



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO ANTES
E APÓS EXERCÍCIO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
NEUROMUSCULARES DO MEMBRO INFERIOR
- ESTUDO CONTROLADO, RANDOMIZADO E CEGO-**

MANUELE JARDIM PIMENTEL

Natal
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO ANTES
E APÓS EXERCÍCIO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
NEUROMUSCULARES DO MEMBRO INFERIOR**

- ESTUDO CONTROLADO, RANDOMIZADO E CEGO-

MANUELE JARDIM PIMENTEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro

**Natal
2013**

Catálogo da Publicação na Fonte
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Pimentel, Manuele Jardim.

Efeitos agudos do alongamento estático antes e após exercício e as características neuromusculares do membro inferior: estudo controlado, randomizado e cego / Manuele Jardim Pimentel. - Natal, 2013.

50f: il.

Jamilson Simões Brasileiro.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

1. Exercícios de Alongamento Muscular - Dissertação. 2. Eletromiografia - Dissertação. 3. Exercício - Dissertação. 4. Medicina Esportiva - Dissertação. I. Brasileiro, Jamilson Simões. II. Título. RN/UF/BSA01 CDU 613.72

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia:
Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO ANTES
E APÓS EXERCÍCIO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
NEUROMUSCULARES DO MEMBRO INFERIOR
- ESTUDO CONTROLADO, RANDOMIZADO E CEGO-**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro - Presidente – UFRN

Prof. Dr. Jerônimo Farias de Alencar – Membro Externo – UFPB

Prof. Dr. Wouber Héricksen de Brito Vieira – Membro Interno - UFRN

Aprovada em 18/12/2012

Dedicatória

A Deus por me permitir viver muitos dos meus sonhos, por me conceder diversas bênçãos e por estar sempre intervindo nos meus caminhos e minhas escolhas, para que eu alcance as metas selecionadas por Ele.

Agradecimentos

Aos meus pais Ubirajara Pimentel e Maria do Brasil Jardim Pimentel, pelo esforço em educar-me por todos estes anos, pelo apoio incondicional em qualquer um dos meus sonhos e por todo amor e carinho que esteve presente em cada uma das minhas conquistas;

À minha irmã Marcele Jardim Pimentel, por todos os ensinamentos e exemplos de irmã mais velha, por todo cuidado, carinho e auxílio nos caminhos mais tortuosos;

Ao meu marido e melhor amigo Jailson Oliveira Ferreira, por toda compreensão da distância, pela paciência da espera, pelo amor da acolhida e principalmente pela alegria e incentivo em cada sonho realizado e também nas utopias. Na pessoa dele agradeço à sua família que hoje também é minha, Ferreira, Ideuza, Janete, Janaína, Jailton e Anny;

Aos familiares paternos na pessoa do meu avô Severino Pimentel que constantemente torcem por mim e pelo meu sucesso. Aos familiares maternos, na pessoa da minha avó Gilda Jardim (*in memoriam*) que com sua simplicidade foi para mim o maior exemplo de ser humano, mulher, mãe e avó, ensinando-me, como poucos, a ser forte, decidida e feliz;

Aos Professores da minha Graduação na UFPB, deixo meu muito obrigada por cada conhecimento transmitido e construído e atribuo à vocês grande parte da profissional que me tornei. Em especial e com carinho, sou eternamente grata a Karen Moreira, João Batista, Karla Veruska, Cristina Germano, Kiara Pinto, Cláudia Gatto, Jailson Ferreira, Simone Maciel, Geraldo Cidrão e Jerônimo Alencar;

Aos meus amigos do Hospital de Pediatria Arlinda Marques principalmente Milena Lins, pela compreensão da importância desta etapa em minha vida. Ao governador da Paraíba, Ricardo Coutinho, por deferir minha solicitação de afastamento que me permitiu viver grandes experiências neste mestrado em Natal;

Ao meu padrinho Raoni Mendes que tantas vezes foi amigo, irmão conselheiro e que apesar da distância, sinto-o sempre ao meu lado;

Aos amigos de João Pessoa pela compreensão das ausências em aniversários, casamentos, confraternizações e outras reuniões que não pude estar presente. Sou grata pela torcida constante e pela alegria com as minhas conquistas;

À turma do mestrado 2011 que, assim como eu, vivenciou diversos momentos e sentimentos estando sempre em busca de algo maior. Agradeço, com alegria e saudade, a constante e divertida presença dos paraibanos que “não são daqui nem vieram para ficar”. Como eles transitei pelas estradas por horas e horas entre o sonho e a saudade; com eles tive novas experiências que amenizaram a distância da minha casa e minha família. À Carolina Raissa, Necienne, Elis e Murilo meu muito obrigada pelos detalhes que fizeram a diferença. À Rhayssa Raquel, agradeço não apenas as experiências vivenciadas no mestrado, mas os exemplos de vida, a amizade e o carinho que recebi nestes dois anos;

À Cassiane Costa, não sei se agradeço o todo, se lamento o fim, se esqueço a saudade ou relembro o que vivemos. Foram tantos momentos... conquistas, alegrias, tristezas, risadas, gritos, lágrimas, sangue e suor. Exageros à parte, emoções à flor da pele por tantas coisas vividas e divididas com você neste tempo. Para mim não foram apenas alguns meses ou anos, foram experiências que jamais esquecerei. Obrigada pela amiga fiel que tive em Natal e tenho em João Pessoa.

Aos mestres Francisco Locks e Caio Alano, sou muito grata pela assistência que me foi dada no Laboratório, por todos os ensinamentos sobre equipamentos e discussões científicas que me fizeram uma pesquisadora melhor;

Aos voluntários desta pesquisa, sou muito grata pela confiança e prontidão em contribuir com a ciência. Vocês merecem o reconhecimento por este trabalho;

À Liane, Daniel e Araken, o meu muito obrigada! Sem vocês nenhuma coleta teria sido possível e sem vocês as manhãs e tardes não teriam tanta graça;

Ao parceiro Rodrigo Marcel, agradecer é pouco! Sua paciência, seu otimismo, sua autoestima me ajudaram bastante nestes dois anos. Tenho certeza que conviver com você agregou à mim valores muito importantes para minha vida. Seja sempre esta pessoa humilde, companheira e solidária. Parabéns por ser diferenciado!

Às professoras Karla Morgana e Gardênia Holanda por me permitirem viver a maravilhosa experiência do Estágio Docência no HOSPED. Obrigada por todos os ensinamentos, confiança e amizade. À colega Diana, sou muito grata pela acolhida e pelas ajudas durante este Estágio. E aos alunos, funcionários, pais e pacientes do HOSPED obrigada por facilitarem esta experiência.

Aos funcionários do Departamento de Fisioterapia que sempre foram solícitos e prestativos. Obrigada Edriene, Eudione, Marcos, Lucineide, Rosemary, Jeisiene e em especial Patrícia Campos que por diversas vezes recorri para auxiliar-me.

Aos professores do mestrado que com paciência e amizade nos proporcionaram experiências maravilhosas e nos conduziram à construção de conhecimentos que nos farão melhores profissionais, professores e pesquisadores. Em especial gostaria de agradecer à Ana Raquel Lindquist, Álvaro Campos, Elizabel Viana, Luis Noro, Selma Bruno, Guilherme Fregonezi, Ricardo Guerra, Tânia Campos, Karla Morgana, Gardênia Holanda e Jamilson Brasileiro.

À banca da qualificação Wouber Héricksen e Álvaro Campos, pelas considerações e críticas que contribuíram para o aperfeiçoamento desta pesquisa.

À banca da defesa Wouber Héricksen e Jerônimo Alencar por aceitarem contribuir com este trabalho. À Jerônimo Alencar, além da gratidão pelo aceite à banca, devo uma gratidão eterna por ter me apresentado a fisioterapia e me acolhido com grande amor à profissão quando estive na UFPB. Graças à ele hoje sou fisioterapeuta e amo minha profissão e meu trabalho;

Por fim, agradeço ao meu orientador Jamilson Simões Brasileiro. Lamento não ter tido tanto convívio pessoal e profissional, pois levo a certeza de que cada momento compartilhado foi rico em ensinamentos, amizade e companheirismo. Sou grata por todas as oportunidades a mim concedidas, bem como a confiança depositada nestes quase dois anos. Espero ter correspondido às expectativas do orientador que não escolhi, mas que tive a sorte e o prazer de ter ao meu lado nesta etapa tão importante da minha vida.

SUMÁRIO

Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Siglas	xiv
Resumo	xv
Abstract	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	5
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Geral	5
1.2.2 Específicos	5
1.3 Hipóteses	6
1.3.1 H_0	6
1.3.2 H_1	6
2. MATERIAIS E MÉTODOS	7
2.1 Delineamento e local da pesquisa	8
2.2 Aspectos éticos	8
2.3 Caracterização dos participantes e amostragem	9
2.4 Instrumentos	10
2.5 Procedimentos de avaliação	13
2.5.1 Amplitude de movimento articular	13
2.5.2 Sensação dolorosa	14
2.5.3 Atividade eletromiográfica	14
2.5.4 Tempo de latência neuromuscular	15
2.5.5 Medidas dinamométricas	16
2.6 Protocolos de Intervenção	17
2.6.1 Protocolo de alongamento	17
2.6.2 Protocolo de exercício	18
2.7 Fluxograma do estudo	19
2.8 Análise dos dados	20

2.8.1 Amplitude de movimento articular	20
2.8.2 Sensação dolorosa	20
2.8.3 Atividade eletromiográfica	20
2.8.4 Tempo de latência neuromuscular	21
2.8.5 Medidas dinamométricas	22
2.9 Análise estatística	22
3. RESULTADOS	24
3.1 Amplitude de movimento articular	25
3.2 Sensação dolorosa	26
3.3 Atividade eletromiográfica	27
3.4 Tempo de latência neuromuscular	30
3.5 Medidas dinamométricas	32
4. DISCUSSÃO	34
4.1 Amplitude de movimento articular	35
4.2 Sensação dolorosa	36
4.3 Atividade eletromiográfica	37
4.4 Tempo de latência neuromuscular	39
4.5 Medidas dinamométricas	39
5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6. REFERÊNCIAS	43
7. ANEXOS	50
Apêndice 1- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	
Apêndice 2 – Ficha de Avaliação Individual	
Apêndice 3 - Ficha de acompanhamento de avaliação da sensação dolorosa	

Lista de Figuras

- Figura 1:** Laboratório de Análise da *Performance* Neuromuscular (LAPERNE)
- Figura 2:** Bicicleta Estacionária
- Figura 3:** Eletrogoniômetro 1
- Figura 4:** Conversor Analógico/Digital
- Figura 5:** Eletrodos de Superfície
- Figura 6:** Eletrogoniômetro 2
- Figura 7:** Dinamômetro Isocinético (*Multi-joint System 3 Pro, Biodex*)
- Figura 8:** Escala Visual Analógica
- Figura 9:** Posicionamento do Eletrogoniômetro
- Figura 10:** Extensão ativa até a máxima ADM
- Figuras 11:** Posicionamento dos eletrodos em BF e ST segundo *SENIAM*
- Figura 12:** Avaliação do TLNM
- Figura 13:** Posicionamento no dinamômetro
- Figura 14:** Alongamento dos IT
- Figura 15:** Sinal eletromiográfico da contração concêntrica
- Figura 16:** Momento da alteração angular em milissegundos – TE
- Figura 17:** Momento da ativação muscular em milissegundos – TM
- Figura 18:** Grau de encurtamento dos músculos IT verificado pela avaliação da ADM inicial e final, considerando 0° a extensão de joelho completa.
- Figura 19:** Sensação dolorosa auto-relatada por meio da EVA nos seguintes momentos inicial, 0h, 24h, 48h e 72h após a os protocolos de intervenção.
- Figura 20:** Atividade eletromiográfica do músculo Bíceps Femoral, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações concêntricas inicial e final.
- Figura 21:** Atividade eletromiográfica do músculo Bíceps Femoral, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações excêntricas inicial e final.
- Figura 22:** Atividade eletromiográfica do músculo Semitendíneo, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações concêntricas inicial e final.
- Figura 23:** Atividade eletromiográfica do músculo Semitendíneo, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações excêntricas inicial e final.
- Figura 24:** Tempo de latência neuromuscular do músculo Bíceps Femoral nas avaliações inicial e final.

Figura 25: Tempo de latência neuromuscular do músculo Semitendíneo nas avaliações inicial e final.

Figura 26: Pico de Torque normalizado pelo peso corporal em contrações concêntricas inicial e final.

Figura 27: Pico de Torque normalizado pelo peso corporal em contrações concêntricas inicial e final.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estatística descritiva com valores de média \pm desvio padrão da idade e IMC e estatística inferencial sobre as condições iniciais destas variáveis com valores de p para o ANOVA *one way*.

Tabela 2: Valores de média \pm desvio padrão do PT/BW concêntrico e excêntrico, EVA, ADM, TLNM do BF e ST, RMS concêntrico e excêntrico do BF e ST.

Lista de Siglas

ADM – Amplitude de Movimento

ANOVA - Análise de Variância

BF – Bíceps femoral

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

EMG – Eletromiografia

EVA – Escala Visual Analógica

FNP – Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva

GC – Grupo Controle

GE – Grupo Experimental]

IPAQ – Questionário Internacional de Atividade Física

IT – Ísquiotibiais

LAPERN – Laboratório de Análise da *Performance* Neuromuscular

PE – Protocolo de Exercício

PT – Pico de Torque

PT/BW – Pico de Torque pelo Peso Corporal

RMS – *Root Mean Square*

SENIAM - *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*

SPSS - *Service Statistical Package for the Social Science*

ST – Semitendíneo

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TE – Tempo Eletrogoniômetro

TLNM – Tempo de Latência Neuromuscular

TM – Tempo de ativação Muscular

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo

Objetivo: Avaliar os efeitos agudos do alongamento estático, antes e após exercício isocinético, nas propriedades neuromusculares e biomecânicas dos músculos Bíceps Femoral (BF) e Semitendíneo (ST). **Metodologia:** Oitenta e nove voluntários de ambos os gêneros, saudáveis e fisicamente ativos, com idade média de $22,52 \pm 2,6$ anos e IMC médio de $23,86 \pm 3,2$ kg/m² foram distribuídos aleatoriamente em um dos 4 grupos: o Grupo Controle (GC) fez apenas um Protocolo de Exercício (PE) sem a realização do alongamento; o Grupo Experimental 1 (GE1) fez alongamento antes do PE; o GE2 fez alongamento após o PE e o GE3 fez alongamento antes e após o PE. Os voluntários foram avaliados quanto às seguintes variáveis: Amplitude de Movimento Articular (ADM), sensação dolorosa, variáveis dinamométricas concêntricas e excêntricas, Tempo de Latência Neuromuscular (TLNM) e atividade eletromiográfica. Na análise dos dados foi atribuído um nível de significância de 5%. **Resultados:** A ADM e o TLNM apresentaram significativa redução no GC, mas permaneceram inalterados nos GE com $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. Quanto à sensação dolorosa não houve diferenças entre os grupos. A atividade eletromiográfica do BF e ST, na fase concêntrica, apresentou uma diminuição significativa em todos os grupos ($p < 0,01$). Porém, na fase excêntrica, o ST revelou redução para todos os grupos ($p < 0,01$), exceto para o GC, enquanto o BF permaneceu sem alteração em todos os grupos. O PT apresentou redução significativa nas duas condições (concêntrica e excêntrica) para todos os grupos, sem diferença entre eles ($p < 0,01$). **Conclusão:** Os resultados encontrados neste estudo não favorecem a utilização do alongamento estático, mesmo que de curta duração, antes da atividade física. Porém, após os exercícios, ou em momentos sem relação com o esporte, ele deve ser indicado com intuito de evitar o encurtamento muscular.

Palavras-chave: Exercícios de Alongamento Muscular, Eletromiografia, Exercício, Medicina Esportiva.

Abstract

Objective: To evaluate the acute effects of static stretching before and after isokinetic exercise, neuromuscular and biomechanical properties of muscles Biceps Femoris (BF) and semitendinosus (ST). **Methods:** Eighty-nine volunteers of both genders, healthy and physically active, with a mean age of 22.52 ± 2.6 years and mean BMI 23.86 ± 3.2 kg/m² were randomized into 4 groups: Control Group (CG) made only one Protocol Exercise (PE) without performing the stretching, the Experimental Group 1 (EG1) did stretching before PE; EG2 did the stretching after PE and EG3 did stretching before and after PE. The volunteers were evaluated on the following variables: Range of motion (ROM), soreness, dynamometric variables concentric and eccentric, Neuromuscular Latency Time (NLT) and electromyographic. In the data analysis was assigned a significance level of 5%. **Results:** ADM and TLNM reported significant reduction in CG, but remained unchanged in GE with $p < 0,05$ and $p < 0,01$, respectively. As for the soreness, no differences between the groups. The electromyographic activity of the BF and ST, in the concentric phase, showed a significant decrease in all groups ($p < 0,01$). However, in the eccentric phase, ST revealed reduction in all groups ($p < 0,01$), except for the CG, while the BF remained unchanged in all groups. The PT showed significant reduction in both conditions (concentric and eccentric) for all groups, with no difference between them ($p < 0,01$). **Conclusion:** The results of this study do not favor the use of static stretching, even of short duration, before physical activity. However, after exercise or at times unrelated to the sport, he should be given with the aim of avoiding muscle shortening.

Keywords: Muscle Stretching Exercises, Electromyography, Exercise, Sports Medicine.

1 INTRODUÇÃO

O alongamento é uma das técnicas mais utilizadas nos protocolos de aquecimento, precedendo a prática de atividades físicas recreativas, treinos ou competições esportivas⁽¹⁻³⁾. O principal objetivo desta técnica, em sua ação preventiva ou terapêutica, é aumentar a flexibilidade muscular^(4, 5). Entretanto, ela vem sendo aplicada no âmbito esportivo com o intuito de alcançar benefícios ainda não comprovados cientificamente, como por exemplo, minimizar os efeitos do dolorimento muscular tardio^(6, 7), reduzir os riscos de lesão^(8, 9) e melhorar o desempenho muscular^(10, 11).

Alguns estudos investigaram os efeitos agudos de diferentes técnicas de alongamento muscular sobre variáveis relacionadas à Amplitude de Movimento (ADM), força e desempenho e verificaram que o alongamento estático, apesar de promover maior flexibilidade, interferiu negativamente nos parâmetros de força e *performance* quando comparado com os alongamentos dinâmico e balístico que, em alguns momentos, contribuíram positivamente para estas mesmas características^(4, 12). Diante destes achados, diversas técnicas de alongamento vêm sendo utilizadas na prática por indivíduos ativos e atletas, mas o procedimento estático permanece como o mais utilizado^(3, 13). Acredita-se que o protocolo de alongamento promova maior flexibilidade devido a benefícios como a redução direta e indireta na rigidez da unidade musculotendínea, ocasionadas por mudanças nas propriedades viscoelásticas do tecido muscular e pela diminuição da atividade reflexa, respectivamente⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

O alongamento também é bastante utilizado após a atividade física, com o intuito de prevenir ou reduzir a dor tardia. Estudos vêm investigando este possível benefício, mas os resultados apresentam-se bastante controversos e o real efeito do alongamento para este fim ainda permanece desconhecido^(6, 7, 17). Atualmente, o benefício mais aceito para o alongamento realizado nesta fase é a prevenção do encurtamento muscular, que pode ser gerado após movimentos de contração excessiva que ocorrem de maneira periódica e acumulativa^(15, 16).

Além deste benefício, alguns autores também atribuem ao alongamento um efeito positivo na redução do dano e lesão muscular, bastante comum após esportes ou atividades extenuantes^(6, 9, 18). Estudos apresentam uma possível redução nos casos de lesões em tecidos moles como músculos, ligamentos e tendões^(6, 9). Mas, outras pesquisas sobre este mesmo tema não encontraram estes achados e a

decisão sobre alongar ou não alongar, objetivando a redução dos riscos de lesão, continua sem um consenso da comunidade científica^(6, 16, 19, 20).

Os esportes e atividades físicas recreacionais, em sua maioria, fornecem riscos aos praticantes durante a execução de atividades com alto grau de exigência de força ou flexibilidade, contato físico direto ou qualquer atividade simples, podendo também estar associada a uma alteração de controle neuromuscular⁽²¹⁾. Grande parte das lesões ocorridas nos esportes tem como maior fator de risco uma lesão prévia⁽²²⁾. Entretanto, distensões musculares^(23, 24) e entorses⁽²²⁾ são acometimentos de alta incidência e que podem ser influenciados por pouca flexibilidade, déficit proprioceptivo ou por atraso no início da ativação neuromuscular^(8, 21, 25). Diante desta realidade o alongamento estático tem sido empregado na tentativa de minimizar estes riscos e em alguns estudos ele vem sendo investigado, por meio de testes do Tempo de Latência Neuromuscular (TLNM) e Eletromiografia (EMG), para identificar se esta técnica promove, realmente, este benefício^(21, 26-29).

Existem também outros tipos de lesões menos graves, porém frequentes, conhecidas como primárias (metabólicas ou mecânicas) e secundárias (inflamatórias) que ocasionam dor muscular de início tardio. É o caso dos danos musculares decorrentes de atividades físicas extenuantes, sendo mais comuns os de caráter excêntrico^(9, 30). Apesar de ser um fator de risco para microlesões, os exercícios excêntricos são muito importantes para o treinamento, visto que associam maior força específica e hipertrofia com menor gasto energético. Porém, a presença de dor muscular nos dias seguintes ao treinamento pode interferir nas produções de força e potência além do nível de execução das *performances*. Portanto, com a crescente inclusão desta forma de contração nos treinamentos, há necessidade de intervenções que possam prevenir ou minimizar esta sintomatologia, favorecendo a qualidade e continuação da atividade física⁽³⁰⁾.

Com o intuito de contribuir para a prevenção ou redução destas ocorrências, além de objetivar melhores resultados no desempenho, *endurance* e força⁽³¹⁻³³⁾, estudos vêm sendo conduzidos, nos últimos anos, avaliando os efeitos do alongamento sobre estas características. A maioria das evidências aponta para um resultado negativo do alongamento pré-exercício, e não recomendam sua utilização antes de atividades que requeiram altos níveis de força⁽¹²⁾. Alguns achados relataram perda de força, potência e desempenho em saltos e corridas quando

precedidos por alongamento estático com durações entre 90 e 480 segundos^(26, 28, 34). Importante ressaltar que estes déficits foram diretamente proporcionais à duração e intensidade dos alongamentos realizados^(26, 28, 34, 35).

Pesquisas realizadas com treinadores de equipes das ligas de *Baseball*, *Hockey* e *Basketball* dos Estados Unidos^(3, 13, 36), revelaram que quase todos os técnicos encorajam e solicitam a realização de exercícios de flexibilidade tanto antes como após as atividades esportivas e também em períodos sem relação com o treinamento. Os alongamentos estáticos foram os mais citados; porém, algumas equipes também utilizam com frequência os alongamentos dinâmicos e, em menor proporção, a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) e os alongamentos balísticos. Uma informação essencial, fornecida por estes estudos, foi o tempo de duração das séries de cada alongamento, variando de $12,0 \pm 4,0$ a $17,35 \pm 4,1$ segundos; tempo bem inferior aos utilizados nos recentes estudos^(26, 28, 34).

A maioria das pesquisas realizadas com o alongamento estático não tem refletido a rotina prática dos indivíduos ativos ou atletas em seus treinamentos, em geral composta por três etapas: aquecimento, alongamento e uma atividade secundária (ou gesto esportivo) o que pode comprometer os resultados encontrados^(2, 37). Além disto, diversas pesquisas, que avaliaram os efeitos do alongamento, realizaram protocolos experimentais com durações excessivas, mantendo cada grupo muscular em máxima ADM por até 15 minutos^(9, 17, 26, 28, 34, 37). Em geral, a intensidade aplicada nestes alongamentos não é bem descrita na literatura, mas em poucos estudos é referida como uma força aplicada até a ADM máxima, sendo mantida em um ponto imediatamente antes do desconforto ou dor⁽¹⁰⁾. Sabendo que quanto maior a duração e a intensidade do alongamento, maiores os efeitos de inibição da musculatura e dessensibilização do fuso muscular^(16, 38), faz-se necessária realização de estudos com protocolos de alongamento baseados nos momentos de aplicação utilizados, antes e após a atividade física, bem como na duração da série aplicada pelos esportistas, com uma padronização da intensidade e uma melhor contextualização da rotina do alongamento^(35, 37, 39).

1.1 Justificativa

A utilização do alongamento estático tornou-se algo frequente antes de uma atividade física. Indivíduos ativos e atletas realizam esta prática em qualquer exercício, seja caminhada leve, academia, treino ou competição. Porém, esta rotina vem sendo questionada quanto ao seu caráter científico, visto que a maioria dos estudos não comprova a prevenção de lesões, além de relatar redução no desempenho após sua aplicação. Percebe-se que estes estudos têm aplicado metodologias incompatíveis com a realidade dos alongamentos realizados pelos indivíduos ativos e atletas.

Muitos técnicos implementam esta técnica em seus protocolos antes e após atividades físicas, ainda sem respaldo científico que indique sua realização e que comprove os seus benefícios.

Diante disto, tornam-se necessários estudos que reflitam a utilização do alongamento no dia-a-dia, sendo ele realizado antes e após o exercício e com tempo de duração das séries de até 30 segundos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Avaliar e comparar os efeitos agudos do alongamento estático, antes e após exercício isocinético, nas propriedades neuromusculares e biomecânicas dos músculos BF e ST.

1.2.2 Específicos

- Analisar o comportamento da ADM após os protocolos e entre os grupos;
- Avaliar o desempenho muscular isocinético após os protocolos e entre os grupos, considerando as variáveis: Pico de Torque (PT) e PT normalizado pelo peso corporal (PT/BW);

- Analisar as respostas da EMG dos músculos BF e ST após os protocolos e entre os grupos, quanto ao *Root Mean Square* (RMS) e ao TLNM dos mesmos grupos musculares;

- Analisar a sensação dolorosa antes e após os protocolos e entre os grupos.

1.3 Hipóteses

1.3.1 H_0 (Hipóteses Nula)

O alongamento estático, realizado antes ou após atividade física isocinética, não modifica as propriedades neuromusculares e biomecânicas dos músculos BF e ST.

1.3.2 H_1 (Hipótese Alternativa)

O alongamento estático, realizado antes ou após atividade física isocinética, modifica as propriedades neuromusculares e biomecânicas dos músculos BF e ST.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento e Local da Pesquisa

Este estudo caracteriza-se como um ensaio clínico controlado, randomizado e cego.

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise da *Performance* Neuromuscular (LAPERN) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (Figura 1).



Figura 1: Laboratório de Análise da *Performance* Neuromuscular (LAPERN).

2.2 Aspectos Éticos

A presente pesquisa contempla os aspectos éticos baseados na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde e na Declaração de *Helsinki*, tendo sido aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) na UFRN, sob o parecer 164/11 (ANEXO 1). Os voluntários foram informados sobre sua participação voluntária e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice 1) que continha informações sobre os propósitos, riscos e benefícios da pesquisa.

2.3 Caracterização dos Participantes e Amostragem

Para este estudo foi utilizada uma amostra não-probabilística intencional, na qual participaram 89 estudantes saudáveis e fisicamente ativos, sendo 49 homens e 40 mulheres, com idade média de $22,52 \pm 2,6$ anos e Índice de Massa Corporal (IMC) médio de $23,86 \pm 3,2$ kg/m². A tabela 1 mostra a estatística descritiva da condição inicial do estudo e a homogeneidade destas variáveis, entre os grupos, com valores de $p > 0,05$.

Tabela 1: Estatística descritiva com valores de média \pm desvio padrão da idade e IMC e estatística inferencial sobre as condições iniciais destas variáveis.

Variável	GC n = 20	GE 1 n = 21	GE 2 n = 23	GE 3 n = 25	p
Idade (anos)	21,75 ($\pm 2,9$)	23,10 ($\pm 2,2$)	22,43 ($\pm 2,3$)	22,72 ($\pm 2,7$)	0,39
IMC (Kg/m ²)	23,47 ($\pm 3,5$)	23,60 ($\pm 3,3$)	23,59 ($\pm 3,3$)	24,63 ($\pm 2,9$)	0,58

Valores de p para o ANOVA *one way*.

GC: Grupo Controle, GE: Grupo Experimental

Os voluntários foram recrutados entre os alunos dos cursos de Fisioterapia e Educação Física da UFRN e alocados randomicamente (por meio do site www.randomization.com) em quatro grupos de intervenção, identificados apenas por nomes de cores (para assegurar o cegamento entre os pesquisadores). Destes, um grupo foi o controle e os outros três experimentais.

Para inclusão dos voluntários na pesquisa era necessário: possuir idade entre 18-28 anos; ser ativo ou muito ativo segundo a classificação do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) curto (Anexo 2)⁽⁴⁰⁾; não apresentar antecedentes de lesão osteomioarticular ou procedimento cirúrgico no membro inferior dominante nos últimos 6 meses; não apresentar déficits neurológicos, visuais ou auditivos que comprometessem a realização dos testes; apresentar encurtamento dos Isquiotibiais (IT), caracterizado pelo déficit mínimo de 20° de extensão do joelho com o quadril a 90°, ou seja, atingir no mínimo 20° de ADM de joelho, considerando 0° como a extensão completa^(4, 41). Os voluntários que não conseguissem realizar os

procedimentos ou sentissem dor articular durante o protocolo, seriam excluídos da amostra. Entretanto não houve nenhum caso de exclusão.

2.4 Instrumentos

- Ficha de avaliação individual, padronizada, para preenchimento dos dados pessoais e antropométricos dos voluntários, além dos dados coletados nas avaliações (Apêndice 2).

- Bicicleta estacionária (*Ergo-Fit, Ergo Cycle 167, Pirmasens, Alemanha*) foi utilizada para um período de aquecimento, antes das avaliações (Figura 2);

- A ADM foi mensurada com o Eletrogoniômetro *EMG System* (Figura 3);



Figura 2: Bicicleta Estacionária.

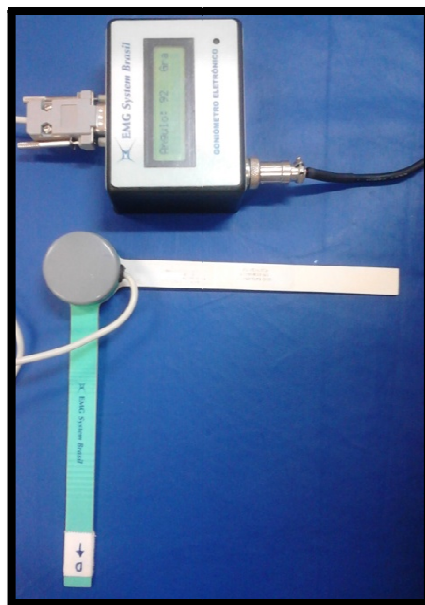


Figura 3: Eletrogoniômetro

- Para a avaliação da atividade eletromiográfica, foi utilizado um conversor analógico-digital - A/D (Modelo CS 800 – *EMG-System*, Brasil) com resolução de 12 bits, módulo condicionador de sinais de 8 canais (Figura 4). O programa *Windaq*, versão 3.11 (*Dataq Instruments, Ohio, USA*) foi utilizado na aquisição e análise dos dados. Os sinais foram captados numa frequência de aquisição de 2000 Hz e filtrados entre 20 e 500 Hz. A captação ocorreu por meio de eletrodos de superfície ativos diferenciais simples (*EMG-System*, Brasil), formados por duas barras

paralelas de Ag/AgCl, cada uma medindo 1 cm de comprimento por 0,1 cm de largura e separadas por uma distância inter-eletrodo de 1 cm (Figura 5). As barras são montadas sobre cápsulas de resina acrílica, medindo 1,6 cm de comprimento por 1,4 cm de largura e 0,6 cm de altura. Os eletrodos possuem um índice de rejeição superior a 80 dB e um ganho interno de 20 vezes, o que amplificou o sinal em 1000 vezes devido ao ganho programado no conversor A/D de 50 vezes⁽⁴²⁾. Um eletrodo adesivo de configuração monopolar, composto por um sistema Ag/AgCl associado a um gel condutor, com diâmetro de 2,2 x 2,0 cm de área adesiva e 1 cm de área condutora (Noraxon®, USA), foi utilizado como eletrodo de referência.



Figura 4: Conversor Analógico/Digital.

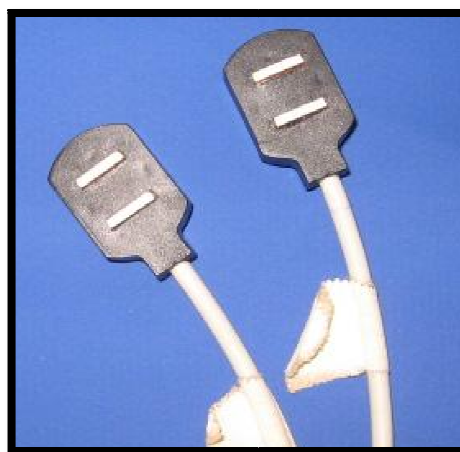


Figura 5: Eletrodos de Superfície.

- Associado a EMG um eletrogoniômetro foi utilizado para avaliar o TLNM (EMG System, Figura 6);

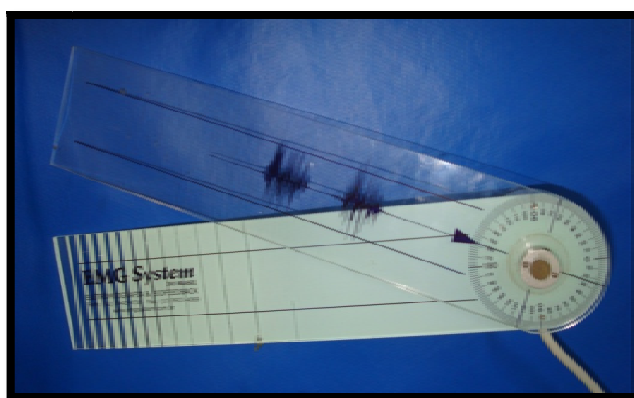


Figura 6: Eletrogoniômetro 2

- O dinamômetro isocinético computadorizado (*Biodex Multi-Joint System 3 Pro*, USA) foi utilizado para a captação das variáveis dinamométricas e para a realização do exercício isocinético. O mesmo possui uma cadeira regulável, uma unidade de recepção de força conectada a um braço de alavanca e a uma unidade de controle, cujo monitor oferece *feedback* durante a execução dos testes (Figura 7).



Figura 7: Dinamômetro Isocinético (*Multi-joint System 3 Pro*, Biodex).

- Para avaliação da sensação dolorosa foi utilizada a Escala Visual Analógica (EVA) (Figura 8).

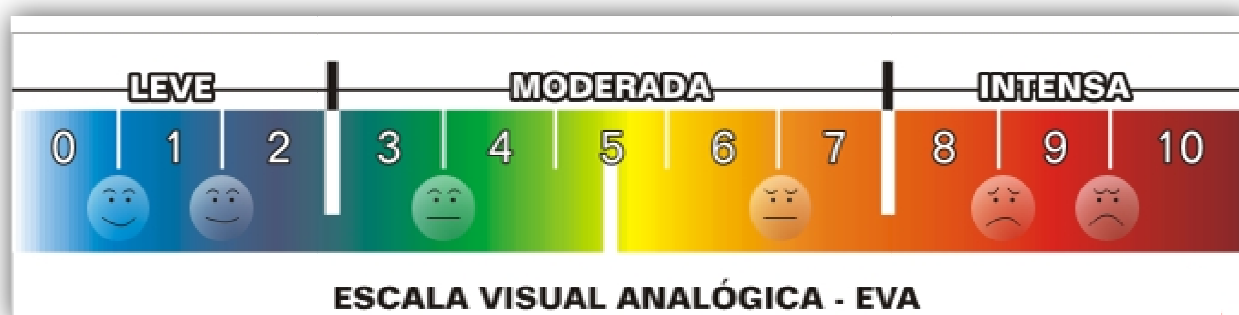


Figura 8: Escala Visual Analógica.

2.5 Procedimentos de Avaliação

Foi realizado um estudo piloto visando adequação de todos os procedimentos de pesquisa, bem como o treinamento dos pesquisadores envolvidos.

O estudo foi realizado apenas no membro inferior dominante e os próprios voluntários registraram esta informação na ficha individual⁽⁴³⁾. Foi verificado o peso corporal dos voluntários e em seguida, eles realizaram um aquecimento em bicicleta estacionária, com selim ajustado na altura do trocânter maior do fêmur, por 5 minutos, com uma carga de 50 W e velocidade entre 20 e 22 km/h⁽¹¹⁾.

Para garantir o cegamento do estudo o primeiro pesquisador realizou as avaliações inicial e final de todos os voluntários, enquanto o segundo pesquisador ficou responsável pela instrução e execução dos protocolos de intervenção. Os procedimentos de avaliação foram realizados em dois momentos: antes e após o protocolo de intervenção e foram compostos pelos seguintes parâmetros:

2.5.1 Amplitude de movimento articular

Para avaliar a flexibilidade dos IT, os voluntários foram posicionados em decúbito dorsal, no dinamômetro isocinético, e o quadril foi fixado e mantido a 90°. Todos os ajustes do braço e cadeira eram realizados, quanto altura e distância, para cada indivíduo. Para o posicionamento do quadril, o trocânter maior do fêmur foi alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro, enquanto a coxa foi fixada ao braço de alavanca previamente travado a 90°, em relação ao solo. Para o registro da máxima ADM alcançada na articulação do joelho foi fixado na face lateral do membro inferior um eletrogoniômetro com o seu eixo de rotação à altura do côndilo lateral do fêmur e os braços fixo e móvel foram alinhados com o fêmur (em direção ao trocânter maior do fêmur) e com a fíbula (em direção ao maléolo lateral), respectivamente (Figura 9). Cintas estabilizadoras do dinamômetro foram utilizadas na pelve e coxa do membro avaliado, enquanto o membro contralateral ficou em extensão de joelho e posição neutra da pelve e quadril sendo estabilizados pelo pesquisador 2, para evitar movimentos compensatórios. Os voluntários realizaram a extensão do joelho de forma ativa até máxima ADM⁽⁴⁴⁾. Este procedimento foi realizado duas vezes consecutivas com a manutenção da máxima extensão por 3

segundos e um intervalo de 5 segundos entre as repetições (Figura 10). A completa extensão de joelho foi considerada como 0° e os ângulos atingidos (fornecidos pelo eletrogoniômetro) foram registrados na ficha de avaliação.



Figura 9: Posicionamento do Eletrogoniômetro.



Figura 10: Extensão ativa até a máxima ADM.

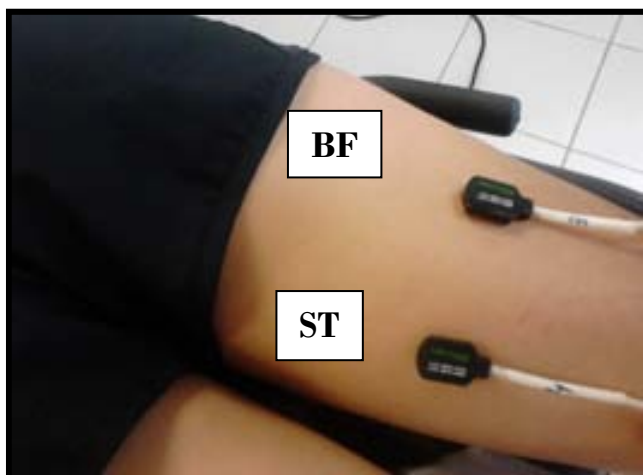
2.5.2 Sensação dolorosa

A sensação dolorosa foi avaliada de maneira subjetiva pelo auto-relato do nível de dor através da EVA antes, imediatamente após (0h) e 24, 48 e 72h após o protocolo de intervenção^(6, 17). Os voluntários receberam uma ficha para registro diário da sensação dolorosa e foram contactados por telefone para serem lembrados do registro e para relatarem os dados da EVA ao final das 72h (Apêndice 3).

2.5.3 Atividade eletromiográfica

Este procedimento ocorreu concomitantemente à avaliação do TLNM e à avaliação dinamométrica. Para a avaliação eletromiográfica, os voluntários foram submetidos, inicialmente, à tricotomia e limpeza da pele com álcool a 70% para correta fixação dos eletrodos. Estes foram posicionados no ventre dos músculos BF e ST, do membro inferior dominante e fixados com fita adesiva e faixa elástica para evitar que eles se deslocassem durante os movimentos. Todos os procedimentos seguiram as recomendações da *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM)*⁽⁴⁵⁾. Os eletrodos foram posicionados para os

músculos BF e ST em 50% da distância entre a tuberosidade isquiática e os côndilos lateral e medial da tíbia, respectivamente (Figura 11)⁽⁴²⁾. O eletrodo de referência foi posicionado sobre a tuberosidade anterior da tíbia do membro contralateral. Todos os dados foram registrados e o valor de RMS foi utilizado para análise.



Figuras 11: Posicionamento dos eletrodos em BF e ST segundo *SENIAM*.

2.5.4 Tempo de latência neuromuscular

Um eletrogoniômetro foi fixado lateralmente à articulação do joelho do membro dominante e o voluntário foi posicionado em decúbito ventral com o membro a ser testado em flexão de joelho (90°) e posição neutra de quadril. O tornozelo ficou preso por uma tornozeleira e um cabo a um ponto fixo e estável. Os voluntários foram orientados a realizar uma extensão ativa máxima de joelho contra a resistência do cabo inelástico, mantendo a perna praticamente imóvel (contração isométrica) e o comando verbal para este procedimento foi dado apenas para o início da contração: “Prepara, vai!”. O pesquisador 2 soltava, sem aviso prévio, o cabo e o eletrogoniômetro registrava o momento da mudança na angulação da articulação do joelho enquanto o início da ativação muscular involuntária do BF e do ST, para frear o movimento, era detectado pelos eletrodos da EMG (Figura 12). O tempo decorrido entre a mudança da angulação e o início da ativação muscular caracterizou o tempo de latência. Para confirmar o início do movimento, a alteração angular deveria ser maior ou igual a 3° e a contração deveria ser 3 vezes o desvio padrão do valor de RMS em repouso⁽⁴⁰⁾.



Figura 12: Avaliação do TLNM.

2.5.5 Medidas dinamométricas

Os voluntários foram posicionados em decúbito ventral no dinamômetro isocinético e cintas estabilizadoras foram colocadas na coxa e perna do membro avaliado e na pelve, para evitar possíveis movimentos compensatórios^(9, 24). O eixo do dinamômetro foi alinhado com o côndilo lateral do fêmur e a porção distal do membro inferior dominante foi posicionado no braço de alavanca, com a faixa fixada proximalmente a aproximadamente 5 cm do maléolo lateral (Figura 13). Para todos os testes foram dados comandos verbais padronizados de incentivo e orientação do movimento, durante toda execução do teste.

Os voluntários tiveram um período de familiarização com o equipamento, realizando duas repetições para cada tipo de contração, com esforço mínimo. A avaliação inicial dinamométrica consistiu de: 2 contrações isométricas máximas para IT, em 60° de flexão de joelho (para normalização do RMS); 5 contrações isocinéticas de flexão e extensão do joelho em ações concêntrica/concêntrica (con/con) a 60°/seg de 0-120° de ADM (sendo 0° a extensão completa) e 5 contrações de flexão e extensão reativas passiva/excêntrica, respectivamente, a 60°/seg também de 0-120° de ADM com torque equivalente a 100% do torque isométrico avaliado previamente⁽⁹⁾. Entre essas avaliações foi estabelecido um tempo de repouso de 1 minuto.

Em todas as condições foram armazenados todos os dados fornecidos pelo equipamento e para análise dos dados utilizou-se o PT normalizado pelo peso corporal (PT/BW)^(9, 17, 46).



Figura 13: Posicionamento no dinamômetro.

2.6 Protocolos de Intervenção

Os protocolos de intervenção foram realizados pelo pesquisador 2 enquanto o pesquisador 1 se ausentou do laboratório para não identificar a relação entre grupos e voluntários. O tempo destinado para este protocolo foi de 4 minutos e semelhante para todos os grupos.

Todos os voluntários foram alocados aleatoriamente em um dos quatro grupos: Grupo Controle (GC) fez apenas o Protocolo de Exercício (PE) isocinético sem a realização do alongamento; o Grupo Experimental 1 (GE1) fez alongamento antes do PE; o GE2 fez alongamento após o PE e o GE3 fez alongamento antes e após o PE.

2.6.1 Protocolo de alongamento

Este protocolo consistiu na aplicação de 2 séries de autoalongamento estático dos músculos IT, sendo mantidos por 30 segundos com intervalo de 10 segundos entre as séries, aplicado da mesma forma para pré e pós PE^(3, 13, 36). O voluntário foi instruído, pelo pesquisador 2, a posicionar-se em decúbito dorsal e realizar a

máxima flexão de quadril, utilizando uma faixa inelástica para tracionamento do membro alongado, enquanto mantinha completa extensão do joelho com o tornozelo em posição neutra⁽¹⁰⁾. O pesquisador 2 fez a estabilização da pelve e do membro contralateral para evitar movimentos compensatórios. A intensidade do alongamento foi limitada ao ponto de desconforto muscular ou dor (Figura 14).

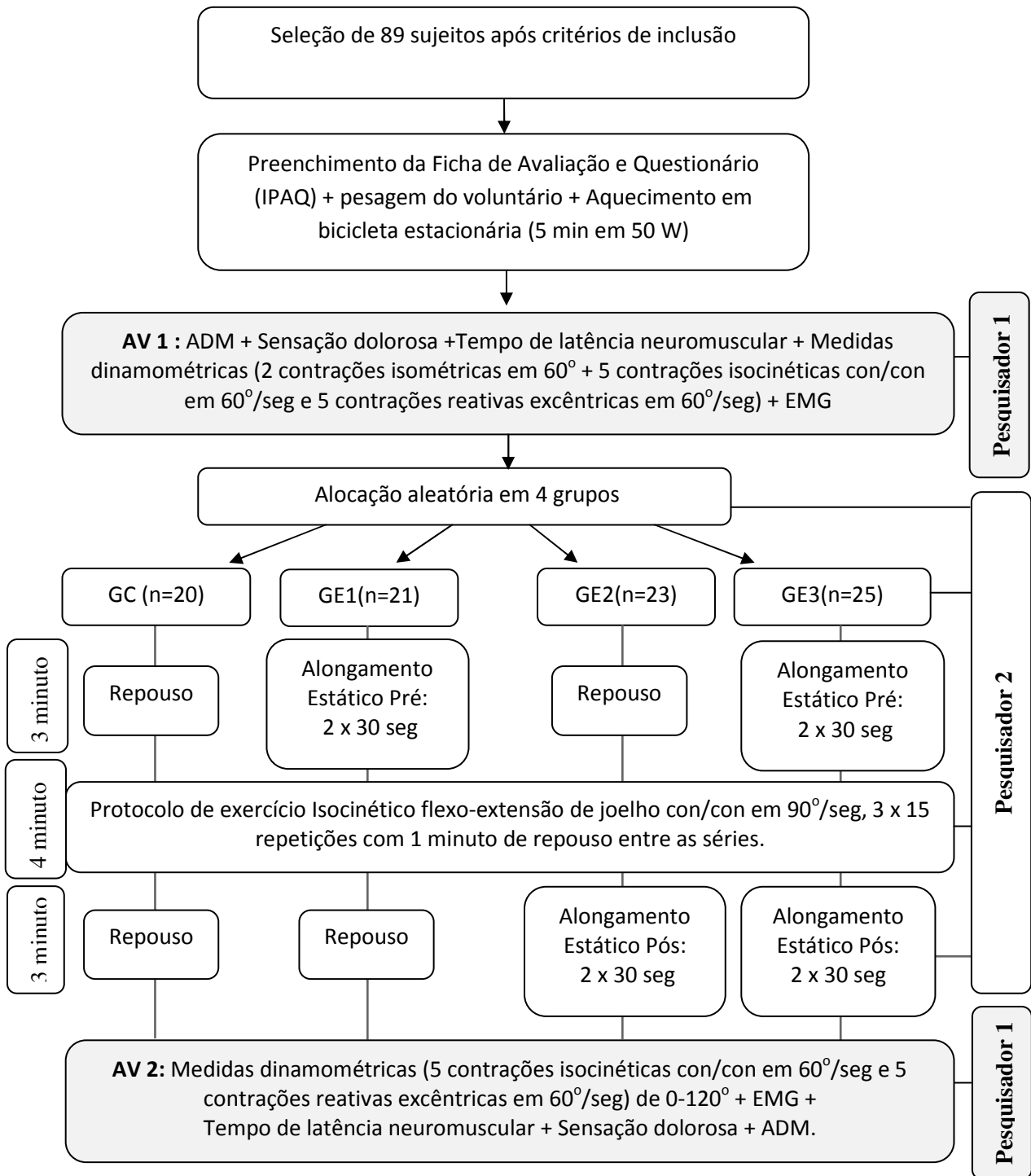


Figura 14: Alongamento dos IT.

2.6.2 Protocolo de exercício

Os sujeitos foram posicionados em decúbito ventral no dinamômetro e foram orientados a executar 3 séries de 15 repetições em movimentos de flexo-extensão do joelho, no membro dominante, com contrações isocinéticas a 90º/seg e ADM de 0-120º⁽¹³⁾. Foi estabelecido um tempo de repouso entre as séries de 1 minuto^(11, 47), para redução da fadiga muscular⁽⁴³⁾. O comando verbal foi dado durante a execução das séries pelo Pesquisador 2. Os voluntários foram solicitados a relatar qualquer desconforto ou intolerância ao exercício, mas não houve nenhum caso neste estudo.

2.7 Fluxograma do Estudo



2.8 Análise dos Dados

2.8.1 Amplitude de movimento articular

Todos os voluntários realizaram quatro testes de avaliação da flexibilidade, dois na fase inicial e dois na final. As angulações utilizadas para a análise estatística da pesquisa foram as de menor valor entre as duas medidas da mesma fase. Ou seja, o ângulo mais próximo de 0° na avaliação inicial e na final, considerando que nesta angulação o joelho se encontra em máxima extensão e, conseqüentemente, maior flexibilidade.

2.8.2 Sensação dolorosa

Para análise desta variável foram utilizados os valores absolutos auto-relatados, entre 0-10 da EVA, correspondendo a cada momento avaliado, sendo eles: pré, 0h, 24h, 48h e 72h após os protocolos de intervenção.

2.8.3 Atividade eletromiográfica

A análise da atividade eletromiográfica aconteceu em dois momentos distintos: a avaliação concomitante com o TLNM e a associada à avaliação das variáveis dinamométricas.

Para a avaliação do TLNM foi feito um cálculo para identificar em que momento iniciou a ativação dos músculos BF e ST. Para isto, foi verificado o valor de RMS em repouso (μV) e o desvio padrão (dp) em cada músculo individualmente. O momento em que o RMS (μV) atingiu um valor 3 vezes maior que o desvio padrão do RMS de repouso, foi definido como contração efetiva e registrado em milissegundos (ms) ⁽⁴⁰⁾.

Para a avaliação do RMS associado à dinamometria, foi necessário verificar, no dinamômetro isocinético, o PT de todas as curvas de cada contração (isométrica, concêntrica e excêntrica) para identificar o maior valor. A análise das curvas eletromiográficas só foi efetuada nas contrações identificadas com o maior PT em cada avaliação. Foram selecionadas as áreas estáveis do sinal eletromiográfico, com uma média de tempo de 1,8 segundos^(40, 43) (Figura 15).

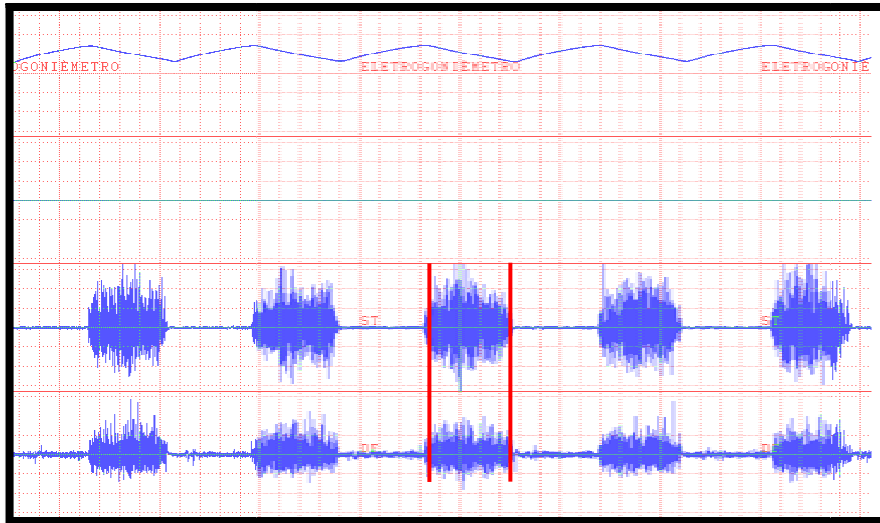


Figura 15: Sinal eletromiográfico da contração concêntrica.

2.8.4 Tempo de latência neuromuscular

A análise do tempo de latência foi realizada a partir da identificação do momento exato em que a articulação do joelho modificou a angulação, após o membro inferior ser liberado no teste realizado. Este tempo foi registrado, em milisegundos, quando o eletrogoniômetro apresentou um aumento de pelo menos 3° para extensão do joelho (Tempo Eletrogoniômetro – TE). O intervalo de tempo entre o TE e Tempo de Ativação Muscular (TM) foi considerado o TLNM. Para isto foi realizado o seguinte cálculo: $TM - TE = TLNM$ para ambos os músculos^(40, 48) (Figuras 16 e 17).

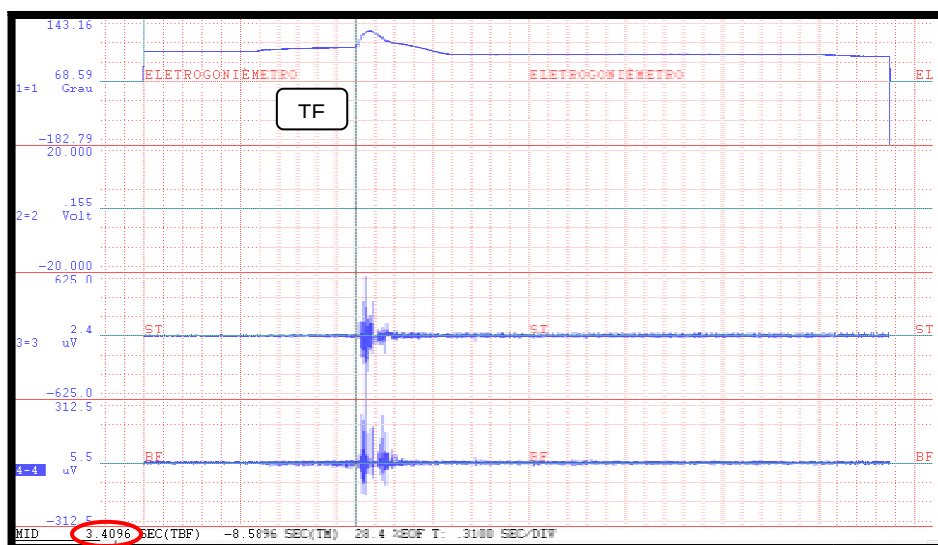


Figura 16: Momento da alteração angular em milisegundos – TE.

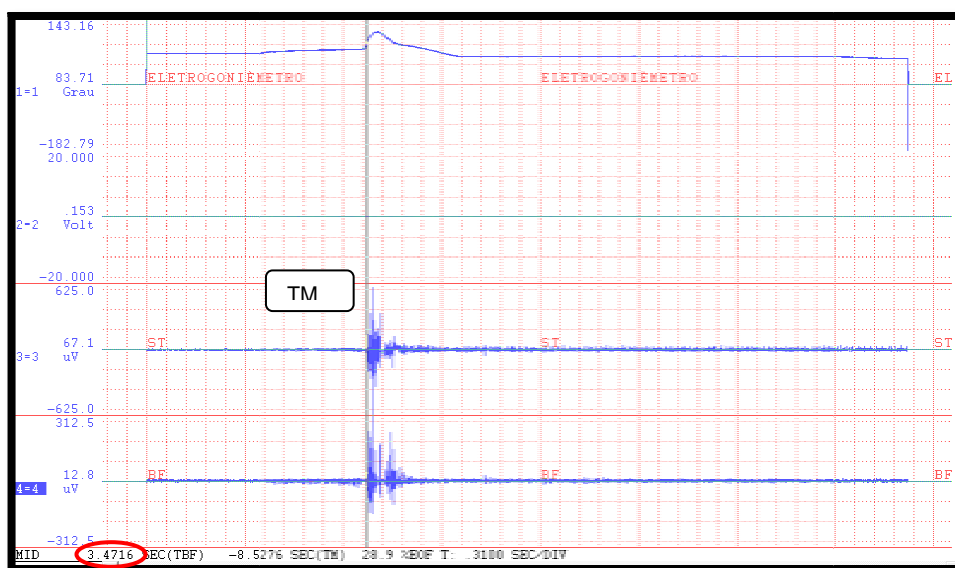


Figura 17: Momento da ativação muscular em milissegundos – TM.

2.8.5 Medidas dinamométricas

Para a análise dinamométrica a única variável utilizada para este estudo foi o PT/BW. Em cada uma das três condições de avaliação (isométrico, concêntrico e excêntrico) o maior valor de PT, dentre as contrações realizadas, foi identificado e utilizado para análise estatística, enquanto os dados referentes às demais contrações foram descartados. A contração isométrica foi realizada para normalizar o valor de RMS. Portanto, o valor de RMS identificado nesta contração foi considerado 100% e os demais valores foram proporcionais.

2.9 Análise Estatística

Para a análise dos dados foi utilizado o programa estatístico *Service Statistical Package for the Social Science* - SPSS (versão 17.0). Inicialmente foi verificada a normalidade da amostra em todas as variáveis por meio do teste Kolmogorov-Smirnov, onde foi verificada amostras paramétricas. Na estatística descritiva utilizou-se a média e desvio padrão como medidas de centro e dispersão, respectivamente. Para a estatística inferencial foram utilizados os seguintes testes: *t de Student* pareado para comparar valores pré e pós de cada variável; Análise de Variância (ANOVA) *one way* para comparar se houve diferenças entre os grupos tanto em valores iniciais como finais. O *Post Hoc* de *Tukey* identificou entre quais grupos

houve a diferença estatística. Foi atribuído o nível de significância de 5%. Os valores *outliers* foram identificados e excluídos para evitar contaminação da amostra.

3 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta a média e o desvio padrão de todas as variáveis analisadas e demonstra que não houve diferença entre os grupos quanto aos parâmetros iniciais.

Tabela 2: Valores iniciais de média \pm desvio padrão do PT/BW concêntrico e excêntrico, EVA, ADM, TLNM do BF e ST, RMS concêntrico e excêntrico do BF e ST.

Variáveis	Controle n = 20	Pré n = 21	Pós n = 23	Pré e Pós n = 25	p
PT/BW Con (%)	85,6 \pm 15,8	89,81 \pm 20,3	96,3 \pm 26,2	95,4 \pm 21,5	0,34
PT/BW Exc (%)	117,1 \pm 18,7	125,3 \pm 25,0	126,1 \pm 15,2	131,3 \pm 31,5	0,32
EVA (Un)	0,0	0,1 \pm 0,44	0,0	0,1 \pm 0,4	0,59
ADM ($^{\circ}$)	47,5 \pm 12,2	46,2 \pm 12,1	40,2 \pm 10,5	40,0 \pm 14,0	0,10
TLNM BF (ms)	34,3 \pm 12,8	32,3 \pm 11,7	28,6 \pm 20,9	30,6 \pm 11,3	0,65
TLNM ST (ms)	33,2 \pm 10,4	29,9 \pm 17,2	28,3 \pm 17,8	27,9 \pm 9,1	0,64
RMS Con BF(%)	101,4 \pm 14,7	101,6 \pm 15,9	101,9 \pm 17,4	104,4 \pm 28,9	0,95
RMS Exc BF(%)	85,1 \pm 17,7	85,9 \pm 17,8	85,8 \pm 16,3	86,6 \pm 20,9	0,99
RMS Con ST(%)	95,9 \pm 14,7	100,7 \pm 28,9	97,3 \pm 16,9	102,4 \pm 23,9	0,74
RMS Exc ST(%)	89,6 \pm 26,3	89,4 \pm 21,3	91,3 \pm 25,4	91,9 \pm 33,9	0,99

Teste ANOVA *one way* com valores de $p > 0,05$.

3.1 Amplitude de movimento articular

A Figura 18 apresenta os valores médios de cada grupo quanto ao grau de encurtamento identificado por meio da ADM máxima das avaliações inicial e final. Foi verificado um aumento no grau de encurtamento do grupo controle enquanto os outros grupos permaneceram sem alterações. Isto significa que houve uma queda significativa na flexibilidade para o grupo que não realizou alongamento. Com a comparação intergrupos, só houve diferença estatística entre os valores finais dos grupos controle e alongamento pré e pós.

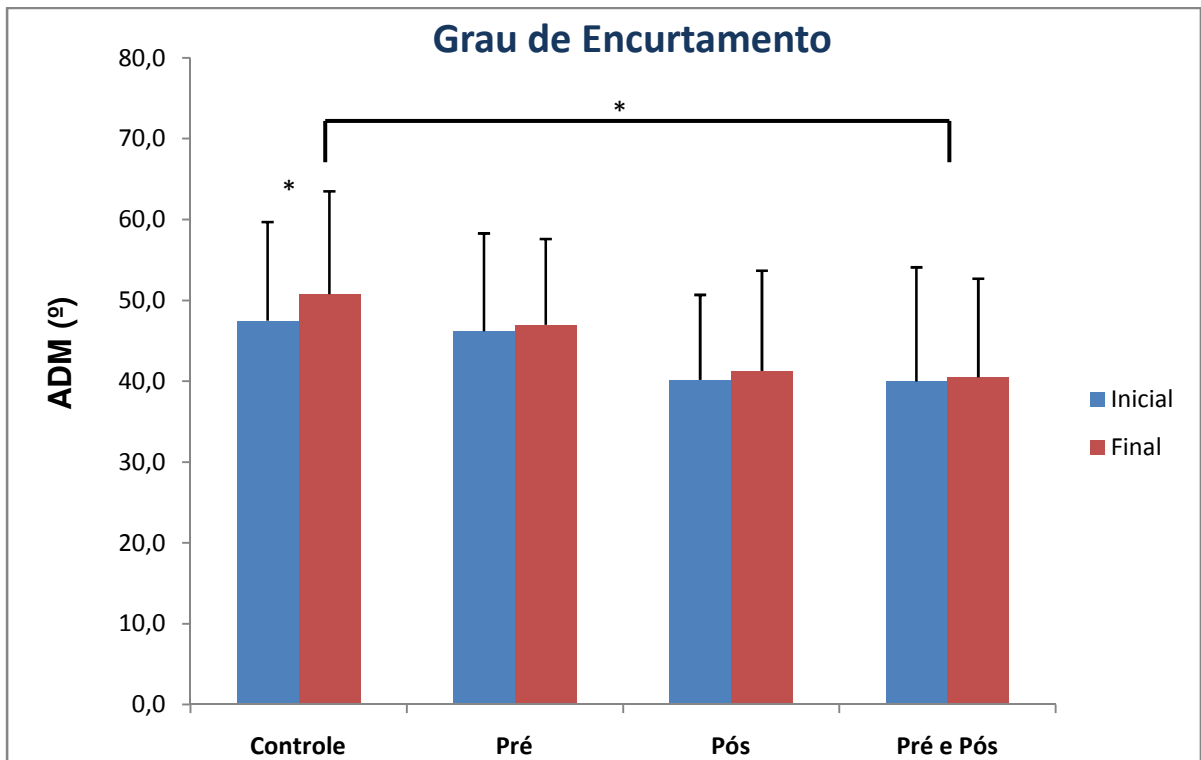


Figura 18: Grau de encurtamento dos músculos IT verificado pela avaliação da ADM inicial e final, considerando 0° a extensão de joelho completa (* $p < 0,05$).

3.2 Sensação dolorosa

Com base na análise de todos os registros da sensação dolorosa para as condições: inicial, 0h, 24h, 48h e 72h após os protocolos de intervenção; foi verificado que não houve diferença entre os grupos. O comportamento desta variável foi semelhante entre os grupos, apresentando uma curva ascendente as 24h e 48h, com pico de desconforto em 48h e uma curva descendente entre as 48h e 72h. De acordo com os dados estatísticos, os valores das condições inicial e final (0h) foram semelhantes entre si e diferentes das outras três. O mesmo ocorreu entre os registros de 24h e 72h, que foram iguais entre si e diferentes do restante. E o desconforto sentido com 48h foi diferente de qualquer outra condição (Figura 19).

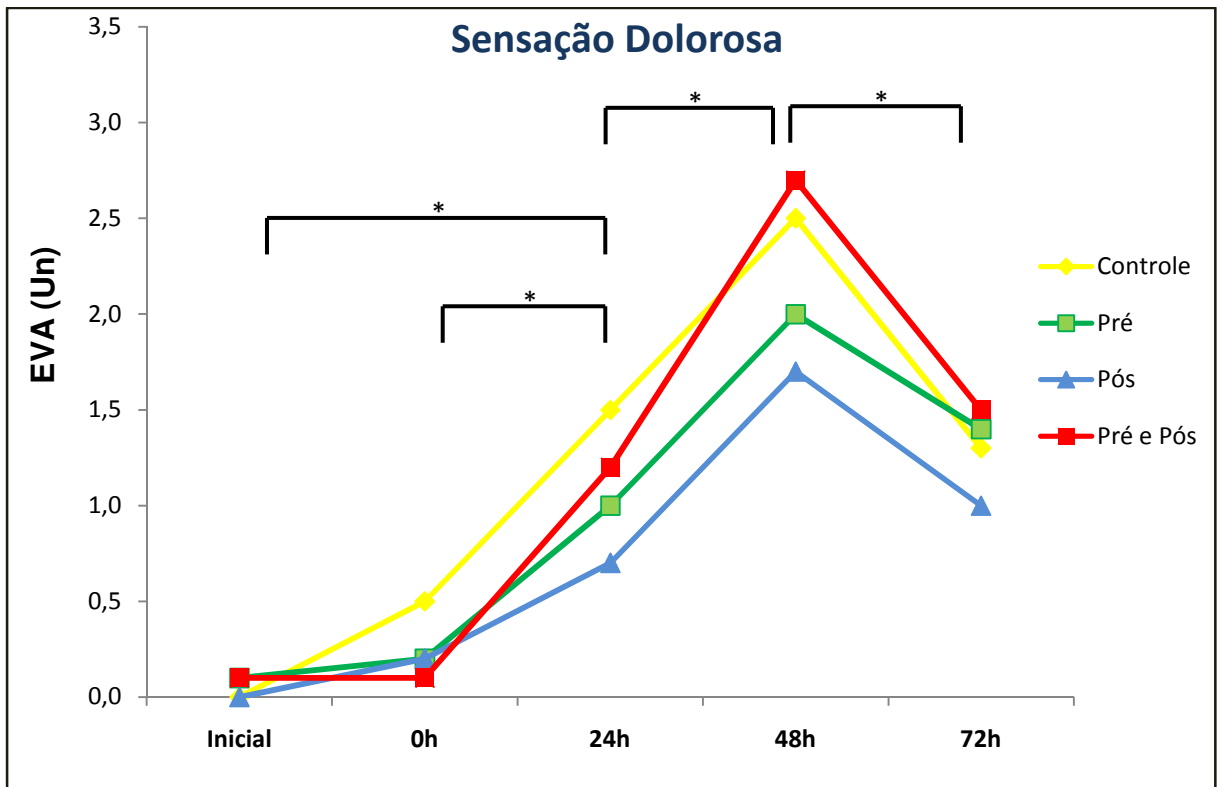


Figura 19: Sensação dolorosa auto-relatada por meio da EVA nos seguintes momentos inicial, 0h, 24h, 48h e 72h após a os protocolos de intervenção (* $p < 0,05$).

3.3 Atividade Eletromiográfica

As Figuras 20 e 21 apresentam os dados de RMS normalizados para as condições de contração concêntrica e excêntrica do músculo BF, respectivamente. Para a primeira condição, houve redução significativa entre os valores inicial e final para todos os grupos, sem diferença entre eles. Entretanto, na segunda condição, nenhum grupo apresentou alteração entre as avaliações inicial e final e também não houve diferença intergrupo.

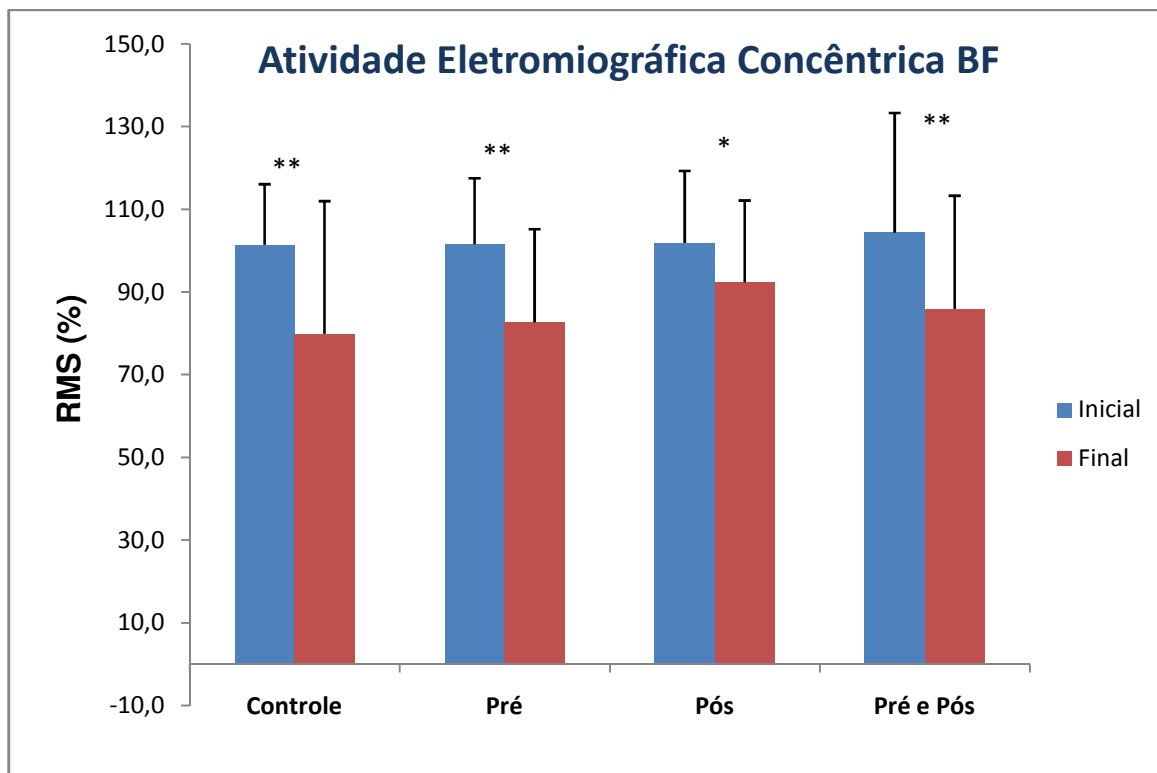


Figura 20: Atividade eletromiográfica do músculo Bíceps Femoral, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações concêntricas inicial e final (* $p < 0,05$ / ** $p < 0,01$).

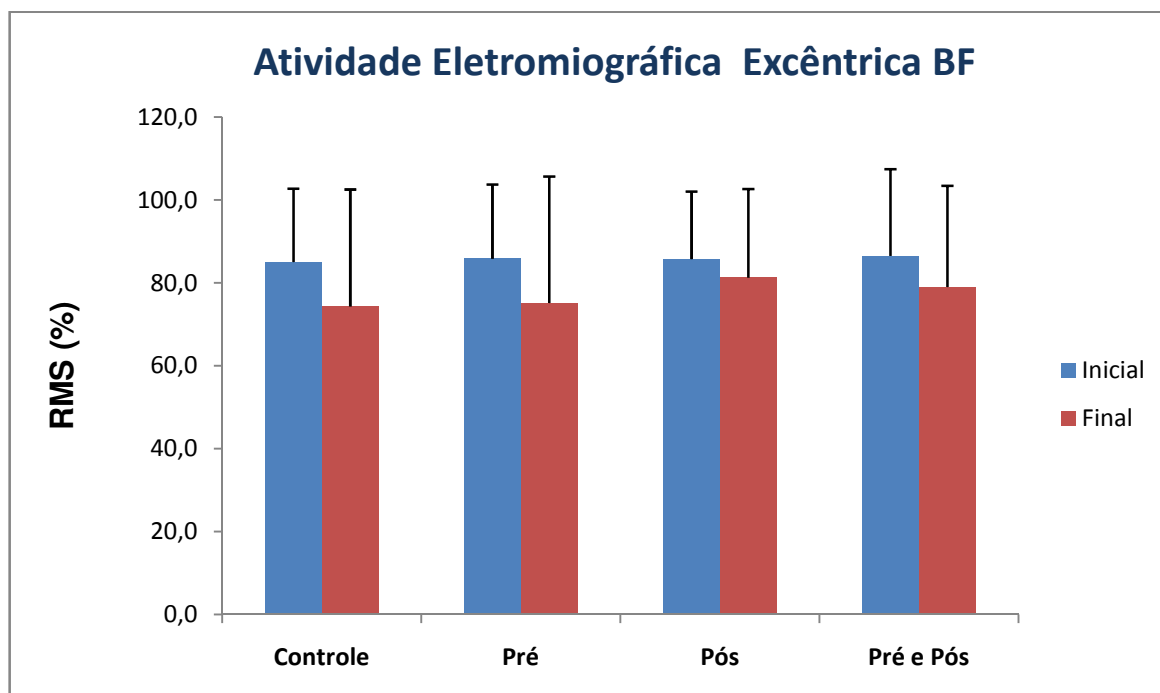


Figura 21: Atividade eletromiográfica do músculo Bíceps Femoral, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações excêntricas inicial e final.

As Figuras 22 e 23, por sua vez, representam as mesmas variáveis e condições, mas referentes ao músculo ST. A condição concêntrica foi semelhante ao comportamento do BF apresentando queda do RMS normalizado após as intervenções para todos os grupos. Em relação à contração excêntrica, apenas o GC não apresentou queda do RMS entre as avaliações inicial e final; e não houve diferença entre os grupos.

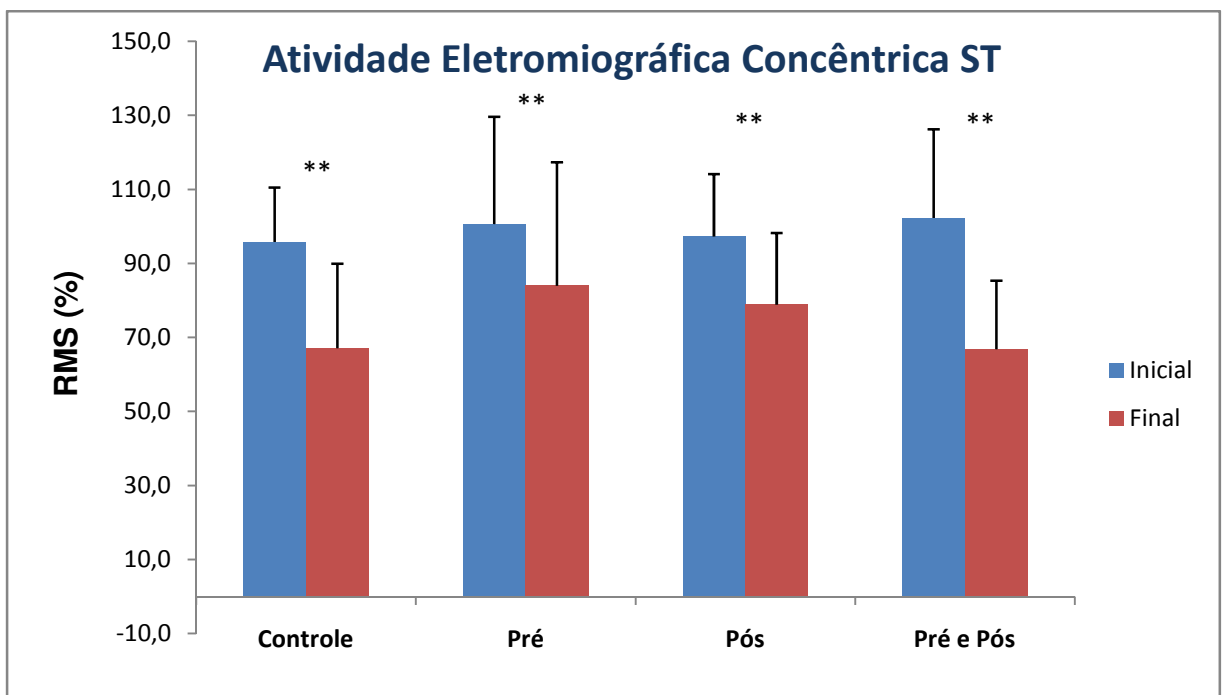


Figura 22: Atividade eletromiográfica do músculo Semitendíneo, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações concêntricas inicial e final ** $p < 0,01$

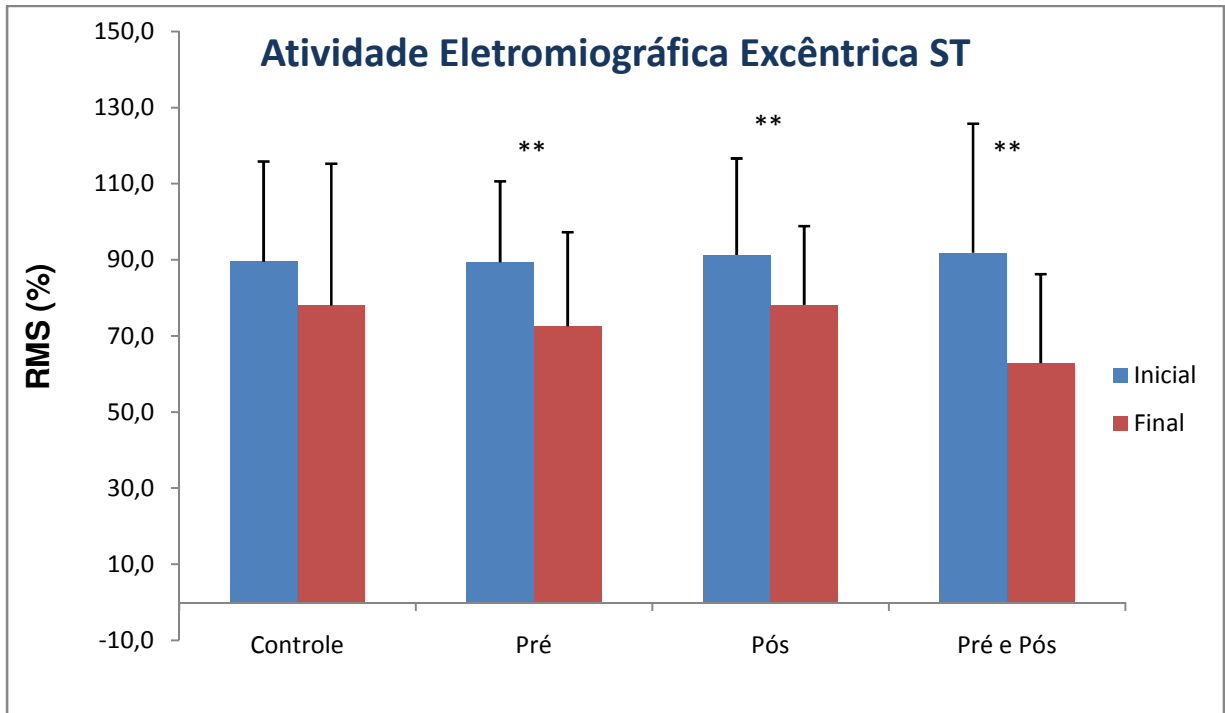


Figura 23: Atividade eletromiográfica do músculo Semitendíneo, representados pelo RMS (normalizado) para as contrações excêntricas inicial e final (** $p < 0,01$)

3.4 Tempo de latência neuromuscular

Na análise desta variável, ambos os grupos musculares, BF e ST, apresentaram o mesmo resultado. O GC teve uma redução significativa entre os valores inicial e final, representando um menor tempo de resposta após os procedimentos, e os grupos que realizaram alongamento não apresentaram alterações significativas em seus valores inicial e final. Na avaliação entre os grupos, não foi identificada nenhuma diferença (Figuras 24 e 25).

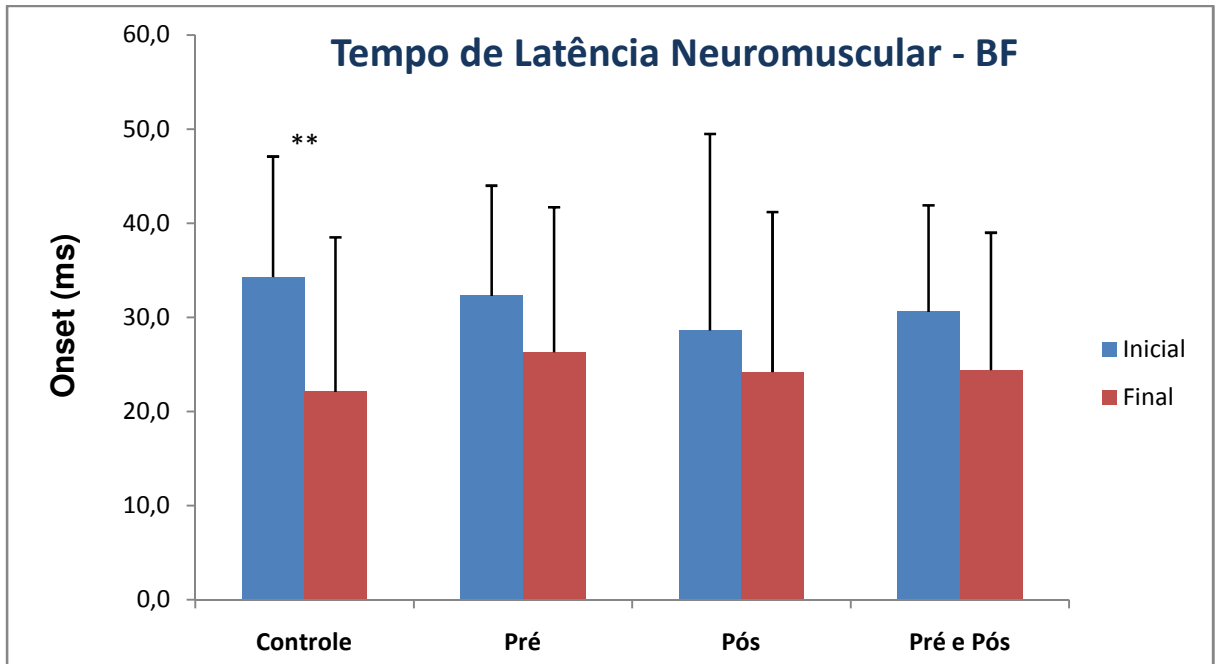


Figura 24: Tempo de latência neuromuscular do músculo Bíceps Femoral nas avaliações inicial e final (** $p < 0,01$).

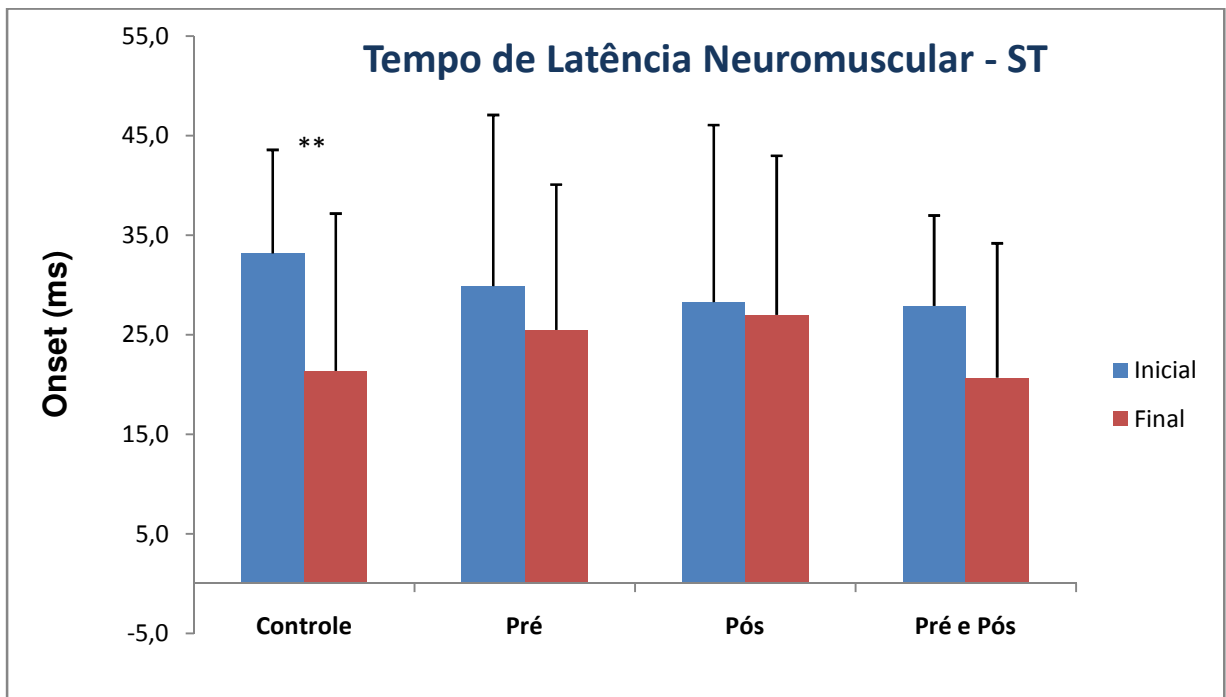


Figura 25: Tempo de latência neuromuscular do músculo Semitendíneo nas avaliações inicial e final (** $p < 0,01$).

3.5 Medidas Dinamométricas

O PT/BW apresentou queda significativa, entre as avaliações inicial e final, para todos os grupos e nas duas condições de contração, concêntrica e excêntrica. Na avaliação intergrupo não foi identificada nenhuma diferença na primeira ou segunda condição. As figuras 26 e 27 apresentam os valores médios e desvio padrão.

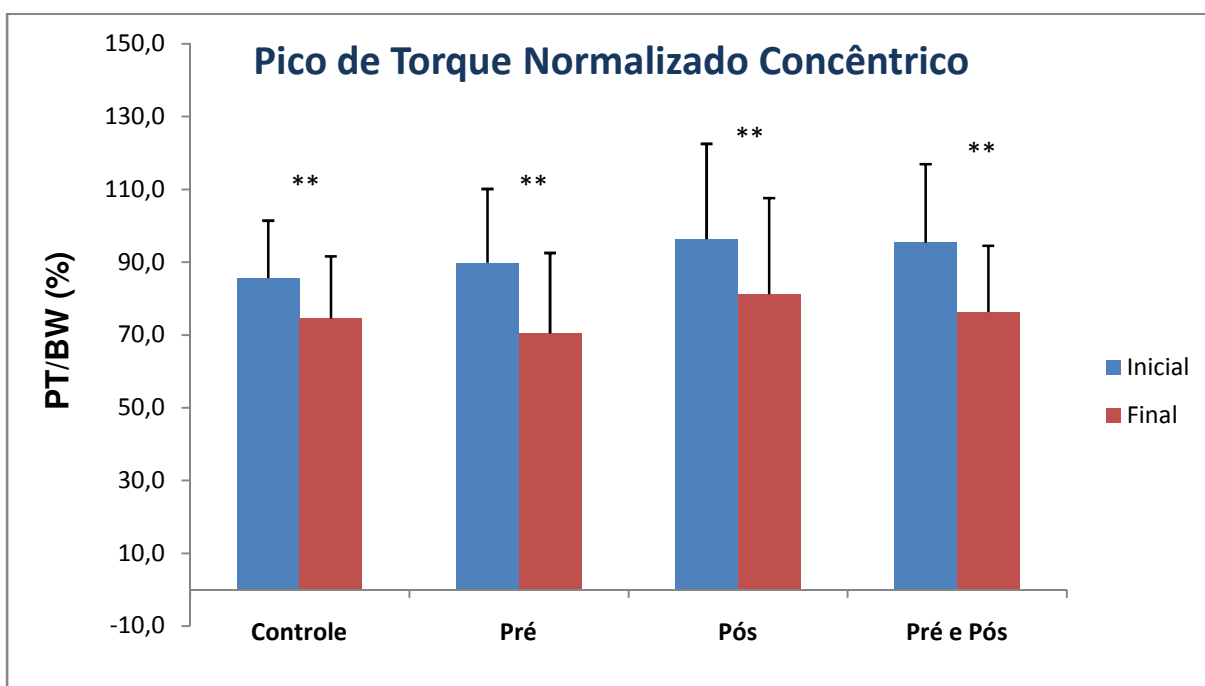


Figura 26: Pico de Torque normalizado pelo peso corporal em contrações concêntricas inicial e final (** $p < 0,01$).

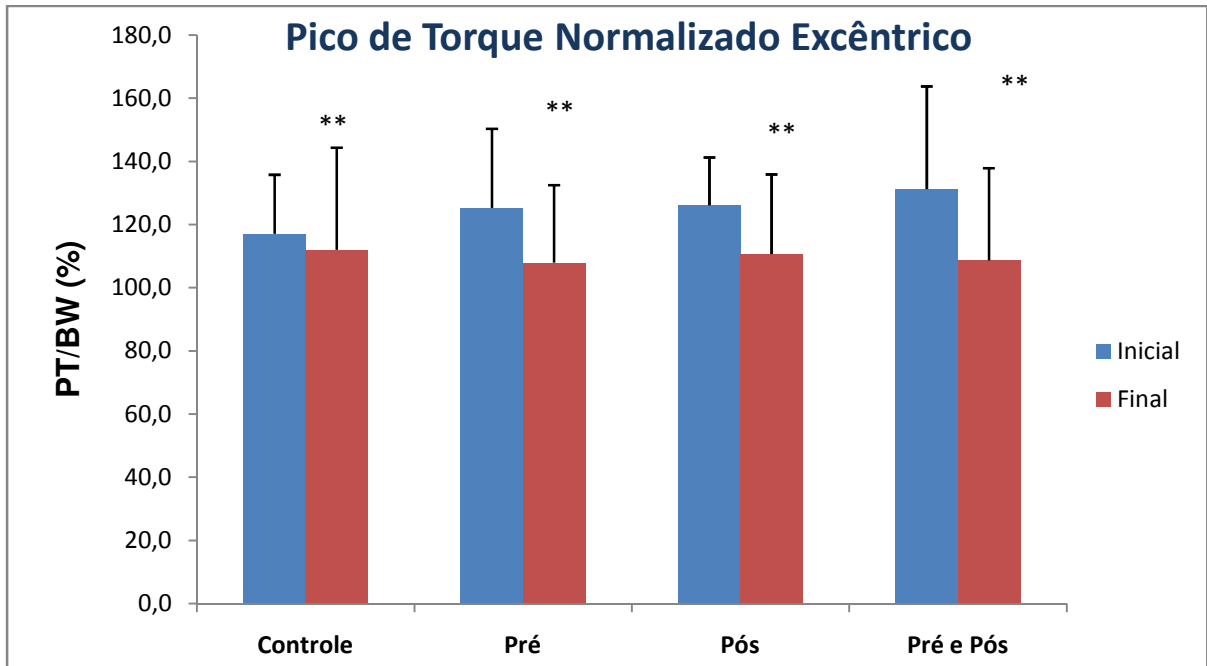


Figura 27: Pico de Torque normalizado pelo peso corporal em contrações excêntricas inicial e final (** $p < 0,01$).

4 DISCUSSÃO

4.1 Amplitude de movimento articular

Neste estudo, a ADM foi reduzida significativamente no grupo que não realizou alongamento e permaneceu inalterada nos grupos em que ele esteve presente. O aumento da flexibilidade após o alongamento é uma condição bem embasada na literatura e muitos estudos já avaliaram os efeitos de diversos tempos de aplicação, bem como de momentos de execução desta técnica^(5, 28, 49). Hayes, 2007⁽⁵⁰⁾, utilizando o mesmo tempo de alongamento deste estudo (2 x 30 seg), encontrou diferença significativa no grupo que realizou o alongamento estático, enquanto o grupo controle não se alterou. Wong, 2011⁽⁵⁾, observou que para os alongamentos de curta duração, com tempo inferior a 90 segundos, não houve diferença para o ganho de flexibilidade entre grupos que alongaram 30 seg, 60 seg e 90 seg. Beedle, 2007⁽⁴⁹⁾, verificou que o máximo de ADM alcançada por meio do alongamento, independia do momento de sua aplicação, antes ou após a atividade física, semelhante aos achados do presente estudo.

Alguns autores corroboram com os resultados deste estudo e acreditam que o alongamento possa evitar o encurtamento muscular, que pode ser ocasionado principalmente por trabalhos de contração excêntrica^(15, 16). O alongamento interfere nas propriedades mecânicas e viscoelásticas do tecido muscular, reduzindo sua rigidez passiva e alterando sua relação de comprimento-tensão^(16, 38). Entretanto, Ryan em 2008⁽¹⁴⁾, verificou que este efeito agudo se dissipa e a rigidez da unidade músculo-tendínea retorna aos valores iniciais com alguns minutos, sabendo-se que o tempo decorrido entre o término do alongamento e o retorno ao valor basal é proporcional à duração da aplicação do mesmo. Quando há a realização de um exercício esta rigidez aumenta e o alongamento, se realizado antes ou após esta atividade, torna-se um modulador desta tensão passiva fazendo com que ela retorne ao valor basal^(15, 16).

Vale ressaltar que todos estes efeitos ocorrem após a aplicação do alongamento em condição aguda. Nas condições crônicas, as adaptações musculares são mais complexas e envolvem alterações na quantidade e disposição dos sarcômeros. Portanto, não são dissipadas ou perdidas pela contração⁽¹⁶⁾.

4.2 Sensação dolorosa

Embora alguns autores atribuam ao alongamento o poder de reduzir ou evitar a dor muscular de início tardio, este estudo não verificou nenhuma diferença entre os grupos que aplicaram ou não o alongamento^(6, 51). Jamvtvedt, 2011⁽⁶⁾, estudou o efeito do alongamento antes e após atividade física em uma amostra de 2377 voluntários ativos, utilizando protocolos de alongamento muscular de 30 seg, por 12 semanas, e encontrou que houve uma redução na percepção da dor no grupo que alongou. Diversas diferenças metodológicas como, por exemplo, a utilização do alongamento de forma crônica, a não padronização da atividade realizada e o acompanhamento dos voluntários por meio digital (à distância) podem ter contribuído para os resultados divergentes.

Estudos realizados em laboratórios que avaliaram o efeito agudo do alongamento estático sobre a percepção dolorosa e utilizaram a EVA como instrumento quantitativo, para esta variável, também não encontraram nenhum efeito do alongamento sobre o início ou intensidade da dor percebida, independente do tempo e momento de sua aplicação^(17, 19, 52).

Montgomery, 2008⁽⁵¹⁾, estudou o efeito de três protocolos de recuperação, após torneio de basquete, avaliando os marcadores de lesão muscular e inflamatórios. Ele verificou que a imersão em água gelada (11 ° C) teve um pequeno a moderado efeito na redução destes biomarcadores quando comparado ao controle (2 x 15 seg de alongamento estático) e compressão do membro inferior. O alongamento não modificou o comportamento do processo inflamatório e a dor não foi alterada, permanecendo com seu pico em 48h.

Herbert, 2011⁽⁷⁾, em uma metanálise avaliou o efeito do alongamento antes ou após o exercício no desenvolvimento da dor muscular tardia. Foram analisados 10 estudos, onde 3 avaliaram a aplicação antes e 7 a aplicação depois da atividade. Foi verificado que não houve efeito significativo na percepção dolorosa com a utilização do alongamento. Os autores relataram que o tempo de duração da execução da técnica foi muito alto (40 - 600seg) e atribuíram os achados à qualidade questionável dos estudos, pois eles utilizaram amostras muito pequenas (10 a 30 voluntários).

4.3 Atividade eletromiográfica

Os valores de RMS variaram segundo o tipo de contração e o grupo muscular avaliado. Na contração concêntrica, ambos os músculos, apresentaram uma queda do RMS, para todos os grupos. Neto, 2011⁽⁴³⁾, encontrou esta mesma redução na ativação neuromuscular após fadiga induzida de membro inferior, levando a crer que o resultado do presente estudo pode ser decorrente da fadiga muscular após o exercício isocinético. Já na contração excêntrica, o BF não apresentou alteração do RMS em nenhum dos grupos, enquanto que o ST mostrou queda para os grupos que alongaram.

Poucos estudos têm investigado o efeito do alongamento na ativação neuromuscular e os resultados encontrados ainda são controversos. Silveira, 2011⁽⁵³⁾, investigou o efeito de alongamentos de curta duração com 10, 20, 30 e 40 segundos, na atividade eletromiográfica e no desempenho e verificou que não houve alteração em nenhuma das variáveis para qualquer um dos tempos aplicados. Estes achados foram justificados, por ele, com base no curto tempo de aplicação da técnica. Como o presente estudo também utilizou um alongamento de pequena duração, os diferentes resultados podem ser atribuídos a utilização do protocolo de exercício.

Rodrigues, 2007⁽⁵⁴⁾, verificou em seu estudo que a resposta neuromuscular do BF e do ST foi constante independente da velocidade ou do tipo de contração. Exceto para a condição isocinética em 60°/seg em contração concêntrica, onde houve uma queda do RMS para o BF; porém seu estudo avaliou a resposta fisiológica em contrações isocinéticas sem interferência do alongamento ou protocolo de exercícios.

Em outro estudo, Higashihara, 2010⁽²⁴⁾, verificou que para a condição excêntrica, em angulações próximas à extensão, houve uma redução do RMS para o músculo BF, entretanto, para os músculos ST e SM esta variável permaneceu inalterada. Os autores justificaram estas diferentes respostas neuromusculares, baseados na inibição neural e, principalmente, nas características morfológicas e arquitetônicas dos dois músculos. Eles relataram que em condições próximas à extensão do joelho, onde a tíbia realiza uma rotação externa, as disposições dos músculos BF e ST são distintas, onde o primeiro fica sobre menor tensão, devido a aproximação da origem e inserção, quando comparado ao segundo. Mas, estas

hipóteses não foram comprovadas e poucos estudos tem investigado estes achados. Diante destas hipóteses sugeridas pelos autores, compreende-se que um músculo sobre menor tensão teria sua ativação neural reduzida, o que pode ocorrer com os músculos que alcançam maior flexibilidade.

No presente estudo, a alteração do RMS não foi correlacionada com a angulação do joelho; portanto, as mudanças encontradas referem-se ao momento de uma contração completa. Esta diferença na análise dos dados pode ter influenciado nos resultados deste e de outros estudos que, por sua vez, não foram semelhantes. Outra provável razão para estes achados divergentes está na aplicação do alongamento, realizado na presente pesquisa e ausente nas apresentadas anteriormente. Portanto, é possível que o alongamento tenha influência na alteração da resposta neuromuscular fisiológica.

Em relação à diferença encontrada entre as respostas de BF e ST, para a contração excêntrica dos grupos alongados, alguns fatores podem ser atribuídos. Dentre estes se destacam as diferenças morfológicas, estruturais^(24, 55) e a inibição da atividade reflexa^(16, 38). Levando em consideração que o alongamento promove uma maior extensibilidade do tecido muscular e que, sendo mais flexível, o músculo se encontra sob menor tensão durante o movimento; é provável que as diferenças arquitetônicas, citadas por Higashihara 2010⁽²⁴⁾, produzam respostas distintas à técnica de alongamento.

Quanto ao sistema neural, é importante ressaltar que o alongamento estático age de maneira diferente do dinâmico, induzindo uma inibição da atividade reflexa (central ou periférica), ao invés da excitação⁽³⁸⁾. Um fator importante para a compreensão dos achados deste estudo é conhecimento das respostas fisiológicas geradas pelo alongamento. Portanto, é relevante lembrar que quanto maior a duração do alongamento ou do comprimento muscular alcançado, maior será a inibição neural.

Desta forma, os resultados deste estudo podem estar indicando uma maior susceptibilidade do ST à manobra de alongamento quando comparada ao BF, visto que os dois grupos musculares receberam o mesmo tempo de alongamento, mas obtiveram diferentes reações fisiológicas⁽³⁸⁾.

4.4 Tempo de latência neuromuscular

A influência do alongamento sobre esta variável, ainda é pouco estudada. Amaro, 2010⁽⁴⁰⁾, investigou o efeito do alongamento e aquecimento no *onset* neuromuscular e verificou que no grupo aquecimento + alongamento houve uma redução do tempo de resposta que não ocorreu nos grupos com as mesmas técnicas isoladas ou no grupo controle. Entretanto, os resultados encontrados por Esposito, 2011⁽²⁹⁾, mostraram que o alongamento aumentou o tempo de resposta neuromuscular. Porém, o tempo de alongamento utilizado por estes autores foi prolongado (5 x 45 seg) e isto pode ter influenciado no resultado negativo.

No presente estudo, foi utilizado um tempo de curta duração que não provocou alterações para os grupos alongados, mas o grupo controle apresentou uma redução significativa deste *onset* neuromuscular. Um estudo realizado por Bernesch, 2000⁽⁵⁶⁾, encontrou resultados semelhantes a este, em que o grupo que realizou aquecimento de 5 minutos em bicicleta reduziu o tempo de latência e os grupos que alongaram não apresentaram alterações. É provável que as diferenças metodológicas quanto aos tipos de aquecimento e alongamento, bem como quanto aos tempos de aplicação da técnica e o contexto em que ela foi realizada, possam ter contribuído para os resultados conflitantes destes com outros estudos.

Uma das justificativas para os achados desta pesquisa é que o aquecimento e as atividades de contração ocasionaram um aumento no metabolismo e na temperatura corporal, favorecendo uma melhor condição para a condução nervosa e, conseqüentemente, para uma reação com menor tempo de resposta⁽⁵⁷⁾. Portanto, esta redução, que era esperada após os exercícios, pode ter sido parcialmente inibida pelo procedimento do alongamento. Este mecanismo provavelmente ocorreu devido à dessensibilização do fuso muscular, fazendo com que o mesmo respondesse mais lentamente ao estímulo de estiramento gerado no teste^(16, 29, 38).

4.5 Medidas dinamométricas

Levando em consideração os achados desta pesquisa, não foi encontrada nenhuma diferença no PT/BW, inicial e final, entre os grupos que alongaram e o grupo controle, tanto para a contração concêntrica quanto para a excêntrica. Este achado pode ser devido ao curto tempo de alongamento, semelhante ao que é

utilizado pelos indivíduos ativos e atletas⁽³⁾, confirmando o que outros autores já relataram, em estudos onde o alongamento não interferiu no desempenho muscular quando realizado em contexto semelhante à prática bem como com duração inferior a 60 segundos^(5, 37).

Nas comparações entre os valores inicial e final houve uma queda no PT/BW para todos os grupos e tipos de contração. Este fator foi atribuído ao processo de fadiga, decorrente dos exercícios realizados. Pois, esta mesma redução também foi observada por Neto, 2011⁽⁴³⁾, quando comparou os valores antes e após fadiga induzida em membro inferior.

Muitos estudos têm desencorajado a utilização do alongamento antes de atividades que necessitem de força. Isto se deve aos resultados encontrados que apresentaram redução no PT^(17, 28), na contração voluntária máxima (CVM)⁽²⁶⁾, na Repetição Máxima (RM)^(12, 34) e em *performances*⁽⁵⁸⁾. Entretanto, os tempos de alongamentos utilizados foram excessivos, atingindo um nível de inibição neural suficiente para reduzir estes parâmetros⁽¹⁶⁾.

Estudos que utilizaram alongamentos de curta duração, com valores próximos ao utilizado na prática (1 - 2 séries de 10 - 30 seg), não observaram nenhum efeito negativo do alongamento para estas variáveis, semelhante ao presente estudo^(5, 37, 42, 53).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as condições de utilização do alongamento antes e após a atividade física, não foi observado nenhum benefício em qualquer uma das seguintes variáveis: PT/BW, TLNM, EMG e sensação dolorosa. Porém, a ADM que seria naturalmente reduzida, após atividade física, permaneceu estatisticamente semelhante aos valores iniciais nos grupos alongados. Este resultado sugere a utilização do alongamento em algum momento, para evitar o encurtamento.

Entretanto, o TLNM que foi reduzido no grupo controle, permaneceu inalterado nos grupos alongados. Diante deste achado, a indicação do alongamento antes de uma atividade pode não ser benéfica, pois ele pode agir como um inibidor do efeito positivo do aquecimento, levando o TLNM aos valores basais, quando o desejado seria a redução desta variável.

Portanto, o alongamento pode ser utilizado ao final da atividade física, com o único objetivo de evitar o encurtamento. Quanto aos efeitos crônicos, não analisados neste estudo, eles devem ser investigados.

Importante ressaltar que os resultados deste estudo limitam-se apenas à jovens, saudáveis e ativos com a aplicação do alongamento de curta duração e associado ao aquecimento e execução de exercício isocinético. Estudos futuros poderão avaliar o efeito crônico do alongamento estático, efeito agudo dos alongamentos dinâmicos em atletas e principalmente com exercícios que sejam comuns na prática de atividades físicas, já que o isocinético é pouco funcional.

6 REFERÊNCIAS

1. Duehring MD, Feldmann CR, Ebben WP. Strength and conditioning practices of united states high school strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009 Nov;23(8):2188-203.
2. Judge LW, Craig B, Baudendistal S, Bodey KJ. An examination of the stretching practices of division i and division iii college football programs in the midwestern united states. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009 Jul;23(4):1091-6.
3. Ebben WP, Hintz MJ, Simenz CJ. Strength and conditioning practices of major league baseball strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005 Aug;19(3):538-46.
4. Covert CA, Alexander MP, Petronis JJ, Davis DS. Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using an equal stretching dose. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010 Nov;24(11):3008-14.
5. Wong DP, Chaouachi A, Lau PWC, Behm DG. Short durations of static stretching when combined with dynamic stretching do not impair repeated sprints and agility. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011 Jun;10(2):408-16.
6. Jamtvedt G, Herbert RD, Flottorp S, Odgaard-Jensen J, Havelrud K, Barratt A, et al. A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. *British Journal of Sports Medicine*. 2010 Nov;44(14):1002-9.
7. Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2011 2011(7).
8. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*. 2007;37(12):1089-99.
9. Chen C-H, Nosaka K, Chen H-L, Lin M-J, Tseng K-W, Chen TC. Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011 Mar;43(3):491-500.
10. Costa PB, Graves BS, Whitehurst M, Jacobs PL. The acute effects of different durations of static stretching on dynamic balance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009 Jan;23(1):141-7.
11. Minahan C, Wood C. Strength training improves supramaximal cycling but not anaerobic capacity. *European Journal of Applied Physiology*. 2008 Apr;102(6):659-66.

12. Bacurau RFP, Monteiro GdA, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009 Jan;23(1):304-8.
13. Simenz CJ, Dugan CA, Ebben WP. Strength and conditioning practices of national basketball association strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005 Aug;19(3):495-504.
14. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB, et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2008 Oct;38(10):632-9.
15. Torres R, Appell HJ, Duarte JA. Acute effects of stretching on muscle stiffness after a bout of exhaustive eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*. 2007 Jul;28(7):590-4.
16. Melo Di Alencar TA, de Sousa Matias KF. Physiological principles of warm-up and muscle stretching on sports activities. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*. 2010 May-Jun;16(3):230-4.
17. McHugh MP, Nesse M. Effect of stretching on strength loss and pain after eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2008 Mar;40(3):566-73.
18. Hadala M, Barrios C. Different strategies for sports injury prevention in an america's cup yachting crew. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2009 Aug;41(8):1587-96.
19. de Oliveira Bonfim AE, De Re D, Gaffuri J, de Almeida Costa MM, Marinho Portolez JL, Flor Bertolini GR. Use of static stretching as an intervenient factor in delayed onset muscle soreness. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*. 2010 Sep-Oct;16(5):349-52.
20. Malliou P, Rokka S, Beneka A, Mavridis G, Godolias G. Reducing risk of injury due to warm up and cool down in dance aerobic instructors. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2007;20(1):29-35.
21. Ribeiro F, Santos F, Goncalves P, Oliveira J. Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sport Science*. 2008;8(6):397-402.
22. Emery CA, Meeuwisse WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*. 2010 Jun;44(8):555-62.

23. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010 Apr;20(2):169-81.
24. Higashihara A, Ono T, Kubota J, Fukubayashi T. Differences in the electromyographic activity of the hamstring muscles during maximal eccentric knee flexion. *European Journal of Applied Physiology*. 2010 Jan;108(2):355-62.
25. Ruschel C, de Menezes FS, Hauptenthal A, Hubert M, Schutz GR, Cerutti PR, et al. Incidence of injuries in brazilian sailors of different technical levels. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*. 2009 Jul-Aug;15(4):268-71.
26. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, DeFreitas JM, Beck TW, Cramer JT. Effects of stretching on peak torque and the h:q ratio. *International Journal of Sports Medicine*. 2009 Jan;30(1):60-5.
27. Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *British Journal of Sports Medicine*. 2007 Oct;41(10):684-7.
28. Grego Neto A, Manffra EF. Influence of static stretching volume in isokinetic variables of harmstrings. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*. 2009 Mar-Apr;15(2):104-9.
29. Fabio Esposito EL, Emiliano Cè. Passive stretching effects on electromechanical delay and time course of recovery in human skeletal muscle: new insights from an electromyographic and mechanomyographic combined approach. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111:485-95.
30. Howatson G, van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*. 2008;38(6):483-503.
31. Gelen E. Acute effects of different warm-up methods on jump performance in children. *Biology of Sport*. 2011 2011;28(2):133-8.
32. Beedle B, Rytter SJ, Healy RC, Ward TR. Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008 Nov;22(6):1838-43.

33. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, de Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008 Nov;22(6):1832-7.
34. Endlich PW, Farina GR, Dambroz C, Silva Goncalves WL, Moyses MR, Mill JG, et al. Acute effects of static stretching in dynamic force performance in young men. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*. 2009 May-Jun;15(3):200-3.
35. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2011 Nov;111(11):2633-51.
36. Ebben WP, Carroll RM, Simenz CJ. Strength and conditioning practices of national hockey league strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2004 Nov;18(4):889-97.
37. Pearce AJ, Kidgell DJ, Zois J, Carlson JS. Effects of secondary warm up following stretching. *European Journal of Applied Physiology*. 2009 Jan;105(2):175-83.
38. Guissard N, Duchateau J. Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev*. [Review]. 2006 Oct;34(4):154-8.
39. Young WB. The use of static stretching in warm-up for training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2007 Jun;2(2):212-6.
40. Amaro IM. Efeito do alongamento e do aquecimento no desempenho isocinético e na atividade eletromiográfica do músculo bíceps femoral - ensaio clínico randomizado [Dissertação]. Natal\NA: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2010.
41. Feland JB, Hopkins T, Hunter I. Acute changes in hamstring flexibility using a whole-body-vibration platform with static stretch. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005 May;37:S410-S.
42. Ferreira JO. Efeito de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque e atividade eletromiográfica. Natal: Universidade do Rio Grande do Norte; 2009.
43. Neto FL. Efeito do tempo de repouso após fadiga induzida no desempenho neuromuscular do quadríceps femoral: ensaio clínico, controlado, randomizado,cego. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2011.

44. Moss WR, Feland JB, Hunter I, Hopkins JT. Static stretching does not alter pre and post-landing muscle activation. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2011;3(1):9.
45. Union E. Surface electromyography for the non-invasive assessment of muscles (SENIAM). 2012 [cited 2012 20/03/2012]; Available from: <http://www.seniam.org/>.
46. Hadzic V, Sattler T, Topole E, Jarnovic Z, Burger H, Dervisevic E. Risk factors for ankle sprain in volleyball players: A preliminary analysis. *Isokinetics and Exercise Science*. 2009;17(3):155-60.
47. Loveless DJ, Weber CL, Haseler LJ, Schneider DA. Maximal leg-strength training improves cycling economy in previously untrained men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005 Jul;37(7):1231-6.
48. Sven Bruhn CL, Albert Gollhofer. Differential effects os stimulus characteristics during knee joint pertubation on hamstring and quadriceps reflex responses. *Human Movement Science*. 2011;30:1079-91.
49. Beedle BB, Leydig SN, Carnucci JM. No difference in pre- and postexercise stretching on flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007 Aug;21(3):780-3.
50. Hayes PR, Walker A. Pre-exercise stretching does not impact upon running economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007 Nov;21(4):1227-32.
51. Montgomery PG, Pyne DB, Cox AJ, Hopkins WG, Minahan CL, Hunt PH. Muscle damage, inflammation, and recovery interventions during a 3-day basketball tournament. *European Journal of Sport Science*. 2008;8(5):241-50.
52. Robey E, Dawson B, Goodman C, Beilby J. Effect of postexercise recovery procedures following strenuous stair-climb running. *Research in Sports Medicine*. 2009;17(4):245-59.
53. da Silveira RdN, de Farias JM, Alvarez BR, Bif R, Vieira J. Acute effect of static stretching in agonist muscle on the levels of activation and on strength performance of trained men. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*. 2011 Jan-Feb;17(1):26-30.
54. Carlos Eduardo Bassi Rodrigues ACdM, Alexandre Hideki Okano, Eduardo Bodnariuc Fontes, Leandro Ricardo Altimari. Articulate torque and electromyographic activity of biceps femoris and semitendinosus muscles during isokinetic knee flexion

movements in soccer athletes. *Revista Brasileira de Cinantropometria & Desempenho Humano*. 2007;9(3):8.


55. Onishi H YR, Oyama M, Akasaka K, Ihashi K, Handa Y. EMG - angle relationship of the hamstring muscles during maximum knee flexion. *J Electromyography & Kinesiology*. 2002;12:6.

56. Benesch s PW, Rosenbaum D, Becker HP. Reliability of peroneal reaction time measurements. *Clin Biomech*. 2000;15:7.

57. Stewart D MA, De Vito G. The effect of an active warm-up on surface EMG and muscle performance in healthy humans. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89:4.

58. Wilson JM, Hornbuckle LM, Kim J-S, Ugrinowitsch C, Lee S-R, Zourdos MC, et al. Effects of static stretching on energy cost and running endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010 Sep;24(9):2274-9.

7.1 Anexo 1

 **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE
LOPES - CEP/HUOL**

CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes - CEP/HUOL, devidamente reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP/MS, analisou o projeto:

Título: Eletro Agudo do Alongamento Estático Antes e Após Atividade Física Submáxima - Estudo Controlado, Randomizado e Cego -


Protocolo CEP/HUOL: 644/11

CAAE: 0071.0.294.000-11

Pesquisador Responsável: Jamilson Simoes Brasileiro

Este projeto foi aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos, incluindo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com as diretrizes da Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde, AD REFEREUNDUM em 19 de Dezembro de 2011 no CEP/HUOL. Toda e qualquer alteração no projeto/protocolo de pesquisa, assim como eventos adversos que venham a ocorrer, deverão ser comunicados oficialmente e imediatamente ao CEP/HUOL. O relatório final do projeto ou a cópia de sua publicação deverá ser encaminhado ao CEP/HUOL, após o término do estudo, conforme cronograma.

Natal, 19 de Dezembro de 2011


Karla Patrícia Cardoso Amorim
Coordenadora do CEP/HUOL

Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes - CEP/HUOL
Av. Nilo Peçanha, 620 - Petrópolis • CEP 59.012-300 • Natal/RN • Fone: (84) 3342 5003 • E-mail: cep_huol@yahoo.com.br

**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA -IPAQ
VERSÃO CURTA**

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana, **última semana**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a. Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

_____ dias por **SEMANA** () nenhum

1b. Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

_____ horas _____ minutos

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

_____ dias por **SEMANA** () nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

_____ horas _____ minutos

3a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum

3b. Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

_____ horas _____ minutos

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____ horas _____ minutos

RESULTADO:

Apêndice 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esclarecimentos

Este é um convite para a participação da pesquisa intitulada **EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO ANTES E APÓS EXERCÍCIO SOBRE AS PROPRIEDADES NEUROMUSCULARES DO MEMBRO INFERIOR**, cuja pesquisadora responsável é a Fisioterapeuta Manuele Jardim Pimentel sob orientação do Dr. Jamilson Simões Brasileiro.

Sua participação é voluntária, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade.

Essa pesquisa procura avaliar e comparar os efeitos agudos do alongamento estático, antes e após exercício sobre as propriedades neuromusculares do membro inferior.

Caso decida participar, você será submetido a procedimentos de avaliação da flexibilidade, força, tempo de resposta muscular e dor. Após estas avaliações você irá realizar exercícios de flexão de joelho semelhante ao realizado em academia.

O único risco envolvido com a participação é o cansaço durante o exercício e dor muscular por no máximo uma semana. Mas estes riscos serão minimizados através do estabelecimento de um tempo para repouso entre as séries.

Todas as informações obtidas serão sigilosas os dados pessoais não serão identificados em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os voluntários.

Se o participante tiver algum gasto que seja devido à sua participação na pesquisa, ele poderá conversar com o pesquisador sobre o possível ressarcimento.

Em qualquer momento, se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você terá direito a indenização.

Você ficará com uma cópia deste Termo e toda a dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para os pesquisadores responsáveis, no Departamento de Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN no Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000. Caixa Postal 1524 - CEP:59072-970 ou pelo telefone (84) 3342-2010

Dúvidas a respeito da ética dessa pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes da UFRN: Av. Cordeiro de Farias s/n – Petrópolis – Natal/RN – CEP: 59010-180 – Fones (84) 3342-5027 / 3342-5050.

Consentimento Livre e Esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa: **EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO ANTES E APÓS EXERCÍCIO SOBRE AS PROPRIEDADES NEUROMUSCULARES DO MEMBRO INFERIOR.**

Participante da Pesquisa



Pesquisador Responsável

Dr. Jamilson Simões Brasileiro

Pesquisador responsável: Departamento de Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN no Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000. Caixa Postal 1524 - CEP:59072-970. Telefone (84) 3342-2010

Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes da UFRN: Av. Cordeiro de Farias s/n – Petrópolis – Natal/RN – CEP: 59010-180 – Fones (84) 3342-5027 / 3342-5050.

Apêndice 2



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

FICHA DE AVALIAÇÃO

Nº _____

Data da avaliação: ___/___/2012

Cor do Grupo: _____

Nome: _____

CPF _____ Data de Nasc.: ___/___/___

Telefone: _____ e-mail: _____

Peso: _____ kg Altura: _____ m Idade: _____

Atividade Física: () Não () Sim Modalidade: _____ Frequência: _____

IPAQ: _____ (Preenchido pelo Pesquisador)

Membro Inferior Dominante: () Esquerdo () Direito

Faz uso de algum medicamento? () Não () Sim Gravidez: () Não ()

Sim Hipertensão: () Não () Sim

História de lesão, trauma ou doença no membro inferior dominante nos últimos 6 meses? () Não () Sim

Presença de dor na articulação do joelho ou em alguma parte do corpo, neste momento? () Não () Sim Local: _____

* Nós entraremos em contato para avaliar sua escala de dor. Você prefere ser contactado por:

() email () mensagem de texto/SMS () redes sociais _____

Avaliação	Pré	ADM^º	Pós	ADM^º
ADM	Inicial 1		Final 1	
	Inicial 2		Final 2:	

Avaliação	Pré	Pós 0h	Pós 24h	Pós 48h	Pós 72h
EVA					

Avaliação	Tempo Pré	Tempo Pós
On Set IT	BF:	BF:
	ST:	ST:

Avaliação	Modo	Pré	Pós
PT/BW	Isométrico	Cont ()	_____
	Isocinético Con/Con	Cont ()	Cont ()
	Reativo Exc/Exc	Cont ()	Cont ()

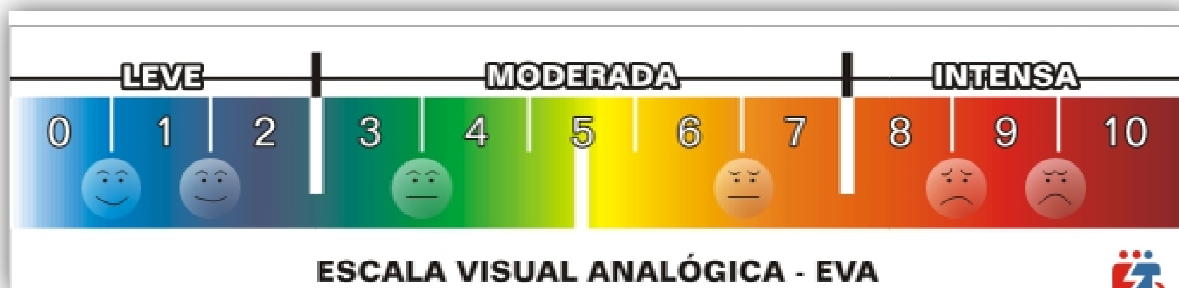
Avaliação	Modo	Pré		Pós	
		BF	ST	BF	ST
RMS (% de CVM)	Isométrico	()	()	_____	
	Con/Con	()	()	()	()
	Exc/Exc	()	()	()	()

OBS: _____

Apêndice 3

PESQUISA: EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO ANTES E APÓS EXERCÍCIO SOBRE AS PROPRIEDADES NEUROMUSCULARES DO MEMBRO INFERIOR – CCS/UFRN

FICHA DE ACOMPANHAMENTO DE AVALIAÇÃO DA SENSÇÃO DOLOROSA



Marque um “x” no número que representa seu nível de dor:

Data: _____ Horário: _____

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Data: _____ Horário: _____

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

Data: _____ Horário: _____

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

OBS: Nós iremos entrar em contato com você nas datas e horários descritos acima através da opção escolhida por você na ficha de avaliação. Este contato servirá para lembrar-lhe de preencher os dados referentes a sua escala de dor.

* Em caso de dúvidas ligar para Manuele Jardim Pimentel (pesquisadora responsável)

- Telefones (83) 8814-0221 / (84) 9917-0922

- Email: manuelejp@hotmail.com

Obrigada pela sua Participação!