EFEITO DO ALONGAMENTO ESTÁTICO CONTÍNUO E FRACIONADO SOBRE A AMPLITUDE DE MOVIMENTO, FORÇA DINÂMICA E ATIVIDADE MIOELÉTRICA DE MEMBROS INFERIORES – ESTUDO PILOTO

Por

ARTHUR FRANCISCO CLARO E
JOSÉ CHARTONE DE SOUZA FILHO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Graduação
Apresentado ao Curso de Educação Física da
Universidade Presidente Antônio Carlos como requisito à obtenção da aprovação na Disciplina TCC.

Dezembro de 2013

EFEITO DO ALONGAMENTO ESTÁTICO CONTÍNUO E FRACIONADO SOBRE A AMPLITUDE DE MOVIMENTO, FORÇA DINÂMICA E ATIVIDADE MIOELÉTRICA DE MEMBROS INFERIORES – ESTUDO PILOTO

ARTHUR FRANCISCO CLARO E
JOSÉ CHARTONE DE SOUZA FILHO

Apresentam o Trabalho de Conclusão de Curso
Banca Examinadora

_____
Prof. Dr. Eurico Peixoto César
Orientador

_____
Profa. Esp. Patrícia Maria de Melo

_____
Prof. M.e Daniel Vieira Braña Côrtes de Souza

Dezembro / 2013

EFEITO DO ALONGAMENTO ESTÁTICO CONTÍNUO E FRACIONADO SOBRE A AMPLITUDE DE MOVIMENTO, FORÇA DINÂMICA E ATIVIDADE MIOELÉTRICA DE MEMBROS INFERIORES – ESTUDO PILOTO

RESUMO

Apesar de o alongamento estático aumentar a amplitude de movimento, tem sido evidenciado que a sua realização prejudica o desempenho da força no exercício subsequente. No entanto o volume do alongamento e o tempo de manutenção na posição de desconforto podem ser fatores intervenientes nesse processo. **Objetivo:** verificar o efeito de duas rotinas distintas de alongamento estático com mesmo volume total sobre o desempenho da força de resistência (10-RM), sobre a ativação muscular (EMG_{RMS}) e a amplitude de movimento passiva (ADM). **Métodos:** Foram selecionados cinco indivíduos do sexo masculino (18 a 35 anos) que visitaram o laboratório seis vezes. As três primeiras visitas foram destinadas à familiarização aos testes e à confiabilidade das medidas e as três últimas visitas foram destinadas às três condições diferentes de forma randomizada: a) condição controle; b) alongamento estático com quatro séries de 30 s (AL-30 s) de insistência no ponto de desconforto e; c) alongamento estático com dois minutos (AL-2 min.) de insistência no ponto de desconforto. Para se medir a ADM utilizou-se o método de fotogrametria digital e para se medir o desempenho da força e ativação mioelétrica foram utilizados os testes de 10-RM no exercício *leg-press* unilateral e o registo do sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral (VL), respectivamente. **Resultados:** A ANOVA *twoway* com medidas repetidas nos dois fatores apontou diferença significativa para os níveis de ADM entre os tratamentos. O *post hoc* de Bonferroniidentificou uma interação significativa ($P = 0,016$) para as situações pré vs. após alongamentos, com ambas as condições alongamento apresentado melhora significativa ($P < 0,05$) na ADM após a rotina de alongamentos. Nenhuma das outras variáveis (EMG_{RMS} e número máximo de repetições) apresentou diferença significativa entre as condições. **Conclusão:** Rotinas contínuas ou fracionadas de alongamento estático melhora significativamente e de forma semelhante os níveis agudos de ADM sem interferir nos níveis de força e de ativação muscular.

Palavras Chave: Exercícios de alongamento muscular, Força muscular, Eletromiografia.

INTRODUÇÃO

O alongamento é um exercício que, terapeuticamente, visa o aumento da mobilidade dos tecidos moles e das estruturas que tiveram encurtamento adaptativo e, esportivamente, objetiva o aumento da amplitude de movimento (ADM) e, consequentemente, da flexibilidade (Alencar e Matias, 2010). Tem-se sugerido que em função dessa característica, o alongamento pode ser um fator profilático na prevenção e reabilitação de lesões (Depino, Webright e Arnold, 2000), além de ser frequentemente postulado seu benefício na melhoria do desempenho e alivio nas dores musculares (Bacurau *et al.*, 2009).

No entanto, inúmeras pesquisas têm evidenciado o efeito deletério provocado pelo alongamento sobre o desempenho da força muscular durante uma rotina de exercícios(Ogura *et al.*, 2007; Bacurau *et al.*, 2009). Corroborando esse fato, Nelson et al. (Nelson, Kokkonen e Arnall, 2005) verificaram uma redução de 9,8% a 24,4%,no número de repetições no exercício de flexão de joelho após 15 min. de alongamento estático e recomendaram que exercícios de alongamento estático devem ser evitados antes de qualquer treinamento que exija a força muscular máxima de resistência. No entanto, Behm et al. (Behm *et al.*, 2004) não identificaram queda significativa na força isométrica máxima (FIM) dos extensores do joelho após quatro séries de 45 s de alongamentos estáticos nos músculos quadríceps, ísquiotibiais e flexores plantares e atribuíram esse resultado ao menor volume de alongamento empregado.

Nessa direção, controvérsias são apontadas na literatura sobre o efeito do alongamento estático sobre o desempenho da força. Recentemente Ryan et al. (Ryan *et al.*, 2009) sugeriram uma possível relação dose x resposta desse efeito, postulando que a duração (volume) do alongamento empregado vai interferir de forma diferente no desempenho e na rigidez músculo-tendínea. Em seu estudo, os autores apontaram um aumento significativo na ADM para os diferentes volumes de alongamento empregados (2, 4 e 8 min), mas só reportaram queda significativa sobre o pico de torque para os volumes maiores.

Existe uma diversidade de protocolos com diferentes tempos de insistência, número de séries e tempo total de alongamento para verificarem os efeitos sobre a ADM, porém pouco se sabe dos efeitos dessas comparações sobre os níveis de força. Cipriani et al. (Cipriani, Abel e Pirrwitz, 2003) utilizaram dois diferentes protocolos de alongamento estático com o mesmo volume total, porem com tempos de insistência diferentes de manutenção da postura no ponto de desconforto (2 x 30 e 6 x 10 s) e concluíram que ambos os protocolos foram igualmente eficientes para aumentar a ADM. Não se sabe, no entanto, se diferentes tempos de insistência de alongamento estático no ponto de desconforto, porém com mesmo volume total, são capazes de afetar de forma diferente os níveis agudos de força.

Têm sido postulados dois mecanismos principais para a redução nos níveis de força provocados pelo alongamento estático. O mecanismo neural postula a redução no nível de ativação das unidades motoras (UM) e a queda da sensibilidade reflexa que provem da atividade reduzida das fibras aferentes de grande diâmetro, resultando da menor sensibilidade dos fusos musculares e menor excitabilidade dos motoneurônios(Avela, Kyrolainen e Komi, 1999). No entanto, conforme Fowles et al.(Fowles, Sale e Macdougall, 2000), com volumes reduzidos de alongamento estático, esse mecanismo é menos evidente. O mecanismo estrutural proposto envolve a redução rigidez da unidade músculo-tendínea e, consequentemente, sua tensão específica. Um estudo recente (Akagi e Takahashi, 2013) aplicou três séries de dois minutos de alongamento estático no tríceps sural e observou um aumento significativo na ADM ($P < 0,001$) e uma queda significativa na rigidez ($P = 0,023$). Os autores sugerem que diante de menores volumes de alongamento (ex. 90 s), o aumento na ADM será em função do aumento da tolerância ao alongamento, porém, quando rotinas mais prolongadas são utilizadas, tanto a ADM quanto a rigidez músculo-tendínea serão alteradas.

Diante das controvérsias na literatura e da falta de entendimento sobre o efeito de diferentes rotinas de alongamento com mesmo volume total, mas tempos diferentes de manutenção na posição de desconforto sobre os níveis de força e ativação mioelétrica, torna-se útil que estudos dessa natureza sejam conduzidos. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de duas rotinas distintas de alongamento estático, uma contínua e a outra fracionada, com mesmo volume total sobre o desempenho da força de resistência (10-RM), sobre a ativação muscular (EMG^{RMS}) e a amplitude de movimento passiva (ADM).

MATERIAIS E MÉTODOS

Estratégia de Coleta de Dados

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade presidente Antônio Carlos, UNIPAC, Barbacena – MG sob o protocolo de número 453.796 de 10 de outubro de 2013. O envolvimento dos voluntários iniciou após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, além do preenchimento de um questionário para estratificação de risco e uma explicação detalhada dos procedimentos do presente estudo. Os mesmos foram informados que a qualquer momento estariam livres para abandonar o estudo sem nenhum tipo de ônus ou penalidade em função disso.

Amostra

O cálculo amostral será feito através dos dados obtidos nesse estudo piloto, utilizando-se a equação proposta por (Hopkins, 2000) para desenhos experimentais com medidas repetidas a fim de alcançar um poder estatístico (1 – β) de 0,80. No presente estudo, por se tratar de um piloto para o estudo principal, foram utilizados cinco sujeitos do sexo masculino, com idades compreendidas entre 18 e 35 anos, fisicamente ativos e com experiência no exercício *leg-press* que foram submetidos aleatoriamente a uma condição controle (CC) e a duas condições experimentais, onde em uma o sujeito realizou uma rotina de alongamento estático passivo com manutenção da postura no ponto de maior desconforto por 2 min (AL-2 min.) e na outra foi feito quatro séries de 30 s de alongamento (AL-30 s). Optou-se pela utilização de indivíduos dessa faixa etária devido à facilidade de acesso a pessoas treinadas no exercício proposto. A escolha de indivíduos apenas do sexo masculino foi devido à necessidade de uma maior homogeneização da amostra além da dificuldade de se controlar o ciclo menstrual das mulheres, fato que sabidamente influencia os níveis de flexibilidade.

Os indivíduos foram recrutados no curso de educação física da Universidade Presidente Antônio Carlos de Barbacena através de convite oral e cartazes feitos pelos investigadores envolvidos na pesquisa.

Foi adotado como critério de inclusão: serem indivíduos fisicamente ativos (treinarem musculação há 06 meses); estarem na faixa etária entre 18 e 35 anos; que não fizessem uso regular de qualquer recurso ergogênico nutricional e/ou farmacológico.

Foram excluídos da seleção: indivíduos que não tivessem um treinamento regular; com história recente de lesão osteomuscular ou ligamentar nos membros inferiores; alguma outra contraindicação à prática de exercícios físicos.

Procedimentos Gerais

Foram realizadas seis visitas para a totalização da coleta de dados, com intervalo mínimo de três e máximo de sete dias entre elas. A primeira visita foi dedicada à familiarização dos voluntários com os procedimentos experimentais das medidas de amplitude de movimento (ADM), e para estipular a marcação referente à angulação de 90º durante a execução do exercício *leg-press* de forma unilateral. Ainda nessa visita, foi preenchido o termo de consentimento livre e esclarecido e realizado o sorteio para distribuição aleatória das condições experimentais (1 serie de 2 minutos ou 4 series de 30 segundos de alongamento estático) e condição controle (sem nenhuma intervenção). Finalmente, os sujeitos foram familiarizados aos testes para determinação da carga referente a dez repetições máximas (10-RM) no *leg-press* unilateral.

Nas visitas 2 e 3 os indivíduos, ao chegarem ao laboratório, foram orientados a permanecerem sentados em repouso por 10 minutos. Durante esse período foram feitas as marcações dos pontos anatômicos trocantérico, tibial lateral e maleolar nos membros inferiores dos

voluntários, uma vez que esse procedimento é essencial para garantir a precisão da medição de ADM. Após a marcação dos pontos, os indivíduos foram submetidos ao teste para verificar a maior ADM no movimento de flexão do joelho com quadril hiperestendido através do método de fotogrametria e logo após, foi realizado o teste de 10-RM no *leg-press*de forma unilateral com limitação de amplitude de 90º de flexão do joelho para que fosse feita a medida de confiabilidade da carga.

As visitas 4, 5 e 6 foramdestinadas às condições experimentais e controle, realizadas de forma randomizada. Inicialmente o sujeito foi submetido ao teste para medição da ADM. Em seguida, foram feitas de forma randomizada os procedimentos experimentais e a condição controle. Imediatamente após, foi novamente feita a medição de ADM e, em seguida, o sujeito realizou o teste de 10-RM para o membro inferior direito. Durante o teste de 10-RM, foi feita a aquisição do sinal eletromiográfico (EMG) para se medir o grau de ativação muscular durante o exercício. Um resumo do delineamento experimental pode ser melhor visualizado na Figura 1.

Fig. 1. Delineamento experimental

Medição da ADM

No presente estudo, foram medidos os níveis de ADM no movimento de flexão do joelho com quadril hiperestendido. Foram determinados os pontos anatômicos trocantérico, tibial lateral e

maleolar no membro inferior direito dos sujeitos. A determinação dos pontos anatômicos foi realizada de acordo com as orientações da *InternationalSociety for AdvancementofKinanthropometry* – (Marfell-Jones, 2006)

Para determinar a ADM, foi empregado o método de fotogrametria utilizando a ferramenta dimensão angular, disponível no software CorelDRAW® GraphicsSuite - Versão 12.0. O indivíduo foi posicionado na maca em decúbito ventral com ambos os joelhos estendidos e o quadril fortemente envolto por uma fita inextensível para assegurar a estabilização dessa região durante os procedimentos de testagem.

O membro dominante adotou uma posição de hiperextensão do quadril, apoiado em um aparato de metal acolchoado com altura de 30 cm acoplado à maca. Após o posicionamento do ponto logo acima da borda superior da patela sobre o aparato de metal, foi feita uma mobilização passiva, lenta e gradual de flexão da articulação do joelho visando o contato do calcâneo com o glúteo em um plano sagital. Para que não ocorresse a abdução da articulação o quadril durante o movimento, o avaliador fez uma obstrução manual na parte lateral da coxa enquanto realizava o movimento de flexão do joelho. O ponto de maior desconforto foi relatado oralmente pelo voluntário. Identificado esse ponto, a postura foi sustentada por 2 segundos para o registro da medida angular máxima obtida durante o movimento. Tal registro foi feito através de fotografia utilizando uma câmera digital (Sony Cyber-shot DSC-H5, San Diego, USA) com frequência de amostragem de 30 Hz. A distância entre a lente da câmera e o voluntário foi de 2 metros em uma visão no plano sagital sendo o tripé da máquina posicionado em uma altura fixa de 1,5 metro de forma que o quadro esteja centralizado na articulação do joelho do voluntário a ser testado.

Foram realizadas três medidas do ângulo máximo obtido durante o movimento de flexão do joelho, com intervalo de 10 segundos entre as tentativas. Para análise estatística, a média entre as três tentativas foi calculada.

Teste de 10-RM

O teste de 10-RM foi realizado de forma unilateral no aparelho *leg-press*. Os sujeitos foram orientados a se posicionarem no aparelho com o pé apoiado lado direito da plataforma em local previamente demarcado e assumirem a posição de joelho estendido. A outra perna ficou flexionada com a planta dos pés apoiada no solo. Em seguida, o quadril e tronco foram envoltos por fitas inextensíveis para garantir o posicionamento adequado durante todo o exercício. Após esse ajuste, a posição foi mantida por dois segundos, momento em que o testado foi encorajado verbalmente a realizar as 10-RM. O sujeito foi orientado a descer a carga controladamente até que atingisse a angulação de 90º de flexão de joelho, previamente estabelecida através de um goniômetro universal (Carci®) e marcada a posição no próprio aparelho através de uma trena fixada à coluna lateral,

oferecendo assim um *feedback* visual ao avaliado, e em seguida, retornar a posição inicial, com o joelho estendido. Esse padrão foi adotado em cada repetição para que a mesma fosse considerada válida.

Para garantir a realização correta do procedimento, dois avaliadores trabalharamem conjunto. O primeiro foi responsável por orientar o sujeito quanto aos procedimentos e posturas a serem adotadas para a mensuração da carga do teste de 10-RM e o outro avaliador controlou a amplitude do movimento a ser realizada em cada repetição. Caso o sujeito não atingisse a marcação previamente estabelecida por duas vezes consecutivas, o teste foi interrompido.

Rotina de Alongamento Estático

O indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal com um dos joelhos estendidos e o quadril fortemente envolto por uma fita inextensível para assegurar a estabilização dessa região durante o alongamento. Após o posicionamento o avaliador realizou uma mobilização passiva, lenta e gradual de flexão da articulação do joelho, visando o contato do calcâneo com o glúteo. Caso algum sujeito conseguisse tocar o calcâneo no glúteo antes de sentir o ponto de maior desconforto, realizou-se uma hiperextensão lenta e gradual na articulação do quadril com o joelho totalmente flexionado até que o sujeito relatasse o ponto de maior desconforto. Identificado esse ponto, a postura foi sustentada por 2 minutos na condição AL-2min ou foram realizadas quatro séries de 30 s na condição AL-30 s, com intervalo de 15 s entre as séries. O sujeito foi encorajado a constantemente, durante a medida, aumentar ainda mais a ADM suportada. O alongamento estático passivo foi realizado apenasno membroinferior direito. Na condição controle, o sujeito permaneceu sentado e imóvel por cerca de 4 min antes da segunda medição da ADM.

Aquisição do Sinal Eletromiográfico (EMG)

O registro do sinal eletromiográfico foi feito no músculo vasto lateral (VL) durante o teste de 10-RM em todas as visitas. Previamente, foram removidos os pelos e o local de colocação dos eletrodos de EMG foi limpo com álcool e foi feita uma pequena abrasão com uma lixa para se remover o tecido cutâneo morto e reduzir a impedância no local. O registro eletromiográfico foi conduzido utilizando-se um sistema de aquisição de 04 canais com conversor analógico/digital com resolução de 16 bit e eletrodos de superfície bipolar (EMG System do Brasil, EMG 830C) com 2000 Hz de frequência de amostragem por canal.

O eletrodo de referência foi fixado no processo estiloide do rádio no membro ipsilateral às coletas do sinal EMG. Os pares de eletrodos foram fixados com uma distância aproximada de 2 cm entre seus centros. Todo protocolo de preparação da aquisição do sinal EMG foi baseado em (Hermens *et al.*, 2000).

Previamente foi feita a normalização do sinal do EMG com uma contração voluntária máxima a 90° de flexão de joelho. Os dados adquiridos posteriormente foram baseados nesse valor. Para possibilitar uma leitura mais correta do sinal de EMG durante o teste, foi sincronizado um eletrogoniômetro digital com abertura de 0 a 225 graus (Goniômetro Digital e Flexível, EMG Systems, São José do Rio Preto, SP, Brasil) fixado no membro testado, registrando em tempo real a angulação durante o teste de 10-RM.

Estatística

Anterior ao emprego da estatística paramétrica foi verificada a presença de pressupostos conceituais, tais como a presença de distribuição normal e esfericidade. Na violação da esfericidade, o nível de significância será testado através do ajuste de *Greenhouse-Geisser*. A ausência de distribuição normal dos dados implicou no emprego da estatística não paramétrica.

A estabilidade das medidas de ADM e carga máxima utilizada no teste de 10-RM para ambos os membros inferiores foi determinada através do coeficiente de correlação intraclasse (CCI método paralelo), utilizando os valores obtidos durante as duas visitas dedicadas à confiabilidade. Além disso, foi feito o cálculo do erro típico da medida (ETM) que, de acordo com (Hopkins *et al.*, 2012) é determinada pela razão entre desvio padrão das diferenças obtidas entre os pares de medida e a raiz quadrada do algarismo dois (Equação 1). Finalmente, para determinação do grau de concordância entre as medidas, foi feita a representação de (Bland e Altman, 1995) para cada par de medidas.

$$ETM = DP/\sqrt{2}$$

Equação 1. Erro típico da medida.

O efeito dos diferentes tratamentos (AL-2 min e AL-30 s) e da condição controle (CC) sobre o desempenho no teste de 10-RM e para o EMG_{RMS}foi testado a partir de uma ANOVA com medidas repetidas. As diferenças entre os valores de ADM pré e após cada condição foi testada a parir de uma ANOVA de duas entradas commedidas repetidas nos dois fatores (condição e tempo). Quando foram detectadas diferenças significativas no efeito principal ou interação entre eles, o teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para determinar as diferenças específicas.

Todas as análises foram realizadas no *software* SPSS 17.0 *for Windows*® (Chicago, USA) e adotou-se uma significância estatística de α = 0,05.

RESULTADOS

Primeiramente serão apresentados os dados referentes à confiabilidade das medidas de ADM e de carga utilizada para as 10-RM.Na Tabela 1 encontram-se os dados de ETM absoluto e relativo e o CCI das medidas de ADM e de carga para 10-RM.

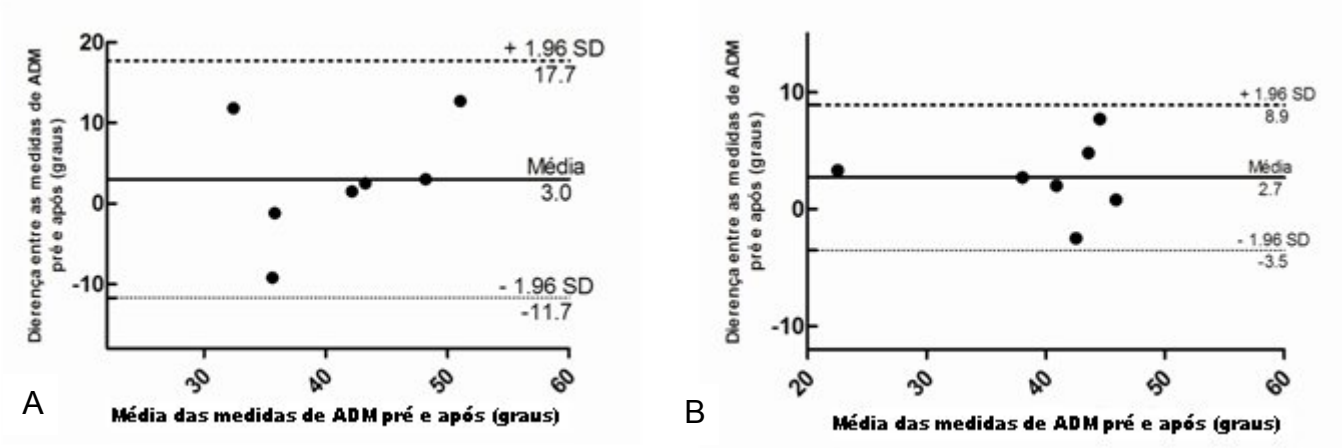
Tabela 1. Medidas de confiabilidade (ETM e CCI) da ADM e da carga para 10-RM

	CCI -CI	CCI - EST	ETM - CI	ETM% - CI	ETM - EST	ETM - EST
ADM (graus)	0,94	0,68	± 2,3	6%	± 6,2	15%
Carga 10-RM (kg)	-	0,99	-	-	± 3,4	3%

ETM – erro típico absoluto da medida; ETM% - erro típico relativo da medida; CCI – coeficiente de correlação intraclasse; CI – consistência interna; EST - estabilidade

Como pode-se observar na Tabela 1, a confiabilidade da medida da ADM foi melhor para medições realizadas no mesmo dia (consistência interna) quando comparadas às realizadas em dias diferentes (estabilidade). O mesmo padrão pode ser observado na comparação do ETM dessa mesma variável nas situações intra e inter-dias.

Nas medidas de confiabilidade para carga de 10-RM, pode-se observado um alto CCI e um reduzido valor de ETM.



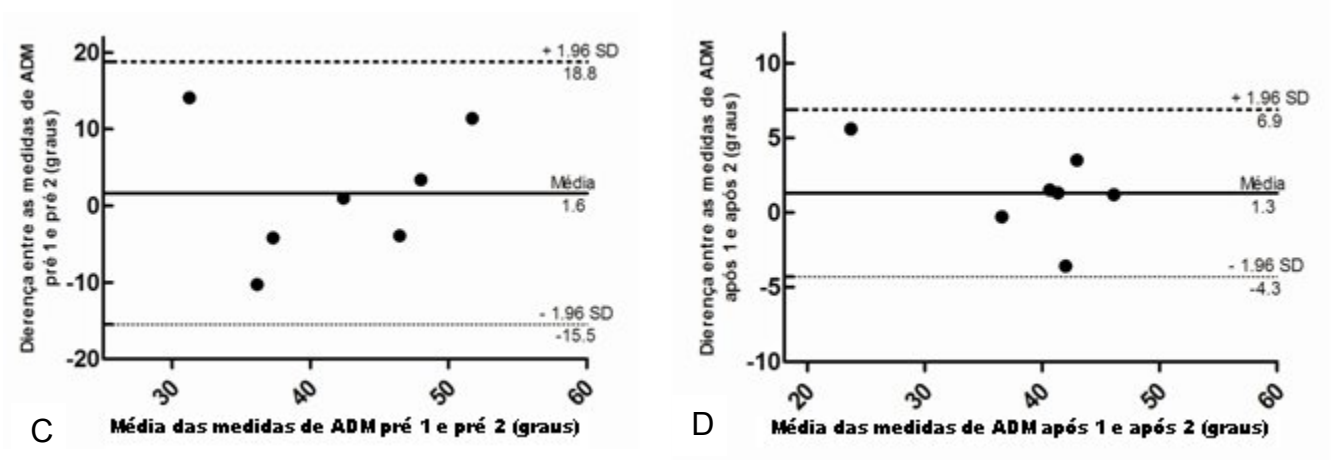


Figura 1.1A – concordância das medidas de ADM pré e após realizadas na visita 1; **1B** – concordância das medidas de ADM pré e após realizadas na visita 2; **1C** – concordância das medidas pré de ADM realizadas em dias diferentes; **1D** - concordância das medidas após de ADM realizadas em dias diferentes.

Como pode-se observar nas representações gráficas de Bland-Altman, em geral, a concordância dasmedidas pré e após na segunda visita (1B) apresentaram menor viés e menor nível de dispersão em relação às mesmas medidas na visita 1. Além disso, o viés apresentado foi bem próximo ao valor de ETM para medidas no mesmo dia. Quando verificamos o nível de concordância das medidas pré (1C) e após (1D) em dias diferentes, observamos um menor viés e menor nível de dispersão para as medidas após.

Na Figura 2 encontra-se a representação de Bland-Altman para verificar a concordância das medidas de carga utilizada para 10-RM em dois dias diferentes.

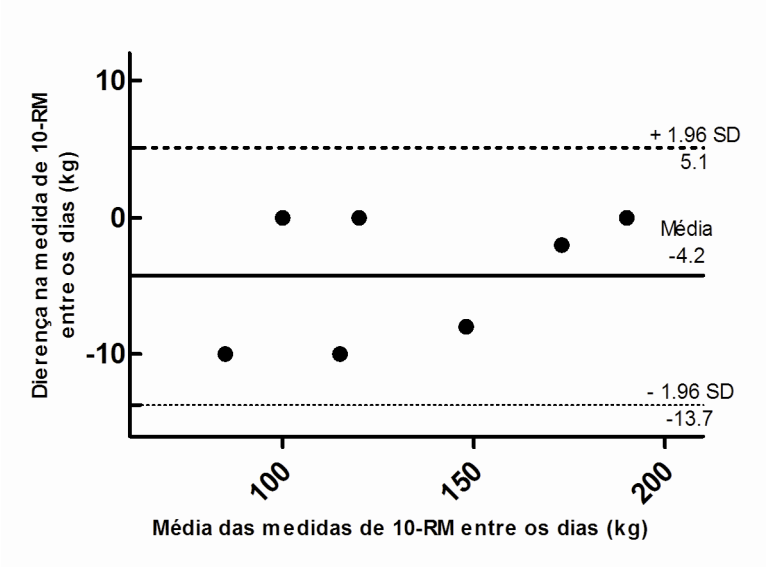


Figura 2. Representação de Bland-Altman para verificar a concordância das medidas de carga (kg) para 10-RM realizadas em dias diferentes

Como pode-se perceber no gráfico, o viés foi bem próximo ao ETM observado, porém os valores de dispersão foram relativamente altos.

Resultados para ADM

Na comparação entre as médias para ADM, foi observada uma interação significativa (P = 0,016) para as condições pré vs. após. Foi verificado efeito principal significativo para condição (P = 0,043), com menores valores para a condição AL-2 min em relação às outras duas condições e para a comparação pré vs. após (P = 0,026), com redução significativa no ângulo relativo (aumento na ADM) nas situações após para as condições AL-30 s e AL-2 min. Uma ANOVA de medidas repetidas verificou diferença significativa na ADM na situação pré entre as condições, com valores de P = 0,025 para AL-30 s e P = 0,013 para CC em comparação a AL-2 min (Figura 3).

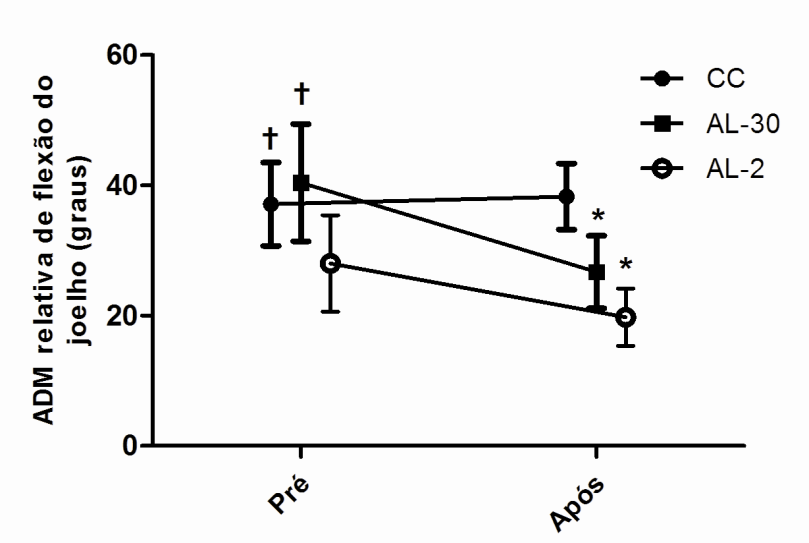


Figura 3. Comparação entre as médias de ADM. *diferença significativa (P < 0,05) entre as situações pré vs. após. †diferença significativa (P < 0,05) entre as condições na situação pré.

Resultados para Repetições Máximas e EMG^{RMS}

Na figura 4 encontram-se os resultados das comparações do número de repetições máximas realizadas com carga prevista para 10-RM entre as diferentes condições.

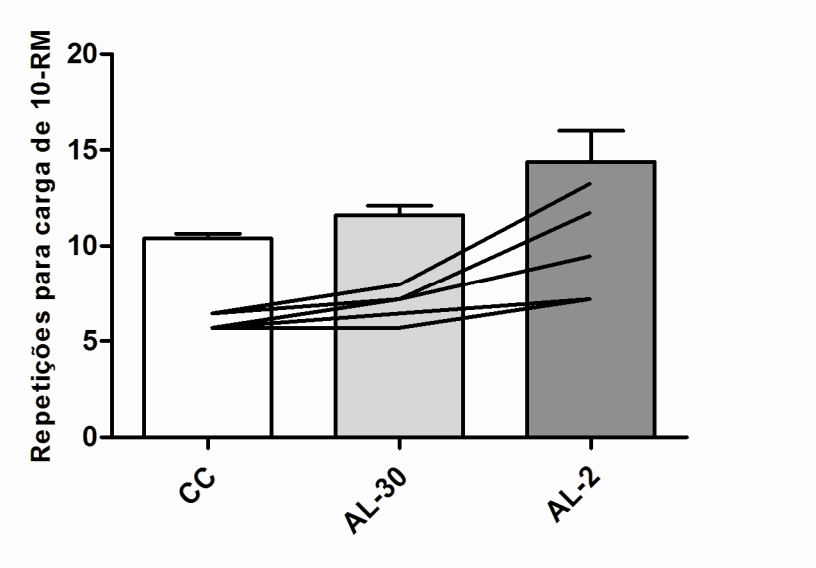


Figura 4. Comparação do número de repetições máximas realizadas com carga prevista de 10-RM entre as condições.

Apesar da visível tendência (P = 0,067) e de um aumento de 32,5% no número de repetições na condição AL-2 min em relação à condição controle, não foi detectada diferença estatística no número máximo de repetições realizados entre as condições.

Também não foi detectada diferença significativa para a ativação muscular durante o teste de repetições máximas na comparação entre as condições AL-30 s (252,2 ± 40,8 μv), AL-2 min (274,3 ± 38,0 μv) e CC (264,7 ± 43,5 μv).

DISCUSSÃO

O presente estudo trata-se de um projeto piloto desenvolvido a fim de organizar ideias e identificar possíveis erros para traçar ações e melhoras a serem desenvolvidas para o estudo principal que acontecerá em 2014. Apesar de uma severa restrição de conclusões em função do número reduzido de sujeitos (05), alguns fatores podem ser apontados e discutidos.

O primeiro fator relevante é que ambas as rotinas de alongamento aumentaram significativamente a ADM em mesma proporção, não havendo diferença entre o ganho de ADM após as diferentes rotinas de alongamento estático. Tal fato corrobora os achado do estudo de Roberts e Wilson e Cipriani et al.(Roberts e Wilson, 1999; Cipriani, Abel e Pirrwitz, 2003)que sugerem que, para o ganho de ADM de forma crônica, o que importa é o volume total de alongamento empregado no dia e não se a rotina é contínua ou fracionada. Parece que o mesmo padrão de adaptação crônica ocorre para efeitos agudos, uma vez que, no presente estudo, rotinas fracionadas (4 x 30 s) ou contínuas (2 min) de alongamento estático promoveu o mesmo ganho de ADM.

Sobre o efeito agudo do alongamento estático sobre os níveis de força, o presente estudo vai de encontro à grande maioria das pesquisas realizadas que sugerem um déficit na força realizada imediatamente após esse tipo de rotina (Nelson, Kokkonen e Arnall, 2005; Ogura *et al.*, 2007; Bacurau *et al.*, 2009) e corrobora o achado de outros estudos que não identificaram queda no desempenho da força realizadas após rotinas de alongamento estático(Behm *et al.*, 2004; Beedle *et al.*, 2008; Akagi e Takahashi, 2013). Na verdade, o presente estudo apontou uma tendência (P = 0,067) de 32,5% de aumento no número de repetições máximas para a condição AL-2 minem relação ao grupo controle. O resultado foi surpreendente pois, apesar de existirem poucos artigos que relatem melhora no desempenho da força e potência após rotinas de alongamento estático (Burkett, Phillips e Ziuraitis, 2005; Unick *et al.*, 2005; Mcmillian *et al.*, 2006; Gonzalez-Rave *et al.*, 2009; Pacheco *et al.*, 2011), os autores do presente estudo desconhecem pesquisas que tenham evidenciado ganhos dessa proporção após rotinas de alongamentos e, mais à frente, serão apontadas algumas possíveis limitações que possam ter contribuído com esse fato.

De forma semelhante, no presente estudo, não foi identificada diferença significativa para o nível de ativação muscular (EMG_{RMS}), o que corrobora alguns achados na literatura(Fowles, Sale e Macdougall, 2000; Weir, Tingley e Elder, 2005). Tem sido proposto na literatura que mecanismos neurais podem estar associados à queda do desempenho da força após rotinas de alongamento estático, uma vez que esse provocaria uma redução na excitabilidade dos motoneurônios e um prejuízo na ativação das unidades motoras (Avela, Kyrolainen e Komi, 1999; Fowles, Sale e Macdougall, 2000). No entanto, no estudo de Fowles et al. (Fowles, Sale e Macdougall, 2000), foi observada uma queda significativa no torque isométrico máximo produzido pelos flexores até uma hora após uma rotina de 30 min de alongamento estático, porém após 15 min, a ativação muscular já tinha retornado totalmente a seus valores iniciais, o que sugere que a redução na ativação de unidade motoras é mais provável quando rotinas muito extensas de alongamento são empregadas, e que seu efeito não perdura por muito tempo. Como no presente estudo foi empregada uma rotina de apenas 2 min. de alongamento estático, é provável que tal volume não tenha sido capaz de provocar alterações significativas no EMG_{RMS}.

Antes de fazer as conclusões finais sobre o estudo, algumas limitações importantes devem ser apontadas. Primeiramente, por tratar-se de um estudo piloto, uma amostra de apenas cinco voluntários foi utilizada. Esse fato aumenta a probabilidade do erro do tipo II (aceitar a hipótese nula quando essa deveria ser rejeitada) e promove importantes limitações na conclusão. No entanto, os dados do presente estudo servirão como base para identificação do erro de medida e de base para o cálculo do n amostral a ser utilizado no estudo principal.

Sobre a ADM, um fator que possa ter contribuído para valores significativamente maiores no momento pré para a condição AL-2 min em relação às outras condições é o fato de que três dos

cinco sujeitos participaram simultaneamente de dois estudos que mediam flexibilidade e alongamento. Desta forma, pode ter havido um efeito de treinamento ou aprendizado da medida uma vez que, apesar das condições serem randomizadas, todos os cinco sujeitos sortearam a condição AL-2 min para a última visita. Esse mesmo fato também pode ter contribuído para o maior número de repetições realizadas para carga de 10-RM na condição AL-2min. Como essa foi a última condição realizada para todos os cinco sujeitos, um provável efeito treinamento pode ter ocorrido. Além disso, um dos sujeitos conseguiu atingir a ADM máxima na medida sem intervenção, o que impossibilitou a comparações pré e após alongamento nesse sujeito.

Outras pequenas limitações como a utilização eletrodos de diferentes marcas e padrões durante as medidas de EMG_{RMS} e a análise estatística ter sido feita com base nos dados brutos, sem filtros e tratamento, além das diferentes horas de testagem e o acúmulo de intervenções em função da participação de alguns voluntários em dois estudos também podem ter comprometido os resultados.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se concluir que rotinas de alongamento contínuas e fracionadas de alongamento estático com mesmo volume afetam de forma semelhante o ganho agudo de ADM. Dessa forma, pode-se concluir que tanto rotinas contínuas quanto fracionadas possibilitarão aumento da ADM, sendo imprescindível apenas o volume de alongamento empregado. Além disso, parece que o alongamento estático, independente da rotina ser contínua ou fracionada, não é capaz de alterar a ativação muscular (EMG_{RMS}) ou a força de membros inferiores, apesar de uma tendência à melhora para rotinas de alongamento contínuo de dois minutos.

Deve-se ressalvar que as presentes conclusões estão cercadas de inúmeras limitações pertinentes à um estudo piloto e que conclusões mais solidificadas serão feitas após a realização do estudo principal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAGI, R.; TAKAHASHI, H. Acute effect of static stretching on hardness of the gastrocnemius muscle. **Med Sci Sports Exerc,** v. 45, n. 7, p. 1348-54, Jul 2013. ISSN 1530-0315 (Electronic) 0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23299765>.

ALENCAR, T. A. M.; MATIAS, K. F. S. Princípios Fisiológicos do Aquecimento e Alongamento Muscular na Atividade Esportiva. **Rev Bras Med Esporte,** v. 16, n. 3, p. 230-234, 2010.

AVELA, J.; KYROLAINEN, H.; KOMI, P. V. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. **J Appl Physiol (1985),** v. 86, n. 4, p. 1283-91, Apr 1999. ISSN 8750-7587 (Print)
0161-7567 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10194214>.

BACURAU, R. F. et al. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. **J Strength Cond Res,** v. 23, n. 1, p. 304-8, Jan 2009. ISSN 1533-4287 (Electronic)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19057408>.

BEEDLE, B. et al. Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. **J Strength Cond Res,** v. 22, n. 6, p. 1838-43, Nov 2008. ISSN 1533-4287 (Electronic)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18841081>.

BEHM, D. G. et al. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. **Med Sci Sports Exerc,** v. 36, n. 8, p. 1397-402, Aug 2004. ISSN 0195-9131 (Print)
0195-9131 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15292749>.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Comparing two methods of clinical measurement: a personal history. **Int J Epidemiol,** v. 24 Suppl 1, p. S7-14, 1995. ISSN 0300-5771 (Print)
0300-5771 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7558556>.

BURKETT, L. N.; PHILLIPS, W. T.; ZIURAITIS, J. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. **J Strength Cond Res,** v. 19, n. 3, p. 673-6, Aug 2005. ISSN 1064-8011 (Print)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16095424>.

CIPRIANI, D.; ABEL, B.; PIRRWITZ, D. A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. **J Strength Cond Res,** v. 17, n. 2, p. 274-8, May 2003. ISSN 1064-8011 (Print)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12741862>.

DEPINO, G. M.; WEBRIGHT, W. G.; ARNOLD, B. L. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. **J Athl Train,** v. 35, n. 1, p. 56-9, Jan 2000. ISSN 1938-162X (Electronic)
1062-6050 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16558609>.

FOWLES, J. R.; SALE, D. G.; MACDOUGALL, J. D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. **J Appl Physiol (1985),** v. 89, n. 3, p. 1179-88, Sep 2000. ISSN 8750-7587 (Print)
0161-7567 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10956367>.

GONZALEZ-RAVE, J. M. et al. Acute effects of heavy-load exercises, stretching exercises, and heavy-load plus stretching exercises on squat jump and countermovement jump performance. **J Strength Cond Res,** v. 23, n. 2, p. 472-9, Mar 2009. ISSN 1533-4287 (Electronic)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=19209075>.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol,** v. 10, n. 5, p. 361-74, Oct 2000. ISSN 1050-6411 (Print)
1050-6411 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11018445>.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Med,** v. 30, n. 1, p. 1-15, Jul 2000. ISSN 0112-1642 (Print)
0112-1642 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10907753>.

HOPKINS, W. G. et al. Statistical perspectives: all together NOT. **Br J Pharmacol,** v. 165, n. 4, p. 782-4; author reply 785-6, Feb 2012. ISSN 1476-5381 (Electronic)
0007-1188 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22276977>.

MARFELL-JONES, M., OLDS, T., STEWART, A. AND CARTER, L. international Standards for Anthropometric Assessment **International Society for the Advancement of Kinanthropometry,** v. 1, 2006.

MCMILLIAN, D. J. et al. Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. **J Strength Cond Res,** v. 20, n. 3, p. 492-9, Aug 2006. ISSN 1064-8011 (Print)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16937960>.

NELSON, A. G.; KOKKONEN, J.; ARNALL, D. A. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. **J Strength Cond Res,** v. 19, n. 2, p. 338-43, May 2005. ISSN 1064-8011 (Print)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15903372>.

OGURA, Y. et al. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. **J Strength Cond Res,** v. 21, n. 3, p. 788-92, Aug 2007. ISSN 1064-8011 (Print)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17685679>.

PACHECO, L. et al. The acute effects of different stretching exercises on jump performance. **J Strength Cond Res,** v. 25, n. 11, p. 2991-8, Nov 2011. ISSN 1533-4287 (Electronic)
1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21993032>.

ROBERTS, J. M.; WILSON, K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. **Br J Sports Med,** v. 33, n. 4, p. 259-63, Aug 1999. ISSN 0306-3674 (Print)
0306-3674 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10450481>.

RYAN, E. D. et al. Determining the minimum number of passive stretches necessary to alter musculotendinous stiffness. **J Sports Sci,** v. 27, n. 9, p. 957-61, Jul 2009. ISSN 0264-0414 (Print)
0264-0414 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19629845>.

UNICK, J. et al. The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. **J Strength Cond Res,** v. 19, n. 1, p. 206-12, Feb 2005. ISSN 1064-8011 (Print) 1064-8011 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15705036>.

WEIR, D. E.; TINGLEY, J.; ELDER, G. C. Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction. **Eur J Appl Physiol,** v. 93, n. 5-6, p. 614-23, Mar 2005. ISSN 1439-6319 (Print) 1439-6319 (Linking). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15578204>.

ANEXO I
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC
Campus Magnus – Barbacena - MG
Curso de Educação Física

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome		Mat.	
Endereço			
Telefone 1		Telefone 2	
Email		Identidade	

Vossa senhoria, acima identificado, está sendo formalmente convidado a participar voluntariamente do estudo intitulado "**EFEITO DO ALONGAMENTO ESTÁTICO CONTÍNUO E FRACIONADO SOBRE A AMPLITUDE DE MOVIMENTO, FORÇA DINÂMICA E ATIVIDADE MIOELÉTRICA DE MEMBROS INFERIORES – ESTUDO PILOTO"**, estudo a ser orientado pelo Prof. Dr. Eurico Peixoto César e realizado pelos alunos da graduação

Arthur Francisco Claro e José Chartone de Souza Filho, do Curso de Educação Física da Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC.

Estou ciente que o estudo tem como objetivo investigar o efeito de duas rotinas prévias de alongamento estático, composto de quatro séries de 30 s ou uma serie de 2 minutos, sobre o nível de amplitude articular e força de resistência de membros inferiores no exercício *legpress* unilateral.

O estudo justifica-se pela necessidade de ampliação do entendimento da influência do alongamento estático com diferentes tempos de manutenção no ponto de maior desconforto, porém com mesmo volume total, sobre os níveis agudos de força de membros inferiores e de amplitude articular de sujeitos saudáveis e fisicamente ativos.

Espera-se como benefício melhorar as orientações acerca da utilização de alongamentos estáticos passivos antes de uma rotina de treinamento que envolva a força de resistência de membros inferiores a partir de evidências mais aprofundadas sobre o tema.

Para isso, o avaliado será submetido a seis visitas às instalações do laboratório de Fisiologia do Exercício localizado na Unipac, Campus Magnus, Barbacena – MG (32) 3693-8822. Em cada uma das visitas, diferentes procedimentos serão utilizados, sendo todos realizados por uma equipe qualificada composta por dois profissionais de educação física e dois acadêmicos do 8° período. A descrição dos procedimentos encontra-se abaixo:

Visita 1 (≈ 45 min): termo de consentimento, protocolo de medidas antropométricas, estratificação de risco e familiarização aos procedimentos experimentais.

Visita 2 (≈ 30 min): medidas para confiabilidade dos testes de 10-RM e da ADM.

Visita 3 (≈ 30 min): medidas para confiabilidade dos testes de 10-RM e da ADM.

Visita 4 (≈ 30 min) situação controle ou experimental com mensuração das medidas de 10-RM no *legpress* unilateral e aquisição do sinal eletromiográfico e ADM.

Visita 5(≈ 30 min) situação controle ou experimental com mensuração das medidas de 10-RM no *legpress* unilateral e aquisição do sinal eletromiográfico e ADM.

Visita 6(≈ 30 min) situação controle ou experimental com mensuração das medidas de 10-RM no *legpress* unilateral e aquisição do sinal eletromiográfico e ADM.

Qualquer atividade física deve ser evitada nos dias de teste antes da coleta dos dados, estando liberado em seguida para a prática rotineira de exercícios. Deve-se evitar também a ingestão de alimentos sólidos no mínimo três horas antes da realização dos testes.

Não haverá reembolsos para custear gastos de transporte e alimentação.

É importante ainda destacar:

1. Em estudos dessa natureza, pode ocorrer algum tipo de desconforto, mesmo que raro, como: dores musculares, lesões musculares; cansaço, tonteira ou outras manifestações típicas da realização de esforços físicos de alta intensidade. Caso aconteça algum desses problemas, um profissional médico avaliará minha condição de saúde, orientando-me sobre as condutas mais adequadas a serem seguidas. Todos os custos de possíveis intercorrências correrão por conta do pesquisador responsável.

2. Caso alguma anormalidade seja detectada antes ou durante os procedimentos deste experimento, a participação será automaticamente vetada;
3. Será utilizada tinta de difícil remoção para as marcações dos pontos articulares especificados, a fim de se diminuir a possibilidade de erro randômico da medida.
4. Todos os dados referentes a participação nesse estudo, incluindo o relatório final será disponibilizado de forma individualizada para cada sujeito do estudo;
5. Todas as informações obtidas nos testes realizados serão única e exclusivamente utilizadas para fins acadêmicos e científicos, incluindo publicação em literatura especializada, sendo respeitado o anonimato dos sujeitos;
6. Os indivíduos participantes da pesquisa têm plena liberdade para afastar do estudo em questão, a qualquer momento que desejar, sem nenhuma obrigatoriedade de prestar quaisquer esclarecimentos e sem um único ônus à sua própria pessoa.
7. A participação no estudo não está atrelada a qualquer penalidade ou recompensa nas atividades acadêmicas do aluno que venha participar como voluntário desse estudo.
8. As vias de contato entre os pesquisadores e os sujeitos serão através de ligações ou contato eletrônico. Tal procedimento tem como objetivo detalhar os momentos de envolvimento dos sujeitos com o estudo.
9. Declaro ter tido todas as minhas dúvidas esclarecidas e se necessário, tenho toda a liberdade de solicitar novos esclarecimentos aos responsáveis pelo estudo.

Barbacena, ____ de _____ de 2013 Horário: h____e ____ min

Voluntário	Testemunha
Investigador Responsável	Testemunha

Autorização

Autorizo o registro fotográfico da minha pessoa durante a realização de quaisquer procedimentos relacionados a este estudo, sabendo que será utilizado única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, incluindo publicação em literatura especializada. A negativa a esta autorização não inviabiliza minha participação neste estudo.

Voluntário	Investigador Responsável

Investigador Responsável

Prof. Dr. Eurico Peixoto César
Coordenador do Curso de Educação Física da Unipac – Barbacena - MG
(32) 8853-3323 – euricopcesar@gmail.com
Centro de Pesquisas Interdisciplinares em Saúde

Rua Palma Bageto s/número, Campolide – Antônio
Carlos – CEP 36220-000

Comitê de ética em Pesquisa

CEP da Universidade Presidente Antônio Carlos – Faculdade de Ciências da Saúde - FASAB
Protocolo # – Aprovado em:

ANEXO II
PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito do alongamento sobre a força
Pesquisador: Eurico Peixoto Cesar
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 21450413.9.0000.5156
Instituição Proponente: Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 453.796
Data da Relatoria: 10/10/2013

Apresentação do Projeto:
Trata-se de um estudo experimental a ser realizado em indivíduos do sexo masculino, na faixa etária entre 18 e 35 anos, fisicamente ativos e com experiência no exercício leg-press, que busca verificar o efeito de duas rotinas prévias de alongamento estático, composto de quatro séries de 30 s ou uma serie de 2 minutos, sobre o nível de amplitude articular e força de resistência de membros inferiores no exercício leg press unilateral. A amostra será composta por indivíduos recrutados na Universidade Presidente Antônio Carlos de Barbacena e nas academias de musculação da cidade de Barbacena-MG através de convite oral e cartazes feitos pelos investigadores envolvidos na pesquisa. Serão incluídos os indivíduos fisicamente ativos, na faixa etária entre 18 e 35 anos, que treinam musculação há 06 meses e que não fazem uso regular de qualquer recurso ergogênico nutricional e/ou farmacológico. Serão excluídos da seleção os indivíduos que não tenham um treinamento regular; com história recente de lesão osteomuscular ou ligamentar nos membros inferiores; alguma outra contraindicação à prática de exercícios físicos. Cada participante do estudo será submetido a seis visitas às instalações do laboratório de Fisiologia do

Exercício localizado na Unipac, Campus Magnus, Barbacena - MG (32) 3693-8822. Em cada uma das visitas, diferentes procedimentos serão utilizados, sendo todos realizados, segundo informações do pesquisador, por uma "equipe qualificada", tais procedimentos estão detalhadamente descritos na metodologia apresentada, em documento em anexo, bem como encontram-se listados no TCLE.

Objetivo da Pesquisa:
Verificar o efeito de duas rotinas distintas de alongamento estático com mesmo volume total sobre o desempenho da força de resistência (10-RM), sobre a ativação muscular (EMGRMS) e sobre a amplitude de movimento passiva (ADM).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
Os riscos são pertinentes a proposta metodológica, mas não apresentam impliacações éticas significantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
O projeto foi readequado de modo a responder aos questionamentos apontados na primeira avaliação do CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Sem observações

Recomendações:
Detalhar a composição da "equipe qualificada".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Sem observações relevantes

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Continuação do Parecer: 453.796

BARBACENA, 11 de Novembro de 2013

Assinador por:
SEBASTIÃO ROGÉRIO GOIS MOREIRA
(Coordenador)