

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

CLARISSA MÜLLER BRUSCO

EFEITO DE SEIS SEMANAS DE TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE SOBRE
A FUNÇÃO MUSCULAR DE HOMENS JOVENS COM AMPLITUDE DE
MOVIMENTO LIMITADA

Trabalho de conclusão de curso

Porto Alegre

2016

Clarissa Müller Brusco

EFEITO DE SEIS SEMANAS DE TREINAMENTO DE FLEXIBILIDADE SOBRE
A FUNÇÃO MUSCULAR DE HOMENS JOVENS COM AMPLITUDE DE
MOVIMENTO LIMITADA

Trabalho de conclusão apresentado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dnaça da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ao curso de Graduação em Educação Física, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Educação Física.

Orientador: Prof. Drº Eduardo Lusa Cadore

Porto Alegre

2016

RESUMO

O treino de flexibilidade (TFlex) promove aumento de amplitude de movimento (ADM) em diferentes populações. Diferentes formas de alongamento tem sido exploradas no TFlex, porém ainda não se tem conhecimento sobre os efeitos crônicos provocados pelo alongamento ângulo constante. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de seis semanas de treino de flexibilidade dos músculos isquiotibiais na função muscular, utilizando o alongamento ângulo constante em homens adultos jovens com ADM limitada. **Métodos:** Participaram do estudo 13 homens (idade $23,6 \pm 3,9$ anos, massa corporal $77,6 \pm 12,5$ kg, estatura $177,1 \pm 6,8$ cm, gordura corporal $16,0 \pm 8,2\%$), destreinados em força e flexibilidade. Foi utilizado como critério de inclusão, que os sujeitos apresentassem até 80° de ângulo de flexão de quadril em teste realizado de forma passiva. Os sujeitos foram avaliados antes e após seis semanas de TFlex, sendo que eram realizadas duas sessões de treino por semana. Todos os indivíduos participaram do TFlex, sendo que um dos membros participou do treinamento (MT) e o outro membro não fez treinamento e serviu como controle (MC). Todas as sessões de TFlex foram realizadas no dinamômetro isocinético e o protocolo de alongamento utilizado foi de oito séries de 60 segundos cada em uma ação de extensão de joelhos, sendo que a amplitude de movimento era mensurada em cada dia de treino. Antes de iniciar o programa de treino foram realizadas duas sessões de teste. Na primeira sessão foram realizadas as avaliações antropométricas, familiarização dos indivíduos com os procedimentos de coleta e foram realizadas as avaliações de amplitude de movimento de flexão de quadril (ADM_{Flex}), amplitude de extensão de joelho no dinamômetro isocinético (ADM_{Ext}), torque passivo máximo e relativo (TP_{Max} e $TP_{Relativo}$), rigidez muscular, contração isométrica voluntária máxima (CIVM), pico de torque dinâmico (PT) e ângulo PT, e os mesmos testes foram reavaliados em uma nova sessão com pelo menos 48h de intervalo. Na primeira e na última sessões de treino foi realizada a avaliação da primeira sensação de alongamento. Com intervalo de dois a cinco dias após a última sessão de treino, foram realizadas as avaliações pós TFlex. **Resultados:** O TFlex provocou aumento significativo ($p < 0,05$) de ADM_{Flex} , ADM_{Ext} , e TP_{Max} apenas no MT, também para o MT foi observada diminuição significativa ($p < 0,05$) da CIVM. Não foram observadas diferença significativa ($p > 0,05$) no $TP_{Relativo}$, na rigidez muscular, no PT dinâmico e no ângulo de PT, para ambos os grupos do pré para o pós treino. Para o MC, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) da CIVM. Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) da primeira sensação de alongamento, pois foi observado que ocorreu em significativa maior ADM e significativa maior torque passivo. **Conclusões:** O TFlex ângulo constante provocou aumento da ADM e torque passivo, e promoveu alteração na primeira sensação de alongamento após seis semanas de treinamento. Acredita-se que o aumento da ADM tenha ocorrido por adaptações neurais.

Palavras-chave: alongamento, treino flexibilidade, rigidez muscular

ABSTRACT

Flexibility training (FT) induces increase in range of motion (ROM) in several populations. Different stretching methods have been explored in FT, however, there is still little knowledge about the chronic effects of the constant angle stretching. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the effects of six weeks of FT in the hamstring muscle function, using constant angle stretching in young adults with limited ROM. **Methods:** Thirteen untrained in strength and flexibility men took part of this study (age 23.6 ± 3.9 years, body mass 77.6 ± 12.5 Kg, height 177.1 ± 6.8 cm, body fat $16.0 \pm 8.2\%$). As inclusion criteria, the subjects should have until 80° of hip flexion on the passive straight-leg raise. Subjects were evaluated before and after six weeks of FT, and two training sessions per week were performed. All subjects participated in the FT, wherein one limb took part of the training (TL) and the other limb participated as control (CON). All training sessions were performed in an isokinetic dynamometer and the stretching protocol used was eight sets of 60 seconds each in an action of knee extension, and the ROM was determined in each training session. Before starting the training program, two testing sessions were performed. In the first session, anthropometric evaluation, familiarization with the data collection procedures, hip flexion range of movement (ROM_{Flex}), knee extension range of movement (ROM_{Ext}), maximum and relative passive torque (PT_{Max} and $PT_{Relative}$), stiffness, maximal voluntary isometric contraction (MVIC), dynamic peak torque (DPT) and peak torque angle were performed, and the same tests were reassessed in a new session with at least 48h interval. In the first and in the last training session, first stretch sensation was assessed. With two to five days interval after the last training session, post training evaluations were performed. **Results:** FT induced significant ($p < 0.05$) increases in ROM_{Flex} , ROM_{Ext} and PT_{Max} only in the TL. In addition, it was found significant ($p < 0.05$) reduction in MVIC for the TL. No difference was found ($p > 0.05$) in $PT_{Relative}$, muscle stiffness, DPT, peak torque angle, in both groups from pre to post training. For the CT, it was not found significant difference ($p > 0.05$) in MVIC. There was significant difference ($p < 0.05$) in the first stretch sensation for the first to the last training session, which was found to happen in significant greater ROM and with significant greater PT. **Conclusions:** a constant angle FT induced increases in ROM and in passive torque. Moreover it also induced change in the first stretch sensation after six weeks of training. It is believed that the increase in ADM have occurred through neural adaptations.

Key-words: stretching, flexibility training, muscle stiffness

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho experimental.....	22
Figura 2. Suporte adaptado para o dinamômetro isocinético para apoio da coxa.....	24
Figura 3. Forma de utilização do suporte adaptado.	24
Figura 4. Membro do sujeito apoiado no suporte adaptado durante teste de extensão de joelho, torque passivo e no treino de flexibilidade.....	24
Figura 5. Posicionamento no protocolo de alongamento na posição inicial do movimento.....	28
Figura 6. Posicionamento no protocolo de alongamento na amplitude final do movimento.....	28
Figura 7. Ângulo representativo do momento em que ocorreu a primeira sensação de alongamento na primeira sessão de treino (treino 01) e na última sessão de treino (Treino 12).....	35
Figura 8. Ângulo representativo do momento em que ocorreu a primeira sensação de alongamento na primeira sessão de treino (treino 01) e na última sessão de treino (Treino 12).....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra, apresentados em média \pm DP.
..... 31

Tabela 2. Dados pré e pós- treino de: amplitude de movimento de flexão de quadril (ADMFlex), amplitude de movimento de extensão de joelhos (ADMEExt), torque passivo máximo (TPMax), torque passivo relativo (TPMax)rigidez muscular, contração isométrica voluntária máxima (CIVM), ângulo de pico de torque dinâmico (Ângulo PT) e pico de torque (PT) no membro treino (MT) e no membro controle (MC). 34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	- <i>American College of Sports Medicine</i>
ADM	- Amplitude de movimento
ADM _{Flex}	- Amplitude de movimento no teste de flexão de quadril
ADM _{Ext}	- Amplitude de movimento no teste de extensão de joelho
CIVM	- Produção de força isométrica voluntária máxima
EMG	- Sinal eletromiográfico
ESEFID	- Escola de Educação Física
FNP	- Facilitação neuromuscular proprioceptiva
LAPEX	- Laboratório de Pesquisa do Exercício
MC	- Membro controle
MT	- Membro que realizou treino de flexibilidade
TFlex	- Treino de flexibilidade
TP	- Torque Passivo
TP _{Max}	- Torque Passivo na máxima amplitude de movimento
TP _{Relativo} treino	- Torque Passivo na amplitude máxima de movimento do pré treino
PT	- Pico de torque
UFRGS	- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
Objetivos	12
Objetivo Geral	12
Objetivos Específicos.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 Problema de Pesquisa.....	18
3.2 Método.....	18
3.3 População.....	18
3.4 Amostra	18
3.4.1 Cálculo Amostral.....	18
3.4.2. Critérios de Inclusão da Amostra.....	19
3.4.3 Critérios de Exclusão da Amostra.....	20
3.5. Definição Operacional das variáveis.....	20
3.5.1. Variáveis dependentes	20
3.5.2. Variáveis independentes.....	20
3.6 Protocolos de Avaliação	20
3.6.1 Desenho Experimental.....	22
3.7 Processos Metodológicos	22
3.7.1 Composição Corporal	22
3.7.2 Teste de Flexão de Quadril (ADM_{Flex})	23
3.7.3 Teste de Extensão de Joelho (ADM_{Ext})	23
3.7.4 Torque Passivo (TP).....	24
3.7.5 Rigidez Muscular	25
3.7.6 Avaliação de Produção de Força Isométrica Máxima (CIVM).....	26
3.7.7 Pico de torque dinâmico (PT)	26
3.7.8 Ângulo de pico de torque concêntrico (ângulo PT)	27
3.7.9 Protocolo de treino de flexibilidade (TFlex).....	27
3.7.10 Primeira sensação de alongamento.....	28
3.7.11 Coleta do sinal Eletromiográfico (EMG).....	28
3.7.12 Tratamento dos Dados EMG	29
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5. RESULTADOS	31

6. DISCUSSÃO.....	36
CONCLUSÃO.....	41
7. REFERENCIAS	42
8. ANEXOS.....	48

1. INTRODUÇÃO

Considera-se que o comprimento dos músculos isquiotibiais desempenham um papel importante tanto na eficácia quanto na eficiência da realização de movimentos humanos básicos, como a caminhada e a corrida (Gajdosik, 1991). Observações clínicas têm sugerido que é muito comum na população em geral, indivíduos apresentarem amplitude de movimento (ADM) limitada dos isquiotibiais (Ayala et al., 2013). Para isso, é sugerido que o treino de flexibilidade (TFlex) é uma importante intervenção para adequada manutenção e melhoria de amplitude de movimento. Já tendo sido evidenciado que o TFlex é eficiente em promover adaptações neurais e morfológicas as quais são relatadas com aumento de ADM em indivíduos com normal e limitada ADM (Ayala et al., 2013).

Algumas das adaptações promovidas pelo TFlex são o aumento da ADM, que é acompanhado pelo aumento do torque passivo nas maiores ADMs atingidas, podendo também ocorrer alterações da resistência passiva e tolerância ao alongamento (Halbertsma & Goeken, 1994; Guissard & Duchateau, 2004; Ben & Harvey, 2010). Além disso, especula-se que pode haver aumento do número de sarcômeros em série, já tendo sido evidenciado em modelos animais (Coutinho et al., 2004; Cox et al., 2000). Em humanos, uma forma de avaliação indireta do aumento do número de sarcômeros é através da alteração do ângulo de pico de torque concêntrico. Uma alteração do ângulo de pico de torque, após período de TFlex, em direção a maiores amplitudes articulares sugere a ocorrência de aumento do número de sarcômeros em série (Brockett, Morgan & Proske, 2001; Proske & Morgan, 2001).

O TFlex é realizado através de exercícios de alongamento que podem ser feitos de forma estática ou dinâmica e podem ser executados de forma ativa ou passiva (ACSM, 2011). Não está claro na literatura se há superioridade de alguma tipo de técnica de alongamento sobre as outras, uma vez que, quando comparados o alongamento estático e o balístico, por exemplo, ambos promoveram similares ganhos (LaRoche & Connolly, 2006). Contudo, há estudos que encontraram maior aumento de ADM com alongamento estático do que com o dinâmico (Bandy, 1998). Além de resultados positivos em relação a incrementos de ADM, é considerado que o alongamento estático está

associado a menor risco de lesão durante sua realização e acredita-se que seja o método mais seguro e mais frequente de realização de alongamento (Smith, 1994). Apesar disso, diferentes formas de realização dos exercícios de alongamento têm sido propostas, como o alongamento ângulo constante. Para a realização do alongamento ângulo constante, o segmento é movimentado até a amplitude de movimento estipulada e é mantido constante nessa angulação durante o período de tempo determinado para o alongamento. Esta forma de alongamento ainda é pouco explorada na literatura, tendo sido relatados aumento de ADM e diminuição da rigidez muscular em sessões agudas (Magnusson et al., 1995), porém não tendo sido ainda estudada o efeito dessa técnica cronicamente de forma a configurar um TFlex.

Aspectos relacionados com a prescrição do TFlex incluem variáveis como o volume (tempo de realização) de alongamento utilizado, a frequência semanal de treinamento e o tipo de alongamento realizado. Referente a essas variáveis, o ACSM (2011) recomenda frequência semanal superior ou igual a duas a três sessões de treino por semana, com volume de 60 s por treino. Apesar dessas recomendações, a maioria dos estudos tem utilizado frequência semanal de três a sete sessões de treino por semana (Bandy & Iron 1994; Bandy et al., 1997 e 1998; Roberts & Wilson, 1999; Cipriani et al, 2003; Reid & McNair, 2004; Ferreira et al. 2007; Ben & Harvey, 2010; Akagi & Tajahashi, 2014), não havendo conhecimento sobre programas de treino de apenas duas sessões por semana. Quanto ao volume de treino, observa-se bastante variabilidade entre os estudos, variando de uma série de 30 s a 30 séries de 30 s (Bandy & Iron 1994, Chen et al., 2011), não havendo consenso sobre os efeitos de diferentes volumes de TFlex nas adaptações na função muscular.

Considerando o exposto, e dada a grande variabilidade nos protocolos de TFlex utilizados nos estudos, observa-se lacunas de conhecimento a serem preenchidas. Principalmente a respeito do TFlex realizado através de alongamento ângulo constante, uma técnica ainda pouco explorada na literatura. Além disso, a proposição de treinamento com baixa frequência semanal pode ser um atrativo para os praticantes aumentando a adesão. Trazer informações a respeito deste tema pode auxiliar profissionais da área e praticantes e melhorar a prescrição do TFlex.

Objetivos

Objetivo Geral

Avaliar o efeito de seis semanas de treino de flexibilidade dos músculos isquiotibiais na função muscular utilizando o alongamento ângulo constante em homens adultos jovens com ADM limitada.

Objetivos Específicos

Avaliar o efeito do treinamento de flexibilidade dos isquiotibiais antes e após um período de treino de flexibilidade ângulo constante de seis semanas de duração sobre as variáveis:

- Amplitude de movimento (ADM);
- Torque passivo máximo;
- Rigidez muscular;
- Primeira sensação de alongamento;
- Contração isométrica voluntária máxima (CIVM);
- Pico de torque dinâmico (PT);
- Ângulo do pico de torque dinâmico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Adaptações ao treinamento

O TFlex promove, como uma de suas adaptações, o aumento da ADM, que é acompanhado de aumento do torque passivo nas maiores ADMs atingidas (Halbertsma & Goeken, 1994; Ben e Harvey, 2010). Os mecanismos responsáveis pelo aumento da ADM cronicamente ainda não estão bem estabelecidos, sendo reportado na literatura que pode ocorrer tanto por fatores morfológicos, como diminuição da rigidez muscular, quanto por fatores neurais, como aumento da tolerância ao alongamento (Akagi & Takahashi, 2014).

Alguns autores afirmam que o aumento da ADM ocorre em consequência da diminuição da rigidez muscular (Guissard & Duchateau, 2004; Marshall et al., 2011; Nakamura et al., 2012; Akagi & Takahashi, 2014). A rigidez muscular pode ser avaliada através da utilização de imagens de ultrassom, onde o deslocamento do tendão é avaliado durante uma contração isométrica (Nakamura et al., 2012). Outro método para avaliação da rigidez muscular é através do cálculo entre a relação das curvas de torque passivo e posição, em que é utilizado o cálculo (Magnusson et al., 1996a):

$$\text{Rigidez muscular} = \Delta \text{torque passivo} / \Delta \text{posição}$$

Magnusson et al. (1996a) sugerem a utilização do terceiro terço da curva, pois ela se torna mais constante. Já Cabido et al. (2014) utilizam para análise o terceiro terço de 80% da curva torque passivo-posição, possivelmente para evitar os ângulos finais onde pode haver alguma atividade reflexa muscular que pode ocasionar em aumento do torque passivo.

Com relação às adaptações sobre rigidez, Akagi e Takahashi (2014) reportaram aumento da ADM passiva acompanhada de diminuição da rigidez muscular após cinco semanas de TFlex para os flexores plantares. Também avaliando os flexores plantares, Guissard e Duchateau (2004) reportaram diminuição da resistência passiva após 30 sessões de TFlex. Marshall et al. (2011) realizaram quatro semanas de treinamento para os isquiotibiais e

reportaram aumento da ADM acompanhado de redução da rigidez passiva e não reportaram alteração na tolerância ao alongamento

Outra adaptação morfológica atribuída ao TFlex é o aumento do número de sarcômeros em série. Porém tais adaptações foram evidenciadas apenas em modelos animais, (Coutinho et al., 2004; Cox et al., 2000), não havendo, todavia, evidências concretas em humanos devido a dificuldades metodológicas para avaliação direta dessa variável. Uma forma de avaliação indireta é através do ângulo de pico de torque concêntrico. Um deslocamento do ângulo de pico de torque, após período de treino, em direção a maiores amplitudes articulares sugere a ocorrência de aumento do número de sarcômeros em série (Brockett, Morgan & Proske, 2001; Proske & Morgan, 2001).

Além disso, é possível estimar o comprimento de fascículo após intervenção de TFlex através de avaliação com ultrassom. Recentemente, Freitas e Mil-Homens (2015) observaram aumento significativo no comprimento de fascículo e diminuição do ângulo de penação após oito semanas de TFlex de alta intensidade, que foi acompanhado de aumento de $10,7^\circ$ da ADM dos isquiotibiais. Os autores atribuíram achados à duração e à intensidade do programa de treino, que foi de oito semanas, sendo três sessões semanais. Ainda cada sessão de treino tinha a duração de 450 s de alongamento, sendo que a ADM era aumentada a cada 90 s até a máxima ADM que o sujeito conseguisse suportar sem sentir dor.

Além de adaptações morfológicas, também tem sido referido que adaptações neurais podem ocorrer com o TFlex (Guissard & Duchateau, 2004; Blazeovich et al., 2014). Alguns autores atribuem como sendo o mecanismo responsável pelo aumento da ADM, o aumento da tolerância ao alongamento e não a alterações nas propriedades mecânicas ou viscoelásticas dos músculos (Magnusson et al., 1996b; Ben & Harvey, 2010). Magnusson et al. (1996b) observaram aumento da ADM, porém sem alteração no comprimento-tensão passiva ou relaxamento do estresse viscoelástico. Ben e Harvey (2010) relataram que os sujeitos foram capazes de suportar maior torque de alongamento para os isquiotibiais, em maiores amplitudes de movimento, com

a mesma percepção de dor pré-treino após um período de seis semanas de TFlex.

LaRoche e Connolly (2006), reportam possível ocorrência de alterações no sistema nervoso central ou periférico com o treino de flexibilidade, sendo que o aumento da tolerância ao alongamento tem sido apontado como um possível mecanismo de adaptação central, pois o TFlex provoca aumento de ADM, muitas vezes sem alteração na rigidez muscular e na atividade eletromiográfica (Abdel-Aziem & Mohammad, 2012). É possível que a ativação dos nociceptores, dos fusos musculares e órgão tendinoso de Golgi sejam atenuados como consequência de um período de TFlex, tornando o indivíduo capaz de alcançar maior ADM sem que, necessariamente, ocorrem alterações nas propriedades do tecido muscular (LaRoche & Connolly, 2006). Já Blazeovich et al. (2014), sugerem que as alterações na tolerância ao alongamento podem ser mediadas por alterações no feedback aferente de receptores periféricos, contribuindo para mudanças na atividade muscular reflexo-derivada ou cortical-derivada durante alongamento muscular. Além disso, tem sido reportado que o TFlex provoca diminuição do reflexo H e T após período de treinamento (Guissard & Duchateau, 2004; Blazeovich et al., 2014). Para Guissard e Duchateau (2004), a diminuição da amplitude do reflexo H sugere aumento da inibição do motoneurônio ou a transmissão sináptica de motoneurônios aferentes lá é reduzida após TFlex. Outra possibilidade levantada, é que a redução na amplitude do reflexo T após treinamento, pode estar relacionada à redução na sensibilidade dos fusos musculares ou à aumentada complacência dos componentes elásticos da unidade musculotendínea (Guissard & Duchateau, 2004).

Treinamento de flexibilidade

A flexibilidade é um dos componentes da aptidão física e recomenda-se treiná-la para manutenção e melhoria da ADM. O TFlex pode ser realizado através de diferentes métodos de alongamento, estático (ativo ou passivo), dinâmico, balístico e o FNP (ACSM, 2011). Apesar de existirem diversas formas de realizar os exercícios de alongamento, a forma mais amplamente explorada na literatura é o estático (Bandy et al, 1998; Aquino et al., 2010;

Ayala et al., 2012; Chan et al., 2001; Cipriani et al., 2003; Ferreira et al., 2007; Blazevich et al., 2014).

Em estudos de TFlex para os isquiotibiais, o tempo de duração do TFlex tem variado entre três a 12 semanas, e tanto os estudos com menor, quanto aqueles com maior tempo de treinamento, tem mostrado ganhos significativos de ADM, variando entre 8,9° a 39,8° (Chan et al., 2001; Marshall et al., 2011; Peixoto et al., 2015; Freitas e Mil-Homens 2015; Ayala et al. 2013; Cipriani et al., 2003; Ben & Harvey 2010; Ferreira et al. 2007). Nos estudos com duração de seis semanas de TFlex, a frequência semanal tem variado de cinco a sete sessões semanais, sendo, inclusive, que há estudo que utiliza duas sessões diárias de treinamento. O volume total de treinamento desses estudos tem variado entre 900 s até 54.000 s e os aumentos de ADM entre 10° a 28° (Bandy & Irion 1994; Bandy et al., 1997 e 1998; Ben & Harvey 2010; Cipriani et al., 2003; Ferreira et al., 2007; Reid & McNair 2004). Desta forma, não parece ser necessário realizar uma intervenção de longo prazo para que se tenha ganhos significativos de ADM.

Além das formas supracitadas de realização dos exercícios de alongamento, é possível também realizar o alongamento de forma ângulo constante, tendo sido explorado na literatura em estudos agudos (Magnusson et al., 1995 e 2000; McNair et al.; 2001). Nesse tipo de alongamento, é estipulada uma ADM, e esta deve ser mantida constante durante todo o período de realização do alongamento. Magnusson et al. (1995) demonstraram diminuição do torque passivo de forma aguda, quando realizado alongamento ângulo constante. Esses autores realizaram cinco séries com duração de 90 s cada, e reportaram que ao longo das cinco séries houve diminuição do torque passivo, porém essa diminuição foi sendo reduzida ao longo das séries (Magnusson et al., 1995). Posteriormente, propondo protocolo de alongamento que mais se assemelha à prática diária, Magnusson et al. (2000) testaram três séries com 45 segundos de duração e 30 segundos de intervalo entre eles para os isquiotibiais. Foi encontrada pequena diminuição na resistência passiva ao longo das séries, porém cada uma das séries de alongamento estático com duração de 45 segundos não foi capaz de produzir efeito sobre a série subsequente, ou seja, não foi capaz de causar diminuição da resistência

passiva na série seguinte. O que indica que esse protocolo de alongamento não teve efeitos em curto prazo sobre as propriedades viscoelásticas do músculo. Da mesma forma, McNair et al. (2001) não encontraram diminuição na resistência passiva com o alongamentos de 60, 30 e 15 segundos de duração realizados a 80% da ADM máxima dos flexores plantares. É possível que a intensidade do alongamento assim como o baixo tempo de realização, não tenham sido suficientes para promover redução da resistência passiva. Desta forma, parece que o tempo de realização do alongamento, bem como a intensidade com que é realizado, são importantes para a resposta da rigidez muscular.

Observa-se que existe grande heterogeneidade entre os estudos no que diz respeito ao protocolo de alongamento utilizado, havendo grande variação entre o tipo de alongamento utilizado, a duração do protocolo de treino, a frequência semanal em que é realizado e o volume de treinamento. Ainda não existe um consenso quanto às adaptações (neurais e morfológicas) promovidas pelo treino de flexibilidade. Poucos estudos que avaliam a musculatura isquiotibial fazem avaliação do rigidez muscular, o que pode auxiliar a melhor compreender as adaptações promovidas pelo TFlex. A realização de um TFlex com apenas duas sessões semanais pode ser mais factível para os praticantes, aumentando sua adesão ao treinamento. Ainda, propor um TFlex em que é utilizado um tipo de alongamento pouco explorado, como o ângulo constante, pode trazer novos achados acerca do TFlex, uma vez que essa modalidade de alongamento tem demonstrado resultados positivos em trabalhos agudos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Problema de Pesquisa

Duas sessões semanais de treino de flexibilidade ângulo constante durante seis semanas são capazes de promover adaptações de amplitude de movimento em homens jovens com ADM limitada?

3.2 Método

Este é um estudo do tipo quase experimental.

3.3 População

A população estudada foi de homens, entre 18 e 30 anos que não praticavam treinamento de força e flexibilidade.

3.4 Amostra

A amostra foi do tipo não aleatória voluntária, composta por 13 sujeitos do sexo masculino.

Foram adotadas como estratégias para recrutamento da amostra:

- Envio de email para todos os alunos dos cursos de graduação e pós-graduação da ESEFID/ UFRGS;
- Cartazes e anúncios colocados pela ESEFID;
- Comunicação oral e indicação.

Após entrevista inicial, os voluntários que se adequaram aos critérios de inclusão compareceram ao LAPEX da ESEFID/UFRGS em datas e horários pré-estabelecidos para as sessões de testes e de treinamento.

3.4.1 Cálculo Amostral

Recorreu-se à adoção de critérios matemáticos para a realização do cálculo amostral, que foi realizado com o software G Power 3.1.13 e a partir do que foi descrito por Beck (2013). Os critérios adotados foram: valor do efeito

para relação entre as médias de 0,30 (*effect size* $w= 0,3$); probabilidade de erro de 5% ($\alpha = 0,05$), erro tipo I (α *erro prob*= 0,05); poder estatístico de 95% (*power* ($1-\beta$ *err prob*)= 0,95); 2 grupos; 4 medidas avaliadas. Foi utilizado teste ANOVA para medidas repetidas (*F tests- ANOVA: repeted measures within-between factors*), software utilizado G Power 3.1.3. O cálculo definiu o tamanho amostral em 26 sujeitos, sendo necessária assim a avaliação de 13 indivíduos em cada grupo. Visto que no presente estudo todos os indivíduos fizeram parte dos dois grupos, sendo cada um dos membros participando em um grupo, o tamanho da amostra definido foi de 13 sujeitos.

3.4.2. Critérios de Inclusão da Amostra

- Homens jovens com idade entre 18 e 30 anos;
- Saudáveis (sem limitações físicas ou problemas musculoesqueléticos, que contra indicassem a realização de exercícios de força e flexibilidade);
- Não apresentarem histórico de lesões e cirurgia envolvendo as articulações do quadril, joelho e tornozelo, bem como não apresentarem lesões musculares na coxa no ano que antecedeu as coletas de dados;
- Não estar participando regularmente de treinamento esportivo, treino aeróbico, treino de força ou treino de flexibilidade nos três meses que antecederam as coletas de dados (Chen et al., 2011);
- Não ter sido praticante de alguma modalidade que envolva o treinamento de flexibilidade como por exemplo ballet, ginástica artística, etc.;
- O indivíduo apresentar mobilidade normal dos músculos posteriores da coxa. O resultado do teste de flexão de quadril realizado de forma passiva deveria ser até 80° do ângulo de flexão de quadril (Kendall et al., 2007) para ambos os membros.

3.4.3 Critérios de Exclusão da Amostra

- O sujeito não comparecer a três sessões consecutivas de treino de flexibilidade;
- O sujeito iniciar em programa regular de exercícios físicos envolvendo os membros inferiores no período de treino;

3.5. Definição Operacional das variáveis

3.5.1. Variáveis dependentes

- ADM no teste de flexão de quadril (ADM_{Flex});
- ADM no teste de extensão de joelho (ADM_{Ext});
- Torque passivo máximo dos músculos isquiotibiais (TP_{Max});
- Torque passivo relativo dos músculos isquiotibiais ($TP_{Relativo}$);
- Rigidez muscular;
- Primeira sensação de alongamento;
- Pico de torque isométrico avaliado durante o teste de produção de força em contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos flexores de joelho;
- Pico de torque dinâmico concêntrico dos isquiotibiais (PT);
- Ângulo de pico de torque dinâmico dos isquiotibiais (ângulo PT).

3.5.2. Variáveis independentes

- Protocolo de treino de flexibilidade ângulo constante realizado durante seis semanas.

3.6 Protocolos de Avaliação

Na primeira visita os sujeitos foram informados sobre os procedimentos metodológicos desta investigação, concordando em participar, assinaram o

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 1), preencheram seus dados (anexo 2), responderam a um questionário de informações prévias (anexo 3) e realizaram as avaliações de composição corporal. Ainda no mesmo dia foi realizada a familiarização com os procedimentos das avaliações e logo após foram realizadas as avaliações (avaliações pré-treino 01). As mesmas foram reavaliadas em uma nova sessão (avaliações pré-treino 02) com pelo menos 48h de intervalo. Os dois membros dos sujeitos foram avaliados pré e pós-treino, porém apenas um membro foi designado, de forma pareada, para realizar o protocolo de TFlex (MT), enquanto o outro membro foi controle (MC) (Chan et al., 2001; Akagi & Takahashi, 2014). Os membros dos indivíduos foram alocados nos grupos (MT e MC) de forma pareada conforme a ordem em que começavam sua participação no estudo, desta forma, alguns tiveram o membro dominante no MT e alguns tiveram o membro dominante no MC. O TFlex teve início na semana após as avaliações pré-treino 02 e teve duração de seis semanas com frequência de duas sessões semanais. Na semana imediatamente após o término do período de treino, os voluntários fizeram as avaliações pós-treino. Ambos os membros dos indivíduos foram avaliados nas avaliações pré e pós TFlex.

Grupos de treino:

- Treino de flexibilidade (MT): membro que realizou o treino de flexibilidade ângulo constante;
- Controle (MC): membro que não realizou o treino de flexibilidade, porém fez as mesmas avaliações do MT.

Avaliações pré e pós-treino:

- ADM_{Flex} e ADM_{Ext} , TP_{Max} , $TP_{Relativo}$, rigidez muscular, CIVM, PT dinâmico e ângulo PT e primeira sensação de alongamento (avaliada na primeira e na última sessão de treino).

Treino de flexibilidade:

- Foram realizadas duas sessões semanais de treino de flexibilidade ângulo constante no dinamômetro isocinético, durante um período de seis semanas, apenas para o membro pré- determinado (MT).

3.6.1 Desenho Experimental

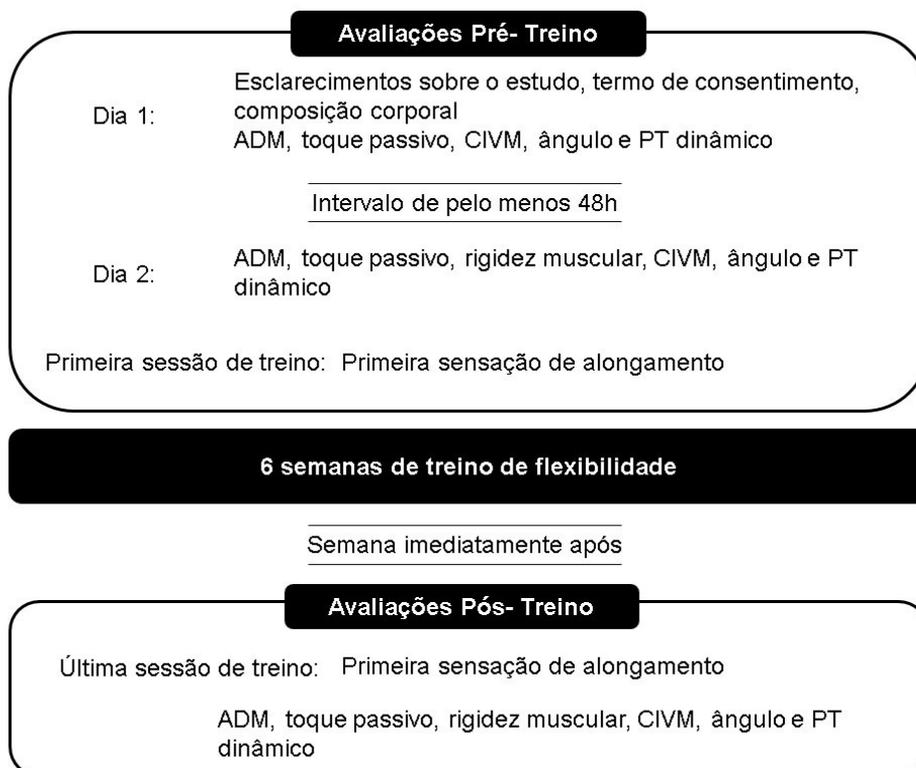


Figura 1. Desenho experimental

3.7 Processos Metodológicos

3.7.1 Composição Corporal

A massa corporal foi obtida por meio de uma balança digital, sendo que os sujeitos foram instruídos a vestir roupas leves, de preferência sunga ou calção.

Para a determinação da densidade corporal utilizou-se o protocolo de três dobras cutâneas, proposto por Jackson e Pollock (1978), sendo mensuradas as seguintes dobras: peitoral, abdominal e coxa. Antes da medição, os pontos anatômicos foram marcados com caneta dermatográfica. Realizaram-se três medidas não consecutivas para cada dobra, sendo utilizada

a média ou a medida repetida de cada dobra para o cálculo do percentual de gordura, e para o cálculo de percentual de gordura corporal foi utilizado equação de SIRI (anexo 4) (apud, Heyward & Stolarczyk, 2000).

3.7.2 Teste de Flexão de Quadril (ADM_{Flex})

O teste flexão de quadril com o joelho estendido foi utilizado para avaliar a ADM como critério de inclusão na sessão de familiarização. O mesmo também foi realizado nos momentos pré e pós período de treino, e nas avaliações pré e pós exercício excêntrico.

O teste foi realizado em ambos os membros separadamente, sendo o teste feito de forma unilateral (Kendall et al., 2007). A posição inicial do indivíduo era de decúbito dorsal com os joelhos estendidos e o membro não avaliado foi estabilizado com uma tira de velcro, a fim de evitar movimentos compensatórios. Um avaliador moveu o membro a ser avaliado em uma ação de flexão do quadril com o joelho estendido até a máxima amplitude tolerada e indicada pelo sujeito, e outro avaliador posicionou o goniômetro na articulação do quadril para fazer a medição.

3.7.3 Teste de Extensão de Joelho (ADM_{Ext})

O teste de extensão de joelho foi realizado no dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkonkoma, NY, USA). O sujeito era posicionado sentado com as costas apoiadas no banco do equipamento, seu tronco estabilizado com tiras de velcro e o equipamento ajustado individualmente. A ação realizada foi de extensão de joelho, sendo a posição inicial com o joelho flexionado a 90° (sendo 0° extensão completa) e o pesquisador movia o segmento do sujeito (Akagi & Takahashi, 2014), que estava estabilizado na haste do dinamômetro isocinético, de forma lenta na ação de extensão do joelho até atingir a máxima amplitude indicada pelo indivíduo quando ele referisse que era seu máximo tolerado. Durante a realização do teste o indivíduo era instruído a deixar o segmento o mais relaxado possível. O teste era realizado apenas uma vez. O membro avaliado foi testado na seguinte posição:

- Sentado com o ângulo do quadril a ser avaliado posicionado a 30° de flexão acima da horizontal e apoiado no suporte adaptado do equipamento (figuras 2 e 3), criando um de 120° de flexão de quadril (figura 4).

O teste de ADM_{Ext} foi realizado para estipular a amplitude de movimento em que foi avaliado o torque passivo, a rigidez muscular e em todos os dias de treino para estipular a amplitude da sessão de treino.



Figura 2. Suporte adaptado para o dinamômetro isocinético para apoio da coxa.



Figura 3. Forma de utilização do suporte adaptado.



Figura 4. Membro do sujeito apoiado no suporte adaptado durante teste de extensão de joelho, torque passivo e no treino de flexibilidade.

3.7.4 Torque Passivo (TP)

O torque passivo foi avaliado no modo passivo do dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkonkoma, NY, USA), sendo que simultaneamente

obteve-se a curva torque- ângulo, a qual foi constituída a partir dos valores exportados do dinamômetro isocinético para a placa analógico-digital do sistema Miotool 800 Wireless (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). De forma sincronizada e no mesmo sistema acima referido foi coletado o sinal EMG para assegurar de que não houve contração muscular indesejada durante a realização do teste (Nordez et al., 2008).

O sujeito foi posicionado conforme descrito no item anterior, e foi instruído a deixar seu segmento o mais relaxado possível e a não oferecer resistência ao movimento da haste do dinamômetro isocinético. A haste do equipamento movia o segmento do sujeito na velocidade de 5°/s até a amplitude máxima estipulada e o teste era realizado uma única vez. Na posição inicial o joelho foi flexionado a 90°, e estipulou-se a amplitude máxima através de teste de ADM_{Ext} diariamente para cada indivíduo. Para a análise dos dados foi utilizado o valor de torque passivo na maior ADM_{Ext} atingida (TP_{Max}) para avaliar a tolerância ao alongamento. A mesma ADM_{Ext} atingida no pré-treino também foi utilizada para avaliar o torque passivo no pós treino (TP_{Relativo}).

3.7.5 Rigidez Muscular

Para a avaliação da rigidez muscular, foram utilizados os dados obtidos durante o teste de torque passivo no dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkonkoma, NY, USA), sendo que simultaneamente obteve-se a curva torque- ângulo, a qual foi constituída a partir dos valores exportados do dinamômetro isocinético para a placa analógico-digital do sistema Miotool 800 Wireless (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). A partir dos valores obtidos na curva torque- ângulo, foram utilizados os valores correspondentes ao terceiro terço de 80% da curva, conforme proposto por Cabido et al. (2014). A partir dos valores obtidos, utilizou-se equação:

$$\text{Rigidez muscular} = \Delta \text{torque passivo} / \Delta \text{posição}$$

3.7.6 Avaliação de Produção de Força Isométrica Máxima (CIVM)

O teste para avaliação da força isométrica máxima (CIVM) foi realizado no dinamômetro Cybex Norm (Ronkonkoma, NY, USA). O sujeito foi posicionado sentado, com as costas apoiadas no encosto do banco e o tronco flexionado a 85°. As costas e o tronco foram estabilizados com tiras de velcro de modo a evitar movimentos compensatórios de outros grupos musculares. O centro da articulação do joelho era alinhado com o centro de rotação do dinamômetro e o tornozelo do sujeito foi preso na haste do equipamento.

A ação realizada foi de flexão de joelhos no ângulo de 40° (Eston et al., 2007). Foram realizadas duas contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) com duração de 3 segundos (Eston et al., 2007), o tempo de recuperação entre as tentativas foi de dois minutos, para minimizar os efeitos da fadiga muscular. Foram utilizadas para análise apenas a CIVM com maior valor de pico de torque para cada um dos dias de teste.

Os sujeitos foram instruídos a realizar força máxima durante todo o teste e receberam incentivo verbal do avaliador. Foi dado feedback em tempo real, sendo permitido aos sujeitos acompanhar a curva de força exibida na tela do computador.

3.7.7 Pico de torque dinâmico (PT)

O PT dinâmico foi mensurado através de teste de contração dinâmica concêntrica no dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkonkoma, NY, USA), com o sujeito sentado, o tronco apoiado no encosto do banco com ângulo de flexão do quadril de 85°, e estabilizado com tiras de velcro de modo a evitar movimentos compensatórios de outros grupos musculares. O teste era realizado após a CIVM.

A ação realizada foi de flexão de joelhos, sendo realizada uma série de cinco contrações concêntricas a 60°/s. O indivíduo foi instruído a realizar o máximo de força durante toda a amplitude de movimento e recebeu incentivo verbal durante o teste. Foi utilizada para análise apenas o valor do maior pico de torque.

3.7.8 Ângulo de pico de torque concêntrico (ângulo PT)

O ângulo de PT foi obtido da curva torque-ângulo durante a realização do teste para avaliação do PT, realizado no dinamômetro isocinético Cybex Norm. Foi considerada para análise a curva de maior PT.

3.7.9 Protocolo de treino de flexibilidade (TFlex)

O protocolo de TFlex foi realizado no modo passivo do dinamômetro isocinético Cybex Norm (Ronkonkoma, NY, USA). Foram realizadas duas sessões semanais de treino durante um período de seis semanas e apenas um dos membros (MT) participou do treinamento. A amplitude de movimento era determinada diariamente através do teste de ADM_{Ext} no dinamômetro isocinético. O sujeito era posicionado no equipamento, conforme descrito anteriormente no item 3.7.3. Em seguida, o sujeito era colocado na posição inicial, com o joelho flexionado a 90° (figura 5) e a haste do dinamômetro movimentava o segmento do indivíduo na velocidade de $5^\circ/s$ até a posição final (figura 6), que correspondia à máxima amplitude atingida no teste diário de ADM_{Ext} . Após alcançar a posição final de máxima amplitude, a mesma era mantida constante durante 60 segundos. Ao final do tempo estipulado para o alongamento a haste do dinamômetro movia o segmento do sujeito até a posição inicial. Durante a realização do protocolo de alongamento o sujeito foi instruído a deixar o segmento o mais relaxado possível e não oferecer qualquer tipo de resistência à haste do dinamômetro. O protocolo de alongamento foi adaptado de Magnusson et al. (1995 e 1996a). Foram realizadas 8 séries com duração de 60 segundos, com 30 segundos de intervalo entre cada série, sendo a duração total de 8 minutos de alongamento

Em todas as sessões de TFlex foi realizado aquecimento imediatamente antes do início do treino (Kay & Blazevich, 2010), com 5 minutos de duração, em uma bicicleta ergométrica, a uma velocidade de 60 RPM, com carga de 1 Kg, produzindo uma potência constante de 60 W.

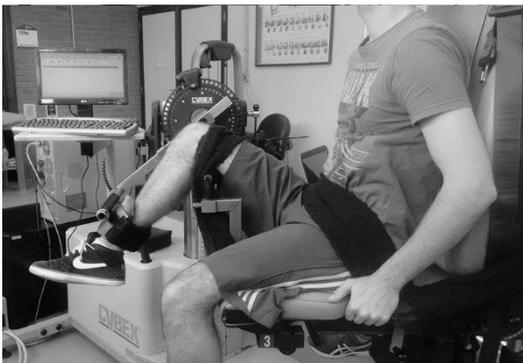


Figura 5. Posicionamento no protocolo de alongamento na posição inicial do movimento.

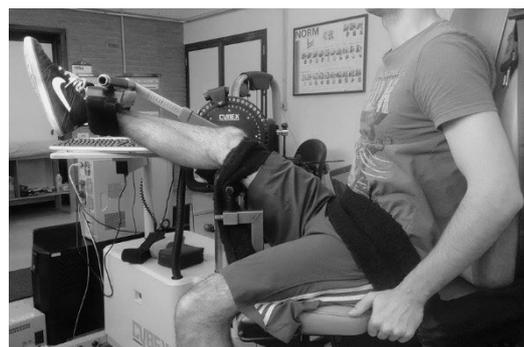


Figura 6. Posicionamento no protocolo de alongamento na amplitude final do movimento.

3.7.10 Primeira sensação de alongamento

A primeira sensação de alongamento foi avaliada na primeira e na última sessão de treinamento durante a realização do protocolo de alongamento. Os sujeitos foram posicionados no dinamômetro isocinético conforme descrito no item anterior, e foram instruídos a, quando o dinamômetro começasse a mover passivamente seu segmento, pressionar o botão do dispositivo entregue a eles no momento em que sentissem que o músculo estava começando a ser alongado.

Para esta avaliação um computador esteve conectado ao dinamômetro isocinético para exportação dos dados das curvas torque- ângulo através do sistema Miotool 800 Wireless (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). Ainda, simultaneamente, o botão do dispositivo esteve conectado ao mesmo sistema de aquisição e, quando pressionado, uma marcação era realizada na mesma tela de aquisição dos dados da curva torque- ângulo. Foram utilizados para análise os valores de torque passivo e ângulo da primeira repetição de alongamento da primeira e da última sessão de treino.

3.7.11 Coleta do sinal Eletromiográfico (EMG)

A coleta do sinal EMG, foi realizada simultânea ao teste de CIVM para relativização dos dados de TP. Foram utilizados eletrodos de superfície bipolar da marca *Meditrace* com 15mm de diâmetro, que foram colocados no ventre

do músculo bíceps femoral e semitendíneo, sendo posicionados conforme proposto por SENIAM (www.seniam.org). Antes da colocação dos eletrodos no local estabelecido foi realizada a tricotomia e abrasão da pele com lâmina de barbear, algodão e álcool para a retirada de células mortas e, reduzindo assim a impedância da pele.

A distância entre eletrodos foi de 20 mm do centro do eletrodo. O eletrodo terra foi posicionado na protuberância óssea, próxima ao local de aquisição do sinal. Para minimizar o erro de posicionamento dos eletrodos nos diferentes dias de coleta de dados, foram feitos mapas de avaliação (Narici et al., 1989). Os mapas foram realizados para cada um dos membros do indivíduo com uma folha de transparência, onde foram marcados com caneta demográfica pontos anatômicos, sinais e cicatrizes, bem como o posicionamento dos eletrodos e posicionamento da sonda para as avaliações com ultrassom. Esse mapa foi utilizado para auxiliar no posicionamento dos eletrodos nos demais dias de coletas EMG.

A aquisição dos dados eletromiográficos foi realizada por um eletromiógrafo Miotool 800 Wireless (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil), composto por um sistema de oito canais, 2000 Hz por canal. Para a aquisição dos dados foi utilizado o *software* Miograph (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). A aquisição das curvas de EMG dos diferentes músculos foi efetuada com uma frequência de amostragem de 2000Hz (De Luca, 1997).

3.7.12 Tratamento dos Dados EMG

A análise dos dados foi realizada no *software* Miograph. Inicialmente foi feita filtragem de todos os sinais adquiridos utilizando-se filtro passa-banda Butterworth, de 5ª ordem, e a frequência de corte foi de 20 e 500 Hz. Para análise do sinal correspondente às CIVMs foi feito um recorte no platô da curva de força, durante um período de 1 segundo, para a obtenção do valor *root mean square* (RMS), e apenas a CIVM com maior valor de torque foi utilizada para análise em cada um dos momentos (Botton et al., 2015).

Para a análise do sinal EMG obtido no teste de torque passivo, foi calculado o valor RMS desde o início do movimento até a máxima amplitude atingida pelo indivíduo, este valor foi relativizado com o valor da CIVM do primeiro dia de testes.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada no *software* SPSS 18.0. Utilizou-se a estatística descritiva para descrição dos dados em média e desvio padrão. Foi utilizado teste de *Shapiro Wilk* para verificação da normalidade dos dados e a homogeneidade foi verificada através do teste de Levene. Mesmo que alguns dados de comparação pré e pós treino não tenham apresentado normalidade, foi sempre utilizada a ANOVA, pois a mesma é robusta o suficiente para violações de normalidade (Field, 2009). Para comparação dos valores pré-treino entre os grupos foi utilizado teste *t-student* para dados independentes. Para comparar os efeitos do treinamento de flexibilidade foi utilizada uma ANOVA two-way (tempo x grupo), para medidas repetidas. Quando encontrada interação grupo x tempo foi utilizado um teste t para desdobramento dos resultados.

Para a análise da primeira sensação de alongamento foi utilizado teste t para a comparação de dados de torque passivo e de ângulo na primeira e na última sessão de treino. O nível de significância adotado foi de $\alpha < 0,05$.

5. RESULTADOS

Caracterização da amostra

As características da amostra estão apresentadas na tabela 1. Inicialmente, 23 sujeitos se voluntariaram para participar desse estudo, dos quais seis foram excluídos por apresentarem ângulo de flexão de quadril superior a 80°; um sujeito desistiu antes das avaliações iniciais e três sujeitos foram excluídos por já terem programado se engajar em treinamento regular envolvendo os membros inferiores. Desta forma, 13 sujeitos completaram o estudo.

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra, apresentados em média \pm DP.

	Média \pm DP
Idade (anos)	23,6 \pm 3,9
Massa corporal (kg)	77,6 \pm 12,5
Estatura (cm)	177,1 \pm 6,8
Gordura corporal (%)	16,0 \pm 8,2

Os sujeitos foram alocados nos grupos de forma pareada pela dominância do membro e de acordo com a ordem em que foram se engajando no estudo, sendo que sete sujeitos realizaram o treino de alongamento no membro dominante e seis no membro não dominante. Os valores iniciais de ADM, CIVM, TP, PT, ângulo de PT, e foram comparados entre MT e MC e não foram encontradas diferenças significativas entre eles ($p > 0,05$) (tabela 2).

A adesão ao TFlex proposto foi de 99,3%, havendo apenas uma falta às sessões de treino. Quando os sujeitos não puderam comparecer nos horários agendados, uma nova sessão de treino era marcada, respeitando pelo menos

um dia de intervalo entre as sessões. Durante as sessões de treino a temperatura da sala foi controlada e se manteve na média de 22°C.

Testes de normalidade

Para o teste de ADM_{Flex} , o teste Shapiro-Wilk apresentou normalidade para o MT e para o MC momento pós ($p>0,05$), porém para o MC no momento pré não foi verificada normalidade dos dados ($p=0,04$).

Para o teste de ADM_{Ext} , torque passivo, PT dinâmico e o ângulo de PT, os dados apresentaram normalidade para MT e MC ($p>0,05$).

Com relação à CIVM, foi demonstrada normalidade dos dados de MC e MT no momento pós, porém para MT no momento pré treino os dados não foram normais ($p=0,001$).

Para a rigidez muscular foi demonstrada normalidade ($p>0,05$) dos dados de MC, porém MT não demonstrou normalidade ($p<0,05$).

Na análise da primeira sensação de alongamento, foi demonstrada normalidade ($p>0,05$) dos dados de ângulo e torque passivo.

Amplitude de movimento (ADM)

Os resultados de ADM estão apresentados na tabela 2. Os valores de ADM_{Flex} apresentaram efeito do tempo ($p<0,05$) e interação tempo x grupo ($p<0,05$), de modo que foram realizadas as análises de desdobramento. As análises desdobramento mostraram que MT apresentaram valores significativamente maiores ($p<0,05$) de ADM_{Flex} pós em relação ao momento pré. Já MC não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) de ADM_{Flex} no momento pós em relação ao momento pré.

Os valores de ADM_{Ext} apresentaram efeito isolado do tempo ($p<0,05$) e interação tempo x grupo ($p<0,05$). As análises de desdobramento mostraram que apenas o MT apresentou valores significativamente maiores ($p<0,05$) de ADM_{Ext} pós em relação ao momento pré. Já MC não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) de ADM_{Ext} no momento pós em relação ao momento pré.

Torque passivo (TP)

Os resultados referentes ao TP (TP_{Max}) estão apresentados na tabela 2. Durante os testes de torque passivo a média dos valores RMS do sinal EMG esteve <5%.

A análise do TP_{Max} demonstrou efeito do tempo ($p < 0,05$) e interação tempo x grupo ($p < 0,05$). Os desdobramentos mostraram aumento significantes ($p < 0,05$) do TP_{Max} pós em relação aos valores pré treino para o MT. Diferente de MC, que não demonstrou diferença significativa ($p > 0,05$) do momento pré para o pós- treino para essa variável.

Força máxima isométrica, dinâmica e ângulo de pico de torque (CIVM, PT dinâmico, ângulo PT)

Os dados de força e ângulo de pico de torque estão apresentados na tabela 2.

A análise da CIVM demonstrou efeito do tempo ($p < 0,05$) e não houve interação tempo x grupo ($p > 0,05$). As análises de desdobramentos mostraram diminuição significativa ($p < 0,05$) da CIVM pós em relação aos valores pré treino para MT. Diferente de MC, que não demonstrou diferença significativa ($p > 0,05$) do momento pré para o pós- treino para essa variável.

Para o PT dinâmico as análises não demonstraram efeito do tempo ($p > 0,05$), nem interação tempo x grupo ($p > 0,05$). Da mesma forma, para o ângulo de PT, não foi encontrado efeito do tempo ($p > 0,05$), nem interação tempo x grupo ($p > 0,05$).

Rigidez muscular

Os dados de rigidez muscular estão apresentados na tabela 2. As análises não demonstraram efeito do tempo ($p > 0,05$), nem efeito tempo x grupo ($p > 0,05$).

Tabela 2. Dados pré e pós- treino de: amplitude de movimento de flexão de quadril (ADM_{Flex}), amplitude de movimento de extensão de joelhos (ADM_{Ext}), torque passivo máximo (TP_{Max}), torque passivo relativo (TP_{Max}) rigidez muscular, contração isométrica voluntária máxima (CIVM), ângulo de pico de torque dinâmico (Ângulo PT) e pico de torque (PT) no membro treino (MT) e no membro controle (MC).

	MT		MC	
	Pré- treino	Pós- treino	Pré- treino	Pós- treino
ADM _{Flex} (graus)	59,4° ± 8,1	70,3° ± 9,8*	63,2° ± 6,8	64,1° ± 8,2
ADM _{Ext} (graus)	28,3° ± 7,6	18,5° ± 5,2*	26,7° ± 8,7	26,5° ± 6,2
TP _{Max} (Nm)	53,1 ± 11,7	64,9 ± 12,3*	54,7 ± 8,9	54,7 ± 9,6
TP _{Relativo} (Nm)	53,1 ± 11,7	55 ± 9,2	54,7 ± 8,9	52,6 ± 8
Rigidez (Nm/graus)	1,77 ± 1,1	1,65 ± 0,7	1,78 ± 0,6	1,6 ± 0,7
CIVM (Nm)	134,1 ± 26,1	123,5 ± 22,6*	126,5 ± 20,7	124,6 ± 28,2
Ângulo PT (graus)	39,7° ± 11	37,2° ± 7,5	40,5° ± 8,4	40,5° ± 10,1
PT (Nm)	110,2 ± 19,4	106,3 ± 18,1	107,2 ± 11,4	100,1 ± 20,6

Dados expressos em média ± DP. *diferença significativa (p<0,05) dos valores pré-treino.

Primeira sensação de alongamento

Os dados da primeira sensação de alongamento estão apresentados nas figuras 07 e 08. Para a análise desta variável foram utilizados os dados de 12 sujeitos pois não foi possível fazer a análise dos dados de um sujeito.

O teste t demonstrou aumento significativo (p<0,001) do ângulo da primeira (34,9° ± 11,9) para a última sessão de treino (22,3° ± 9,7), foi

encontrada aumento significativo ($p < 0,05$) do torque passivo ($47,7 \pm 10,8$ Nm) da primeira para a última sessão de treino ($58,4 \pm 9,4$ Nm).

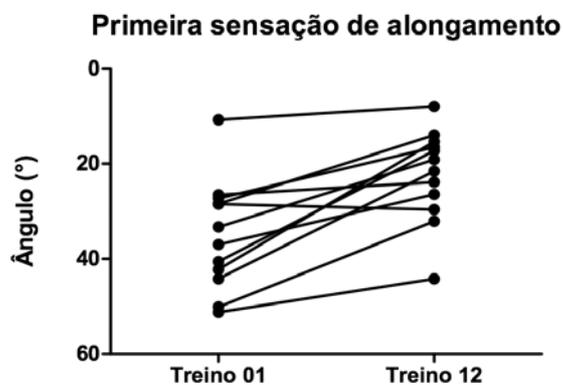


Figura 7. Ângulo representativo do momento em que ocorreu a primeira sensação de alongamento na primeira sessão de treino (treino 01) e na última sessão de treino (Treino 12).

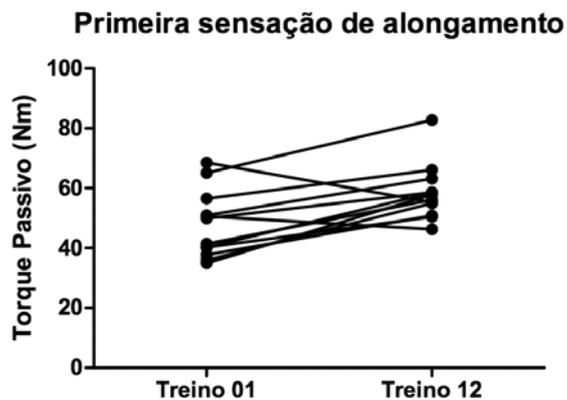


Figura 8. Ângulo representativo do momento em que ocorreu a primeira sensação de alongamento na primeira sessão de treino (treino 01) e na última sessão de treino (Treino 12).

6. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram aumento após o período de treino de 18,4% na amplitude de movimento de flexão de quadril (ADM_{Flex}) e de 34,5% na amplitude de movimento de extensão de joelhos (ADM_{Ext}) apenas para o MT; ainda, foi encontrado aumento de 22,2% no TP_{Max} , apenas no MT. Porém, para o MC não foi observada alteração na ADM_{Flex} , na ADM_{Ext} , e no TP_{Max} . E, tanto para MT quanto para MC, não foi relatado alteração significativa no $TP_{Relativo}$ e na rigidez muscular. Visto que, a efetividade de um TFlex é normalmente confirmada através de aumento da ADM (Chan et al., 2001), é possível afirmar que o protocolo de treino de flexibilidade proposto no presente estudo foi efetivo.

A máxima ADM foi mesurada de duas formas distintas no presente estudo, através de teste de flexão de quadril (ADM_{Flex}) e através de teste de extensão de joelhos (ADM_{Ext}). Tais procedimentos foram adotados visando a especificidade do teste em relação à forma como o treino foi realizado e para facilitar a comparação dos resultados com demais estudos, uma vez o teste de flexão de quadril é mais comumente utilizado nos estudos. Foi observado incremento na ADM no MT em ambas as formas mensuradas, demonstrando que apesar de os isquiotibiais terem sido alongados na ação de extensão do joelho com quadril flexionado, foram também obtidos ganhos no teste de flexão de quadril com o joelho estendido. Desta forma, pode-se afirmar que houve transferência dos ganhos de ADM adquiridos em um movimento, para outro.

Após seis semanas de TFlex o MT apresentou aumento de 10,9° (18,4%) para ADM_{Flex} e 9,8° (34,5%) para ADM_{Ext} . Os aumentos de ADM encontrados no presente estudo são semelhantes aos incrementos reportados por outros autores que realizaram TFlex para os isquiotibiais com mesma duração de treino do presente estudo (6 semanas) (~10°) (Bandy & Irion, 1994; Bandy et al., 1997 1998; Ben & Harvey, 2010; Ferreira et al., 2007; Reid & McNair, 2004), e encontra-se próximos aos ganhos relatados com estudos com maiores períodos de treinamento (9,5° a 14°) (Ayala et al., 2013; Chan et al., 2001; Freitas & Mil-Homens, 2015; Lima et al., 2015; Sainz de Baranda & Ayala, 2010).

Quando comparados diferentes estudos sobre TFlex, devem ser consideradas a manipulação de variáveis como a frequência semanal, o volume de treino e tipo de alongamento realizado. Quanto à frequência semanal, não se tem conhecimento sobre estudos que tenham utilizado apenas duas sessões semanais de treino, sendo que os estudos encontrados na literatura utilizaram frequência que varia de três (Chan et al., 2001), cinco (Bandy & Irion, 1994; Bandy et al., 1997 e 1998; Ben & Harvey, 2010; Ferreira et al., 2007; Folpp et al., 2006; Reid & McNair, 2004) a, até sete sessões por semana (Cipriani et al., 2003). Alguns autores, inclusive, utilizaram um protocolo de TFlex com duas sessões diárias de treinamento (Halbertsma & Goeken, 1994; Cipriani et al., 2003). Um achado importante do presente estudo é que foram encontrados aumentos significativos de ADM com apenas duas sessões semanais de treino.

Sobre o volume de alongamento, no presente estudo cada sessão teve duração de 480s, sendo o volume total de treino de 5760s. Outros trabalhos que também avaliaram os isquiotibiais utilizaram volumes totais de treino menores, variando de 900s a 5400s (Bandy & Irion, 1994; Bandy et al., 1997 e 1998; Ferreira et al., 2007, Reid & McNair, 2004), e poucos estudos utilizaram volume total de alongamento superiores ao do presente estudo, variando de 5880s a 7220s (Cipriani et al., 2003; Ben & Harvey, 2010; Marshall et al., 2011). Dos autores citados, Cipriani et al. (2003) e Marshall et al. (2011) utilizam maiores volumes de alongamento por sessão do que no presente estudo. Cipriani et al. (2003) reportaram aumentos de até 28° da ADM, que foi superior ao presente estudo e Marshall et al. (2011), apesar de terem realizado apenas quatro semanas de TFlex, reportaram aumento significativo de 15,9° de ADM. Além do elevado volume total de treino, é possível que a elevada quantidade de sessões semanais, incluindo duas sessões diárias, sejam responsáveis pelos aumentos consideráveis reportados por Cipriani et al. (2003).

Devido à grande variabilidade nos modelos de TFlex propostos na literatura, não é conhecido qual é o volume e a frequência ótima para um TFlex, pois os estudos demonstram que diferentes frequências semanais e volumes de TFlex são capazes de provocar aumento na ADM. Tem sido

sugerido que o tempo total de duração do alongamento realizado por sessão de treino é mais importante que a duração de uma única série do exercício de alongamento (Cipriani et al., 2003). A partir da comparação dos resultados do presente estudo com os de outros autores sobre o mesmo tema, observa-se que, quando o volume diário de alongamento é baixo, uma alta frequência semanal é necessária para que se obtenha incrementos de ADM; por outro lado, quando se utiliza um elevado volume de alongamento por sessão de treino, pode-se obter ganhos significativos mesmo com uma baixa frequência semanal de treino, como demonstrado no presente estudo (Bandy & Irion, 1994; Bandy et al., 1997 e 1998; Ferreira et al., 2007, Reid & McNair, 2004; Cipriani et al., 2003; Ben & Harvey, 2010; Marshall et al., 2011).

A similaridade dos resultados de incrementos de ADM encontrados no presente estudo com os de outros estudos que apresentam maior número de sessões semanais, se deve principalmente ao tipo de TFlex realizado e o alto volume por sessão de treino. A escolha do protocolo de alongamento do presente estudo foi baseado na propriedade biomecânica de relaxamento sob tensão e optou-se por utilizar um protocolo de alongamento do tipo ângulo constante, similar ao proposto por Magnusson et al. (1995). No estudo destes autores, foi apontado que um protocolo de cinco séries de 90 s de alongamento ângulo constante para os isquiotibias, foi capaz de provocar diminuição do torque passivo ao longo das cinco séries, o que possibilita aumento agudo de ADM (Magnusson et al., 1995). Ainda, Cabido et al (2014), reportaram diminuição da rigidez muscular após uma sessão de alongamento ângulo constante, tendo sido realizadas quatro séries com 30 s de duração cada. Visto que sessões agudas de alongamento ângulo constante, se mostraram capazes de provocar efeitos agudos, buscou-se averiguar se, quando realizada por um período de tempo, seria capaz de provocar adaptações cronicamente. Esta hipótese foi confirmada no presente estudo, uma vez que houve um aumento da ADM.

Apesar de Cabido et al. (2014) terem reporta do diminuição da rigidez muscular imediatamente após uma sessão de alongamento ângulo constante, no presente estudo não foi encontrado efeito do TFlex nessa variável. Resultado semelhante foi reportado por Magnusson et al. (1996b), que

realizaram apenas três semanas de TFlex, porém tiveram um volume total de treino de 9000 s. Já Marshall et al. (2011) encontraram diminuição da rigidez muscular dos isquiotibiais após quatro semanas de treino e tiveram volume total de treino de 7200. Outros autores relataram diminuição da rigidez muscular ao avaliarem os flexores plantares após um período de TFlex (Guissard & Duchateau, 2004; Nakamura et al, 2012; Akagi & Takahashi, 2014). Observa-se que os autores supracitados que encontraram alteração na rigidez muscular utilizaram o alongamento estático e tinham uma frequência semanal de treino que variou de cinco a sete sessões de treino por semana. Visto que no presente estudo eram realizadas apenas duas sessões semanais de treino, é possível que seja necessária maior frequência semanal para que se possa observar alteração dessa variável ou é necessário que o TFlex seja realizado durante maior número de semanas.

No presente estudo foi encontrado aumento da ADM com aumento do TP_{Max} para o MT, sem alteração no $TP_{Relativo}$ e na rigidez muscular. Tais resultados demonstram que o protocolo de TFlex proposto no presente estudo foi capaz de provocar aumento da tolerância dos indivíduos ao alongamento, corroborando com os achados de outros autores (Magnusson et al., 1996b; Ben & Harvey, 2010; Folpp et al., 2006; Aquino et al., 2010, Gajdosik, 2007, Chan et al., 2001; LaRoche & Connolly, 2006). Desta forma, especula-se que o mecanismo envolvido no aumento da ADM no presente estudo, seja o aumento da tolerância ao alongamento ao invés de alterações nas propriedades mecânicas ou viscoelásticas (Magnusson et al., 1996b; LaRoche & Connolly, 2006).

Um fator que pode contribuir para fortalecer essa hipótese, é a alteração da primeira sensação de alongamento. No presente estudo, a primeira sensação de alongamento ocorreu em maiores amplitudes articulares e com maior torque passivo na última sessão de treino em relação à primeira sessão de treino. Este achado evidencia que os sujeitos foram capazes de suportar maior ADM com maior torque passivo até que começassem a sentir sua musculatura sendo alongada. Não há conhecimento de outros trabalhos que tenham mensurado essa variável para que possa ser feita a discussão dos dados com outros autores. Porém Ben e Harvey (2010) e Marshall et al. (2011)

propuseram outras formas de avaliar a tolerância ao alongamento. Estes autores utilizaram para avaliar a percepção e dor dos indivíduos uma escala visual analógica em que os sujeitos indicaram o nível de dor no ponto de máxima ADM atingida. Em ambos os estudos não foi encontrada alteração na dor no ponto de maior torque tolerado, porém houve aumento de ADM (Ben & Harvey, 2010; Marshall et al., 2011). Esses achados indicam que o TFlex possibilitou que os participantes conseguissem atingir maior ADM, acompanhada de maior torque passivo, porém com uma mesma percepção de dor (Ben & Harvey; 2010).

Um aspecto importante acerca da metodologia proposta no presente estudo é que a intervenção foi realizada em apenas um dos membros do sujeito, enquanto o membro contralateral foi utilizado como controle e não sofreu intervenção, semelhante ao que ocorreu em outros estudos (Akagi & Takahashi, 2014; Cipriani et al., 2003, Ben & Harvey, 2010). Tanto no presente estudo, quando nos demais supracitados, realizar TFlex em um dos membros, não provocou efeito no membro contralateral não treinado, ou seja, não houve transferência para o membro contralateral, ou a transferência não parece ocorrer de forma significativa. Folpp et al. (2006) afirmam que, se ocorre familiarização com a sensação de alongamento, o alongamento de um dos membros não deve alterar a percepção de tolerância ao alongamento no membro contralateral não treinado, fato que também reforça o método utilizado no presente estudo.

Outra adaptação atribuída ao TFlex é o aumento do número de sarcômeros em série. Em humanos, um deslocamento do ângulo de PT para maiores amplitudes articulares sugere essa alteração (Brockett, Morgan & Proske, 2001; Proske & Morgan, 2001). No presente estudo não foi encontrada alteração no ângulo de PT pós treino, corroborando com os achados de Aquino et al. (2010) que realizaram oito semanas de TFlex. Já Chen et al. (2011) após oito semanas, e Ferreira et al. (2007) após seis semanas de TFlex, reportaram alteração no ângulo de PT para maiores amplitudes articulares dos isquiotibiais. Entretanto, o volume total de treino de Chen et al. (2011) foi bastante superior ao do presente estudo (21600 s) e ao de Aquino et al. (2010) (2880 s), e a frequência semanal tanto de Chen et al. (2011) (três sessões por

semana), quanto de Ferreira et al. (2007) (cinco sessões por semana) também foram superiores ao presente estudo, fato que pode ser responsável pelas diferenças observadas entre os estudos e os resultados encontrados.

Uma hipótese que pode ser especulada ao observar os estudos supracitados e o presente, é que parece que para que ocorra aumento no ângulo de PT é necessário que os indivíduos consigam atingir ADMs mais elevadas. Isso porque a ADM_{Flex} reportada por Chen et al., (2011) após TFlex foi de $120,1^\circ$, enquanto no presente estudo foi de 70° . Com isso, é possível especular que o indivíduo precise atingir uma ADM mais elevada para que ocorra alteração do ângulo de PT. Assim, de acordo com os resultados do presente estudo, o protocolo de TFlex proposto não foi suficiente para promover aumento do número de sarcômeros em série.

Quanto às avaliações de força, não foi observada alterações no PT dinâmico, porém houve diminuição significativa da CIVM de flexão de joelho para o MT apenas. Não se tem conhecimento sobre estudos que tenham relatado diminuição de força após um período de TFlex, sendo inclusive relatada por alguns autores não haver alteração na força muscular dos isquiotibiais com o TFlex (Ferreira et al., 2007; Marshall et al., 2011). Ainda, segundo Ferreira et al. (2007), o TFlex não irá, necessariamente resultar em ganhos de força dinâmica e isométrica. Uma vez que não foi relatada diminuição da rigidez muscular após TFlex, a diminuição da CIVM não pode ser explicada por fatores mecânicos. Desta forma, especula-se que a diminuição da força pode ter ocorrido por fatores neurais.

CONCLUSÃO

Duas sessões semanais de TFlex utilizando alongamento ângulo constante são suficientes para provocar aumento da ADM e alteração da primeira sensação de alongamento. Acredita-se que essas alterações ocorreram devido a fatores neurais, uma vez que foi observado aumento do TP_{Max} , e não foi encontrada alteração no $TP_{Relativo}$ e na rigidez muscular.

7. REFERENCIAS

American College of Sports Medicine. Position Stand, 2011

Akagi R, Takahashi H. Effect of a 5-week static stretching program on hardness of the gastrocnemius muscle. *Scand J Med Sci Sports*, 2014; 24 (6): 950-7.

Abdel-Aziem AA, Mohammad WS. Plantar-flexor Static Stretch Training Effect on Eccentric and Concentric Peak Torque – A comparative Study of Trained versus Untrained Subjects. *J Hum Kinet*. 2012; 34: 49-58.

Aquino CF, Fonseca ST, Gonçalves GG, Silva PL, Ocarino JM, Mancini MC. Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: A randomized controlled trial. *Man Ther*. 2010; 15 (1): 26-31

Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Comparison of active stretching technique in males with normal and limited hamstring flexibility. *Phys Ther Sport*. 2013; 14(2):98-104

Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1994; 74(9):845-50

Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1997; 77 (10): 1090-6.

Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The Effect of Static Stretch and Dynamic Range of Motion Training on the Flexibility of the Hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998; 27 (4): 295-300

Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J Strength Cond Res* 2013; 27(8): 2323-37.

Ben M, Harvey LA. Regular stretch does not increase muscle extensibility: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*, 2010; 20 (1): 136- 44.

Blazevich AJ, Cannavan D, Waugh CM, Miller SC, Thorlund JB, Aagaard P, Kay AD. Range of motion, neuromechanical, and architectural adaptations to plantar flexor stretch training in humans. *J Appl Physiol*, 2014; 117 (5): 452-62.

Botton CE, Radaelli R, Wilhelm EN, Rech A, Brown LE, Pinto RS. Neuromuscular Adaptations to Unilateral vs. Bilateral Strength Training in Women. *J Strength Cond Res*. 2015; 29.

Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(5):783-90.

Cabido CE, Bergamini JC, Andrade AG, Lima FV, Menzel HJ, Chagas MH. Acute effect of constant torque and angle stretching on range of motion, muscle passive properties, and stretch discomfort perception. *J Strength Cond Res*, 2014; 28 (4): 1050-7

Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scand J Med Sci Sports*, 2001; 11 (2):81-6.

Chen CH, Nosaka K, Chen HL, Lin MJ, Tseng KW, Chen TC. Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(3): 491- 500a.

Cipriani D, Abel B, Pirwitz D. A Comparison of Two Stretching Protocols on Hip Range of Motion: Implications for Total Daily Stretch Duration. *J Strength Cond Res*. 2003; 17 (2): 274-8.

Coutinho EL, Gomes AR, França CN, Oishi J, Salvini TF. Effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. *Braz J Med Biol Res*. 2004; 37(12): 1853- 61.

Cox VM, Williams PE, Wright H, James RS, Gillott KL, Young IS, Goldspink DF. Growth induced by incremental static stretch in adult rabbit latissimus dorsi muscle. *Exp Physiol*. 2000; 85 (2): 193-202.

De Luca, CJ. The use of electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech*. 1997; 13:135-163.

Eston RG, Rowlands AV, Coulton D, McKinney, J.; Gleeson, N. P., Effect of flexibility training on symptoms of exercise-induced muscle damage: A preliminary study. *J Exerc Sci Fit*. 2007; 5 (1): 33- 39.

Ferreira GN, Teixeira-Salmela LF, Guimarães CQ. Gains in Flexibility Related to Measures of Muscular Performance: Impact of Flexibility on Muscular Performance. *Clin J Sport Med*. 2007;17(4):276-81.

Field, A. *Descobrimos a estatística usando o SPSS*. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 688 p. ISBN 978-85-363-1927-8.

Folpp H, Deall S, Harvey LA, Gwinn T. Can apparent increases in muscle extensibility with regular stretch be explained by changes in tolerance to stretch? *Aust J Physiother*. 2006; 52 (1): 45-50.

Freitas SR, Mil-Homens P. Effect of 8-week high-intensity stretching training on biceps femoris architecture. *J Strength Cond Res*. 2015; 29 (6): 1737-40

Gajdosik RL. Effects of Static Stretching on the Maximal Length and Resistance to Passive Stretch of Short Hamstring Muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;14 (6): 250-5.

Gajdosik RL, Allred JD, Gabbert HL, Sonsteng BA. A stretching program increases the dynamic passive length and passive resistive properties of the calf muscle-tendon unit of unconditioned younger women. *Eur J Appl Physiol*. 2007; 99 (4): 449-54

Guissard N, Duchateau J. Effect of static stretch training on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. *Muscle Nerve*. 2004; 29 (2): 248- 55.

Halbertsma JPK, Goeken LNH. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75: 976-981.

Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo. Manole, 2000.

Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr,* 1978, 40: 497-504.

Kay AD, Blazevich AJ. Concentric muscle contractions before static stretching minimize, but do not remove, stretch-induced force deficits. *J Appl Physiol* 2010; 108 (3): 637-45.

Kendall FP, McCreary, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. Músculos: Provas e Funções com Postura e Dor. 5ª edição, 2007, Barueri, Manole.

LaRoche DP, Connolly DAJ. Effects of Stretching on Passive Muscle Tension and Response to Eccentric Exercise. *Am J Sports Med.* 2006, 34 (6): 1000-1007.

Lima KM, Carneiro SP, Alves DdeS, Peixinho CC, de Oliveira LF. Assessment of muscle architecture of the biceps femoris and vastus lateralis by ultrasound after a chronic stretching program. *Clin J Sport Med.* 2015; 25 (1): 55-60

Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports* 1995; 5: 342-347.

Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Kjaer M. Biomechanical Responses to Repeated Stretches in Human Hamstring Muscle In Vivo. *Am J Sports Med* 1996; 24 (5): 622- 8a.

Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol.* 1996; 15; 497: 291-8b.

Magnusson SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(6): 1160- 4a.

Marshall PW, Cashman A, Cheema BS. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. *J Sci Med Sport.* 2011; 14 (6): 535-40.

McNair PJ, Dombroski EW, Hewson DJ, Stanley SN. Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(3): 354-8.

Nakamura M, Ikezoe T, Takeno Y, Ichihashi N. Effects of a 4-week static stretch training program on passive stiffness of human gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112 (7): 2749- 55.

Narici M, Vroi, GS, Landoni, L, Minetti AE, Cerretelli, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *Eur. J. Appl. Physiology.* 1989; 59: 310-319.

Nordez A, McNair P, Casari P, Cornu C. Acute Changes in Hamstrings Musculo-Articular Dissipative Properties Induced by Cyclic and Static Stretching. *Int J Sports Med.* 2008; 29(5): 414- 8.

Peixoto GH, Andrade AG, Menzel HJ, Araújo SR, Pertence AE, Chagas MH. Viscoelastic stress relaxation in the hamstrings before and after a 10-week stretching program. *Muscle Nerve.* 2015; 51 (5): 761-4.

Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol.* 2001; 537: 333-45.

Reid DA, McNair PJ. Passive Force, Angle, and Stiffness Changes after Stretching of Hamstring Muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36 (11): 1944-8.

Roberts JM, Wilson K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br J Sports Med.* 1999; 33 (4): 259-63.

Sainz de Baranda P, Ayala F. Chronic Flexibility Improvement After 12 Week of Stretching Program Utilizing the ACSM Recommendations: Hamstring Flexibility. *Int J Sports Med.* 2010; 31 (6): 389-96.

SENIAM. www.seniam.org

Smith C. The warm-up procedure: To stretch or not to stretch. *J Orthop Sports Phys Ther* 19:12-16, 1994

8. ANEXOS

Anexo 1 Termo de Consentimento

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome:

Dados de Identificação do Pesquisador Responsável:

Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX)

Escola de Educação Física (ESEF)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Rua Felizardo, 750 – Jardim Botânico – Porto Alegre, RS.

Telefone: 051 3308-5894

Clarissa Müller Brusco

Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX)

Escola de Educação Física (ESEF)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Rua Felizardo, 750 – Jardim Botânico – Porto Alegre, RS.

Telefone: 051 8477-4847

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Esse termo de consentimento é apenas parte de um processo de consentimento informado de um projeto de pesquisa do qual você participará. Ele deve lhe dar uma ideia básica do que se trata o projeto, e o que sua participação envolverá. Se você quiser mais detalhes ou qualquer informação não incluída aqui, sinta-se livre para solicitar. Por favor, leia atentamente esse termo, para que você entenda o objetivo desse projeto e o seu envolvimento nesse estudo como sujeito participante. O investigador tem o direito de encerrar o seu envolvimento nesse estudo, caso isso se faça necessário. De igual forma, você pode retirar o seu consentimento em participar no mesmo a qualquer momento.

O título desse estudo é **“Efeito do treinamento de flexibilidade sobre o dano muscular induzido por exercício excêntrico”**, e tem como objetivo avaliar a influência do treino de flexibilidade sobre o dano muscular induzido pelo exercício excêntrico dos músculos isquiotibiais. Para tanto, ambas as coxas do indivíduo serão avaliadas, porém apenas uma delas irá realizar o treino de flexibilidade.

O estudo terá duração total de oito semanas e será realizado no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) do Campus Olímpico da UFRGS. Antes e após o período de treino serão realizadas, durante quatro dias consecutivos, avaliações de flexibilidade, força dinâmica e isométrica, dor muscular, espessura muscular e dano muscular por ultrassonografia. Todas essas avaliações serão realizadas antes do exercício de força excêntrico, logo após, 24h, 48h e 72h após o exercício induzindo dano muscular. Após a semana inicial de avaliações será realizado treino de flexibilidade, em apenas um dos membros, durante seis semanas com duas sessões semanais. Caso seja observado importante desequilíbrio articular entre os membros após o término das avaliações finais, será oferecido um período de seis semanas de treino de flexibilidade no membro que não realizou o treinamento para reestabelecimento do equilíbrio articular entre os membros.

A participação no estudo não implica em despesas aos voluntários, assim como não prevê qualquer tipo de remuneração financeira. Os riscos à saúde são mínimos, e consistem em dor ou desconforto muscular, redução

temporária na amplitude de movimento e sensação de inchaço muscular após o protocolo de exercício e nos dias subseqüentes. O protocolo de exercício assim como o período de coletas contará com acompanhamento médico e fisioterápico.

A sua assinatura nesse formulário indica que você entendeu como se dará sua participação nesse projeto e que você concorda em participar como sujeito. De forma alguma esse consentimento lhe faz renunciar aos seus direitos legais, e nem libera os investigadores, patrocinadores, ou instituições envolvidas de suas responsabilidades pessoais ou profissionais. Se tiver qualquer dúvida em relação a esta pesquisa, favor contatar os responsáveis por este projeto cujos telefones estão no início deste termo de consentimento livre e esclarecido ou o Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (51 3308-3738). Caso julgue ter havido violação de algum dos seus direitos, você poderá fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Voluntário

Ronei Silveira Pinto – Pesquisador Responsável

Clarissa Müller Brusco

Anexo 2 Dados do Participante

Nome:

Código.....

Sexo:

Data de Nascimento: Idade:

Endereço Atual:

Cidade: Estado: País:

Telefone:

E-mail:

Anexo 3 Questionário de Informações Prévias

Código:

- 1) Pratica ou já praticou treinamento de força, aeróbio ou flexibilidade regularmente?
- 2) Há quanto tempo não realiza treinamento de força ou flexibilidade para membros inferiores ou aeróbio regularmente?
- 3) Realiza algum outro tipo de treinamento esportivo e/ou exercício que utilize demasiadamente os membros inferiores? Qual?
- 4) Realiza com frequência algum tipo de atividade diária que utilize os membros inferiores intensamente?
- 5) Apresenta algum tipo de doença que possa impedir ou dificultar a prática de exercícios físicos?

hipertensão doenças cardíacas
 diabetes problemas músculo-esqueléticos Outros

- 6) Sente ou já sentiu algum desconforto com a prática de exercícios físicos?
- 7) Histórico de lesões musculoesqueléticas:

Anexo 4 Ficha de avaliação antropométrica dos indivíduos

Código _____ Data da Avaliação: _____

Estatura: _____ m. Massa: _____ kg.

IMC: _____ kg/m² %GC: _____

Dobras Cutâneas	1ª Medida	2ª Medida	3ª Medida	Média
Peitoral				
Abdome				
Coxa				