



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA – UCB  
CURSO DE FISIOTERAPIA

ANÁLISE DA FLEXIBILIDADE, FORÇA E ATIVIDADE  
ELETROMIOGRÁFICA NOS MÚSCULOS  
ISQUIOTIBIAIS APÓS ALONGAMENTO ESTÁTICO,  
BALÍSTICO E POR FACILITAÇÃO NEUROMUCULAR  
PROPRIOCEPTIVA

LEINA ADRIANA BARBOSA PIMENTA  
LUCIANA MAIA CARDOSO

BRASÍLIA  
2006

LEINA ADRIANA BARBOSA PIMENTA  
LUCIANA MAIA CARDOSO

ANÁLISE DA FLEXIBILIDADE, FORÇA E ATIVIDADE  
ELETROMIOGRÁFICA NOS MÚSCULOS  
ISQUIOTIBIAIS APÓS ALONGAMENTO ESTÁTICO,  
BALÍSTICO E POR FACILITAÇÃO NEUROMUCULAR  
PROPRIOCEPTIVA

Artigo científico apresentado à disciplina  
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC como  
requisito parcial à conclusão do Curso de  
Fisioterapia na Universidade Católica de Brasília  
– UCB.

Orientador: Prof. MSc. Allan Keyser de  
Souza Raimundo.  
Co-Orientadora: Prof. MSc. Yomara  
Lima Mota

BRASÍLIA  
2006

# ANÁLISE DA FLEXIBILIDADE, FORÇA E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA NOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS APÓS TÉCNICAS DE ALONGAMENTO ESTÁTICO, BALÍSTICO E POR FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA

AKS Raimundo<sup>1</sup>, LAB Pimenta<sup>2</sup>, LM Cardoso<sup>3</sup>, YL Mota<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestre e docente da Universidade Católica de Brasília – UCB, Brasília, DF

<sup>2</sup>Acadêmica do curso de fisioterapia da Universidade Católica de Brasília– UCB, Brasília, DF

<sup>3</sup>Acadêmica do curso de fisioterapia da Universidade Católica de Brasília– UCB, Brasília, DF

<sup>4</sup>Mestre e docente da Universidade Católica de Brasília– UCB, Brasília, DF

Correspondência para: Allan Keyser de Sousa Raimundo, SMPW Qd 01 conj.06 lote 02 casa A, Park Way, CEP: 71735106, Brasília, DF, email: keyserallan@gmail.com; tel: 6133864439.

Trabalho realizado na Universidade Católica de Brasília – UCB. Qs 07 Lt 01 EPCT, Águas Claras – Taguatinga, DF, CEP: 71966700

Título para as páginas do artigo: Flexibilidade, força e atividade muscular após alongamento.

## RESUMO

**Objetivo:** analisar e comparar os efeitos agudos do alongamento executado nos músculos isquiotibiais na flexibilidade, força e atividade muscular após as técnicas de alongamento estático, balístico e por FNP. **Materiais e Métodos:** 30 mulheres divididas em 3 grupos submetidas de forma aleatória a uma técnica de alongamento, sendo analisado os dados de flexibilidade, força e atividade muscular em um pré- teste e pós- teste. O membro dominante foi considerado como grupo controle. **Resultados:** a análise demonstrou que houve aumento estatisticamente significativo na flexibilidade, entretanto na força muscular, ocorreu uma diminuição estatisticamente significativa e a eletromiografia permaneceu inalterada após as técnicas de alongamento. Quando comparada as três técnicas entre si a análise demonstrou que não ocorreu diferença entre elas. O nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ . **Conclusão:** por não haver diferença entre as técnicas de alongamento aplicadas, concordamos com a literatura que o alongamento estático é a técnica mais indicada.

*Palavras- chave:* alongamento, flexibilidade, força e atividade muscular.

## ABSTRACT

**Analysis of flexibility, strength and muscular activity on the hamstrings muscles after the use of the following stretching techniques: static, ballistic and PNF**

**Aim:** to analyze and compare the deleterious effects of stretching of the hamstrings muscles on flexibility, strength and muscular activity after the use of the following stretching techniques: static, ballistic and PNF. **Methods and Materials used:** 30 women were divided in three groups and each of these groups was submitted randomly to one of the three stretching techniques. The data regarding the individual flexibility, strength and muscular activity were analyzed in a pre and after tests. The dominant member was considered as the control group. **Results:** the analysis demonstrated a considerable statistic increase on flexibility; however, a considerable statistic decrease was noticed on the muscular strength and nothing happened to the electromyography after the use of the stretching techniques. When the three stretching techniques were compared between each other, no difference was found. The adopted level of significance was of  $p \leq 0,05$ . **Conclusion:** considering the fact that there is no difference between the stretching techniques applied to the willing helpers, we end up agreeing with the literature: the static stretching is the most indicated/recommended between the three analyzed techniques. *Key words:* stretching, flexibility, strength and muscular activity.

## **Introdução**

Os encurtamentos musculares levam a disfunções estáticas e dinâmicas interferindo na postura e no desempenho do dia a dia. O estilo de vida sedentário, tão presente nos dias atuais, não propicia movimentos amplos, restringe a flexibilidade e com isso, os músculos tendem a tornar-se cada vez mais encurtados ao realizarem movimentos com amplitude limitada<sup>1</sup>. Várias são as causas que podem afetar a amplitude de movimento (ADM) de uma articulação e conseqüentemente levar a um encurtamento adaptativo dos tecidos moles, como imobilização gessada, mobilidade restrita, doenças de tecido conectivo ou neuromusculares, traumas e deformidades ósseas<sup>2</sup>. Outras desordens como a hipotrofia, o desequilíbrio entre a musculatura agonista e antagonista e a diminuição da atividade muscular promovem uma queda da força, interferem nas disfunções musculares, alteram a estabilidade articular e pode acarretar possíveis lesões<sup>3</sup>. Portanto, a flexibilidade, a força e a atividade muscular são qualidades físicas essenciais à saúde geral das pessoas atletas e não atletas, pois ajudam na prevenção de má postura, espasmos e lesões musculares, tensões neuromusculares generalizadas e lombalgias<sup>1,4,5</sup>.

Existe uma grande variedade de alongamentos, sendo os mais comuns: Alongamento Estático, Balístico e por Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP)<sup>6</sup>. O alongamento estático consiste em alongar um músculo de forma lenta com aplicação da carga de forma gradual e velocidade constante até um ponto tolerável e sendo mantido por um período de tempo. O alongamento balístico consiste em um momento de balanço de um segmento corporal de maneira rítmica para alongar os músculos vigorosamente<sup>6,7</sup>. A técnica de alongamento por Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP – contração-relaxamento-contração) é executada com auxílio de um profissional e envolve a realização de movimento passivo e ativo (concêntrico e isométrico), sendo composto por uma aplicação gradual de carga até a ADM máxima, manutenção da posição concomitante a contração da musculatura alongada com subsequente

relaxamento desta musculatura e manutenção da aplicação da carga com objetivo de ganhar flexibilidade<sup>9</sup>.

Entende-se por flexibilidade, a ADM disponível numa articulação<sup>10</sup>. Acredita-se que a manutenção e o desenvolvimento dos níveis de flexibilidade podem ser obtidos através de exercícios de alongamento, independente da determinação genética e do nível de flexibilidade inicial<sup>11</sup>. Esses exercícios influenciam a estrutura e a composição bioquímica dos tecidos, mantendo ou elevando sua capacidade de extensibilidade. Por esse motivo, os alongamentos têm sido apontados como a técnica mais específica com relação à finalidade no desenvolvimento da flexibilidade<sup>11</sup>.

Diversos autores<sup>8,12,13,14</sup> investigaram o relacionamento entre alongamento e desempenho de força nos músculos posteriores da coxa, entretanto estudos apresentam resultados controversos em relação ao efeito dos exercícios de alongamento no rendimento físico. Além disso, poucas são as investigações relacionadas à prática de alongamento no desempenho da força máxima, principalmente sobre os efeitos de sessões agudas desses exercícios<sup>8</sup>.

Segundo Wilson *et al* (1992)<sup>12</sup> o treinamento de alongamento pode melhorar o desempenho nos exercícios de força envolvendo o ciclo alongamento-encurtamento (CAE) em virtude do maior armazenamento de energia potencial nos componentes elásticos da musculatura esquelética devido a um tecido menos rígido.

Em contrapartida Kokkonen *et al* (1998)<sup>13</sup> demonstraram uma diminuição no rendimento do desempenho da força máxima para os movimentos de extensão e flexão do joelho quando executados após uma sessão de exercícios de alongamento. Laur *et al* (2003)<sup>14</sup> concluíram em seu estudo que o alongamento é realizado antes da prática de atividade física com o intuito de evitar lesões, porém na geração da força e no desempenho do exercício é maléfico, pois segundo o mesmo, o alongamento agudo nos isquiotibiais promove uma redução significativa da força sub-máxima.

Estudos atuais<sup>15,16,17</sup> correlacionam as técnicas de alongamento com a atividade muscular sendo registrada através da eletromiografia (EMG). A EMG registra um fenômeno elétrico que está casualmente relacionado com a contração muscular<sup>15</sup>. Segundo Moore e Hutton (1980)<sup>16</sup> as técnicas de alongamento inibem a ativação reflexa, promovendo uma diminuição da resistência, aumentando a ADM e esses resultados estão associados a um aumento da resposta da EMG. De acordo com Avela *et al* (1999)<sup>17</sup> o alongamento por FNP diminui a ativação muscular por excitar um mecanismo inibitório do SNC que gera uma diminuição no recrutamento da unidade motora, reduzindo assim sua ativação muscular.

Sendo assim, de acordo com as informações fornecidas neste estudo, passa a ser de caráter prioritário ao fisioterapeuta realizar avaliações e tratamentos visando à utilização das técnicas de alongamento como medida preventiva e terapêutica para evitar ou diminuir espasmos, lesões e desequilíbrios musculares, contraturas, má postura e tensões neuromusculares<sup>3</sup>. Assim, torna-se portanto, necessário o conhecimento da melhor técnica de alongamento a partir dos seus efeitos produzidos sobre a flexibilidade, força e atividade muscular.

O objetivo deste estudo foi analisar e comparar os efeitos agudos do alongamento executado nos músculos isquiotibiais na flexibilidade, força e atividade muscular em indivíduos do sexo feminino com idade entre 18 e 35 anos quando submetidas às técnicas de alongamento estático, balístico e por FNP.

## **Materiais e Métodos**

### **Casuística**

Esta pesquisa foi analisada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Católica de Brasília. Foi realizado um estudo experimental do tipo ensaio clínico randomizado composto por 30 mulheres com idade entre 18 e 35 anos (média de 24,13  $\pm$ 4,74), massa corporal média total de 58,78  $\pm$ 9,20, estatura média de 1,66  $\pm$ 0,01, IMC médio de 22,14  $\pm$ 3,06 e com

amplitude de movimento para extensão do joelho igual ou inferior a 70°. As voluntárias eram sedentárias (de acordo com a classificação da OMS, não realizavam atividade física ou realizavam menos de três vezes por semana) e saudáveis, ou seja, sem história de lesão osteo-mio-articular ou neuromuscular em membro inferior.

As voluntárias foram convidadas sendo exposto o propósito e os procedimentos técnicos, assim como dos riscos e benefícios do presente estudo, e logo após, foram questionadas quanto à disponibilidade de participar desta pesquisa. A partir de então, todas foram submetidas a uma avaliação inicial para seleção da amostra após assinarem um termo de consentimento livre e esclarecido com a possibilidade de desistência durante o experimento.

Para tal, utilizaram-se os seguintes critérios:

1. De inclusão: Não apresentavam frouxidão ligamentar; não realizavam nenhum treino rotineiro que influenciasse no ganho de força e flexibilidade durante o estudo, e apresentavam encurtamento muscular dos isquiotibiais com limitação maior ou igual a 20° para extensão do joelho com quadril flexionado a 90°.
2. De exclusão: Presença de dor ou história de patologias músculo articular ou esquelética envolvendo a região lombar e/ou membros inferiores; pacientes submetidos a cirurgias ortopédicas até um ano antes do estudo; praticante de esportes que promovessem aumento da flexibilidade e/ou da força; se recusassem a participar do estudo, e não compreendessem as orientações para a execução dos procedimentos de avaliação ou para as técnicas de alongamento.

Uma voluntária foi excluída do estudo, pois entre o período do experimento apresentou uma tendinite na origem dos isquiotibiais.

## **Procedimentos**

### **Protocolo Experimental**

Todo o protocolo foi executado no Laboratório de Estudos em Fisiologia Digital (LEFID) da Universidade Católica de Brasília (UCB). Durante todas as sessões da fase experimental a sala permaneceu isolada, em temperatura ambiente, com o acesso restrito aos pesquisadores e aos voluntários.

Este estudo constituiu-se de um pré-teste onde foi mensurado o peso, a altura, a dominância do membro inferior, a flexibilidade, força e atividade muscular. Depois de sete dias, as voluntárias retornaram ao laboratório e foram submetidas à técnica de alongamento e após três minutos realizaram o pós-teste sendo mensurada a flexibilidade, força e atividade muscular para averiguar os efeitos agudos do alongamento<sup>18</sup>.

A mensuração foi obtida da seguinte forma:

- **Peso e Altura:**

Utilizada uma balança antropométrica mecânica da marca Filizola® com capacidade para 150kg e frações de 100gr, com altura máxima de 190cm onde foi mensurado o peso e a altura.

- **Teste de Dominância:**

A voluntária foi posicionada em frente a uma escada e era instruída a subir um único degrau. O membro inferior colocado primeiramente no degrau foi considerado como o membro dominante.

- **Teste de Mensuração da Flexibilidade (Figura 1):**

A posição adotada no teste era em decúbito dorsal com flexão de quadril e joelho a 90° e com o membro inferior contralateral em extensão completa e apoiado na maca<sup>18</sup>. A posição pélvica foi monitorada por palpação das espinhas ilíacas ântero-superiores e processo espinhoso das vértebras lombares de L4 e L5. Para manter a posição neutra da pelve foi realizada uma manobra de tração na região lombar<sup>19</sup>. Utilizou-se um goniômetro universal de plástico da marca

Carci® para a mensuração do ângulo de flexão do quadril e joelho<sup>20</sup>. Para mensurar o ângulo de flexão do quadril, o braço fixo foi posicionado na linha média axilar do tronco e o braço móvel, posicionado paralelo e sobre a superfície lateral da coxa, em direção ao côndilo lateral do fêmur<sup>21</sup>. Para mensurar o ângulo da flexão do joelho, o braço fixo foi posicionado paralelo à superfície lateral do fêmur dirigido para o trocânter maior e o braço móvel, posicionado paralelo a face lateral da fíbula dirigido para o maléolo lateral<sup>21</sup>. O examinador estendeu passivamente o joelho (de 90° para 180°, sendo 180° a extensão terminal da articulação) até o ponto onde a voluntária sentiu uma resistência muscular com um desconforto na região posterior da coxa<sup>18</sup> e logo após a angulação foi mensurada. O procedimento foi repetido três vezes com intervalo de 30 segundos entre as repetições sendo calculada a média dos valores obtidos no membro inferior dominante e não dominante<sup>11</sup>. Este teste de extensão de joelho ou ângulo poplíteo foi mostrado como confiável para mensurar a flexibilidade dos isquiotibiais<sup>19</sup>.



Figura 1 – Teste de Flexibilidade

- Teste de Mensuração da Força Muscular (Figura 2):

A posição adotada no teste era em decúbito ventral com flexão do joelho a 70° com a coxa em posição neutra para rotação<sup>22</sup>, permanecendo o membro inferior contralateral em extensão completa e apoiado na maca. O tornozelo foi protegido por uma espuma e envolvido por um cabo de aço conectado perpendicularmente ao transdutor. A distância do transdutor até a fixação na parede era de 50cm, sendo a mesma distância do transdutor até o tornozelo, perfazendo um total de 1,00m de distância entre o tornozelo e a fixação na parede<sup>23</sup>. Esse sistema registrou a força de

tração correspondente à força dos músculos isquiotibiais. Foram realizadas três Contrações Voluntárias Máximas Isométricas (CVMI) com 3 segundos de duração cada e intervalo de 5 segundos entre as contrações, sendo calculada a média dos valores da CVMI. Essa mensuração foi repetida no outro membro<sup>9</sup> e realizada simultaneamente à mensuração da atividade muscular.

- Teste de Mensuração da Atividade Muscular (Figura 2):

A posição adotada no teste era em decúbito ventral com flexão do joelho a 70° com a coxa em posição neutra para rotação<sup>22</sup>, permanecendo o membro inferior contralateral em extensão completa e apoiada na maca. Foram realizadas três CVMI com 3 segundos de duração cada e intervalo de 5 segundos entre as contrações com o objetivo de obter o valor do RMS, sendo calculada a média desses valores. Essa mensuração foi repetida no outro membro<sup>9</sup>.



Figura 2 – Teste de Força e Atividade Muscular

### **Instrumentos de Medição Experimental**

- Flexibilidade:

Para mensuração do ângulo de extensão do joelho ou ângulo poplíteo foi utilizado um goniômetro universal de plástico da marca Carci<sup>®</sup>. O goniômetro universal é o instrumento mais versátil e mais utilizado na prática clínica, e seu modelo e maneira de utilização estão descritos de forma abundante na literatura<sup>24</sup>. No entanto, a validade da goniometria pode ser posta em questão, uma vez que requer prática por parte do analisador e está sujeita a diferentes interpretações. Devido a este fato todas as medidas foram realizadas por um mesmo avaliador.

- Força:

O monitoramento da força para aquisição da CVMI foi obtido através de um transdutor de força *Hand Dynamometer*, da marca BIOPAC® – modelo SS25L, com capacidade para 200Kg, acoplada em um dispositivo digital de visualização da carga através do *software* BIOPAC® *Student Lab Pro 3.6.5*®.

- EMG de superfície (EMG-S):

Para coletar o sinal da atividade muscular foi utilizado o aparelho de eletromiografia da marca BIOPAC® com quatro canais usando eletrodos bipolares passivos de Ag/AgCl (*Meditrace*®), de formato circular, com diâmetro total de 4cm e diâmetro da região de captação de 2cm e distância inter-eletrodos fixa de 4 cm, sendo posicionados paralelamente às fibras musculares. Os eletrodos apresentavam uma pré-amplificação com ganho de vinte vezes. A frequência de amostragem foi de 1000 Hz. A aquisição e o armazenamento dos dados foram feitos através do *software* BIOPAC® *Student Lab Pro 3.6.5*®.

Antes do registro do sinal da EMG-S, a pele foi devidamente preparada por meio de água, sabão neutro e abrasão com bucha vegetal para retirada de células mortas e oleosidade, diminuindo assim a impedância da pele.

A análise da EMG-S foi realizada no músculo bíceps femoral e para garantir o controle do sítio de registro deste músculo optou-se pela seguinte descrição:

- Os eletrodos foram colocados entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tíbia, a 50% destas duas referências anatômicas e o eletrodo de referência colocado no tornozelo.

Para coletar 03 canais simultaneamente (02 canais de EMG-S e 01 canal de força), foi utilizado um amplificador de sinais biológicos modelo MP30, da marca BIOPAC® (com 04 canais).

### **Protocolo de Alongamento**

As voluntárias foram divididas em três grupos aleatoriamente, sendo que o grupo 1 realizou a técnica de alongamento estático, o grupo 2 realizou a técnica de alongamento balístico e

o grupo 3 realizou a técnica de alongamento por FNP. Todas as técnicas de alongamento foram aplicadas no membro inferior não dominante e o membro inferior dominante representou o grupo controle.

- **Grupo 1** (Figura 3)

Este grupo recebeu a técnica de alongamento estático. A mesma foi realizada da seguinte forma: o posicionamento adotado foi em decúbito dorsal com 90° de flexão de quadril e de joelho mensurados pelo goniômetro, com o membro inferior contralateral em extensão e apoiado sobre o colchonete<sup>19</sup>. O examinador manteve o quadril a 90° e estendeu passivamente o joelho com o tornozelo em dorsiflexão até o ponto em que a voluntária relatou uma resistência muscular e um desconforto na região<sup>26</sup>. Quando esse ponto foi atingido, o membro inferior permaneceu nessa posição por 60 segundos. Essa técnica foi realizada três vezes com duração de 60 segundos e intervalo entre as mesmas de 15 segundos no membro não dominante<sup>25</sup>.



Figura 3 – Alongamento Estático

- **Grupo 2** (Figura 4)

Este grupo recebeu a técnica de alongamento balístico. A mesma foi realizada da seguinte forma: a voluntária ficou em pé de forma ereta com o membro inferior dominante apoiado no chão com o pé apontando para frente. O calcanhar do membro inferior não dominante foi posicionado numa cadeira padrão com o pé direcionado para o teto e tornozelo em dorsiflexão. O joelho do membro não dominante permaneceu em completa extensão. A voluntária realizou a flexão do tronco e do quadril com os braços voltados para frente até o limite da ADM onde sentiu uma resistência muscular e um desconforto na parte posterior da coxa<sup>26</sup>. A partir desse ponto,

realizou a repetição do movimento de flexão de tronco e do quadril de forma rápida por 30 vezes durante 60 segundos<sup>9</sup>. Essa técnica foi realizada três vezes com duração de 60 segundos e intervalo entre as mesmas de 15 segundos no membro não dominante<sup>25</sup>.



Figura 4 – Alongamento Balístico

- **Grupo 3** (Figura 5)

Este grupo recebeu a técnica de alongamento por FNP. A mesma foi realizada da seguinte forma: o posicionamento adotado foi em decúbito dorsal com ambos os membros inferiores em extensão completa de quadril e joelho apoiados no colchonete<sup>19</sup>. O examinador flexionou passivamente o quadril com joelho estendido e tornozelo em dorsiflexão até o ponto em que o sujeito relatou uma resistência muscular e um desconforto na região posterior da coxa<sup>26</sup>. Quando esse ponto foi atingido, o membro inferior permaneceu nessa posição por 20 segundos e logo após o examinador solicitou uma CVMI da musculatura dos isquiotibiais sendo mantida por 8 segundos. Depois dessa contração realizou-se novamente o alongamento passivo dos isquiotibiais por 20 segundos<sup>27</sup>. Essa técnica foi realizada três vezes com intervalo entre as mesmas de 15 segundos no membro não dominante<sup>25</sup>.



Figura 5 – Alongamento por FNP

### Análise Estatística

Foi realizada uma análise exploratória inicial afim de avaliar os casos faltosos (*missing values*), normalidade, linearidade e os *outliers*.

Para a análise estatística foi utilizada a Análise Descritiva e Análise de Variância para medidas repetidas (*Split-Plot Anova 3x2x2*) calculadas no SPSS 10.0 (*Statistical Package for Social Sciences*) para Windows, com o objetivo de analisar se diferentes técnicas de alongamento influenciam na flexibilidade, força e atividade muscular, em relação aos fatores período (pré e pós) e dominância (dominante e não dominante). O nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

### Resultados

De acordo com os dados da tabela 1 referente à flexibilidade os resultados demonstraram que houve aumento estatisticamente significativo entre o período e entre a dominância em cada grupo, porém ao comparar os três grupos, a análise não demonstrou diferença no período [ $p=0,57$ ] nem na dominância [ $p=0,39$ ].

	Membro não dominante		Membro dominante	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Grupo 1	-56,60 ± 3,97	-48,73 ± 5,72	-54,66 ± 6,63	-57,53 ± 2,30
Grupo 2	-53,70 ± 5,93	-45,00 ± 5,62	-51,89 ± 12,02	-50,89 ± 8,28
Grupo 3	-57,30 ± 4,99	-47,43 ± 5,24	-56,30 ± 4,01	-59,16 ± 3,20
Total	-55,94 ± 5,05	-47,12 ± 5,55	-54,36 ± 7,99	-56,03 ± 6,11

Tabela 1

Ao realizar um teste t pareado para avaliar as diferenças em relação ao período e a dominância, os resultados obtidos na tabela 2 demonstraram que em relação ao período, ocorreu diferença significativa no membro não dominante [ $p=0,0001$ ], sendo que a flexibilidade pós-teste (-47,12 ± 5,55) estava melhor do que a pré-teste (-55,94 ± 5,05) e no membro dominante não ocorreu diferença estatisticamente significativa [ $p=0,15$ ]. Em relação à dominância, a análise demonstrou que houve diferença significativa no pós-teste [ $p=0,0001$ ], sendo que a flexibilidade

do membro não dominante ( $-47,12 \pm 5,55$ ) estava melhor do que a do membro dominante ( $-56,03 \pm 6,11$ ) e no pré-teste não ocorreu diferença estatisticamente significativa [ $p=0,16$ ], conforme apresentado na tabela 3.

	<b>Pré-teste</b>	<b>Pós-teste</b>	<b>Valor t</b>	<b>Valor p</b>
Membro não dominante	$-55,94 \pm 5,05$	$-47,12 \pm 5,55$	-8,36	0,0001 *
Membro dominante	$-54,36 \pm 7,99$	$-56,03 \pm 6,11$	1,49	0,15

Tabela 2

	<b>Membro não dominante</b>	<b>Membro dominante</b>	<b>Valor t</b>	<b>Valor p</b>
Pré-teste	$-55,94 \pm 5,05$	$-54,36 \pm 7,99$	-7,21	0,16
Pós-teste	$-47,12 \pm 5,55$	$-56,03 \pm 6,11$	1,46	0,0001 *

Tabela 3

De acordo com os dados da tabela 4 referente à força em kilograma (Kg), os resultados demonstraram que existiu diferença estatisticamente significativa na dominância [ $p=0,05$ ], não ocorrendo o mesmo com o período [ $p=0,98$ ] em cada grupo. Porém ao comparar os três grupos, a análise não demonstrou diferença no período [ $p=0,29$ ] nem na dominância [ $p=0,06$ ].

	<b>Membro não dominante</b>		<b>Membro dominante</b>	
	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>
Grupo 1	$9,02 \pm 3,11$	$9,12 \pm 2,14$	$10,54 \pm 3,73$	$10,34 \pm 4,12$
Grupo 2	$9,91 \pm 2,33$	$11,80 \pm 4,18$	$10,89 \pm 4,39$	$10,13 \pm 2,80$
Grupo 3	$9,00 \pm 2,55$	$8,84 \pm 2,68$	$10,10 \pm 2,22$	$9,19 \pm 2,82$
Total	$9,29 \pm 2,55$	$9,85 \pm 3,25$	$10,50 \pm 3,42$	$9,88 \pm 3,24$

Tabela 4

Ao realizar um teste t pareado para avaliar a diferença em relação à dominância os resultados obtidos na tabela 5 demonstraram que houve diferença significativa no pré-teste [ $p=0,005$ ], sendo que a força muscular do membro dominante ( $10,50 \pm 3,42$ ) estava melhor do que a do membro não dominante ( $9,29 \pm 2,55$ ) e no pós-teste não ocorreu diferença estatisticamente significativa [ $p=0,96$ ].

<b>Membro não dominante</b>	<b>Membro dominante</b>	<b>Valor t</b>	<b>Valor p</b>
-----------------------------	-------------------------	----------------	----------------

Pré-teste	9,29 ± 2,55	10,50 ± 3,42	3,01	0,005 *
Pós-teste	9,85 ± 3,25	9,88 ± 3,24	0,05	0,96

Tabela 5

De acordo com os dados obtidos da tabela 6 referente à atividade muscular os resultados demonstraram que não existiu diferença estatisticamente significativa no período [p=0,21] e na dominância [p=0,16] em cada grupo. Ao comparar os três grupos, a análise também não demonstrou diferença no período [p=0,66] nem na dominância [p=0,96].

	Membro não dominante		Membro dominante	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Grupo 1	5,32 ± 1,84	5,62 ± 1,55	5,37 ± 1,59	5,17 ± 1,55
Grupo 2	5,24 ± 1,85	6,05 ± 1,89	5,25 ± 1,90	5,42 ± 1,48
Grupo 3	5,55 ± 1,52	5,94 ± 1,28	5,43 ± 1,16	5,48 ± 1,86
Total	5,37 ± 1,68	5,87 ± 1,53	5,36 ± 1,29	5,35 ± 1,59

Tabela 6

## Discussão

O objetivo principal deste estudo foi analisar e comparar os efeitos agudos do alongamento executado nos músculos isquiotibiais na flexibilidade, força e atividade muscular após as técnicas de alongamento estático, balístico e por FNP.

Os resultados deste estudo demonstraram um aumento na flexibilidade após as técnicas de alongamento. Nelson *et al* (2004)<sup>26</sup> utilizaram 69 mulheres com encurtamento de 30°, compararam as técnicas de alongamento estático e excêntrico, usaram um grupo controle e demonstraram que o ganho na flexibilidade ocorre pelo fato de que há um aumento no comprimento da unidade músculo-tendínea (UMT) o que promove um aumento do comprimento do músculo. Sady *et al* (1981)<sup>11</sup> compararam as técnicas de alongamento estático, balístico e por FNP três vezes na semana por seis semanas e demonstraram que o ato de alongar promove uma resposta adaptável a curto prazo em cápsulas articulares, tecidos conectivos, músculos e circuitos neurais.

Magnusson *et al* (1998)<sup>28</sup> utilizaram a técnica de alongamento estático duas vezes ao dia durante vinte dias e observaram que o ganho na flexibilidade é devido ao aumento na tolerância ao alongamento e as propriedades viscoelásticas permanecem inalteradas. Neste mesmo estudo ele demonstrou que a tolerância ao estiramento para a extensão determina a flexibilidade e, além disso, sabe-se que a ADM pode ser conseguida a curto e a longo prazo em consequência da tolerância elevada ao estiramento, sendo melhor que uma mudança nas propriedades viscoelásticas dos músculos. Lucas *et al* (1984)<sup>29</sup> compararam de forma aguda as técnicas de alongamento estático, balístico e por FNP em 63 mulheres, realizaram o pré-teste e o pós-teste com intervalo de cinco minutos e concluíram que todos os métodos produzem um aumento significativo na flexibilidade. Em concordância, Magnusson *et al* (1998)<sup>28</sup> demonstraram que a ADM aumenta tanto no alongamento estático quanto no balístico.

Em relação à força, nossa pesquisa demonstrou que houve uma diminuição da mesma quando comparado ao grupo controle e isso foi observado em outros estudos. Tricoli *et al* (2002)<sup>8</sup> executaram uma sessão de exercícios de alongamento estático para membro inferior com duração de vinte minutos e logo em seguida realizaram o pós-teste em que constatou uma diminuição na rigidez da musculatura e dos tendões, sendo este mecanismo responsável pela diminuição da força, pois o alongamento reduz o grau de rigidez do tendão e da UMT tornando-a mais maleável. Portanto esses exercícios afetarão negativamente a transmissão da força causando um déficit no desempenho do teste.

Segundo Laur *et al* (2003)<sup>14</sup> em seu estudo observaram que ocorreu uma diminuição da força máxima após a prática de alongamento estático de forma aguda, sugerindo que o mesmo induz um aumento no comprimento do músculo alterando assim, a propriedade força-comprimento e deduziu que os efeitos prejudiciais do alongamento são amplificados em atividades que envolvam apenas um grupo muscular e durante os exercícios de resistência. Em concordância, Cramer *et al* (2005)<sup>30</sup> analisaram o efeito agudo do alongamento estático em

homens e mulheres e sugeriram duas hipóteses para explicar as diminuições na força máxima induzida pelo alongamento muscular: fatores neurais como a diminuição na ativação da unidade motora e fatores mecânicos como alterações nas propriedades viscoelásticas do músculo que podem alterar a relação comprimento - tensão. Nelson *et al* (2005)<sup>31</sup> observaram que o alongamento estático e por FNP impede a produção de força nas contrações isométricas e concêntricas o que pode comprometer o desempenho.

Nosso estudo discorda de Komi (1992)<sup>32</sup> que afirma que o ciclo alongamento-encurtamento (CAE) se caracteriza pelo aumento do rendimento em ações musculares concêntricas quando estas são precedidas por ações excêntricas (alongamento) e é nesta ação que a possibilidade de armazenamento de energia elástica ocorre. Em um estudo semelhante, Worrel *et al* (1994)<sup>33</sup> investigaram o relacionamento entre o alongamento o desempenho de força nos músculos posteriores da coxa, eles encontraram significativo aumento na produção de torque isocinético subsequente á melhoria do alongamento neste grupo muscular.

Os estudos descritos acima apresentam resultados controversos em relação aos efeitos dos exercícios de alongamento na força. Além disso, poucas também são as investigações relativas aos efeitos da prática de alongamento de forma aguda no desempenho da força máxima<sup>13, 34</sup>.

Conforme os resultados obtidos nesta pesquisa, não ocorreu mudança estatisticamente significativa na atividade muscular. Magnusson *et al* (1996)<sup>35</sup> observaram que após as técnicas de alongamento estático e por FNP não houve alteração na percepção muscular sugerindo que a resposta viscoelástica e os dados da EMG não são afetados pelas técnicas de alongamento. Cramer *et al* (2005)<sup>30</sup> em seu estudo não demonstrou mudança na amplitude da EMG após a técnica de alongamento estático.

Em contrapartida ao nosso estudo, Laur *et al* (2003)<sup>14</sup> demonstraram que o alongamento agudo promove um pequeno aumento na atividade muscular. Já Tricoli *et al* (2002)<sup>8</sup> observaram que a redução na ativação muscular após as técnicas de alongamento está associada a dois

mecanismos: inibição provocada pelos órgãos tendinosos de Golgi e contribuição dos pequenos receptores de dor.

Em nossa pesquisa observamos um aumento significativo no ganho de ADM e este pode ter sido promovido pela maior tolerância ao estiramento e a dor e não causado por um aumento na elasticidade muscular. Conforme os resultados, notamos uma diminuição na força quando comparado o membro não dominante com o dominante, sendo este explicado pelos valores obtidos na tabela 5 onde demonstrou que o membro dominante já apresentava uma força maior no pré-teste que o não dominante.

### **Conclusão**

De acordo com os resultados apresentados, concluímos que as técnicas de alongamento (estático, balístico e por FNP) não demonstraram diferenças entre si de forma significativa para flexibilidade, força e atividade muscular. Entretanto, indicamos como a técnica mais adequada o alongamento estático por apresentar menor risco de lesão e ser o método mais seguro. Ademais, resolve os problemas de restrição, de tempo e espaço limitados, podendo ser realizado em qualquer lugar além de ser de fácil aprendizagem. Já o alongamento balístico tem pouca indicação, pois devido à rapidez no movimento rítmico, ao aumento rápido da tensão e da força pode exceder os limites do músculo e provocar distensões musculares aos seus praticantes. Alguns estudos sugerem que a técnica por FNP é a que produz maiores resultados, porém requer um profissional para aplicá-la e atenção exclusiva ao indivíduo.

Por existir controvérsias na literatura sugerimos que novos estudos sejam realizados com o objetivo de analisar a duração, quantidade de repetições, frequência e qual a técnica pode resultar em ganhos máximos da flexibilidade, força e atividade muscular.

## Referências Bibliográficas

1. Achour Jr, Abdallah. A base para exercícios de alongamento relacionado com a saúde e no desempenho atlético. Paraná. Midiograf, 1996.
2. Goulart F. Guia de Defesa Pessoal número 7. São Paulo. Escala, 2005.
3. Witvrouw E et al. Muscle Flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. *The American journal of sports medicine* 2003; 31: 41-46.
4. Fox EL, Mathews DK. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. 3ª. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2000.
5. Farinatti PDTV, Monteiro W. Fisiologia e avaliação Funcional. Rio de Janeiro. Sprint, 1992.
6. Hedrick A. Flexibility Training for Range of Motion. *NSCA's Performance Training Journal* 1998; 01: 13-20.
7. Rosário JLR *et al.* Aspectos clínicos do alongamento: uma revisão de literatura. *Rev. bras. fisioter* 2003; 08: 83-88.
8. Tricoli V, Paulo AC. Efeito agudo dos exercícios de alongamento sobre o desempenho de força máxima. *Atividade Física e Saúde* 2002; 07: 06-13.
9. Sandy SP *et al.* Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arc Phys Med Rehabil.* 1982; 63: 261-263.
10. Corbin CB, Lindsey R. Concepts of physical fitness (with laboratories). Dubuque, IA: Brown & Benchmark 1994; 77: 84-90.
11. Anderson B, Burke ER. Scientific, medical and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med* 1991; 10: 63-86.
12. Wilson GJ *et al.* Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology* 1994; 76: 2714-19.

13. Kokkonen J *et al.* Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research quarterly for exercise and sport* 1988; 69: 41-5.
14. Laur DJ *et al.* The effects of acute stretching on hamstring muscle fatigue and perceived exertion. *Journal of sports sciences* 2003; 21: 163-170.
15. Kumar S, Mital A. *Electromyography in ergonomics*. UK: Taylor & Francis, 1996.
16. Moore MA, Hutton RS. Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med sci sports exerc* 1980; 12: 322-329.
17. Avela J *et al.* Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of applied physiology* 1999; 86: 1283-91.
18. DePino GM *et al.* Duration of Maintained Hamstring Flexibility After Cessation of an Acute Static Stretching Protocol. *Journal of Athletic Training* 2000; 35: 56-59.
19. Davis DS *et al.* The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *Journal of strength and conditioning research* 2005; 19: 27-32.
20. Decoster LC *et al.* Standing and supine hamstring stretching are equally effective. *Journal of athletic training* 2004; 39: 330-334.
21. Marques AP. *Manual de goniometria*. São Paulo. Manole, 1997.
22. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos: provas e funções*. São Paulo. Manole, 1995.
23. Halbertsma JPK, Göeken LNH. Stretching exercises: Effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 976-981.
24. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther* 1987; 12: 1867-1872.

25. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy* 1997; 10: 1090-96.
26. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *Journal of athletic training* 2004; 39: 254-258.
27. Mayer J, Pederson A, Simons K. Effects of PNF stretching on flexibility in division 3 female collegiate soccer players J. *Undergrad. Kin. Res* 2005; 1: 1-8.
28. Magnusson SP, Aagard P, Simonsen E, Bojsen-Moller F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1998; 19: 310-316.
29. Lucas RC, Koslow R. Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Perceptual and motor skills* 1984; 58: 615-618.
30. Cramer JT *et al.* The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol* 2005; 93: 530-539.
31. Nelson AG *et al.* Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of sports sciences* 2005; 23: 449-454.
32. Komi PV. Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sport* 1992; 169-79.
33. Worrel TW *et al.* Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *Journal of orthopaedic sports and physical therapy* 1994; 20: 154-9.
34. Fowles JR *et al.* Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of applied physiology* 2001; 89: 1179-88.
35. Magnusson SP *et al.* A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *Journal of physiology* 1996; 291-298.