

EFEITO DA INTENSIDADE DO ALONGAMENTO NA AMPLITUDE DE MOVIMENTO DO TORNOZELO E NO DESEMPENHO DE SALTO

Enrico Gori Soares^{1,2}, Willy Andrade Gomes¹, Josinaldo Jarbas da Silva¹, Felipe Ispério Teodoro¹
Iago Pacheco Porto¹, Carlos Erasmo Evangelista Bacelar¹, Altyelle Ayalle Gomes Galvão¹
Paulo Henrique Marchetti³

RESUMO

Introdução: A percepção subjetiva de desconforto (PSD) é uma estratégia prática para controlar a intensidade do alongamento. Entretanto, o efeito da intensidade do alongamento na amplitude de movimento (ADM) e no desempenho de salto ainda é pouco estudada. **Objetivo:** Comparar o efeito da intensidade do alongamento passivo do tríceps sural na ADM do tornozelo e no desempenho do bounce drop jump unipodal (BDJ). **Método:** A amostra foi composta por 18 homens experientes com treinamento em força (Idade: 25±4 anos, Massa: 79±10 Kg, Estatura: 176±6 cm). Quatro condições experimentais foram comparadas (alongamento a 50, 75, 100% da PSD e condição controle). Duas visitas ao laboratório foram realizadas, sendo duas condições por visita e uma condição para cada membro inferior. Previamente e após cada condição a ADM do tornozelo e o desempenho do BDJ foi testado. A intensidade do alongamento foi controlada pela PSD de cada sujeito. A carga total de alongamento para o tríceps sural foi de 6 x 45"/15". **Resultados:** Foi verificado aumento da ADM para todas as condições de alongamento exceto controle: 50% da PSD ($P<0,001$; $\Delta\%=11,6\%$), 75% da PSD ($P<0,001$; $\Delta\%=17,8\%$) e 100% da PSD ($P<0,001$; $\Delta\%=19,3\%$). Adicionalmente, foi verificada redução da AS após as condições de 50% da PSD ($P=0,032$; $\Delta\%=-5,9\%$) e 100% da PSD ($P=0,029$; $\Delta\%=-5,6\%$). Não foi verificada alteração nas demais variáveis dependentes. **Conclusão:** As intensidades de alongamento acima de 50% da PSD causam similar aumento da amplitude de movimento do tornozelo e redução na altura de salto do bounce drop jump unipodal.

Palavras-chave: Exercícios de Alongamento Muscular. Exercício Pliométrico. Amplitude de Movimento Articular.

1-Grupo de Pesquisa em Neuromecânica do Treinamento de Força, Universidade Nove de Julho, São Paulo-SP, Brasil.

ABSTRACT

Effect of stretching intensity on ankle range of motion and jump performance

Introduction: The rate of perceived discomfort (RPD) is an alternative to control the intensity of stretching. However, the effect of stretching intensity on the range of motion (ROM) and jump performance remain under investigated. **Objective:** To compare the effect of passive stretching intensity of the triceps surae on ankle ROM and unilateral bounce drop jump performance (BDJ). **Method:** The sample was composed of 18 resistance trained males (Age: 25±4 years, Mass: 79±10 Kg, Height: 176±6 cm). Four conditions experimental were compared (stretching at 50, 75, 100% of RPD, and control condition). Laboratory was visited twice, two conditions were performed in each visit and one condition was tested on each lower limb. Previously and after each condition, the ankle ROM and BDJ performance were tested. The total stretching load for the triceps surae was 6 x 45"/15". **Results:** There was an increase in ankle ROM following all stretching intensities except control: 50% of RPD ($P<0.001$; $\Delta\%=11.6\%$), 75% of RPD ($P<0.001$; $\Delta\%=17.8\%$), and 100% of RPD ($P<0.001$; $\Delta\%=19.3\%$). Additionally, there was a decrease in JH following the 50% of RPD ($P=0.032$; $\Delta\%=-5.9\%$) and 100% of RPD conditions ($P=0.029$; $\Delta\%=-5.6\%$). There was no change in the further dependent variables. **Conclusion:** The stretching intensities above 50% of the rate of perceived discomfort cause similar increase in ankle range of motion and decrease in unilateral bounce drop jump height.

Key words: Stretching exercise. Plyometric Exercise. Joint Range of Motion.

2-Grupo de Pesquisa em Performance Humana, Departamento de Ciências do Movimento Humano, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba-SP, Brasil.

3-Department of Kinesiology, California State University, Northridge, CA, USA.

INTRODUÇÃO

O aumento da amplitude de movimento (ADM) e a redução do desempenho de força e potência após a realização de protocolos de alongamento passivo são amplamente aceitos pela literatura (Behm e colaboradores, 2001; Behm e Kibele, 2007; Behm e Chaouachi, 2011; Fowles e colaboradores, 2000; Lima e colaboradores, 2014; Lopes e colaboradores, 2015; Marchetti e colaboradores, 2014a, 2015a, 2015b; Pacheco e colaboradores, 2011; Trajano e colaboradores, 2017).

Tais efeitos são decorrentes da manipulação das variáveis agudas do alongamento que ultimamente causam alterações neurofisiológicas (Trajano e colaboradores, 2017) e mecânicas (Behm e colaboradores, 2001) no sistema neuromuscular.

Dentre as variáveis a serem manipuladas no treinamento de flexibilidade, a intensidade determina a região da curva tensão x deformação da unidade músculo tendínea (UMT) que o alongamento será realizado.

Desta forma, menores intensidades causam deformações elásticas (temporárias) e maiores intensidades causam deformações plásticas (permanentes) na UMT (Apostolopoulos e colaboradores, 2015; Serpa e colaboradores, 2014).

Entretanto, uma recente revisão sistemática realizada por Apostolopoulos e colaboradores (2015) demonstrou que em comparação com outras variáveis, a intensidade do alongamento permanece pouco estudada.

Através de dinamômetros isocinéticos a intensidade do alongamento passivo é precisamente controlada, entretanto, o custo e a dificuldade de acesso impossibilitam sua utilização na prática. Uma maneira prática e de baixo custo para manipular a intensidade é através do uso da percepção subjetiva de desconforto (PSD) em alongamento (Marchetti e colaboradores, 2014a, 2014b, 2015a, 2015b; Silva e colaboradores, 2015).

Diversos estudos têm utilizado variações da escala de PSD para controlar a intensidade do alongamento (Behm e Kibele, 2007; Lima e colaboradores, 2014; Lopes e colaboradores, 2015; Marchetti e Lopes, 2014; Marchetti e colaboradores, 2014a, 2014b, 2015a; Silva e colaboradores, 2015); entretanto, somente um estudo foi encontrado

investigando a manipulação da intensidade do alongamento no desempenho de saltos (Behm e Kibele 2007).

Behm e Kibele (2007) observaram maiores reduções no desempenho do salto concêntrico, salto com contramovimento e salto com queda “drop jump” após protocolos de alongamento passivo para os membros inferiores a 50, 75 e 100% da PSD reportada pelo sujeito.

Entretanto, o desempenho bilateral não é absolutamente transferido para tarefas unipodais como saltos unipodais, mudanças de direção e sprints (Wilson e colaboradores, 1996).

Portanto, o efeito da manipulação da intensidade do alongamento em saltos unipodais é desconhecido, especialmente em saltos em profundidade “drop jump” em que a eficiência do ciclo alongamento-encurtamento é necessária.

Esta informação pode auxiliar treinadores e indivíduos que utilizam o treinamento de saltos unipodais para melhorar o rendimento esportivo.

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da manipulação da intensidade do alongamento a partir da percepção subjetiva de desconforto na amplitude de movimento do tornozelo e no desempenho máximo do bounce drop jump unipodal (BDJ).

A amplitude de movimento do tornozelo e o desempenho do BDJ foram avaliados antes e após um protocolo de alongamento passivo de tríceps sural a 50, 75 e 100% da PSD dos sujeitos. Nossa hipótese é que as alterações no desempenho máximo do BDJ e na máxima amplitude de movimento são dependentes da intensidade do alongamento passivo.

Desta forma, maiores intensidades causarão maior ganho de amplitude de movimento e redução no desempenho máximo (queda na altura de salto, aumento do tempo de contato com o solo e redução do índice de força reativa) do BDJ.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado a partir de um estudo piloto previamente realizado e revelou a necessidade mínima de 6 sujeitos para

atender a significância de 5% e um poder de teste de 80% para a variável altura de salto.

Entretanto, a amostra no presente estudo foi composta por 18 homens (Idade: 25 ± 4 anos, Massa corporal total: 79 ± 10 Kg, Estatura: 176 ± 6 cm, circunferência da perna direita: 37 ± 3 cm, circunferência da perna esquerda: 37 ± 2 cm).

Todos os participantes tiveram participação voluntária. Foram recrutados voluntários que atenderam os seguintes critérios: (i) homens saudáveis (ii) ter entre 18 e 30 anos, (iii) praticantes de treinamento de força por no mínimo 1 ano ininterruptamente, e com frequência semanal maior que 2x por semana para os membros inferiores, (iv) sem qualquer acometimento osteomioarticular nos membros inferiores e ou tronco (lesão ou cirurgia prévia), (v) com assimetria menor que 5% entre os membros inferiores baseado na circunferência da perna.

Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais, leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (Parecer nº 2.527.071).

Procedimentos

Os voluntários compareceram ao laboratório em duas ocasiões visando testar quatro condições experimentais. Em cada visita, cada membro inferior foi submetido a apenas uma condição experimental e um intervalo de 30 minutos entre condições foi adotado a fim de evitar efeitos de educação cruzada no membro contralateral devido à fadiga ou alongamento passivo (Lima e colaboradores, 2014; Silva e colaboradores, 2015). As condições experimentais foram aleatorizadas entre as visitas e membros inferiores.

Na primeira visita ao laboratório foram coletados os dados pessoais (nome, idade e experiência com o treinamento de força), dominância podal (preferência em chutar uma bola) (Maulder e Cronin, 2005) e os dados antropométricos (massa corporal total circunferência das pernas direita e esquerda e estatura).

Então, os sujeitos realizaram um aquecimento em uma bicicleta ergométrica a 70 rpm com uma resistência de 70 Watts por 5 minutos (Behm e Kibele, 2007), seguido de uma familiarização composta por três séries

de 5 saltos utilizando a técnica do bounce drop jump unipodal (Silva e colaboradores, 2015).

Quando necessário, os sujeitos puderam realizar mais séries de três saltos até que a técnica fosse considerada satisfatória. Então, os sujeitos foram testados para a flexibilidade passiva na articulação do tornozelo em máxima dorsi-flexão, e para o desempenho máximo de salto utilizando a técnica do bounce drop jump unipodal nos momentos antes e imediatamente após as quatro condições experimentais de alongamento para os músculos flexores plantares do tornozelo (Figura 1).

Os músculos flexores plantares (gastrocnêmio lateral, medial e sóleo) dos sujeitos foram alongados sempre pelo mesmo pesquisador (Especialista em Treinamento de Força e Condicionamento Físico) e todas as condições foram aleatorizadas para cada sujeito.

Em todas as condições, o alongamento dos flexores plantares consistiu em seis séries de 45 segundos de duração e 15 segundos de intervalo ($6 \times 45''/15''$), totalizando um estímulo de 360 segundos (Silva e colaboradores, 2015).

A intensidade do alongamento foi controlada através da percepção subjetiva de desconforto (PSD) do sujeito. Esta escala de PSD varia entre 0 a 100% (zero sem desconforto algum e 100% o máximo desconforto imaginável durante o alongamento) (Lopes e colaboradores, 2015; Marchetti e colaboradores, 2014a, 2014b, 2015a).

Foram testadas quatro condições experimentais, sendo três em diferentes intensidades (50, 75, 100%) da PSD e uma condição controle (6' de repouso). Imediatamente após cada condição de alongamento, os sujeitos foram retestados para a máxima amplitude de movimento passiva da dorsiflexão do tornozelo e para o desempenho máximo no bounce drop jump unipodal.

A máxima amplitude de movimento passiva da dorsiflexão do tornozelo foi testada utilizando um flexímetro pendular da marca Sunny® devidamente calibrado (Marchetti e colaboradores, 2014a; Marchetti e colaboradores, 2015a).

Os saltos foram realizados em um tapete de salto da marca Hidrofit® (System Jump Test, Belo Horizonte, Brasil). A técnica de salto utilizada foi o bounce drop jump unipodal por envolver o ciclo alongamento-

encurtamento e por enfatizar a flexão plantar na fase de propulsão do salto.

Durante os bounce drop jumps todos os sujeitos foram instruídos a sair de uma plataforma de 20 cm de altura, aterrissar sobre o tapete de salto e realizar o salto vertical máximo o mais alto possível e o mais rápido possível (transição da fase excêntrica para a concêntrica).

Os sujeitos auto selecionaram a amplitude articular do tornozelo durante os saltos, evitando possíveis alterações no padrão de coordenação prévio.

Para minimizar possíveis influências dos membros superiores, os saltos foram realizados com as mãos posicionadas na região da cintura. Os sujeitos foram orientados a manter seus joelhos e quadris estendidos durante a realização do bounce drop jump, durante a fase aérea e aterrissar com o mesmo membro inferior estendido e com os pés sobre a área de contato do tapete de salto.

Os sujeitos realizaram três tentativas para cada intensidade (Controle, 50 PSD, 75 PSD e 100 PSD) com 10 segundos de intervalo entre tentativas. A máxima ADM

passiva do tornozelo e o teste de bounce drop jump foram realizados antes e imediatamente após cada protocolo experimental de alongamento.

Foram excluídos da análise os sujeitos que realizaram os saltos fora da área demarcada no tapete de salto, ou não aterrissaram com o mesmo padrão de posicionamento dos pés em todos os saltos ou adotaram um posicionamento do tipo "grupado" (flexão das articulações do quadril e joelho) no momento da aterrissagem.

As variáveis dependentes analisadas foram; (1) a altura de salto (AS) através do cálculo do tempo de voo dado pela fórmula: $AS = gt^2/8$, sendo "g" a aceleração da gravidade (9,8m/s²) e "t" o tempo de voo; (2) o tempo de contato dos pés com o tapete de salto que foi definido pelo tempo que o sujeito permanece no solo, entre a aterrissagem e o salto (transição da fase excêntrica para concêntrica); e (3) o índice de força reativa foi calculado através da altura do salto em metros dividido pelo tempo de contato em segundos. Somente o melhor desempenho dentre os saltos foi utilizado como parâmetro de análise.

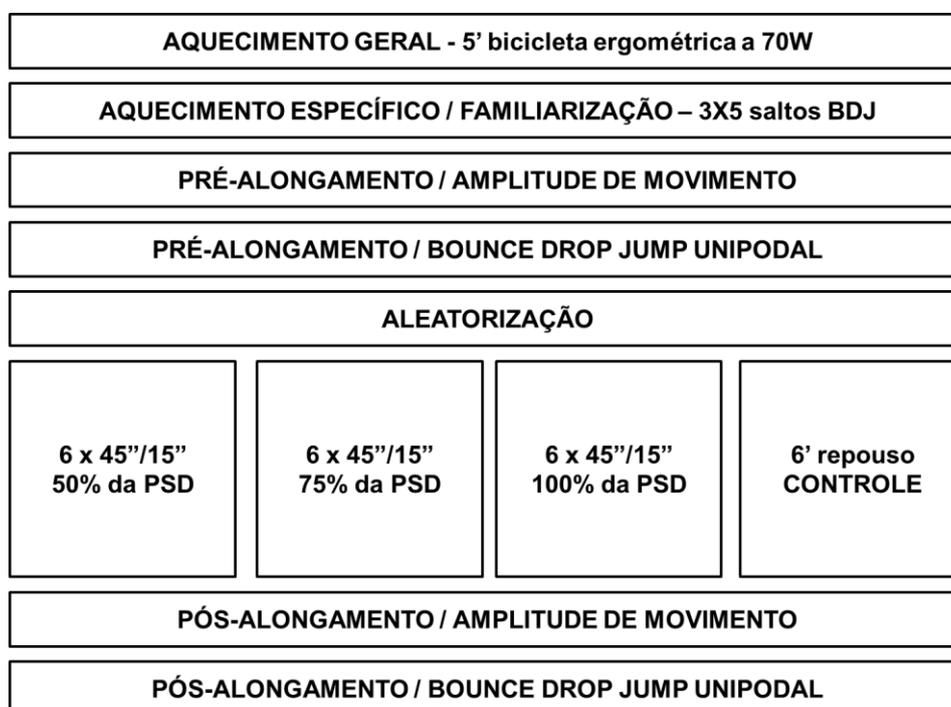


Figura 1 - Desenho experimental. BDJ = *bounce drop jump* unipodal, ADM=Amplitude de Movimento; PSD=Percepção Subjetiva de Desconforto.

Estatística

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente.

Todos os dados foram reportados através da média e desvio padrão (DP) da média e diferença percentual ($\Delta\%$). ANOVA (4x2) medidas repetidas com os fatores: condição (Controle, 50% da PSD, 75% da PSD e 100% da PSD) e momento (pré e pós-alongamento) foi utilizada para verificar diferenças significantes para todas as variáveis dependentes: altura de salto, tempo de contato, índice de força reativa e amplitude de movimento.

A confiabilidade das variáveis dependentes [altura de salto e tempo de contato (na condição de pré-alongamento)] foi

determinada utilizando o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e foi considerada excelente ($\geq 0,75$) de acordo com a recomendação de Rosner (2010).

O cálculo do tamanho do efeito (d) foi realizado através da fórmula de Cohen e os resultados se basearam nos seguintes critérios: $< 0,20$ efeito trivial; $0,20 - 0,49$ efeito pequeno; $0,50 - 0,79$ efeito moderado e $> 0,80$ efeito grande (Rosner, 2010). Uma significância (α) de 5% foi utilizada para todos os testes estatísticos, através do software SPSS versão 21.0.

RESULTADOS

Foi verificado aumento da amplitude de movimento da dorsiflexão do tornozelo após todas as intensidades de alongamento exceto na condição controle (Tabela 1).

Tabela 1 - Média e desvio padrão, $\Delta\%$ e d para a ADM nas diferentes condições experimentais.

Condição	Pre-alongamento	Pós-alongamento	$\Delta\%$	D
Controle (graus)	27° ± 5	28° ± 5	3,7	0,1 [T]
50 PSD (graus)	28° ± 6	31° ± 7*	11,6	0,5 [M]
75 PSD (graus)	25° ± 6	29° ± 6*	17,8	0,7 [M]
100 PSD (graus)	25° ± 5	30° ± 5*	19,3	0,9 [G]

Legenda: *diferença significativa do pré-alongamento ($P < 0,001$), d = tamanho do efeito, T = efeito trivial, P = efeito pequeno, M = efeito moderado, G = efeito grande.

Foi verificada redução da altura de salto após as intensidades de 50% da PSD ($P=0,032$; $\Delta\% = -5,9\%$, $d = -0,35$ [efeito pequeno]) e 100% da PSD ($P=0,029$; $\Delta\% = -5,6\%$, $d = -0,55$ [efeito moderado]). Entretanto, não foi verificada diferença significativa após a intensidade de 75% da PSD ($\Delta\% = -4,2\%$, $d = -0,18$ [efeito trivial]) e controle ($\Delta\% = -3,7\%$, $d = -0,19$ [efeito trivial]) (Figura 1A).

Adicionalmente, não foi verificada mudança no tempo de contato entre em nenhuma das intensidades de alongamento testadas: Controle ($\Delta\% = 0,8\%$, $d = 0,04$ [efeito

trivial]), 50% da PSD ($\Delta\% = 1,1\%$, $d = 0,08$ [efeito trivial]), 75% da PSD ($\Delta\% = 0,09\%$, $d = 0,05$ [efeito trivial]) e 100% da PSD ($\Delta\% = 3,5\%$, $TE = 0,20$ [efeito pequeno]) (Figura 1B).

Por fim, não foi verificada mudança no índice de força reativa entre em nenhuma das intensidades de alongamento testadas: Controle ($\Delta\% = 3,8\%$, $d = 0,13$ [efeito trivial]), 50% da PSD ($\Delta\% = 5,6\%$, $d = 5,6$ [efeito grande]), 75% da PSD ($\Delta\% = 5,6\%$, $d = 0,22$ [efeito pequeno]) e 100% da PSD ($\Delta\% = 5,7\%$, $d = 0,23$ [efeito pequeno]) (Figura 1C).

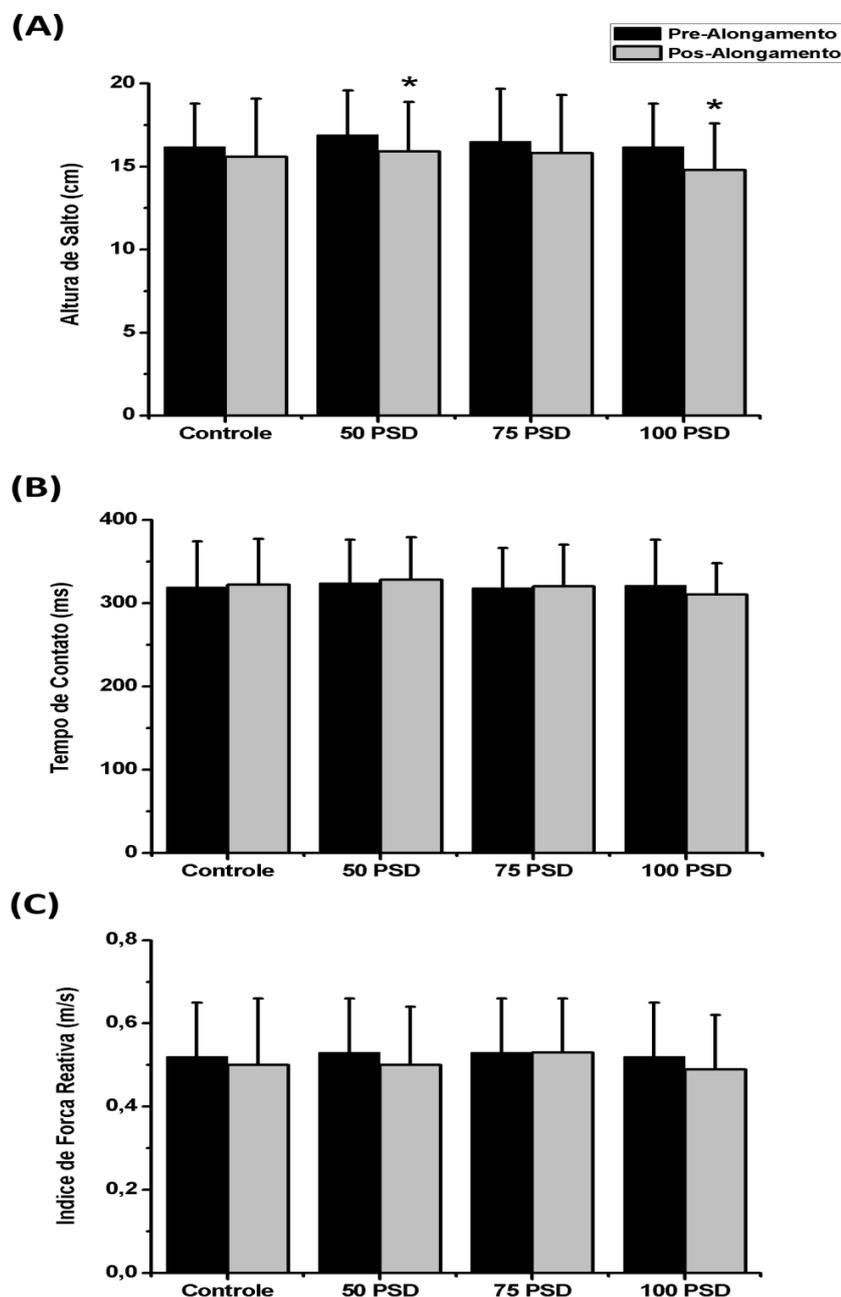


Figura 1 - Média \pm desvio padrão da altura de salto (A), tempo de contato (B) e índice de força reativa (C). * Diferença significativa com o pré-alongamento na mesma intensidade de alongamento, PSD = Percepção Subjetiva de Desconforto.

DISCUSSÃO

Os principais resultados do presente estudo sugerem que as diferentes intensidades de alongamento passivo, controlados através da percepção subjetiva de esforço causam similares ganhos na máxima amplitude de movimento da dorsiflexão do

tornozelo e apresentam similar redução no desempenho máximo do BDJ.

Tais resultados corroboram parcialmente nossa hipótese prévia onde as alterações no desempenho do BDJ e na máxima amplitude de movimento seriam dependentes da intensidade do alongamento. Foram observados maiores tamanhos do

efeito para o ganho de ADM nas maiores intensidades, entretanto, essa diferença não atingiu significância estatística. Adicionalmente, foi observada redução de aproximadamente 5% na altura de salto após todos os protocolos de alongamento, entretanto, apenas nas condições 50% e 100% da PSD as diferenças foram consideradas significantes.

Por fim, não foram observadas diferenças no tempo de contato e índice de força reativa em nenhuma condição experimental. Os resultados do presente estudo corroboram com estudos prévios que observaram aumento da máxima ADM (Lima e colaboradores, 2014; Lopes e colaboradores, 2015; Marchetti e colaboradores, 2014a, 2014b, 2015a, 2015b; Silva e colaboradores, 2015) e reduções no desempenho máximo neuromuscular como a queda na produção de força (Avela e colaboradores, 2004; Behm e colaboradores, 2001, 2004; Behm e Chaouachi, 2011; Fowles e colaboradores, 2000; Howell e colaboradores, 1993; Rubini e colaboradores, 2007; Martins e colaboradores, 2014), queda na altura de salto (Behm e Kibele 2007; Bradley e colaboradores, 2007; Pacheco e colaboradores, 2011; Marchetti e colaboradores, 2014a, 2015a; Silva e colaboradores, 2015) e queda da atividade mioelétrica (Behm e Kibele, 2007; Lima e colaboradores, 2014; Silva e colaboradores, 2015) após a realização de diferentes protocolos de alongamento passivo.

Possivelmente, existe relação entre a intensidade do alongamento passivo e o aumento da máxima ADM do tornozelo; entretanto, não foi observada a mesma relação com o desempenho máximo do bounce drop jump unipodal.

Uma das principais dificuldades na comparação dos estudos é o método utilizado para o controle da intensidade de alongamento.

Behm e colaboradores (2007) compararam o efeito da intensidade de alongamento (50, 75 e 100% do “máximo desconforto percebido”) no desempenho dos extensores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares do tornozelo. Entretanto, após a intensidade ter sido determinada, os sujeitos mantiveram a posição de alongamento durante as quatro séries de 30 segundos realizadas no protocolo experimental.

Kataura e colaboradores (2017) compararam as intensidades de 80, 100 e 120% da “máxima intensidade de alongamento

sem dor” durante o alongamento dos flexores do joelho. Novamente, após a intensidade do alongamento ter sido determinada, a posição foi mantida por 180 segundos. No presente estudo, o alongamento foi constantemente ajustado (aumentando ou reduzindo à máxima ADM) visando manter a PSD previamente determinada pelo protocolo experimental.

Efeito este decorrente da deformação tempo-dependente da unidade músculo tendínea (UMT) (Serpa e colaboradores, 2014).

Apesar da PSD ter sido utilizada em uma série de estudos (Behm e Kibele 2007; Lima e colaboradores, 2014; Marchetti e colaboradores, 2014; Marchetti e colaboradores, 2014; Lopes e colaboradores, 2015; Marchetti e colaboradores, 2015; Marchetti e colaboradores, 2015; Silva e colaboradores, 2015; Kataura e colaboradores, 2017), recentemente, Lim e colaboradores (2017) não observaram relação entre a intensidade de alongamento mensurada através de um dinamômetro manual e a escala visual analógica de percepção de dor.

Os motivos apontados pelos autores foram: (i) os sujeitos possuem níveis de tolerância individuais à dor em alongamento (Magnusson e colaboradores, 1996) e (ii) o fato da dor não ser modulada exclusivamente pela aferência nociceptiva (Wiech e colaboradores, 2008).

Apesar do presente estudo não ter apresentado diferença significativa nos resultados, baseado na variação percentual e no tamanho do efeito, observou-se uma relação entre a intensidade do alongamento e o aumento na ADM, assim como em estudos prévios (Behm e Kibele, 2007; Kataura e colaboradores, 2017).

Após a realização de quatro séries de 30 segundos de duração para os isquiotibiais a 50, 75 e 100% do máximo desconforto percebido dos sujeitos, Behm e colaboradores (2007) observaram aumentos de ~12, 14 e 10% na amplitude do teste de sentar e alcançar.

Kataura e colaboradores (2017) não observaram aumento na amplitude de movimento de extensão do joelho partindo da posição sentada (em um dinamômetro isocinético) após 180 segundos de alongamento dos isquiotibiais a 80% da “máxima intensidade de alongamento sem dor”; entretanto, observaram aumentos de 4,9 e 5,9% quando o alongamento foi realizado a

100 e 120% respectivamente da “máxima intensidade de alongamento sem dor”.

Apesar das diferenças metodológicas entre os estudos, aparentemente há uma relação entre o ganho de amplitude de movimento de uma articulação e a intensidade de alongamento realizada.

O aumento da ADM tem sido relacionado a uma redução da rigidez da unidade músculo-tendínea (UMT) e redução da atividade muscular (Behm e colaboradores, 2001; Rubini e colaboradores, 2007; Trajano e colaboradores, 2017).

Entretanto, Magnusson e colaboradores (1996) observaram aumentos da ADM da flexão do quadril sem alterações nas propriedades viscoelásticas e na atividade mioelétrica dos isquiotibiais. Os autores concluíram que a redução do limiar de dor/desconforto em alongamento foram as principais causas dos achados. No presente estudo, as maiores intensidades de alongamento poderiam ter afetado o limiar de desconforto dos sujeitos; entretanto, considerando que foi aplicada uma única sessão de alongamento esta hipótese não pode ser confirmada.

A redução na altura de salto do bounce drop jump unipodal verificada no presente estudo pode ser explicada pelas possíveis alterações neuromecânicas na unidade músculo-tendínea causadas pelo alongamento passivo (Apostolopoulos e colaboradores, 2015; Behm, 1995; Behm e colaboradores, 2001; Behm e Chaouachi, 2011; Rubini e colaboradores, 2007). Silva e colaboradores (2015) após a realização de similar protocolo de alongamento (6x45"/15") com intensidades entre 70 e 90% da PSD dos sujeitos, observaram redução da atividade mioelétrica do gastrocnêmio lateral durante o bounce drop jump unipodal.

Behm e colaboradores (2007) observaram redução na altura de salto concêntrico, salto com contramovimento e drop jump após a realização de um protocolo de alongamento com duração total de 120 segundos (4x30") nas mesmas intensidades investigadas no presente estudo (50, 75 e 100% da PSD). No presente estudo foi observada redução da altura de salto apenas nas intensidades de 50 e 100% da PSD dos sujeitos; entretanto, estudos prévios (Marchetti e colaboradores, 2014a, 2015a; Silva e colaboradores, 2015) observaram redução no desempenho do bounce drop jump unipodal utilizando o mesmo volume de alongamento e

intensidades entre 70 e 90% da PSD do sujeito.

Possivelmente, a redução da força concêntrica possa ter sido responsável pela redução na altura do BDJ visto que o tempo de contato e o índice de força reativa não apresentaram diferenças significantes.

Desta forma, a realização de protocolos de alongamento passivo com intensidades acima de 50% PSD parece afetar negativamente atividades de potência (principalmente saltos).

Não foi observada diferença no tempo de contato e no índice de força reativa em nenhuma das intensidades testadas. Tais resultados corroboram em parte a literatura científica. Baseado em estudos prévios, o tempo de contato e aumentado após protocolos de alongamento passivo.

Marchetti e colaboradores (2014) observaram aumento do tempo de contato após a realização 6 minutos contínuos de alongamento para o tríceps sural a 70-90% PSD dos sujeitos. Por outro lado, Silva e colaboradores (2015) não observaram alterações no tempo de contato do bounce drop jump unipodal após a realização do mesmo protocolo de alongamento do presente estudo (6x45"/15") com intensidades entre 70 e 90% PSD dos sujeitos.

Adicionalmente, os autores observaram um aumento para atingir o pico de impacto, o que sugere um aumento no atraso eletromecânico do gastrocnêmio lateral e uma possível alteração na relação torque-ângulo da articulação do tornozelo.

Marchetti e colaboradores (2015) também não observaram alterações no tempo de contato após um protocolo intermitente de alongamento.

Portanto, a intensidade de alongamento aparentemente não afetou o tempo de contato e o índice de força reativa, principalmente em protocolos em que intervalo entre séries são realizados.

Os resultados do presente estudo são limitados pela população e pelos testes selecionados. Medidas de cinética do salto, atividade mioelétrica, dano e isquemia tecidual poderiam auxiliar o entendimento dos mecanismos responsáveis pelos resultados observados. Portanto a extrapolação das informações deve ser realizada com cautela. Os resultados do presente estudo apresentam aplicações práticas importantes.

Aparentemente, o ganho de ADM apresenta uma relação com a intensidade de

alongamento realizada, portanto, é possível que treinadores de força e condicionamento prescrevam progressões no treinamento de flexibilidade baseadas na percepção subjetiva de desconforto em alongamento.

Por outro lado, é desencorajada a prática de exercícios de potência (principalmente saltos que utilizam o contra movimento) após a realização de protocolos de alongamento com intensidades acima de 50% PSD.

CONCLUSÃO

As intensidades de alongamento passivo estático de 50, 75 e 100% da percepção subjetiva de desconforto causam similar aumento da máxima amplitude de movimento do tornozelo e redução na altura de salto, sem alterar o tempo de contato e a força reativa durante o *bounce drop jump* unipodal; possivelmente, devido a uma redução da força concêntrica durante o salto.

Desta forma, a realização do alongamento passivo acima de 50% da percepção subjetiva de desconforto previamente a atividades de potência é desencorajada.

REFERÊNCIAS

- 1-Apostolopoulos, N.; Metsios, G. S.; Flouris, A. D.; Koutedakis, Y.; Wyon, M. A. The relevance of stretch intensity and position-a systematic review. *Front Psychology*. Vol. 6. 2015. p. 1128.
- 2-Avela, J.; Finni, T.; Liikavainio, T.; Niemela, E.; Komi, P. V. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1h of repeated fast passive stretches. *Journal of Applied Physiology*. Vol 96. Num. 6. 2004. p. 2325-2332.
- 3-Behm, D.G. Neuromuscular implications and applications of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 9. Num. 4. 1995. p. 264-274.
- 4-Behm, D.G.; Buttom, D.; Butt, J. Factors affecting force loss with stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Vol. 26. 2001. p. 262-272.
- 5-Behm, D. G.; Bambury, A.; Cahill, F.; Power, K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time.

Medicine Science and Sports Exercise, 2004. Vol. 36. Num. 8. 2004. p. 1397-1402.

6-Behm, D.G.; Kibele, A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 101. 2007. p. 587-594.

7-Behm, D.G.; Chaouachi, A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 111. Num. 11. 2011. p. 2633-2651.

8-Bradley, P. S.; Olsen, P. D.; Portas, M. D. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 21. Num. 1. 2007. p. 223-226.

9-Fowles, J.R.; Sale, D. G.; MacDougall, J. D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 89. Num. 3. 2000. p. 1179-1188.

10-Howell, J. N.; Chleboun, G.; Conatser, R. Muscle stiffness, strength loss, swelling and soreness following exercise-induced injury in humans. *The Journal of Physiology*. Vol. 464. Num. 1. 1993. p. 183-196.

11-Kataura, S.; Suzuki, S.; Matsuo, S.; Hatano, G.; Iwata, M.; Yokoi, K.; Tsuchida, W. Banno, Y.; Asai, Y. Acute effects of the different intensity of static stretching on flexibility and isometric muscle force. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 31. Num. 12. 2017.p. 3403-3410.

12-Lim, W.; Park, H. No significant correlation between the intensity of static stretching and subject's perception of pain. *The Journal of Physical Therapy Science*. Vol. 29. 2017. p. 1856-1859.

13-Lima, B. N.; Lucareli, P. R.; Gomes, W. A.; Silva, J. J.; Bley, A. S.; Hartigan, E. 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. 13. Num. 3. 2014. p. 564-570.

- 14-Lopes, C. R.; Soares, E. G.; Santos, A. L. R.; Aoki, M. S.; Marchetti, P. H. Efeitos do alongamento passivo no desempenho de séries múltiplas no treinamento de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 21. Num. 3. 2015. p. 168-173.
- 15-Magnusson, S. P.; Simonsen, E. B.; Aagaard, P.; Sørensen, H.; Kjaer, M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*. Vol. 497. Num. 1. 1996. p. 291-298.
- 16-Marchetti, P. H.; Oliveira Silva, F. H.; Soares, E. G.; Serpa, É. P.; Nardi, P. S.; Vilela, G. D. B.; Behm, D. G. Upper limb static-stretching protocol decreases maximal concentric jump performance. *Journal of Sports Science & Medicine*. Vol. 13. Num. 4. 2014a. p. 945-950.
- 17-Marchetti, P. H.; Soares, E. G.; Silva, F. H. D. O.; Medeiros, I. I.; Reis Neto, I.; Lopes, C. R.; Uchida, M. C.; Bacurau, R. F. Efeito de diferentes durações do alongamento no desempenho de saltos unipodais. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 20. Num. 3. 2014b. p. 223-226.
- 18-Marchetti, P. H.; Lopes, C. R. Planejamento e prescrição do treinamento personalizado: do iniciante ao avançado. São Paulo. 2014.
- 19-Marchetti, P. H.; Mattos, V. D. J. P.; Serpa, É. P.; Silva, J. J. D.; Soares, E. G.; Paulodeto, A. C.; Correa, D. A.; Vilela Júnior, G. B.; Gomes, W. A. Alongamento intermitente e contínuo aumentam a amplitude de movimento e reduzem a força dos flexores de punho. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 21. Num. 6. 2015a. p. 416-420.
- 20-Marchetti, P. H.; Soares, E. G.; Silva, F. H. D. O.; Nardi, P. S. M.; Serpa, É. P.; Gomes, W. A.; Schoenfeld, B. J. Acute effects of stretching routines with and without rest intervals between sets in the bounce drop jump performance. *International Journal of Sports Science*. Vol. 5. Num. 1. 2015b. p. 39-43.
- 21-Martins, A.; Paz, G.; Vigário, P.; Costa e Silva, G.; Maia, M.; Miranda, H. Static stretching volume is associated with maximal repetition performance. *Journal of Exercise Physiology*. Vol. 17. Num. 6. 2014. p. 24-33.
- 22-Maulder, P.; Cronin, J. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*. Vol. 6. 2005. p. 74-82.
- 23-Pacheco, L.; Balius, R.; Aliste, L.; Pujol, M.; Pedret, C. The acute effects of different stretching exercises on jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num 11. 2011. p. 2991-2998.
- 24-Rosner, B. *Fundamentals of biostatistics*. Cambridge. Cengage Learning. 2010.
- 25-Rubini, E. C.; Costa, A. L.; Gomes, P. S. The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*. Vol. 37. Num. 3. 2007. p. 213-224.
- 26-Serpa, E.P.; Vilela Junior, G. B.; Marchetti, P. H. Aspectos biomecânicos da unidade músculo-tendínea sob efeito do alongamento. *Revista do Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*. Vol. 6. Num. 1. 2014.
- 27-Silva, J. J.; Behm, D. G.; Gomes, W. A.; Oliveira Silva, F. H. D.; Soares, E. G.; Serpa, É. S.; Vilela Júnior, G. B.; Lopes, C. R.; Marchetti, P. H. Unilateral plantar flexors static-stretching effects on ipsilateral and contralateral jump measures. *Journal of Sports Science & Medicine*. Vol. 14. Num 2. 2015. p. 315-321.
- 28-Trajano, G.S.; Nosaka, K.; Blazevich, A. J. Neurophysiological mechanisms underpinning stretch-induced force loss. *Sports Medicine*. Vol. 47. Num. 8. 2017. p. 1531-1541.
- 29-Wiech, K.; Ploner, M.; Tracey, I. Neurocognitive aspects of pain perception. *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 12. Num. 8. 2008. p. 306-313.
- 30-Wilson, G. J.; Murphy, A. J.; Walshe, A. The specificity of strength training: the effect of posture. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. Vol. 73. Num. 3-4. p. 346-352.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

E-mail dos autores:

emaildoenrico@gmail.com
willy_edfisica@yahoo.com.br
prof.jarbasilva@hotmail.com
felipeteodoro@uninove.br
pch.iago94@gmail.com
carlos.erasmo.tjs@globomail.com
tyka.gomes@gmail.com
dr.pmarchetti@gmail.com

Endereço para correspondência:

Paulo Henrique Marchetti.
California State University.
Department of Kinesiology.18111 Nordhoff
Street.
Northridge. 91330-8287. CA. USA.

Recebido para publicação 22/08/2018

Aceito em 27/01/2019