

Rodrigo Silva Fadel Martins

**COMPARAÇÃO DO EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO NAS RESPOSTAS
BIOMECÂNICAS E SENSORIAIS NA UNIDADE MÚSCULO-TENDÃO ENTRE OS
MEMBROS INFERIORES**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG

2021

Rodrigo Silva Fadel Martins

**COMPARAÇÃO DO EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO NAS RESPOSTAS
BIOMECÂNICAS E SENSORIAIS NA UNIDADE MÚSCULO-TENDÃO ENTRE OS
MEMBROS INFERIORES**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Ciências do Esporte.

Área de concentração: Treinamento Esportivo
Linha de pesquisa: Análise de métodos para o desempenho humano e esportivo
Orientador: Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG

2021

M386c Martins, Rodrigo Silva Fadel
2021 Comparação do efeito agudo do alongamento nas respostas biomecânicas e sensoriais na unidade músculo-tendão entre os membros inferiores. [manuscrito] / Rodrigo Silva Fadel Martins – 2021.
69 f.: il.

Orientador: André Gustavo Pereira de Andrade

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 56-61

1. Exercícios de alongamento. 2. Biomecânica. 3. Membros inferiores. 4. Articulações. 4. Amplitude de movimento. I. Andrade, André Gustavo Pereira de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612.76

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: n° 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

FOLHA DE APROVAÇÃO

COMPARAÇÃO DO EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO NA RESPOSTA DA UNIDADE MÚSCULO-TENDÃO ENTRE MEMBROS

RODRIGO SILVA FADEL MARTINS

Dissertação submetida à 359ª Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação em CIÊNCIAS DO ESPORTE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DO ESPORTE, área de concentração TREINAMENTO ESPORTIVO.

Aprovada em 10 de maio de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade (orientador) – UFMG

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas – UFMG

Prof. Dr. Christian Emmanuel Torres Cabido – UFMA

Belo Horizonte, 10 de maio de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **André Gustavo Pereira de Andrade**, Professor do Magistério Superior, em 17/06/2021, às 18:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Christian Emmanuel Torres Cabido**, Usuário Externo, em 06/07/2021, às 21:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mauro Heleno Chagas**, Membro, em 08/07/2021, às 09:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_origem=arvore_visualizar&id_documento=828479&infra_sistema=... informando o código verificador 0787916 e o código CRC BBC48B53.

Dedico este trabalho aos meus pais Vander e Lacy, à minha esposa Juliana, aos meus filhos Matheus e Bernardo, à minha irmã Fabiana, aos colegas do BIOLAB e aos professores que tive ao longo dessa jornada de conhecimento, em especial ao Prof. André Gustavo Pereira de Andrade.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, eu agradeço a Deus por me dar forças, me abençoar, e me mostrar o caminho a ser seguido.

À minha mãe Lacy, exemplo de mulher guerreira, batalhadora, que se dedicou integralmente a dar o melhor que um filho poderia receber. Você é e sempre será minha maior inspiração!

Ao meu pai Vander, um herói, pautado pela serenidade e carinho, sempre me ajudando a enfrentar os desafios pessoais que vieram ao longo da vida.

À minha amada esposa Juliana. Obrigado por tudo e por tanto. Sua torcida, suas palavras de motivação, seu auxílio e seu amor são o combustível que me mantém focado em busca dos meus sonhos e objetivos!

Aos maiores amores da minha vida: meus filhos Matheus e Bernardo. Todo esforço e dedicação são para vocês e por vocês!

À minha irmã Fabiana, pela amizade e parceria. Você foi fundamental para esta conquista!

Ao meu sogro Geraldo, pela amizade, parceria e auxílio sempre em que necessitei, e à minha querida sogra Denise, por todo o suporte e carinho.

Agradeço também, em especial, ao Professor Dr. André Gustavo, pelo exemplo de pesquisador e professor. Eis minha maior referência e inspiração! Agradeço por abrir as portas do BIOLAB para que eu pudesse realizar esse sonho. Sou grato por sua contribuição com a minha formação, como fisioterapeuta e, agora, como pesquisador.

Aos membros da banca de defesa por terem aceitado o convite para fazerem parte desse processo.

Aos brasileiros, por custearem meus estudos em uma universidade pública!

Aos professores da EEFFTO e aos amigos de laboratório - BIOLAB (em especial Luiz Maculan, Matheus Milanez e Wandris Andrade).

As grandes conquistas são fruto de trabalho duro e perseverança. A determinação persegue o sucesso.+

(Kobe Bryant)

RESUMO

A flexibilidade é frequentemente investigada em estudos das áreas de reabilitação e esportes, sendo o seu desempenho mensurado pela amplitude de movimento máxima (ADM_{máx}). Porém, sua mensuração isolada retrata uma abordagem incompleta devido ao caráter multifatorial das adaptações ao treinamento. Logo, aspectos biomecânicos e sensoriais podem influenciar distintamente quando examinamos os membros de um mesmo indivíduo. Assim, o objetivo do presente estudo foi examinar o efeito agudo, após protocolo de alongamento em uma intensidade submáxima (ADM_{50%}), na resposta da UMT, nas variáveis ADM_{máx}, ADM_{ppda}, TORQUE_{máx}, TORQUE_{ppda}, e a rigidez dos músculos posteriores da coxa entre os membros inferiores. A amostra foi composta de 16 indivíduos do sexo masculino, adultos jovens, com idade entre 18 e 31 anos. Os voluntários passaram por duas sessões, uma de familiarização e uma sessão de controle. A intensidade ADM_{50%} foi determinada para o treinamento, controlada de maneira subjetiva, também em duas sessões de treinamento. Foram realizadas seis séries de 30s de alongamento na musculatura posterior da coxa no aparelho isocinético (*Flexmachine*), separadas em um intervalo de 48 a 72h. Para análise estatística foram calculadas as médias e o desvio padrão das variáveis ADM_{máx}, ADM_{ppda}, TORQUE_{máx}, TORQUE_{ppda} e rigidez. A análise de variância (ANOVA) *two way* de medidas repetidas, com os fatores tempo (pré e pós) e membro (direito e esquerdo). Se o teste F da ANOVA fosse significativo, o teste *post hoc* de Bonferroni era utilizado para identificar as diferenças entre os membros. Identificou-se apenas efeito principal de tempo, sendo a média do pós-teste maior que a média no pré-teste, sem diferença entre membros nas variáveis ADM_{máx} (Pré-teste: $120,10 \pm 14,92^\circ$ e Pós teste $128,53 \pm 15,07^\circ$) ($p = 0,001$, $d = 0,56$). TORQUE_{máx} (Pré-teste: $98,58 \pm 29,56^\circ$ e Pós-teste $107,97 \pm 33,20^\circ$) ($p = 0,001$, $d = 0,29$) e rigidez (Pré-teste: $2,11 \pm 0,61^\circ$ e Pós-teste $2,36 \pm 0,77^\circ$) ($p = 0,28$, $d = 0,37$). Já, para as variáveis ADM_{ppda} (Pré-teste MIE: $70,71 \pm 17,61^\circ$ e Pós teste MIE $74,42 \pm 17,27^\circ$) ($d = 0,21$), (Pré-teste MID: $69,83 \pm 13,52^\circ$ e Pós teste MID $76,33 \pm 14,92^\circ$) ($d = 0,45$) ($p = 0,21$), TORQUE_{ppda} (Pré-teste MIE: $25,39 \pm 13,02^\circ$ e Pós teste MIE $26,02 \pm 13,09^\circ$) ($d = 0,28$) e (Pré-teste MID: $26,99 \pm 12,34^\circ$ e Pós teste MID $28,89 \pm 14,02^\circ$) ($d = 0,14$) ($p = 0,45$), identificou-se uma interação significativa do pré-teste para o pós-teste em ambos os membros. Dessa forma, o presente estudo conclui que o treinamento agudo da flexibilidade na intensidade ADM_{50%} foi eficiente para o aumento da ADM_{máx}. Observou-se, ainda, que o treinamento agudo da flexibilidade na intensidade ADM_{50%} parece exercer uma similaridade na resposta do comportamento da UMT entre os membros.

Palavras-chave: Flexibilidade. Efeito agudo. Isquiotibiais. Aparelho Isocinético. Comparação entre membros. Resposta biomecânica. Resposta sensorial.

ABSTRACT

Flexibility is frequently investigated in studies in the areas of rehabilitation and sports, with its performance being measured by the maximum range of motion (ADMmax). However, its isolated measurement portrays an incomplete approach due to the multifactorial nature of adaptations to training. Therefore, biomechanical and sensory aspects may have a distinct influence when comparing members of the same individual. The aim of the present study was to compare the acute effect after stretching protocol at a submaximal intensity (ADM50%) in the UMT response in the variables ADMmax, ADMppda, TORQUEmax, TORQUEppda and stiffness of the posterior thigh muscles between the lower limbs. The sample consisted of 16 male individuals, young adults, aged between 18 and 31 years. The volunteers went through two familiarization sessions and one control session. The ADM50% intensity was determined for training, subjectively controlled, also in two training sessions. Six sets of 30s of stretching were performed on the posterior thigh muscles in the isokinetic apparatus (Flexmachine) separated at an interval of 48 to 72 hours. For statistical analysis, means and standard deviation of the variables ADMmax, ADMppda, TORQUEmax, TORQUEppda and stiffness were performed. A two-way analysis of variance (ANOVA) of repeated measures with the factors time (pre and post) and limb (right and left). If the ANOVA F test was significant, Bonferroni's post hoc test was used to identify differences between members. Only the main effect of time was identified, with the average of the post-test being greater than the average in the pre-test with no difference between members in the variables ADMmax (Pre-test: $120.10 \pm 14.92^\circ$ and Post-test $128.53 \pm 15.07^\circ$) ($p = 0,001$, $d = 0,56$), TORQUEmax (Pre-test: $98,58 \pm 29,56^\circ$ and Post-test $107,97 \pm 33,20^\circ$) ($p = 0,001$, $d = 0,29$) and stiffness (Pre-test: $2,11 \pm 0,61^\circ$ and Post-test $2,36 \pm 0,77^\circ$) ($p = 0,28$, $d = 0,37$). As for the variables ADMppda (Pre-test MIE: $70,71 \pm 17,61^\circ$ and Post-test MIE $74,42 \pm 17,27^\circ$) ($d = 0,21$), (Pre-test MID: $69,83 \pm 13,52^\circ$ e Post-test MID $76,33 \pm 14,92^\circ$) ($d = 0,45$) ($p = 0,21$) and TORQUEppda (Pre-test MIE: $25,39 \pm 13,02^\circ$ and Pos-test MIE $25,02 \pm 13,09^\circ$) ($d = 0,28$), (Pre-test MID: $26,99 \pm 12,34^\circ$ and Post-test MID $28,89 \pm 14,02^\circ$) ($d = 0,14$) ($p = 0,45$), a significant interaction was identified from the pre-test to the post-test on both members. In this way, the present study concludes that the acute flexibility training in the ADM50% intensity was efficient in increasing the ADMMÁX, and it seems to exert a similarity in the response of the UMT behavior between the members.

Keywords: Flexibility. Acute effect. Hamstrings. Isokinetic apparatus. Comparison between members. Biomechanical response. Sensory response.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 . Aparelho <i>Flexmachine</i>	26
Figura 2 . Posicionamento do voluntário no aparelho <i>Flexmachine</i>	28
Figura 3 . Apresentação esquemática do <i>continuum</i> de Tolerância ao alongamento	31
Figura 4 . Apresentação esquemática da curva torque passivo (N.m) vs ADM (°) ...	31
Figura 5 . Apresentação do decurso temporal associado ao protocolo experimental e delineamento experimental das sessões: familiarização, controle e treinamento	32
Figura 6 . Resultados da ANOVA para a variável ADMmáx.....	37
Figura 7 . Resultados da ANOVA para a variável TORQUEmáx	38
Figura 8 . Resultados da ANOVA para a variável ADMppda	39
Figura 9 . Resultados da ANOVA para a variável TORQUEppda	40
Figura 10 . Resultados da ANOVA para a variável RIGIDEZ	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise descritiva referente à idade, massa corporal, estatura e membro de preferência da amostra . (n=16)	
	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM	-	Amplitude de movimento
ADM _{máx}	-	Amplitude de movimento máxima
ADM _{ppda}	-	Amplitude de movimento correspondente ao momento em que foi percebida a primeira sensação de alongamento
ADM _{50%}	-	Amplitude de movimento correspondente a média entre a ADM da primeira sensação de alongamento (ADM _{ppda}) e a ADM da tolerância máxima ao alongamento (ADM _{máx}).
ANOVA	-	Análise de variância
BIOLAB	-	Laboratório de Biomecânica
CAAE	-	Certificado de Apresentação para Apreciação
CCI	-	Coeficiente de correlação intraclasse
CENESP	-	Centro de Excelência Esportiva
COEP	-	Comitê de ética e pesquisa
CON	-	Condição Controle
CS	-	Controle subjetivo
CV	-	Coeficiente de variação
<i>DasyLab</i>	-	<i>Data Acquisition System Laboratory</i>
DP	-	Desvio Padrão
EEFFTO	-	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
EPM	-	Erro padrão de medida
IHM	-	Interface homem- máquina
η^2	-	<i>Eta Squared</i>
MMII D/E	-	Membros inferiores (direito e/ ou esquerdo)
PPDA	-	Primeira sensação de alongamento

RP	-	Rigidez passiva
s	-	Segundos
SF1	-	Sessão de Familiarização 1
SF2	-	Sessão de Familiarização 2
ST1	-	Sessão de treinamento 1
ST2	-	Sessão de treinamento 2
SPSS	-	<i>Statistics Package for Social Science</i>
TC	-	Torque constante
TCLE	-	Termo de consentimento livre e esclarecido
TORQUE _{máx}	-	Torque máximo
TORQUE _{ppda}	-	Torque correspondente ao ponto da ADM _{ppda}
TORQUE _{50%}	-	Torque correspondente ao ponto da ADM _{50%}
TR	-	Torque de resistência
UFMG	-	Universidade Federal de Minas Gerais
UMT	-	Unidade Músculo-Tendão
URA	-	Umidade relativa do ar
	-	Poder estatístico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVO.....	23
1.2 HIPÓTESES.....	23
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
2.1 Cuidados Éticos.....	24
2.2 Cálculo Amostral.....	24
2.3 Amostra.....	25
3 INSTRUMENTAÇÃO E MEDIDAS.....	27
3.1 Temperatura ambiente.....	27
3.2 APARELHO <i>FLEXMACHINE</i>	27
3.3 POSICIONAMENTO DO VOLUNTÁRIO.....	28
3.4 PROTOCOLO DE TESTE.....	29
3.5 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO.....	31
3.5.1 ADM_{máx} e TORQUE_{máx}	31
3.5.2 ADM_{ppda} e TORQUE_{ppda}	31
3.5.3 ADM_{50%} e TORQUE_{50%}	31
3.5.4 Rigidez passiva	32
4 PROCEDIMENTOS.....	33
4.1 FAMILIARIZAÇÃO.....	34
4.2 SESSÃO DE CONTROLE.....	35
4.3 SESSÃO TREINAMENTO.....	35
5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	37
6 RESULTADOS.....	38
6.1 ADM _{máx}	38
6.2 TORQUE _{máx}	39
6.3 ADM _{ppda}	39
6.4 TORQUE _{ppda}	40
6.5 RIGIDEZ.....	41
7 DISCUSSÃO.....	43
7.1 ADM _{máx} e TORQUE _{máx}	44
7.2 ADM _{ppda} e TORQUE _{ppda}	49

7.3 RIGIDEZ	51
8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	56
9 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	58
ANEXO	64
APÊNDICES.....	65

1 INTRODUÇÃO

A flexibilidade é, frequentemente, investigada em estudos das áreas de reabilitação e esportes (SAHRMANN *et al.*, 2002; AQUINO *et al.*, 2006), sendo seu aumento uma das metas pretendidas com a realização de diferentes programas de treinamento em diferentes contextos (MEDEIROS e LIMA *et al.*, 2017). Segundo a literatura, a variável amplitude de movimento (ADM) tem sido utilizada para expressar alterações no comprimento da unidade músculo-tendão (UMT), quando submetida ao exercício de alongamento (HERDA *et al.*, 2012). Assim, o aumento da ADM máxima (ADM_{máx}) indica a melhora dessa capacidade (CHAGAS *et al.*, 2008; MAGNUSSON *et al.*, 2000).

Alterações na ADM_{máx} podem ser provocadas utilizando exercícios de alongamento (TAYLOR, *et al.*, 1997; DECOSTER, *et al.*, 2004) por meio de diferentes técnicas: dinâmicas, estáticas e de facilitação neuromuscular proprioceptiva (NELSON, *et al.*, 2005). O aumento da ADM_{máx}, após uma única sessão de treinamento de flexibilidade (efeito agudo), tem sido relatado em diferentes estudos (CABIDO *et al.*, 2014; HERDA *et al.*, 2011). Porém, a sua mensuração de forma isolada retrata uma abordagem incompleta para o entendimento do comportamento da UMT ao alongamento (WEPPLER e MAGNUSSON, 2010). Esse entendimento incompleto se deve ao fato de que as adaptações ao treinamento possuem um caráter multifatorial (WEPPLER e MAGNUSSON, 2010). Apesar de a maioria dos estudos utilizar a ADM como variável de desfecho após programas de alongamento, isso não significa que somente a sua variação deve ser investigada. Uma justificativa para tal fato seria a de que os aumentos na ADM podem ocorrer devido a mudanças estruturais e viscoelásticas nos tecidos (KUBO *et al.*, 2002). Dessa forma, com o intuito de investigar tais alterações após uma sessão de alongamento, têm-se realizado medidas de torque passivo de resistência em associação com a ADM (LAROCHE *et al.*, 2006). Para que ocorra o aumento do comprimento muscular, uma força precisa ser aplicada para provocar movimento rotatório na articulação, tornando a medida da ADM sempre dependente da quantidade de torque aplicado (WEPPLER e MAGNUSSON, 2010). Isso implica dizer que, quando analisado para um mesmo indivíduo, que quanto maior for o torque aplicado, maior será a ADM de uma

articulação. De tal modo, é importante analisar outros aspectos biomecânicos como rigidez e torque máximo, por exemplo.

Assim, considerando os aspectos biomecânicos, uma redução da rigidez pode levar a um aumento de ADM após o treinamento agudo da flexibilidade (MARSHALL *et al.*, 2011; PEIXOTO, 2014; TOFT *et al.*, 1989). Tal fato caracteriza-se por uma diminuição da resistência oferecida pela UMT durante a aplicação da técnica de alongamento ao longo do tempo (TAYLOR *et al.*, 1990). Apesar de vários autores terem investigado o comportamento da rigidez após diferentes configurações da carga de treinamento de flexibilidade (HERDA *et al.*, 2011; YEH *et al.*, 2005), do ponto de vista do treinamento agudo da flexibilidade, a literatura se apresenta inconsistente em relação ao comportamento dessa variável. Essa inconsistência se justifica pelas várias possibilidades de se calcular a rigidez a partir da curva-torque passivo *versus* ADM (MAGNUSSON *et al.*, 2000; AAGAARD e NIELSON, 2000). Tradicionalmente, a curva-torque passivo *versus* ADM é dividida em três terços, sendo que a rigidez é comumente calculada no terceiro terço dessa curva (MAGNUSSON *et al.*, 1996b), devido ao fato de o seu coeficiente de variação ser baixo (CV = 5,8 a 14,5%). Entretanto, diferentes estudos calculam a rigidez de formas distintas, o que poderia levar a uma influência nos resultados devido ao método de cálculo utilizado, gerando possíveis divergências entre os achados.

Diferentemente de outras capacidades físicas, como a força muscular, por exemplo, a literatura relata a utilização de diferentes componentes para a mensuração da ADM e de configurações da carga de treinamento da flexibilidade (ROBERTS *et al.*, 1999; WILLY *et al.*, 2001). Portanto, não se apresenta um consenso sobre a configuração desses componentes da carga de treinamento da flexibilidade que possibilite maiores ganhos de ADM (CHAN *et al.*, 2001). Entre os diferentes componentes da carga de treinamento, por exemplo, encontra-se a intensidade do estímulo de alongamento (MARSCHALL *et al.*, 1999). Assim, em função das afirmações anteriores, há uma dificuldade de manipular as respostas agudas ao treinamento da flexibilidade (APOSTOLOPOULOS *et al.*, 2015). Devido a essa dificuldade e escassez no campo da pesquisa, propõe-se investigar tais respostas no presente estudo, considerando o alongamento do grupo de músculos posteriores da coxa, que são constantemente exigidos em diversas modalidades de alto

rendimento esportivo, e, por isso, frequentemente acometidos por lesões (DE BARANDA *et al.*, 2010).

A literatura sugere também, além das adaptações biomecânicas, que o treinamento da flexibilidade pode promover adaptações sensoriais (WEPPLER e MAGNUSSON, 2010). Especula-se, assim, que a intensidade do estímulo ao alongamento pode promover um aumento da capacidade do indivíduo tolerar a dor e, conseqüentemente, permitir que o mesmo alcance ADMs maiores (HALBERTSMA *et al.*, 2001; MAGNUSSON *et al.*, 1996b). Conceitualmente a ADM_{máx} que um indivíduo suporta pode representar o limite superior da tolerância do indivíduo ao alongamento, sendo essa uma medida considerada representativa do desempenho associado com a capacidade motora da flexibilidade (ALTER *et al.*, 2004). Embora diferentes possibilidades sejam utilizadas para a mensuração da ADM_{máx}, o critério utilizado nesse estudo para a sua determinação foi a tolerância máxima do indivíduo ao alongamento (BLAZEVICH *et al.*, 2012; HALBERTSMA *et al.*, 1994; MAGNUSSON *et al.*, 2000).

Outra variável relacionada à tolerância do indivíduo ao alongamento, e que tem sido investigada, é a primeira sinalização da dor+ (*first detection of pain*), analisada no estudo de Halbertsma e Göeken (1994). Tais autores analisaram a primeira percepção de alongamento (PPDA) a partir da primeira sensação de tensão na musculatura, gerada durante o alongamento passivo. Similarmente, nos estudos de Halbertsma *et al.* (1999) e de Halbertsma *et al.* (2001), é analisada a tolerância do indivíduo ao alongamento. Em tais estudos, a primeira sensação de dor (*the first sensation of pain*) era relatada quando o sujeito a sinalizava, por meio de um dispositivo, significando o início da dor ou do desconforto na região posterior da coxa. E a avaliação da tolerância máxima (*stretch tolerance*) era definida pela ADM_{máx}, em que o voluntário acionava o dispositivo quando não conseguisse mais alongar a musculatura posterior de sua coxa. Sendo assim, a ADM_{máx} e a ADM correspondente ao momento em que foi percebida a primeira sensação de alongamento (ADM_{ppda}) representariam extremidades de um *continuum* de tolerância do indivíduo ao alongamento. Ademais, tanto a ADM_{máx} quanto a ADM_{ppda} apresentam elevados valores de CCI (CCI_{3,k} para ADM_{máx} = 0,98; CCI_{3,k} para ADM_{ppda} = 0,93) (CABIDO *et al.*, 2014).

De Carvalho (2015) verificou que os indivíduos podem ser capazes de identificar de maneira confiável valores de ADM dentro desse *continuum* de tolerância. Os indivíduos foram capazes de identificar um ponto específico contido entre os extremos dentro do *continuum* de tolerância ao alongamento correspondente a 50%, entre a ADMppda e ADMmáx, de forma confiável ($CCI_{3,k} = 0,98$). Esse pressuposto evidencia que os indivíduos são capazes de reproduzir a sensação de alongamento dentro do *continuum* de tolerância (DE CARVALHO, 2015) e que a resposta aguda após um treinamento de flexibilidade na intensidade ADM_{50%} pode promover ganhos de ADMmáx (ANDRADE, 2019). Assim, é possível inferir que os indivíduos podem treinar em diferentes intensidades de alongamento dentro do *continuum* de tolerância, sendo a intensidade correspondente a 50% entre a ADMppda e ADMmáx, denominada ADM_{50%} a que será utilizada para a realização do presente estudo. Nesse sentido, o estímulo ao alongamento pode promover um aumento da capacidade do indivíduo tolerar a dor e, conseqüentemente, permitir que ele alcance amplitudes de movimento maiores (MAGNUSSON *et al.*, 1996). Isso ocorre por meio da modificação da sensação de desconforto ao alongamento (MAGNUSSON *et al.*, 2000; WEPLER e MAGNUSSON, 2010). Assim, é possível que o treinamento da flexibilidade gere adaptações no sentido de aumentar a tolerância do indivíduo à dor gerada durante o alongamento, modificando a resposta de nociceptores presentes nas articulações e nos músculos alongados (MAGNUSSON *et al.*, 1996).

Entretanto, nenhum dos estudos anteriormente citados comparou o efeito agudo das respostas nas variáveis biomecânicas (rigidez e torque máximo) e sensoriais (ADMmáx e ADMppda) após o treinamento da flexibilidade dos músculos posteriores da coxa entre os membros. Comumente, os estudos que investigam os efeitos agudos do treinamento da flexibilidade se apoiam nos critérios de análise feitos, geralmente, a partir de um dos membros, por ser esse o dominante ou de maior preferência do indivíduo (AMIRI-KHORASANI e SOTOODEH, 2013). Os estudos anteriormente citados também costumam analisar o alongamento de dois membros e fazer a média da resposta entre eles (FREITAS *et al.*, 2015). No entanto, tais procedimentos metodológicos como o cálculo da média da variável obtida entre os dois membros ou a adoção da resposta obtida no membro dominante, partem da premissa de que os membros respondem de forma idêntica (simétrica) ao treinamento de flexibilidade. Em relação a outras capacidades, como a força

muscular, a literatura mostra que os membros inferiores não participam, necessariamente, de maneira simétrica em relação à produção de força durante os saltos (HEWIT *et al.*, 2012; IMPELLIZZERI *et al.*, 2007; MENZEL *et al.*, 2013). Neste sentido, ainda não existem dados disponíveis sobre as respostas agudas nas variáveis biomecânicas e sensoriais de maneira distinta entre os membros inferiores quando submetidos a um protocolo de treinamento de flexibilidade. Considerando que os membros inferiores podem apresentar respostas agudas distintas quando submetidos a um protocolo de treinamento em relação ao ganho de ADM, a obtenção de informações e dados sobre essas respostas da UMT em relação treinamento agudo de flexibilidade na intensidade correspondente a 50% entre a ADM_{ppda} e ADM_{máx} (ADM_{50%}) poderá oferecer um maior entendimento acerca dos possíveis fatores que possam implicar em considerar ou não os membros como unidades amostrais independentes.

Em relação aos aspectos biomecânicos, os músculos posteriores da coxa de cada membro inferior poderiam responder de forma distinta a uma mesma intensidade de treinamento, devido às alterações e características estruturais singulares da UMT (morfologia) de cada membro. Alterações nos componentes, como viscoelasticidade, relação força-comprimento e rigidez (KNUDSON *et al.*, 2006; DE DEYNE *et al.*, 2001; TAYLOR *et al.*, 1990), podem acontecer diferentemente entre os membros devido a essas particularidades teciduais. Isso demonstra a não influência do treinamento de um membro sobre o outro, não justificando, portanto, o uso os membros como unidades amostrais independentes (KNUDSON *et al.*, 2006; DE DEYNE *et al.*, 2001; TAYLOR *et al.*, 1990). Um exemplo dessa resposta distinta entre membros seria a análise comparativa da musculatura posterior da coxa entre membros de um mesmo indivíduo, em que em uma delas existe um histórico prévio de lesão (estiramento muscular), e, na outra, não. No membro lesionado, a área tecidual acometida apresenta uma alteração morfológica com uma redução no número de sarcômeros em série (JARVINEN *et al.*, 1997), presença de infiltração no tecido conectivo e deposição aleatória de colágeno imaturo com redução do peso líquido muscular (BLOOMFIELD *et al.*, 1997) e de água, tornando o tecido menos elástico e mais quebradiço (ENGLES *et al.*, 2001), favorecendo a formação de ligações intermoleculares, aumentando a rigidez tecidual (DE ARAÚJO *et al.*, 2012).

Consequentemente, gera-se tensão, implicando em uma limitação da amplitude de movimento articular (ENGLES *et al.*, 2001). Uma maior quantidade de força, então, será requerida para mobilizar o tecido lesionado (ENGLES *et al.*, 2001; WOO *et al.*, 1975). Portanto, uma mesma intensidade de alongamento aplicada em ambos os membros pode levar a respostas distintas devido a esses aspectos biomecânicos e morfológicos.

Entretanto, diferentemente do ponto de vista biomecânico, e em relação aos aspectos sensoriais, pode-se especular que, aplicando uma mesma intensidade de estímulo, a resposta dos músculos posteriores da coxa seja similar entre os membros inferiores. Isso se deve ao fato de que o nível de tolerância do indivíduo à dor, gerado durante o alongamento, pode ser influenciado por aspectos de controle neural. Alterações nos receptores específicos para a dor, que são responsáveis pelo monitoramento da integridade da UMT (ROCHA *et al.*, 2007), vão influenciar no limiar e na frequência de disparo de potenciais de ação (LEVINE *et al.*, 1994), podendo modificar a resposta nas articulações e nos músculos alongados (MAGNUSSON *et al.*, 1996b). Além disso, os circuitos intramedulares possuem a capacidade de alterar o estímulo e a consequente resposta dolorosa, sendo que a interação entre esses circuitos medulares determinará as mensagens que atingirão o córtex cerebral. Nesse sentido, há modificação da interpretação dolorosa a nível central, indicando uma alteração na resposta ao estímulo doloroso (WOOLF *et al.*, 1993). Com o treinamento, esses receptores sensoriais nos tecidos envolvidos são estimulados, fazendo com que aconteçam adaptações (no sentido de aumentar a tolerância do indivíduo à dor), associadas a uma intensidade de exercício de alongamento. Esse processo modifica a integração, a organização e a interpretação desse estímulo pelo sistema nervoso central (BAGRICHEVSKY *et al.*, 2002).

Andrade (2019) investigou a resposta aguda de diferentes intensidades de alongamento, controladas de forma objetiva e subjetiva. O experimento foi realizado de modo aleatório, sem que houvesse uma ordem das condições de treinamento da musculatura posterior das coxas (membros inferiores). O Treinamento em que a intensidade do estímulo foi controlada de forma objetiva, consistia no controle da intensidade de acordo com o registro da magnitude de torque executado durante a manobra de alongamento (torque constante). Já no treinamento em que a

intensidade do estímulo foi controlada de forma subjetiva, o indivíduo ia realizando ajustes em relação à intensidade estabelecida para o treinamento. Tais ajustes ocorriam à medida que ele ia percebendo a modificação na sensação inicial e no ângulo da articulação (*i.e.*, aumento da ADM), até voltar a perceber a primeira sensação determinada para o treinamento. Ambos os membros inferiores passaram pelo treinamento objetivo e subjetivo, e o autor verificou que, com uma mesma intensidade, independentemente da forma de controlá-la, houve similaridade nas respostas para aumento da ADM_{máx}. Assim, essa igualdade na resposta ao treinamento em uma mesma intensidade pode ocorrer devido ao fato de que o controle e a modulação dessas respostas se dão em relação ao funcionamento do sistema nervoso central.

Portanto, pode-se especular que as variáveis biomecânicas e sensoriais podem apresentar respostas distintas entre membros considerando uma mesma intensidade de alongamento. Além disso, um aspecto importante do ponto de vista da análise estatística diz respeito a considerar ou não os membros inferiores do mesmo indivíduo como unidades experimentais independentes. Se considerarmos que o indivíduo é a menor unidade a fornecer a informação e, portanto, ser a unidade amostral, as respostas obtidas nos membros inferiores seriam consideradas como dependentes ou pareadas e, neste caso, as medidas obtidas nos lados direito e esquerdo poderiam ser resumidas em um valor médio. Entretanto, considerando como exposto anteriormente no exemplo relacionado as variáveis biomecânicas de que os membros inferiores de um indivíduo podem responder de forma distinta a um mesmo estímulo de treinamento, estes deveriam ser considerados como as unidades amostrais independentes e o tratamento estatístico seria diferente neste caso (YING *et al.*, 2017). Desta forma, medir a flexibilidade de um único membro, no caso, o dominante, e negligenciar a medida do membro não dominante, seria assumir que as respostas biomecânicas e sensoriais encontradas em um único membro seriam similares àquele não estudado. Isso poderia influenciar significativamente os achados e as interpretações de muitas investigações, resultando em possíveis erros de interpretação e em perda de informações (MENZ *et al.*, 2004; YING *et al.*, 2017).

No entanto, até o presente momento, nenhum estudo reportado à literatura aplicou esse conceito ao estudo da flexibilidade, utilizando um delineamento experimental

adequado que permitisse comparar a resposta das variáveis supracitadas entre os membros inferiores.

Em vista dos argumentos apresentados, propõe-se a realização de um estudo que permita investigar o efeito agudo do alongamento dos membros inferiores de maneira a comparar as respostas dos membros de um mesmo indivíduo. Desse modo, poder-se-á obter informações sobre uma possível diferenciação do efeito do alongamento entre membros e dos mecanismos envolvidos durante o treinamento agudo da flexibilidade.

1.1 OBJETIVO

Comparar o efeito agudo após protocolo de alongamento em uma intensidade submáxima ($ADM_{50\%}$) com a resposta da UMT nas variáveis $ADM_{máx}$, ADM_{ppda} , $TORQUE_{máx}$, $TORQUE_{ppda}$ e rigidez dos músculos posteriores da coxa entre os membros inferiores.

1.2 HIPÓTESES

H1: A primeira hipótese é a de que haverá diferença significativa no efeito agudo do comportamento da UMT entre os membros de um mesmo indivíduo, considerando que as adaptações biomecânicas serão predominantes. Verifica-se tal hipótese após protocolo de alongamento de intensidade submáxima ($ADM_{50\%}$), nas médias das variáveis $TORQUE_{máx}$, $TORQUE_{ppda}$ e rigidez dos músculos posteriores da coxa.

H2: A segunda hipótese é a de que não haverá diferença significativa na resposta do efeito agudo do comportamento da UMT entre os membros de um mesmo indivíduo, considerando que as adaptações sensoriais serão predominantes. Verifica-se tal hipótese após protocolo de alongamento de intensidade submáxima ($ADM_{50\%}$) nas médias das variáveis $ADM_{máx}$ e ADM_{ppda} dos músculos posteriores da coxa.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Cuidados Éticos

Essa é uma pesquisa de cunho experimental, realizada no Laboratório de Biomecânica (BIOLAB), do Centro de Excelência Esportiva (CENEX), situado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO). Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG), sob o parecer número CAAE: 80248717.0.0000.5149 (Anexo A). Todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/12) envolvendo pesquisas com seres humanos foram respeitadas.

Antes de iniciarem a participação nesse estudo, os voluntários foram informados dos objetivos da pesquisa, procedimentos metodológicos e cronologia do estudo. Além disso, foram informados dos benefícios e possíveis riscos relacionados à participação no experimento. Após esclarecimentos, os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) para participação, com cláusula a respeito da liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento. Todos os dados foram mantidos em sigilo no intuito de preservar a privacidade dos voluntários, estando a saúde e bem-estar deles sempre acima de qualquer interesse.

2.2 Cálculo Amostral

Após aprovação do COEP-UFMG, foi realizado um estudo piloto para definir o tamanho da amostra, e, para o cálculo amostral, utilizou-se o programa GPower (3.1.9.2 (Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Alemanha). Para a realização do piloto, foram selecionados seis voluntários e a variável de maior coeficiente de variação (CV) foi utilizada para o cálculo amostral. Entre as variáveis analisadas, a variável rigidez apresentou o maior coeficiente de variação (CV) (29,71%), e o cálculo amostral do presente estudo foi realizado considerando essa variável. A Análise de Variância (ANOVA) para cálculo amostral do tipo χ^2 priori+ também foi utilizada, adotando um nível de significância de 5% e poder estatístico de 80%.

Considerando possíveis perdas amostrais, o cálculo amostral resultou em um n total de 12 voluntários. Considerando a possibilidade de perda amostral de 20%, como margem de segurança, optou-se por coletar um n total de 16 indivíduos.

2.3 Amostra

A amostra foi composta por 16 indivíduos do sexo masculino, adultos jovens, com idade entre 18 e 31 anos, estudantes da UFMG. A convocação dos indivíduos da amostra foi realizada mediante contatos pessoais e avisos afixados (APÊNDICE B) nos murais da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da UFMG. Considerando que existem desempenhos distintos entre os sexos, para as variáveis ADM articular e rigidez passiva (BLACKBURN *et al.*, 2004), somente indivíduos do sexo masculino foram selecionados para composição da amostra.

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: 1) ausência de histórico recentes (últimos seis meses) de lesões ou dores musculoesqueléticas dos membros inferiores (MMII), coluna e pelve; 2) não estar participando nos últimos seis meses de qualquer atividade que envolva o treinamento de flexibilidade ou força para os MMII; 3) possuir ADM de extensão de joelho inferior a 142° quando posicionado no aparelho *Flexmachine*. Os critérios para exclusão foram: 1) desistência por parte do voluntário a qualquer momento da coleta; 2) ter praticado algum tipo de treinamento de flexibilidade ou força durante o período de coleta de dados; 3) não ter comparecido aos locais de coleta no dia e hora estabelecidos; 4) sofrer algum tipo de lesão musculoesquelética de membros inferiores, coluna ou pelve.

Os voluntários foram orientados a não realizar qualquer exercício físico que envolvesse os MMII nas 48 horas anteriores ao início das coletas, bem como durante o período das coletas. Todos os indivíduos do experimento receberam as orientações necessárias. Também foi proposta uma participação dos voluntários em atividade extra, sem que houvesse coleta de dados, para familiarização com a atividade a ser realizada. O propósito era garantir que os voluntários entendessem

tudo no teste, assegurando que a percepção das intensidades e o registro das mesmas estariam bem claros, evitando erros de mensuração.

Para a caracterização da amostra, foram coletadas medidas antropométricas, como massa corporal (Kg) e estatura (m), realizadas com a utilização de uma balança Filizola® e do estadiômetro acoplado a este equipamento, com precisões de 0,1 Kg e 0,5 centímetro (cm), respectivamente. Os dados referentes às características da amostra estão presentes na TABELA 1.

TABELA 1. Análise descritiva referente à idade, massa corporal, estatura e membro de preferência da amostra . (n=16)

	Média ± DP	Valores de mínimo e máximo
Idade (anos)	24,2 ± 3,3	21 - 31
Massa (Kg)	76,3 ± 8,6	63 . 90,4
Estatura (cm)	176,9 ± 4,9	169 . 184,5
Preferência	11 destros/5 canhotos	

Legendas da Tabela: DP (desvio padrão); MMII D/E (membros inferiores direito/esquerdo); Amplitude (refere-se a valores mínimo e máximo). A idade e membro de preferência foram obtidos por meio de questionário simples.

Fonte: Elaboração própria.

3 INSTRUMENTAÇÃO E MEDIDAS

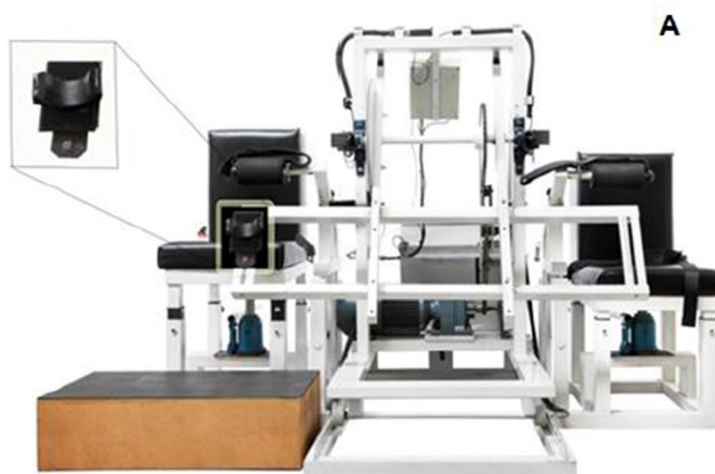
3.1 Temperatura ambiente

As coletas foram realizadas no BIOLAB. A temperatura e a umidade relativa do ar (URA) foram monitoradas por um termômetro digital (Termo Higrômetro SH-122, J.Prolab, Brasil), com precisão de $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$. O termômetro foi posicionado no interior do laboratório, aproximadamente a 3m dos voluntários. As médias e desvios padrão da temperatura ambiente do BIOLAB para todas as sessões apresentaram $24,0 \pm 3,1$ C.

3.2 APARELHO FLEXMACHINE

Para mensuração das variáveis do estudo, durante o movimento de extensão passiva do joelho, foi utilizado um aparelho isocinético denominado *Flexmachine* (PEIXOTO *et al.*, 2015; CABIDO *et al.*, 2014; CHAGAS *et al.*, 2016). Esse aparelho foi desenvolvido no laboratório de biomecânica (BIOLAB) da UFMG para investigar os efeitos agudos e crônicos, durante uma manobra de alongamento dos músculos posteriores da coxa. A execução do alongamento na máquina permite mensurar e treinar de forma separada cada MMII (FIGURA 1).

FIGURA 1 - Aparelho Flexmachine



Fonte: Arquivo de fotos do BIOLAB-CENESP

Esse aparelho consiste de duas cadeiras conectadas lateralmente a um braço mecânico, sendo uma para o membro inferior esquerdo e outra para o membro inferior direito. Cada cadeira possui um ajuste vertical, um encosto com inclinação de 95° e um assento com desnível de aproximadamente três centímetros de sua região posterior em relação à anterior, para minimizar a retroversão pélvica. Com o objetivo de reduzir possíveis movimentos compensatórios na pelve e nos MMII, o terço distal da coxa do membro inferior testado e as espinhas ilíacas anterossuperiores foram fixadas com cintas de velcro.

3.3 POSICIONAMENTO DO VOLUNTÁRIO

O voluntário ficou assentado no aparelho *Flexmachine* com o terço distal do membro inferior examinado sobre o suporte para a coxa (FIGURA 2). Utilizando um goniômetro digital (Bosch, DWM 40 L), o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur foram alinhados para posicionar o quadril a 135° de flexão (45° em relação ao assento). A cadeira e o aparelho *Flexmachine* foram ajustados para alinhar o côndilo lateral do fêmur do membro inferior testado ao eixo do braço mecânico. A plataforma de força foi posicionada a uma distância de aproximadamente 2 cm acima do maléolo e, na sequência, o membro inferior testado foi posicionado sobre ela. O pé contralateral também foi posicionado sobre um suporte de madeira de alturas variáveis para manter toda a região plantar apoiada.

FIGURA 2 - Posicionamento do voluntário no aparelho Flexmachine.



Fonte: Arquivo de fotos do BIOLAB-CENESP

3.4 PROTOCOLO DE TESTE

O protocolo de teste adotado nessa pesquisa é similar ao utilizado em estudos prévios (CABIDO *et al.*, 2014; PEIXOTO *et al.*, 2015; DE CARVALHO, 2015), nos quais foram realizadas seis tentativas válidas para cada membro inferior. As três primeiras tentativas foram utilizadas como parâmetro de acomodação tecidual e a média das três restantes foi utilizada para a análise dos dados. Em cada tentativa, o joelho foi estendido passivamente pelo braço mecânico do *Flexmachine* a uma velocidade 5°/s (BLACKBURN *et al.*, 2004) até alcançar a ADMmáx suportada pelo voluntário, e, em seguida, retornar à posição inicial. O intervalo entre cada tentativa foi de aproximadamente 30 segundos, tempo necessário para a subida e descida do braço mecânico do *Flexmachine* e ajuste do programa.

O voluntário permanecia com a musculatura relaxada durante todo o procedimento de coleta, e recebia dois dispositivos, sendo um para acionamento do motor e outro para registro das intensidades (ADMppda, ADM_{50%}, ADMmáx) (FIGURA 3). Durante o movimento de extensão do joelho, ao perceber a primeira sensação de alongamento (ADMppda), o indivíduo pressionava o botão do dispositivo que registrava as intensidades, o mesmo acontecendo sequencialmente nos registros da ADM_{50%} e ADMmáx. Ao alcançar a ADMmáx, o voluntário soltava o botão de subida do braço mecânico e, imediatamente, acionava o botão responsável pela descida do

braço mecânico até que esse retornasse à posição inicial. Para todas as avaliações, o voluntário usou uma venda nos olhos, a fim de evitar que fosse estabelecido um ponto visual para a determinação das variáveis do estudo.

A ADM foi registrada através de um potenciômetro localizado em um eixo de rotação com um braço mecânico, que era acionado por um dispositivo eletrônico manual (subida e descida do braço) induzido por um motor. Para registro da ADM através dos valores mensurados das posições iniciais, medianas e finais do braço mecânico pelo potenciômetro, foi utilizado o *software DasyLab 11.0 (Dasytech Laboratories, 32 bits)*. A equação linear $f(X) = ax + b$ também foi realizada para calcular a relação entre a ADM do braço e a voltagem do potenciômetro.

Durante o processo de coleta da ADM_{máx}, outro dispositivo foi utilizado pelos voluntários para registro da ADM_{ppda} e ADM_{50%}, o qual era acionado assim que os indivíduos percebessem a primeira sensação de alongamento e assim que a percepção correspondesse à metade entre os limites inferior (ADM_{ppda}) e superior (ADM_{máx}). Esse método foi utilizado como indicador de intensidade do estímulo ao alongamento em estudos experimentais envolvendo o treinamento da flexibilidade (KAY *et al.*, 2015).

A rigidez passiva foi obtida de forma indireta, como realizado em estudos prévios (MAGNUSSON *et al.*, 1997; CABIDO *et al.*, 2014). Inicialmente, o torque foi plotado em função da ADM (curva torque vs ADM) e em seguida, a fim de retirar um trecho onde pode ter havido contribuição ativa na resistência muscular ao alongamento, foi feito um corte a 80% da ADM_{máx}. A partir desse corte, a curva foi dividida em três partes, sendo o terceiro terço escolhido para análise. A rigidez passiva é uma propriedade biomecânica importante, pois, por meio da curva torque . ADM, é possível obter informações quanto a possíveis alterações no seu comportamento quando submetida ao alongamento, tanto agudo quanto crônico (CABIDO *et al.*, 2014).

3.5 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO

3.5.1 ADM_{máx} e TORQUE_{máx}

A ADM_{máx} foi definida pela máxima amplitude de movimento tolerada pelo indivíduo, durante a manobra de teste, na extensão passiva do joelho. O TORQUE_{máx} é o valor de torque que corresponde a essa ADM articular, como realizado em outros estudos (MAGNUSSON *et al.*, 2000; CABIDO *et al.*, 2014; PEIXOTO *et al.*, 2015).

3.5.2 ADM_{ppda} e TORQUE_{ppda}

A ADM_{ppda} foi definida pela ADM que corresponde a primeira sensação de alongamento, durante a manobra de teste, na extensão passiva do joelho. Simultaneamente, o TORQUE_{ppda} correspondente a ADM_{ppda} também foi registrado, como reportado em estudos prévios (CABIDO *et al.*, 2014; CHAGAS *et al.*, 2016).

3.5.3 ADM_{50%} e TORQUE_{50%}

A ADM_{50%} foi definida pela ADM da sensação de alongamento correspondente a média entre a ADM da primeira sensação de alongamento (ADM_{ppda}) e a ADM da tolerância máxima ao alongamento (ADM_{máx}). Com o devido registro foi possível determinar simultaneamente o torque que corresponde a esta ADM (Torque_{50%}).

Todas as variáveis acima citadas estão representadas dentro do *continuum* de Tolerância ao alongamento (FIGURA 3).

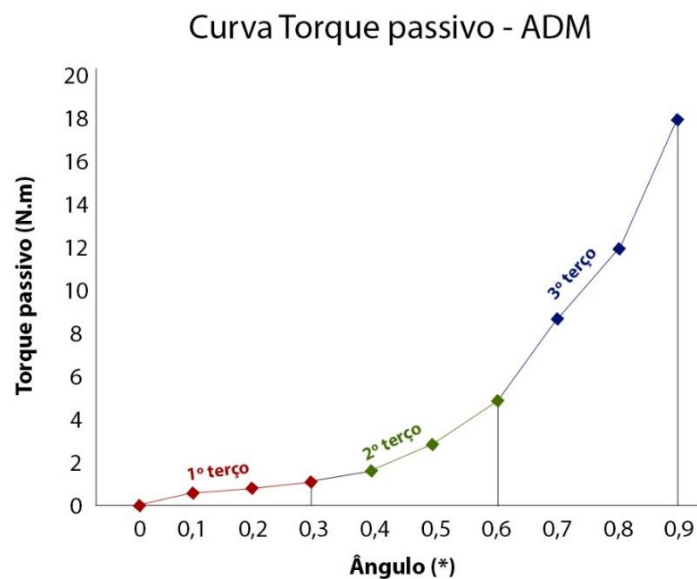
FIGURA 3 . Apresentação esquemática do *continuum* de Tolerância ao alongamento.



3.5.4 Rigidez passiva

A rigidez passiva é uma estimativa da resistência passiva que a UMT oferece ao alongamento, sendo representada pela inclinação da curva torque passivo vs ADM (MAGNUSSON *et al.*, 1996a; CHAGAS *et al.*, 2016). (FIGURA 4).

FIGURA 4 . Apresentação esquemática da curva torque passivo (N.m) vs ADM (°)



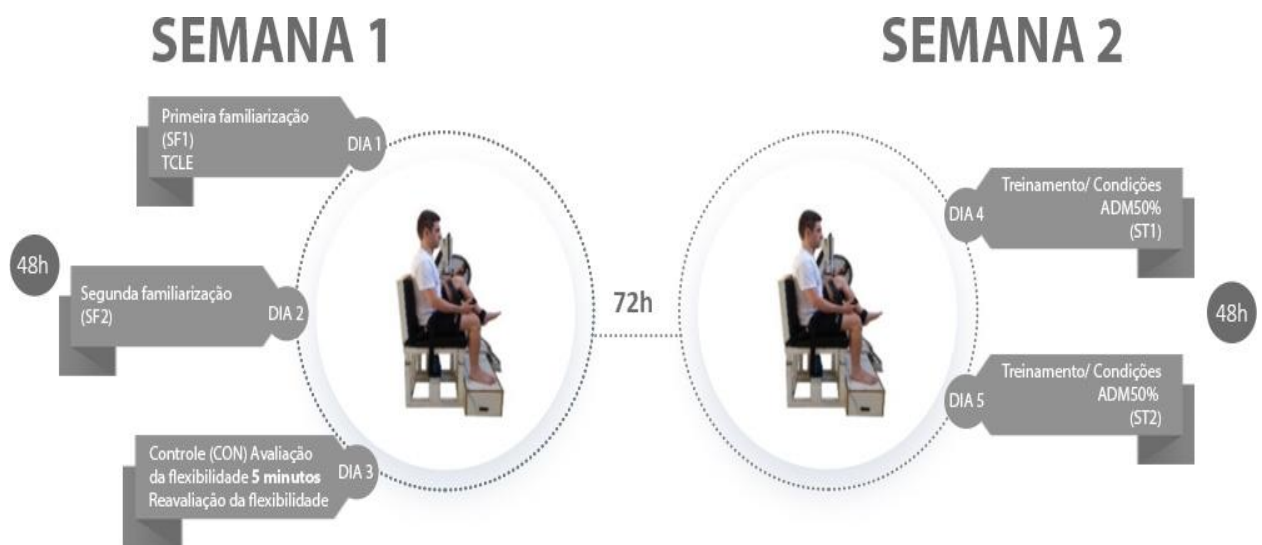
Fonte: Elaboração própria

Legenda: 1º terço: Área correspondente ao primeiro terço da curva, 2º terço: Área correspondente ao segundo terço da curva, 3º terço: Área correspondente ao terceiro terço da curva.

4 PROCEDIMENTOS

Durante o estudo, todos os voluntários compareceram ao Biolab (UFMG) em seis sessões distintas, sendo duas sessões para familiarização (SF1 - SF2), uma sessão para controle (CON) e duas sessões para treinamento (ST1 e ST2). Ambos os membros inferiores . direito (MMII D) e esquerdo (MMII E) . foram utilizados nas condições experimentais de forma aleatória (*i.e.*, sorteio simples). O intervalo entre essas sessões foi de 48 horas para evitar que possíveis adaptações alcançadas em uma sessão pudessem interferir nas respostas da UMT durante as sessões seguintes (FIGURA 4). As sessões ST1 e ST2 consistiram de treinamento da intensidade TORQUE_{50%} em ambos os membros.

FIGURA 5. Apresentação do decurso temporal associado ao protocolo experimental e delineamento experimental das sessões: familiarização, controle e treinamento.



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: SF1 - Primeira sessão familiarização; SF2 - Segunda sessão familiarização; CON - Sessão controle; ST1 - Sessão de treinamento um; ST2 - Sessão de treinamento dois; 48h - Quarenta e oito horas sem realizar nenhum procedimento do experimento.

4.1 FAMILIARIZAÇÃO

Durante a primeira familiarização (SF1), os voluntários foram instruídos sobre os procedimentos do experimento, assinaram o TCLE (APÊNDICE A) e escolheram os dias e horários para comparecimento, respeitando os intervalos mínimos de cada sessão. Previamente à coleta de dados principais do experimento, foram colhidas as medidas antropométricas dos voluntários (massa corporal, estatura e comprimento de ambas as pernas). Também foi aferido o peso do segmento perna-pé.

Todos os voluntários receberam as instruções de funcionamento do aparelho *Flexmachine*, iniciaram sua familiarização com a máquina e ajustaram suas medidas ao aparelho, conforme padronização, para posterior utilização individual nas sessões subsequentes. Para utilização do equipamento, os indivíduos receberam dois controles, um para subida e descida do braço mecânico do *Flexmachine*, e outro para registro das variáveis ADMppda, ADM_{50%} e ADMmáx. Os voluntários pressionavam o botão de subida e descida repetidamente, tanto para a familiarização quanto para o funcionamento do aparelho em repetições de movimento passivo de extensão do joelho. Após essa fase, iniciou-se a ancoragem da variável ADMmáx (a máxima amplitude de movimento tolerada passivamente). Ao atingir o limite máximo, o voluntário soltava o botão de subida do controle e, imediatamente, pressionava o botão de descida do braço mecânico até que esse retornasse à posição inicial. Sendo assim, com a aprendizagem do ponto máximo pelo indivíduo, o pesquisador solicitava também que o mesmo registrasse (pressionando o botão do dispositivo da PPDA) a primeira percepção do alongamento (ADMppda). Dessa forma, esse procedimento de ancoragem+permitiu estabelecer o mínimo e o máximo da tolerância ao alongamento do voluntário, e, a partir da compreensão desses limites, inferior (ADMppda) e superior (ADMmáx), foi possível identificar e registrar a variável ADM_{50%}. Tal medida pode ser definida como a ADM da percepção de alongamento correspondente ao ponto médio dos limites inferior (ADMppda) e superior (ADMmáx) do *continuum* (FIGURA 3). Além disso, identificou-se, simultaneamente, as variáveis de TORQUEppda, TORQUE_{50%} e TORQUEmáx.

Todos esses procedimentos citados foram repetidos na sessão SF2 e os voluntários, já devidamente familiarizados, seguiram para a sessão de controle. O bom entendimento do procedimento foi caracterizado pela pequena variabilidade dos valores de ADM_{máx} e TORQUE_{máx} (variação (m) de 2,3° e 4,0 N.m respectivamente, entre a comparação da média das três últimas tentativas com cada uma das três últimas). As variáveis ADM_{máx} e TORQUE_{máx} apresentaram em estudos prévios (CHAGAS *et al.*, 2016) elevada confiabilidade de medida (CCI= 0,99 e 0,98, respectivamente), sendo consideradas variáveis representativas. O critério de variação de 2,3° e 4 N.m foi adotado baseado em resultados de estudos prévios, em que as variáveis acima apresentaram baixa variação do erro aleatório (EPM= 2,3° e 4,0 N.m) (CHAGAS *et al.*, 2016).

4.2 SESSÃO DE CONTROLE

Na sessão de controle, os voluntários foram avaliados (pré-teste) durante a manobra de extensão de joelho na *Flexmachine*, em ambos os membros inferiores. As variáveis ADM_{ppda}, ADM_{50%}, ADM_{máx}, TORQUE_{ppda}, TORQUE_{50%} e TORQUE_{máx} foram mensuradas. Essas medidas eram registradas pelo voluntário, conforme já descrito acima, por meio da identificação da sensação ao alongamento associada a cada uma das intensidades. Em seguida, não realizavam nenhum tipo de intervenção. Permaneciam por cinco minutos assentados e em seguida eram reavaliados (pós-teste). Foram realizadas seis tentativas válidas em cada procedimento (pré e pós-teste), sendo que as três primeiras tentativas serviram como acomodação tecidual e a média das últimas três tentativas é que foi utilizada na análise dos dados.

4.3 SESSÃO TREINAMENTO

No início de cada sessão de treinamento, o voluntário era avaliado na *Flexmachine* (pré-teste) com a mensuração das variáveis ADM_{ppda}, TORQUE_{ppda}, ADM_{50%}, TORQUE_{50%}, ADM_{máx} e TORQUE_{máx}. A variável ADM_{50%} foi determinada para o treinamento. Nessa fase, o voluntário realizava uma sessão de alongamento

mantendo esta intensidade por 30 segundos e em seguida retornava o membro avaliado para a posição inicial, com o tempo de aproximadamente 15 segundos para descida do braço da *flexmachine*. Em seguida, prosseguia para a próxima repetição, até finalizar o protocolo de seis repetições de 30 segundos. Ao final, durante o pós-teste, o membro treinado era reavaliado no teste de flexibilidade.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística foram realizadas médias e desvio padrão das variáveis ADMmáx, ADMppda, TORQUEmáx, TORQUEppda e rigidez. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e a esfericidade pelo teste de *Mauchley*. A confiabilidade das variáveis do estudo foi determinada por meio do coeficiente de correlação intraclasse ($CCI_{2,k}$) e erro padrão de medida percentual (EPM%). A escolha do ($CCI_{2,k}$) se deu pelo fato de que esse tipo de CCI leva em consideração a presença do erro sistemático (tipo 2) e é calculado a partir da média de três tentativas (k). Para esse procedimento, os valores pré e pós-teste obtidos na condição Controle foram utilizados. A classificação adotada para os valores de CCI foram %muito baixo+ (0,00 . 0,25), %baixo+ (0,26 . 0,49), %moderado+ (0,50 . 0,69), %alto+ (0,70 . 0,89) e %muito alto+ (0,90 . 1,00) (PORTNEY e WATKINS *et al.*, 2009).

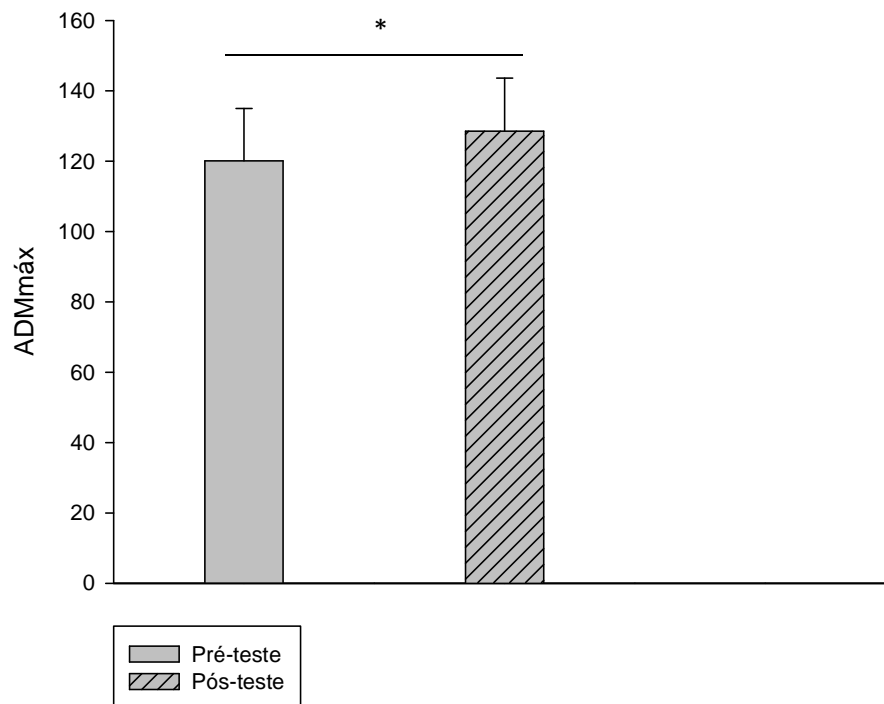
Foi utilizada a análise de variância (Anova) *two way* de medidas repetidas, com os fatores tempo (pré e pós) e membro (direito e esquerdo). Se o teste F da ANOVA fosse significativo, o teste *post hoc* de Bonferroni era utilizado para identificar as diferenças entre os membros (PORTNEY e WATKINS *et al.*, 2009). O poder estatístico () das análises de variância e o *eta squared* (η^2) foram calculados para demonstrar a magnitude das diferenças entre os membros (pequeno η^2 0,01, médio η^2 0,06, grande η^2 0,14) (COHEN *et al.*, 1988). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$ e os procedimentos estatísticos realizados no pacote estatístico SPSS *Statistics 20.0* (Statistical Package for Social Science, SPSS, Inc.).

6 RESULTADOS

6.1 ADMmáx

A ANOVA two way de medidas repetidas identificou apenas efeito principal de tempo, sendo que a média de ADMmáx no pós-teste foi maior que a média de ADMmáx no pré-teste sem diferença entre membros (Pré-teste: $120,10 \pm 14,92^\circ$ e Pós teste $128,53 \pm 15,07^\circ$; $p = 0,001$), e com um tamanho de efeito moderado pelo d de Cohen ($d = 0,56$). Não houve efeito principal de membro ($p = 0,95$) e nem interação significativa entre os fatores ($p = 0,150$).

FIGURA 6 É Resultados da ANOVA para a variável ADMmáx.

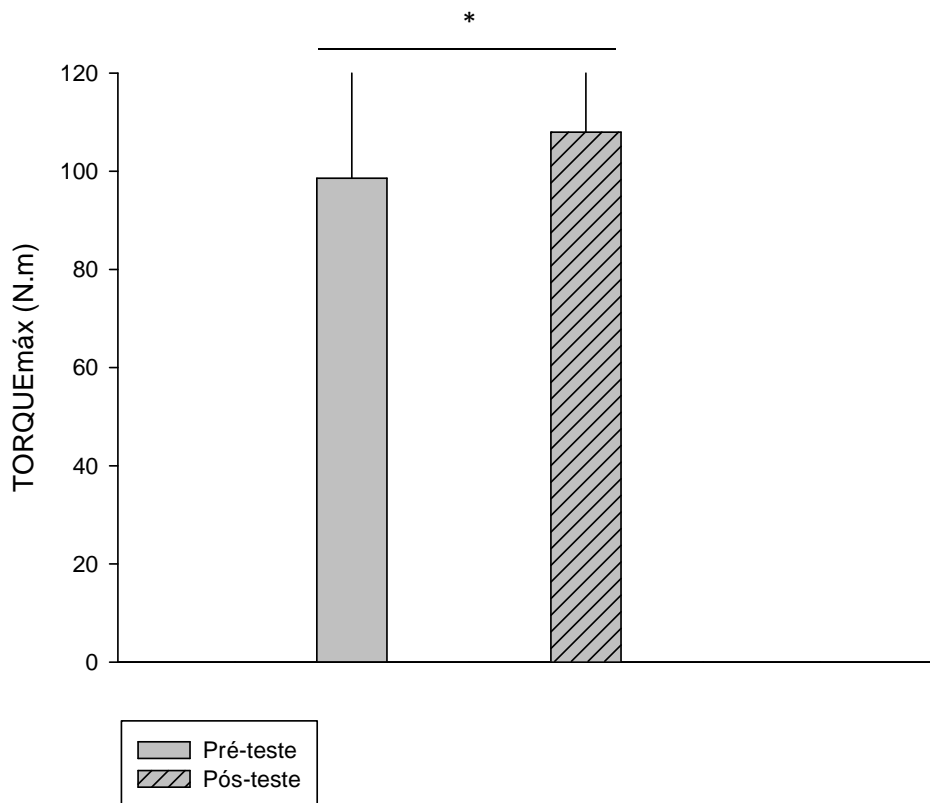


Legenda: ADMmáx . Amplitude de movimento máxima; Pré-teste . valores observados no pré-teste; Pós-teste . valores observados no pós-teste.

6.2 TORQUEmáx

A ANOVA two way de medidas repetidas identificou apenas efeito principal de tempo, sendo que a média de TORQUEmáx no pós-teste foi maior que a média de TORQUEmáx no pré-teste sem diferença entre membros (Pré-teste: $98,38 \pm 7,39^\circ$ e Pós teste $107,97 \pm 08,30^\circ$; $p = 0,001$). Identificou-se um tamanho de efeito pequeno pelo d de Cohen ($d = 0,29$). Não houve efeito principal de membro ($p = 0,65$) e nem interação significativa entre os fatores ($p = 0,190$).

FIGURA 7 É Resultados da ANOVA para a variável TORQUEmáx.



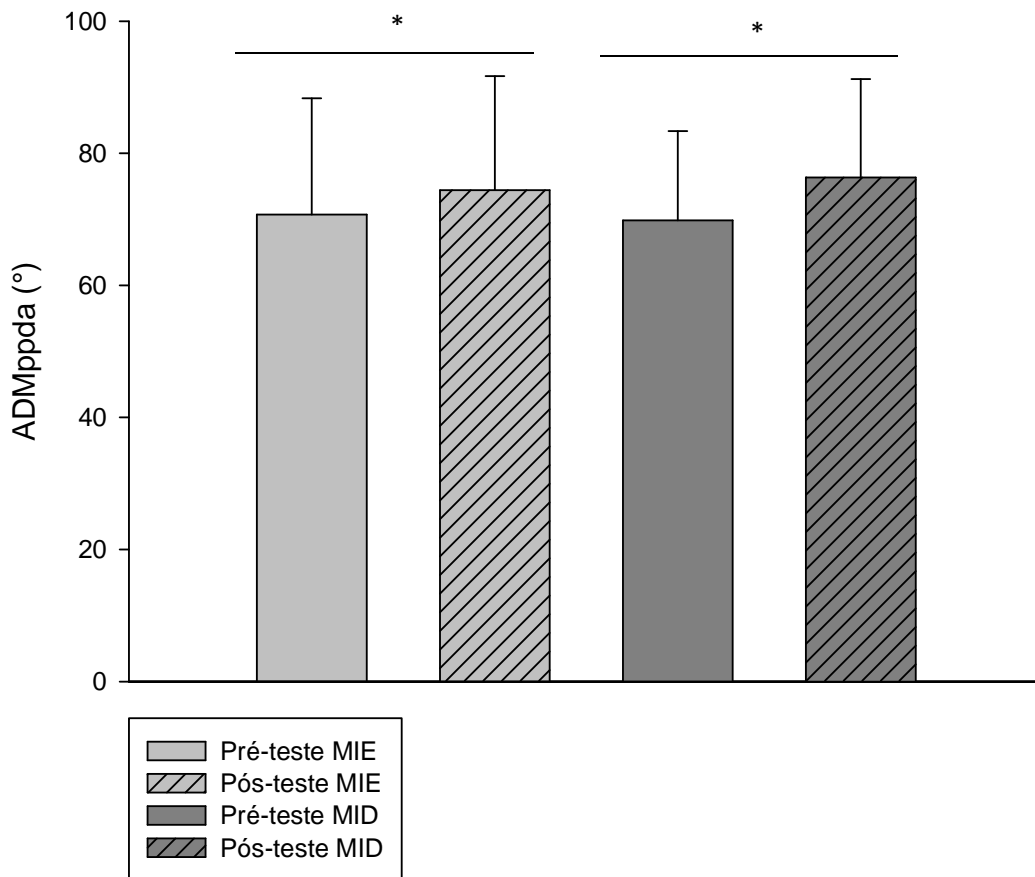
Legenda: TORQUEmáx . Torque máximo; Pré-teste . valores observados pré-teste; Pós-teste . valores observados pós-teste.

6.3 ADMppda

Na análise estatística realizada para comparar os valores de ADMppda pré-teste com os valores de ADMppda pós-teste, a ANOVA two way de medidas repetidas identificou interação significativa do pré-teste para o pós-teste em ambos os

membros (Pré-teste MIE: $70,71 \pm 17,61^\circ$, Pré-teste MID: $69,83 \pm 13,52^\circ$, e Pós teste MIE: $74,42 \pm 17,27^\circ$, Pós-teste MID: $76,33 \pm 14,92^\circ$) ($p = 0,021$). Considera-se tamanho de efeito pequeno pelo d de Cohen do Pré-teste e para o Pós-teste no MID ($d = 0,21$) e moderado para o MIE ($d=0,45$).

FIGURA 8 É Resultados da ANOVA para a variável ADMppda.



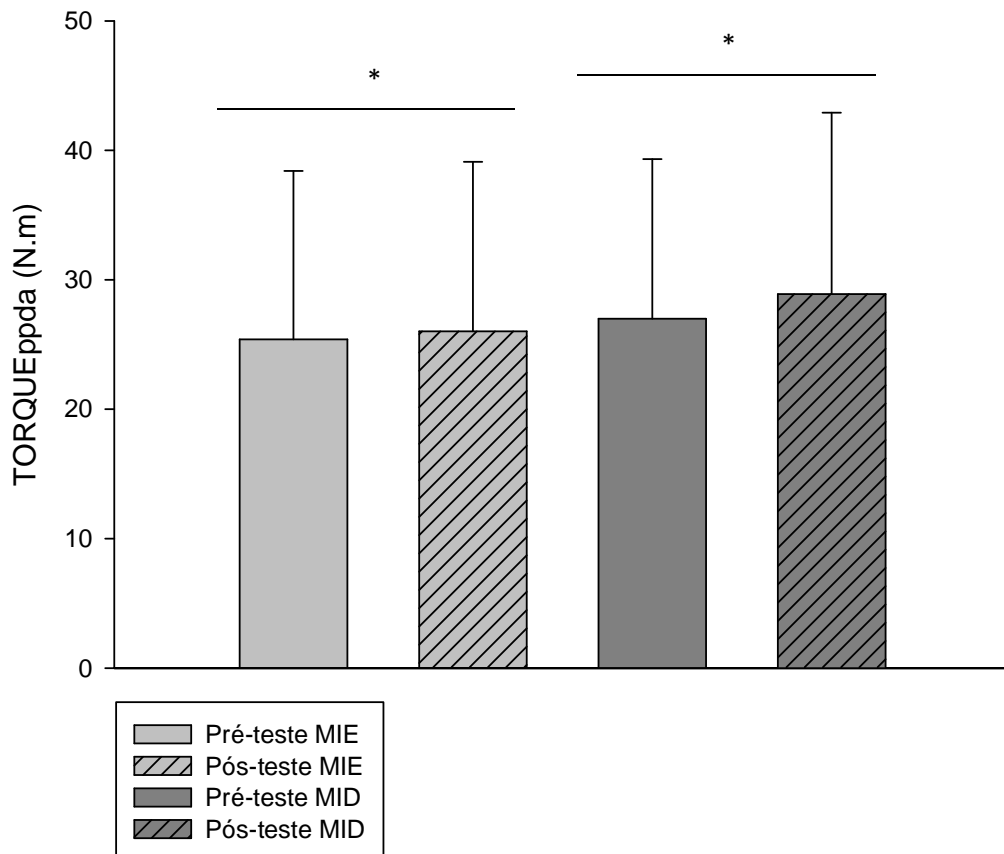
Legenda: ADMppda . Amplitude de movimento máxima na primeira sensação de alongamento; Pré-teste . valores observados pré-teste; Pós-teste . valores observados pós-teste.

6.4 TORQUEppda

Na análise estatística realizada para comparar os valores de TORQUEppda pré-teste com os valores de TORQUEppda pós-teste, a ANOVA *two way* de medidas repetidas identificou interação significativa entre o pré-teste e o pós-teste em ambos os membros. (Pré-teste MIE: $25,39 \pm 13,02^\circ$, Pré-teste MID: $26,99 \pm 12,34^\circ$, e Pós teste MIE: $26,02 \pm 13,09^\circ$, Pós-teste MID: $28,89 \pm 14,02^\circ$) ($p = 0,045$). O tamanho de

efeito encontrado foi o pequeno, referente ao d de Cohen, ao MIE ($d = 0,28$) e ao MID ($d = 0,14$) do pré-teste para o pós-teste.

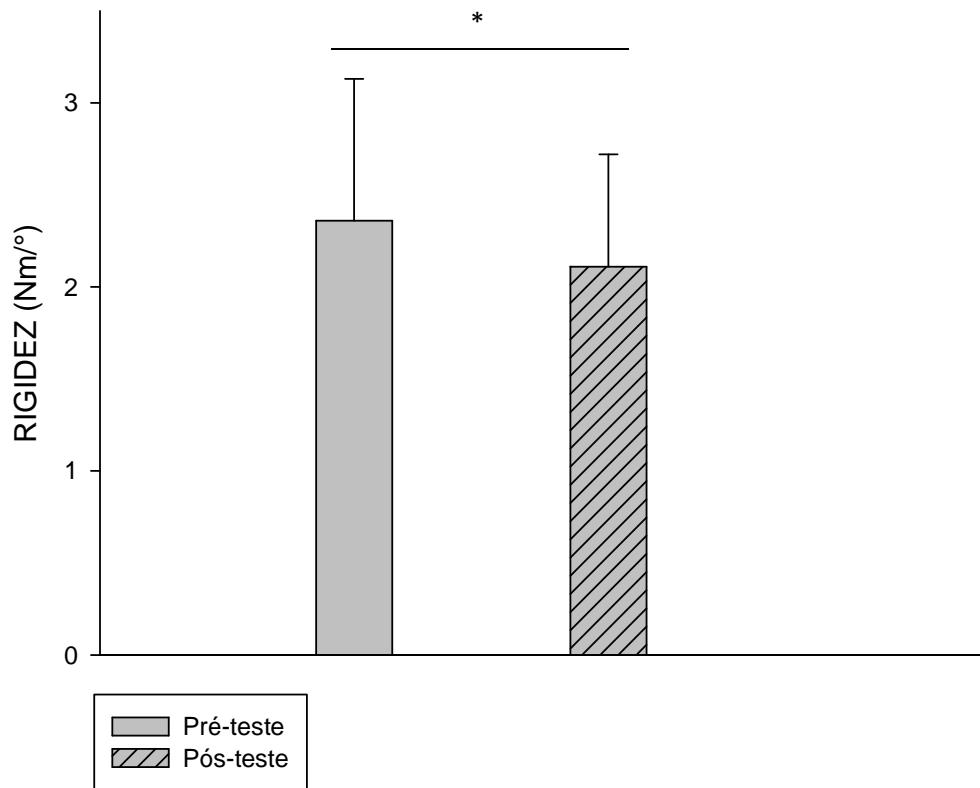
FIGURA 9 É Resultados da ANOVA para a variável TORQUEppda.



Legenda: TORQUEppda . Torque na amplitude de movimento máxima na primeira sensação de alongamento; Pré-teste . valores observados pré-teste; Pós-teste . valores observados pós-teste.

6.5 RIGIDEZ

A ANOVA *two way* de medidas repetidas identificou apenas efeito principal de tempo, sendo que a média de rigidez passiva no pós-teste foi menor que a média de rigidez passiva no pré-teste, sem diferença entre membros (Pré-teste: $2,11 \pm 0,61$ Nm/° e Pós-teste $2,36 \pm 0,77$ Nm/°) ($p = 0,028$), e com um tamanho de efeito pequeno pelo d de Cohen ($d = 0,37$). Não houve efeito principal de membro ($p = 0,10$) e nem interação significativa entre os fatores ($p = 0,31$).

FIGURA 10 É Resultados da ANOVA para a variável RIGIDEZ.

Legenda: RIGIDEZ . Rigidez passiva; Pré-teste . valores observados pré-teste; Pós-teste . valores observados pós-teste.

7 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar as variáveis biomecânicas (TORQUE_{máx}, TORQUE_{ppda} e rigidez) e as variáveis sensoriais (ADM_{máx} e ADM_{ppda}) após protocolo de alongamento dos músculos posteriores da coxa, em uma intensidade submáxima (ADM_{50%}), na resposta da UMT entre membros. Todas as variáveis do estudo apresentaram valores de CCI classificados como excelente, demonstrando que os procedimentos de medida realizados nesse estudo foram confiáveis. Não foram encontradas diferenças significantes no pré-teste em nenhuma das variáveis estudadas. Dessa forma, em todas as condições, iniciou-se o experimento em igualdade. Assim, quando analisadas, as diferenças nas comparações eram atribuídas exclusivamente à intervenção realizada.

A primeira hipótese do estudo foi que haveria diferença significativa no efeito agudo do comportamento da UMT entre os membros de um mesmo indivíduo após protocolo de alongamento de intensidade submáxima (ADM_{50%}). Nesse sentido, considerava-se que as adaptações biomecânicas seriam predominantes. Esta hipótese não foi confirmada. Apesar de os resultados do presente estudo apresentarem ganhos obtidos com treinamento agudo da flexibilidade na intensidade ADM_{50%}, esses não promoveram diferenças significativas no aumento da ADM_{máx} e de TORQUE_{máx} de maneira comparativa dos músculos posteriores da coxa entre membros.

Andrade (2019) já havia verificado, através da utilização de um protocolo de treinamento agudo da flexibilidade, aplicado de maneira subjetiva, ganhos para as variáveis biomecânicas ADM_{máx} e TORQUE_{máx}, corroborando os achados no presente estudo. Já para a variável rigidez, estudos prévios demonstram que uma intervenção aguda de alongamento foi eficiente para a sua redução (PEIXOTO, 2014., ANDRADE, 2019). Achados estes, também encontrados no presente estudo, e que corroboram com outros trabalhos reportados na literatura que também verificaram redução da rigidez após o treinamento agudo da flexibilidade (FREITAS *et al.* 2015b; KATAURA *et al.*, 2017; OBA *et al.*, 2018).

Já a segunda hipótese do estudo era a de que não haveria diferença significativa no efeito agudo do comportamento da UMT entre os membros de um mesmo indivíduo, após protocolo de alongamento de intensidade submáxima ($ADM_{50\%}$), considerando que as adaptações sensoriais seriam predominantes. Essa hipótese foi confirmada, sendo que os resultados encontrados apontam para uma possível igualdade nas respostas das variáveis biomecânicas e sensoriais dos músculos posteriores da coxa entre membros.

7.1 ADMmáx e TORQUEmáx

Os resultados do presente estudo demonstraram que, após uma intervenção aguda de alongamento nos músculos posteriores da coxa, a intensidade $ADM_{50\%}$ provocou aumento de ADMmáx. A intensidade $ADM_{50\%}$ apresentou um aumento absoluto e relativo (percentual da modificação média da ADMmáx em relação à média dos valores pré-teste) de $(9,39^\circ - 8,43\%)$. Com relação ao TORQUEmáx, a intensidade $ADM_{50\%}$ proporcionou um aumento de $9,59\text{Nm} - 9,74\%$. Os resultados demonstraram que a intensidade $ADM_{50\%}$ potencializou os aumentos da ADMmáx, gerando aumentos no TORQUEmáx. Entretanto, não se observou diferença nesses ganhos quando analisados de maneira comparativa entre membros.

O aumento da ADMmáx após o treinamento agudo dos músculos posteriores da coxa é um resultado consistente na literatura (MAGNUSSON *et al.*, 1995; MAGNUSSON *et al.*, 1996b; TOFT *et al.*, 1989). Reforçando esta afirmação, Chagas *et al.* (2008) observaram ganho significativo da ADM após uma única sessão de treinamento na musculatura posterior da coxa. Assim como Kataura *et al.* (2017), que também encontraram um aumento da ADMmáx após sessão aguda de treinamento de flexibilidade para musculatura posterior da coxa nas maiores intensidades (*i.e.*, 100% e 120% da amplitude de movimento do início da dor), sem diferença significativa entre as intensidades submáximas. O presente estudo é corroborado pelas pesquisas supracitadas, em que os resultados apresentaram ganho da variável ADMmáx (Pré-teste: $120,10 \pm 14,92^\circ$ e Pós teste $128,53 \pm 15,07^\circ$; $p = 0,001$), e com um tamanho de efeito moderado ($d = 0,56$) durante a aplicação de protocolo de alongamento em uma intensidade submáxima ($ADM_{50\%}$), na

musculatura posterior da coxa em ambos os membros. Em contraste, Santos *et al.* (2018) não encontraram diferença significativa, da ADM_{máx}, entre a intensidade máxima treinada e a intensidade submáxima. Uma justificativa para essa não diferença entre as intensidades aplicadas, pode ser devido a não especificidade do posicionamento do indivíduo entre teste (dinamômetro isocinético; quadril posicionado a 20°) e exercício de alongamento (esteira de tatame de EVA; posição supinada- quadril posicionado a 90°). Essa diferença no posicionamento e/ou de possíveis compensações durante o alongamento podem ter contribuído para tal resultado. A padronização do posicionamento garante alta reprodutibilidade das condições de teste e treinamento. Além disso, o fato de o exercício de alongamento ter ocorrido de forma livre pode ter favorecido a realização de movimentos compensatórios, que poderiam ser minimizados (e.g., dinamômetro isocinético).

A execução do exercício de alongamento minimizando as compensações impõe uma maior intensidade, permitindo um maior afastamento entre origem e inserção muscular, o que favorece a maiores ganhos de ADM_{máx}, como reportado por Sullivan *et al.* (1992). No presente estudo, a intervenção e o teste foram realizados no aparelho *Flexmachine*, no qual ocorreram a limitação da velocidade de execução do movimento de extensão do joelho (*i.e.*, movimento automático a uma velocidade de 5°/s), e a padronização do posicionamento e o monitoramento da intensidade ADM_{50%}, sendo esses aspectos relevantes para as alterações verificadas. Ademais, Andrade (2019), aplicando um protocolo submáximo (ADM_{50%}) com uma intervenção aguda nos músculos posteriores da coxa, também com a utilização do aparelho *flexmachine*, observou de maneira aguda aumentos significativos no ganho de ADM_{máx}. Esses achados demonstram que a padronização da intensidade do alongamento é aspecto metodológico importante a ser considerado.

A intensidade do alongamento está relacionada ao quanto a UMT é estendida (YOUNG *et al.*, 2006). O impacto da intensidade nas adaptações no teste de flexibilidade é um fator relevante para promover mudanças nas variáveis estudadas. Maiores intensidades podem estar relacionadas a maiores alterações na UMT (OBA *et al.*, 2018; FREITAS *et al.*, 2014; CHAGAS *et al.*, 2008). Entretanto, intensidades submáximas também são capazes de gerar efeitos significativos da ADM_{máx} (ANDRADE, 2019). Uma das justificativas para essa hipótese está relacionada a

diferenças metodológicas na determinação da intensidade de alongamento. Enquanto alguns estudos (FREITAS *et al.*, 2015a; FREITAS *et al.*, 2016) determinaram as intensidades submáximas por meio do percentual do máximo (e.g., % da ADMmáx) (50%, 75%, 80%), utilizando parâmetros subjetivos (% máximo tolerado sem dor+, %antes do ponto da dor+e %ponto de desconforto antes da dor+, o presente estudo determinou as intensidades submáximas por meio do *continuum* de tolerância ao alongamento. As intensidades desse *continuum* representam a intensidade mínima . primeira sensação de alongamento (torque correspondente à ADMppda) (limite inferior) e à intensidade máxima . tolerância máxima ao alongamento (ADMmáx) (limite superior). A intensidade submáxima prescrita para o treinamento (ADM_{50%}) foi definida a partir desses extremos (e.g., TORQUE_{50%} - correspondente a ADM_{50%}).

A intensidade ADM_{50%} foi padronizada e determinada pelo ponto médio entre a ADMppda e ADMmáx (limite inferior e superior da tolerância ao alongamento). Essas variáveis em conjunto fortalecem uma perspectiva desse *continuum* de tolerância ao alongamento. Esse continuum funciona como uma faixa de percepção que pode ser estabelecida para todos os indivíduos, a partir dos extremos de tolerância ao alongamento. De Carvalho (2015) verificou que os indivíduos podem ser capazes de identificar de maneira confiável valores de ADM dentro desse *continuum* de tolerância, e que os indivíduos são capazes de reproduzir a sensação de alongamento dentro do *continuum*. Com a consistência desses limites, confirmada no presente estudo (ADMppda - CCI=0,97; ADMmáx- CCI=0,99), o indivíduo seria capaz de identificar qualquer ponto dentro dessa faixa. A relação das variáveis, que representam os extremos do *continuum* (ADMppda e ADMmáx), foi verificada por Chagas *et al.* (2016), via análise fatorial exploratória. Os autores confirmaram alta correlação dessas variáveis. No presente estudo os indivíduos foram consistentes na identificação do ponto médio do *continuum* (ADM_{50%}). Os resultados do presente estudo demonstraram que a intensidade ADM_{50%} foi eficiente para o aumento da ADMmáx, após uma intervenção aguda de alongamento nos músculos posteriores da coxa.

Em relação ao TORQUEmáx, a maioria dos resultados encontrados na literatura demonstrou um aumento desta variável associada ao aumento da ADMmáx

(FREITAS *et al.*, 2016; OBA *et al.*, 2018). Esses achados estão de acordo com os resultados de estudos que investigaram os efeitos agudos, após o exercício de alongamento, associado ao aumento da ADMmáx (CABIDO *et al.*, 2014; FREITAS *et al.*, 2015a; FREITAS *et al.*, 2016) e do TORQUEmáx em ambos os membros. A média do TORQUEmáx no pós-teste foi maior que a média do TORQUEmáx no pré-teste. (Pré-teste: $98,38 \pm 7,39^\circ$ e Pós teste $107,97 \pm 08,30^\circ$; $p = 0,001$).

Ainda, em relação ao TORQUEmáx, diversos estudos que realizaram o registro da curva torque vs ADM (PEIXOTO *et al.*, 2015; CHAGAS *et al.*, 2016; FREITAS *et al.*, 2015a), envolvendo o treinamento da flexibilidade, proporcionaram uma maior análise de variáveis ADMmáx e TORQUEmáx. O aumento do TORQUEmáx, após o exercício de alongamento, indica que o indivíduo é capaz de alcançar maiores valores de ADMmáx. Uma das justificativas para esse fato é uma redução da resistência passiva ao alongamento (*i.e.*, RST), que ocorre de acordo com a intensidade do estímulo ao alongamento (FREITAS *et al.*, 2015a). De acordo com esses autores, a máxima intensidade de alongamento proporcionou aumento da ADMmáx e do TORQUEmáx, sem diferenças significativas para as intensidades submáximas. Dessa forma, a intensidade de alongamento é um componente importante para proporcionar alterações nessas estruturas e gerar aumentos da ADMmáx e do TORQUEmáx.

Entretanto, no estudo de Ferreira *et al.*, 2007, não foram encontrados aumentos significantes do TORQUEmáx associado ao aumento da ADMmáx. Possivelmente, o estímulo e a intensidade aplicados nesse estudo podem não ter sido suficientes para reduzir a resistência ao alongamento, a ponto de aumentar significativamente o TORQUEmáx. Além disso, outros fatores, além do TORQUEmáx, como, por exemplo, aspectos sensoriais, podem estar envolvidos no aumento da ADMmáx. Corroborando essa afirmação, a partir do resultado do estudo de Blazevich *et al.* (2012), o TORQUEmáx explicou 47,6% da ADMmáx ($r=0,69$, $p<0,001$). Isso demonstra que a relação entre ambos é determinada por aspectos distintos. Todavia, mais estudos são necessários para entender a natureza dessa relação, com análise de regressão incluindo variáveis mecânicas e sensoriais.

Assim, os resultados do presente estudo apresentaram aumentos das variáveis ADM_{máx} e TORQUE_{máx}, demonstrando efetividade na aplicação de um protocolo agudo de alongamento de maneira subjetiva. Entretanto, não houve modificação significativa do comportamento dessas variáveis quanto à comparação entre as musculaturas (esquerda e direita) posteriores de coxas. Uma possível explicação que poderia justificar a ausência de diferença da resposta entre membros pode estar relacionada a uma similaridade no impacto das estruturas teciduais envolvidas durante o alongamento. Devido ao fato de os músculos possuírem características viscoelásticas, e sua deformação durante uma manobra de alongamento depender da magnitude e da taxa de aplicação da força (MAGNUSSON *et al.*, 1998), a intensidade de (ADM_{50%}) parece ter promovido adaptações similares em relação ao comprimento muscular entre os membros. Além disso, a subjetividade no controle da intensidade do alongamento ao longo da execução do protocolo de treinamento também pode ter permitido variações nas respostas agudas biomecânicas (e.g. TORQUE_{máx}), auxiliando na similaridade das respostas de ADM_{máx} e TORQUE_{máx} entre membros.

Ainda, outra explicação que poderia justificar a ausência de diferença na resposta muscular durante a aplicação de protocolo agudo entre os membros no presente estudo, tem relação com os aspectos sensoriais. Guissard *et al.* (2001) compararam o efeito de diferentes intensidades (máxima e submáxima) na técnica de alongamento passivo-estático do tríceps sural na excitabilidade do motoneurônio alfa, sendo este, componente importante no controle sensorial durante uma manobra de alongamento. Os resultados mostraram redução na excitabilidade do motoneurônio alfa para as duas intensidades de alongamento realizado. Segundo os autores, esses efeitos se normalizaram em todos os sujeitos quando a posição neutra do tornozelo foi também retomada. Sendo assim, parece que as alterações neurais provocadas pelo alongamento são observadas apenas durante sua execução (efeito agudo). Portanto, devido ao fato de o presente estudo ter utilizado uma intervenção aguda, com uma mesma intensidade (ADM_{50%}), em ambos os membros, gerou-se uma possível redução transitória da excitabilidade do motoneurônio alfa ocorrida de maneira similar. O que levou a uma possível paridade nas respostas analisando de maneira comparativa. Além disso, Segundo Bagrichevsky *et al.* (2002) os efeitos do alongamento nos mecanismos

neuromusculares consistem em uma interpretação e modulação a nível cortical. Assim, devido a essa interpretação cortical, a intensidade ($ADM_{50\%}$) aplicada em ambos os membros no presente estudo, gerou respostas similares.

7.2 ADMppda e TORQUEppda

Os resultados do presente estudo demonstraram que a intensidade $ADM_{50\%}$ foi eficiente para o aumento da ADMppda, após uma intervenção aguda de alongamento, nos músculos posteriores da coxa. Em relação ao TORQUEppda, também se observou aumento, em seus valores para a intensidade $ADM_{50\%}$. A intensidade $ADM_{50\%}$ apresentou um aumento absoluto e relativo (percentual da modificação média da ADMppda em relação à média dos valores pré-teste para o pós-teste) do MIE de $3,71^\circ - 5,2\%$, e do MID $9,3^\circ - 6,5\%$. Os resultados demonstraram que a intensidade $ADM_{50\%}$ foi eficaz para gerar aumentos na ADMppda, demonstrando que o indivíduo, após o treinamento, percebe mais tardiamente a primeira sensação de alongamento (*i.e.*, em uma maior ADM). Observa-se ainda que a intensidade de estímulo de alongamento é aspecto importante da prescrição do treinamento, e que maiores ou menores mudanças na resposta da UMT estão relacionadas a esse componente. Cabido *et al.* (2014) investigaram a resposta da ADMppda e do TORQUEppda, após uma sessão aguda de alongamento, utilizando diferentes técnicas de alongamento (Torque constante vs Ângulo constante). Os resultados demonstraram aumentos da ADMppda em ambas as técnicas de alongamento ($7,7^\circ$ e $10,5^\circ$), sem alteração do TORQUEppda. Corroborando parcialmente com os achados do presente estudo.

A ADMppda é uma medida da percepção subjetiva ao desconforto durante o alongamento muscular, em que a alteração dessa variável após o alongamento muscular representaria uma alteração na tolerância do indivíduo ao alongamento (HALBERTSMA e GOEKEN *et al.*, 1994; HALBERTSMA *et al.*, 1999; PEIXOTO, 2007). Contudo, o mecanismo responsável por essas alterações ainda não foi descrito na literatura (WEPPLER e MAGNUSSON, 2010). Dos estudos que buscaram investigar as adaptações agudas do treinamento de flexibilidade usando diferentes intensidades, apenas Andrade (2019) e Cabido *et al.* (2014)

operacionalizaram a ADMppda da mesma forma, demonstrando que a intensidade de estímulo de alongamento é aspecto importante da prescrição do treinamento, e que maiores ou menores mudanças na resposta da UMT podem estar relacionadas a este componente. Considerando que durante o movimento de extensão do joelho de forma passiva, a ADMmáx representa a capacidade de tolerância máxima do indivíduo ao alongamento e a ADMppda uma referência para o nível inicial de tolerância ao alongamento. Baseado nisso, espera-se que alterações nessas variáveis sejam influenciadas pelos mesmos mecanismos. Chagas *et al.* (2016) verificaram por meio de uma análise fatorial exploratória que as variáveis ADMmáx e ADMppda foram agrupadas em um mesmo fator (*i.e.*, altamente correlacionadas). Portanto, pode-se inferir que mecanismos subjacentes semelhantes estejam envolvidos no aumento na ADMmáx e na ADMppda após o treinamento, e que o aumento em ambas as variáveis após o alongamento muscular pode reforçar essa argumentação.

No presente estudo, a variável ADMppda foi utilizada para auxiliar no entendimento dos mecanismos relacionados à tolerância do indivíduo ao alongamento (HALBERTSMA e GÖEKEN, 1994; YLINEN *et al.*, 2009; CABIDO *et al.*, 2014; CHAGAS *et al.*, 2016), de maneira comparativa entre os membros. Estudos prévios encontraram aumentos da ADMmáx acompanhada de um aumento correspondente da ADMppda, após uma intervenção aguda de alongamento (YLINEN *et al.*, 2009; CABIDO *et al.*, 2014). Os resultados do presente estudo (percentual da modificação média do TORQUEppda em relação à média dos valores pré-teste para o pós-teste) do MIE de 0,71Nm - 2,4%, e do MID 1,9Nm - 7,3%.), relacionado a intensidade TORQUE_{50%}, corroboram os resultados desses estudos. Nesse sentido, sugere-se, em um primeiro momento, que os aumentos encontrados nas variáveis (ADMppda e da ADMmáx) sejam provenientes de aspectos relacionados à tolerância ao alongamento (aspectos sensoriais).

Em relação ao TORQUEppda, o mesmo é registrado no momento da sinalização da PPDA, podendo ser considerado o estímulo mecânico mínimo (*i.e.*, limiar) capaz de estimular as estruturas aferentes para que ocorra a sinalização da PPDA. No presente estudo, a intensidade TORQUE_{50%} foi capaz de provocar aumentos nas variáveis ADMppda e TORQUEppda. Contudo, apesar da prescrição de uma

intensidade de 95% da ADM_{máx}, com um volume de 120s de um exercício de alongamento, não foi possível alterar significativamente essa variável (BERGAMINI *et al.*, 2008; CABIDO *et al.*, 2014). A priori, isso pode ocorrer devido à alteração da rigidez passiva verificada no presente estudo. De acordo com estudos prévios, as terminações nervosas livres (nociceptivas) da UMT são estruturas que modulam a percepção do desconforto e respondem a diferentes cargas mecânicas (MAGNUSSON *et al.*, 1996). Dessa forma, alterações nas propriedades viscoelásticas (*e.g.*, diminuição ou aumento da RP) poderiam conduzir o indivíduo a sinalizar a PPDA em uma ADM maior ou menor; porém, com um mesmo valor de torque correspondente. Sendo assim, estudos futuros são necessários para entender a natureza dessa variável (mecânica ou sensorial).

Entretanto, considerando que o torque de resistência resultante da deformação do músculo durante o alongamento é monitorado por componentes sensoriais (MAGNUSSON *et al.*, 1996) é possível que essas estruturas aferentes sejam mais ou menos estimuladas na dependência da magnitude do torque de resistência presente. Desta forma, o torque registrado no momento da primeira percepção de alongamento (TORQUE_{ppda}) poderia ser considerado o estímulo mecânico $\%limiar+$ para estimular as estruturas aferentes e desencadear a sinalização desta primeira percepção de alongamento. Percepção esta, que provavelmente é sinalizada e modulada pelo mesmo circuito sensorial em ambos os grupos musculares posteriores de coxa, justificando assim a similaridade na resposta das variáveis ADM_{ppda}, e TORQUE_{ppda} de ambos os membros, verificadas no presente estudo. Além disso, como já discutido anteriormente, esta interpretação ao estímulo aplicado ocorre a nível cortical, o que pode gerar respostas similares aos membros quando aplicada uma mesma intensidade de alongamento. Portanto, essa similaridade das respostas das variáveis ADM_{ppda} e TORQUE_{ppda} observadas em ambos os membros podem também serem justificadas por esses aspectos sensoriais.

7.3 RIGIDEZ

Os resultados do presente estudo demonstraram que a intensidade (ADM_{50%}) controlada de maneira subjetiva foi eficiente para a redução da rigidez passiva, após

uma intervenção aguda de alongamento nos músculos posteriores da coxa, sem diferença significativa entre os membros. Após a sessão aguda de alongamento, a intensidade $ADM_{50\%}$ apresentou uma redução (percentual da modificação média da rigidez em relação à média dos valores pré-teste para o pós-teste) da rigidez de $-0,25 \text{ Nm}^\circ - 2,5\%$. Os resultados demonstraram que a intensidade $ADM_{50\%}$ foi eficaz na redução da rigidez passiva.

Estudos prévios, envolvendo diferentes intensidades de alongamento, encontraram redução da rigidez após o treinamento agudo da flexibilidade (FREITAS *et al.*, 2015b; KATAURA *et al.*, 2017; OBA *et al.*, 2018), sendo que a redução dessa variável foi significativamente diferente somente para a intensidade máxima treinada. Não houve diferença significativa entre as intensidades submáximas. Kataura *et al.* (2017) compararam três intensidades de alongamento na articulação do joelho (80% e 100% do máximo tolerado sem dor) e 120% (*i.e.*, ADM do ponto da dor), com uma duração total de estímulo de alongamento de 1 série de 180s. O ponto de corte para cálculo da rigidez foi de 50% da $ADM_{máx}$, utilizando a mesma ADM entre pré e pós-teste. Foi encontrada redução da rigidez somente para a condição que treinou na intensidade 120% (redução de $0,04 \text{ Nm}^\circ$), em comparação com a intensidade 80%. Adicionalmente, Oba *et al.* (2018) manipularam três intensidades de alongamento na articulação do tornozelo, determinada pelo torque antes do ponto da dor, com uma duração total de estímulo de alongamento de 5 séries de 60s. A rigidez foi significativamente menor na intensidade máxima treinada (100%; redução de $0,2 \text{ Nm}^\circ - 15\%$) em comparação com as demais (controle, 50% e 75%), sem diferença entre as intensidades submáximas. Os resultados do presente estudo, relacionados a redução da rigidez após o alongamento ($-0,25 \text{ Nm}^\circ - 2,5\%$), corroboram os achados dos estudos supracitados. Além disso, a intensidade submáxima aplicada no presente estudo foi capaz de reduzir significativamente a rigidez. Uma das possíveis justificativas pode estar relacionada às características metodológicas de cada pesquisa. Entre tais características estão as diferentes articulações, as diversas configurações do estímulo de alongamento (*i.e.*, diferença na duração do estímulo de alongamento e na determinação da intensidade) e os diferentes critérios no cálculo da rigidez. Tais fatores em conjunto podem ter levado as diferenças entre os resultados encontrados.

A rigidez é uma variável importante no entendimento do comportamento da UMT, e a modificação da ADM_{máx}, após o alongamento, pode ser explicada pela redução da rigidez passiva (MAGNUSSON *et al.*, 1998; CABIDO *et al.*, 2014; OBA *et al.*, 2018). Assim como no presente estudo, outros autores, que também investigaram o efeito agudo do exercício de alongamento na resistência da UMT à deformação, utilizaram a variável rigidez (entendida como a variação do torque de resistência ao alongamento pela variação da ADM articular) (RYAN *et al.*, 2008, RYAN *et al.*, 2009; HERDA *et al.*, 2011). A contribuição relativa de várias estruturas como os tecidos conectivos (epimísio, perimísio e endomísio), o sarcolema, os componentes das fibras musculares, os tendões e os atritos articulares são fatores que determinam a relação tensão-deformação de uma UMT (HALBERTSMA *et al.*, 1999). Além desses fatores, a rigidez pode ser influenciada também por mecanismos neurais. A resposta reflexa a um alongamento e mesmo a contrações voluntárias podem aumentar a rigidez, ou seja, essa pode ser determinada também pela ativação muscular e não somente por estruturas passivas da UMT (McNAIR e STANLEY, 1996). Quando o músculo contrai, os elementos contráteis tornam-se mais rígidos e a rigidez medida é considerada ativa. Por outro lado, se a musculatura estiver relaxada, a rigidez mensurada será passiva (HALBERTSMA *et al.* 1999). No estudo de Kubo *et al.* (2002), cinco minutos de alongamento passivo-estático dos flexores plantares resultaram em uma redução significativa de 7,9% na rigidez passiva do tendão. A redução decorreu, segundo os autores, em função de um melhor alinhamento das fibras de colágeno dos tecidos conectivos provocado pelo alongamento. Cornwell *et al.* (2002) também encontraram uma redução significativa da rigidez ativa do tríceps sural como efeito agudo do alongamento passivo-estático. Foram feitas duas séries de 30 segundos para cada um dos dois exercícios realizados. Magnusson *et al.* (1996) em relação à rigidez passiva, após a realização de cinco séries de alongamento passivo-estático dos músculos isquiotibiais com duração de 90 segundos, também encontrou redução. O efeito, porém, não se manteve uma hora após o alongamento, o que indica que mudanças agudas na rigidez parecem ser transitórias.

Já Halbertsma *et al.* (1999) não reportaram qualquer alteração na rigidez passiva após cinco ciclos de alongamento passivo-dinâmico dos músculos isquiotibiais. Magnusson *et al.* (1998) também não encontraram diferença significativa na rigidez

passiva medida após o alongamento dos músculos isquiotibiais. Foram realizados dez ciclos de alongamento passivo-dinâmico no membro inferior direito e uma repetição de 90 segundos de alongamento passivo-estático no membro inferior esquerdo. Tais resultados indicam a necessidade de manutenção da musculatura na posição de alongamento para que ocorra a redução dessa variável e/ou a realização de um número maior de séries no caso do alongamento estático. Como a rigidez é determinada pela relação entre a tensão passiva oferecida por uma articulação e sua variação angular, alterações em um desses dois parâmetros ocasionam sua modificação. Já foram reportados estudos que verificaram tanto a redução do pico de tensão passiva para determinada ADM quanto o aumento de ADM para um dado valor de tensão, após uma sessão de treinamento de flexibilidade (MADDING *et al.*, 1987; TAYLOR *et al.*, 1990; TOFT *et al.*, 1989). Assim, a redução da rigidez após o alongamento é esperada. Os resultados contraditórios a respeito do efeito agudo do alongamento, nesse caso, podem ser consequência da utilização de diferentes métodos na mensuração da rigidez (BUTLER *et al.*, 2003).

Essa diferença nos resultados pode ser justificada pela escolha de como a rigidez deve ser analisada: a porção da curva torque-ADM e se a medida será passiva ou não. A rigidez passiva é calculada usando a inclinação do último terço da curva torque-ADM, considerando 80% da ADM alcançada durante o pré-teste como ponto de corte da curva (CABIDO *et al.*, 2014; MAGNUSSON *et al.*, 1997). Em seguida, a curva torque-ADM é dividida em 3 partes e a inclinação da terceira parte dessa curva é utilizada na análise. A medida de rigidez no terceiro terço da curva apresenta alta confiabilidade ($r=0,99$) e um menor coeficiente de variação (10%) comparado ao primeiro terço (28,2%) (MAGNUSSON *et al.*, 1998, MAGNUSSON *et al.*, 1996c). No presente estudo, a escolha por analisar o terceiro terço da curva torque-ADM está baseada no fato de que essa porção apresenta maior linearidade e valores mais altos de confiabilidade (MAGNUSSON *et al.*, 1998, MAGNUSSON *et al.*, 1996c).

Apesar de a rigidez ser considerada uma importante variável para o entendimento do comportamento da UMT frente ao treinamento, ainda não há um consenso quanto à porção da curva ideal para a análise, tampouco quanto ao modelo

matemático utilizado para calcular essa variável (NORDEZ *et al.*, 2006). Mesmo sendo bastante explorada na literatura, a rigidez ainda apresenta conflitos em relação à forma de sua mensuração. Considerando então os resultados obtidos no presente estudo, as alterações na rigidez de fato ocorreram com o treinamento. Entretanto não foram verificadas diferenças significativas nessas alterações quando comparadas entre membros nos músculos posteriores da coxa. Além disso, o presente estudo não calculou a variável energia. Essa variável poderia aumentar a quantidade de informações acerca do entendimento dos aspectos biomecânicos na análise comparativa entre membros.

Entretanto, a discussão sobre o aumento da ADMmáx para um grupo muscular de um membro comparado ao mesmo grupo muscular de outro membro, pode ser ampliada para além dos aspectos biomecânicos (rigidez), especialmente se o aumento da ADMmáx ocorrer após uma sessão aguda de alongamento, e este, for entendido como uma resposta associada a alterações sensoriais (tolerância ao alongamento). Desta forma, se o aumento na ADMmáx estivesse relacionado apenas com alterações biomecânicas do músculo após uma sessão aguda de alongamento, diferenças na magnitude destas alterações poderiam explicar diferenças na ADMmáx dos músculos posteriores da coxa entre membros. Contudo, a variável rigidez, utilizada para representar as alterações no comportamento das propriedades biomecânicas, apresentou uma resposta similar entre membros. Desta forma, é possível concluir que mecanismos relacionados aos aspectos sensoriais influenciam o aumento da ADMmáx (*e.g* aumento da tolerância ao alongamento) bem como, este aumento, ter ocorrido de maneira similar entre membros, como já discutido previamente.

8 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Assim como todo trabalho científico, podemos citar algumas limitações do presente estudo. Entre eles, há o fato de que o trabalho foi realizado em homens considerados adultos jovens. Sendo assim, os resultados encontrados se limitam a essa população e podem ser diferentes quando se tratar de mulheres ou mesmo de homens idosos. Ainda, os resultados do presente estudo se limitaram aos músculos posteriores da coxa. A análise e o entendimento das respostas biomecânicas e sensoriais de outros grupos musculares, também se faz necessária. Por fim, outra limitação foi a de não analisar a variável energia para mensurar as adaptações biomecânicas da UMT.

9 CONCLUSÃO

Conclui-se que a proposta do *continuum* de tolerância ao alongamento aplicado no presente estudo se mostra uma estratégia interessante para a aplicabilidade prática, podendo eliminar o viés da determinação das intensidades submáximas, e que o treinamento agudo de flexibilidade na intensidade $ADM_{50\%}$ realizado de maneira subjetiva para musculatura posterior da coxa se mostrou igualmente eficaz no aumento das variáveis $ADM_{máx}$, $TORQUE_{máx}$, ADM_{ppda} , $TORQUE_{ppda}$ e na redução da variável rigidez. Esses resultados a princípio nos levam ao entendimento de uma possível predominância dos mecanismos sensoriais, entretanto, esses resultados não se mostraram significativos, podendo, a intensidade $ADM_{50\%}$ não ter sido suficiente para gerar alterações que levassem a maiores alterações biomecânicas e/ou sensoriais que pudessem esclarecer melhor este predomínio.

Novas pesquisas com outras configurações acerca da intensidade aplicada, bem como, o cálculo de outras variáveis como a energia por exemplo, se fazem necessárias para um maior entendimento acerca da ação do mecanismos sensoriais e biomecânicos.

REFERÊNCIAS

- ALTER, M.J. **Science of flexibility**. 3 ed. Champaign: Human Kinetics, 2004. p. 355.
- AMIRI-KHORASANI, M.; SOTOODEH, V. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fitness performances in soccer players. **J. Sports Med. Phys. Fitness.**, v. 53, p. 559-565, 2013.
- ANDRADE, Wandris Pinheiro. **Impacto da prescrição de diferentes intensidades do alongamento, controladas de forma objetiva e subjetiva, nas respostas mecânica e sensorial da unidade músculo tendão**. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- AQUINO, C. F. *et al.* Analysis of the relation between flexibility and passive stiffness of the hamstrings. **Bras. J. Sports Med.**, v.12, n.4, p.175-179, 2006.
- BAILEY, C. B.; SATO, K., ALEXANDER, R.; CHIAGN, C.; STONE, M. H. Isometric force production symmetry and jumping performance in collegiate athletes. **J Trainology**, v. 2, p. 1-5, 2013.
- BAGRICHEVSKY M. O desenvolvimento da flexibilidade: uma análise teórica de mecanismos neurais intervenientes. **Rev. Bras. Cienc. Esporte, Campinas**, v. 24, n. 1, p. 199-210, 2002.
- BELTRÃO, N. B. *et al.* Effects of a 12-Week Chronic Stretch Training Program at Different Intensities on Joint and Muscle Mechanical Responses: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 29, p. 904. 912, 2020.
- BERGAMINI, J. C. **Efeito agudo de diferentes durações e intensidades de alongamento no desempenho da flexibilidade**. 2008. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) . Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- BLAZEVICH, A.J. *et al.* Neuromuscular factors influencing the maximum stretch limit of the human plantar flexors. **J. Appl. Physiol.**, v. 113, p. 1446-1455, 2012.
- CABIDO, C. E. T. *et al.* Acute effect of constant torque and angle stretching on range of motion, muscle passive properties, and stretch discomfort perception. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v.4, n.28, p.1050-1057, Abr, 2014.
- CHAGAS, M.H. *et al.* Comparação de Duas Diferentes Intensidades de Alongamento na Amplitude de Movimento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 14, n. 2, p.99-103, Mar/Abr, 2008.
- CHAGAS, M.H. *et al.* Exploratory factor analysis for differentiating sensory and mechanical variables related to muscle-tendon unit elongation. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 20, p. 240-247, 2016.

CHAN, S. P.; HONG, Y.; ROBINSON, P. D. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 11, p. 81. 86, 2001.

COHEN, J *et al.* **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2 ed. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1988.

DE ARAÚJO, V. L. Effect of strength and stretching training on tissue passive stiffness. **Fisioterapia e Movimento**, v. 25, n. 4, p. 869-882, out/dez. 2012.

DE BARANDA, P. S.; AYALA, F. Chronic flexibility improvement after 12 week of stretching program utilizing the ACSM recommendations: Hamstring flexibility. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 6, p. 389. 396, 2010.

DE CARVALHO, Luciana Pesce. **Predição da amplitude de movimento máxima por meio da primeira sensação de alongamento**. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

DE DEYNE, P. G. Application of passive stretch and its implication for muscle fibers. **Physical Therapy**, v. 81, n. 2, p. 819. 827, 2001.

DECOSTER, L. C. *et al.* Standing and supine hamstring stretching are equally effective. **Journal of Athletic Training**, v. 39, n. 4, p. 330. 334, 2004.

ENGLES, M. Tissue response. In: DONATELLI, R.A.; WOODEN, M.J. **Orthopaedic Physical Therapy**. 3ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2001. Cap.1. p.1-24.

FERREIRA, G. N. T.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; GUIMARÃES, C. Q. Gains in flexibility related to measures of muscular performance: Impact of flexibility on muscular performance. **Clin. J. Sport Med.**, v.17, n.4, p.276-281, 2007.

FREITAS, S.R.; MIL-HOMENS, P. Effect of 8-week high-intensity stretching training on biceps femoris architecture. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, p.1737. 1740, 2015.

GAJDOSIK, R. L. *et al.* A stretching program increases the dynamic passive length and passive resistive properties of the calf muscle-tendon unit of unconditioned younger women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 4, p. 449. 454, 2007.

GAJDOSIK, R. L. *et al.* Viscoelastic properties of short calf muscle-tendon units of older women: effects of slow and fast passive dorsiflexion stretches in vivo. **Eur.J. Appl. Physiol.**, v.95, n.2-3, p.131-139, 2005.

GAJDOSIK, R.L. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 16, n.2, p. 87-101, Feb 2001.

GUISSARD, N.; DUCHATEAU, J.; HAINAUT, K. Mechanisms of decrease motoneurone excitability during passive muscle stretching. **Exp. Brain Res.**, v. 137, p. 163-169, 2001.

GUISSARD, N.; DUCHATEAU, J. Effect of static stretch training on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. **Muscle Nerve**, v.29, n.2, p. 248-255, 2004.

HALBERTSMA, J. P. K. *et al.* Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 2, p. 232. 238, 2001.

HALBERTSMA, J. P. K.; GÖEKEN, L. N. H. Stretching exercises: Effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 75, n. 9, p. 976. 981, 1994.

HALBERTSMA, J. P.; GOEKEN, L. N. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 75, n. 9, p. 976-81, Sep 1994.

HERDA *et al.* Effects of two modes of static stretching on muscle strength and stiffness. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.43, n.9, p.1777-1784, 2011.

HERDA, T.J. *et al.* The time course of the effects of constant-angle and constant-torque stretching on the muscle-tendon unit. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 24, p. 62-67, May 2012.

HEWIT, JENNIFER K. CRONIN, JOHN B. HUME, PATRIA A. Asymmetry in multi-directional jumping tasks. **Physical Therapy in Sport**, v. 13, p. 238-242, Nov 2012.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPINI, E.; MAFFIULETTI, N.; MARCORA, S. M. A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, p. 2044-2050, 2007.

JARVINEN, M.; JOZSA, P.; KANNUS, P.; JARVINEN, N.; KVIST, M.; LEADBETTD, W. Histopathological findings in chronic tendon disorders. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**. v.7, p. 86-95, 1997.

KATAURA, S. *et al.* Acute effects of the different intensity of static stretching on flexibility and isometric muscle force. **J. Strength Cond. Res**, v. 31, n. 12, p. 3403-3410, 2017.

KAY, A. D.; Husbands-Beasley, J.; Blazevich, A. J. (2015) Effects of contract. relax, static stretching, and isometric contractions on muscle. tendon mechanics. **Med Sci Sport Exer.**, v. 47, p. 2181. 2190.

KNUDSON D. The Biomechanics of Stretching. **Journal of Exercise Science & Physiotherapy**. 2006; 2:3-12.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **J Appl Physiol**, v. 92, n. 2, p. 595-601, Feb 2002.

LAROCHE, D. P.; CONNOLLY, D. A. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. **Am J Sports Med**, v. 34, n. 6, p. 1000-7, Jun 2006.

LEVINE JD, TAIWO Y.; Inflammatory Pain. *In*: WALL PD, MELZACK R, BONICA JJ. **Textbook of Pain**. 3rd ed. Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone, 1994. p.45-56.

MAGNUSSON *et al.* Mechanical and physical responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 77, n. 4, p. 373-378, 1996.

MAGNUSSON, S. P. *et al.* A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. **Journal of Physiology**, v. 497, p. 291-8, 1996.

MAGNUSSON, S. P. *et al.* Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. **Scandinavian Journal of Medicine Sciences and Sports**, v. 7, n. 4, p. 195-202, Aug 1997.

MAGNUSSON, S. P. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers: a review. **Scandinavian Journal of Medicine Sciences and Sports**. v.8, p.65. 77, 1998.

MAGNUSSON, S. P.; AAGAARD, P.; NIELSON, J. J. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. **Medicine Sciences in Sports and Exercise**, v. 32, p. 1160-1164, 2000.

MARSCHALL, F. Wie beeinflussen unterschiedliche Dehnintensitäten kurzfristig die Veränderung der Bewegungsreichweite? **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**, [S. l.], v. 50, n. 1, p. 5. 9, 1999.

MARSHALL, P. W. M.; CASHMAN, A.; CHEEMA, B. S. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 6, p. 535. 540, 2011.

MEDEIROS, D. M.; LIMA, C. S. Influence of chronic stretching on muscle performance: Systematic review. **Hum. Mov. Sci.**, v.54, p.220-229, 2017.

MENZEL, H. J. K. *et al.* Analysis of lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests in soccer players. **J Strength Cond Res**, v. 27, n. 5, p. 1370-1377, 2013.

MUANJAI, P. *et al.* The acute benefits and risks of passive stretching to the point of pain. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 117, n. 6, p. 1217-1226, 2017.

NELSON, R. T.; BANDY, W. D. An update on flexibility. **The Journal of Strength Conditioning Research**. v. 27, p. 10. 16, Feb. 2005.

NORDEZ, A.; CORNU, C.; MCNAIR, P. Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. **Clinical Biomechanics**, v. 21, n. 7, p. 755-760, 2006.

OBA, K. *et al.* Influence of Constant Torque Stretching at Different Stretching Intensities on Flexibility and Mechanical Properties of Plantar Flexors. **J. strength. Cond. Res.**, 2018.

PEIXOTO, G. H. *et al.* Viscoelastic stress relaxation in the hamstring muscle before and after a 10-week stretching program. **MuscleNerve**, v.51, p. 761-764, 2015.

PEIXOTO, Gustavo Henrique da Cunha. **Efeito de 10 semanas de treinamento e destreinamento da flexibilidade com as técnicas ângulo constante e torque constante nas variáveis biomecânicas e sensoriais nos músculos posteriores da coxa de adultos jovens**. 123f. Tese (Doutorado em Ciências do Esporte) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

REID, D. A.; MCNAIR, P. J. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 11, p. 1944-1948, 2004.

ROBERTS, J.M.; WILSON, K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. **British Journal of Sports Medicine**. v.33, p.259-263, 1999.

ROCHA A. P. *et al.* Dor: Aspectos Atuais da Sensibilização Periférica e Central. **Rev Bras Anestesiol**. v.1, n. 94, p. 94-105, 2007.

RYAN, E. D. *et al.* The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 38, n. 10, p. 632-639, 2008.

TOFT, E. *et al.* Passive tension of the ankle before and after stretching. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 17, n. 4, p. 489-494, 1989.

WEPPLER, C. H.; MAGNUSSON, S. P. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? **Phys Ther**, v. 90, n. 3, p. 438-49, Mar 2010.

WITVROUW, E.; DANNEELS, L.; ASSELMAN, P.; D'HAIVE, T.; CAMBIER, D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. **American Journal of Sports Medicine**, v. 31, n.1, p. 41-6, 2003.

YLINEN, J. *et al.* Effect of stretching on hamstring muscle compliance. **J. Rehabil. Med.**, v. 41, n. 1, p. 80-84, 2009.

YOUNG, W.; ELIAS, G.; POWER, J. Effects of static stretching volume and intensity

on plantar flexor explosive force production and range of motion. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, v. 46, n. 3, p. 403-411, 2006.

WOOLF CJ, CHONG MS.; Preemptive analgesia . treating postoperative pain by prevention the establishment of central sensitization. **Anesth Analg**, v.77, p.362-379, 1993.

REID, D. A.; MCNAIR, P. J. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 11, p. 1944-8, Nov 2004.

SAHRMANN, S. A. Concepts and principles of movement. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. **Mosby**, p. 9-50, 2002.

SULLIVAN, M. K.; DEJULIA, J. J.; WORRELL, T. W. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 12, p. 1383. 1389, 1992.

TAYLOR *et al.* Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. **American Journal of Sports Medicine**, v. 18, n. 3, p. 300-9, 1990.

TAYLOR, D. C.; BROOKS, D. E.; RYAN, J. B. Viscoelastic characteristics of muscle: passive stretching versus muscular contractions. **Medicine & Science in Sports Exercise**. v. 29, n. 12, p. 1619-1624, Dec. 1997.

WOO, S.L. *et al.* Connective tissue response toimmobility: Correlative study of biomechanicalmeasurements of normal and immobilized rabbitknees. **Arthritis and Rheumatism**, v.18, n.3, p.257-64, 1975.

YEH, C. Y.; TSAI, K. H.; C., J. J. Effects of prolonged muscle stretching with constant torque or constant angle on hypertonic calf muscles. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 2, p. 235. 241, 2005.

YING G. S. *et al.* Tutorial on biostatistics: linear regression analysis of continuous correlated eye data. **Ophthalmic Epidemiology**, p. 2-9, 2016.

ANEXO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto da prescrição de diferentes intensidades do alongamento controladas de forma objetiva e subjetiva nas respostas mecânica e sensorial dos músculos posteriores da coxa

Pesquisador: André Gustavo Pereira de Andrade

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 80248717.0.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.430.125

Apresentação do Projeto:

A flexibilidade é uma capacidade física definida como a amplitude de movimento articular (ADM) disponível em uma articulação, e tradicionalmente é representada pela ADM. Uma das intervenções mais utilizadas para aumentar a ADM articular é por meio de exercícios de alongamento. Apesar de estar bem estabelecido na literatura do efeito agudo do alongamento em aumentar a ADM máxima (ADMMÁX), ainda não se sabe qual intensidade de alongamento promovem maiores ganhos de ADMMÁX e garantir assim sua máxima eficiência. A identificação e o treinamento dos indivíduos nas intensidades utilizadas no presente estudo com o controle da intensidade de forma subjetiva e que gerasse as adaptações desejadas dessa capacidade física poderia contribuir para a rotina de treinamentos em vários campos, com a prescrição do treinamento de forma controlada, sendo o primeiro passo para criação de uma normativa de carga utilizando uma faixa de percepção. O presente estudo tem o seguinte objetivo: (1) Comparar o efeito da prescrição de diferentes intensidades do alongamento controladas de forma objetiva e subjetiva nas respostas mecânica e sensorial dos músculos posteriores da coxa. A amostra será composta por indivíduos do sexo masculino, adultos jovens, com idade entre 18 e 35 anos. Será utilizada a ANOVA de dois fatores para comparar a diferença entre o efeito da intervenção na mesma intensidade submáxima realizadas com o controle de forma objetiva e subjetiva. Além da comparação entre diferentes intensidades realizadas com a mesma forma de controle (objetiva

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad B1 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

APÊNDICES

APÊNDICE A -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Terminologia obrigatória em atendimento a resolução 466/12 - CNS-MS)

Venho por meio deste convidá-lo a participar como voluntário do estudo **%COMPARAÇÃO DO EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO NA RESPOSTA DA UNIDADE MÚSCULO-TENDÃO ENTRE MEMBROS+** sob a orientação do Professor Dr. André Gustavo Pereira de Andrade e Rodrigo Silva Fadel Martins (Mestrando).

OBJETIVO DO ESTUDO

Comparar o efeito agudo após protocolo de alongamento em uma intensidade submáxima ($ADM_{50\%}$) na resposta da UMT nas variáveis $ADM_{máx}$, ADM_{ppda} , $TORQUE_{máx}$, $TORQUE_{ppda}$ e rigidez dos músculos posteriores da coxa entre os membros inferiores. A importância deste estudo é fornecer um melhor entendimento que permita verificar a influência aguda de um estímulo específico nas respostas biomecânica e sensorial da UMT de maneira comparativa entre membros, podendo fornecer informações para uma prescrição mais adequada do estímulo ao alongamento.

VOLUNTÁRIOS

Para participar deste estudo você deverá ser do sexo masculino, ter idade entre 18 e 35 anos; ausência de histórico de lesões ou dores musculoesqueléticas nos membros inferiores (MMII), não estar participando recentemente (últimos seis meses) de qualquer atividade que envolva o treinamento de flexibilidade ou força (MMII e III) possuir ADM de extensão do joelho inferior a 130° no aparelho *Flexmachine*.

ENCONTROS

Todos os encontros serão realizados no Laboratório de Biomecânica da UFMG (BIOLAB). Lá você participará de seis encontros, sendo, duas sessões que incluem familiarização, confiabilidade e controle e duas sessões de intervenção de exercícios

de alongamento dos posteriores da coxa, os seguintes procedimentos serão realizados.

PROCEDIMENTOS

No primeiro encontro, você será orientado e receberá todas as informações dos procedimentos de pesquisa, e conhecerá todos os aparelhos da coleta, e quaisquer outras dúvidas serão sanadas e respondidas. Caso concorde em se voluntariar, você será ensinado a como operar o aparelho de flexibilidade e terá alguns dados corporais avaliados, como altura, peso, comprimento peso das pernas. Em seguida você será encaminhado para familiarização no aparelho *Flexmachine* e no exercício de alongamento não específico, consistirá no procedimento de repetições de movimento passivo de extensão máxima de joelho e flexão máxima do quadril respectivamente. A intensidade de alongamento do experimento também será identificada nesse procedimento. A duração de todos os procedimentos do primeiro encontro será de 60 a 90 min. Todos os encontros serão realizados com uma média de 48 horas de intervalo.

No segundo encontro serão repetidos os procedimentos referentes à familiarização, a intensidade do experimento com o movimento de extensão passiva de joelho, assim como o movimento passivo de extensão máxima de joelho e, terá duração de 30 a 45 min.

No terceiro encontro os participantes serão avaliados (pré-teste) durante a manobra de extensão passiva de joelho no *Flexmachine*, em ambos os membros inferiores. As variáveis do estudo serão mensuradas. Logo depois, permanecerão por cinco minutos assentados e, em seguida serão reavaliados (pós- teste). A duração deste encontro será de 30 min. Serão coletados dados para a sessão controle e confiabilidade.

No quarto encontro, você passará por um pré-teste, logo depois, por uma da condição experimental (alongamento dos posteriores da coxa na intensidade $ADM_{50\%}$), e o pós-teste. A duração de cada um desses encontros será de 15 a 30 min.

No quinto encontro os procedimentos descritos anteriores serão repetidos, e no sexto e último encontro faremos a reavaliação da flexibilidade.

RISCOS E BENEFÍCIOS

Os participantes serão submetidos a um procedimento experimental, consistindo na análise das propriedades mecânicas e sensoriais na flexibilidade dos posteriores da coxa em uma manobra de alongamento, há risco físico para lesão aguda deste músculo, porém, este procedimento será realizado de forma passiva, controlado e

autorregulado, com uma velocidade de alongamento de 5°/ s. Além disso, o equipamento possui dispositivo de frenagem para amplitudes extremas de movimento, dessa forma para esse procedimento os riscos físicos são controlados e minimizados. Este procedimento já vem sendo utilizado há mais de dez anos pelo laboratório de Biomecânica, sem nenhuma incidência de dano físico ao voluntário.

Não é esperado que você seja exposto a condições que gerem dano psicológico ou constrangimento, no entanto, caso você se sinta de alguma forma lesado, ameaçado ou constrangido, você tem liberdade para abandonar a pesquisa, sem qualquer justificativa ou ônus. Ainda, todas as suas informações pessoais serão mantidas em sigilo, impossibilitando a sua identificação por terceiros. Os benefícios que você poderá esperar com a sua participação, mesmo que não diretamente, são: informações a respeito de prováveis desequilíbrios e diferenças de amplitudes de movimento (ADM) articular entre os membros testados. Essas informações juntamente com as orientações são necessárias para correções dessas possíveis diferenças, evitando dessa forma possíveis lesões musculares. Este projeto também auxiliará nos futuros estudos que investigam a flexibilidade e no esporte.

Sempre que desejar, será fornecido esclarecimento sobre qualquer etapa do estudo.

1. Este termo de consentimento será emitido em duas vias, uma que ficará com você, a outra com os pesquisadores.

2. A qualquer momento, você poderá interromper sua participação na pesquisa e, também, poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

3. Em caso de dúvida sobre questão ética, ou qualquer denúncia, você poderá comunicar ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CEP-UFMG), contatos seguem abaixo, de forma anônima, sem sofrer qualquer prejuízo.

4. As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

5. Quaisquer informações de ordem pessoal jamais serão compartilhadas, arquivadas ou utilizadas para outro fim do que o necessário à realização dos procedimentos.

6. Finalmente, você, _____

tendo compreendido perfeitamente tudo o que lhe foi informado a respeito da sua participação no mencionado estudo, e estando consciente dos seus direitos, das suas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a sua participação implicam, concorda em participar e **DÁ SEU CONSENTIMENTO, AFIRMANDO QUE PARA ISSO VOCÊ NÃO FOI FORÇADO OU OBRIGADO A PARTICIPAR.**

Endereço dos responsáveis pela pesquisa:

Pesquisador responsável: Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade
Rodrigo Silva Fadel Martins (aluno de Mestrado)

Instituição: UFMG / Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional / BIOLAB - CENESP

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627

Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901 Cidade: Belo Horizonte / MG.

Telefones p/contato: 3567-3295 / 9 9363-3613 (Contato: Rodrigo Silva Fadel Martins)

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais:

Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha

Av. Antônio Carlos, 6627. Belo Horizonte / MG. CEP: 31270-901

Telefone: 3409-4592

Belo Horizonte, ----- de ----- 2019.

Assinatura do voluntário	Prof. Dr. André Gustavo
(Rubricar as demais folhas)	(Rubricar as demais folhas)

APÊNDICE B

AFIXO PARA RECRUTAMENTO DE VOLUNTÁRIOS PARA PESQUISA

PRECISA-SE DE VOLUNTÁRIOS PARA A PESQUISA:

COMPARAÇÃO DO EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO NA RESPOSTA DA UNIDADE MÚSCULO-TENDÃO ENTRE MEMBROS+

Mestrando: Rodrigo Silva Fadel Martins
Orientador: Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade
Local: Laboratório de Biomecânica É BIOLAB - UFMG

<p><u>Critérios de inclusão:</u></p> <p>Homens; Idade entre 18 e 35 anos; Não treinar flexibilidade e força de MMII há 6 meses; Sem histórico de lesões musculotendíneas nos membros inferiores, coluna e pelve.</p>	<p><u>Interessados entrar em contato com:</u></p> <p>Rodrigo Fadel: 9 9363-3613 rodrigofadel@ig.com.br Ou deixar o nome e telefone no BIOLAB . EEFFTO . UFMG.</p>
---	---