



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

**EFEITOS AGUDOS DE TRÊS TÉCNICAS DE
ALONGAMENTO NA ACUIDADE PROPIOCETIVA DO
JOELHO**

Aroa Muñoz Alonso

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior da Saúde – UFP

33376@ufp.edu.pt

Adérito Seixas

Mestre Assistente

Escola Superior de Saúde - UFP

aderito@ufp.edu.pt

Porto, 26 de abril de 2019

Resumo

Objetivo: Estudar o efeito de três técnicas de alongamento: alongamento estático (AE), alongamento estático mais vibração de corpo inteiro (AEV) e alongamento de cadeia estática (CE) na acuidade proprioceptiva do joelho, nomeadamente no senso da posição articular (SPA). **Metodologia:** foi realizado um estudo experimental, randomizado, e controlado, com 41 adultos saudáveis (25 mulheres) distribuídos aleatoriamente por quatro grupos: grupo de AE (5 repetições de 60 segundos); grupo de AEV (5 repetições de 60 segundos, 30 Hz a baixa amplitude); grupo de CE (5 minutos de alongamento); grupo de controlo (GC) (5 minutos de repouso). Realizou-se uma avaliação de SPA do joelho antes e depois de cada protocolo (45° para a flexão e extensão do joelho). **Resultados:** não foram encontradas alterações significativas ($p>0.05$) para o SPA do joelho em nenhum dos grupos estudados. **Conclusão:** a aplicação das três técnicas de alongamento estudadas não altera significativamente a acuidade proprioceptiva do joelho.

Palavras-chave: Alongamento, WBV, Propriocepção e SPA.

Abstract

Objective: to study the effect of three stretching techniques: static stretching (SS), static stretching plus whole-body vibration (SSWBV) and static chain stretching (SC) in the knee proprioceptive acuity, namely in the joint position sense (JPS). **Methods:** A randomized controlled trial was conducted with 41 healthy adults (25 women) randomly assigned to four groups: SS group (5 repetitions of 60 seconds); SSWBV group (5 repetitions of 60 seconds, 30 Hz to low amplitude); SC group (5 minutes stretching); and a control group (GC) (5 minutes rest). A knee JPS evaluation was performed before and after each protocol (45° for knee flexion and extension). **Results:** no significant changes ($P> 0.05$) were found for knee JPS in any of the studied groups. **Conclusion:** the application of the three stretching techniques studied does not significantly alter the knee proprioceptive acuity.

Keywords: Stretching, WBV, Proprioception and JPS.

Introdução

A propriocepção pode ser definida como a percepção da posição dos segmentos corporais, assim como a percepção do movimento dos mesmos (cinestesia) no espaço (Sherrington, 1906, *cit. in* Hewett, Paterno e Meyer, 2002; Tortora e Derrickson, 2006. p. 561).

Salles et al. (2015) definem como submodalidades da propriocepção: o senso de posição articular (SPA), definido como a capacidade de reconhecer a orientação duma articulação no espaço; a cinestesia, que é a capacidade de percepção do movimento articular de baixa amplitude; e a sensação de resistência, que pode ser entendida como a capacidade de quantificação e qualificação da força aplicada. Toda a informação sensitiva é proveniente dos sistemas visual, auditivo e vestibular, assim como dos mecanorreceptores cutâneos, articulares e musculares (Saavedra, 2003; Diez, 2014; Cossich et al., 2014) que fazem parte do sistema sensório-motor.

A flexibilidade é comumente definida como a propriedade intrínseca dos tecidos do corpo que determina a amplitude de movimento articular dentro dos limites da dor (Holt, Holt e Pelhan, 1996, *cit. in* Thacker, Gilchrist, Stroup e Kimsey, 2004; Corbin, 1984, *cit. in* Jenkins e Beazell, 2010).

O efeito de diversas técnicas de ganho de flexibilidade na acuidade proprioceptiva do joelho, tais como a vibração de corpo inteiro e o alongamento estático, têm sido estudadas e resultados heterogêneos têm sido reportados. Segundo Lin et al. (2014), a vibração de corpo inteiro parece influenciar positivamente o SPA do joelho quando aplicada com frequência de 35Hz. No entanto, outros estudos (Pollock, Provan, Martin e Newham, 2011; Hannah, Minshull e Folland, 2013) referem que a vibração com frequência de 30 Hz parece não afetar significativamente o SPA do joelho.

Relativamente ao alongamento estático, segundo Larsen et al. (2005) a sua aplicação não altera significativamente o SPA do joelho. No entanto, Graffarinejad, Taghizadeh e Mohammadi (2007) e Walsh (2017) referem melhorias significativas do SPA do joelho.

No entanto, os efeitos da aplicação conjunta da vibração de corpo inteiro e do alongamento estático, na acuidade proprioceptiva do joelho não têm sido abordados na literatura. Feland et al (2010) concluíram que o alongamento estático com vibração aumenta significativamente os níveis de flexibilidade durante um período de tempo mais longo do que o alongamento estático sem vibração, mas os efeitos na acuidade proprioceptiva não foram estudados. Apesar disso, Cordon, Gurfinkel, Bevan e Kerr (1995) citados por Feland et al. (2010), referiram que

a adição da vibração ao alongamento poderia ter o potencial de alterar a percepção de posição e de movimento do corpo modulando a atividade do sistema nervoso central (SNC), potencial esse que poderia ser acentuado pela vibração simultânea dos músculos agonistas e antagonistas.

O efeito de técnicas de alongamento mais global, como as técnicas de cadeias musculares segundo o método de Léopold Busquet (Busquet. 2001, 2005), na acuidade proprioceptiva do joelho ainda não é conhecido.

A heterogeneidade de resultados referentes aos efeitos da vibração de corpo inteiro e do alongamento estático e a falta de estudos relativos ao efeito da aplicação conjunta de vibração de corpo inteiro e de alongamento estático, assim como da aplicação de técnicas mais globais de alongamento, na acuidade proprioceptiva do joelho motivou esta investigação. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é o de avaliar o efeito de três técnicas de alongamento na acuidade proprioceptiva do joelho.

Metodologia

Para dar resposta ao objetivo proposto foi realizado um estudo experimental, randomizado e controlado, que decorreu no Edifício das Clínicas Pedagógicas da Universidade Fernando Pessoa, após aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

Participantes

Participaram no estudo 41 indivíduos voluntários, do sexo feminino (n=25) e masculino (n=16), com uma mediana (amplitude interquartil) de idades de 21 (2) anos, e com um Índice de Massa Corporal (IMC) de 24.1 (4.8±) kg/m².

Os participantes foram aleatoriamente distribuídos por quatro grupos distintos: um grupo sujeito a alongamento estático mais vibração (AEV) (n=11); outro grupo sujeito apenas a alongamento estático sobre uma plataforma vibratória, mas sem vibração (AE) (n=10); um terceiro grupo sujeita a uma técnica de alongamento da cadeia estática (CE) (n=10); e o quarto grupo foi o grupo de controlo (GC), sem qualquer intervenção (n=10). A randomização foi efetuada recorrendo a uma plataforma *online* (<http://www.randomization.com>).

Como critérios de inclusão, foram incluídos indivíduos sem história de lesão no membro inferior nos últimos 6 meses (Ju, Wang e Cheng, 2010). Como critérios de exclusão, foram

excluídos indivíduos que reportassem história de cirurgia no joelho (Salgado, Ribeiro e Oliveira, 2015), com patologia cardiorrespiratória, neurológica ou vestibular (Ribeiro, Mota e Oliveira, 2007; Salgado, Ribeiro e Oliveira, 2015); que se encontrassem a tomar medicação (analgésicos, AINE's, miorelaxantes, antibióticos) que pudesse afetar o controlo motor (Ju, Wang e Cheng, 2010; Salgado, Ribeiro e Oliveira, 2015); e ainda, participantes grávidas ou em período de aleitamento (Gear, 2011).

Material e instrumentos

Foram utilizados para a avaliação do peso e da altura uma balança de marca Tanita e um estadiómetro de marca Seca. Para a realização do aquecimento prévio à avaliação do SPA dos joelhos dos participantes, foi utilizado um cicloergómetro.

O SPA do joelho foi avaliado recorrendo a um sistema de câmara de vídeo 2D (Salgado, Ribeiro e Oliveira, 2015), a 30 *frames* por segundo. Para dar referência da posição alvo foi utilizado um goniómetro universal Enraf Nonius, e para eliminar a informação visual durante a avaliação do SPA do joelho foi utilizada uma venda.

O exercício de alongamento com vibração assim como o alongamento estático sem vibração foram realizados sobre uma plataforma de vibração síncrona, de marca Powerplate®.

Cada participante antes do início do procedimento teve de preencher a Declaração de Consentimento Informado, assim como um questionário de recolha de dados de caracterização e o Questionário Internacional de Atividade Física. Foi ainda determinado qual o membro inferior utilizado em diferentes atividades funcionais.

Procedimentos de avaliação da acuidade propriocetiva

Após preenchimento dos instrumentos previamente mencionados, foi realizado o protocolo de aquecimento, previamente à realização das avaliações iniciais. O aquecimento foi realizado no cicloergómetro a uma velocidade entre 4-5 km/h, sem resistência durante cinco minutos (Dallas et al. 2014).

A seguir, foi realizado o protocolo de avaliação da acuidade propriocetiva do joelho, avaliando o SPA do joelho recorrendo à utilização da câmara de vídeo. Esta avaliação foi realizada em duas posições distintas: na posição de sentado (teste de extensão) e na posição de decúbito ventral (teste de flexão). O reposicionamento foi realizado em cadeia cinética aberta, com eliminação da informação visual e num ambiente silencioso. Foram colocados quatro marcadores, um no maléolo lateral, um na cabeça do perónio, outro no epicôndilo

lateral do fêmur, e outro a meia distância entre o grande trocânter e o epicôndilo lateral do joelho (Clark et al., 2016). A câmara foi posicionada ao nível da articulação do joelho.

No teste de extensão, o joelho dos participantes partiu duma posição inicial de 90° de flexão. A partir desta posição, a perna foi levada de modo passivo e lento até uma amplitude alvo de 45° de flexão do joelho (Clark et al., 2016), com auxílio de um goniómetro. A amplitude alvo foi mantida de modo ativo durante cinco segundos. Foi depois solicitado que o voluntário retomasse a posição inicial e, imediatamente após que reposicionasse o joelho até à amplitude alvo (Ribeiro e Oliveira, 2008).

No teste de flexão, com o participante em decúbito ventral, a articulação do joelho foi posicionada 5 cm fora do limite de uma marquesa, de modo a minimizar estímulos cutâneos e a não limitar o movimento da rótula. Neste teste, o joelho partia duma posição inicial de extensão completa. A partir desta posição, a perna foi levada de modo passivo e lento até uma amplitude alvo de 45° de flexão do joelho (Clark et al., 2016), com auxílio de um goniómetro. A amplitude alvo foi igualmente mantida de modo ativo durante cinco segundos. Foi depois solicitado que o voluntário retomasse a posição inicial e, imediatamente após que reposicionasse o joelho até à amplitude alvo (Ribeiro e Oliveira, 2008).

Para ambas as posições de avaliação, o reposicionamento foi repetido duas vezes, totalizando três tentativas. A avaliação do SPA do joelho foi realizada de modo aleatório no membro dominante e no não-dominante assim como também foram aleatorizados os testes de flexão e extensão.

A avaliação do SPA do joelho foi realizada antes e após os protocolos de intervenção.

A posterior análise dos vídeos foi realizada no *software* Kinovea (versão 0.8.15), no qual foram analisados as últimas 7 *frames* (Salgado, Ribeiro e Oliveira, 2015) dos últimos três segundos de cada posicionamento ou reposicionamento, para se calcular os respetivos erros de reposicionamento, através do erro angular absoluto e do erro angular relativo. O erro angular absoluto foi determinado pelo valor absoluto da diferença de amplitudes entre a amplitude alvo e a média das amplitudes dos três reposicionamentos, e o erro angular relativo foi obtido calculando a diferença aritmética entre o valor da amplitude alvo e a amplitude alcançada pelo indivíduo (Bennell et al., 2005).

Protocolos de intervenção

Cada um dos grupos foi sujeito a um protocolo de intervenção diferente. Os participantes do grupo que realizou o protocolo de alongamento estático com vibração estavam em pé, com os

pés no limite da plataforma, com os joelhos em extensão, com a anca e tronco em flexão, tentando chegar o mais perto possível do chão com as mãos (Rhea, Bunker, Marín e Lunt, 2009). Os participantes realizaram numa única sessão, 5 séries de 60 segundos de vibração (frequência de 30 Hz e alta amplitude), intercaladas por intervalos de repouso de 60 segundos (Hannah, Minshull e Folland, 2013). Durante os períodos de repouso os participantes retomavam a posição de pé, voltando passado o tempo de repouso à posição de alongamento estabelecida.

O protocolo de alongamento estático foi realizado do mesmo modo, mas agora sem vibração (única alteração entre os dois protocolos), sendo a posição a mesma estabelecida por Rhea, Bunker, Marín e Lunt (2009) e anteriormente mencionada. O tempo de intervenção foi também igual ao protocolo anterior, 5 séries de alongamento de 60 segundos com intervalos de 60 segundos de repouso entre cada série em que os participantes simplesmente ficavam em pé.

Durante o protocolo de alongamento da cadeia estática, os participantes foram posicionados em decúbito dorsal no chão, sobre um colchão, com a articulação da anca em flexão e os membros inferiores apoiados na parede. A região glútea em contacto com a parede e o sacro com o colchão. Os grandes trocânteres estavam alinhados com os maléolos externos, sendo que nos casos em que os participantes não conseguiam atingir a posição, podiam realizar uma leve flexão dos joelhos. Os pés deviam estar juntos, paralelos ao teto, incentivando a máxima dorsiflexão dos tornozelos e a extensão máxima dos joelhos que deviam estar igualmente juntos. A nível cervical foi solicitada a flexão da coluna cervical superior. Esta postura de alongamento global foi mantida durante 5 minutos de modo contínuo (Busquet, 2001, 2005).

Os participantes do grupo de controlo permaneceram em repouso durante cinco minutos entre a avaliação inicial e a avaliação realizada após o protocolo.

Análise de dados

A análise de dados foi realizada mediante o *software* de análise estatística IBM SPSS[®] 25 para Microsoft Windows.

Para avaliar a distribuição das variáveis recorreremos ao teste de Kolmogorov-Smirnov e tendo-se verificado que as variáveis não seguiam uma distribuição normal, optou-se pela utilização de testes não paramétricos para análise dos dados. A caracterização da amostra das variáveis em estudo foi feita através da estatística descritiva, recorrendo à mediana e amplitude interquartilica (AIQ). Para a análise estatística, com um nível de significância do 5%, foram

realizados os testes de Kruskal-Wallis para comparar os valores da idade e IMC entre os grupos, assim como os valores das variáveis referentes à acuidade proprioceptiva. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar as variáveis referentes à acuidade proprioceptiva antes e após a aplicação das técnicas de alongamento.

Resultados

Neste estudo participaram 41 indivíduos, com mediana (AIQ) de idades de 21 (2) anos e um IMC de 24.13 (4.81±) kg/m². No grupo AEV foram incluídos (n=11) 6 participantes do sexo feminino e 5 do masculino, no grupo AE e CE (n=10) 6 participantes do sexo feminino e 4 do masculino, e no GC (n=10) participaram 7 indivíduos do sexo feminino e 3 do masculino. A caracterização descritiva dos participantes (idade e IMC) está representada na tabela 1.

Tabela 1: Características dos participantes de cada um dos grupos relativamente à idade (anos) e IMC (kg/m²), caracterizados como mediana (AIQ).

	Amostra	AEV	AE	CE	GC	p
Idade	21.00 (2.00)	21.00 (1.00)	21.50 (3.00)	22.00 (3.00)	21.00 (2.00)	0.240
IMC	24.13 (4.81)	24.10 (5.85)	23.17 (5.68)	24.91 (3.69)	24.19 (8.62)	0.273

É possível verificar pela análise da tabela 1 que a amostra é homogénea relativamente às variáveis idade e IMC.

Nas tabelas 2 a 5 apresentam-se os valores dos erros de reposicionamento absolutos (EA) para cada um dos testes e membros, assim como os valores de significância estatística da comparação antes e após a aplicação do protocolo de intervenção.

Tabela 2: Análise da variação dos erros angulares absolutos no grupo AEV. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	p
Flexão / Não dominante	4.95 (4.27)	4.37 (7.95)	0.424
Extensão / Não dominante	3.11 (5.11)	3.65 (5.24)	0.859
Flexão / Dominante	3.67 (10.14)	2.73 (7.59)	0.477
Extensão / Dominante	3.86 (3.73)	4.33 (3.56)	0.790

(*) p<0.05

Tabela 3: Análise da variação dos erros angulares absolutos no grupo AE. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	<i>p</i>
Flexão / Não dominante	4.76 (5.66)	2.69 (8.83)	0.285
Extensão / Não dominante	4.16 (2.66)	3.38 (5.32)	0.285
Flexão / Dominante	5.51 (6.78)	2.50 (3.82)	0.203
Extensão / Dominante	2.61 (5.36)	3.00 (2.77)	0.507

(*) $p < 0.05$

Tabela 4: Análise da variação dos erros angulares absolutos no grupo CE. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	<i>p</i>
Flexão / Não dominante	2.67 (8.19)	4.05 (7.63)	0.646
Extensão / Não dominante	3.72 (3.00)	5.05 (4.33)	0.169
Flexão / Dominante	3.48 (6.07)	5.11 (6.18)	0.878
Extensão / Dominante	4.89 (3.70)	4.79 (3.35)	0.441

(*) $p < 0.05$

Tabela 5: Análise da variação dos erros angulares absolutos no grupo GC. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	<i>p</i>
Flexão / Não dominante	2.52 (3.09)	1.88 (4.47)	0.646
Extensão / Não dominante	2.16 (2.89)	4.27 (3.24)	0.114
Flexão / Dominante	4.38 (3.37)	4.21 (7.03)	0.333
Extensão / Dominante	1.95 (3.81)	3.05 (4.22)	0.508

(*) $p < 0.05$

Pela análise das tabelas 2, 3, 4 e 5 é possível verificar que não foram encontradas alterações significativas nos EA após a aplicação da intervenção nos grupos sujeito às diferentes técnicas de intervenção.

Nas tabelas 6 a 9 apresentam-se os valores dos erros de reposicionamento relativos (ER) para cada um dos testes e membros, assim como os valores de significância estatística da comparação antes e após a aplicação do protocolo de intervenção.

Tabela 6: Análise da variação dos erros angulares relativos no grupo AEV. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	<i>p</i>
Flexão / Não dominante	1.00 (10.95)	0.59 (12.71)	0.534
Extensão / Não dominante	-3.11 (5.11)	-3.65 (5.24)	1.000
Flexão / Dominante	2.49 (13.92)	1.08 (10.97)	0.286
Extensão / Dominante	-3.86 (3.73)	-4.33 (6.45)	0.594

(*) $p < 0.05$

Tabela 7: Análise da variação dos erros angulares relativos no grupo AE. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	<i>p</i>
Flexão / Não dominante	2.18 (11.31)	1.51 (6.53)	0.799
Extensão / Não dominante	-4.16 (3.88)	-3.38 (6.72)	0.114
Flexão / Dominante	-1.27 (13.19)	1.27 (5.42)	0.333
Extensão / Dominante	-2.61 (5.36)	-2.66 (4.14)	0.508

(*) $p < 0.05$

Tabela 8: Análise da variação dos erros angulares relativos no grupo CE. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	<i>p</i>
Flexão / Não dominante	1.00 (11.25)	4.05 (7.77)	0.169
Extensão / Não dominante	-3.72 (3.00)	-5.05 (4.33)	0.169
Flexão / Dominante	0.46 (7.24)	5.11 (9.21)	0.241
Extensão / Dominante	-4.89 (3.70)	-4.79 (3.35)	0.441

(*) $p < 0.05$

Tabela 9: Análise da variação dos erros angulares relativos no grupo GC. Valores em graus, caracterizados como mediana (AIQ).

	Antes do protocolo	Depois do protocolo	<i>p</i>
Flexão / Não dominante	-0.91 (5.46)	0.87 (4.40)	0.721
Extensão / Não dominante	-2.16 (2.89)	-4.27 (3.24)	0.508
Flexão / Dominante	0.04 (8.72)	1.63 (7.30)	0.241
Extensão / Dominante	-0.91 (5.46)	0.87 (4.40)	0.721

(*) $p < 0.05$

Pela análise das tabelas 6, 7, 8 e 9 é possível verificar que não foram encontradas alterações significativa nos ER após a aplicação da intervenção nos grupos sujeito às diferentes técnicas de intervenção.

Discussão

O objetivo principal do estudo foi determinar o efeito de três técnicas de alongamento no SPA do joelho, sendo estudados ambos os joelhos de cada participante nos reposicionamentos para flexão e extensão. Os resultados encontrados não mostram alterações significativas ($p>0.05$) na acuidade proprioceptiva do joelho no reposicionamento ativo tanto para flexão como para extensão.

Os resultados obtidos estão de acordo com o estudo de Larsen et al. (2005), que não obtiveram diferenças significativas no SPA do joelho tanto para os reposicionamentos para flexão (15°) como para extensão (80°) depois de ter realizado um protocolo de alongamento estático, mesmo em amplitudes alvo diferentes das testadas no presente estudo. Também Graffarinejad, Taghizadeh e Mohammadi (2007) não encontraram alterações significativas na avaliação de SPA do joelho para o reposicionamento ativo de 20° . No entanto, no reposicionamento para flexão a 45° , também de forma ativa, os autores reportaram diferenças significativas após alongamento passivo dos músculos: quadricípites, isquiotibiais e gastrocnêmios. Segundo Ribeiro (2007), o aumento de atividade dos mecanorreceptores musculares, principais responsáveis pela função proprioceptiva do joelho, em amplitudes de 40° a 60° de flexão do joelho pode justificar estes resultados, mas no presente estudo demonstrou-se que o reposicionamento ativo dentro desta amplitude não teve alterações significativas. As diferenças encontradas relativamente ao estudo de Graffarinejad, Taghizadeh e Mohammadi (2007) poderão ser explicadas pelo facto de a amostra de alongamento estático ser superior ($n=39$) relativamente ao grupo de AE deste estudo; pelo alongamento realizado ter sido mais curto (90 segundos), realizando 30 segundos de alongamento e 30 segundos de repouso, comparativamente ao alongamento do nosso estudo (5 minutos); e ainda o facto de os alongamentos terem sido realizados de modo passivo com os pacientes deitados.

Vários estudos referem diversos mecanismos plausíveis que podem atuar após alongamento ou vibração prolongada. Proske (2005, *cit. in* Hannah, Minshull e Folland, 2011) refere um mecanismo que causa o bloqueio de percepção consciente do SPA como consequência do

aumento da sensibilidade aferente das fibras Ia que formam parte do fuso muscular. Já Ribot-Cisar et al. (1998, *cit. in* Laudani et al., 2018) aludem à possibilidade de ocorrer a supressão da atividade do fuso muscular após vibração prolongada e Herda (2009) fala da inibição do SNC como consequência de um mecanismo de supressão da atividade aferente das fibras Ia após alongamento estático ou vibração prolongada. Estes autores parecem concordar que o alongamento e/ou a vibração atuam sob o fuso muscular. Os fusos musculares, formados por fibras musculares, assim como os Órgãos Tendinosos de Golgi, presentes na região tendinosa dos músculos, fazem parte dos recetores musculares, principais responsáveis pelo SPA do joelho (Lattanzio e Petrof, 1998, McCloskey, 1978 e Matthews, 1982, *cit. in* Larsen et al. 2005). No entanto, os resultados obtidos no presente estudo parecem não suportar a ação destes mecanismos após a aplicação dos protocolos seleccionados.

Kenrad, Stafilidis e Tilp (2017) estudaram as alterações musculares após alongamento, relatando que o alongamento causa diminuição da rigidez muscular ou tendinosa, que depende do tempo de alongamento estático. Entre 60 a 120 segundos, poderá causar alterações no tecido muscular, enquanto que um alongamento estático contínuo maior do que 10 minutos causará alterações no tecido tendinoso. Estas alterações poderão afetar a capacidade de resposta dos mecanorreceptores, e consequentemente a acuidade proprioceptiva do joelho poderá ser afetada.

Os protocolos que os participantes deste estudo realizaram estão compostos por séries de alongamentos de 60 segundos de duração, com 60 segundos de repouso intercalados, sendo no total 5 minutos de alongamento nos grupos de AE e AEV, e de 5 minutos de alongamento contínuo no grupo de CE. Nos grupos AE e AEV, o facto de serem aplicadas séries de 60 segundos, alternadas com períodos de repouso poderá justificar o porquê de não se verificarem alterações na acuidade proprioceptiva. No entanto, seria de esperar que os resultados do grupo CE fossem diferentes uma vez que o alongamento foi contínuo por 5 minutos.

Os resultados de Graffarinejad, Taghizadeh e Mohammadi (2007) no reposicionamento para 45° de flexão parecem estar de acordo com os mecanismos apresentados. Pensamos então na posição de alongamento dos participantes, no estudo de Graffarinejad, Taghizadeh e Mohammadi, onde foram realizados alongamentos passivos em que os participantes estavam em posição de decúbito ventral ou dorsal conforme o músculo que estivesse a ser alongado, sem necessidade de realizar qualquer tipo de contração muscular, mas no presente estudo, os participantes pertencentes aos grupos AE e AEV estavam na posição bípede, realizando o

alongamento ativo e com a localização do centro de gravidade alterado, além de que o grupo de AEV estava numa superfície pouco estável devido à vibração. Ou seja, o alongamento foi aplicado de forma diferente, envolvendo trabalho excêntrico dos músculos alongados, o que pode justificar as diferenças encontradas nos resultados dos estudos. O facto de se verificar uma ativação muscular contínua, no presente estudo, pode influenciar na quantidade de alongamento realizada, limitando assim a ação dos mecanismos anteriormente referidos.

Por outro lado, o alongamento estático da cadeia muscular, embora não conte com o componente de equilíbrio, parece não atuar na acuidade propriocetiva do joelho, pois este tipo de alongamento atua de um modo diferente ao AE local mais comumente utilizado, de forma passiva. No alongamento de cadeias musculares não só atuam os músculos, como também a fásia tem um importante papel, por isso este tipo de alongamento não pode ser comparado de modo direto com o alongamento estático. Devido à falta de estudos anteriores que relacionem o alongamento da cadeia posterior e a acuidade propriocetiva do joelho, não é possível realizar uma comparação com resultados anteriores. No entanto, tendo em conta a natureza contínua do alongamento, seriam de esperar alterações a nível da capacidade de resposta dos mecanorreceptores e mais estudos são necessários para compreender os resultados obtidos.

O estudo apresenta limitações, como por exemplo: o tamanho amostral, especialmente de cada grupo de estudo; e também o facto da demonstração da posição alvo (posicionamento) para a medição do SPA ter sido realizada de forma passiva, o que de acordo com Pickard, Sullivan, Allison e Singer (2003) deveria preferencialmente ser realizada de forma ativa, para ocorrer uma contração muscular prévia ao reposicionamento de forma a induzir uma maior precisão no SPA do joelho.

Conclusão

As técnicas de alongamento estudadas parecem não afetar de modo significativo a acuidade propriocetiva do joelho de modo imediato. Estes resultados sugerem que as mesmas poderão ser realizadas sem risco de alterar a acuidade propriocetiva previamente a práticas desportivas ou atividades que requeiram controlo neuromuscular. No entanto, mais estudos são necessários, com boa base metodológica, de forma a confirmar ou refutar os resultados obtidos nesta investigação.

Bibliografia

Bennell, K., Wee, E., Crossley, K., Stillman, B. e Hodges, P. (2005). Effects of experimentally-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals. *Journal of orthopaedic research*, 23(1), 46-53.

Busquet, L. (2005). *Las Cadenas Musculares: Lordosis, cifosis, escoliosis y deformidades torácicas*, 7ª edición ed. Barcelona, Editorial Paidotribo.

Busquet, L. (2001). *Las Cadenas Musculares: Miembros inferiores*, 4ª edición ed. Barcelona, Editorial Paidotribo.

Diez, E. (2014). La propiocepción como método de prevención de lesiones. Licenciatura. Universidad de León. Disponível em: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/4207/DIEZ%20GAL%C3%81N.pdf?sequence=1> [Acedido em 05 de março de 2019].

Clark, N. C., Akins, J. S., Heebner, N. R., Sell, T. C., Abt, J. P., Lovalekar, M. e Lephart, S. M. (2016). Reliability and measurement precision of concentric-to-isometric and eccentric-to-isometric knee active joint position sense tests in uninjured physically active adults. *Physical Therapy in Sport*, 18, 38-45.

Cossich, V., Mallrich, F., Titonelli, V., Sousa, E., Velasques, S. e Salles, J. (2014). Déficit proprioceptivo em indivíduos com ruptura unilateral do ligamento cruzado anterior após a avaliação ativa do senso de posição articular. *Evbrasortop*, (49)6, 607–661.

Dallas, G., Smirniotou, A., Tsiganos, G., Tsopani, D., Di Cagno, A. e Tsolakis, C. (2014). Acute effect of different stretching methods on flexibility and jumping performance in competitive artistic gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness*, 54(6), 683-690.

Feland, J., Hawks, M., Hopkins, J., Hunter, I., Johnson, A. e Eggett, D. (2010). Whole Body Vibration as an Adjunct to Static Stretching. *Int J Sports Med*, 31, 584-589.

Gear, W. S. (2011). Effect of different levels of localized muscle fatigue on knee position sense. *Journal of biomechanical engineering*, 131(11), 114501-1-5.

Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S. e Mohammadi, F. (2007). Effect of stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br J Sports Med*, 41(10), 684-687.

Hannah, R., Minshull, C. e Folland, J. (2013). Whole-body vibration does not influence knee joint neuromuscular function or proprioception. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(1), 96-104.

Herda, T., Ryan, E., Smith, A., Walter, A., Bembe, M., Stout, J. e Cramer, J. (2009). Acute effects of passive stretching vs vibration on the neuromuscular function of the plantar flexors. *Scand J Med Sci Sports*, 19, 703-713.

Hewett, T. E., Paterno, M. V. e Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and related research*, 402, 76-94.

Jenkins, J. e Beazell, J. (2010). Flexibility for Runners. *Clin Sports Med*, 29, 365-377.

Ju, Y., Wang, C. e Cheng, H. (2010). Effects of active fatiguing movement versus passive repetitive movement on knee proprioception. *Clinical Biomechanics*, 25(7), 708-712.

Konrad, A., Stafilidis, S. e Tilp, M. (2017). Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scand J Med Sci Sports*, 27, 1070-1080.

Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Røgind, H., Danneskiold-Samsøe, B. e Bliddal, H. (2005). Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *British journal of sports medicine*, 39(1), 43-46.

Laudani, L., Mira, J., Carlucci, F., Orlando, G., Menotti, F., Sacchetti, M., Giombini, A., Pigozzi, F. e Macaluso, A (2018). Whole body vibration of different frequencies inhibits H-reflex but does not affect voluntary activation. *Human Movement Science*, 62, 34-40.

Lin, H.-T., Chen, Y.-Y., Wang, D.-C., Chou, P.-H., Guo, L.-Y. e Wu, W.-L. (2014). The Acute Effect Of Training Frequencies And Number Of Sets Of Whole Body Vibration On Knee Joint Proprioception. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 14(3), 1450036-1-1450036-10.

Pickard, C. M., Sullivan, P. E., Allison, G. T. e Singer, K. P. (2003). Is there a difference in hip joint position sense between young and older groups? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(7), 631-635.

Pollock, R. D., Provan, S., Martin, F. C. e Newham, D. J. (2011). The effects of whole-body vibration on balance, joint position sense and cutaneous sensation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(12), 3069-3077.

- Rhea, M. R., Bunker, D., Marín, P. J. e Lunt, K. (2009). Effect of iTonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1677-1682.
- Ribeiro, F., Mota, J. e Oliveira, J. (2007). Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. *European journal of applied physiology*, 99(4), 379-385.
- Ribeiro, F. e Oliveira, J. (2008). Efeito da fadiga muscular local na propriocepção do joelho. *Fisioterapia em Movimento*, 21(2), 71-83.
- Saavedra M.P., Coronado Z.R., Chávez A.D., Díez G.M.P. (2003). Relación entre fuerza muscular y propiocepción de rodilla en sujetos asintomáticos. *Rev Mex Med Fis Rehab*, 15(1), 17-23.
- Salgado, E., Ribeiro, F. e Oliveira, J. (2015). Joint-position sense is altered by football preparticipation warm-up exercise and match induced fatigue. *The Knee*, 22(3), 243-248.
- Salles, J., Velasques, B., Cossich, V., Nicoliche, E., Ribeiro, P., Amaral, M. e Motta, G. (2015). Strength Training and Shoulder Proprioception. *Journal of Athletic Training*, 50(3), 277-280.
- Thacker, S., Gilchrist, J., Stroup, D. e Kimsey, D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature, *Med Sci Sports Exerc*, 36(3), 371-378.
- Tortora, G. e Derrickson, B. (2006). *Principios de Anatomía y Fisiología*. Editorial Médica Panamericana, S.A. de C.V., México DF.
- Walsh, G. (2017). Effect of static and dynamic muscle stretching as part of warm up procedures on knee joint proprioception and strength. *Human Movement Science*, 55, 189-195