



Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia

Projeto de graduação

**Efeito do alongamento no senso de posição articular do
joelho: revisão bibliográfica**

André Santos

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

39806@ufp.edu.pt

Joana Santos Azevedo

Orientadora

Escola Superior de Saúde – UFP

jsazevedo@ufp.edu.pt

Porto, 29 de maio de 2023

Resumo

Objetivo: resumir a evidência acerca do efeito de diferentes tipos de alongamento no senso de posição articular (SPA) do joelho de indivíduos saudáveis. **Metodologia:** Pesquisa computadorizada nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science* e *EBSCO (Academic Search Complete, CINAHL Plus with Full Text, SPORTDiscus with Full Text e MEDLINE with Full Text)*, assim como no motor de busca *Google Scholar*, considerando a expressão: “*stretching*” AND (“*joint position sense*” OR “*reposition**”) AND “*knee*”. **Resultados:** 7 estudos cumpriram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na revisão, apresentando resultados para um total de 169 indivíduos. **Conclusão:** A evidência sugere que protocolos com várias repetições de alongamento estático (AE) de curta duração (até 30 segundos) não afetam o SPA do joelho, enquanto que AE contínuos de maior duração parecem melhorar o mesmo. Relativamente ao alongamento dinâmico, a evidência sugere uma melhoria do SPA do joelho, enquanto o alongamento de PNF do tipo suste-relaxar parece não ter influência.

Palavras-chave: alongamento; senso de posição articular; joelho

Abstract

Aim: to summarize the evidence regarding the effect of different types of stretching on the knee joint position sense (JPS) of healthy individuals. **Methodology:** Computerized search in Pubmed, Web of Science and EBSCO databases (Academic Search Complete, CINAHL Plus with Full Text, SPORTDiscus with Full Text and MEDLINE with Full Text), as well as in the Google Scholar search engine, considering the expression: “*stretching*” AND (“*joint position sense*” OR “*reposition**”) AND “*knee*”. **Results:** 7 studies met the eligibility criteria and were included in the review, presenting results for a total of 169 individuals. **Conclusion:** Evidence suggests that protocols with multiple repetitions of short duration of static stretching (SS) (up to 30 seconds) do not affect knee JPS, while continuous SS of longer durations seem to improve it. Regarding dynamic stretching, evidence suggests an improvement in knee JPS, whereas hold-relax PNF stretching appears to have no influence.

Key-words: stretching; joint position sense; knee

1. Introdução

A proprioção diz respeito à percepção da posição e movimento dos segmentos do corpo em relação aos segmentos vizinhos (Mandelbaum et al., 2005; Ogard, 2011), resultando da informação aferente que surge dos mecanorreceptores propriocetivos, que se encontram nos músculos, tendões, ligamentos e cápsulas articulares (Lephart & Riemann, 2002).

A proprioção engloba três submodalidades: o senso de posição articular (SPA), a cinestesia e a sensação de tensão muscular (Lephart & Riemann, 2002). Especificamente o SPA, é definido como a consciência da posição articular e representa a capacidade de identificar e reproduzir um ângulo de uma articulação de forma ativa ou passiva, após o membro ter sido movido, sem o auxílio da visão (Hiemstra et al., 2001).

O SPA é mediado por diferentes mecanorreceptores: cutâneos (Terminações de Ruffini, Células de Merkel e Corpúsculos de Meissner e de Paccini) com uma contribuição mínima na acuidade propriocetiva; articulares (terminações de Ruffini, de Golgi, de Paccini e terminações livres); e musculares (Fusos Neuromusculares e Órgãos Tendinosos de Golgi) (Burke & Gandevia, 1992; Craig & Rollman, 1999; Lephart, Pincivero & Rozzi, 1998; Mohammadi & Roozdar, 2010). Segundo Olsson et al. (2004), os mecanorreceptores musculares responsáveis pela mediação do SPA do joelho estão mais ativos em amplitudes intermédias da flexão do joelho, enquanto que os receptores articulares são mais ativos perto do limite da amplitude de movimento.

O alongamento é considerado um componente essencial de um aquecimento em diferentes modalidades desportivas, podendo-se apontar diferentes tipos de alongamento: estático, dinâmico e a facilitação neuromuscular propriocetiva (PNF) (Young & Behm 2002).

Relativamente ao alongamento estático (AE), este demonstrou em estudos anteriores aumentar a amplitude de movimento (Harvey et al. 2002; Paradisis et al., 2014; Power et al., 2004); diminuir ou mesmo prevenir lesões (Woods et al., 2007) e a sensação retardada de desconforto muscular e fadiga muscular (Shleip, 2003; Taylor et al., 1997). Pelo contrário, parece reduzir a performance quando realizada antes do exercício (Ullman et al., 2021). Segundo Young & Behm (2002), pode provocar um decréscimo de 5% a 30% na força produzida, sobretudo se o alongamento por grupo muscular exceder os 60 segundos (Chaabene et al., 2019).

Já o alongamento dinâmico (AD) envolve um movimento controlado através da amplitude de movimentos ativos de uma determinada articulação (Fletcher, 2010). O AD tem demonstrado melhorar a força muscular (Sekir et al., 2010), *sprint* (Haddad et al., 2014) e o desempenho no salto (Haddad et al., 2014; Ryan et al., 2014). O AD tem vindo a substituir o AE nos aquecimentos em atletas, pois demonstra uma maior atividade muscular após o mesmo (Amiri-Khorasani & Kellis, 2013), devido possivelmente, à potenciação dos grupos musculares alongados provocado pelo movimento ativo.

O PNF é considerado uma das técnicas mais eficazes do alongamento para melhorar a amplitude de movimento, nomeadamente a curto prazo (Sherman, Cresswell & Riek, 2006). Existem três técnicas de PNF: suster-relaxar, contrair-relaxar e contrair-relaxar com contração do músculo antagonista (Youdas et al., 2010).

Apesar de o AE, o AD e o PNF serem amplamente estudados relativamente à sua influência em diferentes parâmetros, até à data, não existe nenhuma revisão sistemática publicada especificamente sobre o seu efeito no SPA da articulação do joelho. Neste sentido, o presente estudo terá como objetivo resumir a evidência acerca do efeito de diferentes tipos de alongamento no SPA do joelho de indivíduos saudáveis.

2. Metodologia

Esta revisão foi conduzida com base nas diretrizes atualizadas da *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) (Page et al., 2021).

A estratégia PICO (população (P), intervenção (I), comparação (C) e *outcomes* (O)) foi utilizada para definir os componentes da pesquisa: sendo o (P) de indivíduos saudáveis, praticantes ou não de desporto; (I) de alongamento (estático, dinâmico ou PNF); (C) sem restrições; e (O) SPA do joelho.

Para realizar esta revisão foi realizada uma pesquisa computadorizada desde o início até ao dia 5 de abril de 2023, nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science* e *EBSCO (Academic Search Complete, CINAHL Plus with Full Text, SPORTDiscus with Full Text e MEDLINE with Full Text)* de forma a encontrar estudos que avaliassem o efeito de diferentes tipos de alongamento no SPA do joelho. Adicionalmente, foram analisados os primeiros 300 resultados do motor de busca *Google Scholar* de forma a encontrar literatura relevante, cinzenta e publicada, que não surgisse nas bases de dados referidas (Haddaway et al.,

2015). A expressão de pesquisa considerada foi então: “*stretching*” AND (“*joint position sense*” OR “*reposition**”) AND “*knee*”.

Foram considerados como critérios de inclusão: estudos em que tenha sido aplicado algum tipo de alongamento (estático, dinâmico ou PNF) e onde tenha sido verificado o seu efeito no SPA do joelho; estudos conduzidos em indivíduos saudáveis, praticantes ou não de desporto; e escritos na língua inglesa, portuguesa, espanhola, italiana ou francesa. Quanto a critérios de exclusão, foram considerados: estudos não relacionados com o tema da pesquisa; estudos de caso; livros; estudos de revisão; artigos de conferências; protocolos para estudos; realizados em indivíduos com patologias músculo-esqueléticas ou neurológicas; que não apresentassem a descrição do protocolo de alongamento ou de avaliação do SPA do joelho; e sem acesso ao texto integral.

Os estudos foram identificados por meio de pesquisa nas bases de dados e motor de busca (Identificação) no qual foram removidos os duplicados e depois examinados os títulos e resumos. Com base nos critérios de elegibilidade, os estudos irrelevantes foram excluídos (Triagem). Os textos completos dos estudos relevantes foram analisados para elegibilidade, e todos os que cumpriam os critérios foram incluídos na revisão (Inclusão).

O risco de viés dos estudos incluídos foi avaliado com a ferramenta de risco de viés da *Cochrane Collaboration* para estudos randomizados. Esta é uma ferramenta qualitativa, que é dividida em domínios (viés de seleção, de desempenho, de deteção, de atrito, registo de viés e outros vieses), aos quais são atribuídos um risco baixo, alto ou pouco claro de viés, de acordo com o que é relatado em cada um dos estudos (Higgins et al., 2011).

3. Resultados

Um total de 394 estudos foram identificados e, após a remoção de duplicados, 313 estudos foram identificados. Durante o processo de triagem, 303 publicações foram excluídas por não estarem relacionadas com o tema da pesquisa. Dez estudos foram então sujeitos a análise, tendo 3 deles sido excluídos (1 por estar em idioma persa e 2 por não haver acesso ao texto integral). Finalmente, 7 estudos cumpriram todos os critérios de elegibilidade e foram incluídos na revisão. O processo de seleção encontra-se resumido na Figura 1.

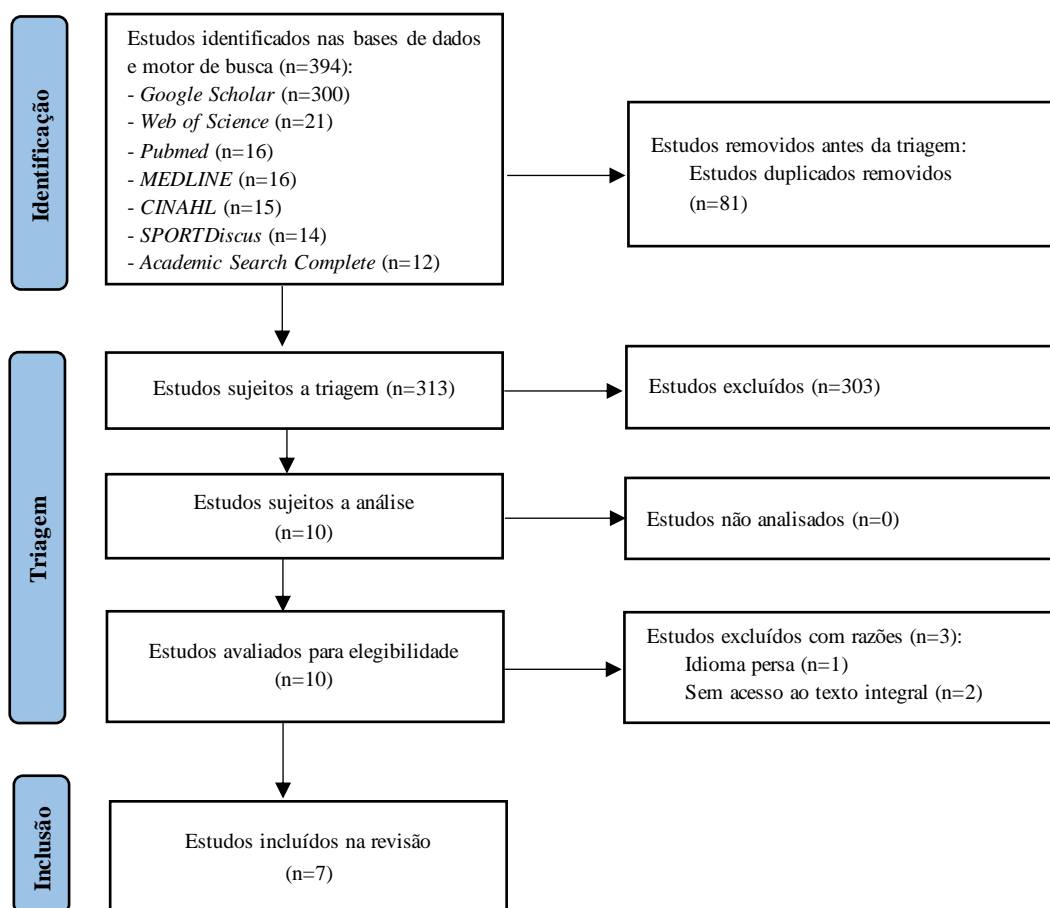


Figura 1: Fluxograma de PRISMA representativo do processo de seleção da literatura.

A avaliação detalhada do risco de viés dos estudos incluídos de acordo com a ferramenta da *Cochrane Collaboration* está descrita na Tabela 1. Cada domínio foi classificado como baixo risco (verde), alto risco (vermelho) ou risco pouco claro (amarelo).

Tabela 1: Avaliação do risco de viés dos estudos incluídos.

Autor (ano)	Viés de Seleção	Viés de Desempenho	Viés de Detecção	Viés de atrito	Registo de viés	Outros vieses
Aslan, Suprak & Juan (2018)	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde
Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi (2007)	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
Larsen et al. (2005)	Amarelo	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
Moradi et al. (2014)	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Vermelho
Pradeep, Solomen & Aaron (2016)	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
Torres, Duarte & Cabri (2012)	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde
Walsh (2017)	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Vermelho

Descrição dos estudos

Os 7 estudos incluídos apresentam um total de 169 participantes, com o tamanho da amostra a variar de 10 (Walsh, 2017) a 39 participantes (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007). Destes, 123 constituem participantes do sexo masculino e 46 do sexo feminino.

Em relação à prática desportiva, 1 estudo foi conduzido em jogadores de futebol (Moradi et al., 2014), 1 outro estudo em jogadores de futebol, rugby e ténis (Walsh, 2017), enquanto que 3 estudos consideraram participantes não praticantes de desporto (Aslan, Suprak & Juan, 2018; Pradeep, Solomen & Aaron, 2016; Torres, Duarte & Cabri, 2012). O estudo de Larsen et al. (2005) incluiu participantes que praticavam desporto de elite, e outros que realizavam atividade física regularmente. Por fim, o estudo de Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi (2007) incluiu apenas participantes que realizavam atividade física com regularidade.

Quanto aos tipos de alongamento, o AE foi considerado em 5 estudos (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007; Larsen et al., 2005; Moradi et al., 2014; Torres, Duarte & Cabri, 2012; Walsh, 2017); o AD em 3 estudos (Aslan, Suprak & Juan, 2018; Pradeep, Solomen & Aaron, 2016; Walsh, 2017); e o PNF em 1 estudo (Aslan, Suprak & Juan, 2018).

Relativamente à avaliação do SPA do joelho, 5 estudos utilizaram o erro absoluto, referente à magnitude do erro em valores absolutos, sem ter em conta a direção (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007; Moradi et al., 2014; Pradeep, Solomen & Aaron, 2016; Torres, Duarte & Cabri, 2012; Walsh, 2017); 2 estudos utilizaram o erro relativo, que mede a diferença relativamente à amplitude-alvo, permitindo a análise da direção do erro (subestimação ou sobrestimação) (Aslan, Suprak & Juan, 2018; Larsen et al., 2005).

Quanto aos instrumentos utilizados para avaliar a SPA do joelho, 3 estudos utilizaram um eletrogoniómetro (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007; Larsen et al., 2005; Moradi et al., 2014); 2 estudos utilizaram o dinamómetro isocinético (Torres, Duarte & Cabri, 2012; Walsh, 2017); 1 estudo utilizou o *iPod touch device* (Aslan, Suprak & Juan, 2018); e 1 estudo utilizou o *shadow goniometer* (Pradeep, Solomen & Aaron, 2016).

A avaliação do SPA do joelho foi realizada através do posicionamento ativo e/ou passivo de uma ou mais amplitudes memorizadas. Dos estudos incluídos, 3 realizaram o posicionamento ativamente (Aslan, Suprak & Juan, 2018; Moradi et al., 2014; Pradeep, Solomen & Aaron, 2016) e 4 estudos realizaram o posicionamento passivamente (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007; Larsen et al., 2005; Torres, Duarte & Cabri, 2012; Walsh, 2017). Todos os estudos incluídos optaram pelo reposicionamento ativo.

Cinco estudos avaliaram o SPA do joelho na posição de sentado para extensão (Aslan, Suprak & Juan, 2018; Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007; Moradi et al., 2014; Torres, Duarte & Cabri, 2012; Walsh, 2017), e 1 estudo optou por avaliar o SPA em decúbito ventral para flexão (Pradeep, Solomen & Aaron, 2016). O estudo de Larsen et al. (2005) realizou a avaliação tanto na posição de sentado como em DV.

Relativamente às amplitudes-alvo, os 7 estudos incluídos consideraram pelo menos uma amplitude de movimento do joelho intermédia, como por exemplo: 45° (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007; Moradi et al., 2014; Walsh, 2017), 50° (Larsen et al., 2005), 60° (Aslan, Suprak & Juan, 2018) e 70° (Larsen et al., 2005; Pradeep, Solomen & Aaron, 2016; Torres, Duarte & Cabri, 2012). Três dos estudos incluídos, também consideraram amplitudes extremas da amplitude de movimento do joelho, de 20° (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007; Walsh, 2017) e 30° (Aslan, Suprak & Juan, 2018; Torres, Duarte & Cabri, 2012).

A tabela 2 contém o resumo dos estudos incluídos nesta revisão, apresentando detalhes sobre as características da amostra, os protocolos de alongamento realizados, a metodologia de avaliação do SPA utilizada, os instrumentos e *outcomes* considerados e os resultados obtidos.

Tabela 2: Resumo dos estudos incluídos na revisão.

Autor (ano)	Amostra	Protocolo de Alongamento	Metodologia/Instrumentos/Outcomes SPA	Resultados
Aslan, Suprak & Juan (2018)	<p>n=35 estudantes universitários (24 M/ 11 F)</p> <p>Idade: 22,37±1,63 anos</p> <p>G (AD): n=17 (12 M/ 5 F)</p> <p>G (PNF): n=18 (12 M/ 6 F)</p>	<p>G(AD): em DV, extensões ativas da coxa, repetidas 10x em 20s (1 rep em 2s) seguido por descanso de 10s; repetido 6x/membro.</p> <p>G(PNF-suster-relaxar): em DD, a coxa era movida em direção ao chão até leve sensação de alongamento. Depois, realizava-se contração isométrica submáxima dos flexores da coxa por 10s contra resistência do examinador, que movia depois a perna para a nova ADM e mantia 20s; repetido 6x/membro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento: ativo • Reposicionamento: ativo • Posição inicial: 90° de flexão (sentado) • Amplitude alvo: 30°/60° de flexão • Instrumento: <i>iPod touch device</i> • <i>Outcome:</i> erro relativo, avaliado antes e após os protocolos de alongamento 	<p>Não se verificaram alterações significativas no erro constante em ambos os grupos entre os valores pré- e pós-alongamento, e em nenhuma das amplitudes de teste ($p=0.956$).</p>
Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi (2007)	<p>n=39 estudantes universitários, praticantes de exercício de intensidade moderada/alta (18 M/ 21 F)</p> <p>Idade média: 25.6 ± 1.2 anos</p>	<p>AE do quadríceps, isquiotibiais, gastrocnêmios, poplíteos ou adutores da coxa. Cada alongamento foi realizado 3x durante 30s, com 30s de repouso entre elas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento: passivo • Reposicionamento: ativo • Posição inicial: 90° de flexão (sentado) • Amplitude alvo: 20°/45° de flexão • Instrumento: eletrogoniometro • <i>Outcome:</i> erro absoluto, avaliado antes e imediatamente após os protocolos de AE 	<p>Na amplitude de 20°, não se verificaram alterações significativas no erro absoluto entre os valores pré e pós-AE para nenhum dos 5 grupos musculares. Na amplitude de 45°, o erro absoluto diminuiu significativamente após AE do quadriceps ($p<0.001$), isquiotibiais ($p=0.016$) e adutores ($p=0.016$), enquanto que não se verificaram alterações após AE dos gastrocnêmios e poplíteos ($p>0.05$).</p>
Larsen et al. (2005)	<p>n=20 estudantes universitários, envolvidos em desportos de elite ou indivíduos fisicamente ativos (6 M/ 14 F)</p> <p>Idade média: 25 anos</p>	<p>Design em crossover (24h entre condições): -AE do quadríceps e isquiotibiais (3 reps de 30s com descanso de 30s entre reps para cada grupo muscular);</p> <p>-Controlo: sem intervenção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento: ativo • Reposicionamento: ativo • Posição inicial: 15° de flexão (avaliação em DV); 80° de flexão (avaliação sentado) • Amplitude alvo: 50° de flexão (avaliação sentado); 70° de flexão (avaliação em DV) • Instrumento: eletrogoniometro • <i>Outcome:</i> erro relativo, avaliado antes e imediatamente após o AE 	<p>Não se verificaram diferenças significativas no erro relativo entre a condição de controlo e de AE, tanto na avaliação na posição de sentado ($p=0.99$) como na avaliação em DV ($p=0.89$).</p>
Moradi et al. (2014)	<p>n=30 jogadores de futebol (M)</p> <p>Idade média: 23.2 ± 1.45 anos</p>	<p>AE do quadríceps, isquiotibiais e gastrocnêmios, 30 alongamentos de 30s cada, com 15s de repouso entre reps.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento: ativo • Reposicionamento: ativo • Posição inicial: 90° de flexão (sentado) • Amplitude alvo: 45° de flexão • Instrumento: eletrogoniometro • <i>Outcome:</i> erro absoluto 	<p>Não se verificaram alterações significativas no erro absoluto entre os valores pré- e pós-AE ($p=0.13$).</p>

Pradeep, Solomen & Aaron (2016)	n=15 estudantes universitários (M) Idade média: 20.93 anos	Design em crossover (24h entre condições): -AD_QD: AD do quadríceps, 3x sem descanso entre reps. -AD_IT: AD dos isquiotibiais, 3x sem descanso entre reps. -AD_QD+IT: AD do quadríceps e isquiotibiais, sendo realizado primeiro o AD dos isquiotibiais (3x sem descanso entre reps), e depois o AD do quadríceps (3x sem descanso entre reps).	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento: ativo • Reposicionamento: ativo • Posição inicial: 15° de flexão (DV) • Amplitude alvo: 70° de flexão • Instrumento: <i>shadow goniometer</i> • <i>Outcome</i>: erro absoluto, avaliado antes e após AD 	Verificaram-se diminuições significativas no erro absoluto na condição que realizou AD combinado do quadríceps e isquiotibiais ($p<0.012$) e na condição de AD dos isquiotibiais ($p<0.005$), enquanto que não se verificaram alterações na condição de AD do quadríceps ($p>0.378$).
Torres, Duarte & Cabri (2012)	n=30 indivíduos não treinados (30 M) Idade = 22,1 ± 2,7 anos G(AE): n=15 GC: n=15	G(AE): AE do quadríceps do lado dominante durante 10x por 30s cada alongamento, com 10s de repouso entre reps. GC: Sem intervenção.	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento: passivo • Reposicionamento: ativo • Posição inicial: 100° de flexão (sentado) • Amplitude alvo: 30° / 70° de flexão • Instrumento: dinamómetro isocinético • <i>Outcome</i>: erro absoluto, avaliado antes, imediatamente após e 1h após controlo/AE 	Não se verificaram diferenças significativas no erro absoluto entre GC e G(AE) em qualquer uma das amplitudes ou momento de medição ($p>0,05$), assim como não houve nenhuma diferença significativa no erro absoluto, entre pré e pós-AE ($p>0.05$).
Walsh (2017)	n=10 indivíduos fisicamente ativos (7 M/ 3 F) Idade média 20 ± 1 anos	Design em <i>crossover</i> (3-5 dias entre condições; todas elas precedidas por 15 min a pedalar a 70% da FC _{máx}): - AE do quadríceps e isquiotibiais, realizados durante 90s cada. - AD , 3 séries de 12reps de cada movimento, com 30s de repouso entre séries - Controlo : repouso.	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento: passivo • Reposicionamento: ativo • Posição inicial: 90° de flexão (sentado) • Amplitude alvo: 20° / 45° de flexão • Instrumento: dinamómetro isocinético • <i>Outcome</i>: erro absoluto, avaliado antes e imediatamente após controlo/AE/AD 	Verificaram-se diminuições significativas no erro absoluto após AE e AD a 20° ($p=0.024$) e a 45° ($p=0.018$), enquanto que na condição de controlo não se verificaram alterações ($p>0.05$).

Legenda: AD: alongamento dinâmico; AE: alongamento estático; DD: decúbito dorsal; DV: decúbito ventral; F: feminino; FC_{máx}: frequência cardíaca máxima; GC: grupo de controlo; h: horas; M: masculino; MI: membro inferior; min: minutos; PNF: facilitação neuromuscular propriocetiva; reps: repetições; s: segundos; SPA: senso de posição articular.

4. Discussão

O objetivo da presente revisão bibliográfica foi resumir a evidência acerca do efeito de diferentes tipos de alongamento no SPA do joelho de indivíduos saudáveis.

Relativamente aos estudos incluídos, Larsen et al. (2005) realizaram um estudo com *design* em *crossover* (com 24 horas entre condições), no qual o grupo de controlo não teve nenhuma intervenção e o grupo experimental realizou AE do quadríceps e isquiotibiais (3 repetições de 30 segundos com descanso de 30 segundos entre repetições para cada grupo muscular). Os autores não relataram nenhum efeito significativo do AE no SPA do joelho medido na posição de sentado (50° de flexão) ou em decúbito ventral (70° de flexão). Esta conclusão contrasta com indicações anteriores de que o alongamento pode influenciar os mecanorreceptores presentes nos músculos em redor do joelho (Björklund, Hamberg & Crenshaw, 2001). Foi sugerido que, como o fuso muscular apresenta uma propriedade tixotrópica, o alongamento pode alterar o *input* propriocetivo (Proske, Morgan & Gregory, 1993). No estudo de Larsen et al. (2005), a ausência de efeito do AE no SPA pode também ser explicada pela própria duração de alongamento, que pode ter sido demasiado curta. A duração utilizada foi de 30 segundos, o que parece ser adequado para ganhos de amplitude de movimento e estar de acordo com programas práticos tanto para atletas como para sujeitos comuns (Bandy & Irion, 1994; Bandy, Irion & Briggler, 1997), porém, parece não ser o suficiente para alterar o *input* propriocetivo, pelo menos no estudo referido.

Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi (2007) realizaram AE no quadríceps, isquiotibiais, gastrocnémios, poplíteos ou adutores da coxa. Cada alongamento foi realizado 3 vezes durante 30 segundos, com 30 segundos de repouso entre elas. Os resultados deste estudo indicam que na amplitude de 20°, não se verificaram alterações significativas no erro absoluto entre os valores pré e pós-AE para nenhum dos 5 grupos musculares. Por outro lado, na amplitude de 45°, o erro absoluto diminuiu significativamente após AE do quadríceps ($p < 0.001$), isquiotibiais ($p = 0.016$) e adutores ($p = 0.016$), tendo por isso melhorado a acuidade propriocetiva, enquanto que não se verificaram alterações após AE dos gastrocnémios ou poplíteos ($p > 0.05$). De acordo com Olsson et al. (2004), os mecanorreceptores musculares responsáveis pela mediação do SPA do joelho estão mais ativos em amplitudes intermédias da flexão do joelho, enquanto que os articulares estão mais ativos perto do limite da amplitude de movimento. Assim, na amplitude de 45° (intermédia) os mecanorreceptores que conferem maior *input* são os

musculares, e na de 20° (extrema) são os articulares. Tendo em conta esta evidência, os resultados de Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi (2007) sugerem assim que o AE influenciou mais os mecanorreceptores musculares, enquanto que parece não ter tido efeito sobre os articulares.

Torres, Duarte & Cabri (2012) não encontraram alterações no SPA do joelho após AE do quadríceps, realizado 10 vezes por 30 segundos cada alongamento, com 10 segundos de repouso entre repetições. Também Moradi et al. (2014) reportaram que o AE de músculos selecionados em redor do joelho (quadríceps, isquiotibiais e gastrocnémios, tendo sido realizados 30 alongamentos de 30 segundos cada, com 15 segundos de repouso entre repetições) não tem efeito no SPA do joelho nem modifica as propriedades do fuso muscular. Relativamente ao estudo de Moradi et al. (2014), é, no entanto, importante notar que após o AE, os autores admitiram ter havido uma pausa de 1-2 minutos para calibrar o eletrogoniómetro. Por não ter sido reavaliado o SPA imediatamente após o protocolo de alongamento, esta pausa pode ter afetado os resultados e o efeito agudo do AE pode ter desaparecido.

No estudo de Walsh et al. (2017), tanto o grupo que realizou AE dos isquiotibiais e quadríceps, como o grupo que realizou AD dos mesmos grupos musculares, registaram uma melhoria no SPA em comparação com um grupo de controlo que não realizou nenhum dos alongamentos. Relativamente ao AE, os resultados deste estudo contrastam com os de Larsen et al. (2005), que não encontraram nenhum efeito no SPA. Uma possível explicação para esta diferença é que no estudo de Walsh et al. (2017), o AE consistiu num alongamento contínuo de 90s, em oposição a 3 séries de 30s de alongamento no estudo de Larsen et al. (2005). É possível que períodos mais curtos de AE, ainda que realizados em múltiplas repetições, não afetem tanto a função dos fusos musculares na mesma extensão que um único alongamento contínuo. O estudo de Walsh et al. (2017) sugere assim que tanto o AE como o AD realizados como parte dos procedimentos de aquecimento pré-exercício melhoram a acuidade propriocetiva no joelho. Tem sido proposto que o AD aumenta a atividade dos músculos alongados em tarefas subsequentes (Amiri-Khorasani & Kellis, 2013), possivelmente aumentando também a atividade dos fusos musculares e, conseqüentemente, o *input* propriocetivo.

No estudo de Pradeep, Solomen & Aaron (2016) verificou-se um menor valor de erro absoluto no AD dos isquiotibiais, comparativamente com o AD do quadríceps e o AD do isquiotibiais e do quadríceps de forma combinada. Neste estudo, os participantes não

foram orientados a se afastarem de outras atividades físicas ou desportivas, o que pode aumentar por si só a sua acuidade proprioceptiva, pois segundo Relph & Herrington (2016), a repetição de uma habilidade motora, como ocorre na atividade física regular, pode aumentar a sensibilidade do fuso muscular e otimizar a informação aferente (Ju, Liu, Cheng & Chang, 2011; Ju, Wang & Cheng, 2010; Thompson, Mikesky, Bahamonde & Burr, 2003), podendo constituir uma limitação do estudo.

No estudo de Aslan, Suprak & Juan (2018) foi avaliado o SPA após AD e PNF do tipo suster-relaxar dos flexores da anca. Os resultados deste estudo indicam que não houve alterações significativas no SPA após o AD dos flexores da anca. No grupo que realizou o PNF do tipo suster-relaxar também não se verificaram diferenças significativas no SPA após o alongamento. Estes resultados sugerem que ambas as técnicas de alongamento não impuseram efeitos sobre os mecanorreceptores de modo a alterar a acuidade proprioceptiva, pois a duração de cada série foi curta (< 30 segundos) em ambos os procedimentos de alongamento, não sendo suficiente para modificar assim o *input* proprioceptivo. Por fim, grandes valores de desvio padrão podem ter também contribuído para não haver diferenças significativas.

Podem ser apontadas algumas limitações a esta revisão. Em primeiro lugar, alguns estudos incluídos foram classificados como tendo um alto risco de viés em dois ou mais domínios, sugerindo a necessidade de cautela na interpretação dos seus resultados. Em segundo lugar, foram considerados apenas artigos publicados em inglesa, portuguesa, espanhola, italiana ou francesa, o que levou à exclusão de estudos noutros idiomas que poderiam ser relevantes para a revisão.

5. Conclusão

Após análise dos estudos incluídos, a evidência sugere que protocolos com várias repetições de AE de curta duração (até 30 segundos) não afetam o SPA do joelho, enquanto que AE contínuos de maior duração parecem melhorar o mesmo. Relativamente ao alongamento dinâmico, a evidência sugere uma melhoria do SPA do joelho, enquanto o alongamento de PNF do tipo suster-relaxar parece não ter influência.

Para estudos futuros, sugere-se a realização de mais investigações nos diferentes tipos de alongamento, para que reunir maior consenso, assim como especificamente sobre os

efeitos do PNF por apresentar um tão escasso número de estudos sobre o mesmo. Também se recomenda a realização de estudos com amostras mais representativas.

6. Bibliografia

Amiri-Khorasani, M., & Kellis, E. (2013). Static vs. dynamic acute stretching effect on quadriceps muscle activity during soccer instep kicking. *Journal of human kinetics*, 39(1), 37-47. doi:10.2478/hukin-2013-0066.

Aslan, H. I. Y., Buddhadev, H. H., Suprak, D. N., & San Juan, J. G. (2018). Acute effects of two hip flexor stretching techniques on knee joint position sense and balance. *International journal of sports physical therapy*, 13(5), 846. MID: 30276017; PMID: PMC6159495.

Bandy, W. D., & Irion, J. M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*, 74(9), 845-850. doi: 10.1093/ptj/74.9.845.

Bandy, W. D., 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. doi: 10.1093/ptj/77.10.1090.

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. doi: 10.1053/apmr.2001.24224.

Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U. (2019). Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify previous caveats. *Frontiers in physiology*, 10, 1468. doi:10.3389/fphys.2019.01468.

Craig, J. C., & Rollman, G. B. (1999). Somesthesia. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 305-331. doi: 10.1146/annurev.psych.50.1.305.

Fletcher, I. M. (2010). The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European journal of applied physiology*, 109, 491-498. doi: 10.1007/s00421-010-1386-x.

Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br J Sports Med*. 2007 Oct;41(10):684-7. doi: 10.1136/bjism.2006.032425. Epub 2007 May 17. PMID:17510229; PMID: PMC2465159.

Gandevia, S., & Burke, D. (1992). Does the nervous system depend on kinesthetic information to control natural limb movements? *Behavioral and Brain Sciences*, 15, 614- 632. doi:10.1017/S0140525X0007254X.

- Haddad, M., Dridi, A., Chtara, M., Chaouachi, A., Wong, D. P., Behm, D., & Chamari, K. (2014). Static stretching can impair explosive performance for at least 24 hours. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 140-146. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182964836.
- Haddaway, N. R., Collins, A. M., Coughlin, D., & Kirk, S. (2015). The role of Google Scholar in evidence reviews and its applicability to grey literature searching. *PloS one*, 10(9), e0138237. doi: 10.1371/journal.pone.0138237.
- Harvey, L., Herbert, R., & Crosbie, J. (2002). Does stretching induce lasting increases in joint ROM? A systematic review. *Physiotherapy Research International*, 7(1), 1-13. doi:10.1002/pri.236.
- Hiemstra, L. A., Lo, I. K., & Fowler, P. J. (2001). Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 31(10), 598e605. doi: 10.2519/jospt.2001.31.10.598.
- Higgins, J. P., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., Oxman, A. D., . . . Sterne, J. A. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *bmj*, 343. doi:10.1136/bmj.d5928.
- Ju, Y. Y., Liu, Y. C., Cheng, H. Y. K., & Chang, Y. J. (2011). Rapid repetitive passive movement improves knee proprioception. *Clinical Biomechanics*, 26(2), 188-193. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.09.015.
- Ju, Y. Y., Wang, C. W., & Cheng, H. Y. K. (2010). Effects of active fatiguing movement versus passive repetitive movement on knee proprioception. *Clinical biomechanics*, 25(7), 708-712. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.04.017.
- 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. doi: 10.1136/bjism.2003.011056.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraido, 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. doi: 10.1177/036354659702500126.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., & Rozzi, S. L. (1998). Proprioception of the ankle and knee. *Sports medicine*, 25(3), 149-155. doi: 10.2165/00007256-199825030-00002.
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., ... Wi, J. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing the incidence of anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-Year follow up. *Am J Sports Med*, 33(7), 1003-1010. doi: 10.1177/0363546504272261.

- Mohammadi, F., & Roozdar, A. (2010). Effects of fatigue due to contraction of evertor muscles on the ankle joint position sense in male soccer players. *The American journal of sports medicine*, 38(4), 824-828. doi: 10.1177/0363546509354056.
- Moradi, A., Rajabi, R., Minoonejad, H., & Aghaei, M. (2014). The Acute Effect of Static Stretching of Quadriceps, Hamstrings and Gastrocnemius Muscles on Knee Joint Position Sense in Football Players. *PTJ 2014*; 4 (2) :83-89.
- O'Sullivan, K., Murray, E., & Sainsbury, D. (2009). The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC musculoskeletal disorders*, 10(1), 1-9. doi: 10.1186/1471-2474-10-37.
- Ogard, W. K. (2011). Proprioception in sports medicine and athletic conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 33(3), 111–118. doi: 10.1519/SSC.0b013e31821bf3ae.
- 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. doi: 10.1080/14038190310009894.
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & McKenzie, J. E. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *bmj*, 372. doi:10.1136/bmj.n160.
- Paradisis, G. P., Pappas, P. T., Theodorou, A. S., Zacharogiannis, E. G., Skordilis, E. K., & Smirniotou, A. S. (2014). Effects of static and dynamic stretching on sprint and jump performance in boys and girls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 154-160. doi: 10.1519/JSC.0b013e318295d2fb.
- Power, K., Behm, D., Cahill, F. A. R. R. E. L. L., Carroll, M., & Young, W. A. R. R. E. N. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(8), 1389-1396. doi: 10.1249/01.MSS.0000135775.51937.53.
- Pradeep, T., Solomen, S., & Aaron, P. (2016). The influence of dynamic stretch of quadriceps, hamstrings and its combined stretch effect on knee joint position sense (JPS) in healthy adults. *Int J Multidiscip Res Dev*, 3(7), 50-4.
- 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. doi: 10.1016/0301-0082(93)90032-N.
- Relph, N., & Herrington, L. (2016). The effects of knee direction, physical activity and age on knee joint position sense. *The Knee*, 23(3), 393-398. doi: 10.1016/j.knee.2016.02.018.

- Riemann, B. L. & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 71-79. PMID: 16558670; PMCID: PMC164311.
- Ryan, E. D., Everett, K. L., Smith, D. B., Pollner, C., Thompson, B. J., Sobolewski, E. J., & Fiddler, R. E. (2014). Acute effects of different volumes of dynamic stretching on vertical jump performance, flexibility and muscular endurance. *Clinical physiology and functional imaging*, 34(6), 485-492. doi: 10.1111/cpf.12122.
- Şekir, U., Arabacı, R., Akova, B., & Kadağan, S. M. (2010). Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(2), 268-281. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00923.x
- Shleip, R. (2003). Commentary on stretching debate. *J Bodywork Movement Therapies*, 7, 88-90.
- Taylor, D. C., Brooks, D. E., & Ryan, J. B. (1997). Viscoelastic characteristics of muscle: passive stretching versus muscular contractions. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 1619-1624.
- Torres, R., Duarte, J. A., & Cabri, J. M. (2012). An acute bout of quadriceps muscle stretching has no influence on knee joint proprioception. *Journal of human kinetics*, 34(1), 33-39. doi:10.2478/v10078-012-0061-1.
- Thompson, K. R., Mikesky, A., Bahamonde, R. E., & Burr, D. B. (2003). Effects of physical training on proprioception in older women.
- Ullman, Z. J., Fernandez, M. B., & Klein, M. (2021). Effects of isometric exercises versus static stretching in warm-up regimens for running sport athletes: A systematic review. *International Journal of Exercise Science*, 14(6), 1204. PMID: 35096248; PMCID: PMC8758156.
- Walsh, G. S. (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. doi: 10.1016/j.humov.2017.08.014.
- Woods, K., Bishop, P. & Jones, E. Warm-Up and Stretching in the Prevention of Muscular Injury. *Sports Med* 37, 1089–1099 (2007). doi: 10.2165/00007256-200737120-00006.
- Youdas, J. W., Haeflinger, K. M., Kreun, M. K., Holloway, A. M., Kramer, C. M., & Hollman, J. H. (2010). The efficacy of two modified proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques in subjects with reduced hamstring muscle length. *Physiotherapy theory and practice*, 26(4), 240-250. doi: 10.3109/09593980903015292.
- Young, W. B., & Behm, D. G. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *Strength & Conditioning Journal*, 24(6), 33-37.