

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO CRÔNICO DE FLEXIBILIDADE SOBRE AS VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Otávio Henrique Borges Amaral¹ Rafaela Maria de Souza¹ Afonso de Mello Tibúrcio¹ Caroline Coletti de Camargo¹ Ana Carolina de Jacomo Claudio¹ Berlis Ribeiro dos Santos Menossi¹

Resumo: Nos últimos anos, muitos estudos foram realizados com o intuito de comprovar a eficácia de protocolos de alongamentos agudos sobre as habilidades motoras de força e potência muscular, no entanto seus efeitos crônicos ainda não foram totalmente elucidados na literatura. O objetivo do presente estudo foi verificar a influência de um protocolo de alongamento ativo estático crônico dos músculos quadríceps e isquiotibiais sobre a flexibilidade e as variáveis isocinéticas de força e potência em adultos praticantes de musculação, durante 12 semanas. Trata-se de um ensaio clínico randomizado (parecer número: 2.697.277), no qual a amostra foi composta por 20 adultos do sexo masculino, praticantes de musculação há no mínimo três meses. Os participantes foram avaliados quanto ao peso e altura, força muscular da articulação do joelho (utilizando dinamômetro isocinético Biodex Multi-Joint Pro), teste de flexibilidade e avaliação de composição corporal. A intervenção foi aplicada após a realização do treinamento muscular e consistiu em um programa de alongamentos estáticos ativos para os músculos isquiotibiais e quadríceps, após o treinamento de força, durante um período de 12 semanas. Observou-se um aumento para todas as variáveis de flexibilidade do grupo intervenção, além de promover um aumento significativo das variáveis de pico de torque do membro dominante e não dominante na extensão e de potência do membro dominante e não dominante na extensão e do membro dominante na flexão. Conclui-se que os exercícios de alongamento foram benéficos para o ganho de flexibilidade, além de constatar uma melhora nas variáveis isocinéticas do grupo intervenção nos membros dominante e não dominante em relação ao grupo controle.

Palavras-chave: exercícios de alongamento muscular; dinamômetro de força muscular; treinamento de resistência

Afiliação

¹ Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP

INFLUENCE OF CHRONIC FLEXIBILITY TRAINING ON ISOKINETIC VARIABLES: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL

Abstract: In recent years, many studies have been carried out with the aim of proving the effectiveness of acute stretching protocols on the motor skills of muscle strength and power, however their chronic effects have not yet been fully elucidated in the literature. The aim of the present study was to verify the influence of a chronic static active stretching protocol of the quadriceps and hamstring muscles on flexibility and isokinetic variables of strength and power in adult bodybuilders for 12 weeks. This is a randomized clinical trial (opinion number: 2,697,277), in which the sample was composed of 20 male adults, practitioners of weight training for at least three months. Participants were assessed for weight and height, knee joint muscle strength (using a Biodex Multi-Joint Pro isokinetic dynamometer), flexibility test and body composition assessment. The intervention was applied after the performance of muscle training and consisted of an active static stretching program for the hamstring and quadriceps muscles, after strength training, for a period of 12 weeks. An increase was observed for all flexibility variables in the intervention group, in addition to promoting a significant increase in the peak torque variables of the dominant and non-dominant limb in the extension and power of the dominant and non-dominant limb in the extension and of the dominant limb in bending. It is concluded that the stretching exercises were beneficial for flexibility gain, in addition to finding an improvement in the isokinetic variables of the intervention group in the dominant and non-dominant limbs in relation to the control group.

Inserir resumo em inglês.

Key words: muscle stretching exercises; muscle strength dynamometer; resistance training

Introdução

O alongamento muscular é uma manobra terapêutica considerada padrão-ouro para ganho de mobilidade dos tecidos moles por promover aumento do comprimento das estruturas que tiveram encurtamento adaptativo, contribuindo para aumentar a flexibilidade muscular e por consequência, a amplitude de movimento (ADM). Além disso, é considerado uma forma de prevenção de lesão muscular e de tecidos moles¹⁻⁵. Existem diferentes categorias de alongamentos como o estático, balístico, dinâmico e por facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP). Na prática clínica, o alongamento estático é o mais utilizado, pois se aplica uma tensão isométrica a um músculo em sua maior extensão mantendo a mesma posição durante algum tempo, sendo considerado seguro e bastante utilizado para análise de sua influência no desempenho da força^{6,7}.

Dentre os efeitos do alongamento, podem ser observados efeitos agudos e crônicos. No efeito agudo, ocorre um aumento da flexibilização dos componentes elásticos na unidade musculotendínea, proporcionando o alívio da tensão muscular imediata pós atividade física. Por outro lado, no efeito crônico, é observado o remodelamento da estrutura muscular adaptativa, ocorrendo a ampliação do número dos sarcômeros em série, resultando no aumento do comprimento muscular, onde permanecem por períodos determinados quando não ocorre a interrupção das atividades físicas^{8,9}.

Barroso *et al.* (2012)¹⁰ sugerem que a flexibilidade treinada antes do exercício resistido pode reduzir adaptações neuromusculares importantes, tais como força e resistência. A interferência negativa do treinamento de flexibilidade na força e hipertrofia muscular, podem estar relacionadas a diminuição do número de repetições e o volume total de treinamento de resistência¹⁰⁻¹³, portanto, torna-se fundamental avaliar o efeito da aplicação da técnica de alongamento estático ativo crônico no desempenho de potência e de força máxima para auxiliar os profissionais na prescrição de exercícios^{14,15}. Consequentemente, alguns pesquisadores investigaram os efeitos crônicos de programas específicos de alongamento estático no desempenho, apresentando resultados mistos.^{16,17} LaRoche *et al.* (2008)¹⁶ mostraram que um programa de alongamento estático dos isquiotibiais de 4 semanas não teve nenhum efeito negativo aparente na força e potência muscular. Borges Bastos *et al.* (2013)¹⁷ realizaram treinamento de força combinado a um programa de treinamento de alongamento estático de 10 semanas para membros superiores e inferiores, mostrando efeitos negativos nos ganhos de força. Neste contexto, ainda é incerto o papel do alongamento estático crônico no desempenho.

Barbosa *et al.* (2020)¹⁸, investigaram o efeito do programa de treinamento de

alongamento estático ou dinâmico no pico de torque excêntrico dos isquiotibiais e no desempenho funcional. Esses achados sugerem que o treinamento de alongamento estático é suficiente para produzir reduções significativas no torque excêntrico dos isquiotibiais e no desempenho funcional¹⁸, porém ainda não foi investigado treinamento de alongamento estático ativo crônico, modo concêntrico, no pico de torque e potência de quadríceps e isquiotibiais. Neste contexto, o objetivo do estudo foi verificar a influência de um protocolo de alongamento estático ativo crônico dos músculos isquiotibiais e quadríceps, após a realização do treinamento de hipertrofia sobre as variáveis isocinéticas (força e potência muscular) e flexibilidade durante um período de 12 semanas. A escolha dos grupos musculares foi baseada no estudo de Beltrão *et al.* (2019),¹⁹ que verificaram o efeito crônico do alongamento na força excêntrica dos flexores do joelho, porém ainda é incerto o efeito crônico do alongamento na força e potência, modo concêntrico, de flexores e extensores de joelho.

Materiais e Métodos

Este estudo tratou-se de um ensaio clínico randomizado, duplo cego de modo onde o avaliador dos testes e o estatístico foram cegados a fim de evitar quaisquer influências sobre a pesquisa. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual do Norte do Paraná (CAEE: 89407418.6.0000.8123; Parecer número: 2.697.277 baseado na resolução Conselho Nacional de Saúde nº 466/12) onde os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1) e um termo de autorização de uso de imagem (Apêndice 2).

Amostra

Foram convidados a participar do estudo adultos residentes no município de Jacarezinho – PR. Os critérios de inclusão foram: participantes adultos do sexo masculino praticantes de musculação há no mínimo três meses e com frequência mínima de três vezes na semana com idade entre 20 a 40 anos. Os critérios de exclusão foram: participantes adultos do sexo feminino, afastamento ou desligamento das atividades semanais de musculação, lesões ortopédicas anteriores ou durante o período de intervenção que impossibilitassem o prosseguimento na pesquisa, além de alterações cardiovasculares como hipertensão arterial. Inicialmente a amostra seria composta de 50 participantes, no entanto com a perda amostral, apenas 20 participantes foram randomizados. Durante o período de intervenção não houve perda do número de participantes. A amostra foi alocada em Grupo Intervenção (GI) com 10 participantes e Grupo

Controle (GC) com 10 participantes.

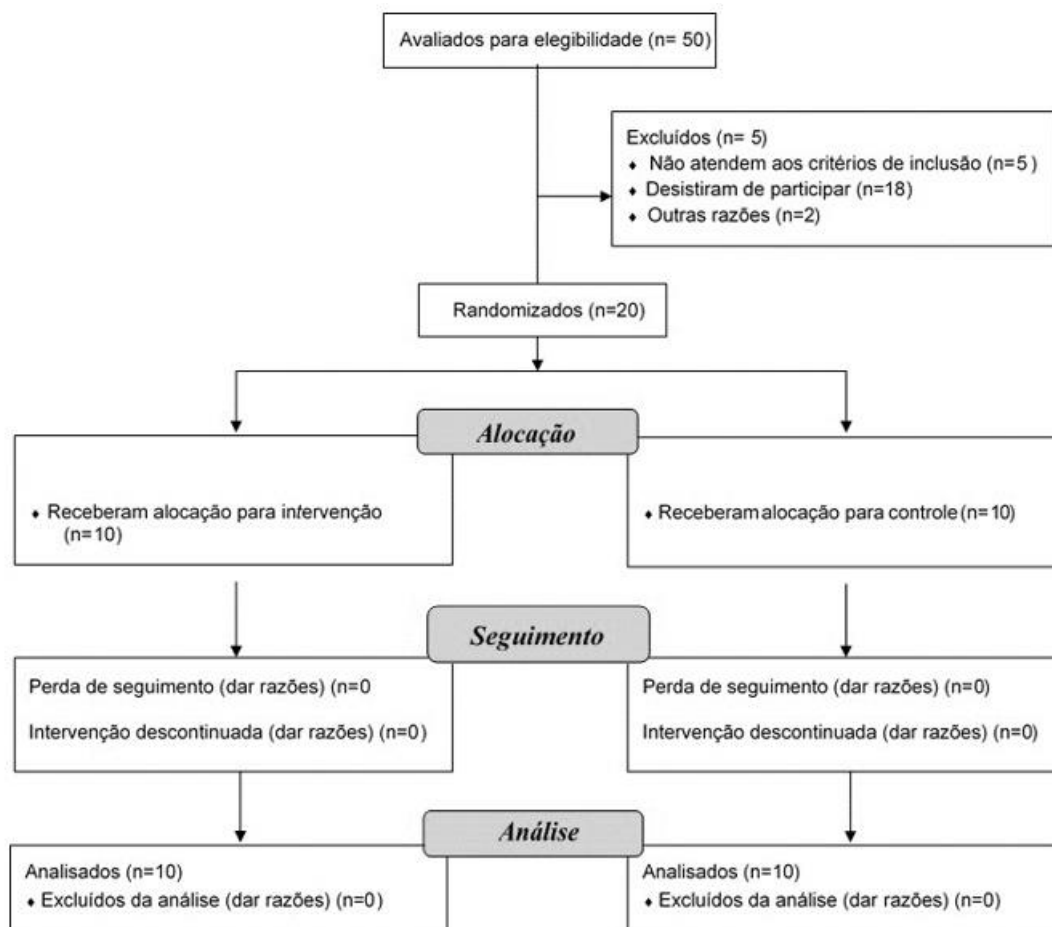


Figura 1 – Fluxograma de alocação da amostra

Todos os participantes realizaram o mesmo treinamento muscular durante o período de estudo e este foi elaborado e supervisionado por um profissional de educação física, que teve embasamento nas diretrizes de treinamento com peso do American College of Sports Medicine (2009)²⁰. Além disso, o profissional acompanhou todos os participantes durante a realização do treinamento e da intervenção, para evitar possíveis erros e auxiliar em caso de alguma intercorrência.

Avaliação

A avaliação dos participantes foi realizada no laboratório de avaliação física do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná (CCS-UENP), com horário agendado pelos pesquisadores. Todos os participantes da pesquisa foram avaliados quanto:

Peso e estatura: Para as medidas de massa corporal utilizou-se uma balança antropométrica da marca Welmy com capacidade de pesagem de 300 kg, precisão de 100g e estadiômetro medindo 2,05 metros. Os protocolos para realização das medições de peso e estatura seguiram Gaya (2015)²¹.

Força e potência muscular de membros inferiores: O protocolo de avaliação de força e potência muscular de joelho foi realizado em um dinamômetro isocinético da marca Biodex modelo Multi-Joint Pro, a uma velocidade angular de 60° e 300° por segundo, sendo analisados o pico de torque (PT) e a potência muscular (POT), onde foram realizadas cinco repetições para cada angulação, com um intervalo de 30 segundos entre as séries. A avaliação foi executada no modo concêntrico/concêntrico²². Posteriormente a avaliação, realizou-se crioterapia compressiva com o participante posicionado em decúbito dorsal, de forma confortável, onde o pesquisador aplicou as bolsas de gelo em ambos joelhos com compressão, durante 15 minutos para minimizar a dor tardia²³.

Flexibilidade: A avaliação foi realizada com auxílio do flexímetro da marca Sanny, onde foram utilizados os padrões de posicionamento indicados pelo próprio manual do aparelho²⁴ avaliando a flexibilidade dos músculos isquiotibiais e quadríceps bilateralmente.

Avaliação da composição corporal: A avaliação de composição corporal por bioimpedância foi realizada utilizando uma balança de Controle Corporal OMRON HBF-514C seguindo o manual proposto pelo fabricante, onde foi utilizado a variável de percentual de gordura corporal.

Intervenção: A intervenção foi aplicada durante um período de 12 semanas. Enquanto o GC, realizava apenas o treinamento de força muscular. Após cada sessão de treinamento muscular, os participantes realizavam um protocolo de alongamentos baseado em Menossi (2007)²⁵. O protocolo do treinamento de força muscular foi realizado utilizando exercícios na cadeira extensora, mesa flexora, agachamento livre, agachamento guiado, *hack squat*, leg press 45°, avanço com carga, panturrilha em pé na barra guiada. O volume de treino para os membros inferiores foi realizado no mínimo 3 vezes na semana. As progressões de carga foram realizadas de acordo com o *American College of Sports Medicine*.²⁶ Os alongamentos foram realizados de forma estática ativa nos músculos isquiotibiais (Figura 2) e quadríceps (Figura 3), sendo 3 séries

de 30 segundos com 30 segundos de descanso entre elas. Um profissional de educação física treinado pela equipe do projeto auxiliou na aplicação do protocolo. Para a execução do protocolo, o participante deveria realizar previamente aos exercícios de alongamento, uma familiarização, onde o aplicador explicou de maneira clara e sucinta os aspectos a serem abordados para a execução correta do protocolo.

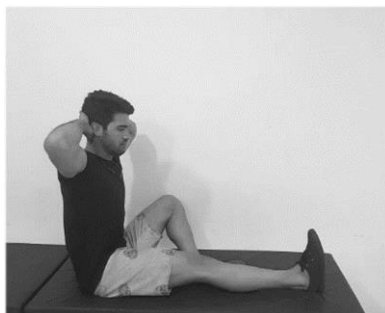


Figura 2 – Alongamento dos músculos isquiotibiais

Legenda da figura: Fonte própria



Figura 2 – Alongamento dos músculos quadríceps

Legenda da figura: Fonte própria

Reavaliação

Após o período de intervenção todos os participantes foram reavaliados da mesma forma proposta na avaliação inicial, a fim de comparar os resultados destes e verificar a influência do alongamento sobre todas as variáveis fornecidas pelos testes.

Metodologia de análise de dados

As análises foram realizadas através do programa SPSS versão 25.0. Para toda a análise a significância foi considerado um nível de significância de $p \leq 0,05$. Para a análise estatística, os valores dos testes de flexibilidade, pico de torque e potência foram apresentados como média e desvio padrão. Para a verificação da normalidade dos dados, foi realizado o teste de *Shapiro*

Wilk, onde os dados foram considerados paramétricos, para comparações intragrupos foi realizado *test-t* pareado e comparação intergrupos o *test-t* independente.

Resultados

A amostra foi considerada homogênea não apresentando diferenças significativas nos resultados iniciais ($p > 0,05$), como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Dados Biométricos

	Controle		P	Intervenção		Valor de P
	Inicial (M±DP)	Final (M±DP)		Inicial (M±DP)	Final (M±DP)	
Idade	25,4 ± 5,0	25,4 ± 5,0	0,30	22,6 ± 6,3	22,6 ± 6,3	0,30
Altura (cm)	1,72 ± 0,5	1,72 ± 0,5	0,30	1,73 ± 0,0	1,73 ± 0,0	0,30
Peso (Kg)	77,5 ± 11,9	79,6 ± 8,9	0,90	77,8 ± 9,5	80,8 ± 10,5	0,80
Percentual de Gordura	18,0 ± 6,7	19,5 ± 7,5	0,20	18,6 ± 5,3	19,3 ± 6,6	0,60

A tabela 2 apresenta os dados pré e pós intervenção analisando a variável de flexibilidade. Onde observa-se um aumento significativo para todas as variáveis do GI.

Tabela 2 – Comparação dos grupos controle e intervenção sobre a variável de flexibilidade

	Controle		P	Intervenção		P
	Inicial (M±DP)	Final (M±DP)		Inicial (M±DP)	Final (M±DP)	
FLEX QD (°)	125 ± 13,9	126,1 ± 8,5	0,7	121,5 ± 6,6	130,0 ± 4,0	0,01*
FLEX QND (°)	128,3 ± 14,5	128,3 ± 7,91	1,0	121,0 ± 11,0	129,5 ± 4,3	0,04*
FLEX IQD (°)	75,5 ± 22,9	77,2 ± 15,4	0,7	77,5 ± 15,1	87,7 ± 20,5	0,02*
FLEX IQND (°)	78,3 ± 25,8	82,7 ± 16,6	0,5	72,0 ± 14,5	89,0 ± 22,3	0,00*

Dados iniciais e finais dos grupos controle e intervenção expressos em graus (°). FLEX QD- Flexibilidade Quadríceps Membro Dominante; FLEX QND- Flexibilidade Quadríceps Membro Não Dominante; FLEX IQD- Flexibilidade Isquiotibiais Membro Dominante; FLEX IQND- Flexibilidade Isquiotibiais Não Membro Dominante; Considerando significância de $p \leq 0,05$ (*).

Os dados expressos na tabela 3, apresentam a variável isocinética de Pico de Torque. Observa-se uma melhora significativa para a variável de PTDFX do grupo controle, já no GI obteve-se um aumento significativo para PTD EXT e PTND EXT.

Tabela 3 – Comparação dos grupos controle e intervenção sobre a variável isocinética de pico de torque

	Controle			Intervenção		
	Inicial (M±DP)	Final (M±DP)	P	Inicial (M±DP)	Final (M±DP)	P
PTD EXT (Nm)	242,2 ± 60,2	242,9 ± 50	0,93	263,5 ± 30,0	273,9 ± 32,6	0,00*
PTD FX (Nm)	130,5 ± 26,5	135,6 ± 27,3	0,04*	135,5 ± 21,7	152,0 ± 20,9	0,11
PTND EXT (Nm)	215 ± 60,2	204,5 ± 56,3	0,09	258,9 ± 27,9	267,1 ± 31,6	0,04*
PTND FX (Nm)	124,9 ± 20,6	124 ± 14,5	0,83	133,1 ± 21,7	138,5 ± 18,21	0,11

Dados iniciais e finais dos grupos controle e intervenção expressos em Newton metro (Nm). PTD EXT- Pico de Torque Membro Dominante Extensão; PTD FX- Pico de Torque Membro Dominante Flexão; PTND EXT- Pico de Torque Membro Não Dominante Extensão; PTND FX- Pico de Torque Membro Não Dominante Flexão; Considerando significância de $p \leq 0,05$ (*).

Os dados apresentados na tabela 3 são referentes a variável isocinética de Potência. Observa-se uma melhora significativa para a variável de POTD FX do grupo controle, já no GI obteve-se um aumento significativo para POTD EXT, POTND EXT e POTD FX.

Tabela 4 – Comparação dos grupos controle e intervenção sobre a variável isocinética de potência

	Controle			Intervenção		
	Inicial (M±DP)	Final (M±DP)	P	Inicial (M±DP)	Final (M±DP)	P
POTD EXT (W)	267,5 ± 83,7	283,9 ± 68,9	0,1	280,7 ± 60,2	310,0 ± 48,9	0,01*
POTD FX (W)	158,0 ± 68,9	168,9 ± 69,1	0,03*	146,0 ± 40,5	178,6 ± 37,9	0,01*
POTND EXT (W)	235,9 ± 68,7	240,1 ± 74,4	0,7	277,19 ± 55,6	297,6 ± 52,2	0,04*
POTND FX (W)	148,2 ± 44,6	155,7 ± 37,8	0,3	153,4 ± 40,4	165,7 ± 31,5	0,08

Dados iniciais e finais dos grupos controle e intervenção expressos em Watts (W). POTD EXT- Potência Membro Dominante Extensão; POTD FX- Potência Membro Dominante Flexão; POTND EXT- Potência Membro Não Dominante Extensão; POTND FX- Potência Membro Não Dominante Flexão; Considerando significância de $p \leq 0,05$ (*).

Discussão

Os achados do presente estudo demonstram que o protocolo de alongamento crônico consistido por um alongamento para cada grupo muscular (quadríceps e isquiotibiais) realizando 3 séries de 30 segundos por 3 vezes na semana, durante 12 semanas foi benéfico para ganho de força de extensores de joelho, flexibilidade, potência muscular de extensores de joelho e potência de flexores do membro dominante.

Para compreender como o alongamento realizado de forma crônica pode afetar o tecido muscular, é importante entender os mecanismos que influenciam esta estrutura após alongamentos regulares. Dentre estes mecanismos, pode-se citar o tempo de intervenção, ou seja, o número de semanas que o participante realizou os exercícios de alongamento, fato que define a forma de intervenção, se é considerada aguda ou crônica. Ferreira *et al.* (2007)²⁷ observaram que os protocolos que envolvem exercícios de alongamento que visam melhorar a capacidade contrátil devem ser realizados em períodos superiores a 6 semanas. Barbosa *et al.* (2020)¹⁸ e Nakao *et al.* (2021)²⁸ realizaram protocolos de 4 semanas. Neste estudo, os participantes foram submetidos a um protocolo com duração de 12 semanas, mostrando que os resultados encontrados estão ligados ao tempo de intervenção.

O volume e a intensidade do alongamento, são variáveis diretamente relacionadas ao desempenho muscular. O volume pode ser caracterizado pela quantidade de exercícios ou séries e a intensidade, o tempo em que o músculo é alongado. Alguns autores mostram que protocolos de alongamento com intensidade acima de 30 segundos são eficazes para o ganho de flexibilidade, além diminuir ou não exercer efeitos sobre o desempenho muscular quando executados previamente à avaliação de força e potência²⁹⁻³¹. Ferreira *et al.* (2007)²⁷ consideram que os protocolos de alongamento que visam melhorar o desempenho muscular devem ser realizados com volumes não inferiores a 30 segundos. De acordo com o *American College of Sports Medicine*,³² a intensidade recomendada é entre 10 a 30 segundos, e volume o eficaz é entre 2 a 4 vezes, com aumento da ADM ocorrendo durante 3 a 12 semanas.³² Estes achados sustentam o protocolo utilizado no presente estudo.

Outra variável que é debatida atualmente em estudos que abordam o alongamento como intervenção é sobre a técnica de alongamento utilizada. Existem algumas técnicas utilizadas para os exercícios de alongamento, porém, para análise do treinamento de flexibilidade e do desempenho de força são mais comumente utilizados o alongamento estático por ser uma técnica mais segura, fácil aprendizado e aplicação^{6,7,33}.

Existem três principais mecanismos utilizados para explicar o aumento da flexibilidade, sendo eles o aumento da tolerância ao alongamento^{34,35}, diminuição da rigidez musculotendínea³⁶ e a sarcomerogênese^{37,38} que pode ser caracterizada pela adição de sarcômeros em série em um miofibrila. O estudo de Zöllner *et al.* (2012)³⁷ evidenciou que o alongamento regular realizado de forma crônica possa induzir a sarcomerogênese, que potencializa não só o comprimento como a força do músculo, melhorando o desempenho durante contrações estáticas³⁹. Freitas *et al.* (2018)⁴⁰ observaram que intervenções de

alongamento com duração de 3 a 8 semanas não parecem alterar as propriedades musculares ou tendinosas, embora aumentem a extensibilidade e a tolerância a uma maior força de tração. As adaptações aos protocolos de alongamento crônico com duração inferior a 8 semanas parecem ocorrer principalmente no nível sensorial.⁴⁰ O presente estudo investiga os efeitos do alongamento estático ativo crônico com 12 semanas.

Conforme Magnusson *et al* (1996)⁴¹ um mecanismo alternativo para maior flexibilidade após alongamento crônico foi o de aumento na tolerância ao alongamento. Konrad (2014)⁴² e Folpp *et al* (2006)⁴³ em suas investigações sugerem que o aumento da flexibilidade geralmente observada após o alongamento crônico está relacionado a um aumento da tolerância ao alongamento. Embora o aumento da própria tolerância ao alongamento ainda precise ser melhor compreendido, vários estudos usando imagens de ultrassonografia estabeleceram isso como um mecanismo real para aumentar a flexibilidade^{34,35,44}. Corroborando com o presente estudo, as investigações supracitadas relatam que o treinamento de flexibilidade crônico foi capaz de aumentar os níveis de flexibilidade.

Com relação a força muscular muitas ideias ainda persistem entre treinamento de força e flexibilidade. Os estudos de Magnusson *et al.* (1996)⁴¹ e Rubini (2007)⁸ acreditam que os ganhos de força podem limitar ou impedir flexibilidade, ou que os ganhos substanciais na flexibilidade podem ter um efeito negativo sobre a força, especialmente ao realizar o exercício antes da atividade de exercício resistido. Arntz *et al.* (2023)⁴⁵, verificaram que os exercícios crônicos de alongamento estático têm potencial de melhorar a força e potência muscular. Porém, demonstrou depender do status de treinamento, pois participantes sedentários obtiveram maiores ganhos na força muscular em comparação com participantes recreativamente ativos, com efeito pouco claro observado em participantes treinados.⁴⁵ Os resultados da melhora da força e potência muscular, corroboram com os resultados deste estudo, porém em praticantes de musculação. Resultados que vão de encontro ao presente estudo, onde após o programa de alongamentos realizados pós exercício, não foram observados efeitos deletérios na força e potência muscular, além de verificar uma tendência de melhora para a variável de pico de torque.

O estudo de Medeiros (2017)⁴⁶ traz uma hipótese utilizada para tentar elucidar o aumento do desempenho muscular após o treinamento de flexibilidade, a adição de sarcômeros em série. Acredita-se que a sarcomerogênese melhore o desempenho muscular, principalmente em contrações estáticas. Weppler (2010)⁴⁷ mostra que não há evidências suficientes de que a sarcomerogênese aconteça apenas com a realização do alongamento crônico. Desta forma, fica

difícil considerar a sarcomerogênese como um possível mecanismo para aumentar o desempenho muscular após o treinamento de flexibilidade. Uma vez que a adaptação muscular em relação a flexibilidade foi observada, é esperado um aumento no desempenho muscular.

De acordo com Kokkonen *et al.* (2007)⁴⁸, foi observado que 15 exercícios de alongamento de membros inferiores sendo compostos de 3 séries de 15 segundos cada exercício, durante 10 semanas, aumentou a flexibilidade (18,1%), a performance no salto vertical (6.7%), salto em distância (2.3%), 20m-sprint (1.3%), 1 RM (30.4%) e 60% RM (32.4%) em 38 voluntários.⁴⁸

No estudo de Coppo *et al.* (2015)⁶ foi possível verificar que os efeitos crônicos da FNP e do alongamento estático, com duração de 60 segundos durante um período de quatro semanas, acarretam diminuição estatisticamente significativa nos saltos verticais de indivíduos jovens saudáveis. Já nos achados de Ayala *et al.* (2015)⁴⁹, observaram que em 49 participantes após a aplicação de um protocolo de alongamentos estáticos e dinâmicos, ambos não influenciaram no perfil de força excêntrica de extensores de joelho⁴⁹.

Em sua pesquisa Ikeda (2018)⁵⁰, observou que 6 semanas de treinamento de flexibilidade realizado pelo alongamento estático, foi capaz de melhorar a ADM e a potência de extensores de joelho. Estes resultados corroboram com este estudo, pois observou-se que após o protocolo de alongamento crônico, a variável de potência aumentou significativamente no GI. Medeiros (2017)⁴⁶ em uma revisão sistemática, demonstrou estudos experimentais que investigam a influência do alongamento no desempenho muscular. Curiosamente, eles relataram que embora alguns estudos não tenham mostrado melhoras no desempenho muscular após o treinamento de flexibilidade, a maioria demonstrou que protocolos de alongamentos realizados de forma crônica são benéficos para o melhor desempenho muscular.

Os resultados encontrados no presente estudo mostram que após o período de intervenção, o GI obteve melhora significativa para as variáveis de força muscular dos extensores de joelho em ambos os membros, além de um aumento significativo na potência muscular na extensão de ambos os membros e no membro dominante para flexão. Este achado pode ser explicado pela forma de treinamento muscular da amostra onde os exercícios possuem uma maior velocidade de execução, assemelhando-se ao movimento de avaliação de potência para membros inferiores.

O presente estudo apresentou algumas limitações, devido ao número reduzido da amostra. Sugere-se realizar mais estudos sobre o tema com um número amostral maior, além

de utilizar o mesmo protocolo de intervenção para diferentes protocolos de treinamento muscular.

Conclusão

Os exercícios de alongamento ativo estático dos músculos quadríceps e isquiotibiais quando executados após o treinamento de musculação com duração de 30 segundos sendo realizados 3 vezes semanais por um período de 12 semanas não exerce efeito negativo sobre a força muscular, inclusive apresentando ganho para força de extensores de joelho, além de melhora de potência e flexibilidade em praticantes de musculação.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Referências

1. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med.* 2007; 37: 1089-1099.
2. Alencar TAM, Matias KFZ. Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva. *Rev Bras Med Esporte.* 2010; 16: 230-234.
3. Silva CA. A eficácia do alongamento na atividade física: uma revisão sistemática da literatura. *Fiep Bulletin.* 2015; 85.
4. Souza DVBC, Santana AC, Meireles KB, César EP. Efeito agudo de diferentes métodos de alongamento sobre o desempenho de força em séries sucessivas. *J. Phys. Educ.* 2017; 28: 3
5. Raya-Gonzalez J, Castillo D, Clemente FM. Injury prevention of hamstring injuries through exercise interventions. *J Sports Med Phys Fitness.* 2021;61(9):1242-1251.
6. Coppo J, Broetto GS, Tavares ALF, Carvalho AR, Bertolini, GRF. Efeitos musculares agudos e crônicos do alongamento estático e da fnp durante o salto vertical. *Saúde e Pesquisa.* 2015; 8: 217-223.
7. Macedo JOR, Sousa MSC. O alongamento estático interfere no desempenho da força isométrica e ativação muscular durante o exercício de cadeira extensora?. *Fisioterapia Brasil.* 2015; 16: 250-255.
8. Rubini EC, Costa ALL, Gomes PSC. The effects of stretching on strength performance. *Sports med.* 2007; 37: 213-224.

9. Almeida PHF, Barandalize D, Ribas DIR, Gallon D, Macedo ACB, Gomes ARS. Muscle stretching: implications at the performance and injury prevention. *Fisioter Mov.* 2009; 22: 335-343.
10. Barroso R, Tricoli V, Santos GSD, Ugrinowitsch C, Roschel H. Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond.* 2012; 26: 2432-2437.
11. Nelson AG, Kokkonen J, Arnall DA. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond.* 2005; 19: 338-343.
12. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond.* 2008; 22: 1832-1837.
13. Gomes TM, Simao R, Marques MC, Costa PB, Silva NJ. Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. *J Strength Cond.* 2011; 25: 745-752.
14. Karvat J, Antunes JS, Bertolini GRF. Alongamento estático associado ou não ao exercício resistido sobre a extensibilidade e força muscular em indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício.* 2015; 14: 38-43.
15. Tiggemann CL, Vanelli C, Molinari T, Kunrath CA. Efeito do alongamento prévio ao treinamento de força no desempenho de força máxima em homens jovens. *Biomotriz.* 2016; 10: 72-89.
16. LaRoche DP, Lussier MV, Roy SJ. Chronic stretching and voluntary muscle force. *J Strength Cond Res* 22: 589–596, 2008.
17. Borges Bastos CL, Miranda H, Gomes de Souza Vale R, de Nazaré Portal M, Gomes MT, da Silva Novaes J, et al. Chronic effect of static stretching on strength performance and basal serum IGF-1 levels. *J Strength Cond Res* 27: 2465–2472, 2013.
19. Beltrão NB, Ximenes Santos C, de Oliveira VMA, et al. Effects of a 12-Week Chronic Stretch Training Program at Different Intensities on Joint and Muscle Mechanical Responses: A Randomized Clinical Trial. *J Sport Rehabil.* 2019;29(7):904-912.
20. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para teste de exercício e prescrição. 8. ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
21. Gaya AR, Gaya A, Pedretti A, Mello J. Projeto Esporte Brasil PROESP-Br: Manual de testes e avaliação. Porto Alegre: 2015.
22. Santos GSH, Claudio ACJ, Menossi BRS. Perfil das variáveis isocinéticas da articulação do joelho em mulheres ativas. *BJD.* 2021;7(7):69504-21.

23. Knight, KL. Crioterapia no Tratamento das Lesões Esportivas. 1ªEd. Manole. 2000.
24. Monteiro GA. Manual de Utilização do Flexímetro Sanny. 2000.
25. Menossi BRS, Bernardelli RJ. Análise Anatomocinesiológica e Biomecânica de Exercícios de Alongamento. Revista da FIEP. 2007.
26. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(3):687-708.
27. Ferreira GNT, Salmela LFT, Guimarães CQ. Gains in Flexibility Related to Measures of Muscular Performance: Impact of Flexibility Muscular Performance. Clin J Sport Med. 2007; 17: 276-281.
28. Nakao S, Ikezoe T, Nakamura M, et al. Chronic Effects of a Static Stretching Program on Hamstring Strength. J Strength Cond Res. 2021;35(7):1924-1929.
29. Siatras TA, Mittas VP, Mameletzi DN, Vamvakoudis EA. The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. J Strength Cond Res. 2008; 22: 40-46.
30. Zakas A, Doganis G, Papakonstandinou V, Senteldis T, Vamvakoudis E. Acute effects of static stretching duration on isokinetic peak torque production of soccer players. J. Bodyw. Mov. Ther. 2006; 10: 89-95.
31. Cramer JT, Housh TJ, Weir JP, Johnson GO, Coburn JW, Beck TW. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. Eur J Appl Physiol. 2005; 93: 530-539.
32. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(7):1334-1359.
33. Viveiros L, Polito MD, Simão R, Farinatti P. Respostas Agudas Imediatas e Tardias da Flexibilidade na Extensão do Ombro em Relação ao Número de Séries e Duração do Alongamento. Rev Bras Med Esporte. 2004; 10: 459-463.
34. Konrad A, Tilp M. Increased range of motion after static stretching is not due to changes in muscle and tendon structures. Clinical Biomechanics. 2014; 29: 636-642.
35. Konrad A, Gad M, Tilp M. Effect of PNF stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. Scand J Med Sci Sports. 2015; 25: 346-355.

36. Guissard N, Duchateau J. Effect of static stretch training on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. *Muscle & Nerve*. 2004; 29: 248-255.
37. Zöllner AM, Abilez OJ, Böl M, Kuhl E. Stretching skeletal muscle: chronic muscle lengthening through sarcomerogenesis. *PloS one*. 2012; 7.
38. Jaeger D, Joumaa V, Herzog W. Intermittent stretch training of rabbit plantarflexor muscles increases soleus mass and serial sarcomere number. *J Appl Physiol*. 2015; 118: 1467-1473.
39. Lieber RL, Bodine FSC. Skeletal muscle mechanics: implications for rehabilitation. *Physical therapy*, 1993; 73: 844-856.
40. Freitas SR, Mendes B, Le Sant G, Andrade RJ, Nordez A, Milanovic Z. Can chronic stretching change the muscle-tendon mechanical properties? A review. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(3):794-806.
41. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sorensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*. 1996; 497: 291-298.
42. Konrad A, Tilp M. Effects of ballistic stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *J Appl Physiol*. 2014; 117: 29-35.
43. Folpp H, Deall S, Harvey LA, Gwinn T. Can apparent increases in muscle extensibility with regular stretch be explained by changes in tolerance to stretch?. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2006; 52: 45-50.
44. Nakamura M, Ikezoe T, Takeno Y, Ichihashi N. Effects of a 4-week static stretch training program on passive stiffness of human gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo. *Eur J Appl Physiol*. 2012; 112: 2749-2755.
45. Arntz F, Markov A, Behm DG, et al. Chronic Effects of Static Stretching Exercises on Muscle Strength and Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review with Multi-level Meta-analysis. *Sports Med*. 2023;53(3):723-745.
46. Medeiros DM, Lima MACS. Influence of chronic stretching on muscle performance: Systematic review. *Human movement science*. 2017; 54: 220-229.
47. Weppeler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation?. *Physical therapy*. 2010; 90: 438-449.
48. Kokkonen J, Nelson AG, Eldredge C, Winchester JB. Chronic static stretching improves exercise performance. *Medicine Science in Sports Exercise*. 2007; 39: 1825-1831.
49. Ayala F, Sainz BP, Croix SH, Santonja F. Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power. *Rev Andal Med Deporte*. 2015; 8:93-102.

50. Ikeda N, Ryushi T. Effects of 6-Week Static Stretching of Knee Extensors on Flexibility, Muscle Strength, Jump Performance, and Muscle Endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018; 35: 715-723.

Apêndice 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: Influência do treinamento crônico de flexibilidade sobre as variáveis isocinéticas: um ensaio clínico randomizado.

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Leia cuidadosamente o que segue e me pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso autorize e faça parte do estudo, assine ao final deste documento, que consta em duas vias. Uma via pertence a você e a outra ao pesquisador responsável. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade.

- Esta é uma pesquisa desenvolvida sobre responsabilidade da XX.
- O trabalho tem por finalidade avaliar, analisar e intervir na força muscular, potência muscular, flexibilidade e trabalho total em praticantes de musculação.
- Ao participar desse trabalho estará contribuindo para identificar possíveis alterações da prática crônica do alongamento estático em relação à força muscular, potência muscular, flexibilidade, trabalho total e uma avaliação precoce do equilíbrio articular da musculatura agonista/antagonista.
- A sua participação como voluntário deverá ter a duração de 3 meses após o início da primeira avaliação.
- Deverá voltar à Universidade - para reavaliação.
- Os procedimentos aos quais será submetido não provocarão danos morais, financeiros ou religiosos.
- Benefícios: O participante receberá uma avaliação precoce do equilíbrio agonista/antagonista (análise do equilíbrio da articulação do joelho), com possibilidade de seu preparador físico traçar um plano de treinamento com base nos resultados da avaliação, diminuindo a chance de lesões futuras e ou receber tratamento após o diagnóstico fisioterápico.
- Riscos: O participante poderá sentir algum tipo de desconforto, dor de aparição de início retardada ou até mesmo lesão o que poderá ocorrer acidentalmente em qualquer tipo de exercício físico. Portanto, para a realização do protocolo de alongamento e a avaliação isocinética, com o objetivo de minimizar estes riscos serão utilizados: um profissional especializado e treinado, aquecimento prévio, familiarização com a máquina e com o exercício, utilização compressas de gelo por 15 minutos após a realização da avaliação. Para a realização da intervenção, através dos alongamentos o participante terá amparo do projeto pelo professor de educação física que estará aplicando os alongamentos e do acadêmico de fisioterapia com formação de socorrista, sendo encaminhado para a clínica de fisioterapia, onde será atendido e em caso de necessidade poderão chamar o SAMU e acompanhar o participante, após o atendimento também poderá seguir tratamento na Clínica de Fisioterapia. O participante também poderá reclamar aos membros da equipe do projeto a qualquer momento através dos telefones, caso sinta algum tipo de desconforto ou dor.
- É garantido o direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.
- Não terá nenhuma despesa ao participar desse estudo.
- Poderá deixar de participar do estudo a qualquer momento sem prejuízo do seu tratamento.
- O nome será mantido em sigilo, assegurado assim a privacidade e se desejar, deverá ser informado dos resultados dessa pesquisa.

- Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, poderá entrar em contato com a equipe científica de orientação da Profª Dr.ª xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. Equipe Científica: xxxxxxxxxxxxxxxx (xx) xxxxxxxxxxxx; xxxxxxxxxxxx (xx) xxxxxxxxxxxx.

- Para denúncias e/ou reclamações referentes aos aspectos éticos da pesquisa, entrar em contato com o Comitê de Ética xx.

- “Diante dos esclarecimentos prestados, eu

_____, nascido(a) em _____ / _____ / _____, aceito e concordo a participar do estudo “Influência do treinamento crônico de flexibilidade sobre as variáveis isocinéticas: um ensaio clínico randomizado.”, na qualidade de voluntário(a).”

Nome Completo do responsável	Assinatura	Data
Nome do Pesquisador Responsável	Assinatura	Data
Orientadora do estudo	Assinatura	Data

Apêndice 2



TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM

Eu, _____, portador(a) de cédula de identidade nº _____, autorizo a minha gravação em vídeo da imagem e depoimentos, se assim quiser fazê-lo, bem como a veiculação de sua imagem e depoimentos em qualquer meio de comunicação para fins didáticos, de pesquisa e divulgação de conhecimento científico, elaboração de produtos e divulgação de projetos audiovisuais sem quaisquer ônus e restrições, dos dados coletados durante a avaliação e ou execução do Projeto: Influência do treinamento crônico de flexibilidade sobre as variáveis isocinéticas: um ensaio clínico randomizado. Fica ainda autorizada, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens e depoimentos do indivíduo supracitado (a), coletadas durante o Projeto, não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

(assinatura do responsável)

Data:

Cidade:

Telefone p/ contato:

Apêndice 3

Protocolo de avaliação de composição corporal por bioimpedância

Por ser um exame sensível à presença de água no corpo, a análise da bioimpedância deve seguir uma padronização do seu método, a fim de se minimizar os erros de mensuração. Para isso, devem-se respeitar os seguintes procedimentos:

- O participante deve permanecer em decúbito dorsal em repouso por pelo menos 10 minutos antes do exame;
 - O participante deve retirar objetos de metal presos ao corpo, como anéis e brincos;
 - O participante deve suspender o uso de medicamentos diuréticos no mínimo 24 horas antes da realização do teste;
 - O participante deve urinar pelo menos 30 min. antes;
 - O consumo de alimentos e bebidas deve ser evitado até 4 horas antes de se realizar o teste.
 - O exame deve ser feito com o participante em repouso e a prática de exercícios até 8 horas anteriores não é recomendada;
 - Medicamentos que cursem com retenção hídrica, se possível, devem ser retirados para a realização do exame.
 - Não estar febril;
 - O participante não deve ingerir álcool nas 48 horas que antecedem o exame, assim como evitar o consumo excessivo de chás, café e chimarrão na véspera;
 - No dia anterior ao exame, o participante deve evitar fazer exercícios físicos intensos.
-
- Postura correta para medição: Participante deve ficar em pé, com os joelhos e as costas retas e olhar para frente. Levantar os braços na horizontal com os cotovelos retos para formar um ângulo de 90° em relação ao seu corpo. Segurar a unidade de exibição a sua frente. O participante deve subir a unidade principal com os pés descalços. Certificar de que seus calcanhares estejam posicionados no eletrodo de calcanhar. Ficar com o peso uniformemente distribuído na plataforma de medição.

- Posturas que devem ser evitadas durante a medição: Movimento durante a medição, braços dobrados, braços muito para baixo ou para cima, visor voltado para cima, joelhos dobrados, em pé sobre a borda da balança.
- Como segurar os eletrodos de aderência: O participante deve posicionar ambos os dedos médios ao longo das ranhuras nos eletrodos de aderência. Deve segurar os eletrodos de aderência internos firmemente com o polegar e dedo indicador. Segurar os eletrodos de aderência externos com o dedo anular e mindinho. Orientação: Pressione as palmas firmemente nos eletrodos de aderência.

Orientar ao participante para que suba na plataforma e coloque os seus pés nos eletrodos com o peso distribuído igualmente. Não se mova antes da medição ter sido concluída. As medições devem ser feitas em uma superfície dura e nivelada. Quando a medição for concluída, o peso será exibido novamente, após isso o participante poderá descer da unidade.

REFERÊNCIAS:

Utilização da Bioimpedância para Avaliação da Massa Corpórea – Conselho Federal de Medicina,

ABRAN e SBNPE (2009) e Manual do Fabricante.