

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

CRISTINE MÁRSICO

**EFETIVIDADE DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE ALONGAMENTO
ESTÁTICO PASSIVO SOBRE A FLEXIBILIDADE E FORÇA MUSCULAR: ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO**

Porto Alegre
2015

Cristine Mársico

**EFETIVIDADE DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE ALONGAMENTO
ESTÁTICO PASSIVO SOBRE A FLEXIBILIDADE E FORÇA MUSCULAR: ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Silveira Lima

Porto Alegre
2015

CIP - Catalogação na Publicação

Mársico, Cristine

EFETIVIDADE DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE
ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO SOBRE A FLEXIBILIDADE E
FORÇA MUSCULAR: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO /
Cristine Mársico. -- 2015.

74 f.

Orientadora: Cláudia Silveira Lima.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,
Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. exercícios de alongamento muscular. 2.
extremidade inferior. 3. torque. I. Silveira Lima,
Cláudia , orient. II. Título.

Dedico este trabalho à minha família, que sempre apoiou os meus desafios.

“Não é o mais forte da espécie que sobrevive, nem o mais inteligente. É aquele que
melhor se adapta as mudanças.”

Charles Darwin

AGRADECIMENTOS

- A Universidade Federal do Rio Grande do Sul que oportunizou minha formação.

- A professora Cláudia Silveira Lima, minha orientadora, pela confiança e pelos ensinamentos, pela paciência, serenidade e compreensão. Por ter aberto as portas e me mostrado o caminho por onde seguir.

- Aos bolsistas: Felipe Minozzo, Bruna Minotto e aos colegas Anelize Cini e Jerônimo Jaspe Silva nas coletas.

- A família, amigos e colegas que tiveram paciência comigo nesta fase tão importante da minha vida.

- A todas as sujeitas, que concordaram em participar deste estudo. Sem elas não seria possível.

- Aos funcionários do LAPEX

- Aos membros da banca avaliadora:

Profa. Dra. Adriane Vieira

Profa. Dra. Clarice Rocha

Profa. Dra. Stella Peccin

RESUMO

Introdução: O alongamento destaca-se como recurso empregado pelos fisioterapeutas no tratamento e prevenção de doenças musculoesqueléticas. Porém, a diversidade de técnicas, frequência, duração de sustentação do alongamento geram dúvidas do que é realmente necessário para se obter melhores resultados com o alongamento. **Objetivo:** Comparar dois tempos distintos de duração de alongamento em um programa de seis semanas de treinamento de alongamento estático passivo, 30s e 60s, sobre a flexibilidade e a força dos músculos isquiotibiais e força de quadríceps de mulheres jovens. **Material e Métodos:** Esta pesquisa se caracteriza por um estudo clínico randomizado de acompanhamento longitudinal. A amostra foi composta por 45 mulheres com idades entre 20 e 40 anos, divididas em três grupos (G30) programa de treinamento de alongamento estático passivo com 30 segundos de duração; (G60) programa de treinamento de alongamento estático passivo com 60 segundos de duração e (GC) grupo controle, sem intervenção. As coletas foram realizadas em três etapas, que consistiu em (1) pré-teste para avaliar a flexibilidade e força muscular de quadril e joelho, (2) a intervenção, onde foram executados alongamentos com diferentes tempos de execução, 30 e 60 segundos, realizados duas vezes por semana durante 6 semanas e (3) pós teste que consistiu na reavaliação da flexibilidade e força, após período de intervenção. Para obtenção dos valores de amplitude de movimento do quadril e do joelho foi utilizado um goniômetro universal e para a coleta de dados relativa à força muscular, o dinamômetro isocinético Cybex Norm. A análise estatística consistiu na aplicação do teste de Shapiro Wilk e Levene para ver a normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente. Para a comparação entre os grupos (G30, G60 e GC) e intragrupos em momentos distintos (pré e pós) foi utilizado uma ANOVA *two way* de medidas repetidas. Para avaliar as diferenças identificadas o *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado. A análise foi feita no *software* SPSS 20.0 e o nível de significância adotado foi de 0,05. **Resultados:** Os resultados do presente estudo mostram um aumento significativo no pico de torque concêntrico de extensores do joelho do momento pré para o pós nos grupos de 30 segundos (G30) e 60 segundos (G60) e uma diminuição significativa para o controle (GC). O pico de torque excêntrico dos extensores do joelho também apresentou um aumento significativo do momento pré para o pós em todos os grupos. Porém não apresentou diferença significativa nos picos de torque concêntrico e excêntrico de flexores do joelho. Em relação à amplitude de movimento de quadril e joelho, não houve diferença significativa entre os grupos nem intragrupos nos diferentes momentos. **Conclusão:** Os resultados mostraram que um único alongamento, de 30s ou 60s, executado duas vezes por semana num período de treinamento de seis semanas é insuficiente para promover aumento na amplitude de movimento de quadril e joelho e de ganho de força do grupo muscular alongado (isquiotibiais). No entanto, parece influenciar no aumento da força do grupo muscular oposto ao alongado (quadríceps).

Palavras Chave: Exercício de alongamento muscular, extremidade inferior, torque

ABSTRACT

Introduction: Stretching is a resource widely used by physiotherapists to treat and prevent musculoskeletal disorders. However, discrepancies in stretching techniques, training period, and duration of stretching make it complicated to ensure what stretching parameters lead to the most satisfactory results. Objective: to compare the effect of two distinct durations of stretching (30s and 60s) on hamstrings flexibility and strength of untrained young women during a six-weeks training program.

Material e Methodos: This research is characterized as a randomized clinical longitudinal study. Forty-five women (20 to 40 years old) participated in this study, they were divided in three groups: passive static stretching held for 30 seconds (G30); passive static stretching held for 60 seconds (G60); and control group, no intervention (CG). Data collection was carried out in three phases: (1) pre-test of hamstrings' flexibility and strength; (2) Intervention, in which either 30s or 60s of passive static stretching was performed twice a week for six weeks; (3) post-test of hamstrings' flexibility and strength. Hip and knee range of motion was measured using a universal goniometer, whereas the information about knee force production was gathered using an Isokinetic Dynamometer. Regarding statistical analyses, Shapiro Wilk and Levene tests were used to data normalization and homogenization, respectively. For inter-groups (G30, G60, and CG), and intra-groups (pre and post) comparisons a mixed ANOVA two way was performed. If significant interaction was observed, a Bonferroni *post hoc* test was conducted. All data were analyzed using SPSS 20, and statistical significance was set as $p \leq 0.05$.

Results: The results of the present study show significant increase of knee extensors Eccentric and Concentric Peak Torque in both G30 and G60 after stretching training, CG showed significant decrease on knee extensor Concentric Peak Torque, and increase on knee extensor Eccentric Peak Torque after stretching training. Nevertheless, knee flexors Concentric and Eccentric Peak Torque remained unaltered in all groups after stretching training. In relation to range of hip and knee movement, there was no significant difference between the groups or intra groups or the times.

Conclusion: The findings showed that a single stretch , 30 or 60 s, of static stretching performed twice a week for six weeks are not sufficient to improve flexibility or strength of the stretched muscles. However, this parameter has an effect muscle strength of the antagonist group.

Key words: Exercise Muscle Stretching Static Passive Stretching; lower extremity; torque

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho experimental do estudo.....	37
Figura 2 - Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido	38
Figura 3 - Posicionamento do membro inferior para realização do Teste de Extensão do Joelho modificado	39
Figura 4 - Posicionamento para a realização da familiarização e do teste no dinamômetro isocinético Cybex Norm.....	40
Figura 5 - Total de participantes da amostra.....	43
Figura 6 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC)	45
Figura 7 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Teste de Extensão de Joelho modificado dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC).....	46
Figura 8 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Excêntrico de Flexores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC)	47
Figura 9 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Concêntrico de Flexores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC)	48
Figura 10 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Excêntrico de Extensores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC). * Diferença significativa entre pré e pós	49
Figura 11 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Concêntrico de Extensores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC). * Diferença significativa entre pré e pós	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros dos estudos em relação ao tempo de aplicação, tempo de programa e frequência semanal de alongamento estático passivo.....	25
Tabela 2 - Características descritivas das participantes apresentadas em média \pm desvio padrão.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 FLEXIBILIDADE E ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO	16
3.2 MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS	19
3.3 DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO ALONGAMENTO	21
3.4 FLEXIBILIDADE E FORÇA	26
4 PROBLEMA	32
4.1 DEFINIÇÕES OPERACIONAIS DAS VARIÁVEIS	32
4.1.1 Variáveis dependentes.....	32
4.1.2 Variáveis independentes	32
4.1.3 Variáveis de controle	32
4.1.4 Variáveis intervenientes	33
4.1.5 Variáveis estranhas.....	33
5 MATERIAL E MÉTODOS	34
5.1 TIPO DE ESTUDO	34
5.2 AMOSTRA.....	34
5.2.1 Seleção da Amostra	35
5.2.1.1 Critérios de Inclusão.....	35
5.2.1.2 Critérios de Exclusão.....	35
5.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA	36
5.3.1 Teste de Flexibilidade	37
5.3.1.1 Teste de Elevação do Membro Inferior.....	37
5.3.1.2 Teste de Extensão de Joelho modificado.....	38
5.3.2 Avaliação de Torque Muscular.....	39
5.4 PROGRAMA DE TREINAMENTO	40
5.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	41
5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
5.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	42
6 RESULTADOS	43
6.1 FLEXIBILIDADE	44
6.1.1 Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido	44
6.1.2 Teste de Extensão do Joelho modificado	45
6.2 FORÇA MUSCULAR.....	46
6.2.1 Pico de Torque Excêntrico de Flexores	46
6.2.2 Pico de Torque Concêntrico de Flexores.....	47
6.2.3 Pico de Torque Excêntrico de Extensores.....	48
6.2.4 Pico de Torque Concêntrico de Extensores	49
7 DISCUSSÃO	51
8 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (GRUPO EXPERIMENTAL)	66

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (GRUPO CONTROLE).....	69
APÊNDICE C - INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS.....	72
APÊNDICE D – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFRGS.....	73

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais causas da disfunção do movimento em indivíduos sedentários é a diminuição ou falta de flexibilidade muscular que interfere com a função do corpo humano, tornando difícil a realização de simples atividades na vida diária (ROSÁRIO *et al.*, 2004; GONÇALVES *et al.*, 2007). A flexibilidade limitada predispõe o indivíduo a diversas lesões musculoesqueléticas (DAVIS *et al.*, 2005). O aumento da flexibilidade resultante do alongamento diminui a incidência dessas lesões, minimiza a dor muscular, melhora a condição e a *performance* muscular (SPERNOGA *et al.*, 2001).

Indivíduos saudáveis e sedentários podem ter amenizadas essas lesões, através de programas bem elaborados de alongamento que visam aumentar a amplitude de movimento e melhorar a qualidade de vida.

A flexibilidade é dependente de diversas propriedades mecânicas e neurofisiológicas do tecido conjuntivo. Embora a flexibilidade seja influenciada pelos músculos, tendões, ligamentos e ossos, o músculo é sem dúvida o maior contribuinte (ANDERSON e BURKE, 1991). O componente estrutural músculo esquelético contribui com aproximadamente 40% da resistência geral dos tecidos para flexibilidade. Alguns estudos apontam que os programas de treinamento que envolvem alongamento estático passivo são capazes de intervir na força muscular (ZACHEZEWSKI, 1989; CHAN *et al.*, 2001; CIPRIANI *et al.*, 2003). Apesar de ainda existirem controvérsias, os estudos apontam que o alongamento agudo prejudicaria a *performance* muscular (Mc Hugh *et al.*, 2009; RUBINI, COSTA e GOMES, 2007). Em contrapartida, os alongamentos crônicos aumentariam o desempenho muscular (Shrier, 2004; WORREL *et al.*, 1994; HORTOBAGY *et al.*, 1985). Este mecanismo pode estar relacionado à diminuição da rigidez muscular, mudanças nas propriedades viscoelásticas, aumento do comprimento do componente elástico em série do músculo que resulta na maior capacidade de gerar energia potencial.

O alongamento estático passivo realizado de forma crônica pode aumentar a flexibilidade e a força muscular visto que propicia o aumento do comprimento da unidade músculo-tendão (THACKER *et al.*, 2003).

No entanto, a diversidade de protocolos de aplicação do alongamento dificulta a determinação de um protocolo efetivo (GAJDOSIK *et al.*, 2001; AQUINO *et al.*,

2006). Existe uma grande variabilidade relativa aos parâmetros de tempo de aplicação, número de repetições, tempo de programa e frequência semanal.

Algumas pesquisas indicam que o ganho de flexibilidade pode ocorrer com diferentes intervalos entre as sessões, que variam de duas vezes por semana (HALBERTSMA *et al.*, 1994; GAJDOSIK *et al.*, 1991 e BOVINCINE *et al.*, 2005) até cinco vezes por semana (BANDY e IRION, 1997). Em relação ao tempo de aplicação foram encontrados estudos que compararam diferentes tempos de aplicação do alongamento (Bandy *et al.*, 1994; Feland *et al.*, 2001; Roberts e Wilson, 1999; Borns *et al.*, 1987; Cipriani *et al.*, 2003; De Pino *et al.*, 2000), variando de cinco até 120 segundos de permanência, e seus resultados são contraditórios.

A falta de consenso na literatura demonstra que ainda faltam estudos, principalmente relacionados ao efeito crônico, na forma mais eficaz de aplicação do alongamento para o aumento da flexibilidade e da força muscular. Desta forma, este estudo se propõe a ajudar a elucidar os parâmetros de tempo de aplicação do alongamento e com isso contribuir com profissionais da área da saúde na escolha adequada para realização do treino de flexibilidade.

Diante da dificuldade de adesão aos programas de treinamento e reabilitação (Covert *et al.*, 2010) a proposta mínima de um período de treino de alongamento seria de quatro semanas, frequência de duas vezes na semana e uma única repetição de alongamento, já que estes períodos apresentam resultados significativos na literatura no aumento da amplitude de movimento. Com estes parâmetros de programa de treinamento fixos, este estudo tem por objetivo comparar dois tempos distintos de aplicação do alongamento estático passivo sobre a flexibilidade e força muscular dos músculos isquiotibiais e força de quadríceps de mulheres jovens de forma crônica, ou seja, durante um programa de treinamento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Comparar dois tempos distintos de duração do alongamento estático passivo, 30s e 60s, sobre a flexibilidade e a força dos músculos isquiotibiais e a força do quadríceps de mulheres jovens, em um programa de seis semanas de treinamento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar pré e pós-intervenção a flexibilidade e força muscular dos isquiotibiais e a força do quadríceps no grupo com alongamento estático passivo de 30s de duração em programa de seis semanas.

- Avaliar pré e pós-intervenção a flexibilidade e força muscular dos isquiotibiais e a força do quadríceps no grupo de alongamento estático passivo de 60s de duração em programa de seis semanas.

- Avaliar pré e pós seis semanas a flexibilidade e força muscular dos isquiotibiais e a força do quadríceps no grupo controle.

- Comparar os resultados da flexibilidade e força muscular dos isquiotibiais e a força do quadríceps entre os três grupos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 FLEXIBILIDADE E ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO

A flexibilidade e suas aplicações na saúde humana é um tema amplamente discutido. A sua importância, as diversas formas de treinamento, os níveis básicos de amplitude de cada articulação, os tipos de treinamento de flexibilidade e o tempo de execução de cada alongamento são temas de pesquisa que tem se intensificado (SIATRAS *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009).

São diversos os métodos de treinamento de flexibilidade realizados no contexto clínico e desportivo e apesar da sua utilização ser comum, não é usual os profissionais da saúde refletirem sobre a eficácia dos métodos disponíveis durante a prática.

A flexibilidade recebe inúmeras definições. Em 1986, Zachazewski definiu como flexibilidade muscular a capacidade do músculo de alongar permitindo que uma ou mais articulações se movam numa amplitude de movimento, e a perda de flexibilidade como uma diminuição da capacidade do músculo para se deformar provocando diminuição da amplitude de movimento. Carregaro e Coury (2007) definiram como a habilidade de movimentar uma articulação através da amplitude de movimento disponível, livre de dor e restrições e sem provocar estresse no sistema músculo tendíneo. Para Andrews *et al.* (2000) a flexibilidade é a capacidade das estruturas que compõe os tecidos moles que a circundam, como músculo e tecido conjuntivo, se alongarem por meio da amplitude de movimento articular, ao passo que a amplitude de movimento é a quantidade de movimento que a articulação pode proporcionar. A perda parcial do comprimento de uma unidade musculotendínea saudável resulta em limitação da mobilidade articular (FORD *et al.*, 2007).

A mobilidade restrita, causada pelo encurtamento adaptativo dos tecidos moles pode ocorrer como resultado de vários distúrbios ou situações, como por exemplo, estilo de vida sedentário, desalinhamento postural e desequilíbrios musculares, causando diminuição na extensibilidade dos tecidos moles podendo comprometer o desempenho muscular e por sua vez levar a limitações funcionais e assim como prejudicar a qualidade de vida (BEISSNER *et al.*, 2000; BRACH e

SWEARINGEN, 2002). As alterações de flexibilidade ainda estão associadas ao desenvolvimento de lesões musculares e para que possamos desempenhar a maioria das tarefas cotidianas funcionais e atividades ocupacionais é necessário que tenhamos uma amplitude de movimento sem restrições (POLACHINI *et al.*, 2005). As Intervenções de alongamento visando aumentar a flexibilidade e a amplitude articular de movimento tem sido preconizadas como importante componente em áreas relacionadas com a função motora (Gama *et al.*, 2009) e seus efeitos benéficos são demonstrados nas atividades funcionais, prevenção de lesões e no treino postural (HERBERT e GABRIEL, 2002). Um sistema músculo esquelético equilibrado permite uma biomecânica corporal adequada, assim sendo, os movimentos gerados tornam-se mais funcionais (KENDALL *et al.*, 2007).

A flexibilidade depende de propriedades mecânicas e neurofisiológicas do tecido contrátil e do tecido não contrátil. As propriedades neurofisiológicas do tecido contrátil são dependentes do funcionamento do fuso muscular, do Órgão Tendinoso de Golgi e suas fibras neuronais associadas (COELHO 2007) As propriedades mecânicas do tecido muscular dependem dos sarcômeros e das pontes cruzadas de actina e miosina. (AQUINO *et al.*, 2005) A mobilidade adequada dos tecidos moles e articulações é fator preponderante na prevenção de lesões e o alongamento estático é uma das técnicas mais utilizadas para se obter o ganho de amplitude de movimento nos treinamentos de flexibilidade, por ser uma técnica de fácil execução (BANDY e IRION, 1994).

Anderson e Burke (1991) descrevem o alongamento estático como um método em que o músculo é lentamente alongado conforme a tolerância, de maneira confortável. Para os autores o alongamento estático é considerado padrão ouro para medir flexibilidade e oferece vantagens sobre outros métodos de treinamento de alongamento, pois requer menos energia para ser realizado e alivia dores musculares.

Behn *et al.* (2006) concordam que a técnica de alongamento estático é bastante eficiente para produzir aumento na amplitude de movimento articular. Spornoga *et al.* (2001) reforçam que o alongamento estático tem se mostrado muito eficaz para se obter aumento da flexibilidade dos isquiotibiais e relaxamento muscular. Além disso, acredita-se que o aumento da amplitude de movimento provocado pelo alongamento estático passivo diminui o risco de lesões durante os

exercícios (PRENTICE, 1983). Decoster *et al.* (2005) afirmam em sua revisão sistemática que os indivíduos que realizam alongamento estático alcançam maiores ganhos de amplitude de movimento quando comparados aos que empregaram técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva.

Segundo Bandy (2004) a vantagem do alongamento estático, utilizado pelos atletas para aumentar o comprimento muscular, é em função da facilitação dos Órgãos Tendinosos de Golgi, estes receptores sensoriais fornecem informações referentes à quantidade de força ou tensão gerada no músculo, sendo absolutamente essencial para o controle da ação muscular.

Outra explicação para o alongamento estático passivo ser eficaz no aumento do comprimento do músculo é devido ao alongamento prolongado, o que pode permitir que o fuso muscular se adapte ao longo do tempo. O resultado desta adaptação do fuso é um aumento do comprimento do músculo (BANDY e IRION 1997; GORDON, 1966).

Ainda em relação ao tipo de alongamento a ser utilizado pode-se optar pelo alongamento executado de forma ativa ou passiva. A amplitude passiva de movimento é a quantidade de movimento obtida pelo examinador sem um papel ativo do sujeito, nem força, nem coordenação. Normalmente a amplitude de movimento passiva tende a ser maior que a ativa, pois cada articulação possui uma quantidade de movimento fora do controle voluntário. Segundo Norkin (1997), o teste de amplitude de movimento passiva nos informa a integridade das superfícies articulares, ligamentos e músculos. Por isso o autor recomenda testar a amplitude de movimento passiva mais do que a ativa.

Tendo como referência a literatura citada, no presente estudo optou-se pelo uso do alongamento estático passivo por ser a técnica de intervenção considerada mais eficaz para aumento da flexibilidade, e a partir dela estudar os tempos de aplicação do alongamento.

3.2 MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS

A escolha pelos isquiotibiais para o estudo foi devido a sua tendência a sofrer encurtamento com o sedentarismo (BANDY e IRION, 1994). E também por ser o músculo multiarticular mais comumente acometido por lesões (TYLER *et al.*, 2015).

O grupo muscular conhecido como isquiotibiais é composto pelos músculos bíceps femoral, semimembráceo e semitendíneo. Eles são biarticulares, e atuam na extensão do quadril e na flexão do joelho. A melhor forma de atuação dos músculos biarticulares se dá por meio de combinações de movimento, no caso dos isquiotibiais a combinação de movimento do quadril e joelho, sendo influenciada também pela posição do tornozelo em função da inserção dos gastrocnêmios no fêmur. Existe uma interdependência das ações desempenhadas por este grupo muscular, estando a efetividade dos isquiotibiais como extensores do quadril relacionada ao posicionamento do joelho. Com o joelho em extensão estes músculos são alongados o que favorece a sua ação de extensão do quadril. Assim como, a efetividade desse grupo muscular como flexor de joelho está relacionada ao posicionamento do quadril. Com o quadril em flexão os isquiotibiais também são alongados, favorecendo a flexão do joelho (SMITH *et al.*, 1989).

O comprimento dos isquiotibiais tem um importante papel na eficácia e eficiência de movimentos básicos humanos, como caminhada e corrida (GAJDOSIK, 1991). As observações clínicas sugerem que a flexibilidade dos isquiotibiais limitada é muito comum na população em geral (HELSING, 1988) bem como na população de atletas (WITVROW *et al.*, 2000).

O sedentarismo, a imobilidade prolongada, a prática de atividade repetitiva e, em especial para os músculos isquiotibiais, a permanência prolongada de postura sentada, são fatores que afetam a flexibilidade (SILVA *et al.*, 2010). A retração dos isquiotibiais pode resultar em problemas posturais, dores articulares, alteração na marcha e desalinhamento dos membros inferiores (SACCO *et al.*, 2009). Schmitt *et al.* (2012) demonstraram que o encurtamento de isquiotibiais é um fator de risco para dor lombar e mudanças lombo pélvica. White *et al.* (2008) e Croisier *et al.* (2002) encontraram encurtamento nos isquiotibiais em pacientes com dor femoropatelar.

As lesões de isquiotibiais ocorrem geralmente por gestos específicos ou em posições de máximo alongamento e se caracterizam por um comportamento muito particular, apresentando uma tendência à recidiva da lesão. Existe uma série de possíveis causas que contribuem para as lesões de isquiotibiais incluindo a característica biarticular, fibras de contração rápida, déficits musculares e encurtamentos, sendo que as lesões recorrentes ainda podem ser em consequência de reabilitação inadequada (SCHMITT *et al.*, 2012). Segundo Croisier *et al.* (2002), a melhora da flexibilidade representa o objetivo principal do processo de reabilitação da lesão dos isquiotibiais, este se dá através de um programa individualizado de treinamento de flexibilidade e exercício excêntrico, o que contribui para a diminuição dos sintomas e o retorno ao esporte.

A medida de flexibilidade dos isquiotibiais tem uma relevância clínica para prevenção, prognóstico de lesões e monitoramento de lesões recorrentes desses músculos (KERKHOFFS *et al.*, 2013).

Descrita na literatura desde 1914, a goniometria é amplamente usada tanto na prática clínica quanto em pesquisas com a finalidade de medir amplitude de movimento articular. A goniometria pode ser usada tanto para determinar uma posição articular, como a quantidade total de movimento possível de uma articulação, tornando-se parte de uma avaliação abrangente das articulações e tecidos moles que a envolve. Emprega-se a goniometria para medir e documentar a quantidade de movimento articular ativo e passivo disponíveis (BOONE, 1978). O posicionamento correto do indivíduo e a estabilização da pelve são essenciais para obter medidas precisas e confiáveis (POLACHINI *et al.*, 2005).

O instrumento mais utilizado para mensuração da amplitude de movimento é o goniômetro universal (NORKIN, 1997). Alguns autores obtiveram um nível de confiabilidade de bom a excelente na amplitude de movimento do joelho medida com goniômetro universal (WILLY *et al.*, 2001). O estudo de Batista (2005) analisou o grau de confiabilidade e correlação entre as medidas de extensão de joelho realizadas através do goniômetro universal e do dinamômetro isocinético e os resultados indicam que as medidas de ambos os instrumentos são confiáveis e ressaltam a necessidade de familiarização prévia dos voluntários quando a medida é feita com o dinamômetro. Desta forma, para o presente estudo as medidas foram realizadas com o goniômetro universal.

Segundo Polachini *et al.* (2005), os testes para medida de comprimento da musculatura posterior da coxa podem incluir movimentos de flexão de quadril (teste de elevação do membro inferior estendido), extensão de joelho (teste de extensão do joelho) e flexão da coluna sobre a articulação do quadril (teste sente alcance), não havendo um consenso sobre o teste mais apropriado para avaliação. No estudo de Gajdosik (1991) o teste de elevação do membro inferior estendido (*Straight Leg Raise*) se mostrou confiável como teste clínico válido para avaliar medidas de comprimento da musculatura posterior da coxa. Na literatura, os testes mais empregados são os testes de elevação do membro inferior estendido (GAJDOSIK, 1991; HALBERTSMA *et al.*, 1996; MC HUGH *et al.*, 2009) e o teste de extensão de joelho (BANDY, 2004; MC HUGH *et al.*, 2009; PUENTEDURA *et al.*, 2011; WEIJER *et al.*, 2003).

O alongamento de isquiotibiais é frequentemente utilizado em pesquisas que visam verificar a eficácia de protocolos para melhora da flexibilidade muscular, provavelmente por ser o grupo muscular que com mais frequência apresenta encurtamento e, pela sua característica biarticular, que faz com que o tecido muscular seja o maior responsável pela diminuição da flexibilidade. Porém diferentes protocolos de alongamento são utilizados pelos pesquisadores com o objetivo de aumentar a flexibilidade dos isquiotibiais, dificultando a definição das melhores estratégias para este fim.

3.3 DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DO ALONGAMENTO

O Colégio Americano de Medicina do Esporte, na sua nona edição (2014), recomenda que os exercícios preventivos devam incluir atividades que promovam o aumento ou a manutenção da flexibilidade, baseado em crescente evidência da função benéfica de aumento de amplitude de movimento e melhora do desempenho muscular. As orientações foram desenvolvidas a partir dos resultados de diferentes estudos realizados relacionados aos parâmetros ideais de alongamentos. Entre estes estudos foram analisados parâmetros como: técnicas (DAVIS *et al.*, 2005; NELSON e BANDY, 2004); frequência e duração (BANDY e IRION, 1994,1997); dose diária (CIPRIANI *et al.*, 2003) e duração do programa (CHAN *et al.*, 2001).

A recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte é que a rotina de exercícios seja de uma frequência mínima de três vezes por semana, porém o ideal seria de cinco a sete vezes por semana, usando alongamentos balísticos, facilitação neuromuscular proprioceptiva, ativo ou estático passivo e manter a posição entre 10 a 30 segundos em cada exercício até o ponto de desconforto, repetindo de três a cinco vezes cada exercício.

Apesar da tentativa do Colégio Americano de Medicina do Esporte direcionar a forma de aplicação do alongamento, ainda assim, as possibilidades são muito amplas. Uma grande variabilidade relativa aos parâmetros de duração do tempo de sustentação de um alongamento estático passivo, bem como número de repetições e tempo de programa, ainda são encontrados sem consenso na literatura.

Decoster *et al.* (2005) realizaram uma revisão sistemática contendo 28 estudos sobre alongamento de isquiotibiais e encontraram que 30 segundos foi a duração de alongamento mais utilizada em programas de alongamento estático passivo, porém apenas quatro estudos compararam a duração do alongamento entre os grupos (BANDY e IRION, 1994; BANDY *et al.*, 1997; CIPRIANI *et al.*, 2003; ROBERTS e WILSON, 1999) e outros quatro compararam diferentes técnicas (BANDY *et al.*, 1998; PRENTICE, 1983 WORRELL *et al.*, 1994).

Roberts e Wilson (1999) compararam cinco e 15 segundos de alongamento estático passivo de isquiotibiais, três vezes por semana durante cinco semanas, e concluíram que 15 segundos foi mais eficaz. No entanto, pelo estudo de Bandy *et al.* (1994) que compararam 15, 30 e 60 segundos, cinco dias por semana em seis semanas, os tempos de 30 e 60 segundos foram melhores que de 15 segundos e 30 segundos foi mais efetivo que 60 segundos.

Da mesma forma, Bandy *et al.* (1997) realizaram um estudo a fim de determinar o tempo e a frequência de alongamento da musculatura posterior da coxa para promover aumento na amplitude de movimento, concluíram que um alongamento sustentado por 30 segundos realizado cinco dias por semana durante seis semanas é tempo suficiente para aumentar a amplitude de movimento sendo que não ocorreu no estudo, nenhum aumento na flexibilidade quando o tempo foi aumentado de 30 para 60 segundos.

Covert *et al.* (2010) em seu estudo duplo cego randomizado e controlado avaliou 30 segundos de alongamento estático passivo comparado com alongamento

balístico, três vezes por semana durante quatro semanas e observou melhora da flexibilidade apenas para o grupo de alongamento estático passivo. Os autores acreditam que apenas uma dose de alongamento é mais fácil de obter a adesão de um programa de treinamento ou reabilitação.

Feland *et al.* (2001) realizaram um estudo com duração de 15, 30 e 60 segundos, cinco dias por semana, durante seis semanas e os resultados sugerem que em 60 segundos o aumento do ângulo de extensão do joelho foi melhor do que em 15 ou 30 segundos e observaram a importância de manter o treino de flexibilidade para melhorar o encurtamento muscular, independente de suas atividades de vida diárias.

Milazzoto *et al.* (2009) avaliaram dez séries de 30 segundos e três séries de três minutos de alongamento estático passivo na musculatura dos isquiotibiais, durante seis semanas, concluindo que ambos os tempos aumentaram a flexibilidade sem diferença entre eles.

Cipriani *et al.* (2003) não encontraram diferença significativa entre o protocolo de 10 e de 30 segundos de alongamento num período de seis semanas.

Borms *et al.* (1987) compararam os efeitos de 10, 20 e 30 segundos de alongamento estático passivo na flexibilidade coxo femoral, de mulheres sedentárias, duas sessões por semana durante 10 semanas de programa, e concluíram que houve aumento significativo para todos os grupos porém não houve diferença significativa entre os grupos, sugerindo então que 10 segundos seria suficiente para melhorar a flexibilidade da coxo femoral.

Bovincine *et al.* (2005) avaliaram o efeito de uma série de 60 segundos e duas séries de 20 segundos de alongamento estático passivo para musculatura dos isquiotibiais em quatro semanas e obtiveram um ganho de amplitude de movimento no grupo de 60 segundos avaliado.

Aquino *et al.* (2010) compararam as alterações na flexibilidade dos isquiotibiais o ângulo de pico de torque e a tolerância ao alongamento em dois programas de treinamento com alongamento e fortalecimento em uma posição de alongamento 30 segundos, três vezes por semana em quatro semanas e concluíram que ambos os grupos mostraram aumento na tolerância ao alongamento.

Em relação à frequência semanal e ao tempo em semanas de realização de um programa de alongamento, os estudos fazem sugestões, mas poucos realizaram estudos experimentais comparativos.

De acordo com De Pino *et al.* (2000) para se aumentar ou manter a flexibilidade de um indivíduo sedentário, deve-se alongar pelo menos uma vez ao dia, três a cinco vezes por semana e sustentar por 120 segundos. Da mesma forma Magnusson *et al.* (1998) sugerem que um indivíduo sedentário deveria alongar-se pelo menos uma vez ao dia, três ou cinco dias por semana, mantendo o alongamento pelo maior tempo possível a fim de obter ganho ou manter a flexibilidade.

Chan *et al.* (2001) compararam grupos de quatro e oito semanas de alongamentos. Os exercícios eram realizados três vezes por semana e o tempo de duração de 30 segundos. Os autores não encontraram diferença entre os grupos e acreditam que quatro e oito semanas de alongamento estático passivo dos isquiotibiais tem efeito semelhante com aumento da flexibilidade. E questionam a necessidade de uma longa duração de alongamento.

A Tabela 1 mostra a variabilidade com relação aos parâmetros de tempo de aplicação de um alongamento estático passivo, número de repetições, tempo de programa e frequência semanal de acordo com os autores supracitados.

Tabela 1 - Parâmetros dos estudos em relação ao tempo de aplicação, tempo de programa e frequência semanal de alongamento estático passivo

ESTUDOS	TEMPO (segundos)	DURAÇÃO	FREQUÊNCIA
Covert <i>et al.</i> (2010)	30	4 semanas	3x /semana
Aquino <i>et al.</i> (2010)	30	4 semanas	3x / semana
Ford <i>et al.</i> (2007)	30,60, 90 e 120	Única sessão	
Bovincine (2005)	60 2x 20	4 semanas	2x /semana
Viveiros <i>et al.</i> (2004)	10, 60 e 120	Única sessão	
Cipriani <i>et al.</i> (2003)	10 e 30	6 semanas	2x/dia
Feland <i>et al.</i> (2001)	15, 30 e 60	6 semanas	5x/semana
Chan <i>et al.</i> (2001)	30	4 e 8 semanas	3x/semana
De Pino <i>et al.</i> (2000)	120	Única sessão	
Roberts e Wilson (1999)	5 e 15	5 semanas	3x/semana
Bandy e Irion (1994)	15, 30 e 60	6 semanas	5x/semana
Borns <i>et al.</i> (1987)	10, 20 e 30	10 semanas	2x/semana

Algumas pesquisas indicam que o ganho de flexibilidade pode ocorrer com diferentes intervalos entre as sessões, que variam de duas vezes por semana (HALBERTSMA *et al.*, 1994; GAJDOSIK *et al.*, 1991 e BOVINCINE *et al.*, 2005) até cinco vezes por semana (BANDY; IRION, 1997). Conforme a literatura pesquisada, duas vezes por semana tem se mostrado eficiente para aumento de flexibilidade, associado a isso existe as questões econômicas e sociais que levam as pessoas a buscarem programas terapêuticos eficientes com pequena demanda de tempo, justificando a escolha de duas vezes na semana para esta pesquisa.

O estudo de Taylor *et al.* (1997) foi o único encontrado que avaliou o número de repetições de alongamento necessárias para maior ganho de flexibilidade e eles sugerem que o melhor alongamento da unidade músculo tendínea ocorre após quatro repetições.

Com base na literatura mencionada, diferenças substanciais nos protocolos são identificadas (estudos utilizando diferentes técnicas, posturas e parâmetros de programa de alongamento), o que dificulta comparar os estudos sobre ganho de flexibilidade em longo prazo.

Desta forma, apesar das divergências ou da falta de informação em relação ao número de repetições e o tempo de programa, o objetivo do presente estudo é contribuir com mais informações sobre o tempo de duração do alongamento estático passivo visando aumentar a flexibilidade e amplitude de movimento.

Os estudos encontrados sugerem que os efeitos do alongamento de 30 e de 60 segundos apresentam, na média, um aumento de flexibilidade quando comparados aos demais tempos, e as intervenções de seis semanas se mostram eficientes para o ganho de amplitude de movimento, justificando os tempos escolhidos para a pesquisa.

3.4 FLEXIBILIDADE E FORÇA

É geralmente aceitável que o aumento da flexibilidade de uma unidade músculo tendínea promova melhores desempenhos e diminua o número de lesões. No entanto, apesar de a prática de exercícios de alongamento ser recomendada para melhora da flexibilidade, estudos mostram que alguns métodos de alongamento de forma aguda podem prejudicar o desempenho de força muscular (RUBINI *et al.*, 2007).

A força muscular é definida como a capacidade de um músculo em gerar tensão ativa, e seu aumento pode ocorrer em função de vários determinantes, dentre eles, o comprimento muscular e a tolerância ao alongamento.

O aumento do comprimento muscular tem como consequência o ganho na amplitude de movimento, devido ao aumento do número de sarcômeros em série. Este aumento ocorre a fim de manter uma sobreposição ótima entre os filamentos de actina e miosina, permitindo ao músculo gerar maiores níveis de tensão mediante o novo comprimento (LIEBER *et al.*, 1993).

A maior tolerância ao alongamento, normalmente associada a sensação de dor, acaba promovendo um aumento da amplitude de movimento (HALBERTSMA *et al.*, 1994). É importante salientar que as mudanças estruturais ou químicas que ocorrem nos tecidos como resultados do alongamento não são completamente conhecidas, reforçando a necessidade de novos estudos para avaliar a flexibilidade e força muscular em programas de flexibilidade.

A fim de estudar sobre os efeitos agudos do alongamento sobre a força muscular, alguns autores (AVELA *et al.*, 1999; FOWLES *et al.*, 2000; MC HUGH *et al.*, 2009) observaram o comportamento do músculo resultante do alongamento e encontraram uma diminuição da força muscular. Os autores sugerem que os sistemas neurais podem estar envolvidos, como a ativação dos nociceptores e a inibição dos Órgãos Tendinosos de Golgi, que contribui para a diminuição da excitabilidade dos motoneurônios alfa.

Outra explicação para essa diminuição é o que o programa de alongamento influencia significativamente na viscosidade do tendão e o torna mais complacente, de acordo com a intensidade da atividade (WITVROUW *et al.*, 2004). O exercício de alongamento pode gerar um aumento na complacência muscular que pode limitar o acoplamento das pontes cruzadas, diminuindo assim a capacidade do músculo de produzir força (MC HUGH *et al.*, 2009).

Outra possibilidade para a queda de produção de força ser afetada pelo alongamento de forma aguda é que a produção de energia elástica e a força desenvolvida pela contração se somam e produzem a força muscular. Os envoltórios de tecido conectivo juntamente com o tendão contribuem para gerar tensão passiva e funcionam como uma rede de transmissão de forças (ENGLES, 2001). A rigidez muscular reduzida devido à deformação plástica dos componentes elásticos em série e em paralelo conduz a uma diminuição no armazenamento de energia, além disso, o alongamento pode ser capaz de romper as pontes cruzadas de miosina distendendo o tecido conjuntivo do endomísio, perimísio e epimísio e alongar proteínas em série como a titina (WHITEHEAD *et al.*, 2001).

Por outro lado, cronicamente, segundo La Roche *et al.* (2006) o treinamento de flexibilidade parece não prejudicar a força muscular, inclusive podendo melhorar a produção de força isométrica. O estudo crônico avaliou através de dinamômetro isocinético o pico de torque, a taxa de desenvolvimento de força, o trabalho muscular e o comprimento muscular após quatro semanas de treinamento de flexibilidade com alongamento estático passivo e balístico dos músculos extensores do quadril. Os autores observaram um aumento no pico de torque, na taxa de desenvolvimento de força e no trabalho muscular e um decréscimo no comprimento do músculo sugerindo então que quatro semanas de alongamento tem pouco efeito sobre a força muscular.

Worrel *et al.* (1994) compararam o treino de flexibilidade dos isquiotibiais com alongamento estático passivo e Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva, realizando os exercícios cinco vezes por semana, durante três semanas, totalizando 15 sessões de 20 minutos cada sessão. Este estudo crônico mostrou um ganho de flexibilidade, mas também mostrou um aumento no pico de torque excêntrico medidos a 60°/s e 120°/s e um aumento no pico de torque concêntrico a 120°/s.

Kokkonen *et al.* (2007) constataram, em adultos jovens, que um período de dez semanas de alongamento, com 15 diferentes tipos de alongamento estático passivo, mantendo 15 segundos, em três séries cada sessão, com duração de 40 minutos, três vezes por semana, aumentou tanto a flexibilidade como a força e velocidade. Os autores concluíram que o alongamento não somente aumentou a flexibilidade, como melhorou outros componentes do desempenho muscular.

Mc Hugh *et al.* (2009) fizeram um estudo agudo avaliando dois testes de flexibilidade, a elevação do membro inferior e extensão ativa do joelho, associados ao pico de torque de flexão de joelho em cinco diferentes ângulos de flexão, medidos através de um dinamômetro isocinético em dois grupos denominados encurtados e normais. O propósito do estudo foi verificar a relação entre flexibilidade dos isquiotibiais e a relação torque/ângulo dos flexores do joelho, onde observaram que a flexibilidade dos isquiotibiais não afetou o pico de torque de flexão de joelho, mas afetou o ângulo no qual ocorreu o pico de torque.

Existe uma relação direta entre a tensão desenvolvida pelo músculo e seu comprimento (LIEBER *et al.*, 1993; NORKIN *et al.*, 1997). Cada músculo possui um comprimento ótimo onde ocorre maior formação de pontes cruzadas, permitindo produzir força máxima (RASSIER e HERZOG 2003). Além disso, o arranjo de suas fibras também interfere na capacidade de gerar tensão. Quanto maior o comprimento da miofibrila, maior o número de sarcômeros em série e, portanto maior a excursão e a velocidade de contração (LIEBER *et al.*, 1993).

Chan *et al.* (2001) com o propósito de determinar os efeitos crônicos do alongamento e resistência passiva dos isquiotibiais, realizaram um estudo com dois diferentes programas de alongamento, de quatro e oito semanas e verificou um aumento na amplitude de movimento de extensão de joelho após a realização de ambos os programas de alongamento, mas sem diferença entre os programas. Também observou aumento no torque passivo, que é gerado pela resistência ao

alongamento, após a quarta semana de alongamento, mas uma diminuição após a oitava semana. Segundo os autores, o aumento na amplitude de movimento de extensão do joelho e o aumento de torque passivo dos flexores do joelho após a quarta semana ocorreu devido ao aumento da tolerância dos voluntários ao alongamento. Porém, a diminuição do torque passivo após a oitava semana é indicativo de que houve alteração nas propriedades viscoelásticas do tecido conjuntivo.

Taylor *et al.* (1997) e Magnusson *et al.* (1996) também comentam que a diminuição do torque passivo provocada após exercícios de alongamento se dá em função das alterações nas propriedades viscoelásticas do tecido conjuntivo.

As propriedades viscoelásticas e a plasticidade do músculo flexor plantar foi estudada por Toft *et al.* (1989) em indivíduos inativos, entre 21 e 31 anos de idade, depois de três semanas de treinamento, duas vezes por dia. Os autores concluíram que não houve modificação nessas propriedades quando medidos 90 minutos depois de um programa de alongamento passivo e nem 24 horas depois. No entanto, os autores encontraram 36% de diminuição na tensão passiva dos flexores plantares depois de três semanas de treinamento de flexibilidade.

Kubo *et al.* (2001) num estudo para entender as alterações viscoelásticas musculares dos flexores plantares concluíram que dez minutos de alongamento estático passivo agudo diminui a viscosidade de estruturas tendinosas e aumenta a elasticidade. Os mesmos autores realizaram estudos crônicos, Kubo *et al.* (2002a) combinaram exercícios de resistência com alongamento estático passivo realizados por 45 segundos, com intervalo de 15 segundos, duas sessões por dia, sete dias da semana, durante oito semanas; e, Kubo *et al.* (2002b) onde os sujeitos realizaram alongamento por 45 segundos, com intervalo de 15 segundos, duas sessões por dia, durante 20 dias consecutivos. Nos dois últimos estudos os autores concluíram que o treino de flexibilidade diminuiu a viscosidade das estruturas tendinosas, mas não alterou a elasticidade.

Encontram-se na literatura estudos que buscam explicar os resultados decorrentes dos treinos de flexibilidade tanto na ADM quanto na força. O estudo de Edman e Tsuchiya (1996) com animais e a revisão de Rubini e Gomes (2007) discutem a possibilidade de a titina ser responsável pela elasticidade muscular. Por ser uma proteína citoesquelética a titina dá elasticidade intrínseca as miofibrilas o

que leva a pensar que a quantidade e qualidade de titina em um determinado músculo influencia sua flexibilidade (HOROWITS, 1987).

De Deyne (2001) numa tentativa de explicar o aumento da ADM resultante de treinos de flexibilidade sugere uma adaptação crônica através de mecanismos celulares como mais sarcômeros em série.

Por meio dos estudos acima citados, verifica-se que alguns deles demonstram que as alterações na amplitude de movimento podem ser acompanhadas por alterações da força muscular, em função das adaptações teciduais. Os estudos diferem pelo método, musculatura testada, duração do alongamento e tipo de teste para medir o desempenho da força, explicando as divergências dos resultados.

Numa revisão crítica de literatura realizada por Ferrari e Arroyo (2013), os autores tentam compilar essas informações. Eles avaliaram 23 estudos, todos com alongamento estático passivo em seu método, 15 avaliando o efeito agudo do alongamento e oito avaliando o efeito crônico. Após análise dos resultados os autores recomendam a inclusão de rotinas de exercícios de flexibilidade paralelamente ao treino de força muscular como forma de obter efeitos benéficos aos níveis de força e torque muscular, diferente de uma sessão aguda.

Diferentes métodos têm sido utilizados para quantificar indiretamente a produção de força muscular, sendo que os mais utilizados são os testes de uma repetição máxima, os isométricos e os isocinético (HÄKKINEN *et al.*, 1998; AAGARD *et al.*, 2000; VERDIJK *et al.*, 2009). Estes testes são utilizados como medidas indiretas para mensurar a capacidade de produção de força muscular, pois não medem a tensão muscular, mas sim o torque produzido (no caso dos isométricos e isocinético) e carga deslocada (no caso de uma repetição máxima), os quais são dependentes da força produzida pelos diversos músculos atuantes na ação.

Um dos métodos comumente utilizados para avaliação do desempenho muscular é a dinamometria isocinética tanto para avaliar lesões, como na pesquisa e na prática clínica. A dinamometria isocinética é um processo de avaliação confiável e sensível suficiente para avaliar se as descobertas indicam deficiência e assim avaliar os resultados da intervenção terapêutica (DVIR, 2004).

Os testes isocinéticos são considerados padrão ouro para a avaliação da força neuromuscular (VERDIJK *et al.*, 2009), pois apresentam alta reprodutibilidade

(SOLE *et al.*, 2007; IMPELLIZZERI *et al.*, 2007) e reduzida influência da velocidade, permitindo ao músculo sua máxima produção de força por toda a amplitude de movimento (WALMSLEY e SZYBBO, 1987). Ele se destaca, pois é o único capaz de coletar informações sobre as propriedades neuromusculares durante a contração dinâmica e velocidade constante (DVIR, 2004). Sendo assim, a dinamometria isocinética torna-se necessária para estabelecer os parâmetros da função muscular relacionadas às articulações, possibilitando a avaliação rápida e confiável no torque.

De acordo com a literatura o pico de torque tem se revelado como uma variável precisa e reprodutível, tornando-se uma medida de referência para todas as avaliações isocinéticas. Outras variáveis como trabalho, relação agonista/antagonista, índice de fadiga e identificação dos déficits de força muscular entre as articulações avaliadas, também são estudadas (OBERG *et al.*, 1986; SIQUEIRA *et al.*, 2002).

Desta forma, optou-se pelo uso do dinamômetro isocinético para avaliar o efeito crônico do alongamento na força muscular e a velocidade angular escolhida foi de 60°/segundo uma vez que, segundo Siqueira *et al.* (2002) a força muscular avaliada em baixas velocidades permite recrutamento de um maior número de unidades motoras, possibilitando uma melhor representação do esforço máximo realizado pela musculatura avaliada.

4 PROBLEMA

Qual a influência de diferentes períodos de tempo de alongamento estático passivo, 30s e 60s, sobre a flexibilidade e força dos músculos isquiotibiais e a força do quadríceps de mulheres jovens, em um programa de seis semanas de treinamento?

4.1 DEFINIÇÕES OPERACIONAIS DAS VARIÁVEIS

4.1.1 Variáveis dependentes

- Flexibilidade dos músculos isquiotibiais: foi definida como a medida angular alcançada no Teste de Extensão de Joelho modificado e Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido.

- Força dos isquiotibiais e quadríceps: foi referida como o pico de torque ativo concêntrico e excêntrico registrado no dinamômetro isocinético Cybex Norm (Nova York, EUA).

4.1.2 Variáveis independentes

- Alongamento estático passivo: técnica passiva de flexão de quadril em decúbito dorsal com o joelho estendido e tornozelo solto até o limiar de desconforto referido pelo paciente e mantido pelo tempo definido para o grupo ao qual o participante pertence.

4.1.3 Variáveis de controle

- ciclo menstrual;
- horário do teste;
- climatização do ambiente.

4.1.4 Variáveis intervenientes

- Força do avaliador.

4.1.5 Variáveis estranhas

- motivação para participar do estudo;
- medicações

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDO

Esta pesquisa se caracteriza por um ensaio clínico randomizado de acompanhamento longitudinal. Ela foi conduzida no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

5.2 AMOSTRA

A amostra foi constituída por mulheres jovens, com idades entre 20 e 40 anos, randomizadas em três grupos: (G30) programa de treinamento de alongamento estático passivo com 30 segundos de duração; (G60) programa de treinamento de alongamento estático passivo com 60 segundos de duração; (GC) grupo controle, sem intervenção.

Para determinação do número de sujeitos foi realizado o cálculo amostral para as variáveis ADM e força muscular, utilizando o software G* Power 3.1.9, foi adotado um grau de confiança de 95%, tamanho do efeito de 0,25 e erro máximo admitido de 10%. Para ADM foi utilizado o estudo de Bandy *et al.* (1997) que indicou um n de 13,7 sujeitos por grupo e para força muscular foi utilizado o estudo de Neto e Manffra (2009) que indicou um n de 16,4 sujeitos por grupo. Para atender as duas variáveis foi estabelecido um n total de 51 indivíduos, 17 para cada grupo.

A escolha de voluntárias apenas do sexo feminino ocorreu com o intuito de haver menos variabilidade quanto aos resultados observados. Segundo Achour Jr. (1999) o aumento da quantidade de hormônios estrogênio no sexo feminino causa menor desenvolvimento da massa muscular e maior concentração de água e polissacarídeos do que no sexo masculino, diminuindo o atrito entre as fibras musculares e dessa forma, as condições de flexibilidade são maiores para mulheres. A opção por voluntárias somente sedentárias se baseou no fato de estas apresentarem características diferentes de ativações musculares do que as não sedentárias (FORD *et al.*, 2007). Além do fato de que, a atividade física realizada pode interferir e diferenciá-las na condição de força e flexibilidade.

5.2.1 Seleção da Amostra

As mulheres inscritas para participar do estudo compareceram na Escola de Educação Física da UFRGS para seleção conforme os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos

As participantes foram esclarecidas de todos os procedimentos do estudo e foram solicitadas a não iniciar nenhum programa de treinamento físico de força e nem de flexibilidade durante o período da pesquisa. Concordando em participar do estudo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndices A e B). Após as voluntárias realizaram sorteio do grupo ao qual pertenceriam (30s, 60s ou controle) através da retirada de papéis de um envelope escuro. Pela característica da intervenção houve impossibilidade do sigilo de alocação das voluntárias.

5.2.1.1 Critérios de Inclusão

- Ser do sexo feminino;
- ter idade entre 20 e 40 anos;
- fazer uso de anticoncepcional oral;
- apresentar encurtamento muscular dos isquiotibiais definido como déficit de pelo menos 20° de extensão do joelho com o quadril flexionado a 90° (FEELAND *et al.*, 2001).

5.2.1.2 Critérios de Exclusão

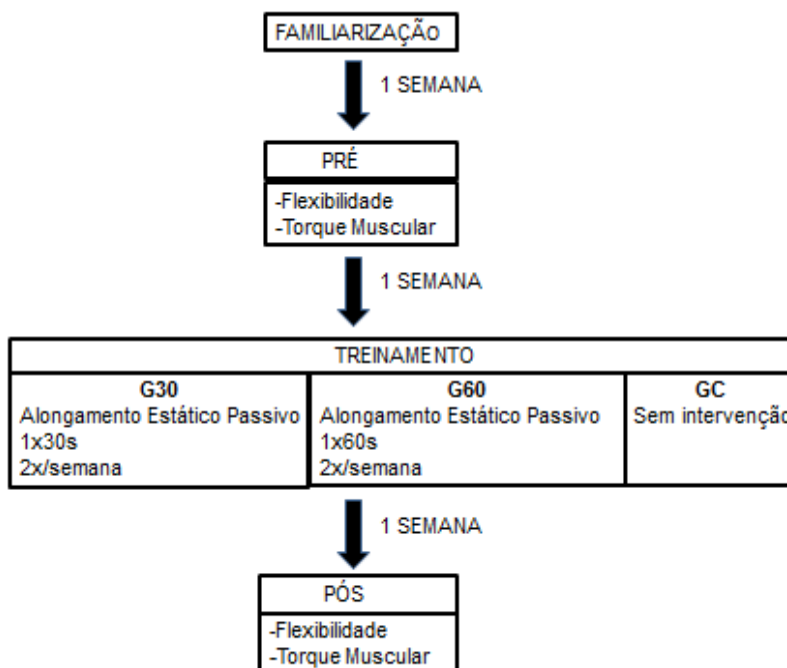
- história previa de lesões musculoesqueléticas ou cirurgia nos membros inferiores;
- apresentar dor nos membros inferiores ou dor lombar;
- fazer uso de analgésicos, anti-inflamatórios e/ou relaxante muscular;
- estar em período gestacional;
- apresentar hiperlaxidão ligamentar;
- ter participado previamente de atividades que desenvolvesse flexibilidade;
- ter mais de duas faltas no programa de treinamento.

5.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA

As coletas foram conduzidas no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A sala para realização dos testes foi climatizada e a coleta foi sempre no mesmo turno. Os mesmos avaliadores realizaram os testes iniciais e finais e a intervenção foi aplicada pelos pesquisadores envolvidos no estudo. O sigilo de alocação existiu somente para o avaliador da força muscular.

A pesquisa foi realizada em quatro etapas, num período de nove semanas: (1) familiarização com os testes; (2) pré-teste, que consistiu na avaliação da flexibilidade de quadril e joelho utilizando dois testes distintos e na avaliação do torque muscular de isquiotibiais; (3) aplicação de seis semanas de programa de treinamento de flexibilidade, 30s e 60s, conforme o grupo experimental e grupo controle sem treinamento e (4) pós-teste, que consistiu na reavaliação da flexibilidade e do torque muscular nos mesmos parâmetros do pré-teste (Figura 1). A sequência dos testes de flexibilidade pré e pós-intervenção foram determinadas de forma aleatória através de sorteios realizados pelo indivíduo. A escolha do membro a ser avaliado ocorreu por meio de um sorteio, no qual o sujeito retirou aleatoriamente um papel de dentro de um envelope escuro contendo papéis dobrados com a designação de direito ou esquerdo.

Figura 1 - Desenho experimental do estudo



5.3.1 Teste de Flexibilidade

Nas etapas de pré e pós teste as participantes foram avaliadas individualmente através de dois testes de flexibilidade passiva: (1) Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido; (2) Teste de Extensão de Joelho modificado.

A ordem de execução dos testes foi sorteada pelo sujeito nos dois momentos (pré e pós-teste). Para mensurar a amplitude de flexão de quadril e extensão de joelho alcançada nos testes foi utilizado um goniômetro universal marca Carci (Brasil).

Os pontos de referência para o posicionamento do goniômetro nos três testes foram marcados na pele com caneta cirúrgica com o objetivo de controlar o reposicionamento do goniômetro.

5.3.1.1 Teste de Elevação do Membro Inferior

No Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido (EXT), a voluntária foi posicionada em decúbito dorsal em uma maca, a região lombar e o sacro apoiado

sobre ela. Em seguida o avaliador realizou a flexão do quadril mantendo o joelho estendido e o pé relaxado até a angulação em que a voluntária referiu desconforto, enquanto o membro contralateral permaneceu firmemente encostado na maca em extensão (KENDALL *et al.*, 2007) (Figura 2).

O posicionamento do goniômetro para este teste foi com o braço fixo do goniômetro colocado na linha média axilar do tronco, o braço móvel paralelo e sobre a superfície lateral da coxa em direção ao côndilo lateral do fêmur e o eixo no nível do trocânter maior do fêmur (MARQUES, 2005).

Figura 2 - Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido



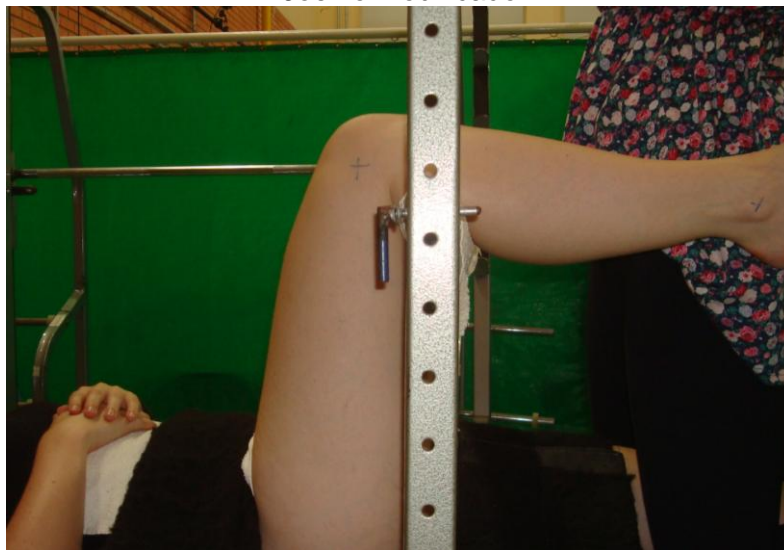
Fonte: arquivo pessoal

5.3.1.2 Teste de Extensão de Joelho modificado

No Teste de Extensão de Joelho modificado (TEJ mod) a voluntária foi posicionada em decúbito dorsal em uma maca. O avaliador fixou o quadril do membro a ser avaliado em 90° de flexão (0° de extensão máxima) e realizou a extensão do joelho, com o pé relaxado. O membro contralateral permaneceu firmemente encostado na maca (DAVIS *et al.*, 2008). Para manutenção da posição do quadril em flexão de 90° foi utilizada uma estrutura de ferro onde a fossa poplíteia foi sustentada (Figura 3).

Para este teste o braço fixo do goniômetro foi colocado paralelo a superfície lateral do fêmur, dirigido para o trocânter maior, e o braço móvel paralelo a face lateral da fíbula dirigido para o maléolo lateral, o eixo sobre a linha articular da articulação do joelho (MARQUES, 2005).

Figura 3 - Posicionamento do membro inferior para realização do Teste de Extensão do Joelho modificado



Fonte: arquivo pessoal

5.3.2 Avaliação de Torque Muscular

A avaliação do torque muscular concêntrico e excêntrico dos flexores e extensores do joelho foi realizada por meio do dinamômetro isocinético Cybex Norm (Nova Iorque, EUA).

As voluntárias foram adequadamente posicionadas no equipamento de forma que as mesmas ficavam sentadas na cadeira com o encosto formando ângulo de 90° com o assento, garantindo a posição neutra da pelve e estabilizadas por cintos de velcro colocados em torno do tórax e da coxa. Estes procedimentos foram realizados na tentativa de aumentar a estabilização e diminuir os movimentos compensatórios de outras articulações. Além disso, o epicôndilo lateral do fêmur foi alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro. O braço mecânico do equipamento foi ajustado para cada voluntária de modo a obter a ótima distância entre o joelho e o eixo do equipamento, permitindo a máxima produção de força sem desconforto (Figura 4). Ainda foram realizadas a pesagem do segmento e a determinação do ângulo inicial (10°) e final (90°) do movimento.

Figura 4 - Posicionamento para a realização da familiarização e do teste no dinamômetro isocinético Cybex Norm



Fonte: arquivo pessoal

Uma semana antes da execução do teste válido foi realizada uma familiarização com o mesmo, que consistiu em um aquecimento de 10 (dez) repetições submáximas de extensão e flexão do joelho. A familiarização torna-se necessária pelo efeito de aprendizagem do teste. Após o aquecimento, as voluntárias realizaram cinco repetições de contrações concêntricas e excêntricas máximas de flexores e extensores do joelho na velocidade angular de $60^{\circ}/s$, e amplitude de movimento entre 90° e 10° de flexão de joelho. O membro inferior escolhido para a familiarização foi o contrário do membro sorteado para o teste propriamente dito.

Após uma semana, a voluntária realizou o teste válido para coleta de dados, que consistiu na realização de cinco contrações concêntricas e excêntricas máximas nas mesmas condições da familiarização. Elas foram instruídas a realizar a máxima força possível para flexionar e estender o joelho, conforme o grupo muscular que estava sendo testado, e um incentivo verbal foi fornecido durante toda a realização do teste.

5.4 PROGRAMA DE TREINAMENTO

A etapa de intervenção consistiu na execução dos exercícios de alongamento estático passivo duas vezes por semana, durante seis semanas. O alongamento foi individual e as participantes foram divididas em dois grupos: (G30) alongamento de 30 segundos de duração e (G60) alongamento de 60 segundos de duração. O grupo

(GC) controle não participou do programa de treinamento. Todos os grupos neste período não realizaram nenhum tipo de atividade física sistemática.

Cada sessão de alongamento consistiu em uma única execução do alongamento estático passivo, realizado sempre pelos pesquisadores envolvidos no estudo, a fim de garantir que a mesma força fosse aplicada. Para a realização do exercício de alongamento a voluntária posicionou-se em decúbito dorsal e o pesquisador realizou a flexão do quadril com o joelho estendido e o tornozelo relaxado até o ângulo em que a voluntária referiu desconforto permanecendo nessa posição por 30s ou 60s, conforme o grupo experimental ao qual pertencia. O tempo de permanência no alongamento foi controlado por meio de um cronômetro.

As voluntárias puderam apresentar apenas uma falta durante as seis semanas de treinamento. Caso o número de faltas ultrapassasse essa quantidade os dados da participante eram excluídos da pesquisa.

5.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Os valores do torque muscular foram registrados de forma contínua ao longo da amplitude de movimento. Para fins de análise foi utilizado o pico de torque concêntrico e excêntrico atingido pelos flexores e extensores do joelho, o maior valor registrado entre as cinco repetições foi utilizado para posterior análise.

Cada teste de flexibilidade teve o registro de três medidas angulares de flexão de quadril ou extensão de joelho (Apêndice C). A média das três repetições foi utilizada para posterior análise.

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Primeiramente os dados foram analisados em relação à distribuição com aplicação do teste de Shapiro-Wilk e Levene. Após, verificada a normalidade, foram calculados médias, desvios-padrão e valor de p. Os efeitos principais de grupo, de momento e a interação entre os fatores foram analisados com a aplicação de uma ANOVA *two way* de medidas repetidas e, quando necessário, o *post hoc* de Bonferroni para localizar as diferenças específicas. Os fatores foram os grupos (G30, G60 e GC) e os momentos (pré e pós). A análise foi realizada com o mesmo número

de participantes por grupo, tomando como base o grupo controle que apresentava o menor número de voluntárias. Desdobramentos, devido à interação significativa entre os fatores, não foram necessários. O software utilizado foi o *Statistical Package for Social Science for Windows* (SPSS) versão 20.0 sendo adotado nível de significância de 5%.

5.7 ASPECTOS ÉTICOS

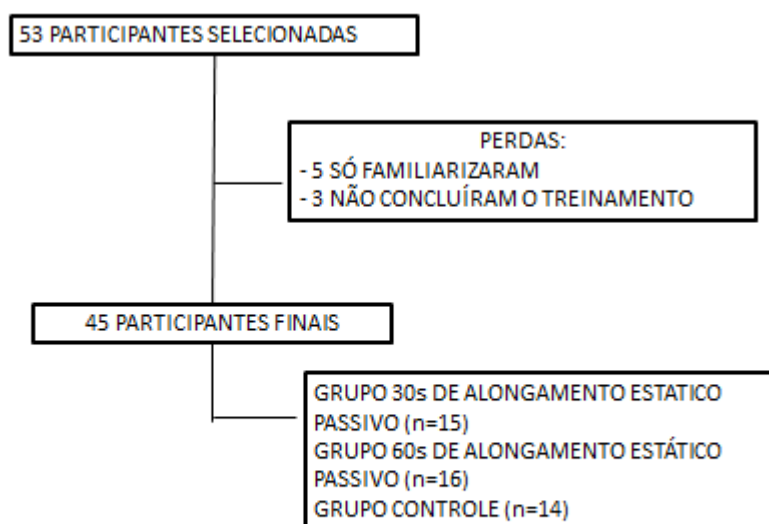
Este trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com base na Resolução número 466/12 – Conselho Nacional de Saúde, com o número 648.665 (Apêndice D). As voluntárias do presente estudo foram submetidas a riscos mínimos, não maiores do que aqueles existentes durante execução do alongamento e exercícios de força de isquiotibiais. Podendo, apresentar dor muscular após a realização dos testes e, em casos raros, ocorrer ruptura muscular por um alongamento excessivo.

Antes da participação na pesquisa todas foram convidadas a ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido concordando em participar do estudo em questão assinaram duas vias do mesmo, sendo uma para a voluntária e a outra para a pesquisadora.

6 RESULTADOS

Iniciaram o programa 53 mulheres, sendo que dessas, cinco realizaram apenas a familiarização e três não concluíram o período de treinamento, totalizando ao final, 45 mulheres saudáveis, sendo 15 no G30, 16 no G60 e 14 no GC (Figura5).

Figura 5 - Total de participantes da amostra



Nos resultados, primeiramente serão descritas as características das participantes do estudo. Após, serão expostos os resultados de cada um dos desfechos em relação à comparação entre os grupos (G30, G60 e GC) em cada momento e à comparação entre os momentos (pré e pós) em cada grupo. Os valores são descritos como média e desvio padrão.

Em relação às características das participantes no momento inicial da pesquisa, não houve diferença significativa entre os grupos G30, G60 e GC, sendo os mesmos considerados homogêneos (Tabela 2).

Tabela 2 - Características descritivas das participantes apresentadas em média \pm desvio padrão

Características	Grupo 30 (n= 14)	Grupo 60 (n= 14)	Grupo C (n= 14)	P
Massa (Kg)	60,18 \pm 8,40	62,53 \pm 9,78	63,07 \pm 11,44	0,70
Estatura (cm)	160,62 \pm 8,60	163,93 \pm 6,04	163,8462 \pm 5,13	0,326
Idade (anos)	24,62 \pm 4,77	24,6 \pm 4,90	27,23 \pm 6,61	0,352

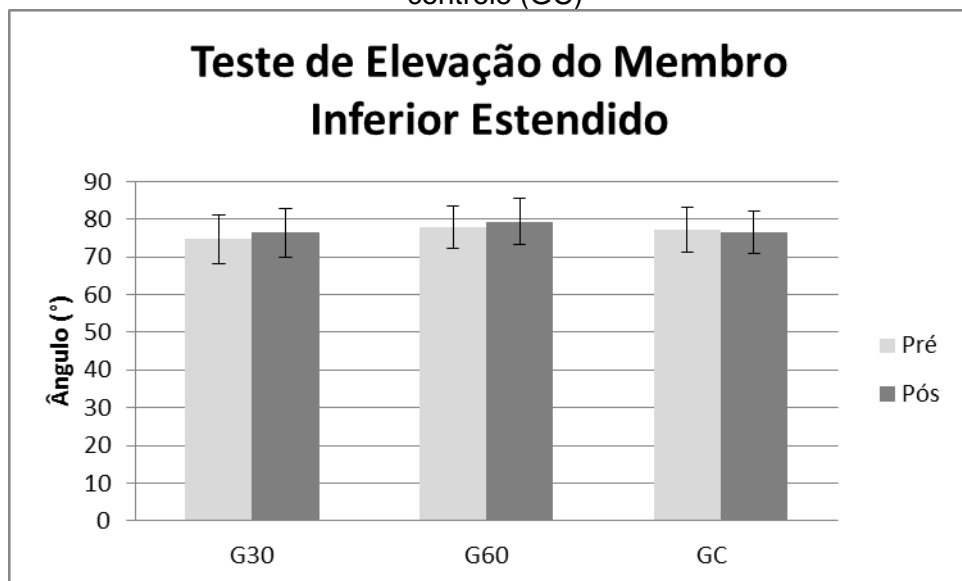
Na análise da homogeneidade dos dados, algumas das variáveis em momentos específicos apresentaram características não paramétricas, no entanto, optou-se pela utilização do teste ANOVA, por ser considerado robusto suficiente para essas situações (HOPKINGS *et al.*, 2008).

6.1 FLEXIBILIDADE

6.1.1 Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido

Em relação à medida de goniometria do ângulo de flexão do quadril no Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido não houve diferença significativa entre os grupos nem no momento pré (G30 74,71 \pm 6,48; G60 77,95 \pm 5,70; GC 77,23 \pm 5,88) e nem no momento pós (G30 76,42 \pm 6,51; G60 79,39 \pm 6,16; GC 76,49 \pm 5,51). Assim como não houve diferença significativa na comparação entre os momentos pré e pós para nenhum dos grupos (Figura 6).

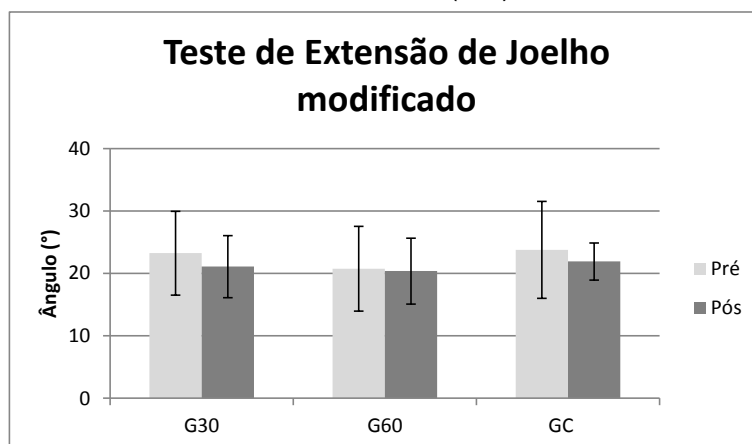
Figura 6 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC)



6.1.2 Teste de Extensão do Joelho modificado

Na avaliação da flexibilidade por meio do Teste de Extensão do Joelho modificado não houve diferença significativa entre os grupos nos resultados das medidas de goniometria dos ângulos de extensão do joelho nem no momento pré (G30 $23,24 \pm 1,79$; G60 $20,73 \pm 1,81$; CC $23,76 \pm 2,08$), nem no momento pós (G30 $21,08 \pm 1,33$; G60 $20,39 \pm 1,41$; GC $21,90 \pm 0,79$). Na comparação entre os momentos pré e pós também não houve diferença significativa em nenhum dos grupos (Figura 7).

Figura 7 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Teste de Extensão de Joelho modificado dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC)

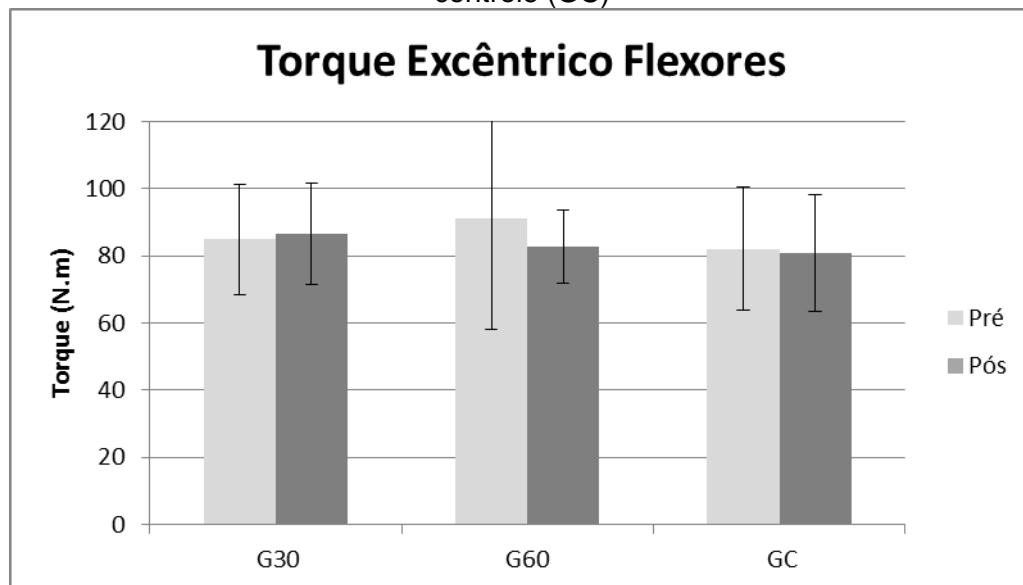


6.2 FORÇA MUSCULAR

6.2.1 Pico de Torque Excêntrico de Flexores

De acordo com a análise estatística do pico de torque excêntrico de flexores, não houve diferença significativa entre os grupos G30, G60 e GC, em nenhum dos momentos avaliados. Na comparação entre os momentos pré e pós, também não houve diferença significativa para nenhum dos grupos, G30 (pré $85,00 \pm 16,36$, pós $86,57 \pm 15,02$); G60 (pré $91,07 \pm 32,90$; pós $82,71 \pm 10,95$) e GC (pré $82,21 \pm 18,36$; pós $80,85 \pm 15,53$) (Figura 8).

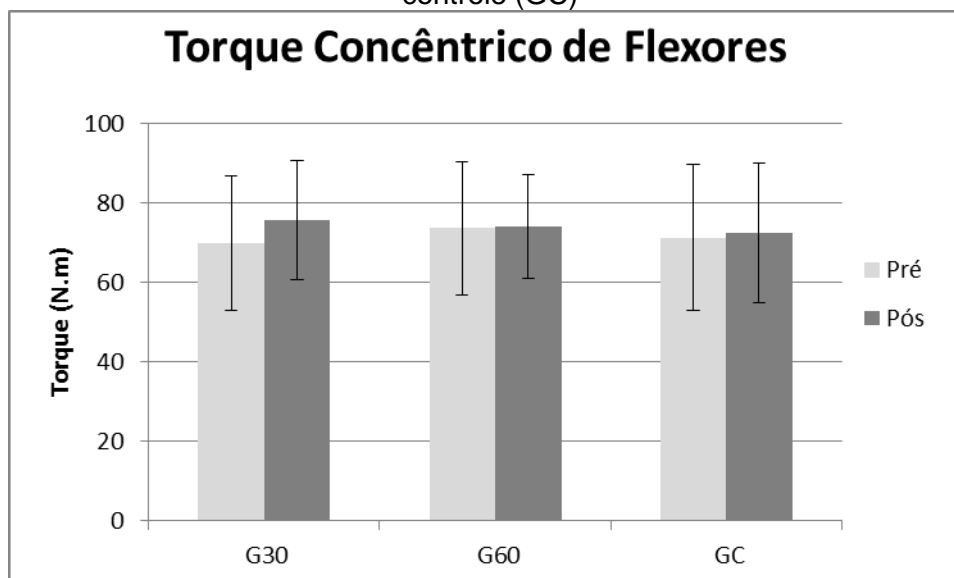
Figura 8 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Excêntrico de Flexores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC)



6.2.2 Pico de Torque Concêntrico de Flexores

De acordo com a análise estatística não foi observado diferença entre os picos de torques concêntricos de flexores entre os grupos G30, G60, GC e nem entre os momentos pré (G30 $69,85 \pm 16,84$; pós $75,64 \pm 15,01$); G60 (pré $73,71 \pm 16,80$; pós $74,0 \pm 13,0$); GC pré ($71,35 \pm 18,45$; pós $72,35 \pm 17,56$) (Figura 9).

Figura 9 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Concêntrico de Flexores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC)

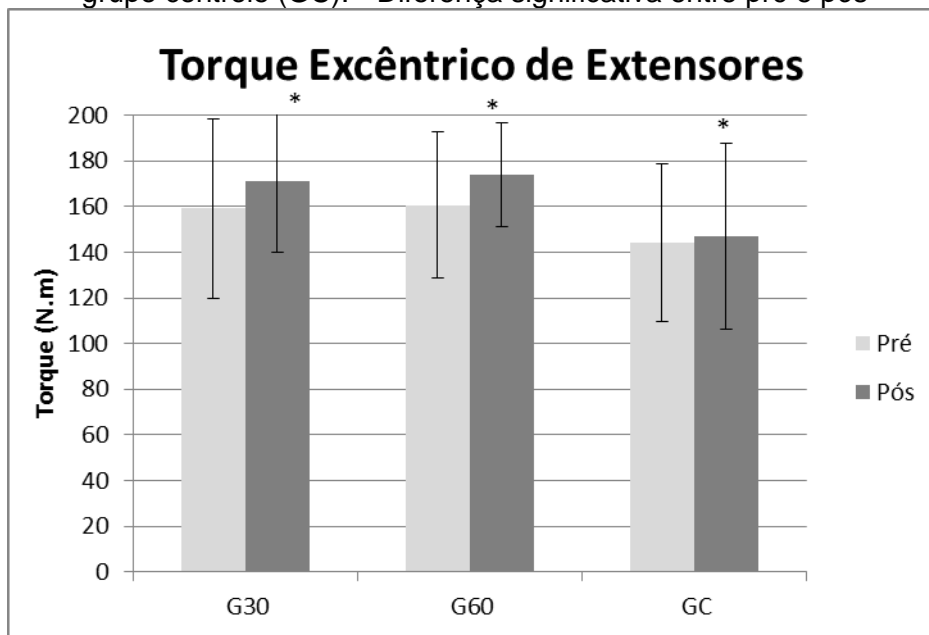


6.2.3 Pico de Torque Excêntrico de Extensores

Os grupos G30, G60 e GC não apresentaram diferença significativa entre eles em nenhum dos momentos analisados.

Na comparação entre os momentos pré e pós foi encontrado aumento significativo de torque excêntrico de extensores em todos os grupos G30, G60 e GC de acordo com o grupo. O pico de torque excêntrico de extensores aumentou significativamente do pré para o pós no grupo G30 (pré $159,21 \pm 39,36$; pós $171,00 \pm 31,10$); G60 (pré $160,71 \pm 32,06$; pós $173,85 \pm 22,74$) e GC (pré $144,29 \pm 34,46$; pós $146,79 \pm 40,69$) (Figura 10).

Figura 10 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Excêntrico de Extensores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC). * Diferença significativa entre pré e pós

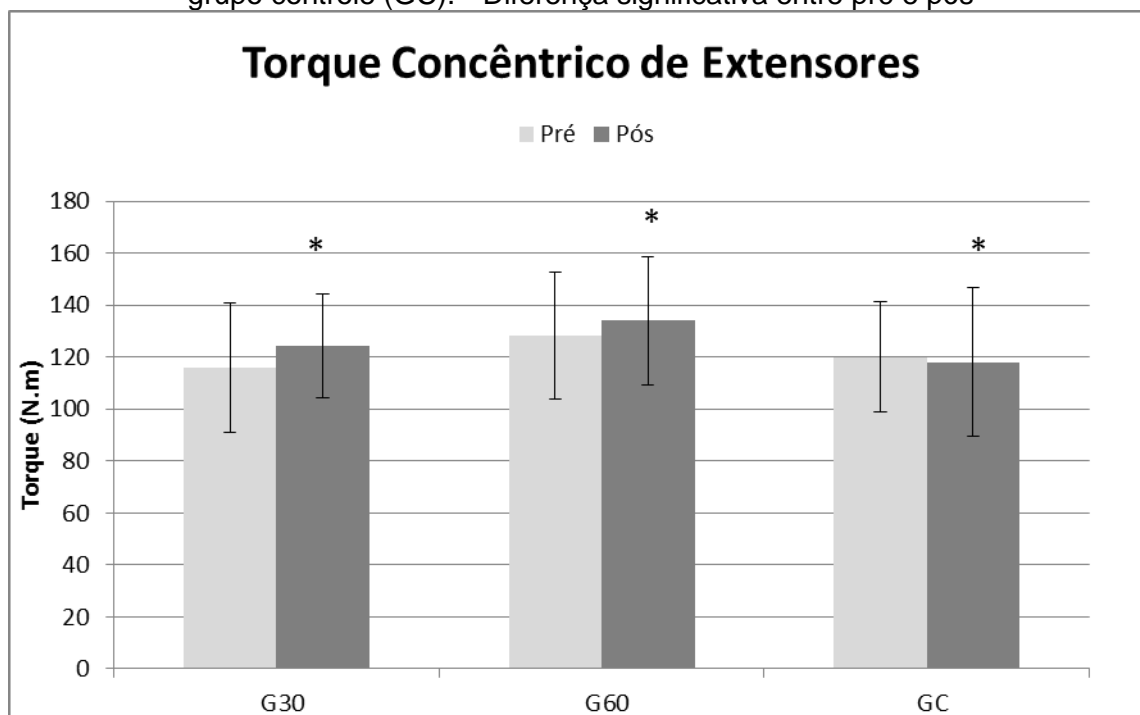


6.2.4 Pico de Torque Concêntrico de Extensores

Na comparação entre os grupos G30, G60, GC, não houve diferença significativa em nenhum dos momentos analisados.

Porém, na comparação entre os momentos pré e pós foi encontrado diferença significativa de acordo com o grupo. O pico de torque concêntrico de extensores aumentou significativamente do pré para pós no grupo G30 (pré $115,93 \pm 25,01$; pós $124,29 \pm 20,28$) e G60 (pré $128,43 \pm 24,37$; pós $134,00 \pm 24,88$) e diminuiu significativamente no GC (pré $120,14 \pm 25,01$; pós $118,14 \pm 28,51$) (Figura 11).

Figura 11 - Gráfico referente às médias e desvios padrão do Pico de Torque Concêntrico de Extensores do Joelho dos grupos de 30 (G30) e 60 (G60) segundos de alongamento e grupo controle (GC). * Diferença significativa entre pré e pós



7 DISCUSSÃO

Devido a sua importância, o treino de flexibilidade é alvo de numerosos estudos e publicações no que diz respeito à busca da otimização relacionada com a melhor forma de aplicação do alongamento para atingir seus efeitos benéficos na postura, prevenção de lesões e nas atividades funcionais.

Com base na afirmação de Gajdosik (1991), que um regime de alongamento crônico pode aumentar a amplitude de movimento articular pela mudança nas propriedades viscoelásticas do tecido muscular e, nos estudos que compararam o tempo de alongamento, semelhantes à metodologia do presente estudo, como o de Bandy e Irion (1994) que avaliaram a eficácia de três durações de alongamento estático passivo (15, 30 e 60 segundos) durante seis semanas e encontraram aumento significativo na ADM de todos os grupos, sendo que não encontraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos de 30 e 60 segundos; bem como Cipriani *et al.* (2003) que compararam 10 e 30 segundos de alongamento estático passivo e também encontraram aumento na flexibilidade em ambos os grupos e não encontraram diferença entre os protocolos. Era esperado que no presente estudo também ocorresse aumento na flexibilidade, avaliada pelas ADMs de quadril e joelho.

No entanto, no presente estudo não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na amplitude de movimento nem no grupo de 30 segundos nem no de 60 segundos de duração após um programa de treino de flexibilidade de seis semanas. Ben e Harvey (2010) também não encontraram aumento da extensibilidade dos músculos isquiotibiais no alongamento estático passivo sustentado por 30 minutos em doses distribuídas até cinco vezes por dia, cinco vezes por semana em seis semanas, no entanto observaram uma melhora na tolerância ao alongamento. Este resultado também contraria o estudo de Davis *et al.* (2005) que avalia três técnicas de alongamentos e sugere que o alongamento estático passivo é a única técnica capaz de aumentar o comprimento dos isquiotibiais num tempo de 30 segundos, utilizando quatro semanas de programa e questiona os programas de menos de quatro semanas de duração. Assim como o estudo de Chan *et al.* (2001) que estudou dois protocolos de alongamento, de quatro

e oito semanas e observaram eficácia em ambos os protocolos para aumento no ângulo de movimento, sem diferença entre os protocolos.

Por outro lado, estaria de acordo com os estudos de Nakamura *et al.* (2011) e Abellaneda *et al.* (2009) que indicam que o músculo esquelético quando submetidos a um alongamento crônico adquire um comportamento elástico, durante a aplicação de uma tensão mecânica, e em seguida volta ao seu comprimento original, quando cessa o estímulo. Esses autores ainda mencionam que quando a intervenção tem intensidade alta poderia ser suficiente para promover mudanças plásticas tais como aumento do comprimento da fibra. Reforçando esta colocação, Bandy e Irion (1994) e Cipriani *et al.* (2003) sugerem que o total de alongamentos em um dia é mais importante do que a duração de doses isoladas de alongamento. Com base nessas afirmações, talvez, um dos prováveis fatores para a não significância estatística na ADM no presente estudo possa ter sido o baixo volume de alongamento estático passivo utilizado, apenas um alongamento de 30 segundos ou 60 segundos por sessão e aplicado duas vezes na semana. Segundo alguns autores (HALBERTSMA *et al.*, 1996; MAGNUSSON *et al.*, 1996; BEHM *et al.*, 2006), é possível que o tempo de alongamento administrado em alguns estudos possam ter sido insuficiente para induzir mudanças duradouras na extensibilidade do tecido. Além disso, sugerem que o alongamento não aumenta a extensibilidade muscular, mas sim, melhoram a tolerância das pessoas para o desconforto associado ao alongamento. Isto leva a um aumento na amplitude de movimento articular sem quaisquer melhorias na extensibilidade muscular.

A maioria dos estudos agudos, que medem o ângulo articular imediatamente após a remoção do alongamento, invariavelmente relata um efeito do alongamento no aumento da flexibilidade. Provavelmente, nestes estudos o que ocorre é um efeito transitório de uma visco-deformação, uma característica bem documentada em tecidos moles. Estes efeitos não são duradouros e se dissipam logo após o alongamento (MAGNUSSON *et al.*, 1996). Como as medidas de avaliação no presente estudo não foram realizadas imediatamente após a realização do treinamento de alongamento, acabou por não sofrer influência deste efeito transitório e a baixa intensidade não permitiu atingir mudanças plásticas. Essa hipótese é reforçada no estudo de Aquino *et al.* (2010) que também avaliou a ADM após uma

semana do término da intervenção e não encontrou diferença significativa na flexibilidade.

Diversas teorias a respeito de porque o alongamento aumenta a extensibilidade muscular são relatadas: deformação viscoelástica (MAGNUSSON *et al.*, 1996; AAGARD *et al.*, 2000; TAYLOR *et al.*, 1997), aumento do número de sarcômeros em série (LIEBER *et al.*, 1993), deformação plástica (FELAND *et al.*, 2001) e modificação apenas de tolerância ao alongamento (HALBERTSMA *et al.*, 1996; MAGNUSSON *et al.*, 1996). Estes autores sugerem que algumas destas teorias devem continuar a ser um ponto de debate incluindo deformação plástica e aumento do número de sarcômeros em série.

Os resultados do presente estudo vão ao encontro de Worrel *et al.* (1994) no que tange a flexibilidade, os autores avaliaram alongamento estático passivo e Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva dos músculos isquiotibiais, cinco repetições em cinco dias por semana por três semanas e não encontraram aumento na flexibilidade. Porém, este estudo traz outra questão que é o efeito do alongamento na força muscular, também avaliada no presente estudo. Diferente dos resultados do presente estudo, Worrel *et al.* (1994) encontraram aumento significativo nos picos de torque isocinético excêntrico em 60° e em 120°/segundos e concêntrico em 120°/segundos. Já, os resultados do presente estudo não mostram diferença significativa no pico de torque concêntrico e nem no pico de torque excêntrico dos flexores do joelho.

Dados que corroboram com o estudo de La Roche *et al.* (2008) que mostrou que o alongamento crônico não tem nenhum efeito sobre o pico de torque. Segundo os autores é possível que o alongamento tenha tido pouco efeito sobre o comprimento do músculo ou que o programa de alongamento não foi de intensidade suficiente para produzir mudanças mensuráveis na força muscular. E com Guissard e Duchateau (2004) que mostrou no seu estudo que não houve mudança na taxa de desenvolvimento de força após seis semanas de alongamento estático passivo.

Behm *et al.* (2006) analisaram a correlação entre ganho de flexibilidade e a redução da força induzida pelo alongamento durante quatro semanas de alongamento diário nos músculos quadríceps, isquiotibiais e flexores plantares, e seus resultados mostram que não houve nenhuma relação significativa entre ganho de amplitude de movimento devido ao aumento da flexibilidade e redução da força

muscular induzida pelo alongamento. Observou ainda que a força foi pouco alterada em indivíduos que eram mais flexíveis.

Brandenburg *et al.* (2006) relatam que a intensidade, o volume da intervenção ou ambos podem ser insuficientes para promover mudanças na força muscular. Conforme relatou em seu estudo, a duração do alongamento estático passivo utilizando três séries de 15 e 30 segundos não influenciou a magnitude de força.

Ainda avaliando a flexibilidade dos isquiotibiais e a relação do pico de torque no ângulo de flexão do joelho, Mc Hugh *et al.* (2009) concluíram que a flexibilidade não afetou o pico de torque e que este efeito poderia ser explicado pelo efeito do comprimento do músculo na mecânica do sarcômero, ou seja, existe um comprimento ideal para a produção de força (HUXLEY *et al.*, 1961; GORDON *et al.*, 1966; RASSIER *et al.*, 2003). Estes efeitos dependentes de comprimento podem ser explicados em termos da relação comprimento – tensão. O alongamento faz a unidade musculo tendão mais complacente, o que permite maior encurtamento muscular quando contrações musculares são iniciadas no músculo de maior comprimento. Isto permite uma maior formação de pontes cruzadas e uma mudança no ângulo onde ocorre o pico de torque.

Normalmente o grupo muscular estudado é o próprio grupo que sofreu a intervenção do alongamento (Worrel *et al.*, 1994; Behm *et al.*, 2006; Brandenburg *et al.*, 2006; Batista *et al.*, 2008; Mc Hugh *et al.*, 2009) e no presente estudo, além de ser avaliada a força muscular do grupo que recebeu a intervenção, também foi avaliado o grupo antagonista. Este grupo apresentou um aumento significativo no pico de torque concêntrico e excêntrico dos extensores do joelho do momento pré para o pós-intervenção nos grupos de 30 segundos e 60 segundos, ou seja, parece que o alongamento dos flexores do joelho teve influencia na força dos extensores.

Batista *et al.* (2008) avaliaram amplitude de movimento e torque dos flexores e extensores do joelho num programa de 4 semanas de treinamento de alongamento ativo excêntrico dos flexores do joelho duas vezes por semana. Observaram que o pico de torque concêntrico e excêntrico dos extensores e flexores do joelho aumentou, Os autores defendem a ideia de que ao alongar um grupo muscular, os antagonistas se contraem, que é defendido por Winters *et al.* (2004).

Essas contrações podem causar adaptações neurais, que controlam o nível de tensão do músculo e a sincronia de ativação entre elas. O que corrobora

parcialmente com Hortobagyi *et al.* (1985) que pesquisaram os efeitos do alongamento crônico passivo dos músculos flexores do joelho sobre sua flexibilidade e as alterações no torque e velocidade das contrações concêntricas dos extensores do joelho no dinamômetro isocinético, utilizando várias posições de alongamento. Seus resultados indicaram que houve aumento no desempenho dos músculos extensores do joelho, no caso o seu antagonista. Esse dado é confirmado por Enoka (2002) que relata que o aumento na flexibilidade dos flexores do joelho contribui para o aumento na força dos músculos extensores. Sandberg *et al.* (2010) estudaram os efeitos do alongamento da musculatura antagonista antes de um movimento de força e hipotetizaram que o alongamento estático pode inibir a ativação do grupo muscular alongado, permitindo maior produção de força pelos agonistas.

O fato de ter realizado intervenção somente na musculatura dos isquiotibiais pode ter sido uma limitação do presente estudo. A avaliação de diferentes musculaturas poderia revelar respostas específicas para o treinamento da flexibilidade. Outra limitação foi a impossibilidade de realização do sigilo de alocação do avaliador na variável de amplitude de movimento, sendo o mesmo realizado apenas para avaliação da força muscular. A baixa intensidade do programa de treinamento também pode ter sido fator limitador para o resultado, apesar de ter sido uma opção utilizar os menores tempos com efeito significativo na literatura. Assim, estudos futuros podem ser realizados para avaliar a especificidade de resposta de acordo com o grupo muscular alongado e, também, com maiores intensidades de treinamento. As recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (2014) podem servir de base para a proposta de treinamento, o que não foi possível para o presente estudo por ter sido publicada após o início da presente pesquisa.

Como contribuições para literatura científica o presente estudo apresenta uma qualidade metodológica superior a estudos prévios. Os resultados trazem perspectivas diferentes da forma de realização do alongamento agudo em relação ao crônico. O alongamento agudo parece ter influência sobre a flexibilidade mesmo com tempos menores de permanência, devido a seus efeitos estarem relacionados às características elásticas do tecido, sendo identificada na medida imediatamente após a realização da intervenção. Diferente do que acontece no alongamento crônico, que para ter efeito sobre a flexibilidade é necessário que ocorram mudanças

plásticas, onde intervenções de maior intensidade parecem ser necessárias, para que as mesmas possam ser mantidas por um período maior de tempo.

8 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que um período de treinamento de duas vezes por semana, durante seis semanas é insuficiente para promover ganhos de flexibilidade assim como de força do grupo muscular alongado (isquiotibiais), independente do tempo de permanência do alongamento (30 ou 60 segundos). Porém, esse período parece influenciar o aumento da força muscular do grupo antagonista (quadríceps).

No entanto, mais estudos crônicos são necessários para entender melhor os mecanismos que promovem mudanças na flexibilidade e força muscular e a melhor forma de alcançá-las. A investigação em torno da temática flexibilidade está longe de ser suficiente. Os mecanismos musculares e neurofisiológicos que regem esta teoria implicada no treino de flexibilidade precisam ser melhores compreendidos.

REFERÊNCIAS

- AAGARD, P. *et al.* Neural Inhibition during maximeccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. **J Appl. Physiol**, n. 89, p.2249-2257, 2000.
- ABELLANEDA, S., GUISSARD, N., DUCHATEAU, J. The relative lengthening of the myotendinous structures in the medial gastrocnemius during passive stretching differs among individuals. **J Appl Physiol**, v. 106, n. 6, p. 169–177, 2009.
- ACHOUR JÚNIOR. **As bases para exercícios de alongamento relacionado com a saúde e no desempenho atlético**. 2. ed. Londrina:[s.n.], 1999.
- ACHOUR JÚNIOR. **Flexibilidade e alongamento saúde e bem estar**. 2. ed. Barueri: [s.n.], 2009.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for exercise testing and prescription**. 9. ed. [s.l.]: [s.n.], 2014.
- ANDERSON, B.; BURKE, E R. Scientific medial and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med*, n.10, p.63-86,1991.
- ANDREWS, R.J; HARRELSON, G.L; WILK, K.E. **Reabilitação física das lesões desportivas**. 2 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2000.
- AVELA, J.; KIRÖLÄIMEN, H.; KOMI, P. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. **The American Physiological Society**, p. 1283-1291, 1999.
- AQUINO, C. F.; VIANA, S. O.; FONSECA, S. T. Comportamento biomecânico e respostas dos tecidos biológicos ao estresse a à imobilização. **Fisioterapia em Movimento**, v. 12, n. 2, p. 35-43, abr./jun. 2005.
- BANDY, W. D.; IRION, J. M. The Effect of Time on Static Stretch on the Flexibility of the Hamstring Muscle. **Physical Therapy**, v. 74, p. 54-59, set. 1994.
- BANDY, W. D.; IRION, J. M.; BRIGGEL, M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscle. **Physical Therapy**, v. 77, n. 1, p. 1090-1097, 1997.
- NELSON, R.; BANDY, I. Eccentric Training and Static Stretching Improve Hamstringas Flexibility of High School Males. **Journal of Athletic Trainig**, v. 39, n. 3, p. 254-258, 2004.
- BATISTA, L. H. *et al.* **Alongamento ativo excêntrico dos músculos flexores do joelho na postura em pé**: efeito sobre a amplitude de movimento e torque muscular. Dissertação (Mestrado) - Universidade São Carlos, São Carlos, 2005.

BEHN, D. G. Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. **Journal of Sports Science and Medicine**, n. 5, p. 33-42, 2006.

BEISSNER, K. L.; COLLINS, J. E.; HOLMES, H. Muscle force and range of motion as predictors of function in older adults. **Physical Therapy**, v. 80, p. 556 -563, 2000.

BOVINCINE, C.; GONÇALVES, C.; BATIGÁLIA, F. Comparação do ganho de flexibilidade isquiotibiais com diferentes técnicas de alongamento passivo. **Revista Acta fisiátrica**, v. 12, n. 2, p. 43-47, 2005.

BOONE, D. C.; AZEN, S. P.; LIN, C. M. Reability of goniometric measurement. **Phys Ther**, n. 58, p. 1355-1360, 1978.

BORMS, J.; VAN ROY, P.; SANTANS, J. P. Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo femoral flexibility. **J Sports Sci**, n. 5, p. 39-47, 1987.

BRACH, J.; SWEARINGEN, J. M. Van. Physical Impairment and disability: relationship to performance of activities of daily living in community dwelling older men. **Physical Therapy**, v. 82, p. 752-761, 2002.

BRANDENBURG, J. P. Duration of stretch does not influence the degree of force loss following static stretching. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, v. 46, p. 526-534, 2006.

CARVALHO F. L. P. Efeitos agudos do alongamento estático e da FNP no desempenho do salto vertical de tenistas adolescentes. **Fit Perf J.**, n. 8, v. 4, p. 264-268, 2009.

CARREGARO, R. L; SILVA, L. C. C; GIL COURY, H. J. C. Comparação entre dois testes clínicos para avaliar a flexibilidade dos músculos posteriores da coxa. **Rev. Bras. Fisiot.** v. 11, n. 2, p. 139-145, 2007.

CHAN, S. P.; HONG, Y.; ROBINSON, P. D. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. **Scan J Med Sci Sports**, n. 11, p. 81-86, 2001.

CIPRIANI, D.; ABEL, B.; PIRRWITZ D. A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. **J Strength Cond Res.**, n. 17, p. 274-278, 2003.

CROISIER J. L.; FORTHOMME, B.; NAMUROIS, M. Hamstrings muscle strain recurrence and strength performance disorders. **Am.J Sports Med**, n. 30, p. 199-203, 2002.

COELHO, L.F.O treino da flexibilidade muscular e o aumento da amplitude de movimento: uma revisao crítica da literature. *Revista do Desporto e Saúde*. P. 62-73. 2007.

DAVIS, D. S. *et al.* Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstrings flexibility. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 583-588, March 2008.

DAVIS, D. S. *et al.* The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstrings flexibility using consistent stretching parameters. **Journal of Strength**, 2005.

DE DEYNE, P. G. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. **Phy Ther**, v. 81, n. 2, p. 819-827, 2001.

DECOSTER, L. C. *et al.* The effect of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 35, n. 6, p. 377-387, Jun 2005.

DE PINO, G. M.; WEBRIGHT, W. G.; ARNOLD, B. L. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. **J Athl Train.**, v. 35, n. 1, p. 56-59, 2000.

DE WEIJER, V.; GORNIK, G.; SHAMUS, E. The Effect of Static Stretch and Warm-up Exercise on Hamstring Length Over the Course of 24 Hours. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 33, n. 12, Dec. 2003.

DVIR, Z. **Isocinética, Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações Clínicas**. São Paulo: Manole, 2004.

EDMAN, K. A.; TSUCHIYA, T. Strain of passive elements of during force enhancement by stretch in frog muscle fibers. **J Physiol.**, v. 490, n. 1, p. 191-205, 1996.

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

ENOKA, R.M. Bases biomecânicas cinesiológicas. 2. ed. Manole, São Paulo, 2000.

FELAND, J. B.; MYRER, J. W.; MERRILL, R. M. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athlete. **Physical Therapy in Sport**, n. 2, p. 186-193, 2001.

FERRARI, G. D.; ARROYO, C. T. Efeito de treinamento de flexibilidade sobre a força e o torque muscular: uma revisão crítica. **Rev. Bras. Ciência e Movimento**, n. 2, p. 151-162, 2013.

FORD, P.; MC CHESNEY, J. Duration of maintained hamstrings ROM following termination of three stretching protocols. **J Sports Rehabil.**, v. 16, n. 1, p. 18-27, 2007.

FOWLES, J. R.; SALE, D. G.; MAC DOUGALL, J. D. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. **Appl Physiol.**, n. 89, p. 1179-1188, 2000.

GAMA, A. S; DANTAS, A. V. R; SOUZA, T. O. Influência do Intervalo de Tempo entre as sessões de alongamento no ganho de flexibilidade dos isquiotibiais. **Rev Bras Med Esporte**, v. 15, n. 2, mar./abr. 2009.

GAJDOSIK, R.; LUSIN, G. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstrings muscle. **J. Orthop Sport Phy Ther.**, n. 14, p. 250-255, 1991.

GONÇALVES, R.; GURJÃO, A. L., GOBBI, S. Efeito de oito semanas de treinamento de força na flexibilidade de idosos. **Rev. Cineantropometria Desempenho Humano**, v. 9, n. 2, p. 145-153, 2007.

GORDON, A. M.; HUXLEY, A. F.; JULIAN, F. J. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibers. **J Physiol.**, n. 184, p 170–192, 1966.

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

HÄKKINEN, K. *et al.* Changes in agonist/antagonist EMG, muscle CSA and force during strength training in middle-aged and older people. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 84, n. 4, p. 1341-1429, 1998.

HALBERTSMA, J. P. K.; LUDWIG, H.; GÖEKEN M. Stretching Exercises: Effect on Passive Extensibility and Stiffness in Short Hamstrings of Healthy Subjects. **Arch Phys Med Rehabil.**, v. 75, p. 976-981, Sept. 1994.

HALBERTSMA, J. P. K.; BALHUIS, A. I. V.; GÖEKEN, L. N. H. Sports Stretching: effects on passive muscle stiffness of short hamstrings. **Arch Phy Med Rehabil.**, n. 77, p. 688-692, 1996.

HARREBY, M. B. *et al.* Risk factors for low back pain in a cohort of 1389 Danish school children: an epidemiologic study. **Eur Spine J.**, n. 8, p. 444-450, 1999.

HERBERT, R. D; GABRIEL, M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. **BMJ**, p. 325, 2002.

HOPKINGS, W. *et al.* Progressive statics for studies in sports medicine and exercises science. **Medicine and Science in Sports e Exercise**, p. 3-12, 2008.

HOROWITS, R.; PODOLSKY, R.J. The positional stability movement of thick filaments in activated skeletal muscle depends on sarcomere length: evidence for the role of titin filaments. **Journal of cell Biology**, v. 5, n.105, p. 2217-2223, 1987.

HORTOBAGYI, T. *et al.* Effects of intense stretching flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. **Int J Sports Med**, n. 6, p. 317–321, 1985.

HUXLEY, A.F; SIMMONS,R.M.Proposed mechanism of force generation in striad muscle. *Nature*,v.233, n.22, p.553-558, 1971.

IMPELLIZZERI, F. M. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 28, n. 2, p. 113-119, 2007.

KENDALL, F.P. **Músculos, Provas e Funções**. 5. ed. Barueri: Manole, 2007.

KERKHOFFS, G. M. J. Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.**, n. 21, p. 500–509, 2013.

KOKKONEN, J. Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance. **American College of Sports Medicine**, v. 39, n. 10, p. 1825-1831, 2007.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKINAGA, T. Effects of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **J Appl Physio.**, n. 92, p. 595-601, 2002.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKINAGA, T. Effects of resistance and stretching training programs on the viscoelastic properties of human, tendon structures in vivo. **J Appl Physio**, v. 538, p. 219-226, 2002.

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

LA ROCHE, D. P.; DELCAN, A. J. C.; FACSM. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 6, p. 1000-1007, 2006.

LA ROCHE, D. P.; LUSSIER, M.; STEPHEN, R. Chronic stretching and voluntary muscle force. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 589-596, 2008.

LIEBER, R. L.; BODINE-FOWLER, S. C. Skeletal muscle mechanics: implications for rehabilitation. **Phys Ther**, v. 73, n. 12, p. 844-56, 1993.

MAGNUSSON, S. P. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. **Scand J Med Sci Sports.**, n. 8, p. 65-77, 1998.

MAGNUSSON, S. P. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. **Journal of Physiology**, v. 497, n. 1, p.291-298, 1996.

McHUGH, M. P. Effect of hamstring flexibility on isometric knee flexion angle–torque relationship. **Scand J Med Sci Sports.**, n. 19, p. 252–256, 2009.

MARQUES, A.P. **Manual de goniometria**. 2. ed. Barueri: *Manole*, 2005.

MILAZZOTO, M. V.; CORAZZINA, L. G.; LIEBANO, R. E. Influência do número de séries e tempo de alongamento estático sobre a flexibilidade dos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 15, n. 6, p. 420-423, 2009.

NAKAMURA, M.; IKEZOE, T.; TAKENO, Y. Acute and prolonged effect of static stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit in vivo. **J Orthop Res.**, v. 29, p. 1759–1763, 2011.

NETO, G. A.; MANFFRA, E. F. Influência do volume de alongamento estático dos músculos isquiotibiais nas variáveis isocinéticas. **Rev. Bras. Med Sport**, v. 15, n. 2, mar./abr. 2009.

NORKIN, C. **Medida do Movimento Articular**. 2. ed. [s.l.]: [s.n.], 1997.

OBBERG, B. *et al.* Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexores in soccer players. International. **Journal of Sports Science**, v. 7, p. 50-53, 1986.

POLACHINI, L. O. *et al.* Estudo comparativo entre três métodos de avaliação do encurtamento de musculatura posterior da coxa. **Rev. Bras. Fis**, v. 9, n. 2, p. 187-193, 2005.

PUENTEDURA, E. J. A. Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. **Physical Therapy in Sport**, n. 12, p. 122-126, 2011.

PRENTICE, W. E. A comparison of static stretching and PNF stretching for improving hip joint flexibility. **J Athl Train.**, n. 18, p. 56–59, 1983.

RASSIER, D. E.; HERZOG, W.; POLLACK, G. H. Dynamics of individual sarcomeres during and after stretch in activated single miofibrils. **Proc. R. Soc. Lond.**, n. 270, p.1735–1740, 2003.

ROBERTS, J .M; WILSON, K. Effects of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. **J Sports Med.**, n. 33, p. 259-263, 1999.

ROSÁRIO, J. L. R, MARQUES, A. P., MALUF, A. S. Aspectos Clínicos do Alongamento: Uma Revisão de Literatura. **Rev. Bras. Fisioter.** v. 8, n. 1, p. 83-88. 2004.

RUBINI, E. C; GOMES, P. S. C. The effects of stretching on strength performance. **Sports Med.** v. 37, n. 3, p. 213-224, 2007.

SACCO, I.C.N;ALIBETI,S; QUEIROZ,B.W.C;PRIPAS,D;*et al.* **Rev. Bras. de Cineantropometria Desempenho Humano.** v.11,n.1,p.51-58.2009.

SAFRAN, M. *et al.* The role of warmup in muscular injury prevention. **Am J Sports Med.**, n. 16, p. 123-128, 1989.

SANDBERG, J. B. Acute effects of antagonist stretching on jump height, torque and electromyography of agonist musculature. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 5, p. 1249-1256, 2012.

SCHMITT, B; TYLER, T; MCHUGH, M. Hamstrings Injury Rehabilitation and Prevention of Reinjury Using Lengthened State Eccentric Training: A New Concept. *Journal of Sports Physical Therapy* v. 7, n.3, p.333-341. 2012.

SIATRAS, T. A. *et al.* The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 1, p. 40-46, 2009.

SILVA, S.A. Efeito da crioterapia e termoterapia associados ao alongamento estático na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. **Motricidade**, v. 6, n. 4, p. 55-62, 2010.

SIQUEIRA, C. *et al.* Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. **Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. S. Paulo**, v. 57, p. 19-24, 2002.

SHRIER I. Does Stretching Improve Performance: A Systematic and Critical Review of the Literature. **Clin J Sports Med**, n. 14, p. 267-273, 2004.

SMITH, L.; WEISS, L. E; LEHMKUHL. **Cinesiologia Clínica**. Barueri: Manole,1989.

SPERNOGA, S. G.; ARNOLD, B. L.; GANSNEDER, B. M. Duration of maintained hamstrings flexibility after a one time modified hold –relax stretching protocol. **J. Athl Train**, n. 36, p. 44-48, 2001.

SOLE, G. *et al.* Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Amsterdam, v. 88, n. 5, p. 626-631, 2007.

TAYLOR, D. C.; BROOKS, D. E.; RYAN, J. B. Viscoelastic characteristics of muscle: passive stretching versus muscular contraction. **Med Sci Sport Exerc.**, v. 29, n. 12, 1619-1624, 1997.

THACKER, S. B. *et al.* The Impact of stretching on sport injury risk: a systematic review of the literature. **Med Sci Sports Exerc.**, n. 36, p. 371-378, 2003.

TOFT, E.; SINKJAER, T.; KALLUND, S. Biomechanical properties of the human ankle in relation to passive stretch. **J Biomech.**, v. 22, n. 11, p. 1129-32, 1989.

TYLER T.F; SCHMITT B.M; NICHOLAS S.J;MC HUGH M. Eccentric Strengthening at Long Muscle Lengths Reduces Hamstring Strain Recurrences: Results of Long Term Follow-up. *J Sport Rehabil*. 2015

VERDIJK, L. B. One-repetition maximum strength test represents a valid mean to assess leg strength in vivo in humans. **Journal of Sports Science**, v. 27, n. 1, p. 59–68, 2009.

VIVEIROS, L. *et al.* Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração de alongamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 6, nov./dez. 2004.

ZACHEZEWSKI, J. E. Improving flexibility. **Physical Therapy**, p. 698-699, 1989.

WALMSLEY, R. P.; SZYBBO, C. A comparative study of the torque generated by the shoulder internal and external rotator muscles in different positions and at varying speeds. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 9, n. 6, p. 217-222, 1987.

WHITE, L. C.; DOLPHIN, P.; DIXON, J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. **Physiotherapy**, 2008.

WHITEHEAD, P. N. *et al.* Changes in passive tension of muscle in humans and animals after eccentric exercise. **Journal of Physiology**, v. 533, n. 2, p. 593-604, 2001.

WILLY, R. E. *et al.* Effect of cessation and resumption of static hamstrings muscle stretching on joint range of motion. **JOSPT**, v. 31, n. 3, p. 138-144, 2001.

WITVROUW, E. Stretching and Injury Prevention: an obscure relationship. **Sport Med**, v34, n.7, p. 443-449 2004.

WORREL, W. T; SMITH, S.; WINEGARDNER, T. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. **JOSPT**, v. 20, n. 3, p. 154-159, Sept. 1994.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (GRUPO EXPERIMENTAL)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Grupo Experimental)

Eu Cristine Mársico, pesquisadora, juntamente com Cláudia Silveira Lima, pesquisadora responsável pela pesquisa intitulada **Influência do tempo de aplicação do alongamento estático passivo num programa de 6 semanas de treinamento sobre a flexibilidade e força muscular de mulheres jovens**, estou fazendo um convite para você participar como voluntária deste estudo.

Esta pesquisa pretende verificar a influência de diferentes períodos de tempo de alongamento sobre a sua capacidade de movimento articular e força muscular dos músculos da região posterior da coxa em um período de 6 semanas. A pesquisa é importante para a prática clínica dos fisioterapeutas, pois trará dados que ajudarão a otimizar a prática fisioterapêutica, visto que não há na literatura consenso sobre tempo de permanência adequado do alongamento. Sua participação será voluntária. É possível que aconteça desconforto durante os testes e no alongamento individual. A ocorrência de lesão muscular em alongamentos excessivos é rara, mas pode acontecer. Também pode ocorrer dor muscular tardia após o teste de força. Os benefícios esperados são de cunho coletivo.

Sua realização será em três etapas, e consiste: (1) na avaliação da força muscular e flexibilidade, (2) realização de exercícios de alongamento com diferentes tempos de execução, 30s e 60s; duas vezes por semana durante 6 semanas e (3) reavaliação após 6 semanas.

O tempo necessário para as avaliações que ocorrerão antes e depois das seis semanas de treino será em torno de uma hora, Na fase de realização dos exercícios de alongamento serão necessários no máximo 20 minutos por sessão. O tempo total da pesquisa será de 9 semanas.

Para avaliação da força muscular você ficará sentada em um equipamento e realizará cinco vezes pouca força e cinco vezes força máxima contra o equipamento para flexionar (dobrar) o joelho.

Para avaliar a flexibilidade serão realizados dois testes: Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido, onde você ficará deitada em uma maca e o avaliador elevará uma perna até a você referir desconforto; Teste de Extensão de Joelho

Modificado você ficará deitada em uma maca, o seu quadril ficará apoiado em 90° e realizará a extensão do joelho (esticar a perna).

O alongamento será aplicado com você deitada, com a coluna em contato com a superfície de apoio e com quadris e joelhos estendidos. O pesquisador realizará passivamente a flexão do seu quadril até o limite de sua amplitude, mantendo a extensão do joelho e não interferindo na articulação do tornozelo. A outra perna permanecerá em contato com a maca e estabilizada com faixas. Essa posição será mantida durante 30 segundos ou 60 segundos conforme o seu grupo.

Durante a pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa através do telefone (51) 33084085.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação das voluntárias, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Eu, _____, após a leitura desse documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informada, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetida, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar desse estudo, assinando as duas vias do termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura da voluntária

Assinatura do responsável pela pesquisa

Dados da pesquisadora responsável

Nome: Cláudia Silveira Lima

Telefone: (51) 99964747

Endereço eletrônico: claudia.lima@ufrgs.br

Dados dos demais pesquisadores

Nome: Cristine Mársico

Telefone: (51) 93228412

Endereço eletrônico: cristine-marsico@uol.com.br

Dados do CEP responsável pela autorização da pesquisa

Endereço: Avenida Paulo Gama, 110 – 7º andar – Porto Alegre/RS

CEP: 90040-060

Telefone: (51) 3308-4085 ou (51) 3308-3629

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (GRUPO CONTROLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Grupo Controle)

Eu Cristine Mársico, pesquisadora, juntamente com Cláudia Silveira Lima, pesquisadora responsável pela pesquisa intitulada **Influência do tempo de aplicação do alongamento estático passivo num programa de 6 semanas de treinamento sobre a flexibilidade e força muscular de mulheres jovens**, estou fazendo um convite para você participar como voluntária deste estudo. Esta pesquisa pretende verificar a influência de diferentes períodos de tempo de alongamento sobre a capacidade de movimento articular e força muscular dos músculos da região posterior da coxa em um período de 6 semanas. A pesquisa é importante para a prática clínica dos fisioterapeutas, pois trará dados que ajudarão a otimizar a prática fisioterapêutica, visto que não há na literatura consenso sobre tempo de permanência adequado do alongamento. Sua participação será voluntária. É possível que aconteça desconforto durante os testes

A ocorrência de lesão muscular em alongamentos excessivos é rara, mas pode acontecer. Também pode ocorrer dor muscular tardia após o teste de força. Os benefícios esperados são de cunho coletivo.

Sua realização ocorrerá em duas etapas, e consiste: (1) na avaliação da força muscular e flexibilidade e (2) reavaliação após 6 semanas.

O tempo necessário para as avaliações que ocorrerão antes e depois das seis semanas de intervalo será em torno de uma hora. O tempo total da pesquisa será de 9 semanas.

Para avaliação da força muscular você ficará sentada em um equipamento e realizará, cinco vezes pouca força e cinco vezes força máxima contra o equipamento para flexionar (dobrar) o joelho.

Para avaliar a flexibilidade serão realizados dois testes: Teste de Elevação do Membro Inferior Estendido, onde você ficará deitada em uma maca e o avaliador elevará uma perna até a você referir desconforto; Teste de Extensão de Joelho Modificado você ficará deitada em uma maca, o seu quadril ficará apoiado em 90° e realizará a extensão do joelho (esticar a perna).

Durante a pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa através do telefone (51) 33084085.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação das voluntárias, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Eu, _____, após a leitura desse documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informada, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetida, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresse minha concordância de espontânea vontade em participar desse estudo, assinando as duas vias do termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura da voluntária

Assinatura do responsável pela pesquisa

Dados da pesquisadora responsável

Nome: Cláudia Silveira Lima

Telefone: (51) 99964747

Endereço eletrônico: claudia.lima@ufrgs.br

Dados dos demais pesquisadores

Nome: Cristine Mársico

Telefone: (51) 93228412

Endereço eletrônico: cristine-marsico@uol.com.br

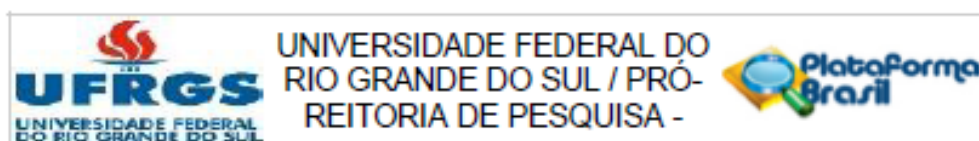
Dados do CEP responsável pela autorização da pesquisa

Endereço: Avenida Paulo Gama, 110 – 7º andar – Porto Alegre/RS

CEP: 90040-060

Telefone: (51) 3308-4085 ou (51) 3308-3629

APÊNDICE D – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFRGS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência do tempo de aplicação do alongamento estático passivo em programa de seis semanas de treinamento sobre a flexibilidade e força muscular de mulheres jovens

Pesquisador: Cláudia Silveira Lima

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 28304814.5.0000.5347

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Escola de Educação Física da Universidade do Rio Grande do Sul

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 648.665

Data da Relatoria: 08/05/2014

Apresentação do Projeto:

Adequadamente apresentado.

Objetivo da Pesquisa:

Avallar pré e pós Intervenção a flexibilidade e força muscular dos Isquiotibiais no grupo com alongamento estático passivo de 30s de duração em programa de seis semanas.

- Avallar pré e pós Intervenção a flexibilidade e força muscular dos Isquiotibiais no grupo de alongamento estático passivo de 60s de duração em programa de seis semanas.

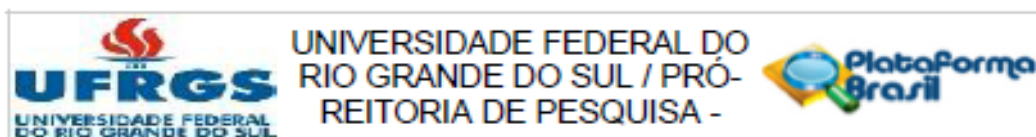
- Avallar pré e pós seis semanas a flexibilidade e força muscular dos Isquiotibiais no grupo controle.

- Comparar os resultados da flexibilidade e força muscular dos Isquiotibiais entre os três grupos (um grupo controle sem intervenção)

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Adequadamente apresentado.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propeq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 648.665

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa pertinente e desenhada com alguns reparos que foram respondidos pelos pesquisadores. Questões metodológicas relacionadas à seleção da amostra e cegamento do avaliador: adequadamente respondidas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE: escrito de forma adequada;
 Instrumento de coleta de dados: adequadamente apresentado
 Orçamento e cronograma: adequados;
 Instrumento de recrutamento que será lançado na rede social: deve ser encaminhado ao CEP para avaliação.

Recomendações:

Sem recomendações adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Em condições de aprovação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

PORTO ALEGRE, 15 de Maio de 2014

Assinado por:
 José Artur Bogo Chies
 (Coordenador)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
 Bairro: Farroupilha CEP: 90.040-060
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br