



Escola Superior de Saúde

Fernando Pessoa

Licenciatura Em Fisioterapia

Projeto de Graduação

**Efeito do alongamento estático na proprioção do
ombro: estudo randomizado controlado**

Joana Filipa Rodrigues Sousa
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
39814@ufp.edu.pt

Joana Azevedo
Orientadora
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
jsazevedo@ufp.edu.pt

Porto, 29 de maio de 2023

Resumo

Objetivo: investigar se o alongamento estático (AE) tem efeitos agudos no senso de posição articular (SPA) da articulação do ombro. **Metodologia:** este estudo randomizado controlado apresentou um *design* em *crossover*, e englobou 17 praticantes de modalidades desportivas que envolviam o complexo articular do ombro (9 do sexo masculino e 8 do sexo feminino). Todos realizaram as 3 condições do estudo: controlo (repouso de 5 minutos), e AE de 30 ou 90 segundos de músculos em redor do ombro. O SPA foi avaliado antes e imediatamente após as condições, e testado por reposicionamento ativo para a amplitude de 110° de flexão, através de um sistema de câmara de vídeo, tendo sido estimado através dos erros angulares absolutos, relativos e variáveis. **Resultados:** apenas se verificou um aumento significativo nos erros angulares absolutos na condição de AE de 30 segundos entre a avaliação inicial e após a realização do AE ($p=0.015$). **Conclusão:** o AE tem efeitos agudos no SPA do ombro, aparentando ser prejudicial quando realizado por 30s, enquanto que parece ser inócua quando realizado por 90s em cada músculo.

Palavras-chave: Alongamento Estático; Senso de Posição Articular; Proprioceção; Ombro

Abstract

Purpose: to investigate whether static stretching (SS) has acute effects on joint position sense (JPS) of the shoulder joint. **Methodology:** this randomized controlled trial had a crossover design and included 17 practitioners of sports involving the shoulder joint complex (9 males and 8 females). All of them performed the 3 study conditions: control (5 minutes rest), and SS of 30 or 90 seconds of muscles around the shoulder. The JPS was assessed before and immediately after the conditions, and tested by active repositioning for the range of 110° of flexion, through a video camera system, being estimated through the absolute, relative and variable angular errors. **Results:** there was only a significant increase in the absolute angular errors in the condition of SS of 30s between the initial assessment and after the SS ($p=0.015$). **Conclusion:** SS seems to have acute effects on the shoulder JPS, appearing to be harmful when performed for 30s, but innocuous when performed for 90s on each muscle.

Keywords: Static Stretching; Joint Position Sense; Proprioception; Shoulder

1. Introdução

A proprioção diz respeito à capacidade de detetar a posição dos segmentos corporais no espaço, bem como a velocidade e força, sem o auxílio do sistema visual (Lephart et al., 1997).

A proprioção pode ser subdividida em 3 subcomponentes, sendo eles: o senso de posição articular (SPA), a cinestesia e a sensação de tensão muscular. Especificamente o SPA, diz respeito à capacidade de se compreender um ângulo de uma articulação e, depois de alterada a posição, ser capaz de ativa ou passivamente reproduzir o mesmo (Ager et al., 2017; Ager et al., 2020; Myers & Lephart, 2000).

Em atletas de desportos “*overhead*” e de lançamento, o complexo articular do ombro é o mais frequentemente lesado (Laudner & Sipes, 2009; Lin et al., 2018; Gharisia et al., 2021). Com efeito, a articulação do ombro tem uma grande mobilidade, apresentando por isso um elevado controlo sensoriomotor, sendo este considerado uma das principais defesas contra as lesões nesta articulação (Franklin & Wolpert, 2011; Lephart & Fu, 2000), uma vez que contribui para a estabilização ativa e padrões de movimento saudáveis do ombro (Ager et al., 2017; Erickson & Karduna, 2012). Com efeito, para além de dor, amplitude de movimento reduzida e perda de força, as lesões do ombro estão associadas a um SPA alterado (Koester et al., 2005; Lephart et al., 1994).

A proprioção no ombro é considerada complexa, dependendo de vários mecanorreceptores propriocetivos encontrados dentro da cápsula articular, ligamento coracoacromial, tendões e junções miotendinosas dos músculos da coifa dos rotadores (Diederichsen et al., 2002).

O alongamento é considerado um componente essencial do aquecimento em diferentes atividades desportivas, uma vez que o aumento da flexibilidade tem sido associado a uma amplitude de movimento superior e a uma incidência de lesões diminuída, sobretudo de lesões musculares (Behm et al., 2016; McHugh & Cosgrave, 2010; Rahman & Islam, 2020; Winchester et al., 2008). Especificamente o alongamento estático (AE), diz respeito ao alongamento de um músculo até à tolerância, mantendo depois a posição por um determinado período de tempo (Anderson & Burke, 1991; Opplert & Babault, 2018; Young & Behm, 2002).

A influência do AE por exemplo na força muscular do ombro tem sido estudada por diferentes investigadores, sendo reportado que alongamentos por períodos superiores a

60 segundos tendem a diminuir a força muscular (Çelik, 2017; Ferguson et al., 2013). No entanto, o seu efeito na propriocepção do ombro não foi ainda explorado.

Com efeito, a influência do AE na propriocepção foi anteriormente avaliada sobretudo em articulações do membro inferior, não havendo consenso entre as conclusões destas investigações (Ghaffarinejad et al., 2007; Larsen et al., 2005; Oskouei et al., 2021). Na articulação do joelho, Larsen et al. (2005) concluem que o AE não altera a acuidade proprioceptiva desta articulação. Já Ghaffarinejad et al. (2007) revelaram uma melhoria no SPA do joelho após o AE, enquanto que Oskouei et al. (2021) reportam um efeito negativo do AE sobre a acuidade proprioceptiva.

Relativamente à articulação do ombro, até à data, apenas o estudo de Björklund et al. (2006) investigou o efeito do alongamento muscular no SPA desta articulação, contudo, o tipo de alongamento utilizado consistiu em Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) do tipo contrair-relaxar. Este estudo verificou que o alongamento dos músculos agonistas e antagonistas não afetou a acuidade proprioceptiva do ombro. Tendo em conta que não existem então estudos acerca do efeito do AE na propriocepção do ombro, torna-se assim relevante a realização de estudos sobre o tema, e que inclusive testem diferentes tempos de AE.

Neste sentido, o objetivo deste estudo é investigar se o AE tem efeitos agudos no SPA da articulação do ombro.

2. Metodologia

Para dar resposta aos objetivos do estudo foi conduzido um estudo experimental, randomizado e controlado, com *design* em *crossover*.

2.1. Participantes, critérios de elegibilidade e desenho do estudo

A amostra para este estudo foi constituída por 17 estudantes da comunidade Fernando Pessoa, que se enquadrassem nos critérios de elegibilidade, tendo o estudo decorrido nas instalações do edifício da Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa.

Como critérios de inclusão foram considerados: estudantes universitários com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos, praticantes de modalidades desportivas que envolvessem o complexo articular do ombro (basquetebol, andebol, voleibol, natação,

paddle, rugby, etc) há pelo menos 3 meses e com amplitude de movimento de flexão da articulação glenoumeral completa.

Como critérios de exclusão foram considerados: historial de lesão do complexo articular do ombro nos últimos 6 meses, e testes de integridade articular do ombro positivos (gaveta anterior; *Fulcrum* test; *Jerk* test; e sinal do sulco).

A determinação de qual o membro superior dominante de cada um dos participantes foi realizado questionando-os acerca de qual membro superior utilizam para atirar uma bola (Voight et al., 1996).

O estudo teve um desenho em *crossover*, logo, todos os participantes realizaram as 3 condições do estudo de forma aleatória: duas condições experimentais, em que o SPA do ombro foi avaliado antes e imediatamente após AE com a duração de 30 segundos e 90 segundos; e uma condição de controlo, em que o SPA foi avaliado antes e após um período de repouso de 5 minutos.

2.2. Procedimentos Éticos

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa. Os voluntários do estudo foram informados dos objetivos e procedimentos envolvidos no mesmo e para poderem participar, tiveram de assinar o formulário de consentimento informado, declarando assim por escrito a sua aceitação de participação, sendo ressalvado que poderiam desistir a qualquer momento sem qualquer prejuízo pessoal, de acordo com a declaração de Helsínquia.

Foi assegurado aos participantes o anonimato e a confidencialidade sobre os dados recolhidos e garantido que os mesmos não seriam usados para outros fins que não esta investigação, e para tal, a cada participante foi atribuído um código numérico. Foi ainda assegurado o armazenamento dos dados de forma segura. Para tal, tanto os questionários de caracterização da amostra como os consentimentos informados foram guardados em envelopes fechados e separados. Para além disso, foi esclarecido que o armazenamento de todos os dados no computador seria realizado igualmente em pastas identificadas apenas com o código numérico do participante. Após análise dos vídeos dos procedimentos envolvidos no estudo em *software* próprio, estes foram eliminados.

2.3. Material e Instrumentos

Para avaliação do peso e da altura foram utilizados uma balança e um estadiómetro.

Para a avaliação do SPA foi utilizada um sistema de videocâmara montado num tripé, para analisar o movimento e angulação articulares recorrendo a marcadores. Para dar a referência da posição-alvo foi utilizado um goniómetro. Para eliminar a informação visual, foi utilizada uma venda durante a avaliação do SPA.

Para identificar potenciais critérios de exclusão, os participantes preencheram um questionário de caracterização da amostra.

2.4. Procedimentos metodológicos

Para participarem no estudo, os voluntários iniciaram por declarar por escrito a sua aceitação de participação através do formulário de consentimento informado.

Posteriormente, os participantes preencheram um questionário de caracterização da amostra para identificação da presença de algum critério de exclusão, avaliação dos testes de integridade articular do ombro (gaveta anterior; *Fulcrum* test; *Jerk* test; e sinal do sulco), avaliação da amplitude de movimento da glenoumeral, determinação do membro superior dominante e avaliação do peso, altura e índice de massa corporal (IMC).

Como referido anteriormente, todos os participantes realizaram as 3 condições do estudo de forma aleatória, com intervalo de 1 semana entre elas (Busch et al., 2021):

- Condição 1 (AE_30s): avaliação do SPA do ombro antes e imediatamente após AE de 30 segundos (Souza et al., 2013; Busch et al., 2021);
- Condição 2 (AE_90s): avaliação do SPA do ombro antes e imediatamente após AE de 90 segundos (Çelik, 2017);
- Condição 3 (Controlo - CON): avaliação do SPA do ombro antes e imediatamente após um período de repouso de 5 minutos.

A descrição do desenho do estudo pode ser demonstrada na figura 1:

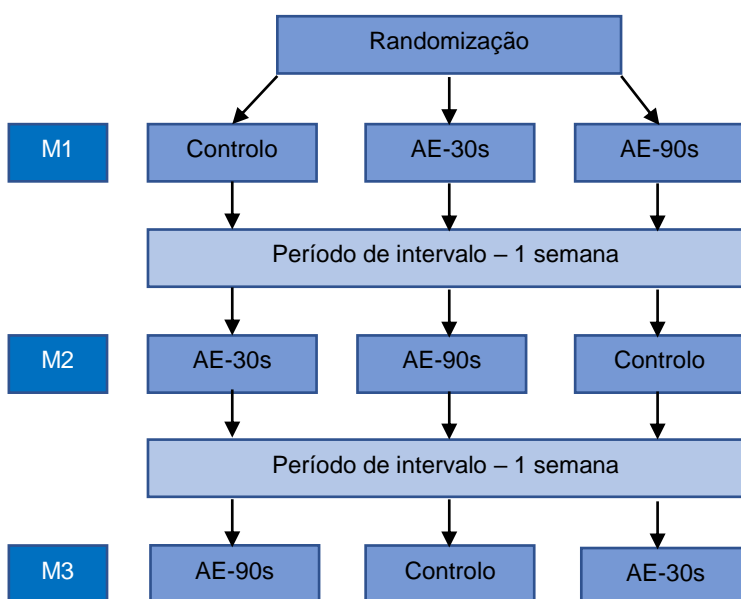


Figura 1: Descrição do desenho do estudo.

Para a avaliação do SPA do ombro antes e imediatamente após as condições de AE ou Controlo, foi considerada a amplitude de teste de 110° de flexão (Ramos et al., 2019), definida por um goniómetro, tendo todo o procedimento sido realizado no membro superior dominante.

O membro superior foi passivamente levado para a amplitude de teste e foi solicitado ao participante que ativamente mantivesse essa posição por 5 segundos e, após esse tempo voltasse à posição inicial (0°), e imediatamente após reposicionasse tentando reproduzir a posição, mantendo igualmente a mesma durante 5 segundos (Glendon & Hood, 2016). Todos os participantes realizaram 3 tentativas de reposicionamento (Vafadar et al., 2015; Ramos et al., 2019).

Todo este procedimento foi filmado através de um sistema de videocâmara montado num tripé, e a uma distância que garantisse que os segmentos envolvidos estivessem contidos dentro do campo de visão. Para posterior análise dos ângulos articulares, recorreu-se à colocação de marcadores construídos especificamente para esta investigação, fixados à pele dos participantes com fita cola de dupla face nos seguintes locais: acrómio, epicôndilo lateral do úmero e grande trocânter do fémur. A análise por vídeo foi posteriormente realizada no *software Kinovea*, no qual se analisaram os últimos 3 segundos de cada posicionamento/reposicionamento, para assim se calcularem os respetivos erros de reposicionamento.

Para o cálculo dos erros, foram então utilizados 3 tipos de erros, após se calcular a média dos valores obtidos nas 3 tentativas, nomeadamente:

- o Erro Angular Absoluto (EAA), que diz respeito ao valor absoluto da diferença entre o valor da amplitude alvo e a amplitude alcançada (Bennell et al., 2005);
- o Erro Angular Relativo (EAR), definido como a diferença aritmética entre o valor da amplitude alvo e a amplitude alcançada pelo indivíduo (valores negativos são indicativos de uma sobrestimação da amplitude alvo, enquanto que valores positivos indicam uma subestimação da mesma) (Bennell et al., 2005);
- o Erro Angular Variável (EAV), definido como o desvio padrão dos 3 reposicionamentos (Olsson et al., 2004).

Relativamente ao protocolo de AE, foram realizados os seguintes alongamentos seguindo as indicações de Busch et al. (2021), encontrando-se a ilustração dos mesmos na Figura 2:

- (A) alongamento para extensão do ombro – realizar extensão da glenoumeral com o braço apoiado na porta;
- (B) *doorway stretch* – realizar abdução do ombro a 90° e cotovelo em flexão e encostar a uma porta;
- (C) alongamento para flexão do ombro – colocar os braços apoiados acima da cabeça contra uma parede;
- (D) *cross body stretch* – fazer adução horizontal de um dos braços e com o outro ajudar a alongar;
- (E) *overhead triceps* - fazer flexão do ombro com o cotovelo fletido por trás da cabeça e com o outro braço segurar no cotovelo;
- (F) rotação interna a 90° - com ambos os braços fletidos a cerca de 90°, e apoiados um no outro, realizar o movimento de rotação interna.

O alongamento dos referidos músculos teve a duração inerente à condição a decorrer (30 segundos ou 90 segundos) e foi igualmente realizado no membro superior dominante.

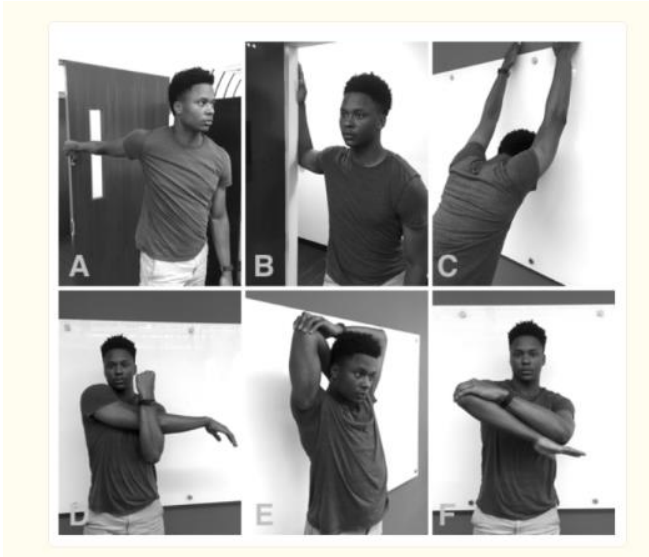


Figura 2: Descrição do protocolo de AE a realizar (Busch et al., 2021)

2.5. Procedimentos Estatísticos

A análise dos dados foi efetuada com o software de análise estatística *IBM SPSS v.26* para *Windows*, considerando um nível de significância de 5%. Uma nova variável foi calculada (Dif), através da diferença no erro absoluto, relativo ou variável entre o momento após e antes as intervenções/controlo (avaliação após - avaliação antes). Procedeu-se à análise descritiva das variáveis do estudo, estando estas descritas em Mediana e Amplitude Interquartil (Med; AIQ). A normalidade da distribuição das variáveis foi testada através do teste *Shapiro-Wilk*. Tendo-se verificado que não seguiam uma distribuição normal, foram então realizados testes não paramétricos. O teste de *Wilcoxon* foi utilizado para a comparação intragrupos no que diz respeito a alterações nos erros angulares absolutos, relativos e variáveis entre o antes e após as intervenções de AE ou controlo. O teste de *Friedman* foi utilizado para a comparação intergrupos de forma a verificar a existência de diferenças entre as condições nas avaliações antes e após as intervenções de AE ou controlo.

Resultados

Caracterização da amostra

A amostra consistiu em 17 atletas (9 do sexo masculino e 8 do sexo feminino), com mediana e amplitude interquartil de 22; 2 anos e IMC de 24,2; 3.9 kg/m². Os 17 atletas completaram as 3 condições do estudo, tendo todos eles apresentado como membro superior dominante o direito. Dos 17 participantes, 5 deles eram praticantes de andebol (29.4%), 3 de paddle (17.6%), 3 de basquetebol (17.6%), 3 de natação (17.6%), 2 de voleibol (11.8%) e 1 de rugby (5.9%).

Influência do alongamento estático

Nas tabelas 1, 2 e 3 encontram-se descritos os resultados relativamente à comparação intra e intergrupos no que diz respeito, respetivamente, aos erros angulares absolutos, relativos e variáveis. É possível verificar que apenas se verificaram alterações significativas nos erros angulares absolutos, tendo a condição de AE30s registado um aumento significativo do erro entre a avaliação inicial e após a realização do AE ($p=0.015$). No entanto, é de notar que não se verificaram diferenças entre as condições na avaliação após ($p=0.874$). Relativamente aos erros angulares relativos, nenhuma alteração significativa foi registada ($p>0.05$). Ainda assim, é possível verificar uma tendência à sobrestimação da amplitude de teste, representada pelos valores negativos apresentados. Finalmente, a consistência entre os 3 reposicionamentos também não sofreu alterações entre a avaliação inicial e após as intervenções de AE ou controlo, visto que os erros angulares variáveis não se alteraram significativamente ($p>0.05$).

Tabela 1: Comparação intra e intergrupos nos erros angulares absolutos.

Grupo	Antes	Após	<i>P</i>	<i>Dif</i>
	Me; AIQ	Me; AIQ		Me; AIQ
Controlo	3.1; 3.6	3.2; 4.4	0.868	0.7; 3.8
AE30s	1.5; 2.1	3.9; 2.8	0.015*	2.2; 3.4
AE90s	3.8; 3.3	3.6; 5.8	0.925	-0.9; 6.2
<i>p</i>	0.308	0.874		0.197

* $p<0.05$

Tabela 2: Comparação intra e intergrupos nos erros angulares relativos.

Grupo	Antes	Após	P	Dif
	Me; AIQ	Me; AIQ		Me; AIQ
Controlo	-0.6; 5.7	-0.7; 4.8	0.569	1.3; 6.4
AE30s	-0.1; 2.8	-0.7; 7.8	0.379	-2.2; 6.1
AE90s	-2.3; 8.4	-0.7; 7.7	0.570	1.7; 7.8
p	0.901	0.753		0.291

* $p < 0.05$ **Tabela 3:** Comparação intra e intergrupos nos erros angulares variáveis.

Grupo	Antes	Após	P	Dif
	Me; AIQ	Me; AIQ		Me; AIQ
Controlo	2.6; 2.0	1.4; 1.0	0.056	-0.5; 2.2
AE30s	1.9; 0.8	1.5; 1.0	0.055	-0.9; 1.6
AE90s	1.9; 1.8	1.9; 1.8	0.962	-0.1; 1.6
p	1.000	0.080		0.662

* $p < 0.05$

Discussão

O presente estudo teve como objetivo investigar se o AE tem efeitos agudos no SPA da articulação do ombro. De acordo com Björklund et al. (2001), o alongamento pode influenciar os mecanoreceptores musculares, devido às propriedades tixotrópicas dos fusos musculares o que, por sua vez, pode levar a alterações no *input* proprioceptivo (Proske et al., 1993). Proske et al. (2000) referem também que o alongamento pode melhorar o *input* proprioceptivo dos receptores musculares. Isto pode dever-se ao facto de existir um ajuste na sensibilidade posicional destes receptores, ajustando principalmente o componente elástico do músculo. Apesar desta evidência, os resultados do presente estudo revelaram que apenas o AE realizado por 30s influenciou o SPA do ombro, tendo no entanto, e contraditoriamente à evidência anterior, levado a um aumento significativo dos erros angulares absolutos, tendo por isso, afetado negativamente a acuidade proprioceptiva do ombro.

Até à data, apenas o estudo de Björklund et al. (2006) realizou uma investigação que avaliasse o efeito agudo de um tipo de alongamento no SPA do ombro de indivíduos

saudáveis e de ambos os sexos. Contudo, o alongamento realizado não foi AE, e sim do tipo PNF contrair-relaxar de músculos agonistas (bicípites braquiais, deltóide anterior coracobraquial e grande peitoral) e antagonistas (deltóide posterior). Os autores não reportaram nenhum efeito agudo deste alongamento no SPA do ombro, não indo por isso, de encontro aos resultados verificados no presente estudo.

Várias diferenças podem então ser apontadas entre o estudo de Björklund et al. (2006) e o presente estudo. Desde já, conforme referido, o tipo de alongamento, o que dificulta a comparação entre eles, sendo possível que diferentes tipos de alongamento possam influenciar também de diferentes formas os mecanorreceptores responsáveis pela acuidade propriocetiva do ombro. Em segundo lugar, o protocolo de avaliação do SPA do ombro foi também distinto. Björklund et al. (2006) testa o SPA no plano sagital, tendo os participantes de reproduzir duas amplitudes-alvo de 15° e 30° de adução horizontal do ombro. Pelo contrário, o presente estudo avaliou a capacidade de reposicionamento no plano frontal para flexão, tendo como amplitude-alvo os 110° de flexão. Ambos os estudos tiveram um *design* em *cross-over*, sendo importante de referir que Björklund et al. (2006) reportou um tempo médio entre as ocasiões de avaliação de 7.2 dias, com um mínimo de 2 dias, o que introduziu maior variabilidade, enquanto que o presente estudo definiu um período entre a avaliação da condição seguinte de 7 dias.

Especificamente sobre os efeitos agudos do AE no SPA, diferentes estudos debruçaram-se sobre a articulação do joelho. Larsen et al. (2005) realizou um protocolo de AE do quadríceps e isquiotibiais realizado 3 vezes por 30s, com descanso de 30s entre repetições, não tendo reportado efeitos no SPA do joelho de indivíduos saudáveis, envolvidos em desportos de elite ou fisicamente ativos. Estes resultados não são portanto congruentes com os encontrados no presente estudo relativamente à articulação do ombro.

Pelo contrário, Ghaffarinejad et al. (2007) revelou que a precisão do SPA do joelho melhorou significativamente após um protocolo de AE do quadríceps, dos isquiotibiais e dos adutores, com um período de AE semelhante ao de Larsen et al. (2004), ou seja, realizado 3 vezes por 30s, igualmente seguidos de descanso de 30s. Estes resultados foram verificados apenas na avaliação da capacidade de reposicionamento para uma amplitude intermédia da flexão do joelho (45°), onde predomina a ativação dos mecanorreceptores musculares, enquanto que não se verificaram alterações na avaliação conduzida para uma amplitude-alvo extrema (20°), onde estão mais ativos os

mecanorreceptores articulares similarmente responsáveis pelo *input* proprioceptivo (Olsson et al., 2004). Estes resultados sugerem assim que o AE influenciou mais a atividade dos mecanorreceptores musculares do que dos articulares.

Várias limitações podem ser apontadas ao presente estudo. Em primeiro lugar, o tamanho amostral, sendo possível que um maior número de participantes pudesse ter produzido resultados mais robustos. Em segundo lugar, o facto de terem sido avaliados apenas os efeitos agudos do AE. Em terceiro lugar, o instrumento utilizado para avaliação do SPA, que apesar de amplamente utilizado em estudos de avaliação do SPA, não é considerado o *gold-standard*.

Conclusão

Os resultados do presente estudo sugerem que o AE tem efeitos agudos no SPA do ombro, aparentando ser prejudicial quando realizado por 30s, enquanto que parece ser inócuo quando realizado por 90s em cada músculo.

Para estudos futuros, recomenda-se a realização de mais estudos para confirmar ou refutar os resultados obtidos, com amostras mais representativas, e que avaliem também se os efeitos do AE se prolongam ou não no tempo.

Bibliografia

Ager, A. L., Borms, D., Deschepper, L., Dhooghe, R., Dijkhuis, J., Roy, J. S., & Cools, A. (2020). Proprioception: How is it affected by shoulder pain? A systematic review. *Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists*, 33(4), 507–516. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2019.06.002>

Ager, A. L., Roy, J. S., Roos, M., Belley, A. F., Cools, A., & Hébert, L. J. (2017). Shoulder proprioception: How is it measured and is it reliable? A systematic review. *Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists*, 30(2), 221–231. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.05.003>

Anderson, B., & Burke, E. R. (1991). Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clinics in sports medicine*, 10(1), 63–86. PMID: 2015647.

- Behm, D. G., Blazevich, 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 = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, *41*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235>
- Bennell, K., Wee, E., Crossley, K., Stillman, B., & Hodges, P. (2005). Effects of experimentally-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, *23*(1), 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2004.06.008>
- Björklund, M., Djupsjöbacka, M., & Crenshaw, A. G. (2006). Acute muscle stretching and shoulder position sense. *Journal of athletic training*, *41*(3), 270–274. PMID: 17043694; PMCID: PMC1569556.
- Björklund, M., Hamberg, J., & Crenshaw, A. G. (2001). Sensory adaptation after a 2-week stretching regimen of the rectus femoris muscle. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *82*(9), 1245–1250. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.24224>
- Busch, A. M., Browstein, J., & Ulm, R. (2021). Comparison of the Effects of Static-Stretching and Tubing Exercises on Acute Shoulder Range of Motion in Collegiate Baseball Players. *International journal of sports physical therapy*, *16*(1), 207–215. <https://doi.org/10.26603/001c.18862>
- Çelik, A. (2017). Acute effects of cyclic versus static stretching on shoulder flexibility, strength, and spike speed in volleyball players. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, *63*(2), 124–132. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2017.198>
- Diederichsen, L., Krogsgaard, M., Voigt, M., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Shoulder reflexes. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, *12*(3), 183–191. [https://doi.org/10.1016/s1050-6411\(02\)00019-6](https://doi.org/10.1016/s1050-6411(02)00019-6)
- Erickson, R. I., & Karduna, A. R. (2012). Three-dimensional repositioning tasks show differences in joint position sense between active and passive shoulder motion. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, *30*(5), 787–792. <https://doi.org/10.1002/jor.22007>

- Ferguson, S. L., Kim, E., Seo, D. I., & Bembem, M. G. (2013). Comparing the effects of 3 weeks of upper-body vibration training, vibration and stretching, and stretching alone on shoulder flexibility in college-aged men. *Journal of strength and conditioning research*, 27(12), 3329–3334. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828f27af>
- Franklin, D. W., & Wolpert, D. M. (2011). Computational mechanisms of sensorimotor control. *Neuron*, 72(3), 425–442. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.10.006>
- Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S., & Mohammadi, F. (2007). Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *British journal of sports medicine*, 41(10), 684–687. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032425>
- Gharisia, O., Lohman, E., Daher, N., Eldridge, A., Shalan, A., & Jaber, H. (2021). Effect of a novel stretching technique on shoulder range of motion in overhead athletes with glenohumeral internal rotation deficits: a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 22(1), 402. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04292-8>
- Glendon, K., & Hood, V. (2016). Upper limb joint position sense during shoulder flexion in healthy individuals: a pilot study to develop a new assessment method. *Shoulder & elbow*, 8(1), 54–60. <https://doi.org/10.1177/1758573215603916>
- Gliga, A. C., Neagu, N. E., Popoviciu, H. V., & Bataga, T. (2022). Effects of Adding Aquatic-to-Land-Based Physiotherapy Programs for Shoulder Joint Position Sense Rehabilitation. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(2), 332. <https://doi.org/10.3390/healthcare10020332>
- Koester, M. C., George, M. S., & Kuhn, J. E. (2005). Shoulder impingement syndrome. *The American journal of medicine*, 118(5), 452–455. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2005.01.040>
- Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Røgind, H., Danneskiold-Samsøe, B., & 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. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.011056>
- Laudner, K., & Sipes, R. (2009). The Incidence of Shoulder Injury among Collegiate Overhead Athletes. *Journal of Intercollegiate Sport*, 2(2), 260–268. <https://doi.org/10.1123/jis.2.2.260>

- Lephart, S. M., & Fu, F. H. (2000). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraldo, J. L., & Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine*, 25(1), 130–137. <https://doi.org/10.1177/036354659702500126>
- Lephart, S. M., Warner, J. J., Borsa, P. A., & Fu, F. H. (1994). Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, and surgically repaired shoulders. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 3(6), 371–380. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(09\)80022-0](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(09)80022-0)
- Lin, D. J., Wong, T. T., & Kazam, J. K. (2018). Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology*, 286(2), 370–387. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017170481>
- McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(2), 169–181. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x>
- Myers, J. B., & Lephart, S. M. (2000). The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *Journal of athletic training*, 35(3), 351–363. PMID: 16558648; PMCID: PMC1323397.
- Olsson, L., Lund, H., Henriksen, M., Rogind, H., Bliddal, H., & Danneskiold-Samsøe, B. (2004). Test–retest reliability of a knee joint position sense measurement method in sitting and prone position. *Advances in Physiotherapy*, 6(1), 37–47. <https://doi.org/10.1080/14038190310009894>
- Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(2), 299–325. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0797-9>
- Oskouei, S. T., Abazari, R., Kahjoogh, M. A., Goljaryan, S., & Zohrabi, S. (2021). The effect of static stretching of agonist and antagonist muscles on knee joint position sense. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 28(10), 1–10. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2020.0043>

Proske, U., Morgan, D. L., & Gregory, J. E. (1993). Thixotropy in skeletal muscle and in muscle spindles: a review. *Progress in neurobiology*, *41*(6), 705–721. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(93\)90032-n](https://doi.org/10.1016/0301-0082(93)90032-n)

Proske, U., Wise, A. K., & Gregory, J. E. (2000). The role of muscle receptors in the detection of movements. *Progress in neurobiology*, *60*(1), 85–96. [https://doi.org/10.1016/s0301-0082\(99\)00022-2](https://doi.org/10.1016/s0301-0082(99)00022-2)

Rahman, M. H., & Islam, M. S. (2020). Stretching and flexibility: A range of motion for games and sports. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, *6*(8), 22–36. <http://dx.doi.org/10.46827/ejpe.v6i8.3380>

Ramos, M. M., Carnaz, L., Mattiello, S. M., Karduna, A. R., & Zanca, G. G. (2019). Shoulder and elbow joint position sense assessment using a mobile app in subjects with and without shoulder pain - between-days reliability. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, *37*, 157–163. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.016>

Souza, A. C., Bentes, C. M., de Salles, B. F., Reis, V. M., Alves, J. V., Miranda, H., & Novaes, J.daS. (2013). Influence of inter-set stretching on strength, flexibility and hormonal adaptations. *Journal of human kinetics*, *36*, 127–135. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0013>

Vafadar, A. K., Côté, J. N., & Archambault, P. S. (2015). Sex differences in the shoulder joint position sense acuity: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, *16*, 273. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0731-y>

Voight, M. L., Hardin, J. A., Blackburn, T. A., Tippett, S., & Canner, G. C. (1996). The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, *23*(6), 348–352. <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.23.6.348>

Winchester, J. B., Nelson, A. G., Landin, D., Young, M. A., & Schexnayder, I. C. (2008). Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *Journal of strength and conditioning research*, *22*(1), 13–19. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815ef202>

Young, W. B., & Behm D. G. (2002). O alongamento estático deve ser usado durante um aquecimento para atividades de força e potência? *Força Cond J.*, *24*, 33–37.