

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

CURSO DE FISIOTERAPIA

**Cassiele Janina Felappi**

**EFEITOS DE 10 MINUTOS DE ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO DE  
FLEXORES PLANTARES NA FLEXIBILIDADE E ARQUITETURA MUSCULAR DE  
ADULTOS JOVENS**

Porto Alegre

2017

**Cassiele Janina Felappi**

**EFEITOS DE 10 MINUTOS DE ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO DE  
FLEXORES PLANTARES NA FLEXIBILIDADE E ARQUITETURA MUSCULAR DE  
ADULTOS JOVENS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
à banca examinadora, como exigência para  
conclusão do curso de Fisioterapia na  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Silveira Lima

Porto Alegre

2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades que tive, por iluminar meu caminho e me presentear com pessoas especiais que foram essenciais para esta conquista.

... aos meus pais, por me guiarem até aqui e me darem força para encarar os desafios.

... à minha irmã, que mesmo mais longe, sempre me incentivou a seguir em frente.

... às minhas amigas de longa data (Stéphanie, Fernanda, Mariana e Sabrina) pela amizade sólida e por estarem sempre por perto, mesmo com rotinas diferentes.

... aos amigos que a faculdade me presenteou (Thaline, Caroline, Eloisa, Aline e Matheus) por terem feito a diferença nos meus dias durante esses anos, tornando tudo mais fácil e alegre.

... ao meu grupo de estágio (Débora, Eduardo, Francielle, Gabriel, Mateus, Rafael e Thainá) por terem dividido comigo as angústias e incertezas desse último ano de faculdade, mas principalmente pelas risadas que tornaram essa fase mais leve.

... à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Silveira Lima, por todos ensinamentos transmitidos desde o início da graduação e pelo apoio e incentivo nesta reta final.

... aos parceiros de coleta Mariana, Anelize, Francesca e Emmanuel, pela disponibilidade para ajudar e compreensão com o prazo do TCC.

... aos mestres da UFRGS e preceptores de estágio HCPA/ESEFID, que compartilharam seu conhecimento e que levarei sempre comigo.

... aos participantes deste estudo, que compartilharam seu tempo, tornando este trabalho possível.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos que passaram pelo meu caminho durante esses anos, colegas, pacientes, profissionais, que, de certa forma, contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

## RESUMO

A flexibilidade pode ser considerada a amplitude de movimento (ADM) de uma articulação, estando bem documentados na literatura os benefícios do alongamento para ganhos de ADM, sendo a técnica mais utilizada o alongamento estático passivo. Alongamentos com tempos maiores de duração vêm sendo estudados, porém existem poucas informações sobre os seus efeitos na estrutura muscular. O objetivo deste estudo, portanto, foi analisar os efeitos de 10 minutos de alongamento estático passivo na estrutura muscular (comprimento do fascículo, espessura e ângulo de penação) e na flexibilidade de gastrocnêmio em adultos jovens. Para isso, foram recrutados 24 sujeitos com idades entre 18 e 40 anos, divididos em dois grupos: GE (n=12), que recebeu alongamento estático passivo de gastrocnêmio durante 10 minutos e GC (n=12) que permaneceu em repouso durante os 10 minutos. As coletas foram realizadas em um único dia, e foram compostas pelas seguintes etapas: (1) coleta das imagens de ultrassom para análise da arquitetura muscular; (2) avaliação da ADM passiva de dorsiflexão; (3) alongamento estático passivo de flexores plantares de tornozelo ou repouso com duração de 10 minutos, conforme o grupo do sujeito; (4) coleta das imagens de ultrassom e da ADM passiva de dorsiflexão imediatamente após a intervenção e após 60 minutos. Para análise estatística dos resultados foram utilizados os testes de normalidade e homogeneidade Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, e para dados paramétricos, na comparação intragrupos e intergrupos foi utilizado o ANOVA two way. Os testes foram realizados no *software Statistical Package for Social Science for Windows* (SPSS) versão 18.0 e o nível de significância adotado foi de 0,05. Em relação às variáveis comprimento do fascículo, ângulo de penação e espessura muscular, representativas da arquitetura muscular, não foram encontradas diferenças significativas entre os momentos e nem entre os grupos. Houve um aumento significativo da ADM quando comparados os momentos pré e pós imediato da intervenção ( $p < 0,001$ ) e pré e pós 60 minutos ( $p < 0,001$ ), sendo que não foi encontrada diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Conclui-se, então, que o alongamento estático passivo com duração de 10 minutos não modifica a arquitetura muscular, porém causa um aumento na ADM que permanece até 60 minutos após a sua aplicação.

**Palavras-chave:** Exercícios de alongamento muscular; Músculo esquelético; Amplitude de movimento articular.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	6
ARTIGO CIENTÍFICO.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
1. Introdução.....	10
2. Metodologia.....	11
2.1. Arquitetura Muscular.....	12
2.2. Amplitude de Movimento (ADM).....	13
2.3. Intervenção.....	13
2.4. Análise Estatística.....	14
3. Resultados.....	14
4. Discussão.....	16
5. Conclusão.....	19
REFERENCIAS.....	20
Anexo 1. Normas de Publicação da Revista Human Moviment Science.....	23

## **APRESENTAÇÃO**

Desde o início da graduação, através da oportunidade de participar do Grupo de Pesquisa em Cinesiologia e Cinesioterapia (GPCine) da UFRGS, me envolvi com pesquisas em relação ao alongamento. Até então, havia participado e produzido trabalhos relacionados a comparações entre técnicas de alongamento e tempos de permanência. Diante dos resultados encontrados, das leituras feitas durante esse período e da falta de clareza na literatura a respeito dos mecanismos que provocam os ganhos de amplitude de movimento (ADM), vi no Trabalho de Conclusão de Curso a oportunidade de poder aprofundar mais sobre o assunto e contribuir com os achados.

Com o apoio e orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Silveira Lima, este é um estudo experimental, que foi conduzido no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e teve como objetivo verificar os efeitos de 10 minutos de alongamento estático passivo de flexores plantares na arquitetura muscular e flexibilidade de adultos jovens. As avaliações ocorreram em um único dia. Os dados de ADM e arquitetura muscular (comprimento do fascículo, espessura e ângulo de penação) foram coletados nos momentos pré, pós imediato e pós 60 minutos de alongamento, e o alongamento estático passivo foi realizado durante 10 minutos para os participantes que integraram o Grupo Experimental, enquanto os participantes do Grupo Controle permaneceram em repouso pelo mesmo período de tempo.

O trabalho foi estruturado em formato de artigo e será submetido à publicação na revista Human Movement Science, sendo assim, elaborado de acordo com as normas de formatação exigidas pela revista (Anexo 1).

# EFEITOS DE 10 MINUTOS DE ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO DE FLEXORES PLANTARES NA FLEXIBILIDADE E ARQUITETURA MUSCULAR DE ADULTOS JOVENS

Laboratório de Pesquisa do Exercício, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Cassiele Janina Felappi<sup>a</sup>, Cláudia Silveira Lima<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

## Contact Details for the Corresponding Author:

Cláudia Silveira Lima

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança

Campus Universitário Olímpico - LAPEX - Sala 201a

Rua Felizardo, 750 - Porto Alegre-RS, 90690-200, Brazil

Phone: +55 51 3308-5894\ 51 999964747

E-mails: Cláudia Silveira Lima - [claudia.lima@ufrgs.br](mailto:claudia.lima@ufrgs.br)

Cassiele Janina Felappi – [cassi\\_66@hotmail.com](mailto:cassi_66@hotmail.com)

## Highlights:

- 1) O Alongamento Estático Passivo com duração de 10 minutos não altera a arquitetura muscular.
- 2) O aumento da amplitude de movimento permanece após 60 minutos de suspensão do alongamento.
- 3) Movimentos ativos na amplitude máxima articular parecem gerar efeitos semelhantes ao alongamento estático passivo.

## RESUMO

A flexibilidade pode ser considerada a amplitude de movimento (ADM) de uma articulação, estando bem documentados na literatura os benefícios do alongamento para ganhos de ADM, sendo a técnica mais utilizada o alongamento estático passivo. Alongamentos com tempos maiores de duração vêm sendo estudados, porém existem poucas informações sobre os seus efeitos na estrutura muscular. O objetivo deste estudo, portanto, foi analisar os efeitos de 10 minutos de alongamento estático passivo na estrutura muscular (comprimento do fascículo, espessura e ângulo de penação) e na flexibilidade de gastrocnêmio em adultos jovens. Para isso, foram recrutados 24 sujeitos com idades entre 18 e 40 anos, divididos em dois grupos: GE (n=12), que recebeu alongamento estático passivo de gastrocnêmio durante 10 minutos e GC (n=12) que permaneceu em repouso durante os 10 minutos. As coletas foram realizadas em um único dia, e foram compostas pelas seguintes etapas: (1) coleta das imagens de ultrassom para análise da arquitetura muscular; (2) avaliação da ADM passiva de dorsiflexão; (3) alongamento estático passivo de flexores plantares de tornozelo ou repouso com duração de 10 minutos, conforme o grupo do sujeito; (4) coleta das imagens de ultrassom e da ADM passiva de dorsiflexão imediatamente após a intervenção e após 60 minutos. Para análise estatística dos resultados foram utilizados os testes de normalidade e homogeneidade Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, e para dados paramétricos, na comparação intragrupos e intergrupos foi utilizado o ANOVA *two way*. Os testes foram realizados no *software Statistical Package for Social Science for Windows* (SPSS) versão 18.0 e o nível de significância adotado foi de 0,05. Em relação às variáveis comprimento do fascículo, ângulo de penação e espessura muscular, representativas da arquitetura muscular, não foram encontradas diferenças significativas entre os momentos e nem entre os grupos. Houve um aumento significativo da ADM quando comparados os momentos pré e pós imediato da intervenção ( $p < 0,001$ ) e pré e pós 60 minutos ( $p < 0,001$ ), sendo que não foi encontrada diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Conclui-se, então, que o alongamento estático passivo com duração de 10 minutos não modifica a arquitetura muscular, porém causa um aumento na ADM que permanece até 60 minutos após a sua aplicação.

**Palavras-chave:** Exercícios de alongamento muscular; Músculo esquelético; Amplitude de movimento articular.



## ABSTRACT

The flexibility can be considered the range of motion (ROM) of a joint, being well documented in the literature the benefits of stretching for ROM gains, the most used technique being passive static stretching. Stretching with longer times has been studied, but there is few information about its effects on muscle structure. The objective of this study was to analyze the effects of 10 minutes of static passive stretching on muscle structure (fascicle length, thickness and pennation angle) and flexibility of gastrocnemius in young adults. For this purpose, 24 subjects aged 18-40 years were recruit, divided into two groups: GE (n = 12), who received passive static stretching of gastrocnemius for 10 minutes and GC (n = 12) who remained at rest during 10 minutes. The data were performed in a single day, and were composed of the following steps: (1) collection of ultrasound images for analysis of muscle architecture; (2) evaluation of passive dorsiflexion ROM; (3) passive static stretching of gastrocnemius or rest with a duration of 10 minutes, depending on the subject's group; (4) collection of ultrasound images and passive dorsiflexion ROM immediately after the intervention and after 60 minutes. For the statistical analysis of the results, normality and homogeneity tests Shapiro-Wilk and Levene were used, respectively, and for parametric data, the *two way* ANOVA was used for intragroup and intergroup comparisons. The tests were performed in the *Statistical Package for Social Science for Windows (SPSS)* version 18.0 and the level of significance was set at 0,05. Regarding the variables fascicle length, pennation angle and muscle thickness, representative of the muscular architecture, no significant differences were found between the moments and nor between the groups. There was a significant increase in ROM when the pre and post intervention moments ( $p < 0.001$ ) and pre and post 60 minutes ( $p < 0.001$ ) were compared, and no significant difference was found between groups ( $p > 0.05$ ). We conclude that passive static stretching with a duration of 10 minutes does not modify the muscular architecture, but causes an increase in the ROM that remains up to 60 minutes after its application.

**Keywords:** Muscle Stretching Exercises; Muscle, Skeletal; Range of Motion, Articular.

## 1. INTRODUÇÃO

A flexibilidade pode ser considerada a amplitude de movimento (ADM) de uma articulação, dependente tanto da mobilidade articular quanto da elasticidade muscular e que, quando limitada, predispõe o aparecimento de lesões (Milazzotto, Corazzina, & Liebano, 2009). O alongamento muscular é a modalidade de treino frequentemente utilizada para aumentar a flexibilidade, e dentre diversas técnicas destaca-se o alongamento estático passivo. Esta técnica é realizada através da aplicação de uma força externa de forma lenta e gradual, para que não haja o reflexo de estiramento e estimulação do OTG, mantendo na amplitude máxima atingida. Ela é considerada a mais segura e efetiva forma de se obter ganhos de flexibilidade (Mallmann, Moesch, Tomé, Vieira, Ciqueleiro & Bertolini, 2011; Kisner & Colby, 2009; Bandy & Sandres, 2003). Segundo Weijer, Gorniak e Shamus (2003), esse tipo de exercício aumenta o comprimento muscular através da redução da resistência muscular e o aumento da viscoelasticidade da unidade musculotendínea.

Diversos estudos mostram efeitos positivos do alongamento estático passivo para aumento de amplitude de movimento, e a maioria conclui que 30 segundos é tempo suficiente para se obter ganhos significativos (Bandy, Irion & Briggler, 1997; Cini, Vasconcelos & Lima, 2016; Odunaiya, Hamzat & Ajayi, 2005; Baranda & Ayala, 2010; Decoster, Cleland, Altieri & Russell, 2005; Marques, Vasconcelos, Cabral & Sacco, 2009).

No entanto, não se conhecem os mecanismos responsáveis pelo aumento da ADM. Behm, Blazevich, Kay e McHugh (2016), em uma revisão sistemática, concluíram que comumente são encontradas mudanças nas propriedades mecânicas do músculo após aplicação de alongamento estático passivo agudo, como, por exemplo, a redução da rigidez muscular, além de aumentar a tolerância ao alongamento.

Porém, as mudanças na estrutura muscular decorrentes do alongamento são pouco estudadas, e, os tempos de duração do alongamento utilizados são variados. Bouvier, Opplert, Cometti e Babault (2017) avaliaram a arquitetura muscular de flexores plantares após a aplicação de 5 séries de alongamento estático passivo de 30 segundos e não encontraram diferença significativa para

comprimento de fascículo. Já o estudo de Abellaneda, Guissard e Duchateau (2009) encontraram um aumento no comprimento do fascículo quando avaliado imediatamente após a realização de um único alongamento estático passivo de 20 segundos em flexores plantares. Corroborando com Bouvier et al. (2017), Nakamura, Ikezoe, Takeno e Ichihashi (2011) não encontraram mudanças no comprimento de fascículo, mesmo após 5 minutos de alongamento estático passivo de gastrocnêmio medial. Os resultados são contraditórios e induzem a duas hipóteses, a de que o alongamento estático passivo não gera alterações na arquitetura muscular ou que tempos superiores a 5 minutos podem ser necessários para que essas mudanças aconteçam.

Com base no estudo crônico de Freitas e Mil-homens (2015), que encontrou aumento significativo no comprimento do fascículo após 8 semanas de alongamento estático passivo de bíceps femoral com duração de 450 segundos, a segunda hipótese parece ser mais aceita. Sendo assim, o presente estudo se propõe a contribuir com o tema, ampliando o tempo de duração do alongamento para avaliação da arquitetura muscular, tendo como objetivo analisar os efeitos agudos de 10 minutos de alongamento estático passivo na arquitetura muscular e na flexibilidade de flexores plantares em adultos jovens.

## **2. METODOLOGIA**

Esta pesquisa é do tipo experimental e foi conduzida no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A amostra foi composta por 24 sujeitos (17 mulheres e 7 homens), com idade média de 26 anos ( $\pm 3,56$ ), randomizados em dois grupos: Grupo Experimental (GE) que recebeu alongamento estático passivo de flexores plantares com duração de 10 minutos e Grupo Controle (GC) que permaneceu em repouso durante 10 minutos.

Os critérios de inclusão foram ter idade entre 18 e 40 anos, não praticar nenhum treino de força nem flexibilidade, não ter histórico prévio de lesão nem

dor contínua em membros inferiores e não ter feito uso de analgésicos e/ou relaxantes musculares nas últimas 24h.

As coletas foram realizadas em um único dia. Inicialmente, os sujeitos leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade, e responderam o questionário IPAQ. Na sequência foram realizadas as seguintes etapas: (1) coleta das imagens de ultrassom para análise da arquitetura muscular e avaliação da ADM passiva de dorsiflexão, realizada no dinamômetro isocinético; (2) alongamento estático passivo de flexores plantares de tornozelo com duração de 10 minutos para os sujeitos pertencentes ao GE ou repouso com a mesma duração para o GC; (3) coleta das imagens de ultrassom e da ADM passiva de dorsiflexão imediatamente após a intervenção; (4) coleta das imagens de ultrassom e da ADM passiva de dorsiflexão após 60 minutos.

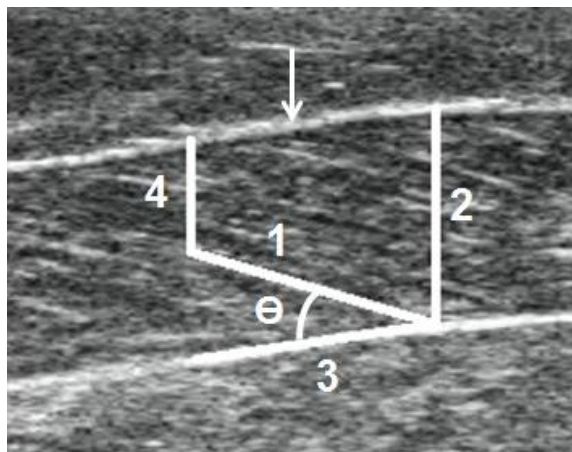
Além das medidas de arquitetura muscular e ADM, os participantes realizaram testes de histerese e de torque passivo, com o objetivo de análise das propriedades tendíneas para um estudo crônico mais amplo.

### 2.1. *Arquitetura Muscular*

As imagens da arquitetura muscular foram coletadas através de um aparelho de ultrassonografia da marca Aloka SSD-4000 (*Aloka Inc*, Japão), com uma sonda de arranjo linear de 60mm (7,5MHz), que foi posicionada longitudinal em um ponto equidistante do maléolo lateral da fíbula e do côndilo lateral da tíbia. O sujeito permaneceu na maca em decúbito ventral, com o tornozelo para fora da maca e joelhos estendidos, com seus músculos totalmente relaxados.

Para cada etapa da coleta (pré, pós imediato e pós 60 min), foram coletadas 3 imagens, e a de melhor qualidade foi analisada no *Software Image-J* (National Institute of Health, USA), onde foi identificada a inserção do fascículo na aponeurose profunda e, a partir deste ponto, realizada a análise da espessura e do ângulo de penação (Figura 1). As variáveis da arquitetura muscular foram determinadas da seguinte forma: a espessura muscular foi encontrada através da distância entre as aponeuroses profunda e superficial; o

ângulo de penação foi determinado pela angulação entre o fascículo e a aponeurose profunda; o comprimento do fascículo foi obtido através de relações trigonométricas a partir dos dados da Figura 1.



**Figura 1.** Análise das imagens da arquitetura muscular. (1) fascículo; (2) espessura; (3) aponeurose profunda; (4) distância do fascículo à aponeurose superficial; (↓) aponeurose superficial; ( $\Theta$ ) ângulo de penação.

### 2.2. Amplitude de Movimento (ADM)

As medidas de amplitude de movimento (ADM) foram coletadas com o participante sentado em um dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Medical System, USA), com o joelho totalmente estendido e o pé fixado no apoio para pés no dinamômetro. As cinturas escapular e pélvica foram estabilizadas com faixas de contenção para evitar movimentos compensatórios. O avaliador, então, realizou a dorsiflexão do tornozelo até o sujeito relatar desconforto. Foram coletadas 3 medidas para cada momento (pré, pós imediato e pós 60 min), e utilizada a média entre elas.

### 2.3. Intervenção

O alongamento estático passivo do músculo gastrocnêmio foi realizado nos participantes do GE em um dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Medical System, USA). O indivíduo permaneceu sentado, com o joelho totalmente estendido e o pé fixado no apoio para pés do dinamômetro. Além disso, para evitar movimentos compensatórios, as cinturas escapular e pélvica foram estabilizadas com faixas de contenção. O avaliador, então, realizou a

dorsiflexão do tornozelo até o sujeito relatar desconforto, permanecendo nesta posição pelo tempo de 10 minutos.

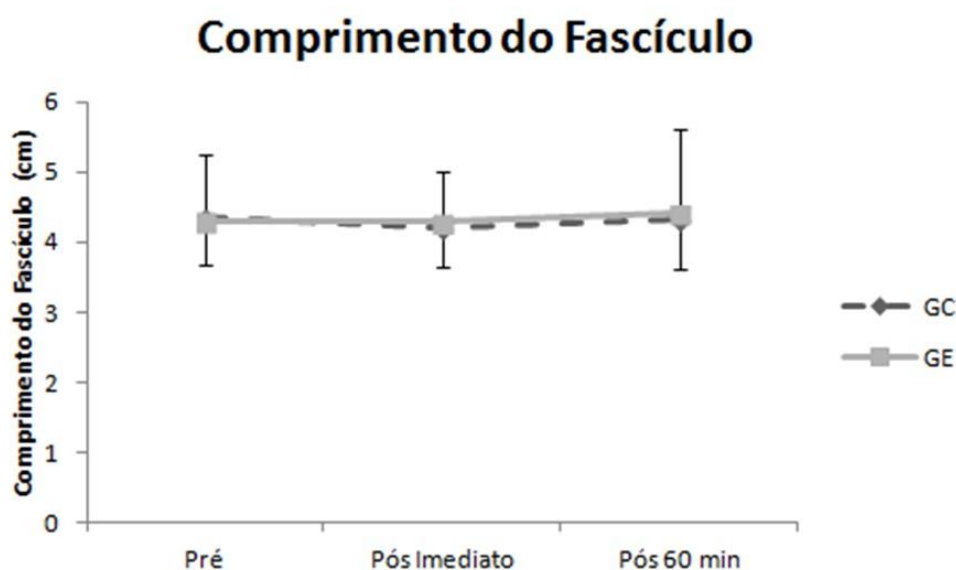
Os participantes do GC permaneceram sentados na sala, em repouso durante os 10 minutos.

#### 2.4. Análise Estatística

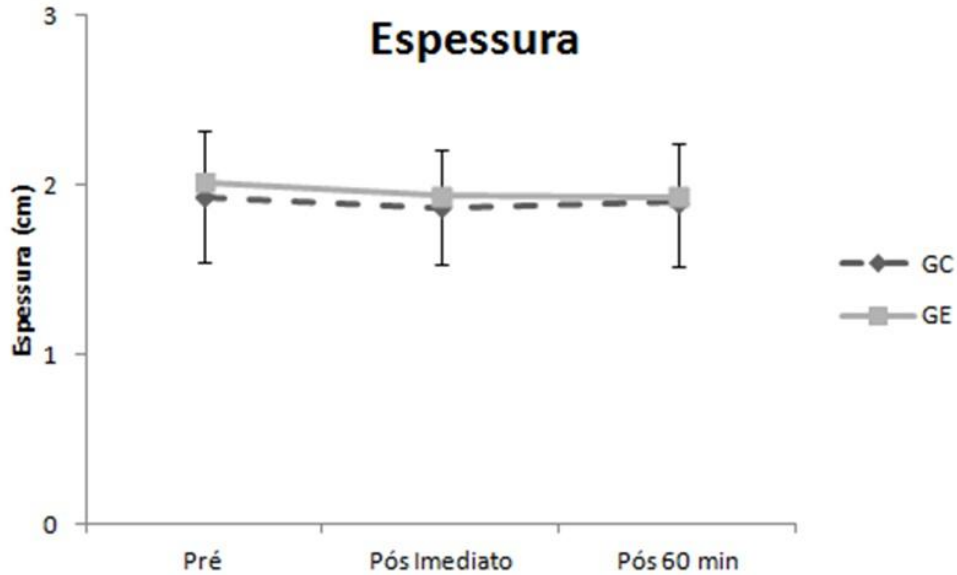
A análise estatística dos resultados foi realizada no *software Statistical Package for Social Science for Windows (SPSS)* versão 18.0 e o nível de significância adotado foi de 0,05. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para normalidade e Levene para homogeneidade. Para a comparação intragrupos (pré x pós imediato x pós 60 min) e intergrupos (GE x GC) foi utilizado ANOVA *two way*, com *post hoc* de Bonferroni.

### 3. RESULTADOS

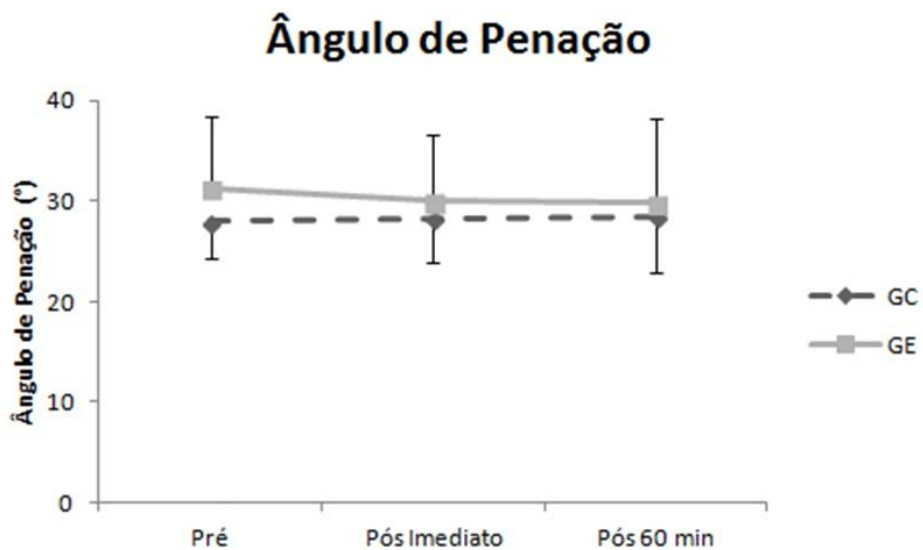
Não foram encontradas diferenças significativas quando comparados os momentos pré x pós imediato x pós 60 min para comprimento do fascículo, espessura e ângulo de penação. Na comparação intergrupos também não foram encontradas diferenças significativas para as mesmas variáveis (Figura 2, 3 e 4).



**Figura 2.** Médias e desvio padrão para os grupos controle (GC) e experimental (GE) nos momentos pré, pós imediato e pós 60 minutos para o comprimento do fascículo.

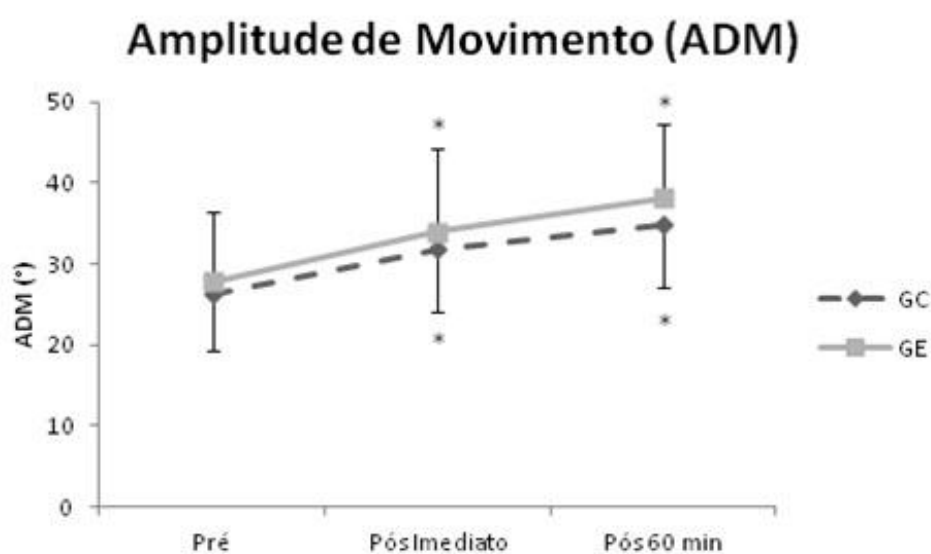


**Figura 3.** Médias e desvio padrão para os grupos controle (GC) e experimental (GE) nos momentos pré, pós imediato e pós 60 minutos para a espessura muscular.



**Figura 4.** Médias e desvio padrão para os grupos controle (GC) e experimental (GE) nos momentos pré, pós imediato e pós 60 minutos para o ângulo de penação.

Para a amplitude de movimento (ADM) foram encontradas diferenças significativas quando comparados os momentos pré x pós imediato ( $p < 0,001$ ) e pré x pós 60 minutos ( $p < 0,001$ ). Não houve diferença significativa comparação entre os momentos pós imediato x pós 60 minutos ( $p > 0,05$ ) e na comparação intergrupos ( $p > 0,05$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Médias e desvio padrão para os grupos controle (GC) e experimental (GE) nos momentos pré, pós imediato e pós 60 minutos para a variável amplitude de movimento (ADM). \* = diferença significativa em relação ao pré.

#### 4. DISCUSSÃO

Com o objetivo de analisar os efeitos agudos de 10 minutos de alongamento estático passivo na arquitetura muscular e na flexibilidade de flexores plantares, o presente estudo não encontrou diferenças significativas para as medidas de comprimento de fascículo, espessura e ângulo de penação, apesar de ocorrer aumento da ADM.



Estes resultados corroboram com estudos agudos que também avaliaram a arquitetura muscular. Bouvier *et al.* (2017) verificaram o comportamento do fascículo após aplicação de 5 séries de alongamento estático passivo com duração de 30 segundos em duas situações: (1) pré e pós intervenção; (2) durante a aplicação do alongamento; concluindo que apesar de haver aumento significativo do comprimento do fascículo durante o alongamento, não houve diferença significativa entre os momentos pré e pós. Corroborando com Bouvier *et al.* (2017) e o presente estudo, Ce, Longo, Rampichini, Devoto, Limonta, Venturelli e Esposito (2015) verificaram o efeito da aplicação de 6 séries de 45 segundos de alongamento estático passivo de gastrocnêmio, encontrando um aumento significativo para ADM, porém sem ganhos significativos para comprimento do fascículo e ângulo de penação. Ainda, Nakamura *et al.* (2011) não encontraram diferença significativa no comprimento de fascículo imediatamente após e 10 minutos após aplicação de 5 minutos de alongamento estático passivo de gastrocnêmio. Com base nesses resultados, tanto alongamento intermitentes como contínuos, mesmo com tempos maiores de execução, parecem não ser o suficiente para alterar a estrutura muscular de forma aguda.

Estudos crônicos também apresentaram resultados semelhantes ao do presente estudo. Nakamura, Ikezoe, Takeno e Ichihashi (2012) realizaram 2 séries de 60 segundos de alongamento estático passivo de gastrocnêmio diariamente durante 4 semanas, e não encontraram diferença significativa para o comprimento do fascículo, enquanto ADM e deslocamento da junção músculo tendínea (JMT) aumentaram significativamente. O estudo de Lima, Carneiro, Alves, Peixinho e Oliveira (2015) analisou os efeitos de 3 séries de 30 segundos de alongamento estático passivo de bíceps femoral e vasto lateral em um protocolo de 3 vezes por semana durante 8 semanas, concluindo que não houve diferença significativa para arquitetura muscular, incluindo comprimento do fascículo, ângulo de penação e espessura muscular, e houve aumento significativo para ADM. No estudo realizado por Konrad e Tilp (2014) foi observado o efeito de 6 semanas de treino de 4 séries de 30 segundos de alongamento estático passivo de gastrocnêmio medial, encontrando um aumento significativo da ADM, porém sem alterações significativas em

variáveis da arquitetura muscular como comprimento do fascículo e ângulo de penação, assim como em outras variáveis como torque passivo e rigidez muscular.

Apesar da diversidade de protocolos que avaliam a arquitetura muscular e a ADM, estudos agudos e crônicos vêm apresentando resultados semelhantes, concluindo que o aumento da ADM pode não ser explicado pelas alterações estruturais do músculo. Algumas hipóteses levantadas pelos estudos são de que ocorra um aumento da tolerância ao alongamento, adaptações neuroceptivas e alterações tendíneas (Folpp, Deall, Harvey & Gwinn, 2006; Chiu, Ngo, Lau, Leung, Lo, Yu & Ying, 2016). Segundo Blazevich, Cannavan, Waugh, Miller, Thorlund, Aagaard e Kay (2014), a mudança na tolerância ao alongamento ocorre por uma mudança no feedback aferente dos receptores periféricos, contribuindo para alteração na atividade muscular.

Em relação à ADM, os resultados encontrados neste estudo apontaram um aumento significativo quando comparado o momento pré com os momentos pós imediato e pós 60 minutos. Este aumento ocorreu tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, sem diferença significativa entre eles. Um ponto que deve ser levado em consideração que pode ter influenciado o ganho de ADM no GC semelhante ao GE, é o fato de que, além das medidas de arquitetura muscular e ADM, os participantes realizaram testes de histerese e de torque passivo, como parte de um estudo crônico mais amplo. Para essas medidas a articulação necessita ser movimentada em sua amplitude máxima diversas vezes, semelhante a um alongamento dinâmico ou balístico. Estudos comparando diferentes tipos de alongamento (Mahieu, McNair, Muynck, Stevens, Blanckaert, Smits & Witvrouw, 2007; Konrad, Stafilidis & Tilp, 2016) encontraram que a ADM aumentou significativamente independente da técnica.

O presente estudo reforça os achados da literatura em relação ao fato de as mudanças na arquitetura muscular não serem os mecanismos de aumento da ADM na aplicação do alongamento. Visto que mesmo após 10 minutos de alongamento contínuo essas variáveis não sofreram alterações. O que reforça a necessidade de entendimento dos reais mecanismos que geram o aumento da ADM e a sua manutenção mesmo 60 minutos após a suspensão do estímulo.

## **5. CONCLUSÃO**

O alongamento estático passivo com duração de 10 minutos não modifica a arquitetura muscular (comprimento do fascículo, espessura e ângulo de penação). No entanto, causa aumento na ADM que permanece até 60 minutos após a sua aplicação.

Diante do fato de ainda não estar claro o mecanismo que provoca o aumento da ADM, e, parece não ter relação com mudanças na arquitetura muscular, sugere-se que pesquisas futuras estudem mecanismos como modificações na percepção e tolerância ao estímulo de estiramento, assim como alterações tendíneas.

## REFERENCIAS

- Abellaneda, S., Guissard, N., Duchateau, J. (2009). The relative lengthening of the myotendinous structures in the medial gastrocnemius during passive stretching differs among individuals. *Journal of Applied Physiology*. 106(1) 169–177.
- Bandy, D. W., Irion, J. M., Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*. 77 (10), 1090-1096.
- Bandy, D. W., Sandres, B. (2003). *Exercícios terapêuticos: Técnicas para intervenção*. (1ª Ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Baranda, P. S, Ayala F. (2010). Chronic flexibility improvement after 12 week of stretching program utilizing the ACSM recommendations: Hamstring flexibility. *International Journal of Sports Medicine*. 31(6): 389–396.
- Behm, D. G., Blazeovich, A. J., Kay, A. D., McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 41(1), 1-11.
- Blazeovich, A. J., Cannavan, D., Waugh C. M., Miller, C., Thorlund, J. B., Aagaard, P., Kay, D. (2014). Range of motion, neuromechanical, and architectural adaptations to plantar flexor stretch training in humans *Journal of Applied Physiology*. 117(5), 452-462.
- Bouvier, T., Opplert, J., Cometti, C., Babault, N. (2017). Acute effects of static stretching on muscle–tendon mechanics of quadriceps and plantar flexor muscles. *European Journal of Applied Physiology*. 117(7), 1309–1315.
- Ce, E., Longo, S., Rampichini, S., Devoto, M., Limonta, E., Venturelli, M., Esposito, F. (2015). Stretch-induced changes in tension generation process and stiffness are not accompanied by alterations in muscle architecture of the middle and distal portions of the two gastrocnemii. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(3), 469-478.
- Chiu T-cR, Ngo H-c, Lau L-w, Leung K-w, Lo M-h, Yu H-f, Ying, M. (2016) An Investigation of the Immediate Effect of Static Stretching on the Morphology and Stiffness of Achilles Tendon in Dominant and Non-Dominant Legs. *PLoS ONE*, 11(4), 1-9.
- Cini, A., Vasconcelos, G. S., & Lima, C. S. (2016). Acute effect of different time periods of passive static stretching on the hamstring flexibility. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 30(2), 241-246.

- Decoster, L. C., Cleland, J., Altieri, C., Russell, P. (2005). The effects of hamstring stretching on range of motion: A systematic literature review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 35(6), 377–387.
- Folpp, H., Deall, S., Harvey, L. A., Gwinn, T. (2006). Can apparent increases in muscle extensibility with regular stretch be explained by changes in tolerance to stretch? *Australian Journal of Physiotherapy*. 52(1), 45-50.
- Freitas, S. R. & Mil-Homens, P. (2015). Effect of 8-Week High-Intensity Stretching Training on Biceps Femoris Architecture. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29(6), 1737–1340.
- Kisner, C., & Colby L. A. (2009). *Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e técnicas*. (5ª Ed). São Paulo: Manole.
- Konrad, A. Stafilidis, S., Tilp, M. (2016). Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 27(10), 1070-1080.
- Konrad, A., Tilp, M. (2014). Increased range of motion after static stretching is not due to changes in muscle and tendon structures. *Clinical Biomechanics*, 29(6), 636–642.
- Lima, K. M. M., Carneiro, S. P., Alves, D. S., Peixinho, C. C., Oliveira, L. F. (2015). Assessment of Muscle Architecture of the Biceps Femoris and Vastus Lateralis by Ultrasound After a Chronic Stretching Program. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(1), 55-60.
- Mahieu, N. N., McNair, P., Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N., Witvrouw, E. (2007). Effect of Static and Ballistic Stretching on the Muscle-Tendon Tissue Properties. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 494-501.
- Mallmann, J. S. , Moesch, J., Tomé F., Vieira, L. , Ciqueleiro, R. T., & Bertolini, G. R. F. (2011). Comparison between the immediate and acute effect of three stretching protocols of hamstrings and paravertebral muscles. *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica*, 9(5), 354-359.
- Marques, A. P., Vasconcelos, A. A., Cabral, C. M., Sacco, I. C. (2009). Effect of frequency of static stretching on flexibility, hamstring tightness and electromyographic activity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 42(10), 949–953.
- Milazzotto, M. V., Corazzina, L. G., & Liebano, R. E. (2009). Influence of the number of sets and time of static stretching on the flexibility of hamstring muscles in sedentary women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(6), 420-423.

Nakamura, M., Ikezoe, T., Takeno, Y., Ichihashi, N. (2012). Effects of a 4-week static stretch training program on passive stiffness of human gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2749-2755.

Nakamura, M., Ikezoe, T., Takeno, Y., Ichihashi, N. (2011). Acute and prolonged effect of static stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit in vivo. *Journal of Orthopaedic Research*. 29(11), 1759-1763.

Odunaiya, N. A., Hamzat, T. K., & Ajayi, O. F. (2005). The Effects of Static Stretch Duration on the Flexibility of Hamstring Muscles. *African Journal of Biomedical Research*, 8(2), 79–82.

Weijer, V. C., Gorniak, G. C., Shamus, E. (2003). The Effect of Static Stretch and Warm-up Exercise on Hamstring Length Over the Course of 24 Hours. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical*, 33(12), 727-733.

## **Anexo 1: Normas de publicação da revista Human Movement Science**

### **GUIDE FOR AUTHORS.**

#### *Introduction*

A Journal Devoted to Pure and Applied Research on Human Movement.

#### *Types of contribution*

Human Movement Science contains: (a) reports of empirical work on human movement; (b) theoretical (overview) articles on human movement, including its modelling; (c) letters to the editor containing a critical commentary on a published paper. In addition to regular issues, special issues addressing a single theme will be published. Special issues may also contain articles based on papers presented at conferences and workshops or consist of a 'target articles' followed by peer commentaries.

#### **Language (usage and editing services)**

Articles should be written in proper English. Both British and American English are acceptable, but not a mixture of these. Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

#### **Submission**

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

#### **Article structure**

##### *Subdivision - numbered sections*

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

#### *Introduction*

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

### *Results*

Results should be clear and concise.

### *Discussion*

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

### *Conclusions*

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

### *Appendices*

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

## **Essential title page information**

- Title.

Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.



## **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

## *Highlights*

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

## **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

## *Acknowledgements*

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

## *Formatting of funding sources*

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## **Artwork**

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

### *Formats*

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

### **Please do not:**

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;

- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### *Color artwork*

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

### *Figure captions*

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### *Text graphics*

Text graphics may be embedded in the text at the appropriate position. If you are working with LaTeX and have such features embedded in the text, these can be left. See further under Electronic artwork.

## **Tables**

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

## **References**

### *Citation in text*

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard

reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

### *Data references*

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

### *Reference management software*

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley and Zotero, as well as EndNote. Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/human-movement-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

### *Reference style*

*Text:* Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered online or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E

8LU, UK. List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

*Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

*Journal abbreviations source*

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations.

### **Supplementary material**

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.