

O ALONGAMENTO ESTÁTICO E O ALONGAMENTO DINÂMICO EXIBEM EFEITOS DISTINTOS SOBRE A ATIVIDADE ELÉTRICA E OS NÍVEIS DE FORÇA ISOMÉTRICA DE MULHERES JOVENS

Rayane Maria Pessoa de Souza¹, Luana de Moraes Bernardo¹
 José Edgley Guimarães Lopes¹, Marcos Antonio de Araújo Leite Filho¹
 Ramon Cunha Montenegro¹, Renata Gouveia Nunes¹
 Luís Paulo Nogueira Cabral Borges¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do alongamento estático (AE) e do alongamento dinâmico (AD) sobre o valor RMS do eletromiograma (EMGs) e do nível de força da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de mulheres jovens e saudáveis. Todos os protocolos foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Movimento do UNIPÊ. A amostra foi composta por 24 mulheres, 18 e 24 anos, das quais: 14 compuseram o grupo submetido ao protocolo AD (G_{din}); e 10 mulheres compuseram o grupo submetido ao protocolo de AE (G_{est}). O grupo muscular avaliado foi o dos isquiotibiais, com o EMGs sendo captado a partir do biceps femoral (BF). Para cada captação foram realizadas quatro mensurações de força e EMGs: a primeira, antes da aplicação do alongamento ($T_{pré}$); a segunda, imediatamente após o protocolo ($T_{pós}$); a terceira, após 10 minutos de aplicação do protocolo ($T_{pós10}$) e; a quarta, após 20 minutos ($T_{pós20}$) do final do protocolo. O AE não promoveu alteração significativa nos níveis de força. Contudo, o G_{est} apresentou um aumento significativo no valor RMS do EMGs nos tempos $T_{pós}$ ($p=0,0215$), $T_{pós10}$ ($p=0,0106$) e $T_{pós20}$ ($p=0,0057$). Em oposição, o AD promoveu um aumento significativo na CIVM nos tempos $T_{pós}$ ($p=0,0352$), $T_{pós10}$ ($p=0,0183$), e $T_{pós20}$ ($p=0,0006$) e no valor RMS do EMGs nos tempos $T_{pós10}$ ($p=0,0214$) e $T_{pós20}$ ($p=0,0005$). Por fim, os resultados sugerem que os protocolos de alongamento utilizados alteram de forma distinta os estimadores de força e atividade elétrica do BF de mulheres jovens e saudáveis.

Palavras-chave: Eletromiografia. Força muscular. Exercícios de Alongamento muscular.

1-Laboratório de Fisiologia do Movimento do Centro Universitário de João Pessoa-UNIPÊ, Laboratório de Avaliação Física-LAF, UNIPÊ/SANNY, João Pessoa-PB, Brasil.

ABSTRACT

Static stretching and dynamic stretching exhibit distinct effects on electrical activity and levels of isometric force in young women

The aim of this study was to evaluate the effects of static stretching and dynamic stretching on the RMS value of the electromyogram (EMGs) and the force level of maximal voluntary contraction (MVC) in young and healthy women. The protocols were performed at physiology laboratory of the movement of UNIPÊ. Twenty-four women ranging in age from 18 to 24 years, which 14 composed the group submitted to dynamic stretching protocol (G_{dyn}); and 10 women composed the group submitted to the static stretching protocol (G_{sta}). The evaluated group was hamstring muscles, with the EMGs being captured from the biceps femoris. For each capture, four strength measurements were performed: the first one was before the application of the stretching (T_{pre}); the second one was immediately after the protocol (T_{post}), the third one was after 10 minutes of application of the protocol (T_{post10}); and the fourth one was after 20 minutes at the end of the protocol (T_{post20}). The static stretching did not promote a significant change in strength levels. However, the G_{sta} showed a significant increase on the RMS value of EMGs at T_{post} ($p=0.0215$), T_{post10} ($p=0.0106$) and T_{post20} ($p=0.0057$). In contrast, the dynamic stretching promoted a significant increase in MVC at T_{post} ($p=0.0352$), T_{post10} ($p=0.0183$), T_{post20} ($p=0.0006$) and in RMS value on EMGs at T_{post10} ($p=0.0214$) and T_{post20} ($p=0.0005$). Finally, the results suggest that the stretching protocols used differently alter the strength and electrical activity estimators of the biceps femoris in healthy and young women.

Key words: Electromyography. Muscle Strength. Muscle Stretching Exercises.

INTRODUÇÃO

O alongamento muscular é bastante recomendado na rotina diária de atletas e praticantes treinamento resistido, mesmo sem estar totalmente claro seus impactos sobre a função neuromuscular. Esta técnica é considerada como sendo capaz de aumentar a flexibilidade articular, pois seu principal efeito é o aumento da amplitude de movimento, reduzindo e/ou prevenindo o encurtamento muscular (Ferreira e colaboradores, 2015).

Na literatura são apresentadas várias técnicas de alongamento, dentre elas as mais comuns são o alongamento estático e o alongamento dinâmico/balístico.

O alongamento estático pode isolar o músculo que será alongado, e assim controlar o ponto de estiramento de maneira confortável, mantendo a posição, por um pequeno período de tempo.

Por outro lado, o alongamento dinâmico é caracterizado por uma movimentação do membro da posição neutra até a amplitude de movimento máxima da articulação, em que o músculo alcança o seu estiramento máximo e logo após volta à posição inicial (Freitas e Henrichs, 2012).

Vale ressaltar que o entendimento dos possíveis impactos de uma sessão aguda de alongamento, seja ele estático ou dinâmico, em algumas variáveis físicas, tais como a força, é indispensável para a prescrição adequada de treinamentos físicos e de programas de reabilitação, evitando prováveis repercussões negativas sobre o desempenho muscular (Bley, Nardie Marchetti, 2012).

Nesse contexto, o estudo de Bacurau e colaboradores (2009), avaliando a força dos músculos isquiotibiais de mulheres jovens, demonstra que o alongamento estático diminuiu a força muscular da perna avaliada em até 13,4%.

Adicionalmente, o estudo de Sekir e colaboradores (2009) também avaliou o pico de força muscular dos isquiotibiais em jovens atletas do gênero feminino, e de modo antagônico, constatou que a força muscular destes músculos foi maior quando o alongamento dinâmico foi executado.

Por outro lado, o estudo de Manoel e colaboradores (2008) indica que o alongamento estático não é capaz de influenciar de forma negativa a força muscular, mas quando comparado ao alongamento dinâmico, percebe-se que este último produz aumentos percentuais na potência de força

máxima em um grau maior que o alongamento estático.

Em relação à atividade elétrica muscular, Herda e colaboradores (2008), indicam que o alongamento estático não promove alteração dela, enquanto o alongamento dinâmico provoca um aumento significativo nesse estimador da função muscular.

Valendo-se ressaltar que a literatura já indica que as variações de tempo em que o músculo fica tensionado, sob alongamento estático, podem gerar resultados diversificados sobre o sistema neuromuscular (Stafilidis e Tilp, 2014).

O fato é que, a análise dos estudos acerca do tema na literatura, mostra que ainda não está claro de que forma os diferentes tipos de alongamentos interferem na função neuromuscular, havendo carência maior de informações na população de mulheres, uma vez que a maior parte dos trabalhos disponíveis em relação ao tema é direcionada ao estudo de homens.

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi verificar o efeito de dois protocolos distintos de alongamento, um estático e outro dinâmico, sobre os estimadores de força e atividade elétrica muscular, este através da eletromiografia de superfície (EMGs), do bíceps femoral de mulheres jovens e saudáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se por ser um estudo transversal com dados primários e abordagem quantitativa, de caráter descritivo, que visa descrever as características de determinada população, fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados.

A amostra foi composta por 24 mulheres, com idade entre 18 e 24 anos, todas alunas do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ.

Do total de 24 mulheres, temos que: 14 compuseram o grupo que foi submetido ao protocolo de alongamento dinâmico (G_{din}), e destas, foram escolhidas 10 mulheres, aleatoriamente, para também realizarem o experimento controle desse grupo (G_{c_din}); e 10 mulheres compuseram o grupo que foi submetido ao protocolo de alongamento estático (G_{est}), com as mesmas mulheres realizando o experimento controle desse grupo

(G_{c_est}). Para participarem da pesquisa, as voluntárias obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: não possuir lesão prévia do sistema musculoesquelético; não fazer qualquer utilização de droga que tenha efeito sobre a função neuromuscular; não ingerir bebida alcoólica pelo menos 48h antes dos testes; não ter realizado atividade física antes das avaliações; e não possuir nenhuma doença crônica como diabetes e hipertensão.

Todas as voluntárias foram informadas sobre os procedimentos metodológicos, concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), informando os possíveis riscos e a utilização das informações obtidas. Ademais, o estudo respeitou os procedimentos de intervenção e preceitos éticos para pesquisa em seres humanos preconizados pela resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do UNIPÊ (CAAE 54749215.0.0000.5176).

Procedimentos

Após a seleção das participantes, as voluntárias foram encaminhadas ao Laboratório de Fisiologia do Movimento do UNIPÊ, em três momentos distintos, para as avaliações e análises desejadas, a saber: dia 1 - assinatura do TCLE, avaliação das medidas antropométricas, orientações sobre o alongamento e o posicionamento adotado para as coletas; dia 2 - aleatoriamente, as voluntárias eram direcionadas ao G_{din} ou G_{est} (Grupo Alongamento) ou ao G_{c_din} ou G_{c_est} (Grupo Controle); dia 3 - as voluntárias concluíam a coleta, executando o protocolo amostral ou controle. Todos os três dias foram intervalados por, no mínimo, 48 horas.

Os alongamentos estáticos seguiram as orientações de Bley, Nardi e Marchetti (2012), contudo, com algumas modificações. Todos os alongamentos foram realizados até a eminência de a voluntária sentir uma tensão de desconforto na região, ou seja, se evitava a sensação de dor.

Os alongamentos foram realizados pelo avaliador através de três execuções passivas, com 30 segundos de duração cada, totalizando 90 segundos sob alongamento, com intervalos de 15 segundos entre elas, atingindo 120 segundos no tempo total do protocolo.

Para a realização do protocolo de alongamento estático, a voluntária posicionou-

se em decúbito dorsal enquanto o pesquisador manteve a extensão do joelho enquanto realizava, lenta e progressivamente, a extensão do quadril. Completados os 30 segundos, volta-se a posição neutra.

Por outro lado, foi adotado o protocolo utilizado por Costa e colaboradores (2014), para realização dos alongamentos dinâmicos.

O protocolo consistiu de dois exercícios de alongamentos para o bíceps femoral. Cada exercício de alongamento foi composto por quatro execuções, onde cada execução teve duração de 30 segundos, com 15 segundos de repouso entre elas.

O primeiro exercício de alongamento para o bíceps femoral envolveu uma extensão significativa da perna esquerda enquanto o tronco e cintura flexionavam sobre o quadril até as mãos alcançarem o pé direito, depois de completado, o sujeito retornava à posição inicial e repetia o alongamento.

O segundo exercício de alongamento para o bíceps femoral foi realizado com as voluntárias flexionando a coxa direita, mantendo a perna estendida, até que os dedos do pé direito alcançassem a maior altura possível.

Assim, o músculo bíceps femoral foi submetido a um período total de 240 segundos sob alongamento dinâmico, e um tempo total de protocolo (alongamento mais repouso) de 345 segundos. Ambos os protocolos de alongamento foram aplicados apenas ao membro inferior dominante de cada voluntário.

Para cada captação foram realizadas quatro mensurações de força e EMGs: a primeira, imediatamente antes da aplicação do protocolo de alongamento ($T_{pré}$); a segunda, imediatamente após o protocolo ($T_{pós}$); a terceira, após 10 minutos de aplicação do protocolo ($T_{pós10}$) e; finalmente, a quarta, após 20 minutos ($T_{pós20}$) do final do protocolo de alongamento.

Para o grupo controle, era esperado o tempo equivalente as execuções do alongamento (120 segundos para o G_{c_est} , e 345 segundos para o G_{c_din}), e assim prosseguiram as mensurações normalmente.

Os sinais de força foram captados simultaneamente com o EMGs.

Cada mensuração foi composta por três CIVM's (Contrações Isométricas Voluntárias Máximas), cada uma com duração de 5 segundos e intervaladas por 45 segundos de descanso, sendo utilizada para análise a maior das CIVM de cada mensuração.

Assim, cada mensuração seguiu a seguinte sequência de eventos: 10 segundos de repouso, seguidos com 5 segundos de CIVM, 45 segundos de repouso, mais 5 segundos de CIVM, mais 45 segundos de repouso e, finalmente, uma última CIVM também com 5 segundos de duração.

Os eletrodos para captação da EMG_s foram posicionados de acordo com o SENIAM. Para coleta do EMG_s foi utilizado o polígrafo digital MioTecSuite® que possui 16 bits de resolução, frequência de amostragem de 3000Hz, e uma razão de rejeição de modo comum de 126dB.

Durante a captação do EMG_s foram utilizados um filtro passa alta de 20Hz e um filtro passa baixa de 500Hz. Para a mensuração da força muscular foi utilizada uma célula de carga tipo Z, modelo BTS200 (Primax Balanças®) com capacidade até 200 kgf, presa a uma corrente, durante as

realizações das CIVM's, com uma angulação fixada em 80° de flexão do joelho (Bley, Nardi e Marchetti, 2012).

Para realização das CIVM's na angulação citada, foi utilizado um aparato dotado de caneleira, correntes, mosquetões e fixadores presos ao piso do laboratório para o membro inferior dominante.

Cada voluntária manteve-se com o corpo ereto, olhar fixo no horizonte, ambos os cotovelos flexionados em 90° (apoiados em uma barra, com altura ajustável para cada voluntária, e que, por sua vez, estava presa à parede do laboratório), perna contradominante utilizada como apoio e a perna dominante realizando a CIVM (figura 1).

Optou-se por esse posicionamento e técnica de coleta, em relação mesa flexora, pelo fato desta última ter gerado uma série de queixas, relacionadas ao desconforto, por parte das voluntárias.



Figura 1 - Posicionamento do voluntário da pesquisa durante as captções das CIVM's.

Estatística

Para análise estatística, a amostra foi testada quanto à normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. A depender da normalidade ou não-normalidade dos dados, foram utilizados, respectivamente, o teste t pareado ou o teste de Wilcoxon para a análise da significância estatística das médias de força e do valor RMS do EMG_s ao longo das quatro

mensurações que foram realizadas ao longo dos 20 minutos de análise do estudo.

A normalidade dos dados foi avaliada a partir do Statistical Package for the Social Science (SPSS) versão 17.0, enquanto a significância estatística e a construção dos gráficos foram realizadas através do GraphPad Prism 7.0. Todos os dados são apresentados como Média ± Desvio Padrão (média ± DP).

RESULTADOS

O teste de Shapiro-Wilk exibiu que os dados de força e valor RMS do EMG_S apresentaram distribuição normal nos quatro grupos analisados (G_{din} , G_{est} , G_{c_din} e G_{c_est}). A caracterização antropométrica da amostra é apresentada na tabela 1, a qual traz os valores de idade, massa corporal e altura das 24 voluntárias que fizeram parte da pesquisa.

A figura 1 exhibe os dados de força para o grupo que foi submetido ao protocolo de alongamento estático e seu respectivo controle.

Embora possa ser notada uma tendência a queda nos níveis de força do G_{est}

ao longo dos 20 minutos de mensurações, a análise estatística não exibiu diferença significativa em nenhum dos tempos que foram avaliados ($T_{pré}$ 8,40 ± 3,24kgf; $T_{pós}$ 7,74 ± 3,00kgf; $T_{pós10}$ 7,72 ± 2,20kgf; e $T_{pós20}$ 7,30 ± 2,31kgf).

Em relação ao G_{c_est} , não houve diferença estatística quando comparados $T_{pré}$ (7,11 ± 1,73kgf), $T_{pós}$ (7,21 ± 1,43kgf) e $T_{pós10}$ (6,92 ± 0,63kgf), contudo, na mensuração final ($T_{pós20}$, 8,21 ± 1,43kgf) o G_{c_est} exibiu uma média dos níveis de força significativamente maiores que os tempos $T_{pré}$ ($p=0,0376$) e $T_{pós}$ ($p=0,0128$).

Tabela 1 - Dados antropométricos das 24 voluntárias que fizeram parte da amostra.

	Média ± DP		
	G_{din}	G_{c_din}	G_{est}/G_{c_est}
Idade (anos)	20,07 ± 1,14	19,30 ± 0,95	20,90 ± 1,37
Estatura (cm)	160,00 ± 6,00	159,00 ± 5,40	160,20 ± 5,65
MC (Kg)	57,30 ± 7,99	53,31 ± 6,47	59,00 ± 7,53
PGC (%)	31,43 ± 4,37	30,83 ± 4,80	31,60 ± 5,22

Legenda: MC: Massa Corporal; PGC: Percentual de Gordura Corporal

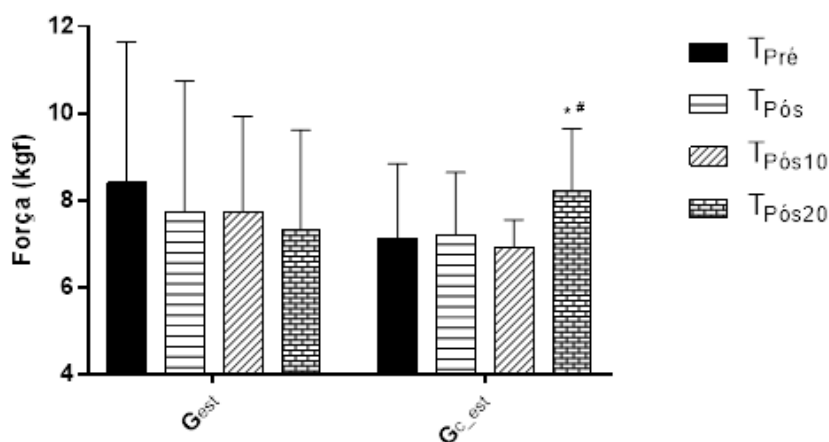


Figura 1 - Comportamento dos níveis de força gerados pelo Bíceps Femoral até 20 minutos após a aplicação do protocolo de alongamento estático. Dados expressos em média ± DP. * $p<0,05$ em relação à situação pré-alongamento do mesmo grupo; # $p<0,05$ em relação à situação imediatamente após a aplicação do protocolo de alongamento estático, ou seu equivalente no grupo controle.

A análise da atividade elétrica do bíceps femoral exibiu comportamento distinto do que foi observado no estimador de força dos grupos G_{est} e G_{c_est} .

Nas mensurações realizadas após a aplicação do protocolo de alongamento estático ($T_{pós}$ 150,44 ± 45,52 μ V, $p=0,0215$;

$T_{pós10}$ 161,83 ± 34,04 μ V, $p=0,0106$; $T_{pós20}$ 175,29 ± 31,27 μ V, $p=0,0057$) houve um incremento estatisticamente significativo em relação à situação pré-alongamento ($T_{pré}$ 148,16 ± 42,69 μ V), também havendo uma diferença estatisticamente significativa do $T_{pós20}$ em relação ao $T_{pós}$ ($p=0,0207$) do G_{est} .

Não houve diferença nas médias do valor RMS do EMG_S entre os tempos T_{pré} (147,87 ± 34,99μV), T_{pós} (139,40 ± 27,33μV) e T_{pós10} (153,66 ± 36,28μV) do G_{c_est}, contudo, a

média da atividade elétrica muscular no tempo T_{pós20} (164,84 ± 27,19μV) foi estatisticamente maior que o tempo T_{pós} (p=0,0214). Dados exibidos na figura 2.

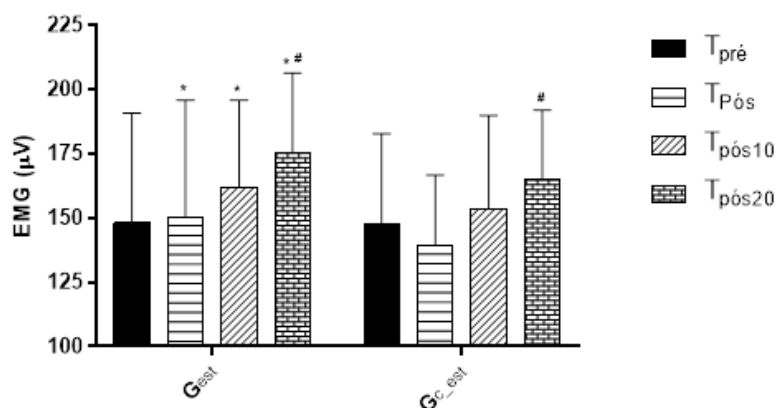


Figura 2 - Mensuração do valor RMS do EMG_S do Bíceps Femoral até 20 minutos após a aplicação do protocolo de alongamento estático. Dados expressos em média ± DP. *p<0,05 em relação à situação pré-alongamento do mesmo grupo; #p<0,05 em relação ao tempo imediatamente após a aplicação do protocolo de alongamento estático, ou seu equivalente no grupo controle.

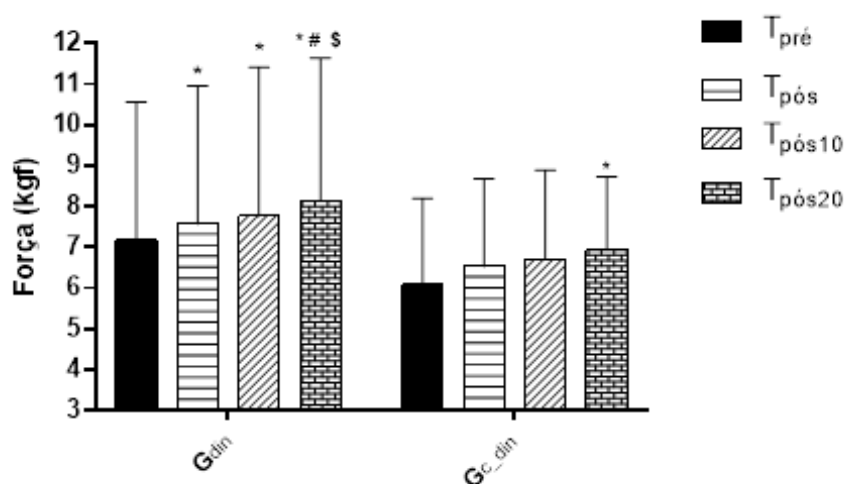


Figura 3 - Comportamento dos níveis de força gerados pelo Bíceps Femoral até 20 minutos após a aplicação do protocolo de alongamento dinâmico. Dados expressos em média ± DP. *p<0,05 em relação à situação pré-alongamento do mesmo grupo; #p<0,05 em relação à situação imediatamente após a aplicação do protocolo de alongamento dinâmico; \$p<0,05 em relação ao tempo de 10 minutos após a aplicação do protocolo de alongamento dinâmico.

A análise dos níveis de força referentes ao grupo que executou o protocolo de alongamento dinâmico, G_{din}, é exibida na figura 3.

Pode ser notado que houve um aumento significativo nos níveis de força em todas as medidas pós alongamento (T_{pós} 7,56 ± 3,38kgf, p=0,0352; T_{pós10} 7,75 ± 3,65kgf,

$p=0,0183$; $T_{pós20}$ $8,13 \pm 3,50\text{kgf}$, $p=0,0006$) em relação a medida feita imediatamente antes da execução do protocolo ($T_{pré}$ $7,15 \pm 3,37\text{kgf}$), também havendo diferença estatística entre as medidas $T_{pós20}$ e $T_{pós}$ ($p=0,0252$), e $T_{pós20}$ e $T_{pós10}$ ($p=0,0208$) do G_{din} .

Embora seja notada uma tendência a aumento gradativo, não houve diferença estatística entre as medidas $T_{pré}$ ($6,09 \pm 2,11\text{kgf}$), $T_{pós}$ ($6,53 \pm 2,14\text{kgf}$) e $T_{pós10}$ ($6,69 \pm 2,19\text{kgf}$) do G_{c_din} , contudo, curiosamente, a mensuração $T_{pós20}$ ($6,93 \pm 1,79\text{kgf}$) foi estatisticamente maior ($p=0,0255$) que a mensuração a mensuração $T_{pré}$. Dados exibidos na figura 3.

Os dados eletromiográficos do G_{din} e G_{c_din} exibiram comportamento similar ao longo dos 20 minutos de análise.

Não houve alteração significativa da atividade elétrica muscular na medida realizada imediatamente após a aplicação do

protocolo dinâmico ($T_{pós}$ $190,31 \pm 44,48\mu\text{V}$) quando comparada a medida pré alongamento ($T_{pré}$ $190,79 \pm 46,33\mu\text{V}$), entretanto, o valor RMS do EMG_s foi significativamente maior no $T_{pós10}$ ($202,95 \pm 57,15\mu\text{V}$, $p=0,0214$) e $T_{pós20}$ ($213,22 \pm 54,48\mu\text{V}$, $p=0,0005$) quando comparados ao $T_{pós}$, também, o valor RMS no $T_{pós20}$ foi significativamente maior do que o $T_{pré}$ ($p=0,0023$) e o $T_{pós10}$ ($p=0,0068$) no G_{din} . Embora a curva dos dados eletromiográficos do G_{c_din} tenha exibido comportamento similar à curva do G_{din} , no G_{c_din} não houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas realizadas nos tempos $T_{pré}$ ($191,57 \pm 52,42\mu\text{V}$), $T_{pós}$ ($187,69 \pm 51,87\mu\text{V}$) e $T_{pós10}$ ($197,66 \pm 68,82\mu\text{V}$), todavia, analogamente ao observado no $T_{pós20}$ do G_{din} , o $T_{pós20}$ ($209,62 \pm 63,17\mu\text{V}$) do G_{c_din} foi estatisticamente maior do que o $T_{pré}$ ($p=0,0247$), o $T_{pós}$ ($p=0,0101$) e o $T_{pós10}$ ($p=0,0042$) do mesmo grupo. Dados exibidos na figura 4.

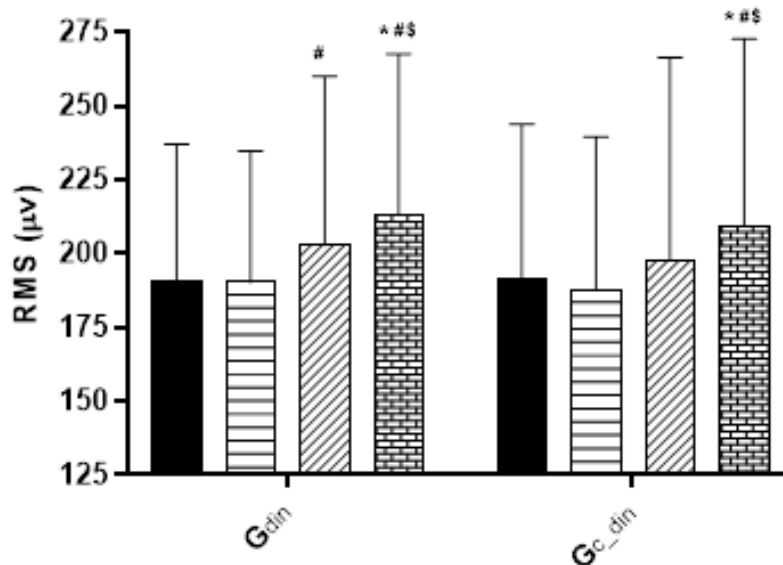


Figura 4 - Mensuração do valor RMS do eletromiograma do Bíceps Femoral até 20 minutos após a aplicação do protocolo de alongamento dinâmico. Dados expressos em média \pm DP. * $p<0,05$ em relação à situação pré-alongamento do mesmo grupo; # $p<0,05$ em relação ao tempo imediatamente após a aplicação do protocolo de alongamento dinâmico, ou seu equivalente no grupo controle; § $p<0,05$ em relação ao tempo de 10 após a aplicação do protocolo de alongamento dinâmico, ou seu equivalente no grupo controle.

DISCUSSÃO

O objetivo deste artigo foi de utilizar o estimador de amplitude do sinal eletromiográfico (valor RMS), em conjunto com as mensurações dos níveis de força muscular,

como instrumentos para analisar as implicações de dois protocolos distintos de alongamentos, um estático e outro dinâmico, sobre a função neuromuscular de mulheres jovens e saudáveis.

Os resultados do presente estudo reportam que o alongamento estático não gera prejuízos significativos na produção de força muscular, análise feita até 20 minutos após a aplicação do protocolo de alongamento, embora tenha havido uma pequena tendência a queda nesse parâmetro.

Em oposição, a execução do alongamento dinâmico otimizou a produção de força do bíceps femoral, havendo aumento gradativo e significativo dos níveis de força muscular durante todo tempo de análise do estudo.

Em relação à atividade elétrica muscular, verificou-se que não há comportamento em linha deste parâmetro com os níveis de força no grupo submetido ao alongamento estático, onde a tendência na queda nos níveis de força foi acompanhada por um aumento progressivo e significativo do valor RMS do EMG_s.

Por outro lado, o grupo que foi submetido ao protocolo de alongamento dinâmico apresentou o mesmo padrão de curva para os dados de força e valor RMS do EMG_s, havendo um aumento progressivo e significativo neste último nos tempos T_{pós10} e T_{pós20} (figura 4).

Ressaltamos o fato de que este é um dos poucos estudos que analisa esses efeitos na população de mulheres jovens, pois a maioria das análises da literatura relacionada a essa temática é direcionada à população de homens, e nem sempre os resultados de uma população são replicáveis na outra.

Análises prévias da literatura mostram que a modalidade de alongamento estático afeta negativa e significativamente os níveis de força muscular (Fowles, Sale e MacDougall, 2000; Sekir e colaboradores, 2009).

Esses resultados da literatura sugerem que o alongamento estático deva ser utilizado apenas como uma técnica de preparo para exercícios físicos que não exijam produção significativa de força muscular, pois como indica no Stafilidis e Tilp (2014), o músculo precisa de um tempo para responder aos estiramentos. Nossos resultados não corroboram diretamente esses trabalhos, pois não encontramos prejuízos significativos nos níveis de força do bíceps femoral após a aplicação do protocolo proposto de alongamento estático.

De forma que, pela a análise estatística de nossos resultados, o alongamento estático não compromete

atividades que exijam produção de força, mesmo essa modalidade de alongamento não sendo a melhor opção para este fim, pois também não otimiza o mesmo.

Em linha com os nossos achados, Ferreira e colaboradores (2009) analisando os efeitos do alongamento estático, com duração de até um minuto em mulheres jovens, também não observou alteração na força concêntrica dos músculos isquiotibiais.

Duas hipóteses principais são sugeridas para fundamentar possíveis alterações da força muscular produzidas pelo alongamento, uma envolvendo fatores mecânicos e a outra envolvendo fatores neurais.

Em relação aos fatores mecânicos, é apontado que o alongamento pode predispor a um aumento no comprimento de repouso dos sarcômeros, tendo potencial para alterar a relação comprimento-tensão, afetando a produção de força.

Por outro lado, no âmbito dos fatores neurais, os pesquisadores apontam que a inibição da geração de força pode ocorrer devido a uma intensa atividade reflexa do Órgão Tendinoso de Golgi (OTG), através de um feedback mecanocceptor ou nociceptor (Herda e colaboradores, 2008).

Em relação à atividade elétrica muscular, pós alongamento estático, Lima e colaboradores (2014), avaliou a atividade eletromiográfica dos músculos flexores plantares, verificando aumento significativo neste parâmetro após a execução do seu protocolo, mantendo-se essa tendência de aumento até os últimos 20 minutos da avaliação feita pelos pesquisadores. Os autores sugerem que esse aumento acontece induzido pelo ganho de amplitude de movimento do tornozelo.

Todavia, o trabalho de Bley, Nardi e Marchetti (2012), que analisaram a influência do alongamento estático na atividade eletromiográfica do músculo bíceps femoral, não exibiu alteração neste parâmetro após a execução do seu protocolo de alongamento. Os resultados do presente estudo corroboram diretamente o estudo de Lima e colaboradores (2014), onde o protocolo de alongamento estático que foi proposto teve como consequência um aumento significativo do valor RMS do EMG_s que durou até a última mensuração que foi realizada, ou seja, até 20 após a realização do alongamento.

Nesse contexto, em seu trabalho de revisão sistemática, Shrier (2004) se deparou

com cinco pesquisas abordando o comportamento da atividade eletromiográfica antes e após o alongamento estático, a análise do autor aponta para uma possível redução da atividade elétrica muscular após alongamento.

Neste ponto, aventamos a hipótese de que a queda no estimador de amplitude do sinal eletromiográfico, pós execução do alongamento estático, possa está relacionada ao disparo do feedback mecanceptor a partir da atuação do OTG, isto, por sua vez, pode estar relacionado ao tipo, a intensidade e ao tempo que a musculatura está submetido ao protocolo de alongamento.

No tocante aos níveis de força muscular, mensurados após aplicação do protocolo de alongamento dinâmico, evidências científicas da literatura corroboram nossos achados exibindo ganhos nesse parâmetro após a execução do alongamento dinâmico (Amiri-Khorasani e Kellis, 2013; Sekir e colaboradores, 2009; O'Sullivan, Murray e Sainsbury, 2009).

Alguns desses estudos analisaram os níveis de força muscular através do pico de torque produzido ou da força do chute, enquanto nossa avaliação teve como base a mensuração da força muscular isométrica máxima.

Todavia, independente da forma e ferramenta de análise, os resultados do presente estudo, somados ao da literatura, direcionam claramente para um efeito positivo do alongamento dinâmico sobre a produção de força muscular.

Acredita-se que o alongamento dinâmico pode levar a temperaturas musculares mais altas, aumentando a taxa de transmissão de impulsos nervosos, glicogenólise e a perfusão do músculo, dessa forma alterando positivamente a relação força-velocidade, e gerando acréscimos dos níveis de força.

Diferentemente, o alongamento estático pode não ser capaz de favorecer a renovação da energia muscular a partir de vias aeróbicas ou anaeróbicas durante sua execução, sendo improvável que este cause o mesmo grau de perfusão muscular que o alongamento dinâmico (Manoel e colaboradores, 2008).

De acordo com a análise de nossos dados, esse provável mecanismo de potencialização da atividade muscular após a aplicação do alongamento dinâmico, pode estar associado também com o aumento da

amplitude do sinal eletromiográfico, que observamos nos tempos $T_{pós10}$ e $T_{pós20}$.

Contudo, os autores da presente pesquisa, acreditam que esse mecanismo de potencialização possa acontecer na via motora como um todo, e não apenas no órgão muscular, de forma que, nesse caso, o aumento da força também poderia estar relacionado com o aumento do drive motor descendente (aspectos não avaliados no presente trabalho).

Não era esperado pelos pesquisadores do presente artigo o comportamento que foi visto em ambos os grupos controles, G_{c_est} e G_{c_din} , onde ambos apresentaram incremento significativo na última mensuração realizada, $T_{pós20}$, nos níveis de força e no valor RMS do EMGs.

Sugerimos que esse fato possa ser explicado pelo efeito do aprendizado próprio do ato motor, ou de um efeito de potencialização pós-tetânica, sendo esta última uma provável consequência do protocolo experimental elaborado para as mensurações, onde para cada tempo avaliado ($T_{pré}$, $T_{pós}$, $T_{pós10}$ e $T_{pós20}$) as voluntárias precisavam contrair o músculo três vezes, sustentando cada contração por um tempo de 5 segundos.

Este fato, de acordo com Sekir e colaboradores (2009), ao forçar a produção de força muscular, gera um aumento na eficiência do músculo para desenvolver força, havendo um condicionamento da sua atividade contrátil, tendo como principal mecanismo a fosforilação das cadeias leves de miosina através do cálcio liberado do retículo sarcoplasmático, e o aumento da sensibilidade ao cálcio, melhorando o desempenho muscular. Se relacionado ao aprendizado do ato motor, ressaltamos o fato de que tentou-se evitar esse efeito, uma vez que cada voluntária fez uma primeira visita ao laboratório para se familiarizar com o ambiente, e ter um primeiro contato com os instrumentos de coleta e ensaio do protocolo experimental.

Por fim, os resultados do presente estudo sugerem que o alongamento estático e o alongamento dinâmico alteram de forma distinta os estimadores de força e atividade elétrica do músculo bíceps femoral de mulheres jovens e saudáveis.

Assim, a interpretação dos dados aponta para que o fato de que o alongamento dinâmico fornece ganhos de força muscular que pode ser observado em até 20 minutos após sua aplicação, podendo ser incluído

como estratégia para atividades e tratamentos que requeiram produção de força.

Por outro lado, os dados da presente pesquisa indicam que o alongamento estático pode não ser a melhor opção para anteceder rotinas de atividades desportivas que exigem a produção de força muscular, pois sua tendência a queda de deste parâmetro poderia prejudicar no desempenho.

Limitações do estudo

Este estudo tem como principal limitação o número reduzido de voluntárias na amostra, e o fato de que nem todas as coletas forem realizadas na mesma época do ano, onde o grupo G_{din} realizou as coletas no primeiro semestre do ano de 2017 e o G_{est} no segundo semestre do mesmo ano. Além disso, a maioria dos periódicos relacionados ao tema executou seus protocolos e avaliações em homens, isso dificulta a comparação do resultado quando tratados os dados coletados a partir de mulheres.

CONCLUSÃO

Em síntese, as informações do presente estudo demonstram que os diferentes tipos de alongamentos, operam de forma diferente na função neuromuscular de mulheres jovens e saudáveis.

Portanto, sugere-se que o alongamento estático não deve ser incluído em rotinas de atividades desportivas e esportivas que buscam o ganho de força muscular, pois sua tendência a queda de força poderia prejudicar no desempenho, entretanto, o alongamento dinâmico fornece ganhos de força de forma aguda, o que poderia incluí-lo como um meio estratégico para atividades e tratamentos que requeiram o ganho de força.

REFERÊNCIAS

1-Amiri-Khorasani, M.; Kellis, E. Static vs. Dynamic Acute Stretching Effect on Quadriceps Muscle Activity during Soccer Instep Kicking. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 38. Num. 1. 2013. p. 37-47.

2-Bacurau, R.F.P.; Monteiro, G.A.; Ugrinowitsch, C.; Tricoli, V.; Cabral, L.F.; Aoki, M.S. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of Strength and*

Conditioning Research. Vol. 23.Num. 1. 2009. p. 304-308.

3-Bley, A.S.; Nardi, P.S.; Marchetti, P.H. The acute passive stretching does not affect the maximal muscular activity of the hamstrings. *Motricidade*. Vol. 8.Num. 4. 2012. p. 80-86.

4-Costa, P.B.; Herda, T.J.; Herda, A.A.; Cramer, J.T. Effects of dynamic stretching on strength, muscle imbalance, and muscle activation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 46.Num. 3.2014. p. 586-594.

5-Ferreira, J.O. Efeito de três técnicas de alongamento muscular sobre torque e atividade eletromiográfica. Dissertação de Mestrado em Fisioterapia. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2009.

6-Ferreira, M.G.; Bertor, W.R.R.; Carvalho, A.; Bertolini, G.R.F. Efeitos dos alongamentos estático, balístico e facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre variáveis de salto vertical. *SciMed*. Vol. 25. Num. 4. 2015. p. 1-5.

7-Fowles, J.R.; Sale, D.G.; MaCDougall, J.D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Eur J Appl Physio*. Vol. 89. Num. 3. 2000. p. 1179-1188.

8-Freitas, C.D.; Henrichs, M. F. B. Avaliação dos efeitos dos exercícios de movimentos coordenados realizados no equipamento Gyrotonic sobre a flexibilidade. *Revista Terapia Manual*. Vol. 48. Num. 48. 2012. p. 1-6.

9-Herda, T.J.; Cramer, J.T.; Ryan, E.D.; McHugh, M.P.; Stout, J.R. Acute Effects of Static versus Dynamic Stretching on Isometric Peak Torque, Electromyography, and Mechanomyography of the Biceps Femoris Muscle. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 23. Num. 3. 2008. p. 809-817.

10-Lima, B.N.; Lucareli, P.R.G.; Gomes, W.A.; Silva, J.J.; Bley, A.S.; Hartigan, H.; Marchetti, P.H. The Acute Effects of Unilateral Ankle Plantar Flexors Static- Stretching on Postural Sway and Gastrocnemius Muscle Activity during Single-Leg Balance Tasks. *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol.1. Num. 13. 2014. p. 564-570.

11-Manoel, M.E.; Harris-Love, M.O.; Danoff, J.V.; Miller, T.A. Acute Effects of Static, Dynamic, and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Power in Woman. The Journal of Strength & Conditioning Research. Vol. 22.Num. 5. 2008. p. 1528-1534.

12-O'Sullivan, K.; Murray, E.; Sainsbury, D. The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. BMC Musculoskeletal Disorders. Vol. 10.Num. 37. 2009. p. 1-9.

13-Sekir, U.; Arabaci, R.; Akova, B.; Kadagan, S.M. Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. Scand J Med Sci Sports. Vol. 1. Num. 20. 2009. p. 268-281.

14-Shier, I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. Clin J Sport Med. Vol. 14. Num. 5. 2004. p. 267-273.

15-Stafilidis, S.; Tilp, M. Effects of short duration static stretching on jump performance, maximum voluntary contraction, and various mechanical and morphological parameters of the muscle-tendon unit of the lower extremities. Eur J Appl Physio. Vol. 1. Num. 115. 2014. p. 607-617.

E-mail dos autores:

rayanemariaps@gmail.com

luanab.morais@hotmail.com

edgley_personal@outlook.com

marcosaraujof@hotmail.com

proframom_cunha@hotmail.com

renatagouveianunes@hotmail.com

pauloncb08@gmail.com

Endereço para correspondência:

Rayane Maria Pessoa de Souza

Rua José Firmino Ferreira, 1020.

Jardim São Paulo, João Pessoa, Paraíba.

Brasil.

CEP: 58053-022.

Recebido para publicação 25/08/2018

Aceito em 27/01/2019