanas vem sendo comumente utilizado nos tratamentos das tendinopatias (ALFREDSON *et al.*, 1998). As possíveis explicações a cerca desta efetividade em relação ao treino excêntrico são a redução da dor devido aos exercícios reduzirem os sintomas, a redução do número de vasos que crescem em meio às terminações nervosas e provocam a dor, a melhora da resistência do tecido em relação ao suporte de carga e indução do alongamento da junção músculotendínea reduzindo a pressão sobre o tendão (STANISH *et al.*, 1986; ALFREDSON *et al.*, 2003; ALFREDSON *et al.*, 2005). Quando comparado o programa de treinamento excêntrico de 12 semanas com outras terapias, como plataforma vibratória, alongamento, injeção de plasma, órtese noturna, observou-se maior diferença nas modificações estruturais do tecido no

treinamento excêntrico. Isto enaltece os programas de treinamento excêntrico que são comumente usados em quadros de tendinopatia, pois podem resultar em menor consumo de oxigênio, menor gasto de energia e maior produção de força (SKANJOG *et al.*, 2012; MURTAUGH *et al.*, 2013). Esses achados corroboram com os dados existentes reforçando a escolha do exercício excêntrico em tratamento de tendinopatias, pois tem o potencial de melhorar a estrutura do tecido.

Deve-se levar em consideração alguns fatores que podem explicar a divergência de resultados nos estudos incluídos nessa revisão. A heterogeneidade da população no que se refere idade, por exemplo, pode interferir no tecido e nos efeitos da intervenção no tecido. É sabido que o processo de reparo tende a se tornar mais lento em indivíduos mais velhos. Outro fator importante nos estudos desta revisão reside no período de sintomatologia, pois são incluídos indivíduos com sintomas maiores que três meses, fase em que há uma característica degenerativa e não inflamatória. Essa fato mostra os efeitos positivos do tratamento excêntrico para quadros em que exista um processo degenerativo.

É importante ressaltar que a não interrupção da atividade física durante o período de treinamento também pode influenciar nos resultados após as 12 semanas. Apenas dois estudos interromperam as atividades físicas nas quatro primeiras semanas de treinamento. No restante dos estudos desta revisão, os indivíduos estavam livres para continuar a prática de atividade física durante o período do estudo, desde que não alterassem a atividade física. No entanto, sabe-se que um dos fatores de risco para a lesão nos tendões é a magnitude e velocidade da carga imposta durante as atividades. A combinação de exercício excêntrico com a atividade que sobrecarregue o tendão pode dificultar o reparo tecidual, uma vez que o tecido pode não ser capaz de recuperar das micro lesões causadas durante o treinamento excêntrico. Assim, a atividade física pode influenciar na sobrecarga no tecido quando submetidos ao treinamento excêntrico. Futuros estudos devem investigar se a prática atividade física interfere nos efeitos positivos do treino excêntrico de indivíduos com tendinopatia.

Uma limitação do estudo é que as medidas de desfecho foram realizadas por RM, US e Colour Doppler. Muitos estudos tem investigado a acurácia do exame de imagem em diagnosticar a

tendinopatia. Esses estudos encontram que o US e RM têm excelente acurácia, mas sensibilidade reduzida para detectar tendinopatia. Assim, cautela é necessária para interpretar os resultados, uma vez que indivíduos saudáveis são frequentemente são frequentemente incluídos. Além disso, os exames de imagem apresentam interpretação subjetiva do avaliador. Apesar de serem exames considerados padrões ouro para o diagnóstico de lesões em tendões, a RM e o US possuem a subjetividade de cada avaliador que interpreta o exame. Nesse sentido, torna-se importante o desenvolvimento de exames de imagem que consiga quantificar mais parâmetros, reduzindo, assim, a subjetividade do diagnóstico e monitoramento da tendinopatia (DOKING *et al.*, 2015; WEIREB *et al.*, 2014).

A randomização dos participantes precisa ser levar em consideração, uma vez que a presença de estudos nesta revisão não randomizados podem influenciar nos resultados. A randomização é uma ferramenta poderosa para a evidência clínica, pois é capaz de reduzir a influência de fatores de confusão (Souza, 2009). Outro dado interessante foi a falta de cegamento dos avaliadores em alguns estudos desta revisão, o que pode tornar os avaliadores tendenciosos a um resultado esperado nas medidas de desfecho.

O protocolo de Alfredson e colaboradores (1998) foi realizado em indivíduos com tendinopatia na porção média do tendão. Esse protocolo reforça os efeitos positivos do treino excêntrico em lesões crônicas, onde há um processo degenerativo acima da inserção, sem a presença de células inflamatórias. No entanto, dois estudos tiveram a presença de tendinopatia diagnosticada na inserção do tendão. Rompe e colaboradores (2008) ao comparar exercício excêntrico *versus* terapia por ondas de choque de baixa energia, verificaram resultados inferiores do exercício excêntrico se comparado à outra terapia após o tratamento em relação as dor, função e nível de atividade. Portanto, futuros estudos precisam investigar a influência do local da tendinopatia (porção média *versus* inserção) no efeito do treinamento excêntrico.

Apesar de alguns estudos basearem-se no protocolo de Alfredson e colaboradores (1998), a variabilidade de protocolos de treinamento excêntrico e a adesão dos pacientes ao protocolo de treinamento excêntrico também pode ser uma explicação para resultados divergentes encontrados nos estudos. Foram utilizados na maioria dos estudos protocolos de 3 séries de 15 repetições,

com variação da posição do joelho, frequência de realização diária e semanal e carga. Os resultados do presente estudo não nos permitem concluir sobre quais parâmetros (posição do joelho, frequência de realização e carga) de realização dos exercícios são mais efetivos. Dessa forma, estudos futuros poderiam verificar qual seria o melhor protocolo em modificar as estruturas do tecido para os casos de tendinopatia na porção média do tendão e na inserção.

Por fim, é importante ressaltar que os exames de imagem isolados não são suficientes para entender todo o quadro de tendinopatia, seu tratamento e prognóstico (DOKING *et al.*, 2015; WEIREB *et al.*, 2014).. O papel do exame de imagem é limitado, uma vez que ele não está diretamente relacionado aos sintomas do paciente (DOKING *et al.*, 2015). Portanto, o exame de imagem é importante para visualizar a estrutura do tendão, mas ele, de forma isolada, não é suficiente para entender todo o quadro clínico do paciente.

## **5 CONCLUSÃO**

Os resultados desta revisão demonstraram que um programa de treinamento excêntrico pode ser efetivo em modificar a estrutura do tendão em indivíduos com tendinopatia de Aquiles imediatamente, a curto e a longo prazo .

## REFERÊNCIAS

ABATE M.; VERNA S.; GREGORIO P.; SALINI V.; SCHIAVONE C. Sonographic findings during and after Platelet Rich Plasma injections in tendons. **Muscle, ligaments and tendons journal**. Chieti Scalo, v.4, n.1, p 29-34, may. 2014

ALFREDSON, H.; PIETILA, T.; JONSSON, P.; LORENTZON, R. Heavy-Load Eccentric Calf Muscle Training For the Treatment of Chronic Achilles Tendinosis. **The American Journal of Sports Medicine**. Umea, v.26, n 3, p 360-6, .may – jun. 1998.

ALFREDSON, H. Chronic midportion Achilles tendinopathy: an update on research and treatment. **Clinics in Sports Medicine**. Umea, v. 22, n.4, p,727-41, Oct. 2003.

ALFREDSON, H. Conservative management of Achilles tendinopathy: new ideas. **Foot Ankle Clin**, Umea, v.10, n.2, p321-9, Jun, 2005.

ALMEKINDERS L. Tendinitis and Other Chronic Tendinopathies. **American Academy of Orthopaedic Surgeons**. Chapel Hill, v. 6, n.3, p 157-64, may-jun. 1998.

CHUTER V.; JANSE DE JONGE X. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. **Gait & Posture**. Newcastle, v.36, n.1, p7-15, may. 2012.

DOCKING S.; OOI C.; CONNEL D. Tendinopathy: Is imaging Telling us the Entired Story? **Journal of orthopaedic & Sports Physical Therapy**. Victoria, v.45, n.11, p 1-27, sep. 2005.

FAHLSTROM, M.; JONSSON, PER.; LORETZON.; ALFREDSON. Chronic Achilles tendon pain treated with eccentric calf-muscle training. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**. Umea, v.11, n.5, p327-33, sep. 2003.

FAIRLEY, J.; TOPPI, J.; CICUTTINI, F. Association between obesity and magnetic resonance imaging defined patellar tendinopathy in community-based adults: a cross-sectional study. **BMC Musculoskeletal Disorders**. Melbourne, v.15, n, 266, aug. 2014.

GARDIN A.; MOVIN T.; SVESSON L.; SHALABI, A. The long-term clinical and MRI results following eccentric calf muscle training in chronic Achilles tendinosis. **Skeletal Radiol**. Stockholm, v.39, n.5, p 435-42, set. 2009.

GRIGG N.; WEARING S.; SMEATHERS J. Achilles Tendinopathy Has an Aberrant Strain Response to Eccentric Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Brisbane, v.44, n.1, p 12-7, jan. 2012.

HORTSMANN T.; JUD H.; FROHLICH V.; MUNDERMANN A.; GRAU S. Whole-body vibration versus eccentric training or a wait-and -

see approach for chronic Achilles tendinopathy: a randomized clinical trial. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. Bad Wiessee, v.43, n.11, p 794-803, nov. 2013.

JARVINEN M.; JÓZSA L.; KANNUS P. Histopathological findings in chronic tendon disorders. **Scand J Med Sci Sports**. Tampere, v,7, n..2, apr. 1997.

JARVINEN T.; KANNUS P.; MAFFULLI, J.; KHAN K. Achilles Tendon Disorders: Etiology and Epidemiology. **Foot Ankle Clin**. Tampere, v.10, n.2, p255-66, jun. 2005.

JONGE, S *et al.* Incidence of midportion Achilles tendinopathy in the general population, **Br J Sports Med**, Leiden, v.43, n.14, oct. 2015.

KAEDING C.; BEST T. Tendinosis: Pathophysiology and Nonoperative Treatment. **Sports Health, Columbus**, v.1, n.4, Aug. 2009.

KADER, D. *et al.* Achilles tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. **BR J Sports Med**, Alberden, v.36, n.4, p 239-49, aug.2002.

KANNUS, P. Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Tampere, v.7, n.2, p 78-85, apr. 1997.

KAUX, J.F. *et al.* Current opinions on tendinopathy. **Journal of Sports Science Medicine**. Liege, v10, p 238-53, 2011.

KEARNEY, R.; PARSNS, R.; COSTA, M. Achilles tendinopathy management: a pilot randomised controlled trial comparing platelet-rich plasma injection with an eccentric exercise loading programme. **Bone Joint Res.**, Coventry, v.2, n.10, p227-32, Oct. 2013.

KHAN, K. *et al.* Histopathology of common tendinopathies. **Sports Medicine**, Vancouver, v.27, n.6, jun. 1999.

KNOBLOCH, K. The role of tendon microcirculation in Achilles and patellar tendinopathy. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**, v.3, n.18, apr. 2008.

KNOBLOCH, K *et al.* Eccentric Training Decreases Paratendon Capillary Blood Flow and Preserves Paratendon Oxygen Saturation in Chronic Achilles Tendinopathy. **Journal of orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Hannover, v.37, n.5, p 269-276, may. 2007.

KNOBLOCH, K. Eccentric training in Achilles tendinopathy: is it harmful to tendon microcirculation? **BR J Sports Med**, Hannover, v.41, n.6, jun. 2007.

KNOBLOCH, K. Eccentric exercises for the management of tendinopathy of the main body of the Achilles tendon with or without the AirHeel™ Brace. A randomized controlled trial. A: Effects on pain and microcirculation. **Disability and Rehabilitation**, Hannover, v.30, n.22, p1685-1691. 2008.

- KNOBLOCH, K. Changes of Achilles midportion tendon microcirculation after simultaneous cryotherapy and compression using a Cryo/Cuff. **Am. J. Sports Med**, Hannover, v.34, n.12, p1953-9, dec. 2006.
- KNOBLOCH, K. Achilles tendon and paratendon microcirculation in midportion and insertional tendinopathy in athletes. **Am. J. Sports Med**, Hannover, v.34, n.1, p-92-7, jan. 2006.
- LANBERG, H *et al.* Type collagen synthesis and degradation in peritendinous tissue after exercise determined by microdialysis in humans. **Journal of Physiology**, Copenhagen, v.15. 521, p 299-306, nov. 1999.
- LOPES, D *et al.* What are the main running-related musculoskeletal injuries? **Sports Med**, São Paulo, v.42, n.10, p 891-905, aug. 2014.
- MAGNUSSEN, R *et al.* Nonoperative treatment of midportion Achilles Tendinopathy: a systematic review, **Clin. J Sport Med**, Nashville, v.19, n.1, p 54-64, jan. 2009.
- MURTAUGH, B; JOSEPH. Eccentric Training for a treatment of tendinopathies. **Curr. Sports, Med. Rep.** Chicago, v.12, n.3, p175-82, may. 2013.
- MOVIM, T *et al.* Tendon pathology in long-standing achillogynia: Biopsy Findings in 40 patients. **Acta Orthop. Scand**, Huddinge, v.68, n.2, p 170-175, apr. 1997.
- NORREGAARD, J. *et al.* Eccentric exercise in treatment of Achilles tendinopathy. **Scand. J Med. Sci. Med.**, Copenhagen, v.17, n.2, p 133-8, apr. 2007.
- OHBERG, L. *et al.* Neovascularisation in Achilles tendons with painful tendinosis but not in normal tendons: a ultrasonographic investigation. **Knee Surg. Sports Traumatol, Arthrosc.**, Umea, v. 9, n.4. p 233-8, jul. 2001.
- OHBERG, L. *et al.* Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric exercise in chronic midportion Achilles tendinosis? **Knee Surg. Sports Traumatol, Arthrosc.**, Umea, v.12, n.5, p 465-70, sep. 2004.
- PETERSEN, W. *et al.* Chronic Achilles Tendinopathy: A prospective randomized Study comparing the therapeutic effect of eccentric training, the AirHeel Brace, and combination of both. **The American Journal of Sports Medicine**, Muenster, v.35, n.10, p 1659- 67, oct. 2007.
- RAM, R. *et al.* The limited effectiveness of a home-based eccentric training for treatment Achilles tendinopathy. **Clin. Invest. Med.** Calgary, v. 36, n.4, p 197-296, aug. 2013.
- ROMPE, J. *et al.* Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendon Achilles: a randomized controlled trial. **Am. J. Sports Med**, Gruesntadt, v.37, n.3, p 374-83, jul. 2007.

ROMPE, J. *et al.*; FURIA, J; MALFFULLI, N. Eccentric exercise compared with shock wave treatment for chronic insertional Achilles tendinopathy: A randomized controlled trial. **J Bone Joint Surg. Am.**, Mainz, v.90, n.1, p52-61, Jan. 2008.

ROOS, E. *et al.* Clinical improvement after 6 weeks of eccentric exercise in patients with midportion Achilles tendinopathy- a randomized trial with 1 year follow up. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, Lund, v.14, n.5, p 286-85, Oct, 2004.

SHALABI, A. *et al.* Immediate Achilles Tendon Reponse After Strength Training Evaluated by MRI. **American College Sports Medicine**, Stockholm, v.36, n.11, p 1841-6, Nov. 2004.

SHALABI, A *et al.* Eccentric Training of the gastrocnemius-soleus complex in cronic Achilles tendinopathy results in decreased tendon volume and intratendinous signal as evaluated by MRI. **Am. J. Sports Med.**, Stockholm, v, 32, n.5, p1286-96, may. 2004.

SHALABI, A. Magnetic Resonance Imaging in Cronic Achilles Tendinopathy. **Acta Radiol. Suppl.**, Stockholm, n.432, p1-45, sep. 2004.

SHARMA, P.; MAFFULLI, N. Biology of tendon injury: healing, modeling and remodeling. **J Musculoskelet Neuronal Interact**, v.6, n.2, p 181-190, jan. 2006.

SKJONG, C. *et al.* Tendinopathy Treatment: Where is the Evidence? **Clinics in Sports Medicine**, Chicago, v.31, n.2, p329-50, Apr. 2012.

SOBHANI, S *et al.* Epidemiology of ankle and foot overuse injuries in sports: A systematic review. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, Groningen, v.23, n.6, p669-86, Dec. 2013.

SOUZA, R. O que é um estudo clinico randomizado? **Medicina Usp.** Ribeirão Preto, v.42, n.1, p3-8, mai. 2009.

STANISH, W; RUBINOVICH, M; CURWIN, S. Eccentric Exercise in Cronic **Tendinitis. Clin. Orthop. Relat Res.**, Nova Scotia, v.208, p 65-8, jul. 1986.

SUSSMILCH-LEITCH, S. *et al.* Physical therapies for Achilles tendinopathy: systematic review and meta-analysis. **Journal of Foot and Ankle Research.**, Melbourn, v.5, n.1, p 15, jul. 2012.

VOS, R. *et al.* The additional value of a night splint to eccentric exercise in chronic midportion Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. **Br. J Sports Med.**, Rotterdam, v.41, n.7 p1-6, Jul. 2007.

VOS, R *et al.* NO effects of PRP on ultrasonographic tendon structure and neovascularisation in chronic midportion Achilles tendinopathy. **Br. J Sports Med.**, Rotterdam, v.45, n.5, p 387-92, apr, 2011.

XU, Y; MURREL, G. The basic Science of tendinopathy. **Clin. Orthop. Relat. Res.**, Kogarah, v. 466, n.7, p1528-1538, may. 2008.

WANG, J. Mechanobiology of tendon. **Journal of Biomchanics**, Lothrop, v.39, p1563-1582, may. 2005.

WEIREB, J. Tendon, Structure, disease, and imaging. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, Farmington, v.4, n.2, p66-73. 2014.

WILSON, J.; BEST, T. Common overuse tendon problems: A review and recommendations for treatment. **Am Fam Physician**, Madison, v. 72, n. 5, p. 811-818, 2005.