



**Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Educação Física - FEF
Curso de Bacharelado em Educação Física**

Discente: Guilherme Fontinele – 12/0158752

**EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO PRÉVIO SOBRE
A FORÇA MUSCULAR**

Brasília

2017

O presente trabalho não contou com apoio financeiro de nenhuma natureza para sua realização.

O autor declara não haver conflitos de interesse.

Trabalho de Conclusão de Curso
Autor: Guilherme Fontinele Pinto Pereira
Orientador: Ricardo Moreno Lima

SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
RESUMO	3
ABSTRACT	3
RESUMEN.....	4
INTRODUÇÃO	5
MÉTODOS.....	6
ALONGAMENTO ESTÁTICO: CARACTERÍSTICAS, CONCEITOS E APLICAÇÕES	7
EFEITOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO SOBRE A FORÇA MUSCULAR.....	7
EFEITOS DA DURAÇÃO DO ALONGAMENTO.....	9
MECANISMOS PROPOSTOS PARA A REDUÇÃO DE FORÇA MUSCULAR	13
CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS	15

Efeitos Agudos do Alongamento Estático Prévio Sobre a Força Muscular

RESUMO

Antes da realização de um treinamento de força é recomendado que seja feito um aquecimento com o intuito de preparar o corpo para o exercício. Ainda hoje no entanto, aquecimento e alongamento são confundidos por praticantes de musculação. O alongamento é comumente realizado antes de uma sessão de treino com as premissas de realçar a performance ou prevenir lesões, apesar deste não ser o consenso na literatura. Assim como também não há um consenso sobre seu uso prévio a exercícios que requeiram força.

O objetivo desse estudo foi revisar na literatura os efeitos agudos do alongamento estático prévio sobre a força muscular, sua relação de dose-resposta e a influência do grupo muscular e tipo de contração muscular avaliada.

Foram encontrados estudos que não observaram alterações na força muscular e estudos que identificaram déficit na mesma após um protocolo de alongamento estático, expondo que a literatura ainda converge ao tratar desse tema.

Foi observada uma relação de dose-resposta com os efeitos deletérios mostrando-se mais evidentes quanto maior o protocolo de alongamento para diferentes tipos de contração e grupos musculares avaliados. Conclui-se que sua execução antes de exercícios de força fica a gosto do praticante, desde que não ultrapasse os 90 segundos e o limiar de dor.

Palavras-chave: Alongamento Estático;

Força Muscular;

Treinamento Resistido;

Flexibilidade

Acute Effects of Previous Static Stretching Over Muscular Strength

ABSTRACT

It is recommended that a warm-up be executed before resistance training with the aim to prepare the body for the exercise. Until today however, stretching and warm-up are misunderstood by resistance training practitioners. Stretching is commonly performed before a workout session with the premises to enhance performance or prevent injuries, despite this not being the literature consensus. Just as there is no consensus either regarding its use before exercises that require strength.

The objective of this study was to revise in the literature the acute effects of static stretching before muscular strength, its dose-response relationship and the influence of the muscular group and type of contraction assessed.

It has been found studies that didn't observe alterations in muscular strength and studies that identified muscular strength deficits after a static stretching protocol, exposing that the literature still converges when treating this matter.

It was observed a dose-response relationship with deleterious effects becoming more evident the higher the stretching protocol for different types of contraction and muscle group evaluated. In conclusion, static stretching previous to strength exercises is at the practitioner's criterion, as long as it doesn't exceed 90 seconds and the pain threshold.

Keywords: Static Stretching;
Muscular Strength;
Resistance Training;
Flexibility

Efectos Agudos del Estiramiento Estático Previo Sobre la Fuerza Muscular

RESUMEN

Antes de realizar un entrenamiento de fuerza se recomienda que se haga un calentamiento con el fin de preparar el cuerpo para el ejercicio. Todavía hoy sin embargo, el calentamiento y el estiramiento son confundidos por los practicantes de la musculación. El estiramiento es comúnmente realizado antes de una sesión de entrenamiento con las premisas de realzar la performance o prevenir lesiones, aunque este no es el consenso en la literatura. Así como tampoco no hay un consenso sobre su uso previo a ejercicios que requieran fuerza.

El objetivo de este estudio fue revisar en la literatura los efectos agudos del estiramiento estático previo sobre la fuerza muscular, su relación de dosis-respuesta y la influencia del grupo muscular y tipo de contracción muscular evaluada.

Se encontraron estudios que no observaron alteraciones en la fuerza muscular y estudios que identificaron déficit en la misma después de un protocolo de estiramiento estático, exponiendo que la literatura aún converge al tratar ese tema.

Se observó una relación de dosis-respuesta con los efectos deletéreos más evidentes cuanto mayor el protocolo de estiramiento para diferentes tipos de contracción y grupos musculares evaluados. Se concluye que su ejecución antes de ejercicios de fuerza queda a gusto del practicante, siempre que no supere los 90 segundos y el umbral de dolor.

Palabras clave: Estiramiento Estático;

Fuerza Muscular;

Entrenamiento Resistido;

Flexibilidad

INTRODUÇÃO

É comum que previamente à prática de uma sessão de exercício físico de moderada e alta intensidade seja realizado um aquecimento com o intuito de preparar o corpo para o esforço que está por vir. O aquecimento visa aumentar a temperatura muscular, o fluxo sanguíneo periférico, a elasticidade do tecido muscular, bem como a lubrificação das articulações, reduzindo assim o potencial de lesão.⁽¹⁾ Entretanto, aquecimento e alongamento ainda são confundidos por praticantes de exercícios físicos; é comum observar em academias de ginástica praticantes de musculação alongando a musculatura com o objetivo de preparar o corpo para uma sessão de treinamento resistido.

O alongamento muscular tem sido frequentemente prescrito como forma de preparação neuromuscular, principalmente antes de exercícios que envolvem velocidade e força.⁽³⁾ É prática comum entre atletas, técnicos e praticantes recreacionais de exercícios físicos executar uma rotina de alongamento antes de uma sessão de treinamento de força.^(4,9) Muitas pessoas o fazem porque acreditam que é importante para reduzir a chance de se lesionar.^(2, 12) Entretanto, o consenso na literatura é de que o alongamento não reduz o risco de lesões musculotendíneas.^(5, 12) Sua prática pode ter pouco impacto sob lesões durante uma sessão de atividade física, mas isso não desconta os benefícios de uma boa flexibilidade na prevenção de lesões.⁽¹²⁾ No entanto, apesar de seu uso frequente, ainda não se tem na literatura um consenso sobre a duração e o tipo ideal de alongamento a ser feito previamente a um treinamento ou competição que possa não comprometer a força subsequente, aprimorar o desempenho e prevenir lesões.⁽³⁾

Ainda assim, exercícios de alongamento pré-treino são regularmente recomendados inclusive por livros-texto com o propósito de prevenir lesões, dor muscular ou até mesmo realçar a performance⁽⁴⁾. No entanto, essa recomendação ainda é debatida por outros estudos que afirmam que tal prática gera prejuízos como o decréscimo agudo da força ou do pico de torque^{(4,5,9-}

11, 17, 18, 22, 24). Força muscular pode ser definida como a capacidade de exercer tensão muscular contra uma resistência, envolvendo fatores mecânicos e fisiológicos que o determinam em algum movimento particular. ⁽⁶⁾ O pico de torque representa o ponto de maior torque na amplitude de movimento, ou seja, o valor correspondente à força muscular funcional máxima, permitindo ainda, comparar o equilíbrio da musculatura agonista e antagonista. ⁽⁷⁾

Os efeitos do alongamento prévio vêm sendo amplamente estudados na última década, entretanto, os resultados ainda são controversos. Existe uma gama de estudos que não encontraram efeitos prejudiciais associados com o alongamento prévio^(3, 15, 16, 18-24), no entanto, isso pode estar relacionado com uma série de fatores como um alongamento estático de curta duração (<90s no total), uma intensidade menor do que aquela do ponto de desconforto ou ainda o tipo de teste avaliado e a população a que este foi aplicado.⁽⁸⁾ Apesar de haver vários estudos que encontraram decréscimo agudo na força quando antecedido por alongamento, e que tal decréscimo parece ser mais proeminente quanto mais longo for o protocolo de alongamento, o número de exercícios e séries e a duração de cada série têm, em geral, excedido os valores normalmente recomendados pela literatura.⁽⁴⁾

Portanto, o objetivo desse estudo foi realizar uma revisão de literatura acerca dos efeitos agudos do alongamento estático prévio sobre a força muscular, sua relação de dose-resposta e a influência do grupo muscular e tipo de contração muscular avaliada.

MÉTODOS

Foram utilizados artigos originais publicados entre 2005 e 2015 nos idiomas português e em inglês em relevantes periódicos da área, classificações A1, A2 e B1 pela CAPES, encontrados pela base de dado SciELO, utilizando as palavras-chave: “static stretching and muscle strength” e “alongamento estático e força muscular”, resultando em 19 e 17 artigos respectivamente, daquela foram selecionados 11 pelo título e desta após desconsiderar os resultados repetidos foram selecionados 2 novos estudos. Após leitura exploratória 3 estudos foram excluídos por tratarem sobre efeitos crônicos e não agudos do alongamento ou carecerem de informações essenciais. A partir das referências bibliográficas dos artigos encontrados, foram incluídos mais 3 artigos que também podem ser encontrados pela base de dados PubMed com as mesmas palavras-chave em inglês. Desse modo incorporaram nesta revisão 13 artigos, sendo 46% de publicação em periódicos nacionais e 54% internacionais.

Para uma melhor apresentação ao leitor, a presente revisão foi dividida nos subcapítulos a seguir.

ALONGAMENTO ESTÁTICO: CARACTERÍSTICAS, CONCEITOS E APLICAÇÕES

Alongamento estático tem sido considerado o método mais seguro e comum de alongamento, uma vez que é implementado vagarosamente, a probabilidade de rompimento do tecido macio é baixa se executado propriamente. Pode ser executado com assistência ativa, por meio de uma contração do músculo oposto (antagonista) para produzir um relaxamento reflexo (inibição recíproca) no músculo sendo alongado, ou passiva, por meio de uma força diferente do músculo oposto, como a ajuda de outra pessoa ou parte do corpo, ou ainda da gravidade. ⁽¹²⁾

EFEITOS DO ALONGAMENTO ESTÁTICO SOBRE A FORÇA MUSCULAR

O American College of Sports Medicine (ACSM) traz a flexibilidade e a força muscular como dois dos seis componentes da aptidão física. ⁽¹³⁾ Esta também possui portanto importante influência na saúde e não deve ser menosprezada. No entanto a sua incorporação à um programa de treinamento deve ser avaliada dependendo do tipo e objetivo desse treinamento.

Há abundância de artigos na literatura no que diz respeito à influência aguda do alongamento sobre a força muscular. A pergunta de que se deve ou não alongar antes do treinamento já é antiga, assim como o conflito na literatura sobre o tema. Ainda hoje os resultados são controversos.

O próprio ACSM reconhece a possibilidade de efeitos deletérios na força e potência quando seguidos pelo alongamento e ainda sugere que para a maioria das pessoas um exercício de resistência cardiorrespiratória como forma de aquecimento é superior a exercícios de flexibilidade para realçar a performance cardiorrespiratória ou no treinamento resistido. ⁽¹³⁾ Antes disso, o European College of Sport Science (ECSS) já afirmava categoricamente que há evidência opressora que suporta que uma rotina de alongamento diminuirá o esforço muscular máximo, incluindo a performance de salto. ⁽¹⁴⁾

TABELA 1: Estudos que investigaram os efeitos agudos do alongamento estático sobre força muscular

Referência	Amostra	Exercício	Tempo	Assistência	Intensidade	Contração	Resultados
Marek et al. ⁽⁹⁾	10 mulheres e 9 homens recreacionalmente ativos	Extensão de joelho * ¹	480s (8min) * ²	Ativa e Passiva* ³	Ponto de desconforto sem dor	Isocinética 60 e 300°·s ⁻¹ (concêntrica)	PT: -2,8%
Bacurau et al. ⁽¹⁰⁾	14 mulheres ativas	Leg Press 45°	540s (9min) * ⁴	Não mencionada	Não mencionada	Dinâmica (1RM)	FM: -13,4%
Serra et al. ⁽¹¹⁾	20 homens saudáveis	Supino Reto; Lat Pulldown; Rosca Bíceps; Leg Press 45°	90s (1,5 min)/ 180s (3min)* ⁵	Passiva	Não mencionada	Dinâmica (1RM)	Houve redução de força, porém os valores não foram relatados pelos autores

Referência	Amostra	Exercício	Tempo	Assistência	Intensidade	Contração	Resultados
Ayala et al. ⁽¹⁵⁾	25 homens e 24 mulheres ativos adultos	Extensão e Flexão de Joelho	300s (5min) * ⁶	Ativa	Limite de leve desconforto, sem dor	Isocinética 60, 180 e 240°·s ⁻¹ (concêntrica e excêntrica)	Sem Diferenças Significativas
Bastos et al. ⁽¹⁶⁾	30 homens experientes em exercícios de força	Supino Reto; Cadeira Extensora	30s * ⁷	Ativa	Ligeiro desconforto/limiar de dor	Dinâmica (1RM)	Sem Diferenças Significativas
Sá et al. ⁽¹⁷⁾	9 homens fisicamente ativos des-treinados em força	Leg Press 45°; Cadeira Extensora; Mesa Flexora; Flexão Plantar	360s (6min) * ⁸	Passiva	Posição de leve desconforto	Dinâmica (Múltiplas Séries, Repetições Máximas) * ⁹	RF: -17,1–18,82% * ¹⁰
Paulo et al. ⁽¹⁸⁾	13 homens fisicamente ativos	Agachamento; Supino Reto	540s (9min) * ¹¹	Não mencionada	Desconforto muscular na maior amplitude possível	Dinâmica (1RM e Repetições Máximas - 70% 1RM)	Agachamento: FM: -7% / RF: SDS; Supino: FM: -8,1% / RF: -18,2%
Albuquerque et al. ⁽¹⁹⁾	16 mulheres	Extensão de joelho	120s (2min) * ¹²	Passiva	Limite de tensão máxima suportada sem dor	Isocinética 30°·s ⁻¹ (concêntrica e excêntrica)	Sem Diferenças Significativas
Silveira et al. ⁽²⁰⁾	20 homens experientes	Supino Reto (com halteres)	10s, 20s, 30s, 40s * ¹³	Passiva	Grau máximo de desconforto (com 10% de 1RM)* ¹⁴	Dinâmica (Repetições Máximas)	Sem Diferenças Significativas
Gurjão et al. ⁽²¹⁾	10 mulheres idosas fisicamente ativas	Extensão de joelho e quadril	90s (1,5 min) * ¹⁵	Passiva	Limiar de dor (início da sensação de dor)	Isométrica	Sem Diferenças Significativas
Grego Neto e Manffra ⁽²²⁾	36 homens adultos	Flexão de joelho	180s (3min) - E ₁ , 360s (6min) - E ₂ * ¹⁶	Ativa	Desconforto máximo tolerável sem provocar dor	Isocinético 60°·s ⁻¹ (concêntrica)	E ₁ : PT: SDS / TM: SDS / TT: SDS; E ₂ : PT: -5,27% / TM: -4,8% / TT: SDS
Peixoto et al. ⁽²³⁾	11 homens fisicamente ativos	Supino Reto * ¹⁷	60s (1min) * ¹⁸	Passiva	Posição de maior desconforto suportado	Dinâmica (10 RM)	Sem Diferenças Significativas
Endlich et al. ⁽²⁴⁾	14 homens experientes em treinamento resistido	Supino Reto; Leg Press 45°	270s (4,5 min) – AL-8, 480s (8min) – AL-16 * ¹⁹	Ativa	Sensação de desconforto muscular	Dinâmica (10 RM)	FMD: Supino: AL-8: SDS / AL-16: -9,2%; Leg Press 45°: AL-8: -4,2% / AL-16: -14,3%

PT: Pico de Torque / TM: Trabalho Máximo / TT: Trabalho Total / FMD: Força Muscular Dinâmica / FM: Força Máxima / RF: Resistência de Força / SDS: Sem Diferenças Significativas

- *¹Apenas os músculos: vasto lateral e reto femoral foram avaliados;
- *²Foram alongados os músculos da perna dominante que realizam extensão de joelho;
- *³O primeiro exercício foi realizado com assistência ativa e os demais três foram realizados com assistência passiva do avaliador;
- *⁴Foram alongados o quadríceps e os isquiotibiais;
- *⁵Os alongamentos para peitoral, latíssimo do dorso e bíceps duraram 90s, o alongamento para membros inferiores por constar de 2 exercícios durou o dobro de tempo, 180s;
- *⁶Alongamento dos músculos: glúteos, psoas, adutores do quadril, isquiotibiais e quadríceps femoral;
- *⁷Foram alongados de forma unilateral a cintura escapular e os extensores de joelho;
- *⁸Alongamento dos músculos: flexores e extensores do joelho, adutores do quadril e flexores plantares;
- *⁹Foram realizadas 3 séries com a carga ajustada para 12RM;
- *¹⁰Os autores não foram claros no texto ao reportarem dois valores diferentes para o déficit de força: 17,10 e 18,82%;
- *¹¹Foram alongados os músculos extensores de joelho e quadril, posteriores da coxa e adutores do quadril, além dos adutores de ombro e extensores de cotovelo;
- *¹²Foi realizado alongamento da musculatura extensora de joelho;
- *¹³Os voluntários foram randomizados em quatro grupos de acordo com os mencionados tempos de alongamento. O protocolo constou da adução do ombro utilizado dois ângulos correspondendo a 10% de 1RM do exercício de adução abdução do ombro;
- *¹⁴Foram utilizados dois ângulos correspondendo a 10% de 1RM do exercício resistido de adução abdução do ombro em decúbito ventral com cotovelo semiflexionado calculado segundo protocolo;
- *¹⁵Foi realizado alongamento do quadríceps femoral;
- *¹⁶Foi realizado alongamento nos isquiotibiais;
- *¹⁷Os participantes foram avaliados no supino reto em duas amplitudes distintas de forma randomizada, uma limitada a 90° e a outra com amplitude de movimento total;
- *¹⁸O alongamento foi realizado de forma aleatória para os músculos peitoral maior e tríceps braquial;
- *¹⁹Foram enfatizados no alongamento a musculatura dos: peitorais, deltoides e tríceps, e musculatura anterior e posterior da coxa.

EFEITOS DA DURAÇÃO DO ALONGAMENTO

Em alguns dos artigos selecionados para fazer parte desse estudo, cujo foco é o alongamento estático, os autores também utilizaram outras técnicas de alongamento como o dinâmico, balístico ou facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), entretanto para fins de resultado foram utilizados os dados apenas dos grupos submetidos à intervenção de alongamento estático em comparação com o grupo controle quando houve ou com o próprio grupo quando foi o caso, a única exceção é o estudo de Marek et al. ⁽⁹⁾ que apresentou como resultado a união dos protocolos de alongamento estático e FNP.

Apenas o tempo de alongamento em que houve estímulo de fato foi considerado, os tempos de descanso entre séries não foram contabilizados. Os estudos utilizaram estímulos que variaram desde 10 a 540 segundos e o decréscimo de força pôde começar a ser observado a partir dos 90 segundos, aqui os resultados já começam a apresentar controvérsias, outros estudos com 90, 120 e 180 segundos não apresentaram variações estaticamente significativas. ^(19, 21, 22) Nesse mesmo estudo que encontrou decréscimo de força com 90 segundos também foi

encontrado decréscimo para outro grupo muscular com protocolo de 180 segundos, daí em diante todos os estudos com a partir de 270 segundos de estímulo apresentaram decréscimo de força, com exceção de um estudo que mesmo com 300 segundos não apresentou alterações significativas ⁽¹⁵⁾. Entretanto deve-se notar que esse estudo apresentou uma rotina de alongamento para 5 grupos musculares (os principais utilizados na corrida, como se referem os autores) para mensurar a força apenas dos extensores e dos flexores do joelho. Um estudo que analisou ambos os exercícios supino reto e leg press 45° com estímulos de 270s nos músculos envolvidos nesses exercícios não encontrou diferenças significativas para o supino, porém houve déficit de 4,2% na força muscular dinâmica quando no leg press 45°. ⁽²⁴⁾ Ainda houve outro estudo que realizou teste de 1RM e teste de repetições máximas com 70% de 1RM nos exercícios supino reto e agachamento com protocolo de 540s, o déficit na força máxima foi de 8,1 e 7% respectivamente, já para repetições máximas o déficit foi de 18,2% para o supino mas permaneceu inalterado para o agachamento. ⁽¹⁸⁾ Vale ressaltar que os achados de Marek et al. ⁽⁹⁾ que encontraram déficits na força com 480 segundos de alongamento possuem nível de significância de pequeno a moderado e devem ser melhor interpretados baseados em sua aplicação. Como exemplo os autores trazem a decisão de alongar atletas de elite antes de competições, onde a diferença entre primeiro e segundo colocado é muito pequena. Já para uma reabilitação onde o foco é aumentar a amplitude de movimento articular (ADM) as alterações na força podem já não ser clinicamente relevantes.

Com a exceção do estudo já citado com protocolos de 90 e 180 segundos ⁽¹¹⁾ não foram observados prejuízos estaticamente significativos em nenhum dos demais estudos em que o estímulo durou até 180 segundos.

Parece existir uma relação dose-resposta entre o tempo total de estímulo do alongamento estático e o déficit na força muscular ⁽⁹⁾, porém ainda não podemos afirmar a partir de quanto tempo o alongamento começa a ser prejudicial para o exercício de força subsequente já que na presente revisão há uma lacuna de tempo entre 180 e 270 segundos, além de haverem sido encontrados grupos com 90 e 180 segundos de alongamento que encontraram prejuízos ao passo que outros grupos com os mesmos tempos de alongamento não encontraram. Além do mais, a musculatura a ser utilizada e a intensidade do alongamento também são outros fatores que podem interferir nesse fenômeno.

Deve-se levar em consideração ainda que os estudos que apresentaram efeitos deletérios na força muscular apresentaram protocolos de alongamento de longa duração, que por sua

vez podem não representar o cotidiano de um praticante de treinamento resistido. Tal contestação é inclusive reiteradamente debatida na discussão de artigos, geralmente naqueles em que não foram encontrados prejuízos de força. (4, 21, 24)

TABELA 2: Duração dos Protocolos de Alongamento em Ordem Crescente

Estudo	Tempo	Resultados
Silveira et al. (20)	10s	Sem Diferenças Significativas
Silveira et al. (20)	20s	Sem Diferenças Significativas
Silveira et al. (20)	30s	Sem Diferenças Significativas
Bastos et al. (16)	30s	Sem Diferenças Significativas
Silveira et al. (20)	40s	Sem Diferenças Significativas
Peixoto et al. (23)	60s (1min)	Sem Diferenças Significativas
Gurjão et al. (21)	90s (1,5 min)	Sem Diferenças Significativas
Serra et al. (11)	90s (1,5 min)	Houve redução de força, porém os valores não foram relatados pelos autores
Albuquerque et al. (19)	120s (2min)	Sem Diferenças Significativas
Grego Neto e Manffra (22)	180s (3min)	Sem Diferenças Significativas
Serra et al. (11)	180s (3min)	Houve redução de força, porém os valores não foram relatados pelos autores
Estudo	Tempo	Resultados
Endlich et al. (24)	270s (4,5 min)	FMD: Sem Diferenças Significativas (supino), -4,2% (leg pres 45°)
Ayala et al. (15)	300s (5min)	Sem Diferenças Significativas
Sá et al. (17)	360s (6min)	RF: -17,10 – 18,82%
Grego Neto e Manffra (22)	360s (6min)	PT: -5,27%, TM: -4,8%, TT: Sem Diferenças Significativas
Endlich et al. (24)	480s (8min)	FMD: -9,2% (supino), -14,3% (leg pres 45°)
Marek et al. (9)	480s (8min)	Pico de Torque: -2,8%
Bacurau et al. (10)	540s (9min)	FM: -13,4%
Paulo et al. (18)	540s (9min)	FM: -7% (agachamento), -8,1% (supino) RF: -18,2% (supino), inalterado (agachamento)

PT: Pico de Torque / TM: Trabalho Máximo / TT: Trabalho Total / FMD: Força Muscular Dinâmica / FM: Força Máxima / RF: Resistência de Força

INFLUÊNCIA DO GRUPO MUSCULAR AVALIADO E DO TIPO DE CONTRAÇÃO

Os artigos selecionados utilizaram-se contrações dinâmicas com testes de 1RM e de repetições máximas, isocinéticas em diferentes velocidades e ainda houve um estudo com contração isométrica. (21) Os músculos dos membros inferiores são os preferidos para realizar esse tipo de estudo. Seis estudos usaram membros superiores, em todos o exercício supino reto esteve presente, um estudo ainda utilizou-se do lat pull-down e da rosca bíceps para comporem sua pesquisa. (11) Há uma visível preferência por avaliar os grandes grupos musculares criando assim na literatura uma carência de estudos que avaliam músculos secundários.

Não é possível afirmar que o tipo de contração muscular possui influência no possível déficit de força causado pelo alongamento prévio. Houve estudos com contração isocinética com (22) e sem prejuízo (15, 19, 22), o mesmo vale para a dinâmica, apenas um estudo avaliou a força isométrica e não encontrou modificações significativas no comportamento da força de mulheres idosas. (21) Alguns autores sugeriram que os efeitos agudos do alongamento no pico de torque isocinético estariam relacionados à velocidade, mas os achados de Marek et al. não

suportam essa hipótese por terem encontrado prejuízos tanto para velocidade lenta $60^\circ \cdot s^{-1}$ quanto para rápida $300^\circ \cdot s^{-1}$.⁽⁹⁾ Já Ayala et al.⁽¹⁵⁾ testaram os efeitos agudos do alongamento para três velocidades distintas, 60, 180 e $240^\circ \cdot s^{-1}$ e não encontraram alterações significativas no pico de torque.

Justamente para avaliar a influência do grupo muscular avaliado com o possível déficit de força, um estudo teve como objetivo identificar se o alongamento estático passivo promoveria redução da força muscular máxima em diferentes segmentos do corpo em sujeitos treinados e destreinados em treinamento resistido.⁽¹¹⁾ Para isso avaliaram a força de 1RM em 4 diferentes partes do corpo, os exercícios utilizados foram: supino reto, lat pull-down, rosca bíceps e leg press 45° . O tempo de alongamento foi de 90 segundos para o principal músculo de cada um dos três primeiros exercícios e 180 segundos para o último exercício, que alongou dois principais músculos envolvidos no leg press 45° . A força muscular máxima alcançada pelos quatro exercícios distintos foi significativamente reduzida quando o protocolo de alongamento foi implementado antes dos testes de 1RM tanto nos sujeitos treinados como nos destreinados, os valores no entanto, não foram relatados pelos autores. A magnitude dos efeitos deletérios do alongamento foi similar em ambos os grupos, apenas o exercício rosca bíceps encontrou uma diferença significativa inter grupos, com o grupo destreinado apresentando uma maior redução. Esse estudo foi o único que contemplou um músculo de menor porte em suas avaliações. Seus achados sugerem que a redução de força estende-se para diferentes segmentos musculares e inclusive em sujeitos treinados.

Como podemos observar com base nas conclusões do estudo supracitado, além dos próprios estudos selecionados para essa revisão, a redução de força causada pelo alongamento estático podem aparecer independentemente do segmento muscular, seja para membros superiores ou inferiores.

TABELA 3: Músculos e Tipos de Contração Avaliados

Estudo	Exercício	Contração	Resultados
Albuquerque et al. ⁽¹⁹⁾	Extensão de joelho	Isocinética $30^\circ \cdot s^{-1}$ (concêntrica e excêntrica)	Sem Diferenças Significativas
Grego Neto e Manffra ⁽²²⁾	Flexão de joelho	Isocinética $60^\circ \cdot s^{-1}$ (Concêntrica)	Sem Diferenças Significativas (180s); PT: -5,27%, TM: -4,8%, TT: Sem Diferenças Significativas (360s)
Ayala et al. ⁽¹⁵⁾	Extensão e Flexão de Joelho	Isocinética 60, 180 e $240^\circ \cdot s^{-1}$ (concêntrica e excêntrica)	Sem Diferenças Significativas

Estudo	Exercício	Contração	Resultados
Marek et al. ⁽⁹⁾	Extensão de joelho	Isocinética 60 e 300°·s ⁻¹ (concêntrica)	PT: -2,8%
Bacurau et al. ⁽¹⁰⁾	Leg Press 45°	Dinâmica (1RM)	FM: -13,4%
Serra et al. ⁽¹¹⁾	Supino Reto	Dinâmica (1RM)	Houve redução de força, porém os valores não foram relatados pelos autores
Serra et al. ⁽¹¹⁾	Lat Pulldown	Dinâmica (1RM)	Houve redução de força, porém os valores não foram relatados pelos autores
Serra et al. ⁽¹¹⁾	Rosca Bíceps	Dinâmica (1RM)	Houve redução de força, porém os valores não foram relatados pelos autores
Serra et al. ⁽¹¹⁾	Leg Press 45°	Dinâmica (1RM)	Houve redução de força, porém os valores não foram relatados pelos autores
Bastos et al. ⁽¹⁶⁾	Supino Reto	Dinâmica (1RM)	Sem Diferenças Significativas
Bastos et al. ⁽¹⁶⁾	Cadeira Extensora	Dinâmica (1RM)	Sem Diferenças Significativas
Paulo et al. ⁽¹⁸⁾	Agachamento	Dinâmica (1RM e Repetições Máximas - 70% 1RM)	FM: -7% RF: inalterado
Paulo et al. ⁽¹⁸⁾	Supino Reto	Dinâmica (1RM e Repetições Máximas - 70% 1RM)	FM: -8,1% RF: -18,2%
Sá et al. ⁽¹⁷⁾	Leg Press 45°; Cadeira Extensora; Mesa Flexora; Flexão Plantar ^{#1}	Dinâmica (Múltiplas Séries, Repetições Máximas)	RF: -17,10 – 18,82%
Silveira et al. ⁽²⁰⁾	Supino Reto (com halteres)	Dinâmica (Repetições Máximas)	Sem Diferenças Significativas
Peixoto et al. ⁽²³⁾	Supino Reto	Dinâmica (10 RM)	Sem Diferenças Significativas
Endlich et al. ⁽²⁴⁾	Supino Reto	Dinâmica (10 RM)	FMD: Sem Diferenças Significativas (270s), -9,2% (480s)
Endlich et al. ⁽²⁴⁾	Leg Press 45°	Dinâmica (10 RM)	FMD: -4,2% (270s), -14,3% (480s)
Gurjão et al. ⁽²¹⁾	Extensão de joelho e quadril	Isométrica	Sem Diferenças Significativas

PT: Pico de Torque / TM: Trabalho Máximo / TT: Trabalho Total / FMD: Força Muscular Dinâmica / FM: Força Máxima / RF: Resistência de Força

^{#1} Os autores não foram claros se os efeitos deletérios do alongamento também se aplicaram para o exercício de flexão plantar

MECANISMOS PROPOSTOS PARA A REDUÇÃO DE FORÇA MUSCULAR

Duas hipóteses são frequentemente descritas na literatura para explicar o déficit agudo induzido pelo alongamento na capacidade de produzir força muscular: fatores mecânicos, como alterações nas propriedades viscoelásticas na unidade musculotendinosa (UMT), e fatores neurais como redução ou alteração do padrão de recrutamento de unidades motoras. ^(9, 11, 18, 22, 24)

O músculo produz força com base nas propriedades comprimento-tensão e força-velocidade causando deformações no tendão. ⁽¹⁷⁾ O prejuízo de força pode estar relacionado com alterações nessas propriedades devido ao aumento do relaxamento do estresse viscoelástico que ocorre quando o músculo é mantido alongado em uma posição fixa. ⁽¹⁰⁾

A função do tendão é transmitir força do músculo ao osso, desta forma, tendões mais rígidos são mais eficazes para tal função.⁽²⁹⁾ Um sistema músculo-tendão mais maleável seria menos eficiente em transmitir a força produzida pela musculatura esquelética para o sistema ósteo-articular.⁽³⁰⁾

O alongamento poderia alterar a relação de comprimento-tensão das fibras musculares, devido a um decréscimo na rigidez musculotendinosa^(22, 25, 26), e/ou a deformação plástica dos tecidos conectivos⁽²⁷⁾ ao ponto de que a capacidade de produção de força máxima da UMT seria limitada.⁽²⁸⁾ Tal deformação poderia ser descrita pela mudança do caráter ondulatório das fibras para retilíneo.⁽¹⁷⁾

Quanto aos fatores neurais, eles podem se dar por diminuição da ativação da unidade motora, da taxa (frequência) de disparo e/ou alteração de respostas reflexas.⁽⁹⁾ O reflexo dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG), ao inibir a ativação agonista causando o reflexo de inibição autogênica também pode estar relacionado com a queda do desempenho, reduzindo a tensão no músculo.^(17, 22) Porém de acordo com Fowles et al.⁽²⁸⁾ esse efeito dura somente enquanto o músculo é alongado. Já Kokkonen et al.⁽³¹⁾ defendem que a influência do reflexo de inibição autogênica é limitada pela duração do protocolo de alongamento, hipótese essa que Grego Neto e Manffra⁽²²⁾ apoiam para explicar o porquê do protocolo de 180 segundos não ter encontrado variações significativas enquanto o protocolo de 360 segundos pôde observar efeitos deletérios na força muscular.

A alteração no padrão de recrutamento de unidades motoras é uma possível explicação para os resultados do estudo de Paulo et al.⁽¹⁸⁾ Em um teste de resistência de força o recrutamento se dá de forma assíncrona, enquanto algumas fibras executam o exercício, outras descansam. Isso ocorre para atrasar a ocorrência da fadiga muscular. O protocolo de alongamento pode no entanto ter alterado o padrão de recrutamento e acelerado a fadiga nos músculos necessários para execução do supino mas não para o agachamento, uma vez que os músculos superiores possuem menos unidades motoras que os inferiores.

O decréscimo no pico de torque (PT) e na amplitude do sinal eletromiográfico observados no estudo de Marek et al.⁽⁹⁾ suportam as hipóteses de que o alongamento pode alterar a relação comprimento-tensão e reduzir a ativação muscular. No entanto os próprios autores e Paulo et al.⁽¹⁸⁾ reconhecem a existência de outros estudos que encontraram decréscimos no PT sem mudanças na superfície eletromiográfica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na presente revisão de literatura, foi constatado que há evidências que demonstram que o alongamento estático pode acarretar em redução da força muscular quando realizado previamente a exercícios que a requeiram. Entretanto, os estudos que observam essa redução implementaram um período relativamente longo de alongamento, com protocolos de alongamento com duração de 90 segundos ou mais. Dessa forma, os achados apoiam a ideia de uma relação dose-resposta, com a redução de força mostrando-se mais evidente quanto maior o protocolo de alongamento. Em relação ao grupo muscular avaliado, a redução mostrou-se presentes tanto em músculos de membros superiores quanto inferiores, sugerindo que tais efeitos podem se estender para diferentes segmentos corporais. Eles também foram observados em diferentes tipos de contração e em diferentes velocidades, insinuando que também podem ocorrer independentemente do tipo de contração realizada.

Os resultados encontrados no presente estudo podem ter algumas aplicações práticas. A redução de força proveniente do alongamento deve ser interpretada de acordo com o objetivo de treinamento de um indivíduo. Para a população geral que exercita-se para obter as benesses do exercício na qualidade de vida e saúde, esses efeitos parecem não apresentar implicação prática. Por outro lado, para indivíduos que buscam alcançar um nível ótimo de força durante seus treinamentos, esses resultados podem ser mais significantes, em vista disso devem ter cautela quanto à prática do alongamento prévio. Portanto a execução ou não de uma rotina de alongamento prévio a um treinamento de força com até 90 segundos que não cause dor fica a critério do praticante.

Finalmente, a flexibilidade é uma aptidão física treinável, e os exercícios de alongamentos apresentam efeitos positivos relacionados à saúde. Sendo assim, é importante ressaltar que as evidências aqui apresentadas são limitadas aos efeitos agudos do alongamento quando implementado imediatamente antes de exercícios de força muscular, e portanto não se relacionam a prática de alongamentos realizada em outro momento.

REFERÊNCIAS

1. Di Alencar TM, Matias KF. Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva. *Rev Bras Med Esporte* 2010 Jun; 16(3): 230-234.
2. Smith CA. The warm-up procedure: To stretch or not to stretch. A brief review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994 Jan; 19(1): 12-17.

3. Souza RH, Greco CC, Denadai BS. A taxa de desenvolvimento de força durante contrações isocinéticas dos extensores do joelho não é afetada pelo alongamento estático em indivíduos ativos. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte*. 2015 Dec; 37(4): 400-406.
4. Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*, 2007 Mar; 37(3): 213–224.
5. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: The role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian J Med and Science in Sports*, 2010 Apr; 20(2): 169-181.
6. Molinari B. Avaliação médica e física para atletas e praticantes de atividades físicas. São Paulo: Roca; 2000. (Molinari B, Sabará R. Testes de exercícios submáximos. In: Avaliação médica e física para atletas e praticantes de atividades físicas. São Paulo (SP): ROCA; 2000. p. 176-92).
7. Batista JS, Martins AD, Wibelinger LM. Avaliação da força muscular (torque muscular) de flexores e extensores de joelho de indivíduos jovens. *Lecturas: Educación Física Y Deportes, Rev Digital*. 2012 May.
8. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*. 2011 Nov; 111(11): 2633-2651.
9. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, Kristi AF, Culbertson JY. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train*. 2005 Jun; 40(2): 94-103.
10. Bacurau RF, Monteiro GA, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res*. 2009 Jan; 23(1): 304-308.
11. Serra AJ, Silva JA, Marcolongo AA, Manchini MT, Oliveira JV, Santos LF, Rica RL, Bocalini DS. Experience in resistance training does not prevent reduction in muscle strength evoked by passive static stretching. *J Strength Cond Res*. 2013 Aug; 27(8): 2304-2308.
12. Corbin C, Corbin W, Welk G, Welk K. Concepts of fitness and wellness: A comprehensive lifestyle approach. 10th edition. McGraw-Hill; 2013.
13. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-Min, Nieman DC, Swain DP. American College of Sports Medicine Position Statement: 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 Jul; 43(7): 1334-1359.
14. Magnusson P, Renström P. The European College of Sports Sciences Position statement: the role of stretching exercises in sports. *Eur J Sport Sci.* 2006; 6(2): 87–91.
 15. Ayala F, De Ste Croix M, De Baranda PS, Santonja F. Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power. *Rev Andal Med Deporte.* 2015 Sep; 8(3): 93-102.
 16. Bastos CL, Rosário AC, Portal MN, Gabriel Neto R, Silva AJ, Novaes JS. Influência aguda do alongamento estático no comportamento da força muscular máxima. *Motri.* 2014 Jun; 10(2): 90-99.
 17. Sá MA, Gomes TM, Bentes CM, Costa e Silva G, Rodrigues Neto G, Novaes JS. Efeito agudo do alongamento estático e facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre o desempenho do número de repetições máximas em uma sessão de treino de força. *Motri.* 2013 Dec; 9(4): 73-81.
 18. Paulo AC, Ugrinowitsch C, Leite GS, Arsa G, Marchetti PH, Tricoli V. Efeito agudo dos exercícios de flexibilidade no desempenho de força máxima e resistência de força de membros inferiores e superiores. *Motriz: Rev Educ Fis.* 2012 Jun; 18(2): 345-355.
 19. Albuquerque CV, Maschio JP, Gruber CR, Souza RM, Hernandez S. Efeito agudo de diferentes formas de aquecimento sobre a força muscular. *Fisioter. mov. (Impr.)* 2011 Jun; 24(2): 221-229.
 20. Silveira RN, Farias JM, Alvarez BR, Bif R, Vieira J. Efeito agudo do alongamento estático em músculo agonista nos níveis de ativação e no desempenho da força de homens treinados. *Rev Bras Med Esporte.* 2011 Feb; 17(1): 26-30.
 21. Gurjão AL, Carneiro NH, Gonçalves R, Moura RF, Gobbi S. Efeito agudo do alongamento estático na força muscular de mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2010 Jun; 12(3): 195-201.
 22. Grego Neto A, Manffra EF. Influência do volume de alongamento estático dos músculos isquiotibiais nas variáveis isocinéticas. *Rev Bras Med Esporte.* 2009 Apr; 15(2): 104-109.
 23. César EP, Paula CA, Paulino D, Teixeira LM, Gomes PS. Efeito agudo do alongamento estático sobre a força muscular dinâmica no exercício supino reto realizado em dois diferentes ângulos articulares. *Motri.* 2015 Sep; 11(3): 20-28.

24. Endlich PW, Farina GR, Dambroz C, Gonçalves WL, Moysés MR, Mill JG et al. Efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens. *Rev Bras Med Esporte*. 2009 Jun; 15(3): 200-203.
25. Nelson AG, Guillory IK, Cornwell A, Kokkonen J. Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. *J Strength Cond Res*. 2001; 15(2): 241–246.
26. Nelson AG, Allen JD, Cornwell A, Kokkonen J. Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Res Q Exerc Sport*. 2001; 72(1): 68–70.
27. Achour Júnior A. Alongamento e aquecimento: aplicabilidade na performance atlética. *Rev Assoc Prof Educ Fís Londrina* 1995; 10(18): 50-69.
28. Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*. 2000; 89(3): 1179–1188.
29. Kubo K, Yata H, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of isometric squat training on the tendon stiffness and jump performance. *Eur J Appl Physiol*. 2006 Feb; 96(3): 305-314.
30. Tricoli V, Paulo AC. Efeito agudo dos exercícios de alongamento sobre o desempenho da força máxima. *Ver Bras Ativ Fís Saúde*. 2002 7(1): 06-13.
31. Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport*. 1998 Mar; 69(4): 411-5.