

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Jonathan Barbosa dos Santos Pires

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE E DE FORÇA SOBRE O
TECIDO CONECTIVO**

Belo Horizonte

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Jonathan Barbosa dos Santos Pires

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE E DE FORÇA SOBRE O
TECIDO CONECTIVO**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Especialização em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Ortopédica.

Orientador(a): Fabrício Anício de Magalhães

Belo Horizonte

2019

P667e Pires, Jonathan Barbosa dos Santos
2019 Efeitos do treinamento de flexibilidade e de força sobre o tecido conectivo.
[manuscrito] / Jonathan Barbosa dos Santos Pires – 2019.
39 f.: il.

Orientador: Fabrício Anício de Magalhães

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de
Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 35-39

1. Exercícios de alongamento muscular. 2. Força muscular. 3. Tecido
conjuntivo. I. Faria, Valéria Cristina de. II. Universidade Federal de Minas Gerais.
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612.73/74

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira, CRB 6: n° 2106, da
Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

**CARTA DO ORIENTADOR
TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO**

Declaro que o(a) aluno(a) **JONATHAN BARBOSA DOS SANTOS PIRES** do curso de Especialização da Fisioterapia em Esportes da UFMG foi orientado(a) por mim, **FABRÍCIO ANICIO DE MAGALHÃES** e afirmo que estou ciente e concordo com a entrega do Trabalho de Conclusão do Curso com o Título: **EFEITOS DO TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE E DE FORÇA SOBRE O TECIDO CONECTIVO**. Declaro também que o(a) aluno(a) manteve contato comigo e realizou as etapas do TCC em tempo.

Nota final do aluno em 100 pontos (vide critérios enviados por e-mail): 80 pontos

Belo Horizonte, 24 de Junho de 2019



Assinatura

Ao Criador: Deus, o autor e consumidor da minha fé, a razão pela qual existo, a essência de todas as coisas.

AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus, por ter me conduzido em mais uma jornada me fazendo perceber o quão abençoado eu sou. Por sua graça, misericórdia e amor que me motiva a ser melhor a cada dia.

Á minha noiva Letícia por ter me compreendido nos momentos de estresse e ter me auxiliado e me apoiado durante a confecção deste trabalho conjuntamente com a preparação para o nosso casamento ocorrendo ao mesmo tempo. Sem você tudo seria mais difícil.

Aos meus pais Benedito e Georgina pelo cuidado e exemplo como seres humanos. Mesmo sem compreender alguns aspectos relacionados à minha profissão, ainda sim vocês se orgulham de quem eu sou e me motivam ao amadurecimento constante.

Ao professor Fabrício Anício de Magalhães por ter me orientado neste processo, me motivando a sair da zona de conforto e me fazendo crescer. Obrigado pela disponibilidade e educação, sempre com sugestões muito precisas e sábias, prezando pela qualidade desta construção científica.

Aos professores que compuseram o corpo docente do programa de pós-graduação da Universidade Federal de Minas – Avanços Clínicos em Fisioterapia (Ortopedia) por ter me proporcionado momentos de aprendizado que levarei para minha prática clínica.

Não tenho palavras para agradecer a todos que fizeram parte dessa conquista. Que vocês sejam recompensados grandemente por Deus.

“Quando eu era menino, falava como menino, sentia como menino, discorria como menino, mas, logo que cheguei a ser homem, acabei com as coisas de menino”.
1º Coríntios 13:11. Bíblia Sagrada. Edição revista e corrigida. Brasil, SBB, 2009.

RESUMO

Trata-se de um estudo de revisão da literatura com o objetivo de verificar os efeitos do treinamento de flexibilidade e de força sobre as propriedades mecânicas do tecido conectivo em indivíduos assintomáticos. Foram realizadas buscas nas bases de dados MEDLINE, LILACS/BVS, PEDRo, Cochrane Library, Google acadêmico e SCOPUS. Sendo incluídos estudos com amostra composta por indivíduos saudáveis, ativos fisicamente (assintomáticos) que tivessem como tema o treinamento de flexibilidade e/ou força com a associação de pelo menos um destes ao tecido conectivo. Excluíram-se os estudos que não apresentavam informações suficientes sobre as propriedades mecânicas do tecido conectivo, estudos de outras terapias isoladas e estudos de revisão sistemática e/ou da literatura. Ao final dessas buscas restaram 18 registros, entretanto, em uma nova busca que foi realizada no dia 10/06/18 mais quatro registros foram incluídos nos resultados, totalizando 22 registros. Os estudos encontrados apontam efeitos sobre as propriedades visco-elásticas e histerese do tecido conectivo com aumento de sua extensibilidade em relação à flexibilidade e maiores efeitos na posição alongada / contração excêntrica com relação à força. O treinamento de flexibilidade e força produz efeitos agudos e transitórios sobre as propriedades visco-elásticas e histerese do tecido conectivo aumentando sua elasticidade e também confere ao tecido muscular um maior acúmulo de energia elástica durante a realização de contrações excêntricas potencializando contrações concêntricas que sejam realizadas logo em seguida.

Palavras-chave: Muscle Stretching Exercises. Flexibility. Muscle Strength. Myofascial Force Transmission. Connective Tissue.

ABSTRACT

This is a review of the literature in order to verify the effects of flexibility and strength training on the mechanical properties of connective tissue in asymptomatic individuals. We searched the MEDLINE, LILACS / BVS, PEDRo, Cochrane Library, Google academic and SCOPUS databases. We included studies with a sample composed of healthy, physically active (asymptomatic) subjects that had the theme of flexibility and / or strength training with the association of at least one of these with connective tissue. We excluded studies that did not present sufficient information on the mechanical properties of connective tissue, studies of other isolated therapies, and systematic reviews and / or literature studies. At the end of these searches there were 18 records, however, in a new search that was carried out on 06/10/18, four more records were included in the results, totaling 22 records. The studies show effects on the viscoelastic properties and hysteresis of the connective tissue with increasing their extensibility in relation to the flexibility and greater effects on the elongated position / eccentric contraction with respect to the force. The flexibility and force training produces acute and transient effects on the viscoelastic properties and hysteresis of the connective tissue increasing its elasticity and also gives the muscular tissue a greater accumulation of elastic energy during the accomplishment of eccentric contractions, potentiating concentric contractions that are realized soon after.

Keywords: Muscle Stretching Exercises. Flexibility. Muscle Strength. Myofascial Force Transmission. Connective Tissue.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos	20
Gráfico 1 - Gráfico de pizza com os tipos de estudos encontrados.	21
Gráfico 2 - Gráfico de colunas com as intervenções/análises que foram realizadas nos estudos encontrados.	22
Gráfico 3 - Gráfico de barras com os principais resultados apresentados nos estudos selecionados.	22

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Síntese dos estudos incluídos.....	23
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM - Amplitude de movimento articular

COFFITO - Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional

CM - Contramovimento

CVM - Contração voluntária máxima

EC - Ensaio Clínico não Aleatorizado

ECA's - Ensaio Clínico Aleatorizado

EEFFTO - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

EMG - Eletromiografia

FNP - Facilitação neuromuscular proprioceptiva

GM - Gastrocnêmio medial

GMax - Glúteo máximo

JMT - Junção miotendínea

LD - Latíssimo do dorso

PICO - Paciente, Intervenção, Comparação e "Outcomes" (desfecho)

RMT - Rigidez musculotendínea

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UMT - Unidade musculotendínea

VM - Vasto medial

VL - Vasto Lateral

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	METODOLOGIA.....	18
2.1	<i>Design</i>	18
2.2	<i>Procedimentos</i>	18
2.3	<i>Critérios de inclusão e exclusão.....</i>	18
2.4	<i>Extração e análise dos dados</i>	18
3	RESULTADOS	19
4	DISCUSSÃO	26
5	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A Fisioterapia tem fundamentalmente como objeto de estudo o movimento humano e o seu funcionamento fisiológico, bem como as alterações advindas de lesões, traumas, patologias e outras injúrias que podem prejudicar e modificar o comportamento dos segmentos corporais durante a execução de tarefas. O Fisioterapeuta é um profissional da saúde que atua na prevenção, promoção, e tratamento. Na presença de disfunções utiliza de recursos biofísicos, terapia manual e cinesioterapia, afim de reestabelecer as funções que se encontram acometidas por distúrbios cinético funcionais, considerando o modelo da Classificação Internacional de Funcionalidade e Incapacidade (COFFITO, 2013, Sampaio et al., 2005). O conceito e a análise do movimento humano envolve a complexidade de vários sistemas anatômicos. Estas estruturas em conjunto formam o aparelho locomotor que em funcionamento se apresenta como uma maquinaria humana. Engrenagens (ossos, músculos, tendões, ligamentos, nervos, etc.) que se unem e desempenham dinamicamente ações funcionais, como sentar, levantar, manipular objetos, caminhar e nas atividades esportivas. Nesse contexto, os profissionais que intervêm no condicionamento físico vêm observando ao longo do tempo os benefícios propiciados pelos exercícios resistidos na melhora do desempenho funcional e atlético (Chaudhry et al., 2016). Além do treinamento de força há uma concepção que aponta a flexibilidade como um fator relevante para a capacidade física e, por isso, exercícios de alongamento são realizados com frequência entre atletas profissionais e amadores (Magnusson et al., 1998). Em ambos os treinamentos, seja de força ou flexibilidade, o resultado das abordagens terapêuticas geralmente é atribuído às propriedades musculares (Chaudhry et al., 2016; Magnusson et al., 1998). No entanto, há pouca informação em relação aos efeitos dessa prática sobre os tendões, ligamentos, aponeuroses, envoltórios musculares (epimísio, perimísio e endomísio) e a fáscia muscular. Estes segmentos tem a função de unir tecidos, servindo para conexão, sustentação e preenchimento, apresentando uma composição diferenciada da sua matriz extracelular atuando na absorção de impactos, resistência à tração e elasticidade denominado usualmente como tecido conectivo (K. OVALLE, C. NAHIRNEY, 2008; W. HAM, H. CORMACK, 1983).

Os músculos e o tecido conectivo apresentam características e funções específicas durante o movimento. As células musculares possuem a capacidade de realizar contração por meio dos filamentos de actina e miosina presentes nos sarcômeros. Estas proteínas deslizam umas sobre as outras em um processo de acoplagem e desacoplagem formando pontes cruzadas que desencadeiam no encurtamento das fibras musculares (Huxley, 1957). Com base nesse conceito o comprimento da fibra muscular é um elemento importante para geração de torque. A relação entre força e comprimento muscular é graficamente representada por uma curva (comprimento x tensão) (Kronbauer e Castro, 2013). Os músculos quando alongados apresentam uma curva ascendente, onde força e comprimento aumentam em mesma proporção, uma fase de platô e outra descendente, com aumento extremo de comprimento e redução da força. Nesta última fase há participação dos elementos passivos, que apresentam resistência mecânica durante o estiramento das fibras musculares, sendo a força muscular total composta pelo somatório dos componentes ativos e passivos (Kronbauer e Castro, 2013).

Os elementos passivos são formados a partir do tecido conjuntivo, que está presente até mesmo na membrana celular. Estes tecidos, além de compor ligamentos, tendões, capsula articular, cartilagem hialina, entre outras derivações, também estão presentes no endomísio, perimísio e epimísio (Kronbauer e Castro, 2013). Estas estruturas fazem parte de uma rede contínua e tensional ampla que envolve e conecta todos os músculos e órgãos, conceitualmente descrita como fáscia (Schleip, 2013). Uma característica bem reconhecida do tecido conectivo é a sua grande capacidade de adaptação. Quando são submetidos à tensão os fibroblastos se organizam e se ajustam na função de remodelação da matriz de forma que a arquitetura do tecido atenda melhor à demanda imposta. Esta reação acontece de forma lenta, mas constante, bem como ao treinamento específico, reorganizando continuamente o arranjo de sua rede de fibras colágenas (Schleip, 2013). As fibras presentes nos envoltórios musculares principalmente do perimísio conferem resistência ao alongamento modificando sua formação ondulada para paralelo durante o estiramento (Kronbauer e Castro, 2013; Schleip, et al., 2006,). Esse comportamento é denominado por Schleip (2006) como rigidez muscular passiva e também é chamada de elasticidade passiva, complacência muscular passiva, extensibilidade passiva, tensão de repouso ou tônus muscular passivo. Nas ações

que envolvem força e alongamento há uma propagação de tensão pelo tecido conectivo capaz de atingir locais adjacentes ou até mesmo afastados da área onde se origina determinada atividade (Carvalhais, 2012).

É de conhecimento científico que o tecido conjuntivo se apresenta estruturalmente em continuidade, caracterizado pela conectividade entre segmentos, visto que, trata-se de um tecido que circunda todos os componentes anatômicos do sistema musculoesquelético. Por meio dessa interconexão entre as estruturas que se ocorre o mecanismo de transmissão de força miofascial, no qual a força muscular é transmitida aos tecidos que envolvem os músculos. Eles compõem uma unidade integral onde os elementos relacionados à força são transmitidos entre si, sendo a fáscia e o tecido conectivo elementos importantes para manutenção dos ajustes biomecânicos e organização do movimento humano (Marinho et al., 2017). A forma como estes tecidos se organizam tem sido comparada a um sistema de tensegridade (tensão + integridade) onde forças opostas de tração e compressão atuam mutualmente. A tração é contínua e a compressão descontínua e mesmo que essas forças sejam contrárias umas as outras, elas atuam neste sistema de forma complementar. Essa combinação de forças opostas confere estabilidade e resistência, por meio de tensões divergentes que garantem a integridade geral dos segmentos que apresentam essa configuração (Turvey e Fonseca., 2014; Skelton & Oliveira, 2009).

Os tecidos muscular e conectivo constituem a maioria dos tecidos a sofrer danos durante a realização de atividades esportivas (Aquino et al., 2005). O treinamento físico em excesso pode produzir lesões musculoesqueléticas, que geralmente são causadas por sobrecarga ou devido à microtraumas repetidos nas estruturas deste sistema (DiFiori et al., 2014). Nos acometimentos dos tendões, por exemplo, há uma sobrecarga repetidamente aplicada até que a estrutura seja incapaz de suportar uma demanda adicional. O aumento de tensão fará com que as ligações cruzadas presentes na parte interna das fibras de colágeno se quebrem e mesmo que se considerem cargas submáximas o estímulo repetido pode ultrapassar o limite de absorção do tendão (DiFiori et al., 2014). É possível também observar esse comportamento em lesões dos músculos posteriores da coxa, que se caracterizam pelo rompimento proximal dos tendões isquiossurais, geralmente na junção miotendínea (JMT). Estima-se que a arquitetura muscular pelas orientações

proximais e distais dos tendões, leva a uma força resultante desalinhada com as fibras musculares e predispõe à lesão (Ernlund e Vieira, 2017). Já no caso da fáscia muscular se observa a presença de aderências fibrosas ocasionadas por traumas a nível microscópico durante atividades físicas de alta intensidade (Behara, 2015). Quando este processo de enrijecimento do tecido se instala há uma inibição da mecânica usual do músculo, tais como: amplitude de movimento articular, comprimento muscular, coordenação muscular, bem como diminuir a força e a produção de energia (Behara, 2015). A formação de aderências fibrosas está ligada aos processos de lesão, desajustes musculares, alta demanda muscular, microtraumas em excesso e processo inflamatórios recorrentes. Juntamente com esses fatores se tem por consequência a formação de focos de tensão nos músculos produzindo nódulos hipersensíveis no ventre muscular que são denominados como pontos-gatilho (Behara, 2015). Cabe ressaltar, que estes tecidos estão diretamente relacionados com o desempenho motor e funcional humano e que o acometimento de qualquer um dos componentes presentes neste sistema, pode desencadear no desajuste e não efetividade em suas funções normais.

Pensando em formas de se estabelecer uma boa dinâmica entre as estruturas musculares e as estruturas formadas a partir do tecido conectivo, muitas abordagens são sugeridas nesse sentido (Schleip, 2013). O alongamento com o objetivo de aumentar a flexibilidade carrega consigo a concepção de que indivíduos que possuem boa flexibilidade também vão ter uma unidade músculo-tendão mais complacente e devido a este fato teriam um menor risco de lesão. Entretanto, há uma falta de informações concretas nos estudos científicos sobre os efeitos do alongamento nas propriedades passivas dos músculos (Magnusson et al., 1998). As técnicas de alongamento mais comuns, dentre elas, o alongamento balístico, alongamento estático e a facilitação neuromuscular proprioceptiva ainda são utilizadas com frequência antes ou após a realização de atividades físicas, mesmo que não há um consenso na literatura sobre os reais benefícios do alongamento no processo de prevenção de lesões (Magnusson et al., 1998). Uma justificativa para isso seria que a prática regular de alongamentos estáticos e dinâmicos tem mostrado melhorias em longo prazo na força, na altura do salto e na velocidade de indivíduos fisicamente ativos (Shrier, 2004; Magnusson et al., 1998). No caso da fáscia muscular os efeitos do alongamento tendem a se diferenciar de acordo com

tipo de técnica aplicada. Quando o músculo se contrai brevemente em posição alongada há uma estimulação mais abrangente dos tecidos fasciais. Além disso, se indica a aplicação de mais de uma técnica de alongamento, a fim de proporcionar variação entre métodos diferentes e estimular a mobilidade dos segmentos articulares em muitas angulações, buscando favorecer o movimento de cisalhamento entre as camadas de tecido fascial (Schleip, 2013). Outra estratégia utilizada para aumentar o desempenho esportivo é a técnica de liberação miofascial, com o objetivo de quebrar aderências fibrosas que podem ser formadas nestes tecidos. Há também a autoliberação miofascial, que consiste no uso do próprio peso corporal com o auxílio de um rolo de espuma (Foam Roller) aplicado em áreas de tensão da fáscia. Estes dispositivos são colocados no chão e o indivíduo apoia a coxa, os glúteos ou a região dorsal sobre o rolo de espuma e o move para frente e para trás aplicando pressão na área selecionada (Krause et al., 2017; Behara, 2015). É esperado neste estudo que as intervenções de alongamento aumentem a flexibilidade pelo aumento da extensibilidade do tecido conectivo. Também se espera que a força reduza em grandes amplitudes de movimento e que o tecido conectivo potencialize a força muscular nas contrações musculares excêntricas.

O Fisioterapeuta precisa entender o efeito destas abordagens no tecido conjuntivo circundante e na fáscia, visto que, estes aspectos podem influenciar nas recomendações terapêuticas em relação ao treino de força e flexibilidade (Chaudhry et al., 2016). Quando este raciocínio é incorporado ao tratamento de lesões e passa a considerar as estruturas passivas como componentes participantes do movimento e que integram os processos de encurtamento e estiramento muscular, possivelmente haverá uma melhora da mecânica da fáscia. As intervenções que produzem efeito sobre a fáscia muscular tem se mostrado um elemento importante na rotina de treinamento dos atletas e praticantes de atividade física em geral. Todos estes aspectos citados têm o propósito de evitar a reincidência das injúrias articulares e potencializar os benefícios do tratamento fisioterapêutico quando necessário (Schleip, 2013; Kjaer et al., 2009). Portanto, o objetivo deste trabalho consistiu em verificar na literatura os efeitos do treinamento de flexibilidade e de força sobre as propriedades mecânicas do tecido conectivo em indivíduos assintomáticos.

2 METODOLOGIA

2.1 Design

Trata-se de uma revisão crítica da literatura.

2.2 Procedimentos

Foram realizadas buscas nas bases de dados MEDLINE, LILACS/BVS, PEDRo, Cochrane Library, Google acadêmico e SCOPUS, no período de 11/06/18 à 26/06/18. Não houve restrições quanto à data e/ou idioma dos registros pesquisados, utilizando os seguintes descritores: “Muscle Stretching Exercises”; “Flexibility”; “Muscle Strength”; “myofascial force transmission” e “Connective Tissue”. No dia 10/06/19 foi realizada nova busca para atualização dos dados utilizando-se dos mesmos descritores anteriormente definidos.

2.3 Critérios de inclusão e exclusão

Seguindo as normativas da estratégia PICO, formulou-se a pergunta de pesquisa: "Quais são os efeitos do treinamento de flexibilidade e de força sobre as propriedades mecânicas do tecido conectivo em indivíduos assintomáticos?" Sendo incluídos estudos com amostra composta por indivíduos saudáveis, ativos fisicamente (assintomáticos) que tivessem como tema o treinamento de flexibilidade e/ou força com a associação de pelo menos um destes ao tecido conectivo e também estudos de base e estudos com animais com o objetivo de fornecer mais dados sobre este assunto e um maior aprofundamento teórico sobre o tema. Excluíram-se os estudos que não apresentavam informações suficientes sobre as propriedades mecânicas do tecido conectivo, estudos de outras terapias isoladas e estudos de revisão sistemática e/ou da literatura.

2.4 Extração e análise dos dados

Após a análise dos registros encontrados, realizou-se a filtragem dos estudos baseando-se nos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos e apresentados na forma de fluxograma. As informações importantes referentes aos registros selecionados encontram-se dispostas em tabela. Os estudos foram divididos pelo design e agrupados para representação gráfica dos achados.

3 RESULTADOS

A busca nas bases de dados gerou um número total de 505 registros, dividindo-se da seguinte forma: MEDLINE (58 registros), LILACS/BVS (41 registros), PEDRo (1 registro), Cochrane Library (23 registros), Google acadêmico (382 registros) e SCOPUS (4 registros). Após a leitura dos títulos de cada registro foram excluídos 99, por não apresentarem em seu texto informações relacionadas aos descritores de busca. A partir desta primeira filtragem ocorreu a leitura dos resumos de cada registro excluindo-se 51, devido à insuficiência de informações relevantes sobre as propriedades mecânicas do tecido conectivo. Posteriormente realizou-se a leitura na íntegra dos registros remanescentes retirando em seguida 30, visto que, 10 registros não abordavam sobre o tema flexibilidade e/ou tratando-se da análise de outras terapias isoladamente como, por exemplo, a liberação miofascial, 13 tratavam de observações microscópicas não aplicáveis ao tema e sete não traziam em sua discussão aprofundamento sobre a interação da flexibilidade e/ou força com o tecido conectivo. Ao final dessas buscas restaram 18 registros, entretanto, em uma nova busca que foi realizada no dia 10/06/18 mais quatro registros foram incluídos nos resultados, totalizando 22 registros conforme apresentado no fluxograma abaixo:

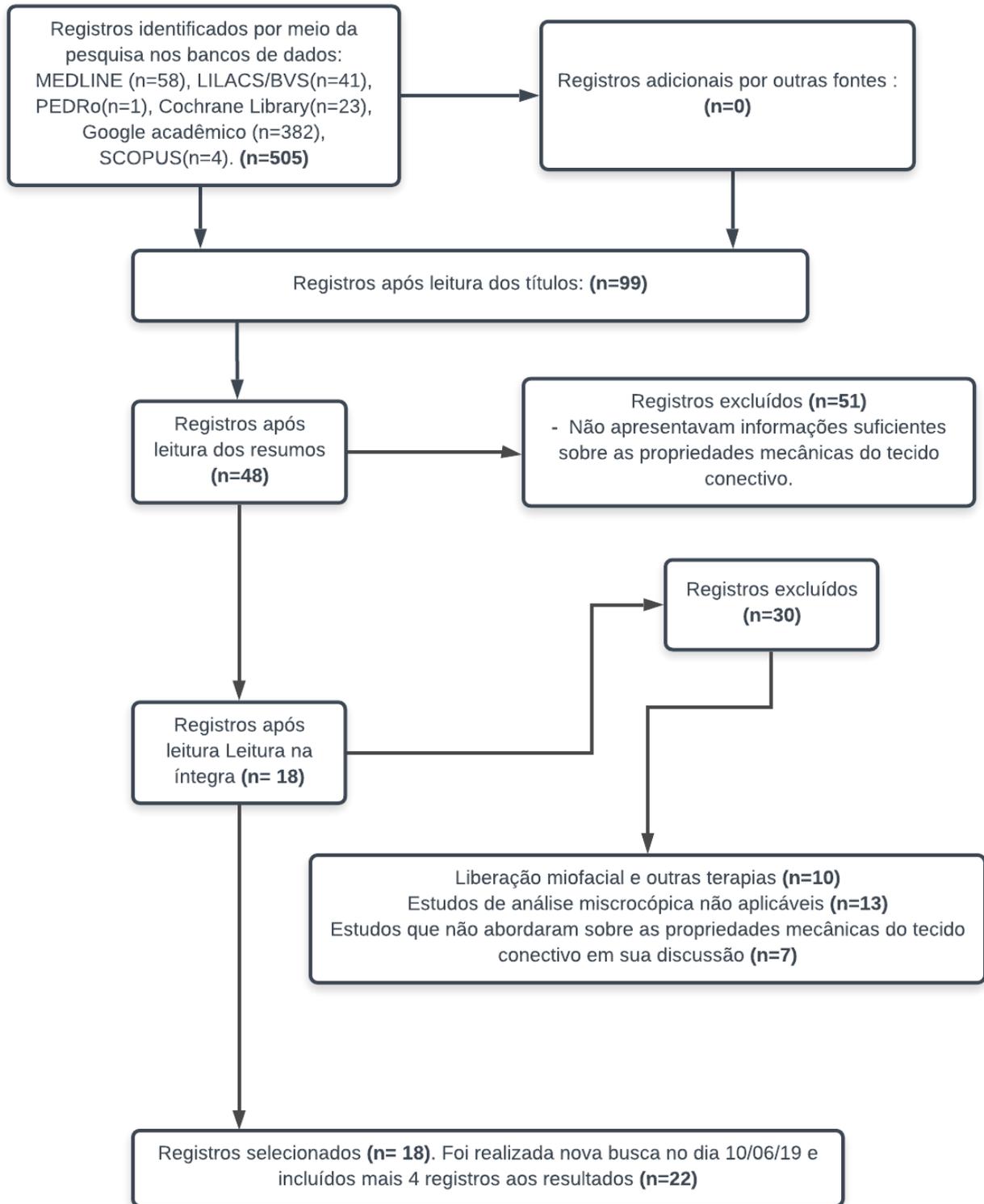


Figura 1 - Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos

Fonte: Elaboração própria.

Os estudos selecionados dividem-se em: 10 Ensaios Clínicos não aleatorizados, dois Ensaios Clínicos aleatorizados, cinco relacionados a teorias sobre mecanismos das intervenções (estudos de base) e um guia clínico. Destes

estudos 12 possuem a amostra composta por jovens adultos, praticantes de atividade física e saudáveis, quatro amostra animal e dois não se aplicam na categorização de amostra, três estudos utilizaram o alongamento estático como intervenção, dois estudos realizaram a análise de salto e outros desfechos, dois se basearam em um programa de treinamento para os extensores de joelho. Dois estudos utilizaram o alongamento passivo associado a outras intervenções e métodos. Em relação às medidas e avaliações nove estudos utilizaram o dinamômetro, ultrassom e dentre estes oito também incluíam a Eletromiografia (EMG). Quatro Ensaios Clínicos aleatorizados foram adicionados após nova busca relacionados à transmissão de força miofascial. A divisão dos tipos de estudos encontrados durante a pesquisa, as intervenções aplicadas e os principais resultados, é representado nas figuras abaixo:

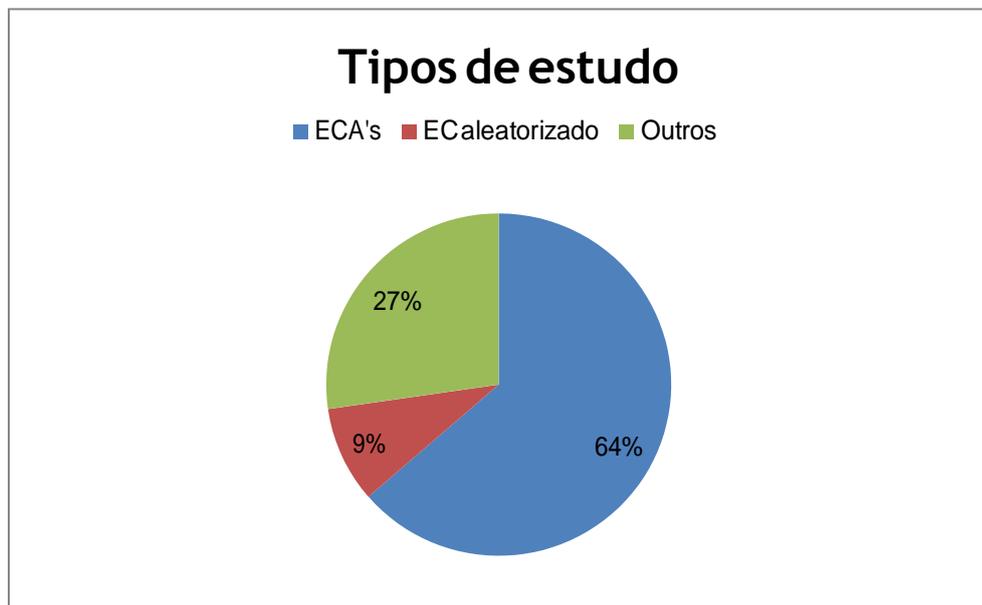


Gráfico 1 - Gráfico de pizza com os tipos de estudos encontrados. Nos gráfico são representados os seguintes dados: Ensaio Clínico não Aleatorizado (EC), Ensaio Clínico Aleatorizado e outros tipos de estudos (Outros).

Fonte: Elaboração própria.

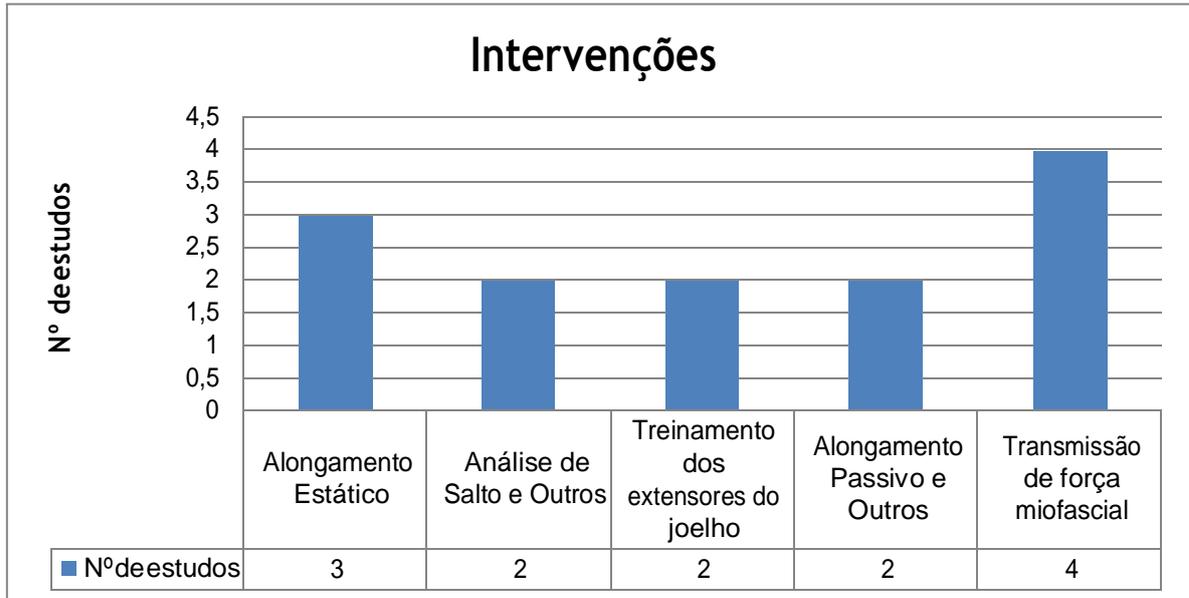


Gráfico 2 - Gráfico de colunas com as intervenções/análises que foram realizadas nos estudos encontrados.

Fonte: Elaboração própria.



Gráfico 3 - Gráfico de barras com os principais resultados apresentados nos estudos selecionados.

Fonte: Elaboração própria

Quadro 1 - Síntese dos estudos incluídos.

Nº	REFERÊNCIAS	TIPO DE ESTUDO	DESCRIÇÃO/RESUMO	AMOSTRA	PRINCIPAIS RESULTADOS
1	Trotter and Purslow. (1992).	Estudo de base.	Analisar as características estruturais do endomísio em um músculo com fibras dispostas em série	3 gatos.	Efeitos sobre o tecido conectivo.
2	Zljurbier et al. (1994).	Estudo de base.	Examinar as aracterísticas de comprimento de força da aponeurose isolada comparadas com medidas de força-comprimento da aponeurose na condição muscular passiva e ativa.	13 ratos.	Efeitos sobre o tecido conectivo.
3	Magnusson et al. (1998).	EC não aleatorizado.	Examinar o efeito à curto prazo de um alongamento estático e trechos cíclicos na rigidez e amplitude articular máxima na musculatura esquelética humana (in vivo).	12 atletas de recreação.	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.
4	McNair et al. (2001).	ECA.	Comparar o efeito de contenções estáticas com o movimento passivo contínuo, na rigidez e força de relaxamento das estruturas relacionadas ao tecido mole que resistem à dorsiflexão articular do tornozelo.	15 homens 8 Mulheres.	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.
5	Kubo et al. (2001).	EC não aleatorizado.	Investigar as influências do alongamento estático nas propriedades viscoelásticas dos tendões humanos (in vivo).	7 homens.	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.
6	Kubo et al. (2005).	EC não aleatorizado.	Examinar os efeitos das propriedades viscoelásticas presente nos tendões humanos durante o exercício cíclico de alongamento e encurtamento (in vivo).	26 homens.	Maiores efeitos na posição alongada / Fase excêntrica.
7	Kubo et al. (2006).	EC não aleatorizado.	Investigar as influências do treinamento isométrico em diferentes ângulos articulares no tamanho e função muscular do complexo músculo-tendão in vivo.	9 homens.	Maiores efeitos na posição alongada / Fase excêntrica.
8	Kubo et al. (2007).	EC não aleatorizado.	Examinar as influências da rigidez do tendão, da rigidez articular e da atividade eletromiográfica nas performances de saltos consistindo de um movimento uniarticular.	24 homens.	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.

9	Morse et al. (2008).	EC não aleatorizado.	Determinar em que medida os fascículos musculares, tendão distal e aponeurose contribuem para a mudança no comprimento da JMT durante o alongamento passivo do gastrocnêmio medial (GM).	8 homens.	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.
10	Ryan et al. (2008).	EC não aleatorizado.	Determinar o curso de tempo (até 30 minutos pós- alongamento) para os efeitos agudos da duração do alongamento prático (2 a 8 minutos) na rigidez miotendínea.	7 homens 5 Mulheres.	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.
11	Burgess et al. (2009).	EC não aleatorizado.	Fornecer novos dados sobre o efeito do alongamento no tendão feminino in vivo e comparar o efeito do alongamento nas propriedades estruturais e mecânicas do tendão entre os gêneros.	17 mulheres e 18 homens;	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.
12	Schleip et al. (2012).	Estudo de base.	Este estudo, portanto, examinou a nova hipótese de que a tensão (enrijecimento) fascial é dependente da contração celular.	9 camundongos.	Efeitos sobre o tecido conectivo.
13	Schleip and Muller. (2013).	Guia Clínico	Este estudo aborda princípios de uma abordagem de treinamento orientada para fáscia de forma introdutória.	Não se aplica	Efeitos sobre o tecido conectivo.
14	Carvalhais et al. (2013)	EC não aleatorizado.	Fornecer evidências empíricas sobre a força de transmissão miofascial do músculo latíssimo do dorso para o músculo glúteo máximo contralateral por meio da fáscia toracolombar (in vivo).	15 homens 22 mulheres.	Evidência de transmissão de força miofascial.
15	Gindre et al. (2013).	Estudo de base.	Desenvolver um modelo microestrutural para os segmentos musculares passivos que permita o cálculo da relação estresse-estiramento.	Única fibra muscular.	Efeitos sobre o tecido conectivo.
16	Junker. (2015).	ECA.	Determinar o efeito de um período de treinamento de quatro semanas do método de rolo de espuma na flexibilidade dos isquiossurais e comparar a eficácia da liberação miofascial do rolo de espuma com um método de alongamento FNP convencional, contração relaxamento e um grupo controle.	40 homens.	Efeitos sobre as propriedades viscoelásticas e histerese com aumento de sua extensibilidade.

17	Babaei et al. (2016).	Estudo de base.	Identificar o comportamento estático e dinâmico dependente do tempo e da frequência dos ligamentos colaterais mediais de coelhos.	6 joelhos de coelho.	Efeitos sobre o tecido conectivo.
18	Chaudhry et al. (2016).	EC não aleatorizado.	Examinar os efeitos do treinamento isométrico sobre a rigidez muscular e a força muscular, bem como sobre as tensões transmitidas no músculo quadríceps em diferentes ângulos do joelho in vivo.	9 homens.	Maiores efeitos na posição alongada / Fase excêntrica.
19	Marinho et al. (2017)	EC não aleatorizado.	Verificar como mudanças simultâneas nas posições do quadril / joelho modificam a posição de repouso do tornozelo e o torque passivo.	16 homens 21 mulheres	Evidência de transmissão de força miofascial.
20	Lidstone et al. (2018).	EC não aleatorizado.	Comparar o comprimento do fascículo e tendão do gastrocnêmio no final da fase excêntrica durante um salto utilizando uma estratégia de contra movimento único versus contra movimentos múltiplos.	17 homens.	Maiores efeitos na posição alongada / Fase excêntrica.
21	Freitas et al. (2018)	EC não aleatorizado.	Investigar a existência de transmissão de força miofascial epimuscular entre a musculatura quadríceps durante a flexão passiva do joelho (alongamento do quadríceps), comparando o módulo de cisalhamento nos ventres musculares VM e VL com os flexores do quadril em dois comprimentos.	12 homens.	Evidência de transmissão de força miofascial.
22	Yoshitake et al. (2018)	EC não aleatorizado.	Examinar se o módulo de cisalhamento de um músculo em repouso é alterado quando o ângulo articular é manipulado para alongar passivamente um músculo vizinho na direção distal e se o efeito do alongamento muscular passivo no módulo de cisalhamento apresenta diferenças regionais.	13 homens.	Evidência de transmissão de força miofascial.

4 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho consistiu em verificar na literatura os efeitos do treinamento de flexibilidade e de força sobre as propriedades mecânicas do tecido conectivo em indivíduos assintomáticos. Os registros encontrados na literatura apontam algumas respostas do tecido conectivo ao alongamento e a sua influência sobre a força muscular em diferentes tipos de abordagens.

Magnusson et al. (1998) realizaram um estudo com objetivo de examinar o efeito em curto prazo do alongamento estático e alongamentos cíclicos (balístico) sobre a rigidez e a amplitude articular máxima em humanos (in vivo). Foi observado que em ambas as intervenções houve mudanças agudas nas propriedades musculares visco-elásticas que são atribuídas ao tecido conectivo, entretanto, estes achados não resultaram em um efeito mensurável do comportamento visco-elástico dez minutos após a intervenção. Todavia, 10 minutos após um único alongamento, e 10 minutos após um alongamento estático e um alongamento cíclico, houve um aumento da amplitude articular (ângulo) juntamente com o aumento concomitante da carga (rigidez). Além disso, a unidade músculo-tendão foi observada, e sugere um aumento da tolerância ao alongamento. Já a velocidade de alongamento (0,087 vs. 0,35 rad/s) não afetou a rigidez muscular.

Partindo de uma concepção semelhante Kubo et al. (2001) investigou os efeitos do alongamento estático sobre as propriedades viscoelásticas dos tendões humanos (in vivo). Conforme o que foi encontrado por Magnusson et al. (1998), esse estudo demonstrou que durante o alongamento estático o torque passivo apresentou um pico em uma fase inicial (36,1 +- 7,0 Nm), e após a aplicação da intervenção por um período de tempo o torque decaiu para um platô, com um média de declínio no torque passivo de 23,6 +- 8,5%, no entanto, os autores também observaram que o alongamento induziu reduções significativas na rigidez e histerese do tendão calcâneo. Nesse último caso o estudo mostra que as estruturas tendíneas ficaram mais complacentes, e houve redução da rigidez de 22,9 +- 5,8 para 20,6 +- 4,6 N/mm, como também houve redução significativa da histerese após o alongamento. Pode se inferir que possivelmente ocorreu uma queda da viscosidade na parte interna dos

tendões, visto que, “a histerese é uma propriedade física diretamente relacionada com a energia perdida pelo tecido na forma de calor após um ciclo de aplicação e retirada de carga” (Aquino et al., 2005).

Em outro estudo McNair et al. (2001) compararam o efeito do alongamento estático e o movimento passivo contínuo sobre a rigidez e o torque passivo das estruturas compostas por tecido mole que resistem à dorsiflexão articular do tornozelo. Eles perceberam que houve uma diferença significativa ($P < 0,05$) entre a rigidez calculada nos 10% iniciais e finais (59% maior) da amplitude de movimento em ambas as técnicas utilizadas, se aproximando dos resultados obtidos por Kubo et al. (2001). Além disso, nos 10% iniciais e finais da amplitude de movimento, os autores relatam uma diferença significativa na rigidez entre as condições de movimento contínuo e estático. A rigidez diminuiu significativamente ($P < 0,05$) apenas na condição de movimento passivo contínuo. A magnitude média da diminuição foi de 16%. Já no que diz respeito à força, houve redução significativa ($P < 0,05$) durante os tempos de intervalo entre as intervenções. Dessa forma, se percebe que as abordagens de alongamento convencionais tendem a produzir efeitos temporários e transitórios sobre rigidez muscular, contudo, esses efeitos são maiores nas técnicas de movimento passivo contínuo (McNair et al., 2001).

Nas ações musculares que envolvem contração e estiramento simultaneamente como no caso dos exercícios excêntricos, há absorção de energia mecânica pelas estruturas do tendão (tendão e aponeurose), que pode ser reutilizada subseqüentemente quando o encurtamento do músculo acontece imediatamente após o alongamento (Kubo et al., 2005). Este fator pode interferir no desempenho físico que é influenciado não somente pela força e potencia propiciada pelos músculos, mas também pelas propriedades viscoelásticas dos tendões como é demonstrado neste estudo onde oito dos estudos incluídos apresentam resultados que apontam esta influencia sobre as estruturas musculoesquéticas exercida pelas estruturas tendíneas.

No estudo realizado por Kubo et al. (2005) foi observado os efeitos sobre as propriedades viscoelásticas das estruturas dos tendões humanos durante o exercício cíclico de alongamento seguido de encurtamento muscular. Um

achado importante deste estudo foi que o aumento relativo do torque com contrações excêntricas prévias durante a flexão plantar foi significativamente correlacionado com a rigidez e histerese das estruturas tendíneas no músculo gastrocnêmio medial. Uma hipótese para este resultado que é citada pelos autores seria a transformação da ativação muscular prévia em energia elástica armazenada por meio de pontes cruzadas. As propriedades viscoelásticas influenciam significativamente os exercícios de alongamento seguido de encurtamento (Kubo et al., 2005).

Outros achados também são descritos por Morse et al. (2008) que em seu estudo verificou em que medida o condicionamento muscular altera as propriedades do tendão, dos fascículos musculares ou de outras estruturas, para produzir a mudança na rigidez geral da unidade músculo tendínea e a flexibilidade de atletas. Eles observaram que cinco alongamentos condicionantes, cada um com duração de 1 minuto, aumentaram significativamente a amplitude de movimento em aproximadamente 4,6 graus ($P < 0,05$). O aumento da amplitude de movimento foi acompanhado por uma extensão adicional de 0,33 cm de toda a unidade músculo-tendão no final da ADM ($P < 0,01$) e atribuem o aumento no comprimento do "músculo" inteiramente à mudança no comprimento dos fascículos musculares. No entanto, a complacência aumentada do músculo não é totalmente explicada pela mudança na extensibilidade dos fascículos musculares e se sugere que os elementos do tecido conectivo dentro do músculo mudam suas propriedades elásticas quando sujeitos a trechos repetidos de alongamento.

Muitos dos estudos encontrados demonstraram os efeitos agudos do treinamento de flexibilidade, principalmente em intervenções preparatórias para realização de atividades físicas e esportivas. Dentre os registros inclusos neste trabalho Ryan et al. (2008) avaliaram os efeitos agudos do alongamento passivo (2 a 8 minutos) sobre a rigidez miotendínea a fim de determinar a influência desta técnica ao longo do tempo (até 30 minutos pós-alongamento). Foi observado que o alongamento (2min, 4min e 8min) reduziu a rigidez musculotendínea imediatamente após os exercícios de alongamento. A RMT permaneceu menor por 10 minutos pós-alongamento nas condições de 4min e 8min. No entanto, a RMT retornou à linha de base em 10 minutos após a

condição pós-alongamento 2min e em 20 minutos após as condições de pós- alongamento de 4min e 8min, reafirmando assim a hipótese de que os efeitos do alongamento sobre as estruturas passivas são transitórios e duram por pouco tempo.

Os efeitos do treino de flexibilidade sobre os tecidos podem se diferenciar de acordo o gênero, Burgess et al. (2009) compararam o efeito do alongamento nas propriedades estruturais e mecânicas do tendão entre os gêneros e identificaram que em um grupo de mulheres jovens e saudáveis, após o término de um alongamento passivo de dorsiflexão de 5 min, a rigidez do tendão, o módulo de Young e a histerese diminuíram significativamente em comparação ao sexo masculino. Mesmo que este achado não faça parte do escopo deste estudo é importante se considerar qualquer influencia extrínseca ou intrínseca que promova algum tipo de interferência nas reações teciduais ao alongamento.

Alguns dos estudos encontrados avaliaram a influência exercida pelas estruturas tendíneas em saltos realizados após contramovimentos preparatórios (Lidstone et al., 2018; Kubo et al., 2007). Os resultados encontrados por Kubo et al. (2007) mostraram que o aumento do pré-estiramento no salto com contramovimento e no “Drop Jump” foi significativamente correlacionado com a rigidez do tendão, indicando que em um exercício balístico com contramovimento, as fibras musculares trabalham otimamente com menor velocidade de encurtamento. Kubo et al. (2007) sugerem também que a extensibilidade do tendão desempenha um papel mais significativo durante os exercícios que possuem um ciclo de alongamento. Os autores atribuem este fato aos efeitos combinados da elasticidade do tendão e aumento do nível de ativação dos músculos. Entretanto, é necessário que se analise melhor as propriedades tendíneas em condições dinâmicas e estáticas.

Uma abordagem semelhante é apresentada por Lidstone et al. (2018) que comparou o comprimento do fascículo e do tendão do músculo gastrocnêmio no final da fase excêntrica durante um salto utilizando a estratégia de contramovimento único (CM) versus contra-movimentos múltiplos (CM1, CM2, CM3). Este estudo mostrou maior atividade muscular na fase excêntrica durante o

terceiro contra-movimento (CM3) em comparação a um único salto de contra-movimento (CM). Eles sugerem que os contra-movimentos múltiplos parecem resultar em uma maior altura de salto e maior trabalho realizado na fase de contração excêntrica e concêntrica, indicando uma possível contribuição da energia elástica armazenada no tendão que é produzida durante os contra-movimentos feitos anteriormente aos saltos. Além dos aspectos relacionados ao tecido conectivo, no estudo de Lidstone et al. (2018) se observou que a atividade muscular durante a fase excêntrica no CM3 foi maior que CM1 e CM2 e também foi significativamente maior que a CM. Durante as fases concêntricas do movimento, a atividade muscular de CM3 foi maior que a CM2 e CM1. No entanto, a atividade muscular na fase concêntrica não foi maior em CM3 em comparação com CM. As atividades musculares da fase concêntrica foram às mesmas no gastrocnêmio medial e lateral (Lidstone et al., 2018). Estes achados trazem consigo a ideia de que durante as contrações excêntricas há uma maior participação do tecido conectivo e nesse sentido se potencializa a contração muscular concêntrica realizada logo em seguida.

No que diz respeito ao treinamento de força, Chaudhry et al. (2016) examinaram os efeitos do treinamento isométrico sobre a rigidez muscular e a força muscular, bem como sobre as tensões transmitidas no músculo quadríceps em diferentes ângulos na articulação do joelho (in vivo). Porém este estudo não apresenta resultados consistentes e também não apresenta informações concretas naquilo em que se propõe. Em contrapartida Kubo et al. (2006) analisaram os mecanismos de "especificidade angular" e seus efeitos durante o treinamento em diferentes ângulos articulares sobre a força muscular, propriedades dos tendões e ativação neural. O estudo de Kubo et al. (2006) mostrou que o incremento da rigidez do tendão após o treinamento isométrico foi maior no treinamento com maior comprimento muscular do que com o uso de menor comprimento muscular. Além disso, se observou aumentos significativos da contração voluntária máxima em todos os ângulos da articulação do joelho após o treinamento isométrico com maior comprimento muscular. Sugere-se que o alto estresse mecânico nas fibras musculares e no tecido conjuntivo usado no treinamento de força pode produzir mudanças metabólicas no músculo e o estímulo para essa adaptação pode surgir como

resultado dessas alterações ou indiretamente por meio da liberação hormonal ou do fator de crescimento que ocorre nessas atividades.

Um aspecto de grande importância para se destacar neste estudo é a influência do tecido conectivo sobre a força, por meio da transmissão de força miofascial. Os estudos encontrados nesse sentido e acrescentados no presente trabalho apontam a existência de transmissão de força miofascial do músculo latíssimo do dorso ao glúteo máximo (GMAx), evidenciando que o alongamento ou contração do LD mudou o quadril da posição de repouso em direção a uma maior rotação lateral e a contração de LD aumentou globalmente a rigidez passiva do quadril (Carvalhais et al., 2013). O que sugere que técnicas de alongamento podem ser aplicadas erroneamente em um segmento que não apresente encurtamento, pois a rigidez de um músculo pode gerar uma falsa impressão de aumento de tensão em outro, devido a esta interconexão e transmissão miofascial.

Este mecanismo ocorre também em outros grupos musculares, Marinho et al. (2017) mostraram dados com significância estatística que quando se modifica a posição angular do quadril e do joelho há um deslocamento da posição de repouso do tornozelo e que de acordo com a angulação que o quadril e o joelho estão o tornozelo sai da posição de dorsiflexão para a posição de flexão plantar. Corroborando com estes achados, Freitas et al. (2018) observaram o processo de transmissão de força miofascial epimuscular no quadríceps e identificaram um maior cisalhamento entre os tecidos no movimento de flexão do quadril. No estudo de Yoshitake et al. (2018) os resultados também evidenciam a transmissão de força de força miofascial epimuscular.

Alguns dos trabalhos encontrados estão divididos em estudos de bases, investigações científicas realizadas em animais e que se aprofundaram mais nos aspectos teciduais referentes à trama conjuntiva. Dentre eles Purslow (1992) analisou as características estruturais do endomísio em um músculo (três ratos) com fibras dispostas em série, a fim de relacionar a estrutura do endomísio e a sua função mecânica no tecido. Os autores perceberam que se a orientação das fibrilas fosse submetida a mudanças marcantes em função do comprimento do sarcômero as propriedades mecânicas do endomísio também

mudariam. As propriedades de espessura e cisalhamento do endomísio devem permanecer constantes em todos os comprimentos de sarcômero fisiologicamente relevantes. Como o endomísio é a matriz que transmite as cargas de cisalhamento entre as fibras musculares, a constância desses parâmetros deve significar que esse componente elástico em série deve ter um valor constante em todos os comprimentos musculares. Durante o alongamento do músculo o endomísio tende a acompanhar as fibras musculares de forma mais homogênea sem muitas modificações. Já Zljurbier et al. (1994) analisou o comprimento de força da aponeurose isolada que foram examinadas e comparadas com medidas de força-comprimento da aponeurose na condição muscular passiva e ativa e assim demonstraram que não há uma uniformidade de extensão ao longo da aponeurose para condições passivas, ativas e isoladas.

Em outro estudo Schleip et al. (2012) examinaram a nova hipótese de que a tensão (enrijecimento) fascial é dependente da contração celular. Em 11 das 16 amostras houve aumento de tensão no início do segundo trecho, aumento de tensão na fáscia lombodorsal na maioria das amostras. No entanto, esse fenômeno é independente da contração celular. Além disso, mudanças no conteúdo de água no tecido contribuem para o fenômeno de enrijecimento da tensão fascial. Pensando na rede fascial e de mesma autoria Schleip et al. (2013) apontam os princípios de uma abordagem de treinamento orientada para fáscia de forma introdutória. A intenção do treinamento orientado para a fáscia é influenciar a renovação da matriz através de atividades de treinamento específicas em um período variável de seis a 24 meses. Sugere-se que o treinamento seja consistente e que apenas alguns minutos de exercícios direcionados para estes tecidos realizados uma ou duas vezes por semana, sejam suficientes para remodelação do colágeno. O processo de renovação tecidual levará entre seis meses e dois anos para acontecer e possivelmente produzirá uma matriz colágena ágil, flexível e resiliente. Cabe ressaltar que essas sugestões de treinamento orientadas para a fáscia não devem substituir o trabalho de força muscular, o treinamento cardiovascular e os exercícios de coordenação; em vez disso, eles devem ser considerados como um acréscimo útil a um programa de treinamento abrangente.

Dessa forma, todos os elementos que compõe o sistema musculoesquelético precisam ser trabalhados durante o treinamento físico com o propósito de fornecer aos praticantes de atividades físicas e esportivas intervenções terapêuticas mais objetivas, eficazes e assertivas. As informações presentes neste estudo ressaltam a importância do tecido conectivo no processo de treinamento e de tratamento do sistema musculoesquelético. Os dados e aspectos abordados neste trabalho podem ser utilizados na prática clínica para se associar junto ao treino de flexibilidade exercícios para a fáscia, durante o treino de força utilizar a contração excêntrica em favor da produção de energia elástica e a percepção dos aspectos que envolvem a transmissão de força miofascial durante a avaliação fisioterapêutica compreendendo que a origem de uma disfunção em determinado segmento pode estar sofrendo a influencia de estruturas adjacentes, prezando por um raciocínio clínico mais integralizado.

Grande parte dos registros encontrados no presente estudo abordou o treinamento de flexibilidade pela aplicação de técnicas de alongamento e a sua repercussão sobre as estruturas musculoesqueléticas ativas e passivas. No entanto, pouco se encontrou sobre os elementos relacionados à força e a sua influencia sobre o tecido conectivo. Houve certa dificuldade para se encontrar estudos que tratassem os efeitos do treino de flexibilidade e força sobre o tecido conectivo que tivessem amostra humana. A maioria dos estudos que tinham como tema principal o tecido conectivo era composta por amostra animal. Além disso, não foi encontrado nenhum estudo que comparou os efeitos de uma abordagem em detrimento da outra. Sendo assim, é necessário que haja mais estudos com essa temática e que estes sejam realizados com amostra humana a fim de fornecer informações mais consistentes e de maior significância estatística.

5 CONCLUSÃO

O treinamento de flexibilidade e força produz efeitos agudos e transitórios sobre as propriedades viscoelásticas e histerese do tecido conectivo aumentando sua elasticidade e também confere ao tecido muscular um maior acúmulo de energia elástica durante a realização de contrações excêntricas potencializando contrações concêntricas que sejam realizadas logo em seguida. Os achados deste estudo podem ser utilizados como referência para o raciocínio clínico no que diz respeito à prescrição de exercícios terapêuticos no treinamento de flexibilidade e força juntamente a intervenções melhores direcionadas a fáscia muscular e as estruturas passivas que compõe os segmentos anatômicos articulares.

REFERÊNCIAS

BEHZAD B.; AARON J. V.; STAVROS T.; ELLIOT L. E.; STEVEN D. A.; GUY M. G. Discrete quasi-linear viscoelastic damping analysis of connective tissues, and the biomechanics of stretching. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, 2016.

BRANDON BEHARA, BERT H. JACOBSON. The Acute Effects Of Deep Tissue Foam Rolling And Dynamic Stretching On Muscular Strength, Power, And Flexibility In Division I Linemen. **Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print**, 2015.

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL. Decreto-Lei 938/69, de 13 de outubro de 1969. Provê sobre as profissões de fisioterapeuta e terapeuta ocupacional, e dá outras providências. Brasília, 1969.

COERT J. Z.; ANDRE J. E.; PHILIP V. D.; PETER A. H. Length-force characteristics of the aponeurosis in the passive and active muscle condition and in the isolated condition. **J. Biomechanics**, Vol. 21, No. 4, pp. 44-453, 1994.

DANIEL E. L.; HERMAN V. W.; ALAN R. N.; PAIGE E. R.; JEFFREY M. M. Gastrocnemius fascicle and achilles tendon length at the end of the eccentric phase in a single and multiple countermovement hop. **Journal of Electromyography and Kinesiology** 38 (2018) 175–18.

DANIEL J.; THOMAS S. The foam roll as a tool to improve hamstring flexibility. **Journal of Strength and Conditioning**, 2015.

ERIC D. R.; TRAVIS W. B.; TRENT J. H.; HOLLY R. H.; MICHAEL J. H.; PABLO B. C.; JASON M. D.; JEFFERY R. S.; JOEL T. C. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, 2008.

HAM, A. W.; CORMACK, D. H. Histologia. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. p. 197.

HANS C.; BRUCE B.; ELLEN Z. A.; JARED B.; THOMAS F. Muscle strength and stiffness in resistance exercise: force transmission in tissues. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, 2016.

GLÁUCIA ANDREZA KRONBAUER E FLÁVIO ANTÔNIO DE SOUZA CASTRO. Estruturas Elásticas E Fadiga Muscular. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte, Florianópolis**, v. 35, n. 2, p. 503-520, abr./jun. 2013.

HELLEN VELOSO ROCHA MARINHO, GIOVANNA MENDES AMARAL, BRUNO DE SOUZA MOREIRA, THIAGO RIBEIRO TELES DOS SANTOS, FABRÍCIO ANICIO DE MAGALHÃES, THALES REZENDE DE SOUZA, SÉRGIO TEIXEIRA DA FONSECA. Myofascial force transmission in the lower limb: An in vivo experiment. **Journal of Biomechanics, Volume 63, Outubro 2017, Páginas 55-60.**

HUXLEY, A. F. Muscle structure and theories of contraction. **Progress Biophysical Chemical**, n. 7, p. 255-318, 1957.

IAN SHRIER. Does Stretching Improve Performance?: A Systematic and Critical Review of the Literature. **Clinical Journal of Sport Medicine**. 14(5):267-273, 2004.

JOHN P DIFIORI, HOLLY J BENJAMIN, JOEL S BRENNER, ANDREW GREGORY, NEERU JAYANTHI, GREG L LANDRY, ANTHONY LUKE. Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. **Br J Sports Med** 2014;48:287–288.

JULIETTE G.; MICHAEL T.; KEVIN M. M.; CIARAN K. S. A structural model of passive skeletal muscle shows two reinforcement processes in resisting

deformation. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, 2013.

KATHERINE E. B.; PHILLIP G.; STEPHEN J. P. Effect of acute tensile loading on gender-specific tendon structural and mechanical properties. **Journal of orthopaedic research**, 2009.

FRIEDER KRAUSE, JAN WILKE, DANIEL NIEDERER, LUTZ VOGT AND WINFRIED BANZER. Acute effects of foam rolling on passive tissue stiffness and fascial sliding: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials (2017) 18:114**.

M. KJAER , H. LANGBERG, K. HEINEMEIER, M. L. BAYER, M. HANSEN, L. HOLM, S. DOESSING, M. KONGSGAARD, M. R. KROGSGAARD, S. P. MAGNUSSON. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. **Scand J Med Sci Sports**. 2009 Aug;**19(4):500-10**.

KUBO K.; KANEHISA H.; KAWAKAMI Y.; FUKUNAGA T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **J Appl Physiol 90: 520–527, 2001**.

KUBO K.; KANEHISA H.; KAWAKAMI Y.; FUKUNAGA T. Effects of viscoelastic properties of tendon structures on stretch – shortening cycle exercise in vivo. **Journal of Sports Sciences**, 2007.

KUBO K.; OHGO K.; TAKEISHI R.; YOSHINAGA K.; TSUNODA N.; KANEHISA H.; FUKUNAGA T. Effects of isometric training at different knee angles on the muscle–tendon complex in vivo. **Scand J Med Sci Sports 2006: 16: 159–167**.

KUBO K; MORIMOTO M.; KOMURO T.; TSUNODA N; KANEHISA H.; FUKUNAGA T. Influences of tendon stiffness, joint stiffness, and

electromyographic activity on jump performances using single joint. **Eur J Appl Physiol (2007) 99:235–243.**

LUCIO ERNLUND, LUCAS DE ALMEIDA VIEIRA. Hamstring injuries: update article. **rev bras ortop . 2017;52(4):373–382.**

MAGNUSSON P.; AAGARD P.; SIMONSEN E.; BOJSEN-MOLLER F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. **Int. J. Sports Med. 19 (1998) 310-316.**

Michael T. Turvey, Sérgio T. Fonseca. The Medium of Haptic Perception: A Tensegrity Hypothesis. **Journal of Motor Behavior, Vol. 46, No. 3, 2014.**

MCNAIR P.; ERIK W.; HEWSON D.; STANLEY S. Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. **Medicine & Science in Sports & Exercise, 2001.**

MORSE C. I.; DEGENS H.; SEYNNES O. R.; MAGANARIS C. N.; JONES D. A. The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. **J Physiol 586.1 (2008) pp 97–106.**

OVALLE, W. K.; NAHIRNEY, P. C. Netter Bases da Histologia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. pp. 52, 55, 58-59, 67, 69, 132, 147, 166.

SAMPAIO RF, MANCINI MC, GONÇALVES GGP, BITTENCOURT NFN, MIRANDA AD, FONSECA ST. Aplicação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) na prática clínica do fisioterapeuta. **Rev Bras Fisioter 2005; 9:129-36.**

SANDRO R. FREITAS, ANDRÉ ANTUNES, PIERRE SALMON, BRUNO MENDES, TELMO FIRMINO, CARLOS CRUZ-MONTECINOS, MAURICIO CERDA, JOÃO R. VAZ. Does epimuscular myofascial force transmission occur between the human quadriceps muscles in vivo during passive stretching? **Journal of Biomechanics, 2018.**

SCHLEIP R.; DUERSELEN L.; VLEEMING A.; NAYLOR I.; LEHMANN-HORN F.; ZORN A.; JAEGER H.; KLINGLER W. Strain hardening of fascia: Static stretching of dense fibrous connective tissues can induce a temporary stiffness increase accompanied by enhanced matrix hydration. **Journal of Bodywork & Movement Therapies (2012) 16, 94-100.**

SCHLEIP R.; MULLER D. Training principles for fascial connective tissues: scientific foundation and suggested practical applications. **Journal of Bodywork & Movement Therapies (2013) 17, 103-115.**

SKELTON, R. E., & DE OLIVEIRA, M. C. (2009). Tensegrity systems. **London, England: Springer.**

TROTTER J.A.; PURSLOW P.P. Functional morphology of the endomysium in series fibered muscles. **Journal of Morphology 212:109-122 (1992).**

VIVIANE OTONI DO CARMO CARVALHAIS, JULIANA DE MELO OCARINO, VANESSA LARA ARAÚJO, THALES REZENDE SOUZA, PAULA LANNA PEREIRA SILVA, SÉRGIO TEIXEIRA FONSECA. Myofascial force transmission in the lower limb: An in vivo experiment. **Journal of Biomechanics 46 (2013) 1003–1007.**

VIVIANE OTONI DO CARMO CARVALHAIS. Transmissão De Força Miofascial Do Músculo Grande Dorsal Para O Glúteo Máximo Contralateral – Uma Investigação In Vivo. 2012. f. 53-59 Dissertação (Desempenho Motor e Funcional Humano). Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

YASUHIDE YOSHITAKE, DAIKI UCHIDA, KOSUKE HIRATA, DEAN L MAYFIELD, HIROAKI KANEHISA. Mechanical interaction between neighboring muscles in human upper limb: Evidence for epimuscular myofascial force transmission in humans. **Journal of Biomechanics, 2018.**