

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

EFEITO DE TRÊS TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR
SOBRE O TORQUE E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA

JAILSON OLIVEIRA FERREIRA

Natal - RN

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Ferreira, Jailson Oliveira.

Efeito de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque e atividade eletromiográfica / Jailson Oliveira Ferreira. – Natal, RN, 2009.

88 f.

Orientador: Jamilson Simões Brasileiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

1. Alongamento muscular – Exercícios – Dissertação. 2. Flexibilidade – Dissertação. 3. Dinamômetro de força muscular – Dissertação. 4. Fisioterapia – Modalidades. I. Brasileiro, Jamilson Simões. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 615.8:61674(043.3)

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

**EFEITO DE TRÊS TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR
SOBRE O TORQUE E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA**

JAILSON OLIVEIRA FERREIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Programa de pós-graduação em Fisioterapia, para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.
Orientador: Jamilson Simões Brasileiro

Natal - RN

2009

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:
Ricardo Oliveira Guerra

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

**EFEITO DE TRÊS TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR
SOBRE O TORQUE E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro

Prof. Dr. José Jacy de Almeida Ferreira

Prof. Dr. Fernando Antônio dos Santos Vilar

Presidente – UFRN – Brasil

UFPB - Brasil

Azusa Pacific University – EUA

Aprovada em 02/04/2009

Dedicatória

*A **Deus**, que me conduziu e deu
forças para chegar até aqui.*

*À minha **família**, que me deu o apoio
necessário para vencer mais essa etapa.*

Agradecimentos

- Ao meu orientador **Prof. Jamilson Brasileiro**, pelo exemplo de professor, orientador, pesquisador e amigo. A distância João Pessoa/Natal e o pouco tempo (tanto para a ciência como para o social) não permitiram tanto contato como eu gostaria. Espero ter novas oportunidades de aproveitar para aprender não só dos conhecimentos e experiências acadêmicas, mas também da arte de relacionar-se tão harmoniosamente com todos e com cada um.
- Aos meus colegas da Turma Pioneira do Mestrado em Fisioterapia da UFRN, **Bel, Robson, Zênia, Eliete, Paulinha, Ana Carla, Luciana Mendes, Luciana Protásio, Thaisinha, Cinthia, Rafaela, Sheyla, Marize e Aline**, somos todos vencedores desde que entramos... Só nós sabemos o valor dessa conquista. Parabéns a todos nós da turma “Top de Linha”!
- Aos outros professores do programa de Mestrado em Fisioterapia da UFRN, em especial a **Ricardo Guerra** (pela paciência, disponibilidade e desprendimento para transmitir tanta experiência), **Tânia Campos** (pela simpatia e exemplo de superação), **Ana Raquel** (pelo sorriso e empenho em fazer a sua parte da melhor forma possível), **Gardênia** (pela alegria contagiante), enfim, a todos que de forma tão dedicada foram o ponto de partida da realização profissional de tantos outros futuros professores e pesquisadores.
- A **Manu**, que me entendeu e apoiou nos momentos de aperto desse mestrado, contribuiu na hora de desvendar os mistérios dos resultados da minha pesquisa, e multiplicou as minhas alegrias durante esses dois anos. Vamos comemorar, essa conquista também é sua, desde o começo!

- Aos colegas da Base de Pesquisa, tanto os do Mestrado (**Bel, Robson, Nícia e Denise**), como os da graduação. Muito obrigado pela ajuda na hora de arrumar voluntárias para a minha coleta, pelas discussões sempre tão produtivas... enfim, vocês também foram essenciais nessa conquista.
- Aos meus professores da Graduação, na UFPB, em especial **Jerônimo, Jamacy, Dório, Karen, João Batista, Márcia Delgado e Cláudia Gatto**, seus ensinamentos, exemplos de vida e principalmente a amizade e incentivo são jóias preciosas que pretendo levar para sempre.
- Aos meus colegas professores do UNIPE, em João Pessoa, especialmente a **Mariana, Ana Margarida, Kátia Simone e Rosa Camila**, que na fase mais difícil desse Mestrado foram o apoio que eu precisava para conseguir concluir essa etapa.
- Ao meu parceiro de cursos e amigo **Gean**, pela força que já vem de muitos anos e que tem tudo para continuar por muito mais.
- Aos **funcionários do Departamento de Fisioterapia**, pela prestatividade e prontidão.
- Às **voluntárias da pesquisa**, sem as quais nada disso seria possível.
- A todos que participaram direta ou indiretamente deste passo tão importante na minha vida, MUITO OBRIGADO!

Sumário

	Pág.
Dedicatória.....	v
Agradecimentos.....	vi
Lista de figuras.....	ix
Lista de tabelas.....	xi
Resumo.....	xii
Abstract.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
3.1 Efeito agudo de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque flexor do joelho.....	34
3.2 Efeito de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque e atividade eletromiográfica.....	48
4 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
5 REFERÊNCIAS.....	68
6 ANEXOS.....	75
Apêndice	

Lista de figuras

	Pág.
Figura 01. Verificação do critério de inclusão (encurtamento da musculatura posterior da coxa).....	20
Figura 02. Dinamômetro Isocinético computadorizado utilizado nesta pesquisa.....	21
Figura 03. Conversor Analógico/Digital para captação da atividade eletromiográfica.....	22
Figura 04. Eletrodos de superfície.....	23
Figura 05. Posicionamento do sujeito na cadeira.....	24
Figura 06. Posicionamento do membro inferior não-dominante.....	25
Figura 07. Posicionamento dos eletrodos para captação da atividade eletromiográfica do ST e BF.....	27
Figura 08. Manobra de alongamento.....	28
Figura 09. Posicionamento da voluntária para avaliação do torque.....	46
Figura 10. Posicionamento da voluntária para realização das manobras de alongamento.....	47
Figura 11. Representação esquemática do desenho do estudo.....	62
Figura 12. Posicionamento da voluntária para avaliação do torque.....	62

	Pág.
Figura 13. Posicionamento da voluntária para realização das manobras de alongamento.....	63

Lista de tabelas

	Pág.
Tabela 01. Médias e desvios padrões do PT flexor do joelho antes e após a intervenção.....	41
Tabela 02. PT passivo, ativo e ângulo do PT ativo pré e pós-intervenção.....	63
Tabela 03. Atividade eletromiográfica durante a avaliação do torque passivo.....	64
Tabela 04. Atividade eletromiográfica durante a avaliação do torque ativo.....	64

Resumo

OBJETIVO: Examinar os efeitos agudos provocados por três técnicas de alongamento muscular sobre os isquiotibiais (IT) quanto ao pico de torque (PT) ativo concêntrico, PT passivo e atividade eletromiográfica (EMG). **MÉTODOS:** Sessenta voluntárias (idade média \pm DP, $22,6 \pm 3$ anos), altura de $1,64 \pm 0,07$ m, e peso corporal de $58 \pm 8,6$ Kg, foram alocadas aleatoriamente em 4 grupos de 15 sujeitos: Grupo Controle (GC) – 5 minutos em repouso; Grupo Alongamento Estático (GE) – 2 x 30s; Grupo Manter-Relaxar (GMR) – 3 x 6s de contração isométrica dos IT intercaladas por 10s de alongamento dos IT; e Grupo Agonista Manter-Relaxar (GAMR) – 3 x 6s de contração isométrica do quadríceps intercaladas por 10s de alongamento dos IT. Foi realizada uma avaliação antes e após a intervenção, na qual foi verificado o PT ativo concêntrico, PT passivo e atividade EMG dos IT. A estatística inferencial foi realizada por meio de testes intra e intergrupos, atribuindo-se o nível de significância de 5%. **RESULTADOS:** Foi constatada uma redução no PT passivo do GC, acompanhada de uma redução da atividade EMG de repouso, e um aumento do PT passivo do GE e do GAMR. Não houve alteração no PT ativo concêntrico, nem alteração na atividade EMG. O GC apresentou aumento no ângulo do PT ativo, enquanto os demais grupos não apresentaram alteração. **CONCLUSÃO:** Os resultados sugerem que o alongamento de curta-duração: 1) provoca aumento agudo do torque passivo, desde que o músculo não realize contração sub-máxima; 2) não provoca alteração da atividade eletromiográfica nem do torque ativo, independente da técnica utilizada.

Palavras-chave: Flexibilidade, Exercícios de Alongamento Muscular, Dinamômetro de Força Muscular, Modalidades de Fisioterapia.

Abstract

PURPOSE: To examine the acute effects caused by three techniques for stretching the hamstrings muscle on the active concentric peak torque (PT), passive PT and electromyographic activity (EMG). **METHODS:** Sixty volunteers (mean \pm SD age, 22.6 ± 3 years), height 1.64 ± 0.07 m and body weight of 58 ± 8.6 kg, were randomly allocated into 4 groups of 15 subjects: Control Group (CG) - 5 minutes at rest, Static Stretching Group (SG) - 2 x 30s; Hold-Relax Group (HRG) - 3 x 6s of isometric contraction of hamstrings interspersed by 10s of hamstrings stretching and agonist Hold-Relax Group (AHRG) - 3 x 6s of isometric contraction of the quadriceps interspersed by 10s of hamstrings stretching. Evaluation has been conducted pre- and post-intervention, which verified the active concentric PT, passive PT EMG activity of IT. The statistical inference was performed by testing intra and inter, significance level at 5%. **RESULTS:** After intervention, there was a reduction in passive PT on CG, accompanied by a reduction of EMG activity, and an increase in passive PT on SG and AHRG. There was no change in the active concentric PT, or change in EMG activity. CG showed an increase in angle of the PT active, while the other groups showed no change. **CONCLUSION:** The results suggest that the short-term stretching: 1) causes acute increase in passive torque, since the muscle does not perform sub-maximal contraction, 2) does not change in electromyographic activity and active torque, independent of the technique.

Key words: Flexibility, Muscle Stretching Exercises, Muscle Strength Dynamometer, Physical Therapy Modalities.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Delimitação do problema

O alongamento muscular é um procedimento bastante utilizado como forma de preparar para a execução de atividades físicas nos esportes e em reabilitação. Quando o educador físico ou fisioterapeuta prescrevem o alongamento pré-exercício, os objetivos pretendidos são a melhora da *performance*, a redução do risco de lesão e o aumento da flexibilidade ou da amplitude de movimento (ADM) livre de dor^{1,2,3}. Muitos experimentos^{4,5,6,7,8} relataram ganho de ADM e *performance* muscular logo após o alongamento. No entanto, alguns trabalhos de revisão da literatura^{9,10} e diversos estudos experimentais^{4,11,12,13} sugerem que o alongamento provoca, como efeito agudo, redução na força e potência muscular, além de não prevenir lesões.

Levando-se em consideração que as propriedades viscoelásticas e neurofisiológicas da unidade músculotendínea (UMT) são potencialmente similares em populações homogêneas, seria incompreensível que a aplicação de um protocolo de alongamento, seguindo os mesmos parâmetros, possa produzir resultados opostos.

Buscando entender resultados tão controversos, alguns autores^{2,9,10} consideram que a possível explicação é a disparidade entre os materiais e procedimentos metodológicos adotados em cada pesquisa, além da qualidade questionável de muitos desses estudos.

As evidências apontam que diferentes tipos de alongamento, parâmetros como duração, repetições, intensidade, posicionamento, período e frequência, bem como o protocolo de avaliação adotado na pesquisa influenciam os resultados obtidos pela aplicação da técnica de alongamento^{4,6,9,10,11,12}.

Apesar da grande quantidade de trabalhos científicos publicados sobre o assunto, utilizando os mais variados protocolos de intervenção e avaliação, ainda existem aspectos a serem esclarecidos a fim de se prescrever, com segurança, a técnica de alongamento apropriada de acordo com o objetivo a ser alcançado.

Desta forma, o presente estudo se propõe a avaliar o efeito agudo de algumas das principais técnicas de alongamento utilizadas na área desportiva e de

reabilitação, buscando simular a forma como elas são aplicadas na prática diária, a fim de contribuir para o entendimento de aspectos neurofisiológicos e biomecânicos relacionados ao alongamento muscular.

1.2 Justificativa

O alongamento muscular é amplamente utilizado no meio esportivo^{14,15}, em academias de ginástica¹⁶, em centros de reabilitação¹⁷, dentre muitos outros ambientes. É recomendado em guias e manuais de uso profissional¹⁸ e da população geral¹⁶, sendo uma técnica indicada para o tratamento de diversas disfunções do aparelho locomotor e como procedimento a ser realizado antes e/ou após exercícios, inclusive testes de aptidão física¹⁹. No entanto, em todas estas revisões, guias e manuais, é bastante clara a pouca quantidade e qualidade dos experimentos randomizados e controlados que sirvam de evidência científica para a inclusão ou exclusão do alongamento muscular nos programas de exercícios para atletas, sedentários, crianças, jovens, adultos, idosos, saudáveis ou portadores de lesões neuromusculares.

Um estudo¹⁷ realizado nos Estados Unidos com 141 fisioterapeutas contabilizou as técnicas utilizadas em 2.598 atendimentos de pacientes com problemas cervicais, lombares e de joelho. Constatou-se que os exercícios de flexibilidade muscular foram a terceira técnica mais utilizada na fase inicial de tratamento (67,5% a 75,1% dos atendimentos), ficando atrás apenas dos exercícios multimodais (que combinavam várias propostas) e da hipertermoterapia.

Sendo assim, os profissionais que orientam atividades físicas precisam de respostas claras e confiáveis para questões como: “Deve-se alongar antes do exercício?” E em caso afirmativo: “De que forma? Com que objetivos?” E para responder a estas perguntas, é preciso entender o efeito agudo do alongamento, em suas formas de aplicação e variedade de parâmetros, na UMT.

Com relação à forma de aplicação do alongamento muscular, poucas pesquisas^{1,4,6} compararam o efeito agudo, na *performance* muscular, proporcionado pelo alongamento estático e as técnicas que utilizam os princípios da Facilitação

Neuromuscular Proprioceptiva (FNP).

Neste contexto, o presente estudo se propõe a contribuir com o conhecimento acerca dos aspectos neurofisiológicos e biomecânicos que envolvem o alongamento muscular estático, manter-relaxar e agonista-manter-relaxar.

1.3 Revisão da Literatura

Diversos estudos já foram feitos sobre o alongamento muscular. Dentre os quais, já foram comparadas as técnicas de alongamento^{1,4,6,14,20,21,22,23}, a duração, intensidade e frequência da manobra^{24,25,26,27,28,29,30}, alterações na amplitude de movimento (ADM), atividade eletromiográfica (EMG), rigidez e tensão passiva^{31,32,33,34,35}, dentre outros aspectos.

Nesta revisão de literatura serão apresentadas algumas das principais pesquisas científicas já realizadas sobre o tema, no intuito de esclarecer o estado da arte em que se encontram as discussões sobre o alongamento muscular.

1.3.1 As técnicas de alongamento muscular

Várias técnicas de alongamento muscular são apresentadas na literatura científica, dentre elas as mais estudadas são: o alongamento estático, o balístico e as técnicas que utilizam os princípios da FNP. A seguir, serão apresentados detalhes sobre cada técnica.

1.3.1.1 Alongamento estático

No alongamento estático, o músculo é conduzido lentamente até o ponto de tolerância do tecido, sem dor, e então mantido neste comprimento máximo durante um período de tempo^{36,37}. A duração de cada manobra já foi pesquisada a partir de 5 segundos²⁴, com resultado satisfatório. Quanto ao tempo total do procedimento,

trinta segundos foi o tempo considerado o mínimo necessário para se constatar seus efeitos²⁵.

O alongamento estático pode ser passivo ou ativo. No alongamento passivo, o músculo é alongado sem que haja contração voluntária por parte do indivíduo. Neste caso, a força externa pode ser aplicada pelo terapeuta¹, por um aparelho^{12,31}, ou como auto-postura²².

O alongamento estático apresenta como pontos positivos o fato de não necessitar, obrigatoriamente, de outra pessoa para executá-lo, ser de fácil execução, e exercer baixo risco de provocar lesão à unidade músculo-tendínea, sendo considerado mais seguro que o alongamento balístico³⁶. Esses fatores tornam o alongamento estático o mais comumente utilizado na prática clínica^{22,36,38,39}.

1.3.1.2 Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP)

Nas últimas décadas, técnicas de FNP foram implementadas ao alongamento muscular, e passaram a ser utilizadas na prática esportiva^{6,7,14} e em reabilitação^{1,21,28} com bons resultados no ganho de ADM^{1,14,28} e performance muscular^{4,35,40,41}. Tais técnicas foram concebidas partindo do princípio que o músculo inibido seria alongado mais facilmente¹⁶.

A fim de evitar confusão no que se trata de musculatura agonista e antagonista, esta pesquisa irá adotar a nomenclatura utilizada por Surburg e Shrader⁷, que considera o músculo que está sendo alongado como antagonista, e aquele que está sendo encurtado como agonista. Na técnica denominada “Manter-Relaxar” (MR), o músculo antagonista é conduzido à posição na qual o sujeito começa a referir desconforto, neste momento ele é solicitado a realizar uma contração isométrica, pré-alongamento, entre 3 e 10 segundos. Na técnica “Agonista Manter-Relaxar” (AMR), o músculo antagonista é conduzido à posição de alongamento, e neste momento a contração isométrica pré-alongamento é executada pelo músculo agonista. Outra técnica, chamada “Manter-Relaxar com Agonista Manter-Relaxar” (MR-AMR), combina as duas já citadas. Uma variante da técnica MR é a “Contraí-Relaxar” (CR), na qual o músculo a ser alongado realiza

uma contração concêntrica, no padrão diagonal, contra uma resistência externa, precedente ao alongamento^{7,21,27,28,42}.

As técnicas baseadas na FNP utilizam princípios neurofisiológicos para tentar potencializar o alongamento. Em sua revisão de literatura, Chalmers⁸ afirma que alguns pesquisadores consideraram que durante a técnica MR e CR, ocorre a inibição autogênica, referindo-se ao relaxamento muscular proveniente do estímulo ao Órgão Tendinoso de Golgi (OTG), evocado durante a contração voluntária, e que por via reflexa levaria ao relaxamento do músculo a ser alongado. Já na técnica AMR, o músculo agonista estimularia o fuso muscular, levando a uma inibição recíproca do músculo a ser alongado, também por via reflexa.

Bonnar et al.²⁸ compararam o tempo de contração isométrica pré-alongamento, na técnica MR aplicada aos músculos isquiotibiais, e constataram que 3 segundos, 6 segundos e 10 segundos proporcionaram o mesmo efeito agudo no ganho de ADM do joelho. Feland et al.²⁷ observaram que 20%, 60% e 100% da contração isométrica voluntária máxima pré-alongamento produzem efeitos similares no ganho de ADM em um programa de alongamento MR (3 repetições de 6 s de contração seguidos por 10 s alongamento), durante 5 dias, uma vez por dia.

Os mecanismos neurofisiológicos e biomecânicos para explicar os maiores ganhos de ADM por estas técnicas, em comparação ao alongamento estático e balístico, ainda não estão bem esclarecidos⁸. No entanto, sugere-se que a contração pré-alongamento tem efeito inibitório no reflexo H e T, além de provocar uma possível redução na resistência tecidual dos componentes viscoelásticos do músculo, e alterar a capacidade de tolerar o alongamento^{41,43}.

Como desvantagens, a literatura cita a necessidade de um terapeuta experiente para auxiliar na execução das manobras, bem como a complexidade e desconforto proporcionado por estas técnicas^{36,37,38}.

1.3.2 O efeito do alongamento muscular na ADM

O alongamento muscular tem efeito agudo e crônico no aumento da ADM. O

efeito agudo refere-se ao aumento da ADM observado nos segundos e minutos após a aplicação da técnica, enquanto o efeito crônico é observado horas após o alongamento.

Como efeito agudo, Marek et al.¹ constataram aumento da ADM passiva e ativa do joelho após uma sessão de alongamento muscular do quadríceps, seja Estático (1,8°) ou MR (1,6°). Spernoga et al.⁴⁰ verificaram que 5 repetições do alongamento MR nos isquiotibiais (7 segundos de contração seguidos por 7 segundos de alongamento) produziram um aumento da ADM que durou 6 minutos, após a realização das manobras. Mitchell et al.⁴¹ observaram que 4 repetições do alongamento MR nos isquiotibiais (6 segundos de contração seguidos por 10 segundos de alongamento) produziram um aumento de 17,36° na ADM do joelho, ao final da técnica.

Brasileiro et al.⁴⁴ realizaram o alongamento MR durante 2 semanas, 5 dias por semana, e observaram aumento de 2,6° na ADM após a primeira sessão, e de 11,1° no dia após a 10ª sessão. Chan et al.³² realizaram alongamento estático dos isquiotibiais em dois grupos experimentais, durante 4 e 8 semanas, 3 dias por semana, e constataram aumento de, respectivamente, 8,9° e 11,2° na ADM do joelho ao final do programa. Gama et al.²⁹ realizaram alongamento MR dos isquiotibiais durante 2 semanas, 5 dias por semana, e constataram que ao final do décimo dia, houve aumento entre 12,3° e 16,9° na ADM do joelho, dependendo da quantidade de manobras efetuadas por dia. Bandy et al.³⁶ estudaram a duração do alongamento estático, e observaram que os grupos submetidos a 30 e 60 segundos obtiveram ganhos na ADM, em um programa de 6 semanas, 5 vezes por semana, no entanto este aumento não foi observado no grupo submetido a alongamento de 15 segundos. Harvey et al.² realizaram uma revisão sistemática, e concluíram que as evidências sugerem que o alongamento produz aumento na ADM que persiste por um ou mais dias após a cessação do tratamento em pessoas sem contraturas clínicas importantes.

A literatura científica apresenta poucos estudos como o de Osternig et al.⁴², que comparam o efeito agudo produzido pelas diferentes técnicas de alongamento muscular sobre a ADM. Nesse estudo, realizado nos músculos isquiotibiais de atletas de corrida, foi constatado que a técnica AMR foi responsável por um aumento

da ADM do joelho que foi 9% e 13% maior que o alongamento estático e o MR, respectivamente. Marek et al.¹ não observaram diferença no efeito agudo sobre a ADM entre o alongamento estático e o MR. Davis et al.²² constataram aumento na ADM do joelho após 4 semanas de alongamento dos isquiotibiais, 3 vezes por semana, utilizando-se o alongamento estático, o AMR ou o Auto-Alongamento, no entanto, apenas o grupo que realizou o alongamento estático obteve ganho de ADM maior que o grupo controle.

Os ganhos agudos e crônicos na ADM são atribuídos a fatores mecânicos e neurais, no entanto a participação de cada um desses mecanismos ainda não está esclarecida. A resistência ao alongamento é proporcionada por componentes contráteis - estruturas responsáveis pela contração muscular - e não-contráteis - tecido conjuntivo que circunda o músculo, chegando ao tendão, além da cápsula articular, ligamentos, e a titina^{43,45,46}.

Segundo Chalmers⁸, os primeiros estudiosos que escreveram sobre o aumento agudo e crônico na ADM proporcionado pelas técnicas de alongamento derivadas da FNP, lançaram a hipótese de que sua vantagem sobre o alongamento estático seria devido a uma inibição da atividade reflexa tônica sobre o músculo a ser alongado. Tal inibição seria produzida pelo estímulo do Órgão Tendinoso de Golgi (OTG) durante a contração do músculo a ser alongado, o que ficou conhecido como inibição autogênica; ou pela ativação do Fuso Muscular do músculo antagonista ao que será alongado, no que ficou conhecido como inibição recíproca. A visão dos pesquisadores atuais é de que tais mecanismos não explicam a vantagem das técnicas de FNP sobre o alongamento estático no ganho agudo de ADM, no entanto, sugere-se que tais vantagens são proporcionadas por outros mecanismos, tais como mudanças na capacidade de tolerar ao alongamento e mudanças nas propriedades viscoelásticas^{8,33,35,41,43}.

Gajdosik⁴⁵ sugere que o aumento imediato da ADM induzida pelo alongamento deve ser decorrente de uma resposta denominada “*creep lengthening*” (aumento no comprimento, tradução livre), que é um fenômeno bem conhecido na maioria dos tecidos biológicos, e que esse aumento no comprimento é independente do nível de atividade eletromiográfica. Além desse fator, também deve ser levado em consideração a alteração na percepção do alongamento, evidenciada à medida

que se aumenta o número de repetições dentro de uma série⁴¹. Magnusson et al.⁴⁷ citam ainda a *viscoelastic stress relaxation* (relaxamento da tensão viscoelástica, tradução livre), como uma propriedade bem conhecida pelos pesquisadores, a qual explica a redução na tensão muscular, no decorrer do tempo, durante a fase estática do alongamento. Tal redução da tensão muscular ocorre, teoricamente, sem alteração na atividade eletromiográfica, já que o músculo permanece em repouso⁴⁵.

1.3.3 O efeito do alongamento muscular no torque passivo

Os termos usados para descrever a extensibilidade passiva muscular são freqüentemente confundidas devido aos clínicos e pesquisadores utilizarem termos diferentes para descrever fenômenos similares⁴⁵. A seguir serão apresentados alguns conceitos importantes, que serão utilizados neste estudo.

Torque passivo é a medida (em N.m) que define a resistência da unidade músculo-tendínea (UMT) ao alongamento^{47,48}. Extensibilidade passiva do músculo esquelético pode ser definida como a propriedade dele ser alongado sem ativação⁴⁵. Tal conceito foi ampliado por outros autores, recebendo a denominação de *passive muscle stiffness*, traduzido por Aquino et al.³⁴ como rigidez muscular passiva, definida como a razão entre a mudança na tensão muscular por unidade de mudança no seu comprimento, quando é alongado sem a presença de atividade contrátil, enquanto que flexibilidade é definida como a capacidade do tecido muscular alongar-se, permitindo que a articulação se movimente através de toda a amplitude de movimento^{34,49}.

A Força total produzida pelo músculo é resultado da somação das forças ativas e passivas, ambas sendo influenciadas pelo comprimento do músculo⁴⁵. As forças passivas (provenientes dos componentes não-contráteis da UMT) aumentam exponencialmente à medida que o músculo é alongado até o seu comprimento máximo, enquanto que as forças ativas (provenientes da interação entre a actina e miosina presentes na célula muscular) são maiores no comprimento de repouso do músculo, sendo diminuídas à medida que o músculo é alongado ou encurtado a partir desse comprimento médio. Resistência passiva inicial é o ponto em que o

músculo, ao ser alongado passivamente, começa a apresentar resistência mensurável. É este ponto que define o Comprimento muscular inicial, que é diferente do Comprimento muscular de repouso, definido como a posição em que o músculo não apresenta resistência mensurável. Resistência passiva máxima é o ponto em que o músculo, ao ser alongado passivamente, alcança o seu Comprimento máximo. O ângulo no qual esse comprimento muscular é alcançado é chamado de amplitude de movimento articular passiva máxima (AMAPM), a qual é equivocadamente confundida com os termos “flexibilidade” e “rigidez passiva”⁴⁵.

O músculo esquelético apresenta comportamento viscoelástico. A viscosidade é dependente do tempo de alongamento aplicado, enquanto a elasticidade é dependente da carga de alongamento aplicada. É difícil separar o efeito viscoso e elástico durante o alongamento muscular em sua fase dinâmica, quando o músculo é levado ao comprimento máximo, e em sua fase estática, quando o músculo é mantido na posição de comprimento máximo⁴⁷.

Quando um músculo é alongado, à medida que o seu comprimento aumenta, energia potencial é acumulada. Esta energia é relacionada ao torque passivo, medido na dinamometria isocinética. Em um gráfico ADM/Torque Passivo, a área sob a curva ascendente (quando o músculo está sendo alongado) é maior que a área sob a curva descendente (quando o músculo está retornando ao comprimento de repouso). A diferença entre a área sob a curva ascendente e a curva descendente corresponde à energia dissipada sob forma de calor, e corresponde ao que é denominado histerese⁵⁰.

Muitos estudos que avaliaram o torque passivo registraram esta medida durante a AMAPM, sendo que a maioria destes estudos analisou o final da fase dinâmica^{32,33,34,41,50,51}, enquanto apenas um avaliou, além da fase dinâmica, a fase estática⁴⁷.

Mitchell et al.⁴¹ realizaram uma série de 4 repetições de alongamento MR nos isquiotibiais, e verificaram que houve uma redução no torque passivo quando foi comparada a primeira e a quarta repetição. Morse et al.⁵¹ realizaram uma série de 5 repetições de alongamento estático no tríceps-sural, e observaram que a AMAPM aumentou 17% e a rigidez passiva, medida entre 20° e 25° de dorsiflexão do

tornozelo, reduziu 47% após a série de alongamentos.

Kubo et al.⁵⁰ submeteram 7 sujeitos a um alongamento estático do tríceps-sural, durante 10 minutos, a um ângulo fixo de 35° para todos os sujeitos, e observaram que houve uma redução na rigidez passiva (22,9 para 20,6 N/mm) e na histerese (20,6 para 13,5%). Estes pesquisadores sugerem que o alongamento reduz a viscosidade tendínea, mas aumenta a elasticidade.

Magnusson et al.⁴⁷ analisaram os efeitos do alongamento lento dos isquiotibiais até a AMAPM (fase dinâmica) e durante a manutenção desta posição por 90s (fase estática). A AMAPM e a rigidez passiva foram menores em sujeitos encurtados do que em sujeitos não-encurtados. Na fase estática, o pico do torque passivo reduziu nos sujeitos encurtados (15,4 Nm para 10,8 Nm) e nos não-encurtados (31,6 Nm para 24,1 Nm). A Área de Secção Transversa (AST) dos isquiotibiais não diferiu entre os grupos, mas foi detectada uma correlação positiva entre a AST do ísquiotibial lateral (bíceps-femoral) e a rigidez passiva na ADM média, e uma correlação negativa com a ADM final. Os pesquisadores concluíram que sujeitos encurtados têm menor tolerância ao alongamento que sujeitos não-encurtados.

Chan et al.³² analisaram o torque passivo na AMAPM antes e após um programa de alongamento estático, realizado 3 vezes por semana, e observaram que o grupo submetido a 2 séries de 5 repetições (30s cada) durante 4 semanas teve um aumento no torque passivo, enquanto o grupo submetido a 1 série de 5 repetições (30s cada) não alterou o torque passivo. Reid e McNair³³ realizaram alongamento estático dos isquiotibiais durante 6 semanas, 5 dias na semana, uma vez por dia, 3 repetições de 30s, e observaram que ao final do programa houve um aumento de 16,1° na ADM do joelho, o qual foi acompanhado por um aumento de 41,7 Nm no seu torque passivo e 0,87 N/grau na rigidez passiva. Rees et al.³⁵ constataram, após 4 semanas de alongamento MR-AMR dos flexores plantares do tornozelo, um aumento de 7,8% na ADM acompanhado de um aumento de 8,4% no torque passivo.

Aquino et al.³⁴, observando que estudos com alongamento muscular, como alguns dos citados anteriormente, encontraram aumento da AMAPM sem a

correspondente redução no torque passivo. Sendo assim, eles conduziram um estudo que teve o objetivo de investigar a relação entre a flexibilidade e a rigidez passiva. Em sua conclusão, eles sugerem que é baixa a correlação entre a flexibilidade e a rigidez passiva, o que pode justificar a ausência de evidências na literatura de que o aumento da flexibilidade contribui na prevenção de lesões. Além disso, eles também sugerem que já que o aumento da flexibilidade não seria proveniente de uma redução da rigidez passiva, seja aguda ou crônica, tal aumento da flexibilidade poderia ser justificada por um aumento na tolerância ao alongamento muscular.

1.3.4 O efeito do alongamento muscular na atividade EMG

A análise da atividade eletromiográfica pode detectar alterações na ativação muscular decorrentes do alongamento, portanto, é uma medida que pode fornecer informações úteis a respeito dos fatores elétricos que ajudam a explicar as alterações no torque ativo e passivo induzidas pelo alongamento¹.

No músculo humano em repouso, a atividade eletromiográfica é mínima, inclusive durante o alongamento passivo em sua fase dinâmica⁴⁷. No entanto, quando o músculo se aproxima do seu comprimento máximo, ele tende a apresentar um aumento da atividade eletromiográfica involuntária em muitas, mas não em todas as pessoas^{8,31}. Este aumento detectável na atividade eletromiográfica e a sensação de dor/desconforto sentida pelo indivíduo são os parâmetros utilizados nas pesquisas atuais para identificar o comprimento máximo do músculo⁴⁵.

Osternig et al.⁴² observaram a atividade eletromiográfica durante o alongamento, e verificaram que a técnica AMR gera mais atividade eletromiográfica do que o alongamento estático e o MR, mas que apesar disso, proporcionou um ganho de ADM maior que as outras duas técnicas.

O aumento da ADM e redução do torque passivo decorrentes do alongamento estático dos músculos isquiotibiais encontrados no estudo de Magnusson et al.⁴⁸ foram acompanhados pela ausência de alteração na atividade eletromiográfica. Estes autores sugerem que o declínio na resistência induzida pelo

alongamento muscular é uma resposta de relaxamento da tensão viscoelástica. Já Gajdosik⁴⁵ explica estes efeitos agudos do alongamento muscular (aumento do comprimento muscular e do torque passivo máximo associados à ausência de alterações da atividade eletromiográfica) como sendo provocadas pelo aumento da tolerância ao alongamento, sem alterações nas propriedades viscoelásticas passivas dos músculos.

Shrier⁹, em sua revisão sistemática, encontrou que em 5 pesquisas que analisaram a atividade eletromiográfica antes e depois do alongamento, 4 encontraram uma redução desta atividade durante a avaliação do torque ativo. No entanto, não foi apresentada uma justificativa para o trabalho em que não houve a redução da atividade eletromiográfica, já que a duração do alongamento foi similar a dos outros estudos. A duração do efeito do alongamento sobre a atividade eletromiográfica foi variável.

Power et al.¹¹ submeteram 12 sujeitos a 270s de alongamento estático para cada um de 3 grupos musculares (quadríceps, flexores plantares e isquiotibiais) e analisaram a atividade eletromiográfica durante a avaliação do torque isométrico durante a Contração Voluntária Máxima (CVM). Eles encontraram uma redução no torque isométrico do quadríceps, que permaneceu por 120 minutos após o alongamento, mas não detectaram alterações significativas na atividade eletromiográfica.

Marek et al.¹ verificaram que após 120 segundos de alongamento do quadríceps, houve uma redução do Pico de Torque (PT) Ativo Concêntrico a 60°/s e a 300°/s acompanhada de uma redução da atividade eletromiográfica, tanto para o alongamento estático como para o MR.

Handel et al.⁵ analisaram o efeito sobre a flexibilidade, atividade eletromiográfica e torque concêntrico, excêntrico e isométrico, de 8 semanas de alongamento MR dos isquiotibiais e quadríceps em 16 atletas. Eles encontraram que a atividade eletromiográfica durante a CVM excêntrica é menor do que a isométrica e concêntrica; e que após o programa de alongamento, a atividade eletromiográfica durante a CVM excêntrica aumentou, mas continuou inferior à isométrica e à concêntrica, que não alteraram.

Desta forma, as evidências sugerem que a atividade eletromiográfica durante a avaliação da fase dinâmica do alongamento parece auxiliar na verificação de que o músculo apresenta-se em repouso^{8,31,47}. No entanto, este repouso não seria um fator indispensável para o aumento da flexibilidade muscular⁴². Durante a fase estática do alongamento parece não haver alteração na atividade eletromiográfica, apesar de ocorrer alteração na resistência passiva muscular⁴⁸. Algumas teorias para esse fenômeno são: a resposta de relaxamento da tensão viscoelástica, o aumento da tolerância ao alongamento^{41,45}, e o aumento no comprimento do músculo⁴⁵. Quando relaciona-se a atividade eletromiográfica ao torque ativo, observa-se que o efeito a curto prazo, na maioria dos estudos, é de redução ou não-alteração da atividade eletromiográfica⁹, no entanto, os efeitos a longo prazo parecem ser de manutenção ou aumento do nível de atividade eletromiográfica, particularmente quando se trata de exercícios de contração excêntrica⁵.

1.3.5 O efeito do alongamento muscular na performance

O alongamento muscular pode provocar efeitos a curto e longo prazo sobre a performance muscular, no que diz respeito ao torque ativo, saltos e corrida. A seguir serão apresentados alguns experimentos e revisões de literatura sobre o assunto.

Shrier⁹ inicia sua revisão sistemática supondo que se o alongamento diminui a rigidez muscular, menos energia será necessária para mover um membro, dessa forma, a força/velocidade poderiam ser aumentadas; por outro lado, a redução da rigidez também diminui a capacidade de armazenar energia, o que pode levar a um maior requerimento energético.

Fowles et al.¹² submeteram 10 sujeitos a 30 minutos de alongamento estático dos flexores plantares e observaram uma redução imediata (28%) do torque durante a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) que permaneceu após 1h (9%) após cessado o alongamento, e associaram este resultado a um déficit na ativação e força contrátil principalmente nos primeiros minutos após o alongamento,

já que nesta fase também foi detectada uma redução na atividade eletromiográfica. Power et al.¹¹ submeteram 12 sujeitos a 270s de alongamento estático para cada um de 3 grupos musculares (quadríceps, flexores plantares e isquiotibiais) e encontraram uma redução (9,5%) no torque do quadríceps durante a CIVM, que permaneceu por 120 minutos após o alongamento, mas não detectaram alterações na performance do *vertical jump test* (salto vertical concêntrico, partindo de uma posição com joelho a 90°, sem fase excêntrica) e nem do *drop jump test*. Marek et al.¹ observaram que após 120s de alongamento do quadríceps, houve uma redução do PT Ativo Concêntrico (2,8%) e Potência Muscular (4%) a 60°/s e a 300°/s acompanhada de uma redução da atividade eletromiográfica, tanto para o alongamento estático como para o MR.

Ao observar que a duração do alongamento influencia diretamente a força, Ryan et al.³⁰ conduziram um estudo no qual foram submetidos 13 voluntários a diferentes durações (2, 4 e 8 minutos) de alongamento estático dos flexores plantares, e observaram o PT isométrico, atividade eletromiográfica e ADM do tornozelo em diferentes tempos após o alongamento (imediate, 10, 20 e 30 minutos). Eles observaram que o PT isométrico diminuiu imediatamente após todas as condições, assim como também houve um aumento da ADM de dorsiflexão do tornozelo, mas esses valores retornaram à linha de base a partir dos 10 minutos após o alongamento. A atividade eletromiográfica permaneceu inalterada em todas as condições.

A maioria dos estudos que analisaram o efeito agudo do alongamento sobre a performance do salto, observaram a sua redução ou a ausência de alterações significativas. Young et al.⁴ submeteram 14 sujeitos a 45s de alongamento estático e MR do quadríceps e observaram que não houve alteração no *squat jump test* (salto vertical com uma barra de 10 Kg nos ombros), mas houve redução da performance no *drop jump test* (salto de um degrau de 30cm) após o alongamento estático, a sugestão dos pesquisadores para tal resultado foi de que pode ter havido uma redução da força excêntrica induzida pelo alongamento estático. Church et al.²⁰ compararam o efeito das técnicas de alongamento precedendo o *vertical jump test* e encontraram que o alongamento estático não alterou a performance, mas o alongamento MR reduziu a altura do salto.

Shrier⁹ verificou que dos cinco artigos científicos que analisaram os efeitos agudos do alongamento sobre a velocidade da corrida, apenas dois apresentaram qualidade metodológica satisfatória, no entanto, eles apresentaram resultados controversos. Nelson et al.⁵² submeteram 16 atletas profissionais a 30s de alongamento estático e observaram que houve um aumento no tempo (aproximadamente 0,4s) em uma corrida de 20m. Little et al. (2006) submeteram 18 jogadores de futebol profissionais a 60s de alongamento estático (2 repetições de 30s) ou dinâmico (30 repetições de 2s) e observaram que houve uma melhor performance dos grupos submetidos ao alongamento do que o grupo controle na corrida de 10m e na de 20m, com vantagem para o alongamento dinâmico.

Existem poucos trabalhos na literatura científica que analisaram os efeitos crônicos do alongamento sobre a performance muscular.

Handel et al.⁵ analisaram o efeito sobre a flexibilidade, atividade eletromiográfica e torque concêntrico, excêntrico e isométrico, de 8 semanas de alongamento MR dos isquiotibiais e quadríceps em 16 atletas. Eles encontraram aumentos no torque concêntrico, excêntrico e isométrico, sendo que os efeitos mais evidentes foram encontrados sob condições de carga excêntrica.

Batista et al.⁵³ avaliaram os efeitos crônicos de um programa de alongamento estático ativo excêntrico dos músculos flexores do joelho durante 4 semanas, 2 dias por semana, sendo 7 repetições de um minuto. Foram avaliados a ADM de extensão do joelho, o torque flexor e extensor ativo concêntrico e excêntrico a 30°/s e 60°/s. Houve aumento da ADM, e do torque flexor e extensor nas 2 velocidades angulares, sugerindo que um programa de alongamento promove melhora da flexibilidade e da performance muscular.

Os estudos sugerem que a duração do alongamento influencia diretamente a força muscular. Uma duração igual ou superior a 2 minutos provoca uma redução no torque ativo durante a CVM³⁰, e esse efeito deletério pode se prolongar até 1 hora após a cessação do alongamento¹². Sobre a performance do salto e da corrida, a literatura científica não apresenta consenso sobre os efeitos agudos do alongamento^{9,10}. Quanto aos efeitos crônicos, os poucos trabalhos que avaliaram programas de alongamento obtiveram resultados positivos no que diz respeito à

força e performance do salto^{5,53}.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Comparar os efeitos agudos entre três técnicas de alongamento muscular (estático, manter-relaxar e agonista-manter-relaxar) sobre o torque passivo, o torque ativo e a atividade eletromiográfica em indivíduos jovens e saudáveis.

1.4.2 Objetivos específicos

- Verificar se existe diferença antes/depois da aplicação de três técnicas de alongamento muscular no PT passivo, PT ativo, ângulo do PT ativo e atividade eletromiográfica, em comparação ao grupo controle e aos valores iniciais de cada grupo experimental;
- Identificar se existem diferenças entre os grupos experimentais quanto ao PT passivo, PT ativo, ângulo do PT ativo e atividade eletromiográfica.

1.5 Hipóteses

H0: As técnicas de alongamento muscular não provocam alterações agudas no PT ativo, ângulo do PT ativo, PT passivo e/ou atividade eletromiográfica.

H1: As técnicas de alongamento muscular provocam alterações agudas no PT ativo, ângulo do PT ativo, PT passivo e/ou atividade eletromiográfica, podendo haver diferenças entre as técnicas aplicadas e/ou entre elas e a condição controle.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa foi configurada como um estudo clínico experimental, controlado, randomizado, transversal. As variáveis independentes foram o tempo (antes e depois da intervenção) e os grupos experimentais (Grupo Controle - GC, Grupo Alongamento Estático - GE, Grupo Alongamento Manter-Relaxar – GMR, e Grupo Alongamento Agonista Manter-Relaxar - GAMR). As variáveis dependentes foram o Pico de Torque Passivo, Pico de Torque Ativo, Ângulo do Pico de Torque Ativo, Atividade Eletromiográfica do Bíceps-Femoral (BF) e do Semitendíneo (ST).

2.2 Amostra

O presente estudo foi desenvolvido com uma amostra de conveniência, na qual foram selecionados sessenta indivíduos saudáveis do sexo feminino, com idade de $22,6 \pm 3$ anos (GC: $23,6 \pm 3,7$ anos; GE: $22,6 \pm 3,1$ anos; GMR: $22,2 \pm 2,8$ anos; GAMR: $21,8 \pm 2,5$ anos), altura de $1,64 \pm 0,07$ m (GC: $1,65 \pm 0,04$ m; GE: $1,61 \pm 0,07$ m; GMR: $1,68 \pm 0,07$ m; GAMR: $1,65 \pm 0,08$ m), e peso corporal de $58 \pm 8,6$ Kg (GC: $57 \pm 5,9$ Kg; GE: $57,7 \pm 10,9$ Kg; GMR: $58,7 \pm 5,9$ Kg; GAMR: $58,7 \pm 11,1$ Kg). Todas aceitaram participar voluntariamente da pesquisa, tendo assinado o TCLE (APÊNDICE 1). O presente estudo está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN, Parecer 181/08 (ANEXO 1).

Todos os sujeitos da pesquisa deveriam apresentar encurtamento dos isquiotibiais (IT), caracterizado pelo déficit mínimo de 20° de extensão do joelho com o quadril a 90° (considerando zero a extensão completa do joelho)⁶. O quadril do membro contralateral foi estabilizado em posição neutra nos três planos de movimento. Tal medida foi utilizada apenas para identificar a existência ou não do encurtamento muscular, a qual consistiu em um dos critérios de inclusão na amostra. Utilizou-se um goniômetro universal, e a estabilização do membro contralateral foi mantida por um terceiro pesquisador (Figura 01). Todos os sujeitos referiram ausência de patologias ou seqüelas músculo-tendinosas e articulares nos membros inferiores nos últimos 6 meses, e relataram não estar fazendo uso de medicação que tivesse efeito direto ou indireto na musculatura esquelética ou nas

articulações.

A escolha por compor a amostra exclusivamente por sujeitos do sexo feminino foi com o objetivo de torná-la mais homogênea, visto que foram constatadas diferenças na rigidez passiva e ativa entre homens e mulheres⁴⁹. Uma voluntária foi excluída da amostra por não ter executado corretamente o protocolo de avaliação, tendo sido substituída.



Figura 01 – Verificação do ângulo extensor do joelho como critério de inclusão (encurtamento dos IT).

2.2.1. Alocação dos grupos

A alocação dos sujeitos foi aleatória e individual, por meio de sorteio, nos seguintes grupos experimentais:

- Grupo Controle (GC) (n=15),
- Grupo Alongamento Estático (GE) (n=15),
- Grupo Manter-Relaxar (GMR) (n=15),
- Grupo Agonista Manter-Relaxar (GAMR) (n=15).

2.3 Instrumentos

2.3.1. Dinamômetro Isocinético

Para a avaliação do torque foi utilizado um Dinamômetro Isocinético Computadorizado (*Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Biomedical System Inc, New York, USA*) do Laboratório de Plasticidade Muscular, Departamento de Fisioterapia, UFRN. O equipamento consiste essencialmente de uma cadeira, uma unidade de recepção de força conectada a um braço de alavanca e de uma unidade de controle, cujo monitor oferece *feedback* visual ao sujeito durante a execução dos testes (Figura 02).

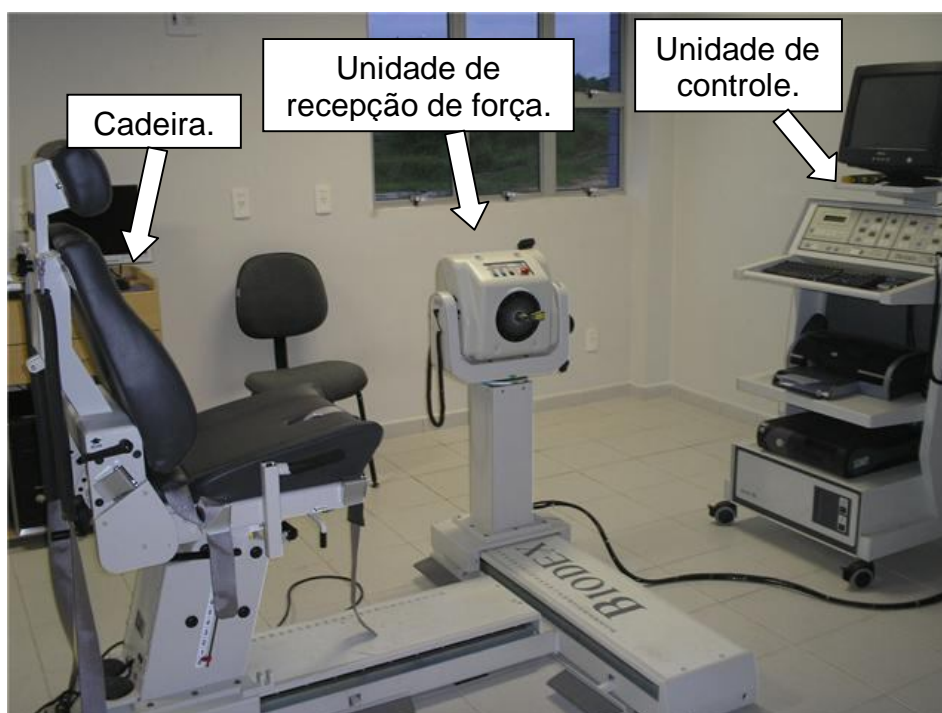


Figura 02 – Dinamômetro Isocinético computadorizado utilizado nesta pesquisa.

2.3.2. Equipamento de Eletromiografia

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 03).

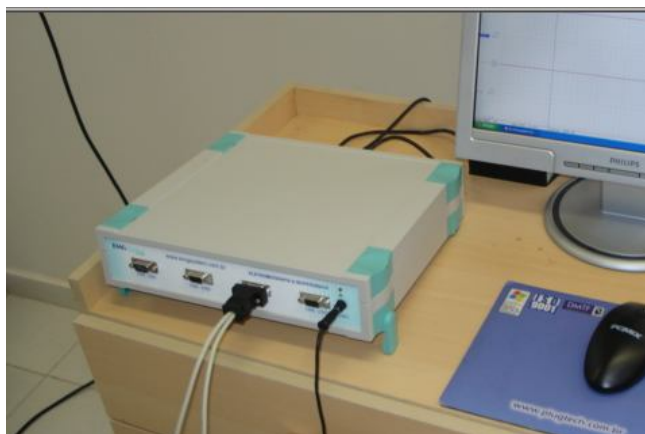


Figura 03 – Conversor Analógico/Digital para captação da atividade eletromiográfica.

Para aquisição e análise dos dados, foi utilizado o programa *Windaq*, versão 3.11 (*DataQ Instruments, Ohio, USA*). Os sinais foram captados numa frequência de aquisição de 1000 Hz e filtrados numa frequência entre 20 e 500 Hz, conforme proposto por Deluca⁵⁴.

Os sinais foram captados por meio de eletrodos de superfície ativos diferenciais simples (*EMG-System, Brasil*), formado 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 de 1 cm (Figura 04). 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. Como o ganho programado no conversor A/D foi de 50 vezes, o sinal foi amplificado 1000 vezes. Uma placa de aço inoxidável, acoplada a uma presilha apropriada para fixação acima dos maléolos, foi utilizada como eletrodo de referência.



Figura 04 – Eletrodos de superfície.

2.4 Procedimentos de coleta de dados

Após tomarem conhecimento dos procedimentos a serem realizados na pesquisa, os sujeitos assinaram o TCLE e foram analisados quanto aos critérios de inclusão na pesquisa. Apenas o membro inferior não-dominante foi escolhido para ser submetido à avaliação e intervenção, tendo sido identificado como sendo o membro inferior contralateral àquele preferido pelo sujeito para chutar uma bola¹. Cada sujeito sorteou o grupo ao qual faria parte, e em seguida foi submetido a uma avaliação inicial, que envolveu a análise do Torque Passivo e Ativo do joelho por meio da Dinamometria Isocinética), e da atividade eletromiográfica dos músculos isquiotibiais durante avaliação do Torque Passivo e Ativo (por meio da Eletromiografia de Superfície). A avaliação final foi realizada de forma idêntica à inicial.

2.4.1 Protocolo de avaliação

2.4.1.1 Dinamometria isocinética

O Torque Passivo e o Torque Ativo dos músculos IT durante a flexo-extensão do joelho foram captados e registrados por meio da Dinamometria

Isocinética.

Cada sujeito foi posicionado e afixado na cadeira, com cintas em X na altura do tórax, uma cinta em torno da cintura pélvica, uma sobre o terço distal da coxa e uma no terço distal da perna, de forma a deixar livre os movimentos do tornozelo (Figura 05). O joelho do membro inferior não-dominante foi posicionado de modo que o epicôndilo lateral do fêmur estivesse alinhado com o eixo de rotação do braço de alavanca do dinamômetro (Figura 06). Todos estes ajustes seguiram recomendações preconizadas por Dvir⁵⁵.

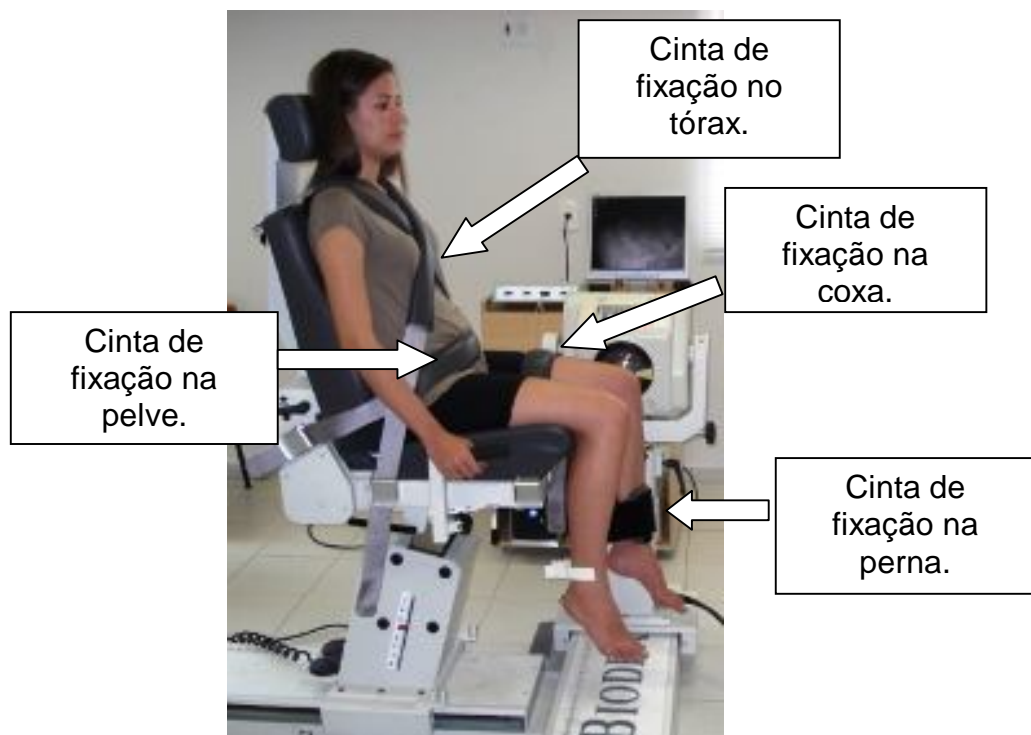


Figura 05 – Posicionamento do sujeito na cadeira.



Figura 06 – Posicionamento do membro inferior não-dominante.

Para a captação do torque passivo, cada voluntária foi orientada a permanecer em repouso enquanto o braço do aparelho realizava uma extensão passiva do seu joelho, partindo de 90° de flexão até a extensão completa, a uma velocidade angular de 2°/s, retornando a posição inicial logo em seguida, na mesma velocidade.

Em seguida, o sujeito executou três flexo-extensões do joelho no dinamômetro, para que se familiarizasse com o aparelho e o avaliador considerasse que o sujeito estava devidamente consciente de como deve proceder durante a execução do teste seguinte. Para captação do torque ativo, o sujeito foi orientado a realizar uma série de cinco repetições ininterruptas de extensão e flexão do joelho, de 90° de flexão até a extensão completa, utilizando a sua capacidade máxima de contração muscular, tanto na extensão quanto na flexão, a uma velocidade angular constante de 60°/s.

O comando verbal foi dado ao sujeito apenas para dar início ao teste, e foi executado pelo mesmo avaliador em todos os testes. O comando verbal foi: “Prepara, vai!” Cada sujeito foi orientado que ao ser dado o comando “Prepara”, deveria ficar atento; e ao ser dado o comando “Vai!”, deveria iniciar o teste com uma extensão do joelho utilizando sua força máxima até o limite do movimento, seguida imediatamente por uma flexão do joelho também com força máxima até os 90° de flexão, e repetir mais quatro vezes este ciclo até que o computador emitisse o sinal sonoro e visual indicando que as cinco repetições foram concluídas.

Nos grupos submetidos ao alongamento, após a execução da Avaliação Inicial, os pesquisadores retiraram as cintas e os eletrodos dos sujeitos e estes foram orientados a sair da cadeira e deitar-se em um colchonete, em decúbito dorsal para a execução do alongamento, de acordo com o grupo.

2.4.1.2 Eletromiografia

A atividade eletromiográfica dos músculos BF e ST foi captada por meio da Eletromiografia de Superfície durante a avaliação do Torque Passivo e do Torque Ativo.

Para colocação dos eletrodos, os sujeitos se posicionaram em decúbito ventral sobre um colchonete, com os joelhos semiflexionados e as pernas apoiadas sobre um encosto. A região de aplicação dos eletrodos foi devidamente tricatomizada e friccionada com álcool. Em seguida, os eletrodos de superfície foram posicionados sobre os músculos BF e ST, seguindo-se as recomendações do Projeto *SENIAM* (European Union - *Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles*)⁵⁶.

Para o ST, o eletrodo foi posicionado a 50% da distância na linha entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo medial da tíbia. Para o BF, o eletrodo foi posicionado a 50% da distância na linha entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tíbia (Figura 07). As superfícies de detecção foram mantidas perpendicularmente ao sentido das fibras, conforme preconizado por DeLuca⁵⁴. O eletrodo de referência foi posicionado acima do maléolo lateral contralateral.

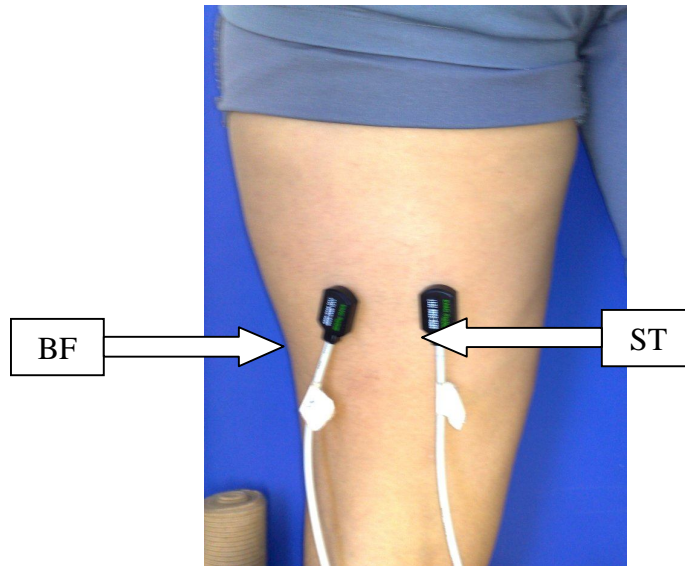


Figura 07 – Posicionamento dos eletrodos para captação da atividade eletromiográfica do ST e BF.

Os eletrodos foram fixados à pele com uma faixa elástica, para garantir a estabilidade. Cuidados também foram dados aos cabos, para que não fossem deslocados durante o movimento de levantar-se do colchonete e sentar-se na cadeira do dinamômetro.

Durante a avaliação do torque passivo, a atividade eletromiográfica dos músculos supracitados foi captada durante os 45 segundos em que o joelho da voluntária realizou o movimento de extensão passiva dos 90° de flexão até a extensão completa a uma velocidade de 2°/s. Para fins de análise estatística, foi registrada o valor da *root mean square* (RMS) (em μV) dos primeiros 5 segundos e dos últimos 5 segundos, para cada músculo. A partir destes dados, foi calculada a diferença, em μV .

Durante a avaliação do torque ativo, a atividade eletromiográfica do BF e ST foram captadas e registradas simultaneamente às flexões voluntárias máximas do joelho a 60°/s. Para fins de análise estatística, foi registrado o valor da RMS durante 1,5s de cada flexão do joelho.

2.4.2. Protocolo de intervenção

Os grupos experimentais (exceto o grupo controle) foram submetidos a 1 (uma) sessão de alongamento. A duração e frequência das manobras adotadas neste protocolo procuraram seguir o que é feito atualmente na prática clínica e desportiva, levando também em consideração o que é recomendado pela literatura científica.

Todas as manobras de alongamento foram realizadas pelo mesmo pesquisador, que realizou o procedimento de alongamento levando o membro inferior não-dominante à flexão do quadril com o joelho em extensão, deixando o tornozelo livre. Os sujeitos foram orientados a falar e/ou avisar com um sinal quando o ponto de desconforto fosse alcançado. O membro não-dominante foi mantido em posição neutra por outro pesquisador durante a manobra (Figura 08).



Figura 08 – Manobra de alongamento.

Os sujeitos do GC, após a execução da Avaliação inicial, permaneceram na cadeira do Dinamômetro durante 5 minutos, quando foram submetidos à Avaliação

final. Durante estudo-piloto foi observado que cinco minutos foi o tempo médio gasto do final da Avaliação Inicial ao início da Avaliação Final nos grupos submetidos ao alongamento.

No GE, os sujeitos foram orientados a se manterem relaxados durante toda a execução da manobra de alongamento, que teve duração de 30 segundos. O intervalo entre as duas manobras de alongamento foi de 30 segundos.

No GMR e no GAMR, os sujeitos foram orientados a obedecer aos seguintes comandos verbais: “Contraí!” e “Relaxa!”. Estes comandos foram dados pelo pesquisador que aplicava o alongamento. As contrações musculares foram orientadas para serem realizadas de forma sub-máxima durante seis segundos, enquanto a duração do relaxamento foi de 10 segundos, durante os quais foi aplicado o alongamento pelo pesquisador. A manobra iniciava com o pesquisador conduzindo o membro inferior não-dominante à posição de alongamento, neste momento era dado o primeiro comando verbal: “Contraí!”

Para o GMR, os sujeitos foram orientados, após o comando “contraí!”, a tentar flexionar o joelho e estender o quadril contra a resistência manual do pesquisador, de modo que não era realizado o movimento articular, configurando-se uma contração isométrica. E para o GAMR, os sujeitos foram orientados, após o comando “contraí!”, a tentar aumentar a flexão do quadril e estender o joelho, no entanto, por já estarem em posição de alongamento da musculatura posterior da coxa, a contração realizada foi do tipo isométrica.

Os protocolos de intervenção em cada grupo foram executados da seguinte forma:

Grupo Controle (GC):	Nenhuma intervenção. Cinco minutos em repouso na cadeira do Dinamômetro Isocinético.
Grupo Alongamento Estático (GE):	2 x 30s de alongamento, intercalados com 30s de repouso.
Grupo Manter-relaxar (GMR):	3 x 6s (contração dos ísquio-tibiais) / 10s intervalo (relaxamento + alongamento).

Grupo Agonista Manter-Relaxar (GAMR):	3 x 6s (contração do quadríceps + alongamento) / 10s intervalo (relaxamento + alongamento).
---	---

Sendo assim, cada indivíduo da amostra, independente do grupo experimental foi submetido à seguinte seqüência de eventos:

Seleção, Identificação e alocação do grupo	<ul style="list-style-type: none"> - Breve explicação sobre os procedimentos da pesquisa e assinatura do TCLE; - Verificação da compatibilidade com os critérios de inclusão; - Identificação do membro inferior não-dominante; - Sorteio do grupo.
Preparação para coleta	<ul style="list-style-type: none"> - Demarcação do local de aplicação dos eletrodos; - Tricotomia e limpeza do local de aplicação dos eletrodos; - Colocação dos eletrodos.
Avaliação Inicial	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação do Torque Passivo (Dinamômetro); - Avaliação do Torque Ativo (Dinamômetro); <p>Obs.: durante estes procedimentos foi captado o sinal eletromiográfico.</p>
Intervenção	<ul style="list-style-type: none"> - Retirada dos eletrodos; - Alongamento (de acordo com o grupo); - Reposicionamento e fixação dos eletrodos.
Avaliação Final	<ul style="list-style-type: none"> - Idêntica a Avaliação Inicial.

2.4.3. Procedimentos estatísticos

Para a estatística inferencial utilizou-se o teste de Levene para verificar a homogeneidade de variâncias entre os grupos, na Avaliação Inicial, e em seguida o teste Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade dos dados. Foi utilizado o teste t pareado em dois momentos: para verificar se houve diferença entre a atividade eletromiográfica durante o torque passivo entre os primeiros cinco e os últimos cinco segundos de extensão passiva do joelho; e para verificar se houve alteração intra-grupo após a intervenção, em cada variável. O teste Anova One-Way foi aplicado para verificar se houveram diferenças entre os grupos experimentais na segunda avaliação. Foi utilizado o *software* SPSS 15.0 (*Statistical Package for the Social Science*) atribuindo-se o nível de significância de 5%.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões a respeito dos achados desse estudo estão dispostos em dois artigos que serão formatados de acordo com as normas de publicação de revistas indexadas.

O primeiro artigo intitulado: “EFEITO AGUDO DE TRÊS TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR SOBRE O TORQUE FLEXOR DO JOELHO” foi submetido a **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** (ANEXO 2) de acordo com suas normas de publicação (ANEXO 3).

O segundo artigo tem o título: “EFEITO DE TRÊS TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR SOBRE O TORQUE E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA” será enviado para submissão à “**Medicine and Science in Sports and Exercise**” em conforme com as normas de publicação da mesma.

Efeito agudo de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque flexor do joelho

Jailson Oliveira Ferreira, Maria Isabel de Noronha Neta, Nícia Farias Braga,
Jamilson Simões Brasileiro

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal – RN.

Endereço para correspondência:

Jamilson Simões Brasileiro

Av. Jaguarari, 5250. BL A, Apt 801, Candelária – CEP: 59.064-500 – Natal – RN.

Email: brasileiro@ufrnet.br

RESUMO:

Introdução: Exercícios de alongamento são comumente usados precedendo a realização de atividades físicas, no entanto, pesquisas recentes têm sugerido uma redução da força muscular pós-alongamento. **Objetivo:** Analisar o efeito agudo de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque flexor do joelho, produzido pelos músculos isquiotibiais. **Métodos:** Sessenta mulheres jovens, saudáveis, idade média de $22,5 \pm 3$ anos, com encurtamento clínico dos isquiotibiais, foram alocadas aleatoriamente em 4 grupos: controle, alongamento estático, manter-relaxar, e agonista-manter-relaxar. Todas foram submetidas a um protocolo de avaliação no qual realizaram 5 contrações concêntricas máximas de flexão/extensão do joelho a $60^\circ/s$ antes e após a aplicação do respectivo alongamento, o qual teve duração média de um minuto. O grupo controle permaneceu 5 minutos em repouso. Os dados foram analisados estatisticamente e o nível de significância foi atribuído em 5%. **Resultados:** Não foi identificada diferença entre os grupos antes nem depois da intervenção. Não houve diferença intragrupo após a intervenção. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o alongamento da musculatura posterior da coxa, com duração média de um minuto, não provoca modificações imediatas no torque flexor do joelho.

Palavras-chave: Exercícios de Alongamento Muscular, Dinamômetro de Força Muscular, Modalidades de Fisioterapia

ABSTRACT:

Introduction: Stretching exercises are commonly used prior to physical activities, however, recent researchs have suggested reduction of muscle strength post-stretching. **Objective:** To analyze the acute effect of three techniques of muscle stretching on knee-flexion torque produced by hamstrings. **Methods:** Sixty healthy women, mean age 22.5 ± 3 years, with clinical tight hamstrings, were randomly distributed into 4 groups: control, static stretching, hold-relax, and agonist-hold-relax. All participants were submitted to evaluation protocol in which performed 5 maximal concentric contractions of knee flexion/extension at $60^\circ/s$ before and after the respective stretching technique, which had mean duration about one minute. The control group remained at rest 5 minutes. The data were statistically analyzed and the level of significance set at 5%. **Results:** No difference was detected between groups before or after the intervention. There was no intragroup difference after the intervention. **Conclusion:** The results suggest that the posterior thigh muscles stretching, with mean duration of one minute, does not cause immediate changes in the knee flexion torque.

Keywords: Muscle Stretching Exercises, Muscle Strength Dynamometer, Physical Therapy Modalities

INTRODUÇÃO

O alongamento muscular é amplamente utilizado no meio esportivo⁽¹⁻²⁾, em academias de ginástica⁽³⁾, em centros de reabilitação⁽⁴⁾, dentre muitos outros ambientes. É recomendado em guias e manuais de uso profissional⁽⁵⁾ e da população geral⁽³⁾, sendo uma técnica indicada para o tratamento de diversas disfunções do aparelho locomotor e como procedimento a ser realizado antes e/ou após exercícios, inclusive testes de aptidão física⁽⁶⁾.

Um estudo⁽⁴⁾ realizado nos Estados Unidos com 141 fisioterapeutas contabilizou as técnicas utilizadas em 2.598 atendimentos de pacientes com problemas cervicais, lombares e de joelho. Constatou-se que os exercícios de flexibilidade muscular foram a terceira técnica mais utilizada na fase inicial de tratamento (67,5% a 75,1% dos atendimentos), ficando atrás apenas dos exercícios multimodais (que combinavam várias propostas) e da hipertermoterapia.

Estudos recentes têm sido realizados na intenção de analisar o efeito do alongamento muscular sobre o torque produzido por estes músculos. Neste sentido, Fowles *et al.*⁽⁷⁾ encontrou uma redução de 28% do torque isométrico logo após a aplicação de 30 minutos de alongamento estático nos flexores plantares do tornozelo. Power *et al.*⁽⁸⁾ encontrou redução de 9,5% no torque isométrico do quadríceps, flexores plantares e isquiotibiais após alongamento estático de 270 segundos. Marek *et al.*⁽⁹⁾ observaram que após 120 segundos de alongamento do quadríceps, houve uma redução do pico de torque (PT) Concêntrico (2,8%) e Potência Muscular (3,2%) a 60°/s e a 300°/s.

Ao observar as evidências de que a duração do alongamento influencia diretamente a força, Ryan *et al.*⁽¹⁰⁾ conduziram um estudo no qual foram avaliadas diferentes durações (2, 4 e 8 minutos) de alongamento estático dos flexores plantares, e observaram o PT isométrico em diferentes tempos após o alongamento (imediate, 10, 20 e 30 minutos). Eles observaram que o PT isométrico diminuiu imediatamente após todas as condições, mas esses valores retornaram à linha de base a partir dos 10 minutos após o alongamento.

Em sua revisão de literatura, Rubini *et al.*⁽¹¹⁾ observaram que dos 27 estudos que analisaram o efeito agudo do alongamento sobre a força, 21 identificaram que o alongamento reduz a força. A duração do alongamento utilizada nesses 21 estudos variou de dois minutos à uma hora. No entanto, foi encontrado que o alongamento não provocou alterações na força em 6 experimentos, os quais utilizaram alongamentos com duração entre 30 segundos e oito minutos.

Há ainda uma escassez de pesquisas que comparem as diferentes técnicas de alongamento empregadas pelo fisioterapeuta e educador físico. A maioria dos experimentos clínicos utiliza o alongamento estático, por várias razões⁽¹²⁾, em detrimento de técnicas derivadas da Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP). Tais técnicas foram concebidas partindo do princípio que o músculo inibido aceitaria ser mais alongado⁽¹³⁾.

Tendo em vista a relevância do assunto, bem como as dúvidas que persistem sobre o mesmo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito agudo de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque flexor concêntrico do joelho.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Plasticidade Muscular do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa desta Universidade (Parecer 181/2008).

Sujeitos

A amostra foi composta por 60 voluntárias jovens, com idade de $22,5 \pm 3$ anos, altura de $1,64 \pm 0,1$ m, e massa corporal de $58 \pm 8,6$ Kg, que obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: a) Sexo feminino (para garantir a homogeneidade da amostra); b) Idade entre 18 e 28 anos; c) Ausência de patologias ou seqüelas músculo-tendinosas e articulares nos membros inferiores e coluna vertebral nos últimos seis meses; d) Sedentarismo, caracterizado como a ausência de qualquer atividade física regular nos últimos seis meses; e) Não estar fazendo uso de qualquer medicação que tivesse efeito direto ou indireto na musculatura esquelética ou nas articulações; f) Encurtamento dos músculos isquiotibiais, caracterizado pelo déficit de, no mínimo, 20° de extensão ativa do joelho (considerando 0° como a extensão completa do joelho), com o sujeito em decúbito dorsal e o quadril (do membro avaliado) a 90° de flexão⁽¹⁴⁾ (esta medida foi feita utilizando-se um goniômetro universal).

Todos os sujeitos da pesquisa foram informados sobre todos os procedimentos a serem realizados e concordaram em participar voluntariamente da pesquisa, tendo assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A alocação dos sujeitos foi aleatória e individual, por meio de sorteio, nos seguintes grupos experimentais:

- Grupo Controle (GC) (n=15),
- Grupo Alongamento Estático (GE) (n=15),
- Grupo Manter-Relaxar (GMR) (n=15),
- Grupo Agonista Manter-Relaxar (GAMR) (n=15).

Materiais

Para a avaliação do torque isocinético foi utilizado um Dinamômetro Isocinético Computadorizado (*Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Biomedical*

System Inc, New York, USA) do Laboratório de Plasticidade Muscular, Departamento de Fisioterapia, UFRN. O equipamento consiste essencialmente de uma cadeira, uma unidade de recepção de força conectada a um braço de alavanca e de uma unidade de controle, cujo monitor oferece *feedback* visual ao sujeito durante a execução dos testes.

Procedimentos

Após tomarem conhecimento dos procedimentos a serem realizados na pesquisa e assinarem o TCLE, os sujeitos foram analisados quanto aos critérios de inclusão. Apenas o membro inferior não-dominante foi escolhido para ser submetido à avaliação e intervenção, tendo sido identificado como sendo o membro inferior contralateral àquele preferido pelo sujeito para chutar uma bola⁽⁹⁾. Cada sujeito sorteou o grupo ao qual faria parte, e em seguida foi submetido a uma avaliação inicial.

Cada sujeito foi posicionado e afixado na cadeira do dinamômetro, com cintas em X na altura do tórax, uma cinta em torno da cintura pélvica, uma sobre o terço distal da coxa e uma no terço distal da perna, de forma a deixar livre os movimentos do tornozelo (Figura 1). O joelho do membro inferior não-dominante foi posicionado de modo que o epicôndilo lateral do fêmur estivesse alinhado com o eixo de rotação do braço de alavanca do dinamômetro. Todos estes ajustes seguiram recomendações preconizadas por Dvir⁽¹⁵⁾.

(ESPAÇO PARA A FIGURA 1)

Após a acomodação do sujeito, o mesmo foi orientado a realizar três flexo-extensões do joelho no dinamômetro, sem carga, a fim de que se familiarizasse com o aparelho. Tal procedimento foi seguido por um intervalo de um minuto, durante o qual foi feita a aferição do torque gerado pelo peso da perna do sujeito, no próprio dinamômetro, com objetivo de contabilizar esse valor no momento do cálculo do torque⁽¹⁵⁾. O sujeito foi orientado a realizar uma série de cinco repetições ininterruptas de extensão e flexão do joelho, de 90° de flexão até a extensão completa, utilizando a sua capacidade máxima de contração muscular concêntrica, tanto na extensão quanto na flexão, a uma velocidade angular constante de 60°/s. O comando verbal (“Prepara, vai!”) foi dado ao sujeito apenas para dar início ao teste, que foi executado sempre pelo mesmo avaliador.

Nos grupos submetidos ao alongamento, após a execução da Avaliação Inicial, as cintas foram retiradas do sujeito e ele foi orientado deitar-se em um colchonete, em decúbito dorsal, para a execução do alongamento, de acordo com o grupo. No grupo controle, cada sujeito permaneceu sentado na cadeira do dinamômetro durante cinco minutos, e após este tempo, foi realizada a Avaliação Final.

Todas as manobras de alongamento foram realizadas pelo mesmo pesquisador, que conduziu o procedimento de alongamento levando o membro inferior não-dominante à máxima flexão do quadril com o joelho em extensão completa, deixando o tornozelo livre. Os sujeitos foram orientados a falar e/ou avisar com um sinal quando o limiar de desconforto fosse alcançado. O membro inferior dominante foi mantido em posição neutra por outro pesquisador durante a manobra (Figura 2).

(ESPAÇO PARA A FIGURA 2)

A fim de evitar confusão no que se trata de musculatura agonista e antagonista, esta pesquisa irá adotar a nomenclatura utilizada por Surburg e Shrader⁽¹⁶⁾, que considera o músculo que está sendo alongado como antagonista, e aquele que está sendo encurtado como agonista.

No GE, os sujeitos foram orientados a se manterem relaxados durante toda a execução da manobra de alongamento, bem como no intervalo. O membro inferior não-dominante foi submetido a duas manobras de alongamento, de 30 segundos cada, intercaladas por um intervalo de 30 segundos de repouso.

No GMR e no GAMR, os sujeitos foram orientados a obedecer aos seguintes comandos verbais: “Contraí!” e “Relaxa!”. Estes comandos foram dados pelo pesquisador que aplicava o alongamento. A manobra iniciava com o pesquisador conduzindo o membro inferior não-dominante à posição de alongamento, neste momento era dado o primeiro comando verbal: “Contraí!” As contrações musculares foram orientadas para serem realizadas de forma sub-máxima durante seis segundos.

Os sujeitos do GMR foram orientados a contrair os isquiotibiais, realizando uma extensão do quadril associada a uma flexão do joelho contra a resistência manual do pesquisador, de modo que não era realizado o movimento articular, configurando-se uma contração isométrica. Os sujeitos do GAMR foram orientados a

contrair o quadríceps e flexores da coxa, realizando uma flexão da coxa associada a uma extensão do joelho, no entanto, por já estar em posição de alongamento da musculatura posterior da coxa, a contração realizada foi do tipo isométrica. Ao final dos seis segundos de contração muscular, o pesquisador dava o comando “Relaxa!”, e durante 10 segundos aplicava o alongamento sobre os músculos isquiotibiais, respeitando o limiar de desconforto de cada sujeito. Este ciclo foi repetido mais duas vezes, totalizando três contrações de seis segundos seguidas por três relaxamentos/alongamentos de 10 segundos.

O tempo total de alongamento para o GE foi de 60 segundos, enquanto o GMR e o GAMR alongaram durante 48 segundos, considerando-se que durante os 18 segundos de contração muscular também ocorreu tensionamento de componentes miotendíneos.

Esses valores foram utilizados baseando-se no tempo e no número de repetições mais comumente utilizados na prática clínica e esportiva. Após o alongamento, cada sujeito foi reconduzido e fixado à cadeira do dinamômetro pelos mesmos pesquisadores. Em seguida foi realizada a Avaliação Final do torque, de forma idêntica à primeira.

Análise estatística

Na análise estatística inferencial foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade dos dados e o teste Anova *One-Way* para verificar a homogeneidade dos grupos na Avaliação Inicial. Foi utilizado o teste t pareado para verificar se houve diferença entre o PT na Avaliação Inicial e Final intragrupo. O teste Anova *One-Way* foi realizado novamente para verificar se houve diferença intergrupos na Avaliação Final. Foi utilizado o *software* SPSS® 15.0 (*Statistical Package for the Social Science*) e o nível de significância estabelecido em $p < 0,05$.

RESULTADOS

Não foi observada diferença entre os grupos quanto à idade, altura e massa corporal dos sujeitos entre os grupos.

A tabela 1 apresenta os resultados da Avaliação Inicial e Final do torque flexor do joelho. Não foi observada diferença entre os grupos quando as avaliações foram

comparadas individualmente. Também não foi constatada diferença intragrupo quando comparada a Avaliação Inicial e Final.

Tabela 1. Médias e desvios padrões do PT flexor do joelho antes e após a intervenção

Grupo	PT Inicial (Nm)	PT Final (Nm)	p
GC	50,5 ± 13,1	53,1 ± 12,2	0,06
GE	43,4 ± 12,2	43,6 ± 12,2	0,93
GMR	49,6 ± 12,1	49,2 ± 12,8	0,56
GAMR	50,6 ± 17,5	51,9 ± 19,2	0,44

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo sugerem que o alongamento dos músculos isquiotibiais, com duração de cerca de um minuto, independente da técnica utilizada, não provoca efeitos agudos no torque flexor do joelho. Tais achados corroboram com alguns experimentos prévios, e divergem de outros.

Michael *et al.*⁽¹⁷⁾ analisaram o efeito de 30 segundos de alongamento estático sobre o torque concêntrico provocado pelo quadríceps e constataram que não houve alteração logo após a manobra, e nem quando o grupo submetido ao alongamento foi comparado ao grupo controle.

Em seu estudo, Egan *et al.*⁽¹⁸⁾ realizaram alongamento estático com duração de 120 segundos nos isquiotibiais de jogadoras profissionais de basquete, e constataram que não foi produzida alteração aguda no PT flexor concêntrico do joelho a 60°/s e nem a 300°/s. No entanto, em outro experimento⁽⁹⁾, a mesma equipe de pesquisadores aplicou 120 segundos de alongamento estático e da técnica manter-relaxar sobre o quadríceps de sujeitos com nível de atividade física recreacional, e constataram que houve uma redução do PT extensor do joelho a 60°/s e 300°/s. Eles sugeriram que o efeito do alongamento muscular é dependente do nível de atividade física do sujeito, ou seja, quanto menor o nível de preparo físico, mais susceptível a sofrer os efeitos deletérios do alongamento sobre a força. No presente estudo, mesmo as voluntárias sendo sedentárias, nenhuma das

técnicas utilizadas produziu efeitos deletérios sobre a força muscular.

No experimento conduzido por Garrison *et al.*⁽¹⁹⁾ também foi constatado que o alongamento de oito minutos do quadríceps não provocou alteração no torque extensor do joelho a 60° ou a 120°/s, bem como não foi observada no grupo de jovens (19-27 anos) nem no de idosos (62-79 anos). No entanto, o teste de força foi realizado apenas 10 minutos após o término da manobra de alongamento. Na pesquisa feita por Ryan *et al.*⁽¹⁰⁾ foi observado que o efeito deletério do alongamento (com duração de dois, quatro e oito minutos) sobre o torque muscular foi encontrado imediatamente após a manobra, mas não foi mantido quando avaliado 10 minutos após a mesma. No presente estudo, a avaliação final foi realizada logo após a manobra de alongamento, sugerindo que a ausência de alteração na força muscular não foi influenciada por outros fatores, como um período de repouso, por exemplo.

Behn *et al.*⁽²⁰⁾ verificou que o alongamento estático de 135 segundos sobre o quadríceps, isquiotibiais e flexores plantares do tornozelo produziu redução aguda no torque isométrico (6,9%), a qual foi similar à condição controle (5,6%). Porém, antes da avaliação inicial foi realizado um aquecimento de cinco minutos em uma bicicleta ergométrica, e os pesquisadores observaram que este aquecimento pode ter influenciado a musculatura de maneira a facilitar a execução da avaliação inicial. No presente estudo, não foi realizado nenhum procedimento de aquecimento, sugerindo que na avaliação inicial, a musculatura não sofreu qualquer influência facilitadora ou inibidora.

Poucos experimentos^(9,21-22) compararam o efeito do alongamento estático e alguma técnica da FNP sobre o torque; em todos esses estudos foram encontrados efeito deletério do alongamento muscular sobre o PT. No entanto, ao observar o tempo de aplicação do alongamento nesses experimentos, verifica-se que Marek *et al.*⁽⁹⁾ e Rubini *et al.*⁽²¹⁾ utilizaram 120 segundos, enquanto Mello e Gomes⁽²²⁾ utilizaram uma hora. O presente estudo comparou o alongamento estático (60 segundos) a duas técnicas da FNP, a manter-relaxar (48 segundos) e a agonista manter-relaxar (48 segundos), constatando que nenhuma delas provoca redução de força muscular, quando aplicadas com a duração utilizada no presente estudo. A opção por esse tempo de aplicação reproduz os valores comumente encontrados nas manobras que antecedem às atividades físicas ou aqueles utilizados na prática fisioterápica.

Duas hipóteses vêm sendo discutidas^(7-11,18,20) a respeito das alterações sobre a força muscular induzidas pelo alongamento: 1) os fatores mecânicos, envolvendo alterações na relação comprimento-tensão, na relação força-velocidade, e/ou nas propriedades viscoelásticas da unidade musculotendínea; e 2) os fatores neurais, envolvendo a redução da ativação de unidades motoras.

Com relação aos fatores mecânicos, Fowles *et al.*⁽⁷⁾ sugerem que o alongamento induziria um aumento no comprimento de repouso dos sarcômeros, o que poderia alterar a relação comprimento-tensão, prejudicando a capacidade de produzir força. Ryan *et al.*⁽¹⁰⁾ sugerem que a complacência do músculo é inversamente proporcional à capacidade de produzir força, ou seja, a redução da força se deve a uma redução da rigidez muscular induzida pelo alongamento, e que este seria tempo-dependente.

Quanto aos fatores neurais, Fowles *et al.*⁽⁷⁾ sugeriram que o maior responsável pela redução da capacidade de produzir força, durante os 15 primeiros minutos, após cessado o alongamento de 30 minutos, foi um *deficit* na capacidade de ativação das unidades motoras identificado pela eletromiografia. Esses pesquisadores sugeriram, que tal *deficit* poderia estar relacionado a uma persistente atividade reflexa do órgão tendinoso de Golgi, um *feedback* mecanoceceptor ou nociceptor, e/ou mecanismos relacionados à fadiga.

Os achados do presente estudo viabilizam a realização das técnicas de alongamento muscular sem a preocupação de que o indivíduo, mesmo sendo sedentário, sofra uma redução temporária da força muscular. Para tanto, preconiza-se que a duração da manobra, para cada grupo muscular, seja de aproximadamente 60 segundos.

CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa sugerem que o alongamento muscular, quando realizado com uma duração de cerca de um minuto, em jovens saudáveis e sedentárias, independente da técnica utilizada, não promove alterações significativas no PT concêntrico. Sugerimos que novos estudos sejam realizados com a utilização de outras populações, tais como atletas, outras formas de contração muscular e que tempos maiores de alongamento sejam aplicados.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao CNPq e a CAPES pelo financiamento do material utilizado nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 1 STOPKA C, MORLEY K, SIDERS R, SCHUETTE J, HOUCK A, GILMET Y. Stretching techniques to improve flexibility in special olympics athletes and their coaches. *J Sports Rehabil.* 2002;11:22-34.
- 2 ABERNETHY L, BLEAKLEY C. Strategies to prevent injury in adolescent sport: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41:627-38.
- 3 POLLOCK ML, GAESSER GA, BUTCHER JD, DESPRÉS JP, DISHMAN RK, FRANKLIN BA, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:975-91.
- 4 JETTE AM, DELLITO A. Physical therapy treatment choices for musculoskeletal impairments. *Phys Ther.* 1997;77(2):145-54.
- 5 PHILADELPHIA PANEL MEMBERS, Clinical Specialty Experts: ALBRIGHT J, ALLMAN R, BONFIGLIO RP, CONILL A, DOBKIN B, GUCCIONE AA, et al. Philadelphia panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain. *Phys Ther.* 2001;81(10):1675-700.
- 6 HEYWARD, V. H. Advanced fitness assesement and exercise prescription. Champaign: Human Kinetics Books, 2006.
- 7 FOWLES JR, SALE DG, MacDOUGALL JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89:1179-88.
- 8 POWER K, BEHN D, CAHILL F, CARROLL M, YOUNG W. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(8):1389-96.
- 9 MAREK SM, KRAMER JT, FINCHER AL, MASSEY LL, DANGELMAIER SM, SUSHMITA P, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40(2):94-103.

- 10 RYAN ED, BECK TW, HERDA TJ, HULL HR, HARTMAN MJ, STOUT JR, et al. Do practical durations of stretching alter muscle strength? a dose-response study. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(8):1529-37.
- 11 RUBINI EC, COSTA ALL, GOMES PSC. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med.* 2007;37(3):213-24.
- 12 BANDY WD, IRION JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstrings muscle. *Phys Ther.* 2004;74(9):845-52.
- 13 POLLOCK ML, GAESSER GA, BUTCHER JD, DESPRÉS JP, DISHMAN RK, FRANKLIN BA, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(6):975-91.
- 14 FELAND JB, MARIN HN. Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Br J Sports Med.* 2004;38:e18.
- 15 DVIR, Z. *Isokinetics – muscle testing, interpretation, and clinical applications.* Orlando, USA: Harcourt Brace and Company; 1995.
- 16 SURBURG PR, SCHRADER JW. Proprioceptive muscular facilitation techniques in sports medicine: a reassessment. *J Athl Train.* 1997;32(1):34-9.
- 17 MICHAEL R, JEROD G, STEVEN B, BRYAN L, MATT W. The acute effects of static stretching on leg extension power: quadriceps torque production after a 30-second static stretch versus no stretch. In: 4th Annual GRASP Symposium, Wichita State University, 2008 [citado 19 fev 2009]. Anais. Disponível em <http://soar.wichita.edu/dspace/bitstream/10057/1339/1/grasp-2008-07.pdf>.
- 18 EGAN AD, CRAMER JT, MASSEY LL, MAREK SM. Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):778-82.
- 19 GARRISON TT, NELSON AG, WELSCH MA, WOOD RM. The effect of acute muscle stretching on maximal voluntary isokinetic torque production in older adults [resumo]. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(5):S178.
- 20 BEHM DG, BAMBURY A, CAHILL F, POWER K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time and movement time. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(8):1397-402.

21 RUBINI EC, PEREIRA MIR, GOMES PSC. Acute effect of static and PNF stretching on hip adductor isometric strength. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(5):S183-4.

22 MELLO ML, GOMES PSC. Acute effect of static and PNF stretching on dominant knee flexion and extension strength [abstract]. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(5):S183.

Para visualização e conferência do diagramador

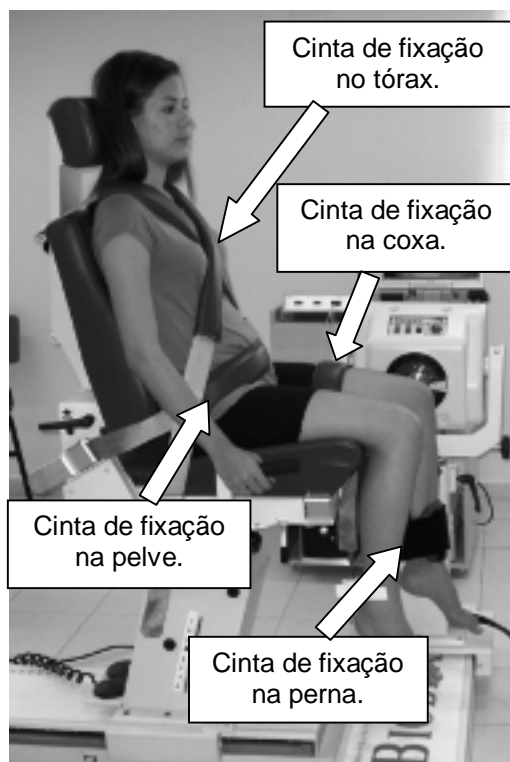


Figura 1. Posicionamento da voluntária para avaliação do torque.



Figura 2. Posicionamento da voluntária para realização das manobras de alongamento.

Efeito de três técnicas de alongamento muscular sobre o torque e a atividade eletromiográfica

Jailson Oliveira Ferreira^{a,b}, Maria Isabel de Noronha Neta^a, Nícia Farias Braga^a, Jamilson Simões Brasileiro^{a, *}

^a Laboratório de Plasticidade Muscular, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

^b Coordenação do Curso de Fisioterapia, Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ, BR 230, Água Fria, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

* Corresponding author. Tel.: +55 84 91 12 95 15; fax: +55 84 33 42 20 02

E-mail address: brasileiro@ufrnet.br

RESUMO

Background: O objetivo deste estudo foi examinar os efeitos agudos provocados por três técnicas de alongamento sobre os músculos isquiotibiais.

Métodos: Sessenta voluntárias com idade média 22,6 anos foram alocadas aleatoriamente em 4 grupos de 15 sujeitos: Grupo Controle (GC), Grupo Alongamento Estático (GE), Grupo Alongamento Manter-Relaxar (GMR) e Grupo Alongamento Agonista-Manter-Relaxar (GAMR). Foi realizada uma avaliação antes e após a intervenção, na qual foi verificado o Pico de Torque (PT) ativo concêntrico, Pico de Torque passivo e a atividade eletromiográfica dos isquiotibiais. A estatística inferencial foi realizada por meio de testes intra e intergrupos, atribuindo-se o nível de significância de 5%.

Achados: Foi constatada uma redução no PT passivo do GC, acompanhada de uma redução da atividade EMG de repouso, e um aumento do PT passivo do GE e do GAMR. Não houve alteração no PT ativo concêntrico, nem alteração na atividade EMG. O GC apresentou aumento no ângulo do PT ativo, enquanto os demais grupos não apresentaram alteração.

Interpretação: Os resultados sugerem que o alongamento de curta-duração: 1) provoca aumento agudo do torque passivo, exceto no Grupo Manter-Relaxar; 2) não

provoca alteração da atividade eletromiográfica nem do Pico de Torque ativo, independente da técnica utilizada.

Palavras-chave: Flexibilidade, Exercícios de Alongamento Muscular, Dinamômetro de Força Muscular, Modalidades de Fisioterapia, Eletromiografia.

1. Introdução

O alongamento muscular é amplamente utilizado no meio esportivo (Abernethy e Bleakley, 2007), em academias de ginástica (Pollock, 1998), em centros de reabilitação (Jette e Dellito, 1997), dentre muitos outros ambientes. É recomendado em guias e manuais de uso profissional (Philadelphia Panel Members, 2001) e da população geral (Pollock et al., 1998), sendo uma técnica indicada para o tratamento de diversas disfunções do aparelho locomotor e como procedimento a ser realizado antes e/ou após exercícios, inclusive testes de aptidão física (Heyward, 2006). No entanto, alguns trabalhos sugerem que o alongamento provoca, como efeito agudo, redução na força e potência muscular, além de não prevenir lesões (Fowles et al., 2000; Power et al., 2004; Young e Elliott, 2001).

As recomendações para evitar o alongamento muscular antes de exercícios físicos, no entanto, parece prematura, pois a maioria dos protocolos de alongamento utilizados em tais pesquisas são muito longos e não representam o que é comumente empregado na prática clínica e esportiva (Power et al., 2004).

As evidências vêm apontando que diferentes fatores influenciam os resultados obtidos pela aplicação do alongamento, tais como a técnica utilizada, a duração, o número de repetições, intensidade, posicionamento, período e frequência, bem como o protocolo de avaliação adotado na pesquisa.

Com relação à forma de aplicação do alongamento, poucas pesquisas (Feland et al., 2001; Marek et al., 2005; Young e Elliott, 2001) compararam o efeito agudo, na *performance* muscular, proporcionado pelo alongamento estático e as técnicas que utilizam a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito agudo de três das principais técnicas de alongamento utilizadas na área desportiva e de reabilitação sobre o torque passivo, o Pico de Torque (PT) ativo e a atividade eletromiográfica. O estudo buscou simular a forma como elas são aplicadas na

prática diária, a fim de contribuir para o entendimento de aspectos de natureza neurofisiológica e biomecânica relacionados ao alongamento muscular.

2. Métodos

2.1. Sujeitos

Sessenta mulheres saudáveis (média (DP) (idade 22,6 (3) anos, altura 164 (7) cm e peso corporal 58 (8,6) Kg) participaram do estudo. Foram obedecidos os seguintes critérios de inclusão: a) Sexo feminino (para garantir a homogeneidade da amostra) (Blackburn et al., 2004); b) Idade entre 18 e 28 anos; c) Ausência de patologias ou seqüelas músculo-tendinosas e articulares nos membros inferiores e coluna vertebral nos últimos seis meses; d) Sedentarismo, caracterizado como a ausência de qualquer atividade física regular nos últimos seis meses; e) Não estar fazendo uso de qualquer medicação que tivesse efeito direto ou indireto na musculatura esquelética ou nas articulações; f) Encurtamento dos músculos isquiotibiais, caracterizado pelo déficit mínimo de 20° de extensão ativa do joelho (considerando 0° como a extensão completa do joelho), com o sujeito em decúbito dorsal e o quadril a 90° de flexão (Stopka et al., 2002). O presente estudo foi conduzido em acordo com a declaração de Helsinski e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (Parecer de Aprovação Nº 181/2008).

2.2. Desenho Experimental

Após tomarem conhecimento dos procedimentos a serem realizados na pesquisa e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, as voluntárias foram analisadas quanto aos critérios de inclusão. Apenas o membro inferior não-dominante foi escolhido para ser submetido à avaliação e intervenção, tendo sido identificado como sendo o membro inferior contralateral àquele preferido pelo sujeito para chutar uma bola (Marek et al., 2005).

A alocação dos sujeitos foi aleatória e individual, por meio de sorteio, nos seguintes grupos experimentais:

- a) Grupo Controle (GC);
- b) Grupo Alongamento Estático (GE);
- c) Grupo Manter-Relaxar (GMR);
- d) Grupo Agonista Manter-Relaxar (GAMR).

A fim de evitar confusão no que se trata de musculatura agonista e antagonista, esta pesquisa irá adotar a nomenclatura utilizada por Surburg e Shrader (1997), que considera o músculo que está sendo alongado como antagonista, e aquele que está sendo encurtado como agonista. Cada voluntária foi submetida a uma avaliação inicial, que consistiu na aferição do torque passivo, seguida da aferição do torque ativo. Em sequência, cada voluntária foi submetida ao protocolo de intervenção, de acordo com o grupo experimental, e por fim realizava uma avaliação final, de forma idêntica à inicial. Uma representação esquemática do desenho experimental é apresentada na Figura 1.

2.3. Procedimentos.

2.3.1. Avaliação

Eletromiografia. Cada sujeito foi posicionado em decúbito ventral sobre um colchão, com os joelhos semi-flexionados e as pernas apoiadas sobre um encosto. A região de aplicação dos eletrodos foi devidamente tricotomizada e friccionada com álcool. Em seguida, eletrodos ativos de superfície foram posicionados sobre os músculos bíceps femoral (BF) e semitendíneo (ST) (SENIAM Project, 2008). Para o ST, o eletrodo foi posicionado à meia distância da linha entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo medial da tíbia. Para o BF, o eletrodo foi posicionado à meia distância da linha entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tíbia. As superfícies de detecção foram mantidas perpendicularmente ao sentido das fibras (Deluca, 1995). O eletrodo de referência foi posicionado sobre o maléolo lateral contralateral.

A atividade eletromiográfica do BF e do ST foram captadas, simultaneamente ao procedimento de avaliação do torque passivo e ativo. Para isso 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 conectado a um computador com o *software Windaq*, versão 3.11 (*DataQ Instruments, Ohio, USA*).

Os sinais foram captados por meio de eletrodos de superfície ativos diferenciais simples (*EMG-System*, Brasil), numa frequência de aquisição de 1000 Hz e filtrados numa frequência entre 20 e 500 Hz. Os eletrodos possuem um índice de rejeição superior a 80 dB e um ganho interno de 20 vezes. Como o ganho

programado no conversor A/D foi de 50 vezes, o sinal foi amplificado 1000 vezes.

Durante a avaliação do torque passivo, a atividade eletromiográfica foi captada durante os 45 segundos em que o joelho foi estendido passivamente. Para fins de análise estatística, foi registrado o valor da *root mean square* (RMS) (em μV) dos primeiros cinco segundos e dos últimos cinco segundos, para cada músculo. A partir destes dados, foi calculada a relação dos valores iniciais e finais, para cada sujeito. Durante a avaliação do torque ativo, a atividade eletromiográfica foi captada simultaneamente às contrações voluntárias, registrando-se o valor da RMS durante a flexão do joelho.

Dinamometria. Cada sujeito foi levado à cadeira de um dinamômetro isocinético computadorizado (*Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Biomedical System Inc, New York, USA*), onde foi posicionado e fixado com cintas na altura do tórax, cintura pélvica e coxa. O braço do dinamômetro foi fixado na região distal da perna, de forma a deixar livre os movimentos do tornozelo (Figura 2). O joelho do membro inferior não-dominante foi posicionado de modo que o epicôndilo lateral do fêmur estivesse alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro (Dvir, 1995).

O PT passivo foi determinado utilizando-se o dinamômetro isocinético em seu modo passivo. Cada sujeito foi orientado a permanecer em repouso enquanto o braço do aparelho realizava uma extensão passiva do seu joelho, partindo de 90° de flexão até a extensão completa, a uma velocidade angular de $2^\circ/\text{s}$, e retornando a posição inicial logo em seguida, na mesma velocidade.

Para avaliação do PT concêntrico máximo de flexão do joelho, bem como o seu ângulo, cada sujeito foi orientado a realizar uma série de cinco repetições ininterruptas da extensão completa até 90° de flexão do joelho, utilizando a sua capacidade máxima de contração muscular, a uma velocidade angular constante de $60^\circ/\text{s}$. Comando verbal foi dado ao sujeito apenas para dar início ao teste, que foi executado sempre pelo mesmo avaliador. Foi permitida a familiarização com o equipamento e realizada a calibração e correção gravitacional antes dos procedimentos de teste (Dvir, 1995).

2.3.2. Intervenção

Todas as manobras de alongamento foram realizadas pelo mesmo pesquisador, que executou o procedimento levando o membro inferior não-

dominante à flexão do quadril com o joelho em extensão, deixando o tornozelo livre. Os sujeitos foram orientados a avisar com um sinal quando o limiar de desconforto fosse alcançado. O membro inferior dominante foi mantido em posição neutra por outro pesquisador durante a manobra (Figura 3). No grupo controle, cada sujeito permaneceu em relaxamento durante 5 minutos, e após este tempo, foi realizada a avaliação final.

Alongamento Estático. Os sujeitos foram orientados a se manterem relaxados durante toda a execução da manobra de alongamento, bem como no intervalo. O membro inferior não-dominante foi submetido a duas manobras de alongamento, de 30 segundos cada, intercaladas por um intervalo de 30 segundos de repouso.

Alongamento Manter-relaxar. A manobra iniciava com o pesquisador conduzindo o membro inferior não-dominante à posição de máximo alongamento e neste momento era dado o primeiro comando verbal: “Contraí!” A contração muscular isométrica dos isquiotibiais foi realizada contra a resistência manual do pesquisador, durante seis segundos, quando então o pesquisador dava o comando “Relaxa!” O relaxamento tinha duração de 10 segundos, e acontecia simultaneamente à manobra de alongamento dos isquiotibiais, respeitando o limiar de desconforto de cada sujeito. Este ciclo foi repetido mais duas vezes, totalizando três ciclos.

Alongamento Agonista-Manter-Relaxar. O procedimento foi idêntico ao Alongamento Manter-relaxar, com a única diferença que o sujeito era orientado a contrair, de forma isométrica, os flexores do quadril e extensores do joelho contra a resistência manual do pesquisador.

Esses parâmetros foram utilizados baseando-se no tempo e no número de repetições mais comumente utilizados na prática clínica. Após o alongamento, cada sujeito foi fixado novamente à cadeira do dinamômetro pelos mesmos pesquisadores, para a avaliação final.

2.4. Análise Estatística

Na análise estatística inferencial foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade dos dados e o teste Levene para verificar a homogeneidade dos grupos na Avaliação Inicial. Foi utilizado o teste t pareado para

verificar se houve diferença intragrupo entre a Avaliação Inicial e Final para o PT passivo, PT concêntrico, ângulo do PT e o valor do RMS registrado durante a avaliação. O teste ANOVA One-Way foi realizado novamente para verificar se houve diferença entre os grupos na Avaliação Final para cada variável. Foi utilizado o *software* SPSS 15.0 (*Statistical Package for the Social Science*) atribuindo-se o nível de significância de 5% em todos os testes.

3. Resultados

Como mostra a Tabela 1, o GC apresentou uma redução do PT passivo, enquanto o GE e o GAMR apresentaram aumento. Nenhum dos grupos apresentou alteração no PT flexor ativo do joelho. Apenas o GC apresentou redução do ângulo do PT.

O GC apresentou uma redução da atividade eletromiográfica do BF e ST registrada durante a avaliação do torque passivo, quando comparados os valores da avaliação inicial e final (Tabela 2). O GC apresentou redução da atividade eletromiográfica do ST durante a avaliação do torque ativo (Tabela 3).

4. Discussão

Os resultados do presente estudo sugerem que: 1) o alongamento muscular pode provocar um aumento agudo do torque passivo, dependendo da manobra utilizada; 2) o alongamento muscular, com duração de 60 segundos, não provoca alteração no PT concêntrico, nem no ângulo do PT, nem na atividade EMG aferida durante esses testes.

A maioria dos experimentos que avaliaram o efeito agudo do alongamento sobre o torque passivo utilizou protocolos que quantificavam esta variável na amplitude de movimento (ADM) máxima permitida pela articulação. Mitchell et al. (2007) realizaram uma série de quatro repetições de alongamento utilizando a técnica manter-relaxar nos isquiotibiais e verificaram que houve uma redução no torque passivo quando foi comparada a primeira e a quarta repetição. Morse et al. (2008) realizaram uma série de cinco repetições de alongamento estático no tríceps-sural, e observaram que a ADM aumentou 17% e a rigidez passiva, medida entre 20° e 25° de dorsiflexão do tornozelo, reduziu 47% após a série de alongamentos. Kubo et al. (2001) submetem 7 sujeitos a um alongamento estático do tríceps-

sural, durante 10 minutos, a um ângulo fixo de 35° para todos os sujeitos, e observaram que houve uma redução na rigidez passiva e na histerese. Estes pesquisadores sugerem que o alongamento reduziu a viscosidade tendínea, mas aumentou a elasticidade. Magnusson et al. (1997) analisaram os efeitos do alongamento durante a manutenção desta posição por 90 segundos. A ADM máxima e a rigidez passiva foram menores em sujeitos encurtados do que em sujeitos não-encurtados. Os pesquisadores sugeriram que sujeitos encurtados têm menor tolerância ao alongamento que sujeitos não-encurtados.

À primeira vista, tais estudos contradizem os resultados obtidos no presente experimento. Segundo os autores citados, o alongamento produz um aumento da ADM, associado a uma redução do torque passivo, que pode estar relacionada a um aumento da tolerância ao alongamento. No entanto, algumas diferenças metodológicas podem ser as possíveis causas da discordância de resultados, como por exemplo, a duração do procedimento (Kubo et al., 2001; Morse et al., 2008), a aferição e comparação do torque passivo durante as repetições da manobra de alongamento (Mitchell et al., 2007), ou durante o início e o fim da fase estática do procedimento (Magnusson et al., 1997).

Existe um fenômeno conhecido como “aumento da força passiva” (AFP), o qual pôde ser observado no tecido muscular após um alongamento, mesmo após cessado o estímulo. Foi sugerido que este aumento é diretamente proporcional à intensidade do alongamento ao qual o músculo é submetido, não depende da velocidade do alongamento e é de longa duração (>25 segundos) (Herzog e Leonard, 2002). Tal fenômeno já foi observado em músculos de coelhos (Joumaa et al., 2007), de gatos (Herzog e Leonard, 2002), de sapos (Rassier et al., 2003) e em músculos humanos ativados voluntariamente ou através de estimulação elétrica (Lee e Herzog, 2002). Uma das prováveis causas do AFP seria a propriedade elástica da molécula de titina, presente no sarcômero, conectando a linha Z ao filamento de miosina (Joumaa et al., 2007). Segundo Lieber (2002), a titina seria a principal responsável pela força passiva muscular, e seria possível que alterações na rigidez muscular secundárias a períodos de imobilização, contraturas ou distúrbios neurológicos pudessem estar fortemente relacionados a molécula de titina.

De acordo com a teoria do AFP, poder-se-ia sugerir que, no presente estudo, não houve aumento do PT passivo no GMR devido ao efeito da contração

do músculo submetido ao alongamento. A contração submáxima a que o músculo foi solicitado proporcionou uma reaproximação das linhas Z dos sarcômeros, com a conseqüente redução da tensão na molécula de titina. Lieber (2002) sugere que, pela localização e propriedades da titina, ela serviria como um “sensor” para alterações crônicas no comprimento ou na força muscular. Em outras palavras, a titina seria o início de um sistema regulador da organização dos sarcômeros em série, de modo a manter a relação comprimento/tensão ideal. Se isto é verdade, para se aumentar o comprimento muscular de forma crônica pelo aumento do número de sarcômeros em série, seria necessário manter certo grau de tensão nas moléculas de titina, o que não teria ocorrido no GMR do presente estudo. No entanto, parece prematuro afirmar que determinada técnica de alongamento é melhor que outra para ganho crônico de flexibilidade (Feland et al., 2001; Ferber et al., 2002; Osternig et al., 1990; Stopka et al., 2002).

Com relação aos efeitos na força muscular, Michael et al. (2008) analisaram o efeito de 30 segundos de alongamento estático sobre o torque concêntrico provocado pelo quadríceps e constataram que não houve alteração logo após a manobra, e nem quando o grupo submetido ao alongamento foi comparado ao grupo controle.

Em seu estudo, Egan et al. (2006) realizaram alongamento estático com duração de 120 segundos nos isquiotibiais de jogadoras profissionais de basquete, e constataram que não foi produzida alteração aguda no PT flexor concêntrico do joelho. No entanto, em outro experimento (Marek et al., 2005), a mesma equipe de pesquisadores aplicou 120 segundos de alongamento estático utilizando a técnica manter-relaxar sobre o quadríceps de sujeitos com nível de atividade física recreacional, e constataram que houve uma redução do PT extensor do joelho. Eles sugeriram que o efeito do alongamento muscular é dependente do nível de atividade física do sujeito, ou seja, quanto menor o nível de preparo físico, mais susceptível a sofrer os efeitos deletérios do alongamento sobre a força. O presente estudo demonstrou que nenhuma das técnicas utilizadas produziu efeitos deletérios sobre a força muscular.

No experimento conduzido por Garrison et al. (2002) também foi constatado que o alongamento de 8 minutos do quadríceps não provocou alteração no torque extensor do joelho, nem de jovens nem de idosos. No entanto, o teste de força foi

realizado apenas 10 minutos após o término da manobra de alongamento. Na pesquisa feita por Ryan et al. (2008) foi observado que o efeito deletério do alongamento (com duração de dois, quatro e oito minutos) sobre a força muscular foi encontrado imediatamente após a manobra, mas não foi mantido quando avaliado 10 minutos após a mesma. No presente estudo, a avaliação final foi realizada logo após a manobra de alongamento, sugerindo que não houve influencia de outros fatores, como um período de repouso prolongado, por exemplo.

Poucos experimentos (Marek et al., 2005; Mello e Gomes, 2005; Rubini et al., 2007) compararam o efeito do alongamento estático e alguma técnica da FNP sobre o torque; em todos esses estudos foram encontrados efeito deletério do alongamento muscular sobre o PT. No entanto, ao observar o tempo de aplicação do alongamento nesses experimentos, verifica-se que Marek et al. (2005) e Rubini et al. (2007) utilizaram 120 segundos, enquanto Mello e Gomes (2005) utilizaram uma hora. O presente estudo comparou o alongamento estático (60 segundos) a duas técnicas da FNP, a manter-relaxar (48 segundos) e a agonista manter-relaxar (48 segundos), constatando que nenhuma delas provoca redução de força muscular, quando aplicadas com a duração sugerida. A opção por esse tempo de aplicação reproduz os valores comumente encontrados nas manobras que antecedem às atividades físicas ou aqueles utilizados na prática fisioterápica.

Duas hipóteses vêm sendo discutidas (Fowles et al., 2000; Ryan et al., 2008) a respeito das alterações sobre a força muscular induzidas pelo alongamento: 1) os fatores mecânicos, envolvendo alterações na relação comprimento-tensão, na relação força-velocidade, e/ou nas propriedades viscoelásticas da unidade musculotendínea; 2) os fatores neurais, envolvendo a redução da ativação de unidades motoras.

Com relação aos fatores mecânicos, Fowles et al. (2000) sugerem que o alongamento induziria um aumento no comprimento de repouso dos sarcômeros, o que poderia alterar a relação comprimento-tensão, prejudicando a capacidade de produzir força. Ryan et al. (2008) sugerem que a complacência do músculo é inversamente proporcional à capacidade de produzir força, ou seja, a redução da força se deve a uma redução da rigidez muscular induzida pelo alongamento, e que este seria tempo/dependente.

Quanto aos fatores neurais, Fowles et al. (2000) sugeriram que o maior

responsável pela redução da capacidade de produzir força, durante os 15 primeiros minutos, após cessado o alongamento de 30 minutos, foi um *déficit* na capacidade de ativação das unidades motoras, identificado pela eletromiografia. Esses pesquisadores sugeriram, que tal *déficit* poderia estar relacionado a uma persistente atividade reflexa do Órgão Tendinoso de Golgi, um *feedback* mecanocceptor ou nociceptor, e/ou mecanismos relacionados à fadiga.

Com relação ao efeito do alongamento sobre a atividade eletromiográfica, o presente estudo não constatou alterações durante a avaliação do torque passivo nem do torque ativo. Tais resultados divergem dos encontrados por Shrier (2004), em sua revisão sistemática, em que quatro das cinco pesquisas que analisaram a atividade eletromiográfica antes e depois do alongamento, encontraram uma redução desta atividade durante a avaliação do torque ativo. No entanto, os alongamentos nestas pesquisas foram de longa duração, diferente do presente estudo, no qual o alongamento teve duração de um minuto.

Foi limitação deste estudo a não-aferição da amplitude de movimento do joelho visando a comparação do efeito agudo proporcionado pelas técnicas de alongamento sobre a flexibilidade muscular.

5. Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que o alongamento muscular de curta duração: 1) provoca aumento agudo do torque passivo, exceto no Grupo Manter-Relaxar; 2) independente da técnica utilizada, o alongamento de curta duração não altera a força nem a atividade eletromiográfica.

Estes achados sugerem que o alongamento muscular de curta duração em indivíduos jovens e sedentários, independente da técnica empregada, pode ser utilizado sem a preocupação de que ocorra uma redução temporária da performance muscular. Sugere-se que futuras pesquisas avaliem os efeitos crônicos das diferentes técnicas de alongamento muscular sobre a flexibilidade e performance, e que sejam observados tais efeitos em outras populações, como atletas, idosos e enfermos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo patrocínio a esta pesquisa.

Referências

- Abernethy, L., Bleakley, C., 2007. Strategies to prevent injury in adolescent sport: a systematic review. *Br. J. Sports Med.* 41 (10), 627-638.
- Blackburn, J.T., Riemann, B.L., Padua, D.A., Guskiewicz, K.M., 2004. Sex Comparison of Extensibility, Passive and Active Stiffness of the Knee Flexors. *Clin. Biomech.* 19 (1), 36-43.
- Deluca, C.J., 1997. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *J. App. Biomech.* 13, 135-163.
- Dvir, Z., 1995. *Isokinetics – Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications.* Orlando, USA: Harcourt Brace and Company.
- Egan, A.D., Cramer, J.T., Massey, L.L., Marek, S.M., 2006. Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. *J. Strength Cond. Res.* 20 (4), 778-782.
- Feland, J.B., Myrer, J.W., Merrill, R.M., 2001. Acute Changes in Hamstring Flexibility: PNF versus Static Stretch in Senior Athletes. *Phys. Ther. Sport.* 2 (4), 186-193.
- Ferber, R., Osternig, L.R., Gravelle, D.C., 2002. Effect of PNF Stretch Techniques on Knee Flexor Muscle EMG Activity in Older Adults. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 12 (5), 391-397.
- Fowles, J.R., Sale, D.G., MacDougall, J.D., 2000. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J. Appl. Physiol.* 89 (3), 1179-1188.
- Garrison, T.T., Nelson, A.G., Welsch, M.A., Wood, R.M., 2002. The effect of acute muscle stretching on maximal voluntary isokinetic torque production in older adults [resumo]. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34 (5), S178.
- Herzog, W., Leonard, T.R., 2002. Force enhancement following stretching of skeletal muscle: a new mechanism. *J. Exp. Biol.* 205, 1275-1283.
- Heyward, V.H., 2006. *Advanced fitness assessement and exercise prescription.* Champaing: Human Kinetics Books.
- Jette, A.M., Dellito, A., 1997. Physical therapy treatment choices for musculoskeletal impairments. *Phys. Ther.* 77 (2), 145-154.
- Joumaa, V., Rassier, D.E., Leonard, T.R., Herzog, W., 2007. Passive force enhancement in single myofibrils. *Pflugers Arch – Eur. J. Physiol.* 455 (2), 367-371.

- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T., 2001. Influence of Static Stretching on Viscoelastic Properties of Human Tendon Structures In Vivo. *J. Appl. Physiol.* 90 (2), 520-527.
- Lee, H.D., Herzog, W., 2002. Force enhancement following muscle stretch of electrically stimulated and voluntarily activated human adductor pollicis. *J. Physiol.* 545 (1), 321-330.
- Lieber, R.L., 2002. *Skeletal muscle structure, function and plasticity*. 2^a ed. Baltimore, MD, USA: Lippincott Williams and Wilkins.
- Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagaard, P., Boesen, J., Johannsen, F., Kjaer, M., 1997. Determinants of Musculoskeletal Flexibility: Viscoelastic Properties, Cross-Sectional Area, EMG and Stretch Tolerance. *Scand J Med Sci Sports.* 7 (4), 195-202.
- Marek, S.M., Kramer, J.T., Fincher, A.L., Massey, L.L., Dangelmaier, S.M., Sushmita, P., 2005. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J. Athl. Train.* 40 (2), 94-103.
- Mello, M.L., Gomes, P.S.C., 2005. Acute effect of static and PNF stretching on dominant knee flexion and extension strength [abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37 (5), S183.
- Michael, R., Jerod, G., Steven, B., Bryan, L., Matt, W., 2008. The acute effects of static stretching on leg extension power: quadriceps torque production after a 30-second static stretch versus no stretch. In: 4th Annual GRASP Symposium, Wichita State University, [citado 19 fev 2009]. Anais. Disponível em <http://soar.wichita.edu/dspace/bitstream/10057/1339/1/grasp-2008-07.pdf>.
- Mitchell, U.H., Myrer, J.W., Hopkins, J.T., Hunter, I., Feland, J.B., Hilton, S.C., 2007. Acute Stretch Perception Alteration Contributes to the Success of the PNF "Contract-Relax" Stretch. *J. Sport Rehabil.* 16 (2), 85-92.
- Morse, C.I., Degens, H., Seynnes, O.R., Maganaris, C.N., Jones, D.A., 2008. The Acute Effect of Stretching on the Passive Stiffness of the Human Gastrocnemius Muscle Tendon Unit. *J. Physiol.* 586 (1), 97-106.
- Osternig, L.R., Robertson, R.N., Troxel, R.K., Hansen, P., 1990. Differential Responses to Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretch Techniques. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22 (1), 106-111.
- Philadelphia Panel Members, Clinical Specialty Experts: Albright, J., Allman R.,

- Bonfiglio, R.P., Conill, A., Dobkin, B., Guccione, A.A., Hasson, S., et al., 2001. Philadelphia panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain. *Phys. Ther.* 81 (10), 1675-1700.
- Pollock, M.L., Gaesser, G.A., Butcher, J.D., Després, J.P., Dishman, R.K., Franklin, B.A., 1998. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30 (6), 975-991.
- Power, K., Behn, D., Cahill, F., Carroll, M., Young, W., 2004. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36 (8), 1389-1396.
- Rassier, D.E., Herzog, W., Wakeling, J., Syme, D.A., 2003. Stretch-induced, steady-state force enhancement in single skeletal muscle fibers exceeds the isometric force at optimum fiber length. *J. Biomech.* 36 (9), 1309-1316.
- Rubini, E.C., Costa, A.L.L., Gomes, P.S.C., 2007. The Effects of Stretching on Strength Performance. *Sports Med.* 37 (3), 213-224.
- Ryan, E.D., Beck, T.W., Herda, T.J., Hull, H.R., Hartman, M.J., Stout, J.R., 2008. Do Practical Durations of Stretching Alter Muscle Strength? A Dose-Response Study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 40 (8), 1529-1537.
- SENIAM project – Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles. (página da Internet). European Recommendations for Surface Electromyography. Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acessado em 10/03/08.
- Shrier, I., 2004. Does Stretching Improve Performance? A Systematic and Critical Review of Literature. *Clin. J. Sport Med.* 14 (5), 267-273.
- Stopka, C., Morley, K., Siders, R., Schuette, J., Houck, A., Gilmet, Y., 2002. Stretching techniques to improve flexibility in special olympics athletes and their coaches. *J. Sports Rehabil.* 11, 22-34.
- Surburg, P.R., Schrader, J.W., 1997. Proprioceptive muscular facilitation techniques in sports medicine: a reassessment. *J. Athl. Train.* 32 (1), 34-39.
- Young, W., Elliott, S. 2001. Acute Effects of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, and Maximum Voluntary Contractions on Explosive Force Production and Jumping Performance. *Res. Quart. Exerc. Sport.* 72 (3), 273-279.

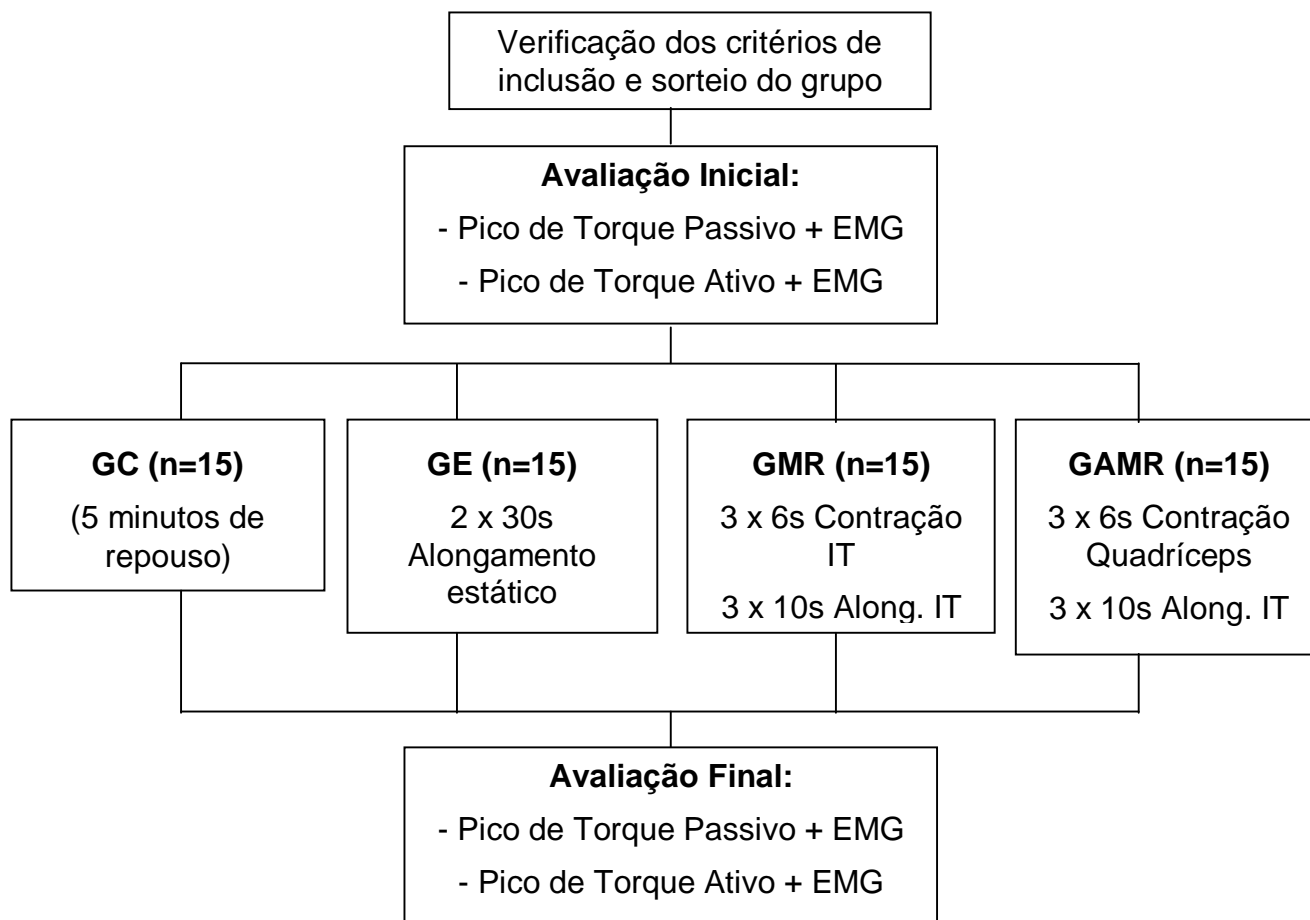


Figura 1 – Representação esquemática do desenho do estudo.



Figura 2 – Posicionamento da voluntária para avaliação do torque.



Figura 3 – Posicionamento da voluntária para a realização das manobras de alongamento.

Tabela 1. PT passivo, ativo e ângulo do PT ativo pré e pós-intervenção.

Grupo	PT passivo		PT ativo		Ângulo do PT Ativo	
	Pré (Nm)	Pós (Nm)	Pré (Nm)	Pós (Nm)	Pré (°)	Pós (°)
GC	26,0 ± 2,6	24,4 ± 2,8*	50,5 ± 13,1	53,1 ± 12,2	42,3 ± 12,2	37,4 ± 10,7*
GE	25,8 ± 4,2	28,0 ± 4,1*	43,4 ± 12,2	43,6 ± 12,2	55,5 ± 22,3	54,2 ± 25,4
GMR	29,8 ± 6,9	29,7 ± 7,8	49,6 ± 12,1	49,2 ± 12,8	54,6 ± 23,3	47,9 ± 20,2
GAMR	26,1 ± 2,4	28,0 ± 3,2*	50,6 ± 17,5	51,9 ± 19,2	46,4 ± 18,1	39,0 ± 17,9

* p<0,05.

Tabela 2. Atividade eletromiográfica durante a avaliação do torque passivo.

Grupo	Músculo	Pré		Pós	
		Início (μV)	Final (μV)	Início (μV)	Final (μV)
GC	BF	$13,5 \pm 0,3^a$	$13,5 \pm 0,2^b$	$13,3 \pm 0,2^a$	$13,4 \pm 0,1^b$
	ST	$11,8 \pm 0,2^c$	$11,9 \pm 0,4^d$	$11,6 \pm 0,2^c$	$11,6 \pm 0,2^d$
GE	BF	$13,5 \pm 0,4$	$13,6 \pm 0,5$	$13,4 \pm 0,3$	$13,4 \pm 0,3$
	ST	$11,7 \pm 0,3$	$11,8 \pm 0,3$	$11,7 \pm 0,4$	$11,7 \pm 0,2$
GMR	BF	$13,6 \pm 0,4$	$13,6 \pm 0,4$	$13,6 \pm 0,4$	$13,7 \pm 0,5$
	ST	$11,8 \pm 0,3$	$12,0 \pm 0,7$	$11,7 \pm 0,2$	$11,7 \pm 0,2$
GAMR	BF	$13,4 \pm 0,1$	$13,3 \pm 0,1$	$13,4 \pm 0,5$	$13,4 \pm 0,3$
	ST	$11,6 \pm 0,2$	$11,6 \pm 0,2$	$11,6 \pm 0,3$	$11,6 \pm 0,3$

^{a,b,c,d} Letras iguais correspondem a diferença entre as respectivas variáveis.

Tabela 3. Atividade eletromiográfica durante a avaliação do torque ativo.

Grupo	Músculo	Pré (μV)	Pós (μV)
GC	BF	$27,4 \pm 7,5$	$25,4 \pm 5,8$
	ST	$34,0 \pm 6,4$	$30,0 \pm 7,6^*$
GE	BF	$23,6 \pm 9,0$	$26,0 \pm 9,3$
	ST	$27,0 \pm 10,2$	$26,5 \pm 10,4$
GMR	BF	$24,5 \pm 6,8$	$26,1 \pm 12,4$
	ST	$30,7 \pm 13,2$	$26,0 \pm 8,1$
GAMR	BF	$28,2 \pm 11,0$	$26,8 \pm 9,4$
	ST	$30,4 \pm 10,5$	$29,6 \pm 10,4$

* $p < 0,05$.

4 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados neste estudo levam as seguintes conclusões e considerações finais:

1. O alongamento muscular de curta duração (1 minuto) provoca aumento imediato do torque passivo. Este efeito não ocorrerá, caso seja solicitada uma contração sub-máxima do referido músculo, como na técnica de alongamento manter-relaxar.

2. O alongamento muscular de curta duração (1 minuto) não provoca redução aguda do PT concêntrico, nem do ângulo do PT concêntrico, nem da atividade eletromiográfica na população estudada. Isso implica que o alongamento muscular, independente da técnica empregada, pode ser executado antes de exercícios sem o risco de redução na performance, contanto que seja respeitada a curta duração da técnica.

3. Se a titina tiver a função de “sensor” e exercer influência sobre a organização dos sarcômeros em série, é possível que as técnicas de alongamento estático e agonista manter-relaxar sejam mais indicadas em um programa para ganho de flexibilidade em comparação à técnica manter-relaxar, visto que esta última não provoca o efeito de “aumento da força passiva”. No entanto, é prematuro afirmar que alguma técnica de alongamento tenha vantagem em relação às demais, pois os estudos que compararam as técnicas em programas de flexibilidade, tiveram resultados contraditórios.

4. O repouso de 5 minutos foi suficiente para produzir uma redução no PT passivo, na atividade eletromiográfica e uma redução do ângulo do PT concêntrico dos músculos isquiotibiais. É importante levar em consideração que o estado de relaxamento muscular tem relativa importância para o sucesso de determinados procedimentos terapêuticos, como o próprio alongamento muscular.

Como sugestão, futuras pesquisas poderiam comparar o efeito crônico das diferentes técnicas de alongamento sobre a flexibilidade e *performance*, bem como

avaliar o efeito do alongamento em populações idosas, atletas e enfermos. Também seria relevante analisar o efeito de um programa de fortalecimento associado ou não a um programa de flexibilidade, para que se esclareçam as dúvidas sobre os possíveis efeitos crônicos do alongamento sobre a força muscular.

5 - REFERÊNCIAS - 1º E 2º CAPÍTULOS

- 1 MAREK SM, KRAMER JT, FINCHER AL, MASSEY LL, DANGELMAIER SM, SUSHMITA P, FITZ KA, CULBERTSON JY. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train*. 2005;40(2):94-103.
- 2 HARVEY L, HERBERT R, CROSBIE J. Does Stretching Induce Lasting Increases in Joint ROM? A Systematic Review. *Physiother Res Int*. 2002;7(1):1-13.
- 3 ARNASON A, ANDERSEN TE, HOLME I, ENGBRETSON L, BAHR R. Prevention of Hamstring Strains in Elite Soccer: an Intervention Study. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18:40-8.
- 4 YOUNG W, ELLIOTT S. Acute Effects of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, and Maximum Voluntary Contractions on Explosive Force Production and Jumping Performance. *Res Quart Exerc Sport*. 2001;72(3):273-9.
- 5 HANDEL M, HORSTMANN T, DICKHUTH HH, GÜLCH RW. Effects of Contract-Relax Stretching Training on Muscle Performance in Athletes. *Eur J App Physiol*. 1997;76:400-8.
- 6 FELAND JB, MYRER JW, MERRILL RM. Acute Changes in Hamstring Flexibility: PNF versus Static Stretch in Senior Athletes. *Phys Ther Sport*. 2001;2:186-93.
- 7 SURBURG PR, SCHRADER JW. Proprioceptive muscular facilitation techniques in sports medicine: a reassessment. *J Athl Train*. 1997;32(1):34-9.
- 8 CHALMERS, G. Re-examination of the Possible Role of Golgi Tendon Organ and Muscle Spindle Reflexes in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Muscle Stretching. *Sports Biomech*. 2004;3(1):159-83.
- 9 SHRIER I. Does Stretching Improve Performance? A Systematic and Critical Review of Literature. *Clin J Sport Med*. 2004;14:267-73.
- 10 RUBINI EC, COSTA ALL, GOMES PSC. The Effects of Stretching on Strength Performance. *Sports Med*. 2007;37(3):213-24.
- 11 POWER K, BEHN D, CAHILL F, CARROLL M, YOUNG W. An acute bout of static

- stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(8):1389-96.
- 12 FOWLES JR, SALE DG, MacDOUGALL JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89:1179-88.
- 13 ROLLS, A.; GEORGE, K. The Relationship Between Hamstring Muscle Injuries and Hamstring Muscle Length in Young Elite Footballers. *Phys Ther Sport.* 2004;5:179-87.
- 14 STOPKA C, MORLEY K, SIDERS R, SCHUETTE J, HOUCK A, GILMET Y. Stretching techniques to improve flexibility in special olympics athletes and their coaches. *J Sports Rehabil.* 2002;11:22-34.
- 15 ABERNETHY L, BLEAKLEY C. Strategies to prevent injury in adolescent sport: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41:627-38.
- 16 POLLOCK ML, GAESSER GA, BUTCHER JD, DESPRÉS JP, DISHMAN RK, FRANKLIN BA, GARBER CE. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:975-91.
- 17 JETTE AM, DELLITO A. Physical therapy treatment choices for musculoskeletal impairments. *Phys Ther.* 1997;77(2):145-54.
- 18 PHILADELPHIA PANEL MEMBERS, Clinical Specialty Experts: ALBRIGHT J, ALLMAN R, BONFIGLIO RP, CONILL A, DOBKIN B, GUCCIONE AA, HASSON S, RUSSO R. *et al.* Philadelphia panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain. *Phys Ther.* 2001;81(10):1675-700.
- 19 HEYWARD, V. H. Advanced fitness assesement and exercise prescription. Champaing: Human Kinetics Books, 2006.
- 20 CHURCH JB, WIGGINS MS, MOODE FM, CRIST R. Effect of Warm-up and Flexibility Treatments on Vertical Jump. *J Strength Condit Res.* 2001;15(3):332-36.
- 21 FERBER R, OSTERNIG LR, GRAVELLE DC. Effect of PNF Stretch Techniques

- on Knee Flexor Muscle EMG Activity in Older Adults. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002;12:391-7.
- 22 DAVIS DS, ASHBY PE, McCALE KL, McQUAIN JA, WINE JM. The Effectiveness of 3 Stretching Techniques on Hamstring Flexibility Using Consistent Stretching Parameters. *J Strength Condit Res.* 2005;19(1):27-32.
- 23 BRADLEY PS, OLSEN PD, PORTAS MD. The Effect of Static, Ballistic and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Vertical Jump Performance. *J Strength Condit Res.* 2007;21(1):223-6.
- 24 ROBERTS JM, WILSON K. Effect of Stretching Duration on Active and Passive Range of Motion in the Lower Extremity. *Br J Sports Med.* 1999;33:259-63.
- 25 BANDY WD, IRION JM, BRIGGLER M. The Effect of Time and Frequency of Static Stretching on Flexibility of the Hamstring Muscles. *Phys Ther.* 1997;77(10):1990-6.
- 26 ZAKAS A. The Effect of Stretching Duration on the Lower Extremity Flexibility of Adolescent Soccer Players. *J Bodywork Mov Ther.* 2005;9(3):220-5.
- 27 FELAND JB, MARIN HN. Effect of Submaximal Contraction Intensity in Contract-Relax Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching. *Br J Sports Med.* 2004;38(e18).
- 28 BONNAR BP, DEIVERT RG, GOULD TE. The Relationship Between Isometric Contraction Durations During Hold-Relax Stretching and Improvement of Hamstring Flexibility. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44(3):258-61.
- 29 GAMA ZAS, MEDEIROS CAS, DANTAS AVR, SOUZA TO. Influência da Frequência de Alongamento Utilizando Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva na Flexibilidade dos Músculos Isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(1):33-8.
- 30 RYAN ED, BECK TW, HERDA TJ, HULL HR, HARTMAN MJ, STOUT JR, CRAMER JT. Do Practical Durations of Stretching Alter Muscle Strength? A Dose-Response Study. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(8):1529-37.

- 31 HALBERTSMA JPK, MULDER I, GÖEKEN LNH, EISMA WH. Repeated Passive Stretching: Acute Effect on the Passive Muscle Moment and Extensibility of Short Hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80:407-14.
- 32 CHAN SP, HONG Y, ROBINSON PD. Flexibility and Passive Resistance of the Hamstrings of Young Adults Using Two Different Static Stretching Protocols. *Scand J Med Sci Sports.* 2001;11:81-6.
- 33 REID DA, McNAIR PJ. Passive Force, Angle, and Stiffness Changes After Stretching of Hamstring Muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(11):1944-8.
- 34 AQUINO CF, GONÇALVES GGP, FONSECA ST, MANCINI MC. Análise da Relação entre Flexibilidade e Rigidez Passiva dos Isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(4):195-200.
- 35 REES SS, MURPHY AJ, WATSFORD ML, McLACHLAN KA, COUTTS AJ. Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Stiffness and Force-Producing Characteristics of the Ankle in Active Women. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):572-7.
- 36 BANDY WD, IRION JM. The Effect of Time on Static Stretch on the Flexibility of the Hamstring Muscles. *Phys Ther.* 1994;74(9):845-52.
- 37 KNIGHT CA, RUTLEDGE CR, COX ME, ACOSTA M, HALL SJ. Effect of Superficial Heat, and Active Exercise Warm-up on the Extensibility of the Plantar Flexors. *Phys Ther.* 2001;81(6):1206-14.
- 38 PRENTICE, W. E.; VOIGHT, M. L. Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- 39 KISNER, C. & COLBY, L. A. Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas. 4ª ed. Barueri, SP: Ed. Manole, 2005.
- 40 SPERNOGA SG, UHL TL, ARNOLD BL, GANSNEDER BM. Duration of Maintained Hamstring Flexibility After a One-Time, Modified Hold-Relax Stretching Protocol. *J Athl Train.* 2001;36(1):44-8.
- 41 MITCHELL UH, MYRER JW, HOPKINS JT, HUNTER I, FELAND JB, HILTON SC.

- Acute Stretch Perception Alteration Contributes to the Success of the PNF “Contract-Relax” Stretch. *J Sport Rehabil.* 2007;16:85-92.
- 42 OSTERNIG LR, ROBERTSON RN, TROXEL RK, HANSEN P. Differential Responses to Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretch Techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22(1):106-11.
- 43 GUISSARD N, DUCHATEAU J. Neural Aspects of Muscle Stretching. *Exerc Sport Sci Rev.* v. 34(4), p.154-158, 2006.
- 44 BRASILEIRO JS, FARIA AF, QUEIROZ LL. Influência do Resfriamento e do Aquecimento Local na Flexibilidade dos Músculos Isquiotibiais. *Rev Bras Fisiot.* 2007;11(1):57-61.
- 45 GAJDOSIK, RL. Passive Extensibility of Skeletal Muscle: Review of the Literature with Clinical Implications. *Clin Biomech.* 2001;16:87-101.
- 46 JOUMAA V, RASSIER DE, LEONARD TR, HERZOG W. Passive force enhancement in single myofibrils. *Pflugers Arch – Eur J Physiol.* 2007;455:367-71.
- 47 MAGNUSSON SP, SIMONSEN EB, AAGAARD P, BOESEN J, JOHANNSEN F, KJAER M. Determinants of Musculoskeletal Flexibility: Viscoelastic Properties, Cross-Sectional Area, EMG and Stretch Tolerance. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7:195-202.
- 48 MAGNUSSON SP, SIMONSEN EB, DYHRE-POULSEN P, AAGAARD P, MOHR T, KJAER M. Viscoelastic Stress Relaxation During Static Stretch in Human Skeletal Muscle in the Absence of EMG Activity. *Scand J Med Sci Sports.* 1996;6(6):323-8.
- 49 BLACKBURN JT, RIEMANN BL, PADUA DA, GUSKIEWICZ KM. Sex Comparison of Extensibility, Passive and Active Stiffness of the Knee Flexors. *Clin Biomech.* 2004;19:36-43.
- 50 KUBO K, KANEHISA H, KAWAKAMI Y, FUKUNAGA T. Influence of Static Stretching on Viscoelastic Properties of Human Tendon Structures In Vivo. *J Appl Physiol.* 2001;90:520-7.

- 51 MORSE CI, DEGENS H, SEYNNES OR, MAGANARIS CN, JONES DA. The Acute Effect of Stretching on the Passive Stiffness of the Human Gastrocnemius Muscle Tendon Unit. *J Physiol*. 2008;586(1):97-106.
- 52 NELSON AG, DRISCOLL NM, LANDIN DK, YOUNG MA, SCHEXNAYDER IC. Acute Effects of Passive Muscle Stretching on Sprint Performance. *J Sports Sci*. 2005;23(5):449-54.
- 53 BATISTA LH, CAMARGO PR, OISHI J, SALVINI TF. Efeitos do Alongamento Ativo Excêntrico dos Músculos Flexores do Joelho na Amplitude de Movimento e Torque. *Rev Bras Fisiot*. 2008;12(3):176-82.
- 54 DeLUCA CJ. The Use of Surface Electromyographic in Biomechanics. *J App Biomech*. 1997;13:135-63.
- 55 DVIR, Z. *Isokinetics – Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications*. Orlando, USA: Harcourt Brace and Company, 1995.
- 56 EUROPEAN UNION. SENIAM project – Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles. (página da Internet). European Recommendations for Surface Electromyography. Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acessado em 10/03/08.

6 – ANEXOS

ANEXO 1: Parecer 181/08 do CEP/UFRN



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

Parecer Nº 181/2008 (Final)

Protocolo nº	056/08 CEP-UFRN
CAAE	0063.0.051.000-08
Título do Projeto	Comparação entre Técnicas de Alongamento Muscular Quanto ao Torque, à Atividade Mioelétrica e a Tensão Passiva dos Ísquios-Tibiais
Área de Conhecimento	Ciências da Saúde – Fisioterapia e Terapia Ocupacional – Terap. – Grupo III
Pesquisador Responsável	Jamilson Simões Brasileiro
Instituição Onde Será Realizado	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Instituição Sediadora	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Finalidade	Dissertação de Mestrado
Arrolamento dos Sujeitos	Início - julho/2008 Término - agosto/2008
Revisão Ética em	01 de agosto de 2008

RELATO


Considerando que as pendências expostas por este Comitê, foram adequadamente cumpridas, o Protocolo de Pesquisa em pauta enquadra-se na categoria de APROVADO.

Orientações ao Pesquisador: em conformidade com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) através do Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa (Brasília, 2002) e Resol. 196/96 – CNS o pesquisador responsável deve:

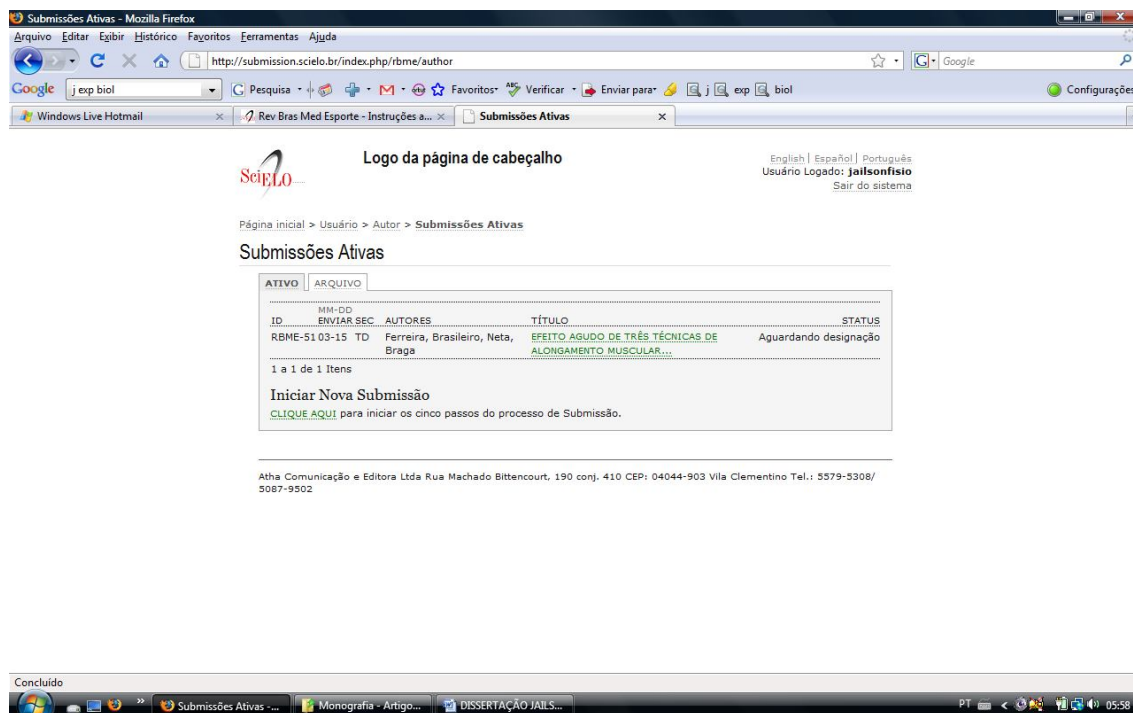
1. entregar ao sujeito da pesquisa uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), na íntegra, por ele assinada (Resol. 196/96 – CNS – item IV.2d);
2. desenvolver a pesquisa conforme foi delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após a análise das razões da descontinuidade pelo CEP/UFRN (Resol. 196/96 – CNS – item III.3z);
3. apresentar ao CEP/UFRN eventuais emendas ou extensões ao protocolo original, com justificativa (Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa – CONEP – Brasília – 2002 – p.41);
4. apresentar ao CEP/UFRN relatório final após conclusão da pesquisa - (Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa - CONEP – Brasília – 2002 – p.65);

Os formulários para os Relatórios Parciais e Final estão disponíveis na página do CEP/UFRN (www.etica.ufrn.br).

Natal, 12 de agosto de 2008.


Selma Maria Bezerra Jeronimo
VICE-COORDENADORA DO CEP-UFRN

ANEXO 2: Artigo submetido à Revista Brasileira de Medicina do Esporte



The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the address bar displaying `http://submission.scielo.br/index.php/rbme/author`. The page title is "Submissões Ativas" and it features the SciELO logo. The user is logged in as "jailsonfisio". The main content area is titled "Submissões Ativas" and contains a table with the following data:

ID	MM-DD	ENVIAR SEC	AUTORES	TÍTULO	STATUS
RBME-51 03-15	TD		Ferreira, Brasileiro, Neta, Braga	EFEITO AGUDO DE TRÊS TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR...	Aguardando designação

Below the table, there is a button labeled "Iniciar Nova Submissão" and a link that says "CLIQUE AQUI para iniciar os cinco passos do processo de Submissão."

At the bottom of the page, contact information for Atha Comunicação e Editora Ltda is provided: Rua Machado Bittencourt, 190 conj. 410 CEP: 04044-903 Vila Clementino Tel.: 5579-5308/5087-9502.

The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the time 05:58 and the language set to PT. Open applications include "Submissões Ativas", "Monografia - Artigo...", and "DISSERTAÇÃO JAILS..."

ANEXO 3: Normas de Publicação da Revista Brasileira de Medicina do Esporte

Escopo e política

A Revista Brasileira de Medicina do Esporte (RBME) é o órgão oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME), com publicação bimestral. A missão da RBME é disseminar a produção científica nas áreas de ciências do exercício e do esporte, através da publicação de resultados de pesquisas originais e de outras formas de documentos que contribuam para o conhecimento fundamental e aplicado em atividade física, exercício e esporte no âmbito das ciências biológicas e da medicina.

Serão considerados para publicação artigos originais, artigos de opinião, artigos de revisão, relatos de experiência, relatos de casos ou cartas ao editor, sobre assuntos relacionados com as áreas de Medicina e Ciências do Exercício e do Esporte. Ser membro da SBME não representa um pré-requisito para publicação na RBME, nem influencia a decisão do Conselho Editorial. Serão aceitos artigos escritos na língua portuguesa e, a critério do Conselho Editorial, autores e grupos estrangeiros poderão publicar artigos escritos em inglês. Todos os artigos serão publicados na íntegra em português e em inglês, com resumos também em espanhol, sendo responsabilidade da RBME a produção das versões estrangeiras.

A RBME adota as regras de preparação de manuscritos da Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (International Committee of Medical Journal Editors).

Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Ann Intern Med* 1997; 126: 36-47), cuja última atualização realizada em outubro de 2001 está disponível na internet (<http://www.icmje.org>).

DUPLA SUBMISSÃO

Os artigos submetidos à RBME serão considerados para publicação somente com a condição de que não tenham sido publicados ou estejam em processo de avaliação para publicação em outro periódico, seja na sua versão integral ou em parte. A RBME não considerará para publicação artigos cujos dados tenham sido

disponibilizados na Internet para acesso público.

Se houver no artigo submetido algum material em figuras ou tabelas já publicado em outro local, a submissão do artigo deverá ser acompanhada de cópia do material original e da permissão por escrito para reprodução do material.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores deverão explicitar, através de formulário próprio (Divulgação de potencial conflito de interesses - a seguir), qualquer potencial conflito de interesse relacionado ao artigo submetido, conforme determinação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC 102/ 2000) e do Conselho Federal de Medicina (Resolução nº 1.595/2000). Esta exigência visa informar os editores, revisores e leitores sobre relações profissionais e/ou financeiras (como patrocínios e participação societária) com agentes financeiros relacionados aos produtos farmacêuticos ou equipamentos envolvidos no trabalho, os quais podem teoricamente influenciar as interpretações e conclusões do mesmo. A existência ou não de conflito de interesse declarado estarão ao final de todos os artigos publicados.

BIOÉTICA DE EXPERIMENTOS COM SERES HUMANOS

A realização de experimentos envolvendo seres humanos deve seguir a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96) disponível na internet (<http://conselho.saude.gov.br/docs/Resolucoes/Reso196de96.doc>), incluindo a assinatura de um termo de consentimento informado e a proteção da privacidade dos voluntários.

BIOÉTICA DE EXPERIMENTOS COM ANIMAIS

A realização de experimentos envolvendo animais deve seguir resoluções específicas (Lei nº 6.638, de 08 de maio de 1979; e Decreto nº 24.645 de 10 de julho de 1934).

ENSAIOS CLÍNICOS

Os artigos contendo resultados de ensaios clínicos deverão disponibilizar todas as informações necessárias à sua adequada avaliação, conforme previamente estabelecido. Os autores deverão referir-se ao "CONSORT" (www.consort-statement.org).

REVISÃO PELOS PARES

Todos os artigos submetidos serão avaliados por ao menos dois revisores com experiência e competência profissional na respectiva área do trabalho e que emitirão parecer fundamentado, os quais serão utilizados pelos Editores para decidir sobre a aceitação do mesmo. Os critérios de avaliação dos artigos incluem: originalidade, contribuição para corpo de conhecimento da área, adequação metodológica, clareza e atualidade. Os artigos aceitos para publicação poderão sofrer revisões editoriais para facilitar sua clareza e entendimento sem alterar seu conteúdo.

CORREÇÃO DE PROVAS GRÁFICAS

Logo que prontas, as provas gráficas em formato eletrônico serão enviadas, por e-mail, para o autor responsável pelo artigo. Os autores deverão devolver a prova gráfica com as devidas correções em, no máximo, 48 horas após o seu recebimento.

DIREITOS AUTORAIS

Todas as declarações publicadas nos artigos são de inteira responsabilidade dos autores. Entretanto, todo material publicado torna-se propriedade da Editora, que passa a reservar os direitos autorais. Portanto, nenhum material publicado na RBME poderá ser reproduzido sem a permissão por escrito da Editora. Todos os autores de artigos submetidos à RBME deverão assinar um Termo de Transferência de Direitos Autorais (a seguir), que entrará em vigor a partir da data de aceite do trabalho. O autor responsável pelo artigo receberá, sem custos, a separata eletrônica da publicação (em formato PDF).

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Prof. Dr. Antonio Claudio Lucas da Nóbrega

Editor-Chefe da Revista Brasileira de Medicina do Esporte

Departamento de Fisiologia e Farmacologia

Instituto Biomédico

Universidade Federal Fluminense

Rua Prof. Hernani Pires de Melo 101, São Domingos

Niterói, RJ - CEP 24210-130

E-mail: revista@medicinadoesporte.com.br

INSTRUÇÕES PARA ENVIO

Todos os artigos deverão ser submetidos diretamente em nosso site (www.rbme.org.br) e não deverão ultrapassar 20 páginas em seu total. Após submissão eletrônica do artigo, os autores deverão enviar, por correio: * Termo de Divulgação de Potencial Conflito de Interesses (conforme modelo a seguir). * Termo de Transferência de Direitos Autorais (conforme modelo a seguir). O artigo submetido deve ser digitado em espaço duplo, papel tamanho A4, com margens de 2,5 cm e espaço 1,5, sem numerar linhas ou parágrafos, e numerando as páginas no canto superior direito; as legendas das figuras e as tabelas devem vir ao final do texto, no mesmo arquivo. Figuras devem ser incluídas em arquivos individuais. Os manuscritos que não estiverem de acordo com as instruções a seguir em relação ao estilo e formato serão devolvidos sem revisão pelo Conselho Editorial.

FORMATO DOS ARQUIVOS

* Para o texto, usar editor de texto do tipo Microsoft Word para Windows ou equivalente

* As figuras deverão estar nos formatos jpg ou tif.

Forma e preparação de manuscritos

ARTIGO ORIGINAL

Um artigo original deve conter no máximo 20 (vinte) páginas conforme formatação acima (incluindo referências, figuras e tabelas) e ser estruturado com os seguintes itens, cada um começando por uma página diferente:

Página título: deve conter (1) o título do artigo, que deve ser objetivo, mas informativo; (2) nomes completos dos autores; instituição(ões) de origem, com cidade, estado e país, se fora do Brasil; (3) nome do autor correspondente, com endereço completo e e-mail.

Resumo: deve conter (1) o resumo em português, com não mais do que 300 palavras, estruturado de forma a conter: introdução e objetivo, métodos, resultados e conclusão; (2) três a cinco palavras-chave, que não constem no título do artigo. Usar obrigatoriamente termos do Medical Subject Headings, do Index Medicus (<http://www.nlm.nih.gov/mesh/>) (3) o resumo em inglês (abstract), representando a tradução do resumo para a língua inglesa (4) três a cinco palavras-chave em inglês (keywords).

Introdução: deve conter (1) justificativa objetiva para o estudo, com referências pertinentes ao assunto, sem realizar uma revisão extensa; (2) objetivo do artigo.

Métodos: deve conter (1) descrição clara da amostra utilizada; (2) termo de consentimento para estudos experimentais envolvendo humanos; (3) identificação dos métodos, aparelhos (fabricantes e endereço entre parênteses) e procedimentos utilizados de modo suficientemente detalhado, de forma a permitir a reprodução dos resultados pelos leitores; (4) descrição breve e referências de métodos publicados mas não amplamente conhecidos; (5) descrição de métodos novos ou modificados; (6) quando pertinente, incluir a análise estatística utilizada, bem como os programas utilizados. No texto, números menores que 10 são escritos por extenso, enquanto que números de 10 em diante são expressos em algarismos arábicos.

Resultados: deve conter (1) apresentação dos resultados em seqüência lógica, em forma de texto, tabelas e ilustrações; evitar repetição excessiva de dados em tabelas ou ilustrações e no texto; (2) enfatizar somente observações importantes.

Discussão: deve conter (1) ênfase nos aspectos originais e importantes do estudo, evitando repetir em detalhes dados já apresentados na Introdução e nos Resultados; (2) relevância e limitações dos achados, confrontando com os dados da literatura, incluindo implicações para futuros estudos; (3) ligação das conclusões com os objetivos do estudo; (4) conclusões que podem ser tiradas a partir do estudo; recomendações podem ser incluídas, quando relevantes.

Agradecimentos: deve conter (1) contribuições que justificam agradecimentos, mas não autoria; (2) fontes de financiamento e apoio de uma forma geral.

Referências: as referências bibliográficas devem ser numeradas na sequência em que aparecem no texto. As referências citadas somente em legendas de tabelas ou figuras devem ser numeradas de acordo com uma seqüência estabelecida pela primeira menção da tabela ou da figura no texto.

O estilo das referências bibliográficas deve seguir as regras do Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Ann Intern Med* 1997; 126: 36-47; <http://www.icmje.org>). Alguns exemplos mais comuns são mostrados abaixo. Para os casos não mostrados aqui, consultar a referência acima. Os títulos dos periódicos devem ser abreviados de acordo com o Index Medicus (List of Journals Indexed: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>). Se o periódico não constar dessa lista, colocar o nome por extenso. Deve-se evitar utilizar "comunicações pessoais" ou "observações não publicadas" como referências. Um resumo apresentado deve ser utilizado somente se for a única fonte de informação.

Exemplos:

1) Artigo padrão em periódico (deve-se listar todos os autores; se o número ultrapassar seis, colocar os seis primeiros, seguidos por et al): You CH, Lee KY, Chey RY, Mrnguy R. Electrocardiographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980;79:311-4. Goate AM, Haynes AR, Owen MJ, Farrall M, James LA, Lai LY, et al. Predisposing locus for Alzheimer's disease on chromosome 21. *Lancet* 1989;1:352-5.

2) Autor institucional: The Royal Marsden Hospital Bone-Marrow Transplantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in post-

hepatitis marrow aplasia. Lancet 1977;2:742-4.

3) Livro com autor(es) responsáveis por todo o conteúdo: Colson JH, Armour WJ. Sports injuries and their treatment. 2 nd rev. ed. London: S. Paul, 1986.

4) Livro com editor(es) como autor(es): Diener HC, Wilkinson M, editors. Drug-induced headache. New York: Springer-Verlag, 1988.

5) Capítulo de livro: Weinstein L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, editors. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: Saunders, 1974;457-72.

TABELAS

As tabelas devem ser elaboradas em espaço 1,5, devendo ser planejadas para ter como largura uma (8,7cm) ou duas colunas (18cm). Cada tabela deve possuir um título sucinto; itens explicativos devem estar ao pé da tabela. A tabela deve conter médias e medidas de dispersão (DP, EPM, etc.), não devendo conter casas decimais irrelevantes. As abreviaturas devem estar de acordo com as utilizadas no texto e nas figuras. Os códigos de identificação de itens da tabela devem estar listados na ordem de surgimento no sentido horizontal e devem ser identificados pelos símbolos padrão.

FIGURAS

Serão aceitas fotos ou figuras em preto-e-branco. Figuras coloridas poderão ser publicadas quando forem essenciais para o conteúdo científico do artigo. Nestes casos, os custos serão arcados pelos autores. Para detalhes sobre ilustrações coloridas, solicitamos contactar diretamente a Editora Redprint (redprint@uol.com.br). Figuras coloridas poderão ser incluídas na versão eletrônica do artigo sem custo adicional para os autores. Os desenhos das figuras devem ser consistentes e tão simples quanto possível. Não utilizar tons de cinza. Todas as linhas devem ser sólidas. Para gráficos de barra, por exemplo, utilizar barras brancas, pretas, com linhas diagonais nas duas direções, linhas em xadrez, linhas horizontais e verticais. A RBME desestimula fortemente o envio de fotografias de equipamentos e animais. As figuras devem ser impressas com bom contraste e

largura de uma coluna (8,7cm) no total. Utilizar fontes de no mínimo 10 pontos para letras, números e símbolos, com espaçamento e alinhamento adequados. Quando a figura representar uma radiografia ou fotografia sugerimos incluir a escala de tamanho quando pertinente.

Envio de manuscritos

Os autores devem enviar:

* Carta de encaminhamento assinada por todos os autores ou pelo primeiro autor em nome dos demais, contendo: 1) informação a respeito de submissão prévia ou dupla ou submissão de qualquer parte do trabalho atual; 2) uma declaração de relações, financeiras ou não, que possam levar a conflito de interesse; 3) uma declaração de que o trabalho foi lido e aprovado por todos os co-autores e que os critérios necessários para a declaração de autoria (consultar Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals) foram alcançados por todos os autores e que cada autor afirma que os dados do manuscrito são verdadeiros; 4) o nome, endereço telefone e e-mail do autor para correspondência, que será o responsável em comunicar-se com os outros autores a respeito de revisões e provas gráficas. A carta deverá dar outras informações úteis ao Editor, como a sessão a que o artigo está sendo submetido.

* Termo de Divulgação de Potencial Conflito de Interesses (conforme modelo a seguir).

* Termo de Transferência de Direitos Autorais (conforme modelo a seguir).

* Três cópias do artigo, digitadas em espaço duplo, impressas em papel tamanho A4 ou ofício em somente um dos lados, com margens de 2,5 cm e espaço 1,5, sem numerar linhas ou parágrafos, e numerando as páginas no canto superior direito; as legendas das figuras, as figuras propriamente ditas e as tabelas devem vir ao final anexas a cada cópia; assinalar no texto os locais adequados para inserção das figuras e tabelas.

* Um disquete 3,5 polegadas de alta densidade ou CD contendo somente um arquivo de texto, correspondente ao artigo, e os arquivos correspondentes a fotos ou figuras.

Os manuscritos que não estiverem de acordo com as instruções a seguir em relação ao estilo e formato serão devolvidos sem revisão pelo Conselho Editorial.

PREPARO DO DISQUETE

- * Disquete formatado compatível com IBM/PC
- * Usar editor de texto (Microsoft Word para Windows ou equivalente)
- * O arquivo de texto deve conter somente o texto, da página-título até as referências, e as tabelas
- * As figuras não devem ser incluídas no mesmo arquivo do texto
- * Certificar-se de colocar no disquete a última versão do artigo, idêntica à versão impressa
- * Etiquetar o disquete informando o programa e a versão utilizados, bem como o nome do arquivo.

ENVIO DE ARTIGOS POR E-MAIL

A RBME estimula a submissão de artigos através de correio eletrônico (e-mail). Este tipo de submissão permite maior agilidade no processo de revisão. Para isso, será necessário o envio dos arquivos contendo o texto e as figuras do artigo para o endereço eletrônico da revista (revista@medicinadoesporte.com.br).

Deverá ser enviada uma mensagem ao Editor-Chefe com identificação dos autores, bem como os seus endereços convencional e eletrônico, mais informações sobre o formato utilizado. O artigo deverá ser enviado em anexo (como attachment), nos formatos MS Word para Windows, respeitando rigorosamente as normas abaixo. As figuras deverão estar nos formatos jpg ou tif.

O Termo de Transferência de Direitos Autorais dos artigos submetidos por e-mail deverão ser enviados via correio convencional e sua data de postagem não deverá ultrapassar em dez dias a data de submissão eletrônica do artigo.

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esclarecimentos

Este é um convite para você participar da pesquisa “COMPARAÇÃO ENTRE TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR QUANTO AO TORQUE, ATIVIDADE MIOELÉTRICA E TENSÃO PASSIVA DOS ÍSQUIO-TIBIAIS”, que é coordenada pelo Professor 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 comparar os efeitos agudos entre as principais técnicas de alongamento muscular em indivíduos jovens e saudáveis. Caso decida aceitar o convite, você será submetido(a) aos seguintes procedimentos:

- 1) Preparação da região, colocação e fixação dos eletrodos por meio de faixa elástica compressiva, para captação de sinal eletromiográfico da musculatura posterior da coxa do membro inferior não-dominante, seguida do protocolo de avaliação pré-intervenção utilizando o dinamômetro isocinético;
- 2) Protocolo de alongamento da musculatura posterior da coxa, de acordo com o grupo ao qual o participante será alocado;
- 3) Protocolo de avaliação pós-intervenção semelhante à pré-intervenção.

O tempo médio previsto para execução destes procedimentos é de aproximadamente 40 minutos. As avaliações constarão de exames de capacidade de contração muscular, atividade mioelétrica e tensão passiva da musculatura posterior da coxa do membro inferior não-dominante, medidas por meio de dinamômetro isocinético e eletromiógrafo. Será necessário realizar tricotomia da região onde serão afixados os eletrodos de superfície para captação do sinal eletromiográfico dos músculos ísquio-tibiais. No protocolo de intervenção, será executada uma das técnicas de alongamento ou nenhuma intervenção (grupo

controle).

Os riscos envolvidos com sua participação são: 1) ferimento leve na pele por ocasião da tricotomia, que serão minimizados por meio das seguintes providências: utilização de aparelhos de barbear descartáveis e individuais, utilização de álcool a 70% para limpeza da pele no local de colocação dos eletrodos; 2) distensão ou câimbra leve que pode ser ocasionada pelo procedimento de alongamento muscular ou pela contração muscular máxima que será solicitada durante o protocolo de avaliação, que serão minimizadas por meio das seguintes providências: presença constante dos pesquisadores responsáveis durante todo o processo de avaliação e intervenção, utilização de dispositivo que trava o dinamômetro isocinético, caso o participante deseje, e disponibilidade de pacote de gelo no ambiente da pesquisa, para realização de crioterapia, caso haja necessidade.

Você terá os seguintes benefícios ao participar da pesquisa: usufruir dos benefícios proporcionados pelo aprofundamento do conhecimento científico sobre a resposta da musculatura esquelética às técnicas de alongamento muscular.

Todas as informações obtidas serão sigilosas e seu nome não será identificado 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 você tiver algum gasto que seja devido à sua participação na pesquisa, você será ressarcido, caso solicite.

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 **JAMILSON SIMÕES BRASILEIRO**, no endereço **UFRN - CAMPUS UNIVERSITÁRIO, CCS, DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**, ou pelo telefone **(84) 3215-4270**.

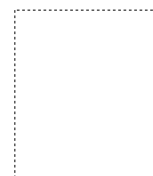
Dúvidas a respeito da ética dessa pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN no endereço **Praça do Campus Universitário, Lagoa Nova, Caixa Postal 1666, CEP 59072-970, Natal/RN** ou pelo telefone **(84) 3215-3135**.

Consentimento Livre e Esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa “COMPARAÇÃO ENTRE TÉCNICAS DE ALONGAMENTO MUSCULAR QUANTO AO TORQUE, ATIVIDADE MIOELÉTRICA E TENSÃO PASSIVA DOS ÍSQUIO-TIBIAIS”.

Participante da pesquisa: _____

ASSINATURA



Pesquisador responsável: _____

JAMILSON SIMÕES BRASILEIRO (ASSINATURA)

**UFRN, CAMPUS UNIVERSITÁRIO, CCS, DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA.
Telefone: (84) 3215-4270.**

Comitê de ética e Pesquisa: Praça do Campus Universitário, Lagoa Nova, Caixa Postal 1666, CEP 59072-970, Natal/RN. Telefone: (84) 3215-3135.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)