



Universidade do Porto
Faculdade de Desporto

Seminário – Prescrição de alongamentos em contexto de treino desportivo: efeitos na prevenção de lesões, investimentos potencialmente equivocados e avenidas futuras a explorar.

José Afonso

Julho de 2024



Universidade do Porto
Faculdade de Desporto

Seminário – Prescrição de alongamentos em contexto de treino desportivo: efeitos na prevenção de lesões, investimentos potencialmente equivocados e avenidas futuras a explorar.

José Afonso

Julho de 2024

Curriculo elaborado em conformidade com o estipulado na alínea c) do artigo 5º do Decreto-Lei nº 239/2007 de 19 de Junho e atualização via Decreto-Lei nº 64/2023, para a obtenção do título académico de Agregado do grupo Treino Desportivo da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**Prescrição de alongamentos em contexto de treino desportivo:
efeitos na prevenção de lesões, investimentos potencialmente
equivocados e avenidas futuras a explorar**

Aos meus “pais” académicos, Professora Doutora

Isabel Mesquita e Professor Doutor Júlio

Garganta, sem os quais não estaria aqui.

Ao Professor Doutor António Fonseca, por

sempre me apontar no caminho certo.

Muito obrigado por tudo!

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Razões da escolha do tema	1
1.2. Contextualização do seminário no âmbito do grupo disciplinar Treino Desportivo	4
1.3. Contextualização do seminário no âmbito da lecionação da unidade curricular Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol	5
1.4. Contextualização do seminário no âmbito da produção científica	6
1.5. Contextualização do seminário no âmbito de contribuições para a formação de treinadores	6
2. EFEITOS DOS ALONGAMENTOS NO RISCO LESIONAL	8
3. A NARRATIVA IMPORTA: QUE HISTÓRIA(S) PODEREMOS CONSTRUIR A PARTIR DAS EVIDÊNCIAS?	19
3.1. Efeito nocebo	19
3.2. Caráter multifatorial das lesões	20
3.3. Trade-offs?	22
3.4. Princípio ativo e dose	23
3.5. Adesão, <i>compliance</i> e fidelidade	25
3.6. Distribuição normal – o pensamento estatístico importa	26
4. INVESTIMENTO EQUIVOCADO E OPORTUNIDADES PERDIDAS?	28
5. SÍNTESE	35
6. REFERÊNCIAS	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Determinantes da amplitude de movimento.	9
Figura 2. Modelo conceitual e estratégias práticas para a redução do risco de lesão de membros inferiores.	21
Figura 3. Curva de distribuição normal e a sua importância para analisarmos as evidências.	27
Figura 4. Número de estudos sobre alongamentos, com atletas, por cada domínio de variáveis.	29
Figura 5. Mapa de evidências – tamanho amostral (à esquerda) e sexo (à direita).	30
Figura 6. Mapa de evidências – desporto (à esquerda) e nível competitivo (à direita).	31
Figura 7. Mapa de evidências – efeitos agudos vs. crónicos (à esquerda) e número de semanas que duraram os estudos focados nos efeitos crónicos (à direita).	32
Figura 8. Mapa de evidências – modalidades de alongamento.	32
Figura 9. Mapa de evidências – timing de aplicação.	33
Figura 10. Mapa de evidências – variáveis analisadas dentro do domínio da performance.	34
Figura 11. Alongamentos e risco lesional – em síntese.	35

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM – American College of Sports Medicine

FADEUP – Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

IPDJ – Instituto Português do Desporto e Juventude

PNF – Facilitação Neuromuscular Propriocetiva (optei por manter a abreviatura correspondente ao termo inglês, *proprioceptive neuromuscular facilitation*, porquanto é de uso comum entre falantes de Língua Portuguesa)

TMTD – Teoria e Metodologia do Treino Desportivo

UC – Unidade curricular

1. INTRODUÇÃO

1.1. Razões da escolha do tema

No contexto da unidade curricular (UC) de Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol, existiriam várias possibilidades legítimas de temas a escolher para o seminário. Como tal, importa clarificar as razões subjacentes à escolha deste tema em particular. Desde logo, existe um viés pessoal, considerando que o tema da prescrição de alongamentos e seus efeitos sempre me foi muito querido e me continua a fascinar. Fui atleta de diferentes modalidades – natação, hóquei em patins, karaté Shotokan e, durante muitos anos, voleibol. Após os 40 anos, federei-me em Jiu Jitsu Brasileiro. Durante a minha formação como atleta, os meus treinadores sistematicamente repetiam o mantra de que era muito importante alongar para prevenir¹ lesões. Nunca ficou claro, porém, se estavam a referir-se aos seus efeitos agudos (i.e., alongar no aquecimento para prevenir lesões no próprio treino subsequente) e/ou crónicos (i.e., alongar para, a prazo, reduzir o risco lesional). O mesmo sucedeu na minha formação inicial como treinador de voleibol, nomeadamente nos cursos de graus 1, 2 e 3, que completei ainda antes de ter terminado a licenciatura.

Paralelamente, a literatura técnico-pedagógica que me era indicada, bem como os principais manuais de Teoria e Metodologia do Treino Desportivo (TMTD) e algumas guidelines internacionais (p.e., versões mais antigas produzidas pelo *American College of Sports Medicine* [ACSM]), pareciam assumir, de forma unânime e acrítica, a visão de

¹ Conforme tive oportunidade de discutir e explicar num capítulo de livro recente, com revisão de pares, prevenção de lesões não significa que não haverá lesões. À semelhança da prevenção rodoviária, a prevenção de lesões no desporto refere-se a uma tentativa de redução do risco lesional [1]. Como tal, discussões recentes que pretendem que não é possível prevenir lesões, apenas reduzir o seu risco, parecem-nos equivocadas.

que a prescrição de alongamentos, em contexto de treino desportivo, era essencial para a prevenção de lesões. Porém, tudo começou a mudar em 2005. Primeiro, com uma aula de Fisiologia do Exercício do Mestrado em Treino de Alto Rendimento Desportivo, lecionada pelo professor José Soares, o qual abordou os alongamentos com uma perspetiva crítica – tendo sido o meu primeiro contacto com uma visão diferente relativamente aos alongamentos. Apesar da beleza e coerência dos seus argumentos, e não obstante a sustentação com algumas pesquisas já disponíveis à data, a minha reação inicial foi de curiosidade, mas com cautela. Afinal, durante décadas, havia sido formatado para a “magia” dos alongamentos e os seus inúmeros (supostos) efeitos positivos, enquanto não se abordavam os seus eventuais efeitos negativos.

Apesar das reticências iniciais, desenvolvi um interesse maior pela consulta de artigos científicos acerca do tema, o que apenas contribuiu para realçar que, afinal, nem tudo o que parece é. Ainda em 2005, desloquei-me a Bratislava, Eslováquia, onde realizei o curso internacional de treinadores de voleibol de grau 1, organizado pela Federação Internacional de Voleibol. Novamente, deparei-me com pessoas de outros países que tinham uma visão crítica relativamente aos alongamentos, especialmente relativamente aos tradicionais alongamentos estáticos. Sobretudo, eram céticos no que concerne à sua relação com a prevenção de lesões. Para maior surpresa ainda, um dos formandos, oriundo de Londres, informou-nos de que, na faculdade onde ele cursou Educação Física, os alongamentos e seus efeitos já eram ensinados numa perspetiva crítica.

O ano de 2005 gerou, assim, uma dúvida existencial, acompanhada duma curiosidade em aprofundar os meus conhecimentos acerca do tema. Tal como em *Alice no País das Maravilhas*, de Lewis Carroll, a sensação foi a de entrar numa viagem “down the rabbit hole”. Nos anos subsequentes, comecei a estudar avidamente o tópico,

lendo (agora, com olhar mais crítico) artigos científicos e livros acerca de alongamentos. Aproveitei, ainda, para frequentar formações sobre o tema, nomeadamente referentes a aplicações menos conhecidas (como o *Stretching Global Ativo*[®]). Só mais tarde viria o chamamento para começar a produzir pesquisa neste âmbito, da qual vieram a resultar múltiplas publicações sobre o tema, nomeadamente em revistas com revisão de pares [2-7], mas também em manuais de treinadores de desporto [8, 9].

A meio deste percurso, outro momento crítico surgiu aquando duma análise cuidada da edição de 2014 das guidelines do ACSM [10], uma suposta “autoridade” mundial na prescrição de exercício. Esta edição contém 482 páginas, das quais apenas uma página é dedicada à sustentação teórica para a necessidade de realizar treino de flexibilidade. Posteriormente, no mesmo livro, percebe-se que, no entendimento do ACSM, treino de flexibilidade é feito sob a forma de alongamentos, apesar das evidências cumulativas terem, entretanto, demonstrado que o treino de força e o *foam rolling* são igualmente eficazes para esse propósito [5, 11, 12]. Voltando à página que sustenta a necessidade de realizar treino de flexibilidade, posteriormente associado aos alongamentos: apesar da diversidade de argumentos apresentados (de forma muito sintética, dado que ocupando somente uma página), apenas são citadas três referências bibliográficas, sendo que duas destas referências são citadas apenas uma vez, enquanto a outra referência (com o número 20) é citada sete vezes. Que referência #20 é essa, então, que é utilizada quase exclusivamente para sustentar os argumentos avançados pelo ACSM? Bem, é um *position stand* prévio do próprio ACSM, datado de 2011 (i.e., três anos antes da publicação desta edição do livro), e que nem sequer é específico sobre alongamentos [13].

Do exposto previamente, decorre que, durante a minha carreira de 20 anos como treinador de voleibol, os alongamentos constituíram um dos temas nas quais a minha

atuação e compreensão sofreu mudanças mais acentuadas. Foi, igualmente, um dos temas que primeiro abordei na minha participação na UC de Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol (então, na qualidade de Monitor, figura hoje extinta). Constituiu, ainda, um dos primeiros tópicos que tive oportunidade de abordar em contexto de cursos de formação de treinadores de voleibol. No entanto, afigura-se pertinente um enquadramento mais formal desta opção (secções 1.2 a 1.5).

1.2. Contextualização do seminário no âmbito do grupo disciplinar Treino Desportivo

O tema dos alongamentos reveste-se de um interesse alargado no contexto do Treino Desportivo, sendo alvo abordagem em manuais nacionais e internacionais sobre TMTD [14, 15]. De igual modo, é um tema que tem motivado a publicação de vários livros [16-21], *guidelines* internacionais de prescrição de exercício [22-26] e extensa pesquisa científica (p.e., 300 estudos científicos independentes, publicados até final de 2022 em revistas com revisão de pares, considerando apenas atletas de competição [2]). Naturalmente, o tópico é abordado nos manuais de treinadores de graus 1 e 2, publicados recentemente pelo Instituto Português do Desporto e Juventude (IPDJ) [8, 9]. Pertencendo eu ao grupo disciplinar do Treino Desportivo, temas relacionados com os alongamentos integram-se organicamente neste âmbito. Em particular, aplicações de alongamentos que são do foro das competências dos treinadores de desporto afiguram-se pertinentes.

Neste quesito, destacam-se quatro argumentos usuais para a aplicação de alongamentos em contexto de treino desportivo [2, 3, 5, 7-9, 17]: (i) papel na prevenção de lesões (i.e., redução do risco lesional); (ii) papel enquanto integrante do aquecimento para a sessão de treino; (iii) papel na recuperação pós-treino; (iv) papel na melhoria da

amplitude de movimento. Evidentemente, existem outras aplicações possíveis e, com efeito, a literatura revela lacunas surpreendentes neste âmbito [cf. 2]. Mesmo relativamente aos quatro pontos aqui elencados, cada um seria suficientemente extenso e uma abordagem dos quatro resultaria num seminário disperso e superficial. Como tal, e considerando que terei um tempo inferior a 60 minutos para apresentar o seminário, optei por seleccionar apenas um: a prescrição de alongamentos, em contexto de treino desportivo, como estratégia de prevenção de lesões. *No entanto, os outros temas três temas mencionados são abordados no relatório da UC.*

Importa realçar que o foco excessivo no discurso em torno dos alongamentos enquanto potencial meio de prevenção de lesões poderá (i) não estar a ser correspondido por um corpo de pesquisa proporcional e (ii) poderá estar a desviar as atenções de outras potenciais aplicações dos alongamentos. Gostaria de finalizar esta secção realçando que, apesar do relatório de unidade curricular se focar na Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol, é meu entendimento de que devo contribuir para a Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP) de forma mais abrangente, nomeadamente abordando temas que apelem a um interesse mais vasto dentro da TMTD e não me cingindo a tópicos que sejam relevantes somente para o âmbito de atuação de futuros treinadores de voleibol.

1.3. Contextualização do seminário no âmbito da leção da unidade curricular Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol

No âmbito da Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol, existe uma lição de quatro horas inteiramente dedicada a questões relacionadas com a prescrição e efeitos dos alongamentos, incluindo os seus efeitos sobre o risco lesional. Como tal, o tema escolhido para este seminário advém naturalmente dos conteúdos

programáticos desta unidade curricular. Uma vez que as provas de agregação exigem um relatório de unidade curricular, esse proporciona uma contextualização mais alargada do tema escolhido para o seminário no âmbito da Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol, enquanto aqui se desenvolve em detalhe somente um dos tópicos abordados da UC.

1.4. Contextualização do seminário no âmbito da produção científica

No âmbito da minha produção científica, realçam-se várias publicações recentes sobre o tema dos alongamentos (i.e., desde 2020) em revistas com revisão de pares [3-7], incluindo a mais vasta revisão mundial sobre alongamentos até ao momento, publicada na prestigiada *Sports Medicine* [2]. Destas, a questão do risco lesional foi explicitamente abordado em duas publicações [2, 3]. Fruto do impacto destas publicações, integro atualmente um artigo internacional de consenso, no qual participam os principais pesquisadores sobre alongamentos a nível mundial e que está a ser coordenado pelo Konstantin Warneke. À data de composição deste seminário, o consenso está na fase de redação das recomendações relativamente a cada um dos temas abordados, incluindo os efeitos dos alongamentos sobre o risco lesional. Como tal, o tema aqui abordado é coerente com o ramo (Treino Desportivo), a UC (Metodologia do Desporto I – Treino Desportivo – Voleibol), mas também com a produção científica plasmada no *curriculum vitae*.

1.5.Contextualização do seminário no âmbito de contribuições para a formação de treinadores

No âmbito da missão universitária de extensão, o tema escolhido para este seminário foi por mim abordado durante vários anos em cursos de formação de

treinadores para a Federação Portuguesa de Voleibol (Graus 1 a 3) e, mais recentemente, em curso acreditado de formação contínua para treinadores da Federação Portuguesa de Ténis de Mesa, bem como eventos organizados pela Federação Portuguesa de Futebol e pela Associação Portuguesa de Treinadores de Natação (todos devidamente identificados no *curriculum vitae*). Destaque, ainda, para a abordagem ao tema nos manuais de treinadores de graus 1 e 2, publicados pelo IPDJ [8, 9]: o conteúdo referente aos alongamentos é de minha autoria.

2. EFEITOS DOS ALONGAMENTOS NO RISCO LESIONAL

Os alongamentos integram o discurso corrente no desporto como constituindo uma estratégia eficaz de prevenção de lesões [27-29]. Contudo, as evidências de suporte a estas afirmações são, na melhor das hipóteses, escassas e nebulosas [2, 3, 27]. É sabido que diferentes estudos experimentais podem aportar resultados distintos, relevando a importância de revisões sistemáticas para sintetizar os achados globais duma área de investigação [30-34]. Isto pode dever-se a meras flutuações estatísticas (afinal, as amostras tendem a ser uma parte insignificante da população-alvo), diferenças metodológicas e/ou a características específicas de uma dada amostra ou intervenção. Naturalmente, é relativamente fácil encontrar estudos com resultados contraditórios relativamente a vários temas (no caso dos efeitos agudos do alongamento no contexto de aquecimento, ver a discrepância entre estudos na síntese efetuada por Behm et al. [35]).

Neste contexto, diferentes formatos de revisão (p.e., narrativa, sistemática, de escopo) podem ajudar a organizar um determinado tópico e a realçar os pontos comuns e/ou as tendências encontradas na literatura [30, 34]. Então, o que dizem as revisões existentes acerca de alongamentos e risco lesional? E terá havido mudança nas suas conclusões, ao longo do tempo? De forma importante, os alongamentos possuem múltiplos efeitos que não apenas na flexibilidade.² Por seu turno, a flexibilidade pode

² Neste documento, “flexibilidade” e “amplitude de movimento” serão utilizados de forma indiscriminada. Na realidade, estes conceitos não são equivalentes e isso acarreta implicações relevantes para discussões em torno de como melhorar a amplitude de movimento e qual o papel da flexibilidade neste contexto (Figura 1). Mas, para simplificar a discussão e manter o foco no tópico dos alongamentos, este documento não irá debruçar-se sobre a distinção entre amplitude de movimento e flexibilidade.

ser melhorada em igual magnitude por treino de alongamentos, treino de força e *foam rolling* [5, 11, 12].

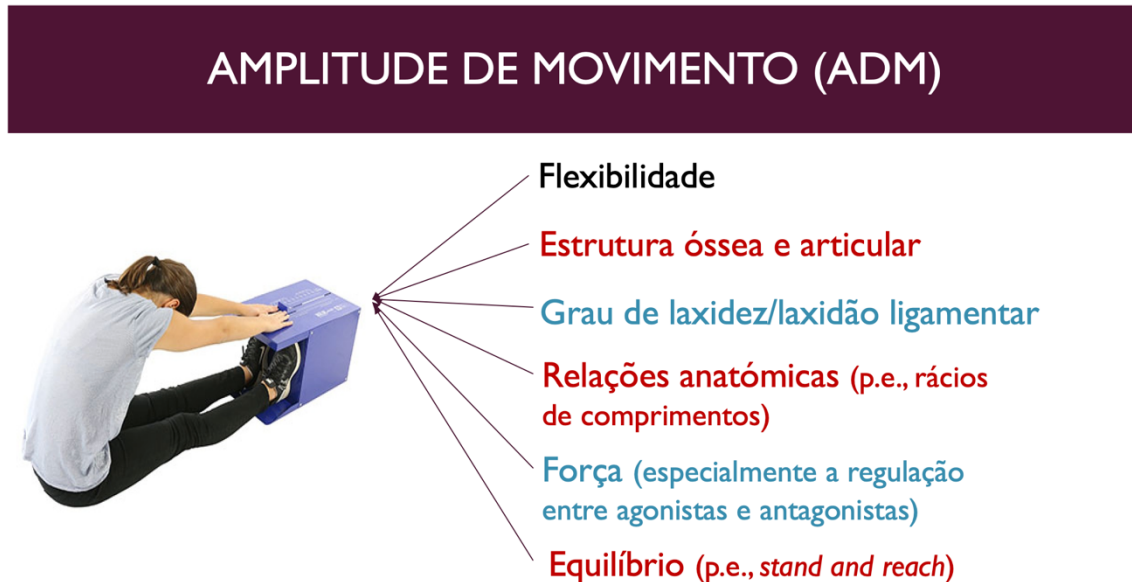


Figura 1. Determinantes da amplitude de movimento.

Não existe, assim, uma correspondência de 1:1 entre alongamentos e flexibilidade, pelo que iremos focar-nos integralmente nas revisões sobre alongamentos e não nas revisões sobre flexibilidade. Mesmo que a literatura tivesse demonstrado uma relação consensual entre flexibilidade e risco lesional, o que não é verdade [e.g., 36], isso não significaria que as pessoas deveriam alongar. Primeiro, porque o treino de força (muito popular no contexto de treino desportivo) é igualmente eficaz para este propósito [5, 12]. Segundo, porque uma eventual relação entre flexibilidade e risco lesional poderá ser não-linear, significando isso que a melhoria de flexibilidade acima de um certo nível não será necessariamente benéfica. De resto, esta é uma questão ainda em aberto na literatura.

O que nos dizem, então, as revisões sistemáticas que avaliam de protocolos de alongamento sobre o risco lesional?

- 1999 (revisão sistemática) [37]: Esta revisão baseou-se em somente uma base de dados (MEDLINE). A partir daí, houve buscas adicionais em listas de referências e citações a partir dos artigos encontrados. Os artigos tinham de ter grupo de controlo, mas não necessariamente ser randomizados. Um dos 12 artigos encontrados sugeriu uma redução do risco de lesões da anca em ciclistas femininos, mas não masculinos. Três artigos sugeriam redução do risco lesional, mas houve cointervenções (ou seja, o alongamento não foi o único procedimento). Cinco estudos revelaram não haver diferenças no risco lesional entre quem alongou e quem não alongou, e três estudos sugeriam um efeito prejudicial do alongamento (ou seja, aumentava o risco de lesão). As populações incluídas foram bastante heterogêneas, incluindo desde atletas de alta competição até praticantes recreativos. Não foi realizada meta-análise. Baseado nos estudos então disponíveis, o autor concluiu que alongar antes da realização de exercício não reduz o risco de lesão musculoesquelética.
- 2002 (revisão sistemática) [38]: Esta revisão sistemática avaliou os efeitos de alongar antes e após o exercício na dor muscular retardada (*muscle soreness*, outcome que não será abordado neste seminário) e no risco lesional. À semelhança da revisão anterior, os estudos não precisavam de ser randomizados. As buscas em cinco bases de dados (CINAHL, EMBASE, MEDLINE, PEDro e SPORTDiscus), seguidas de buscas recursivas nas listas de referências, resultaram na inclusão de apenas dois estudos³ (no caso, com

³ Diferentes revisões, mesmo que sistemáticas, tendem a usar distintos critérios de elegibilidade, bem como distintas estratégias de busca. É natural que cada revisão inclua, por isso, um número distinto de artigos.

recrutas militares) abordando a relação entre alongamento e risco lesional. Tecnicamente, foi realizada uma meta-análise destes dois estudos, onde não se identificou uma direção específica do risco comparando quem alongou com quem não alongou (*hazard ratio* quase neutro de 0.95, não estatisticamente significativo, com intervalo de confiança a variar entre 0.78 a 1.16).

- 2003 (revisão sistemática) [39]: Nova revisão com estudos que, sendo controlados, não necessitavam ser randomizados, e na qual se avaliou o efeito preventivo dos alongamentos nas lesões em contexto de exercício físico (não necessariamente atletas de competição). Buscas em seis bases de dados (AMED, CINAHL, EMBASE, MEDLINE, SIGLE e SPORTDiscus) foram complementadas com buscas em listas de referências dos estudos incluídos, bem como buscas em revistas científicas de referência. Quatro estudos (dos quais apenas um randomizado) mostraram que o alongamento reduziu o risco lesional, enquanto três estudos randomizados mostraram não haver efeito preventivo. Ou seja, três de quatro estudos randomizados mostraram não haver redução de risco lesional apesar da prática de alongamentos. Contudo, a maioria dos estudos incluídos foi classificado como tendo qualidade baixa. Ademais, não foi realizada meta-análise. Face a este panorama, os autores

Enquanto algumas revisões usam buscas de banda larga, outras optem por buscas mais estreitas. Da mesma forma, algumas revisões possuem critérios de inclusão mais generosos (p.e., relativamente a participantes, intervenções, outcomes, entre outros aspetos), outras apresentam critérios mais restritivos.

assentaram que não se deveriam retirar conclusões definitivas acerca da influência do alongamento no risco lesional.

- 2004 (revisão narrativa) [28]: Nas palavras dos autores, a relação entre alongamentos e prevenção de lesões é obscura. Nesta revisão, contrasta-se a crença comum na eficácia dos alongamentos em prevenir lesões com evidência clínica sugerindo que tal não é o caso. Os autores realçam potenciais fatores confundidores, como o nível de prática de desportiva, o tipo e dose específicos de alongamento, entre outros aspetos que podem estar a contribuir para um panorama global pouco claro. Seguidamente, os autores argumentam que os efeitos crónicos do alongamento na redução da rigidez (*stiffness*) musculotendinosa poderão, na realidade, ser contraproducentes e aumentar o risco lesional.
- 2004 (revisão sistemática) [40]: Revisão sobre o efeito dos alongamentos no risco de lesão no desporto, com buscas realizadas em cinco bases de dados (Biomedical Collection, Cochrane Library, Current Contents, MEDLINE e SPORTDiscus), complementadas com buscas através de citações nos artigos incluídos e consulta de peritos externos. Os estudos tinham de ser controlados, mas não necessariamente randomizados. A população incluía atletas, mas também participantes recreativos. Seis estudos foram incluídos e a meta-análise revelou um *odds ratio* não-significativo de 0.93, com o intervalo de confiança a variar de 0.78 a 1.11. Em suma, a prática de alongamentos não afetou (positiva ou negativamente) o risco lesional.

- 2006 (revisão narrativa) [41]: Este trabalho focou-se exclusivamente no risco de lesão do tendão de Aquiles. Os autores realçam que a recomendação clínica de alongar para reduzir o risco lesional se confronta com uma ausência de evidência científica que suporte tais afirmações. Do ponto de vista mecanístico, os autores discutem as adaptações crónicas promovidas pela prática de alongamentos, realçando que algumas poderão – hipoteticamente – reduzir o risco lesional (p.e., aumento da força tênsil do tendão), enquanto outras poderão aumentar esse mesmo risco (p.e., aumento da amplitude de dorsiflexão do tornozelo). Contudo, após a realização desta revisão narrativa, os autores concluíram que as evidências não suportam claramente o papel dos alongamentos na prevenção de lesões do tendão de Aquiles.
- 2008 (revisão sistemática) [42]: Esta revisão buscou saber o efeito do alongamento estático (e não do alongamento em geral), enquanto parte do aquecimento, na prevenção de lesões por exercício físico. Consultando quatro bases de dados (MEDLINE, PubMed, ScienceDirect e SPORTDiscus) e buscas em listas de referências e revistas relevantes, os autores incluíram sete estudos controlados (dos quais quatro eram randomizados). Os quatro estudos randomizados e dois dos três estudos não randomizados mostraram não haver redução do risco lesional nos grupos que realizavam alongamentos. Apesar da ausência de efeito no risco lesional total, três dos sete estudos (*apenas um dos quais randomizado*) sugeriram uma redução de lesões musculotendinosa e ligamentares. Embora não tenha sido realizada meta-

análise, estes resultados sugerem que, no geral, não parece haver um efeito preventivo dos alongamentos.

- 2008 (revisão sistemática) [43]: Este trabalho focou-se nos efeitos dos alongamentos em lesões musculoesqueléticas laborais, tendo sido incluídos sete estudos após buscas em nove bases de dados (AMED, CINAHL, EMBASE, MEDLINE, PASCAL, PubMed, Scopus, Science Direct e Web of Science). Os resultados foram heterogêneos, embora com tendência para alguma redução do risco de lesões laborais. Porém, não foi realizada meta-análise e os estudos foram avaliados com qualidade metodológica baixa e não tinham de incluir grupos de controlo. De igual forma, é questionável até que ponto os achados a partir de lesões laborais poderão ser transpostos para lesões desportivas.
- 2010 (revisão narrativa) [29]: Os autores argumentam que existe um número limitado de artigos investigando os efeitos da realização de alongamentos pré-treino na prevenção de lesões, com qualidade muito variável e resultados contraditórios. No geral, afirmam os autores, alongamentos no contexto de aquecimento não afetam o risco lesional total, embora *talvez* possam ajudar a reduzir o risco de lesões musculares.
- 2013 (revisão sistemática) [44]: Esta revisão focou-se exclusivamente na análise do alongamento estático dos isquiotibiais em futebol (no sentido lato de *football codes*, ou seja, não limitado ao *soccer*). Após buscas em seis bases de dados (Bisp, Clinical Trial Register, Cochrane Library, PEDro, PubMed e

Web of Science), os autores incluíram 4 estudos (erradamente reportado como 35 no resumo). Apesar da conclusão de não ser claro o efeito dos alongamentos no risco lesional, a apresentação dos resultados, nesta revisão, é particularmente confusa e não permite uma adequada análise. Além disso, existem dúvidas quanto aos critérios de inclusão dos quatro artigos. Por exemplo, três dos quatro artigos incluídos usavam grupos de controlo em épocas distintas, o que é problemático, porque claramente o único fator diferenciador não são os alongamentos.

- 2014 (revisão sistemática) [45]: Buscas na CINAHL e MEDLINE resultaram na consideração de 11 estudos para análise, os quais providenciaram evidências inconclusivas relativamente aos efeitos dos alongamentos na prevenção de lesões. Porém, não consegui obter o texto completo e o resumo do artigo é bastante curto, pelo que não posso atestar, de forma mais rigorosa, a pertinência das conclusões desta revisão.
- 2014 (revisão sistemática) [46]: Esta revisão com meta-análise abarcou exercícios preventivos de lesões desportivas, mas não se limitou a estudos sobre alongamentos. Apenas estudos randomizados foram considerados. A busca em quatro bases de dados (EMBASE, PubMed, SPORTDiscus e Web of Science) resultou na inclusão de 25 artigos. Foram demonstradas reduções no risco lesional para todas as intervenções, exceto para os alongamentos (*risk ratio* não significativo de 0.963, intervalo de confiança de 0.846 a 1.095). Contudo, apenas três dos 25 artigos incluídos tinham intervenções baseadas no alongamento (dois estudos com militares, um com população

geral), realçando novamente o quão escassa é a pesquisa nesta área, particularmente com desenhos randomizados.

- 2016 (revisão sistemática) [35]: Focada em indivíduos saudáveis e ativos (não necessariamente atletas), esta revisão sistemática avaliou múltiplos efeitos dos alongamentos. Para os propósitos deste seminário, o foco estará exclusivamente no risco lesional. Considerando os 12 artigos que incluíam dados sobre lesões, não houve qualquer efeito claro dos alongamentos estáticos ou de facilitação neuromuscular propriocetiva (PNF) pré-treino no risco de lesões totais ou de sobreuso. Na altura, não havia dados disponíveis relativamente aos alongamentos dinâmicos. Esta revisão não considerou o papel dos alongamentos pós-treino, pelo que não foram incluídos artigos nesse âmbito.
- 2023 (revisão narrativa) [47]: Focada exclusivamente no alongamento dinâmico e risco lesional, esta revisão narrativa centra-se nos fatores de risco e não numa análise direta de ocorrência de lesões. Esta opção é questionável, porquanto os fatores de risco nem sempre se confirmam como tal, mas provavelmente deriva do facto de os estudos com alongamentos dinâmicos não estarem, por norma, preocupados com avaliação do risco lesional. São estudos que tendem a focar-se na avaliação de fatores de performance. Embora os autores desta revisão tenham argumentado que pode haver um efeito preventivo dos alongamentos dinâmicos, tal baseou-se em especulação a partir de efeitos sobre supostos fatores de risco, não apoiada em dados sobre lesões.

- 2024 (revisão sistemática de escopo) [2]: Este trabalho incluiu somente estudos realizados com atletas (*Tier 2* ou superior, de acordo com o *Participant Classification Framework* [48]) e não se focou exclusivamente no risco lesional. Dos 300 estudos independentes incluídos (distribuídos por 316 publicações), apenas cinco avaliaram o risco lesional (i.e., tinham dados diretos sobre lesões, em vez de confiarem em parâmetros indiretos). Nenhum destes estudos suportou um papel preventivo de lesões. A tabela 1 sintetiza os resultados descritos.

Tabela 1. Síntese das conclusões de revisões sobre a relação entre alongamentos e risco lesional

Revisão	Data	Tipologia da revisão	Alongar reduz risco lesional?
Shrier [37]	1999	Sistemática	✗
Herbert, Gabriel [38]	2002	Sistemática	✗
Weldon, Hill [39]	2003	Sistemática	✗ (Estudos randomizados) ✓ (Estudos não randomizados)
Witvrouw et al. [28]	2004	Narrativa	???
Thacker et al. [40]	2004	Sistemática	✗
Park, Chou [41]	2006	Narrativa	✗
Small et al. [42]	2008	Sistemática	✗ (risco lesional total) ?? (lesões musculotendinosas e ligamentares)
da Costa, Vieira [43]	2008	Sistemática	?? (e com população laboral, não relacionada com exercício)
McHugh, Cosgrave [29]	2010	Narrativa	✗ (risco lesional total) ?? (lesões musculotendinosas e ligamentares)
Rogan et al. [44]	2013	Sistemática	?? (apresentação confusa dos resultados e critérios de elegibilidade muito duvidosos)
Lewis [45]	2014	Sistemática	??
Lauersen et al. [46]	2014	Sistemática	✗
Behm et al. [35]	2016	Sistemática	✗ (risco lesional total) ✓ (lesões musculotendinosas e ligamentares)

Behm et al. [47]	2023	Narrativa	???
Afonso et al. [2]	2024	Sistemática de escopo	×

Os resultados de múltiplas revisões (várias das quais sistemáticas) não suportam o discurso corrente de que a prática de alongamentos reduza o risco lesional. Evidentemente, é sempre possível atribuir a ausência dum efeito preventivo de lesões a problemas metodológicos dos estudos e/ou ao seu número reduzido, estratégia que não é nova [27, 29, 49]. Todavia, na ausência de provas (neste caso, até alguma prova de ausência...), os discursos em torno do tema devem, no mínimo, ser consideravelmente moderados [3]. Aliás, dada prevalência generalizada da ideia que alongar reduz o risco lesional, é surpreendente quão poucos estudos realmente investigaram esse tema [49], especialmente com populações de atletas de competição [2]. Estes argumentos não devem, porém, ser utilizados para argumentar que a flexibilidade não é relevante, ou que os alongamentos não possam ter outras aplicações interessantes. Todavia, os argumentos relacionados com a prevenção de lesões não estão (atualmente) sustentados em evidências. Na lógica do “copo meio cheio, copo meio vazio”, também não parece que alongar aumente o risco lesional. A clarificação de que os alongamentos não devem ser utilizados na ótica da prevenção de lesões já se encontra plasmada nos manuais de treinadores do IPDJ [8, 9]. E, nas mais recentes *guidelines* da Organização Mundial da Saúde para atividade física e comportamento sedentário, os alongamentos aparecem como componente opcional [23].

3. A NARRATIVA IMPORTA: QUE HISTÓRIA(S) PODEREMOS CONSTRUIR A PARTIR DAS EVIDÊNCIAS?

Se os alongamentos reduzissem o risco lesional, os seus efeitos certamente já se teriam refletido nos estudos empíricos e, naturalmente, teriam tido expressão nas revisões existentes, em particular nas sistemáticas. Face às evidências, o papel dos alongamentos no risco lesional será, no máximo, residual. Isto não significa que os alongamentos devam ser abandonados, até porque continuam a ser uma alternativa viável para a melhoria da amplitude de movimento [5, 11, 12]. Ademais, como também não existem evidências de que alongar aumente o risco lesional, a sua adoção não parece acarretar consequências graves.

Contudo, existem sempre exceções e, como para todos os outros métodos de treino, o timing e a dose devem ser cautelosamente prescritos. Existe um caso, descrito na literatura científica, de uma bailarina que sofreu neuropatia do nervo ciático (com graves consequências desportivas e para a vida quotidiana) devido ao um alongamento passivo de elevada intensidade durante um treino [50]. Outros efeitos adversos descritos na literatura, embora raros, incluem sensação local de dormência, dor, inchaço, entre outros [51]. De forma geral, é seguro alongar, mas, tal como para outras formas de exercício físico, a regulação da dose e a adaptação individual são decisivas para evitar gerar o efeito oposto ao pretendido, ou seja, a lesão.

3.1. Efeito nocebo

O discurso em torno dos efeitos dos alongamentos no risco lesional é profundamente importante. A repetição dos discursos (não sustentados nas evidências) de que é preciso alongar para evitar lesões pode gerar um efeito nocebo. O conceito de placebo é sobejamente conhecido, mas o seu reverso deve ser considerado. O efeito

nocebo resulta em efeitos reais dum tratamento ou intervenção, que derivam sobretudo de efeitos psicológicos relacionados com expectativas e condicionamento cognitivo e emocional [52-54].

Na prescrição de exercício ou de terapias, os profissionais devem manipular o seu discurso e o contexto de modo evitar a promoção do efeito nocebo [55, 56]. Como tal, não devemos instigar, nos atletas, a perspectiva de aumentarem o risco lesional caso não alonguem. O efeito nocebo pode ser evocado por informação verbal negativa e tem um impacto de magnitude média a grande na performance motora [53]. No limite – e considerando somente o argumento do risco lesional – alongar deveria constituir uma opção individual e não uma imposição, exceto em desportos nos quais as próprias posições de alongamento possam constituir um fator de performance (p.e., a espargata na ginástica artística).

3.2. Caráter multifatorial das lesões

É possível argumentar que não é, sequer, razoável, esperar que os alongamentos reduzam o risco lesional. Tornou-se lugar-comum argumentar (e com razão) que as lesões são multifatoriais, dependendo da interação entre fatores relacionados com a prescrição de exercício, exigências do desporto, características individuais, e múltiplos fatores contextuais e, como tal, as estratégias de prevenção também deverão ser multimodais [1, 36, 57-59]. Um exemplo concreto é fornecido na figura 2. Por este motivo, esperar que uma intervenção unimodal, baseada em alongamentos, previna lesões poderá ser irrealista [3].

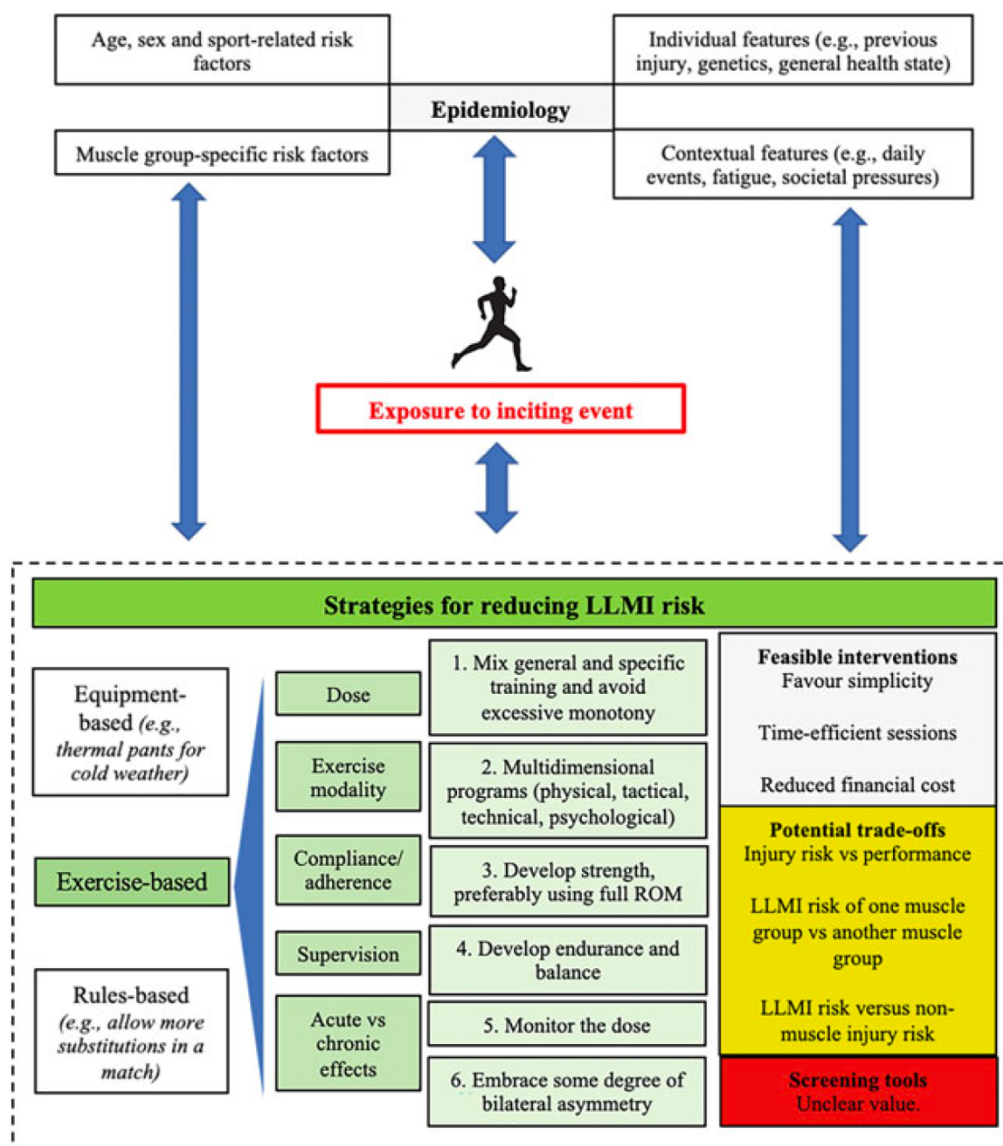


Figura 2. Modelo conceitual e estratégias práticas para a redução do risco de lesão de membros inferiores. LLMI – *Lower limb muscle injury*. ROM – *Range of motion*. Publicação original: Afonso et al. [1].

O argumento indireto – de que os alongamentos melhoram os níveis de flexibilidade e, como tal, poderiam reduzir o risco lesional, também é falho. Primeiro, este argumento assume uma relação linear entre flexibilidade e risco lesional, algo que não encontra suporte na literatura [36]. Segundo, porque os alongamentos não constituem a única forma de melhorar a flexibilidade. Com efeito, revisões sistemáticas

recentes mostraram que os alongamentos não são superiores ao treino de força ou ao *foam rolling* na melhoria da flexibilidade, mesmo em aplicações crónicas [5, 11, 12]. Em termos agudos, o alongamento não produz aumentos de flexibilidade superiores a um aquecimento dinâmico genérico, como demonstrado numa recente revisão sistemática [60].

3.3. Trade-offs?

O argumento de que o alongamento poderá não reduzir o risco lesional total, embora possa reduzir o risco lesional musculoesquelético [17] poderá estar a ignorar um eventual *trade-off*: uma redução significativa do risco de lesão musculoesquelética pode ser acompanhada de múltiplos (ainda que pequenos e não estatisticamente significativos) incrementos no risco lesional de outras estruturas (p.e., articulares, ósseas) [3]. De resto, um problema transversal à literatura em Ciências do Desporto é a consideração de dados lesionais muito específicos (p.e., lesões musculotendinosas dos isquiotibiais), sem avaliar eventuais efeitos noutros tipos de lesão (p.e., lesões articulares) ou regiões musculares (p.e., lesões dos quadricípites).

A expressão popular “a manta é curta” pode ser utilizada como analogia: reduzir o risco num determinado aspeto poderá resultar num aumento de risco noutros aspetos. Portanto, na pesquisa geral sobre lesões, e especificamente na pesquisa sobre alongamentos e risco lesional, estes potenciais *trade-offs* devem ser explorados e acautelados, evitando-se visões estreitas, passíveis de gerar importantes consequências não-intencionais. Um outro *trade-off* que seria importante investigar é a relação entre efeitos na prevenção de lesões vs. efeitos na performance: não é claro que todo e qualquer efeito na prevenção de lesões seja acompanhado de uma elevação da performance e vice-versa [cf., 61] e, de resto, os treinadores podem “aceitar” um risco

ligeiramente elevado de lesão se isso se traduzir numa potencial melhor performance [62].

3.4. Princípio ativo e dose

O conceito de princípio ativo [63] é usualmente aplicado na prescrição de medicamentos e outros produtos, mas poderemos utilizá-lo como analogia para a prescrição de exercício. Os alongamentos não são todos iguais – e o *princípio ativo* pode não ser comum a todos os tipos de alongamentos [17, 35, 64]. Embora não exista uma terminologia uniforme na literatura, é comum a categorização dos alongamentos em estático (ativo e passivo), dinâmico, balístico (uma forma extrema do alongamento dinâmico) e PNF [17], mas existem outras modalidades menos comuns [cf. 2]. Também se tem debatido a problemática classificação dos alongamentos estáticos em ativos e passivos, com a proposta de que terminologias menos usuais na literatura (autoalongamento vs. alongamento assistido) sejam adotadas de forma mais corrente [2]. Em termos agudos, os alongamentos dinâmicos parecem ser mais benéficos do que os estáticos como forma de aquecimento [35], enquanto os alongamentos estáticos e PNF resultam em ganhos crônicos superiores de flexibilidade [64]. Infelizmente, a questão dos efeitos dos alongamentos dinâmicos no risco lesional encontra-se parcamente investigada e apenas argumentos indiretos podem ser construídos [47], numa lacuna clara da literatura.

O princípio ativo, por si só, não determina inteiramente os efeitos de uma intervenção. Como na nutrição e na medicação, os efeitos das prescrições de exercício dependem muito da *dose* [65-67]. Por exemplo, os efeitos agudos dos alongamentos estáticos sobre testes envolvendo mudança de direção, saltos, entre outros fatores de performance, dependem da duração dos mesmos, com efeitos particularmente negativos

a partir a partir dos 60 segundos de aplicação por grupo muscular [35]. Do ponto de vista crónico, os alongamentos podem promover melhorias na força e na hipertrofia muscular, mas apenas quando se usam doses elevadas (≥ 15 minutos por sessão, durante >6 semanas e com frequência semanal ≥ 5 sessões) e, mesmo assim, com efeitos inferiores ao treino de força) [68]. Existem outras pesquisas que visam aferir os efeitos da dose na prescrição de alongamentos [69-72], mas não é claro como isso se relaciona com o risco lesional.

No contexto da relação dose-resposta, as Ciências do Desporto têm verificado uma busca acentuada pelas mínimas doses efetivas (ou seja, as doses mínimas necessárias para promover os efeitos desejados) [73, 74]. Será que os alongamentos precisam duma dose mínima para produzirem os seus efeitos? Qual será essa dose mínima no caso do risco lesional? E será essa dose mínima comparável para diferentes princípios ativos (isto é, diferentes tipos de alongamentos)? São questões em aberto.

Por outro lado, em contextos de treino desportivo reais, não manipulados para efeitos de investigação, os atletas não realizam alongamentos num vácuo. Os alongamentos são realizados em contextos de treino onde se incluem ações específicas da modalidade desportiva, treino de velocidade, treino de força, entre muitos outros estímulos em interação. E, claro, a dose prescrita para os alongamentos irá interagir com a dose total de exercício prescrita. Estas interações entre múltiplos princípios, múltiplas doses, contexto e características individuais fazem com que seja difícil aferir qual o papel dos alongamentos no risco lesional. Seja como for, as evidências não sustentam as fortes afirmações que são comumente repetidas entre os profissionais da área.

3.5. Adesão, *compliance*⁴ e fidelidade

Adesão e *compliance* são frequentemente usados de forma equivalente na literatura, embora não representem exatamente o mesmo [75, 76]. Adesão (ou aderência no Português do Brasil e na Língua Inglesa) implica uma participação ativa do paciente ou atleta, que decide voluntariamente cumprir com uma determinada intervenção; por seu turno, *compliance* reporta-se a um papel menos voluntário – o atleta cumpre a intervenção, mas apenas porque tem supervisão próxima a todo o momento [75, 76]. A título de exemplo, um programa de alongamentos supervisionado remeteria para a *compliance* do atleta, enquanto um programa de alongamentos opcional e/ou em sem supervisão remeteria para a adesão. Independentemente da terminologia, o fundamental a reter é a adesão e/ou *compliance* afetam a eficácia ou efetividade⁵ de uma intervenção [1]. Em estudos de prevenção de lesões baseados em exercício, maior *compliance* com a intervenção parece resultar em menor risco lesional [79, 80], e o mesmo se tem verificado para a adesão [81, 82].

Infelizmente, os estudos com alongamentos raramente reportam adesão e *compliance* e, quando o fazem, não esclarecem se isso possuiu um efeito modulador sobre os efeitos das intervenções. Se os estudos sobre os efeitos dos alongamentos no risco lesional não controlarem estes fatores, é possível que a ausência de resultados derive de fraca adesão e/ou *compliance*. Porém, também se pode argumentar de modo

⁴ Em português, *compliance* significa conformidade. Porém, à semelhança da expressão *stiffness* (rigidez), entendemos que a tradução não captura inteiramente o espírito do contexto de utilização da expressão. Como tal, optei por manter a expressão original inglesa.

⁵ Na literatura médica, tal como na medicina do desporto, eficácia refere-se a quão bem uma intervenção funciona em contexto altamente controlado/clínico/laboratorial (ou seja, em condições “ideais”), enquanto efetividade remete para quão bem uma intervenção em contexto mais realista, de mundo real [77, 78].

reverso: se houve fraca adesão e/ou *compliance*, provavelmente significa que essas intervenções não serão do agrado dos atletas e, como tal, será prudente encontrar alternativas.

Adicionalmente, cumprir com o programa (em termos quantitativos) não significa que este esteja a ser cumprido qualitativamente (p.e., o padrão motor solicitado pode não corresponder ao que foi solicitado) [83-85]. Tem sido especulado que a fidelidade ao programa pode afetar o risco lesional, mas desconheço pesquisa que tenha avaliado este efeito de forma direta. De igual forma, não encontrei pesquisa que tenha avaliado o efeito da fidelidade na eficácia ou efetividade de programas de alongamento, mas é um fator a considerar em futuras pesquisas.

3.6. Distribuição normal – o pensamento estatístico importa

Até agora, toda esta discussão tinha implícito um dado muito importante: estamos a falar de valores médios. Nos últimos anos, a pesquisa em Ciências do Desporto tem alertado recorrentemente para a importância da análise da variação interindividual, bem como fornecido métodos para a sua análise [86, 87]. Quando os dados mostram que não existe evidência para um efeito preventivo dos alongamentos, isso remete para um efeito populacional. Porém, isso significa que estamos a considerar somente a população da região central da curva de distribuição normal (Figura 3). Se considerarmos até 1 desvio-padrão em relação à média, estaremos a abarcar ~68% da população [88]. Isto significa que, na ausência de informação mais detalhada, a opção por defeito não pode ser recomendar a realização de alongamentos, nem a sua não realização (apenas relativamente ao risco lesional). A opção por defeito estatisticamente apropriada seria deixar ao critério individual.

PENSAMENTO ESTATÍSTICO

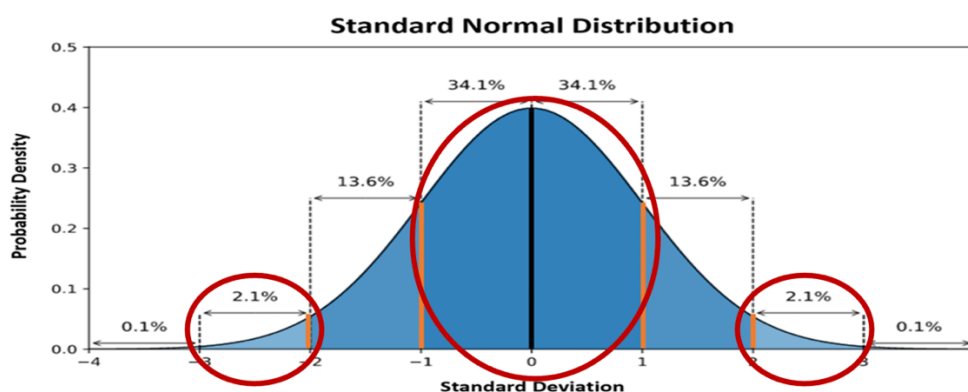


Figura 3. Curva de distribuição normal e a sua importância para analisarmos as evidências.

Porém, o que acontece com a população que está a mais de 1 desvio-padrão da média, i.e., o que ocorre com os restantes ~32%? Estatisticamente, os alongamentos poderiam aumentar substancialmente o risco lesional em 16%, mas reduzir substancialmente o risco lesional nos restantes 16% (lados opostos da curva). Mas quem são estes dois grupos de 16%, que estão diametralmente opostos? Infelizmente, a pesquisa ainda não conseguiu responder a esta questão. Saber a resposta permitiria detetar quais os indivíduos que realmente beneficiam dos alongamentos (relativamente ao risco lesional) – para esses, os alongamentos seriam de prescrição altamente recomendada. Para os outros 16%, porém, os alongamentos seriam ativamente contraindicados. Mas não sabemos: (i) quem são estes sujeitos; (ii) a que princípios ativos responderiam melhor (i.e., que tipo de alongamentos utilizar); (iii) de que forma esta resposta interage com a dose prescrita; e (iv) se esta resposta é estável no tempo (caso não seja, derrotam-se estas perspetivas de prescrição individualizada).

4. INVESTIMENTO EQUIVOCADO E OPORTUNIDADES PERDIDAS?

Terá o vasto interesse nos alongamentos enquanto fator de prevenção de lesões correspondência com um corpo de pesquisa igualmente vasto, especialmente com atletas? Em caso negativo, significa que existe um desfasamento entre o interesse pelo tema e a concretização de pesquisa; independentemente da direção dos resultados, isso significaria que estaríamos a basear convicções fortes num conjunto muito restrito de pesquisas. E estará o corpo de pesquisa excessivamente focado em alguns âmbitos de aplicação, negligenciando outros? Em caso afirmativo, isso resultaria numa má gestão de recursos, com excesso de pesquisa nalguns âmbitos e défice de pesquisa noutros, enviesando e estreitando desnecessariamente o conhecimento sobre o tema. Infelizmente, ambas as situações se confirmaram na mais vasta revisão sobre alongamentos em populações de atletas [2].

Desde logo, entre 300 estudos independentes com atletas (correspondentes a 316 artigos publicados), apenas cinco artigos forneceram dados sobre lesões (figura 4; nesta secção, todas figuras são extraídas da revisão de escopo de Afonso et al. [2]). Este simples dado demonstra que a quantidade de pesquisa efetuada não é compatível com o interesse popular e com a contundência dos argumentos em torno dos alongamentos como fator de prevenção de lesões. Esta revisão reviu os cinco artigos e demonstrou que nenhum deles fornecia suporte para uma relação entre alongamentos e prevenção de lesões (descrição detalhada no suplemento publicado com a revisão).

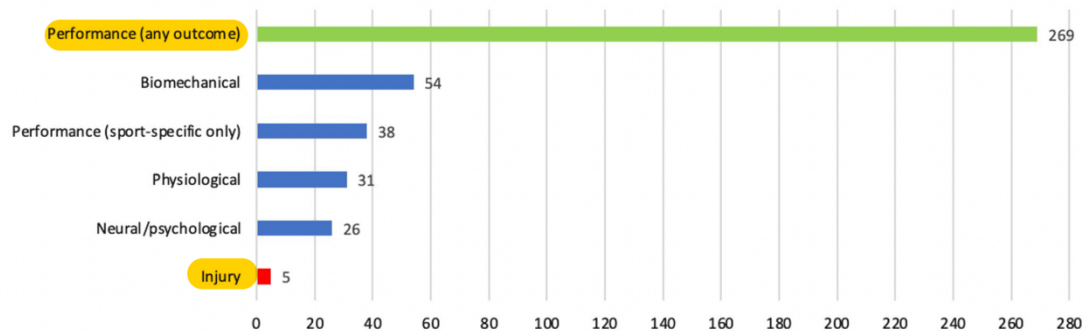


Figura 4. Número de estudos sobre alongamentos, com atletas, por cada domínio de variáveis.

No entanto, esta revisão de escopo revelou lacunas profundas na investigação sobre alongamentos, com atletas. Os números exatos podem ser consultados na revisão original, sendo que aqui apenas iremos reproduzir o mapa de evidências visual, cuja dimensão dos círculos é proporcional dentro de cada célula, e que proporciona uma perspectiva intuitiva sobre as lacunas existentes. A figura 5 revela que a esmagadora maioria dos estudos tem amostra inferiores a 20 atletas, o que compromete a sua potência estatística e potencial de generalização, e que representa uma realidade típica da investigação em Ciências do Desporto [89]. Por outro lado, confirma-se o viés favorecendo pesquisa com atletas do sexo masculino, também típico em Ciências do Desporto [90].



Figura 5. Mapa de evidências – tamanho amostral (à esquerda) e sexo (à direita). U – *Unreported*: o estudo não reportou o sexo dos participantes.

A figura 6 revela que o desporto com mais pesquisa em torno dos alongamentos é o futebol, seguido do atletismo, voleibol e basquetebol, sendo que a ginástica artística tem menor expressão do que o próprio basquetebol. A junção de todas as outras modalidades desportivas resulta numa percentagem de representação semelhante à do voleibol. Ou seja, surpreendentemente, os desportos que mais tendem a apelar à necessidade de grandes níveis de flexibilidade apresentam um corpo de pesquisa muito limitado, relativamente aos alongamentos. Por seu turno, o nível competitivo, classificado de acordo com o *Participant Classification Framework* de McKay et al. [48], mostra que a maioria dos estudos ocorre com atletas do nível mais baixo, ou seja, do nível 2, e existe uma ausência completa de estudos com atletas de nível 5 (nem mesmo estudos de caso ou estudos sobre as suas perceções relativamente ao tema). Perde-se no conhecimento sobre atletas de elite, mas ganha-se em representatividade das amostras (afinal, a esmagadora maioria dos atletas *não* são de alto nível).

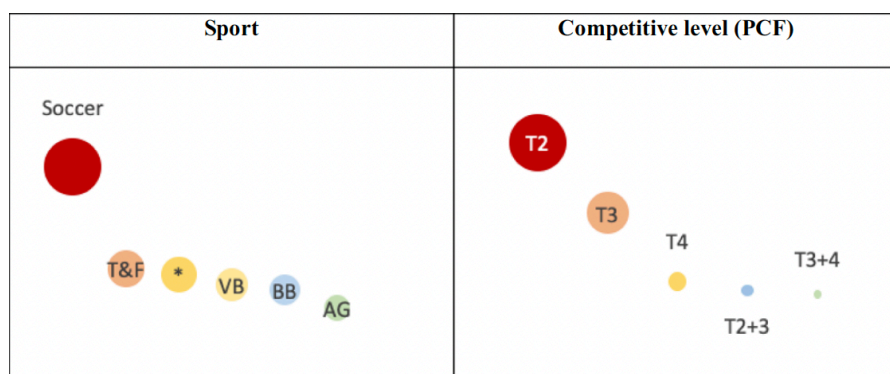


Figura 6. Mapa de evidências – desporto (à esquerda) e nível competitivo (à direita). PCF - *Participant Classification Framework* [48]. AG – *artistic gymnastics* (ginástica artística). BB – *basketball* (basquetebol). T – *tier* ou nível. T&F – *track and field* (atletismo). VB – *volleyball* (voleibol). * Todos os outros desportos juntos.

Na figura 7, observa-se que a maioria dos estudos se focam nos efeitos agudos dos alongamentos, com uma considerável desproporção relativamente à quantidade de estudos que se focam nos efeitos crónicos. Agravando a situação, os efeitos ditos “crónicos” são quase sempre analisados em estudos de duração inferior ou igual a 8 semanas e são poucos os estudos de duração superior a 16 semanas. De forma importante, e contrariando todos os discursos dominantes relativamente aos benefícios dos alongamentos a longo prazo, nenhum estudo com atletas durou mais de 6 meses. Ou seja, não temos estudos que durem sequer uma época desportiva, muito menos estudos plurianuais. No mínimo, isso deveria convidar à adoção de grande cautela quando se produzem afirmações sobre os supostos benefícios dos alongamentos a longo prazo, sobretudo na sua relação com a performance desportiva e com o risco lesional.

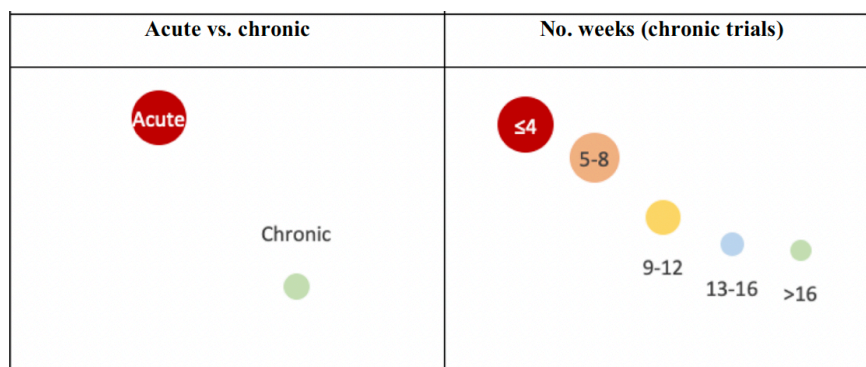


Figura 7. Mapa de evidências – efeitos agudos vs. crônicos (à esquerda) e número de semanas que duraram os estudos focados nos efeitos crônicos (à direita).

A figura 8 revela que existe bastante investigação, com atletas, usando alongamento estático ativo, alongamento dinâmico e alongamento estático passivo (nesta ordem), mas existe menos pesquisa com PNF e, sobretudo, muito pouca pesquisa usando alongamento balístico. Outros métodos de alongamento (p.e., *Stretching Global Ativo®*) também se encontram sub-representados. Ou seja, existe um viés favorecendo certos “princípios ativos” em detrimento de outros.

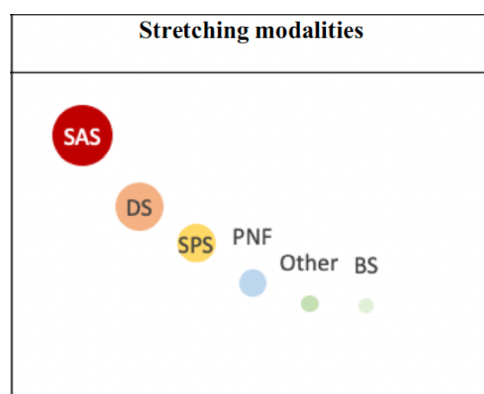


Figura 8. Mapa de evidências – modalidades de alongamento. BS – *ballistic stretching* (alongamento balístico). DS – *dynamic stretching* (alongamento dinâmico). PNF – *proprioceptive neuromuscular facilitation* (facilitação neuromuscular propriocetiva). SAS – *static active stretching* (alongamento estático ativo). SPS – *static passive stretching* (alongamento estático passivo).

Na figura 9, verifica-se que os estudos sobre alongamentos com atletas são aplicados predominantemente em contexto de aquecimento, i.e., antecedem a parte principal da sessão de treino. Temos muito menos informação sobre os seus efeitos quando realizados após o treino, dentro do treino (p.e., alongamento inter-séries) ou outros contextos (p.e., o atleta alonga somente antes de ir dormir).

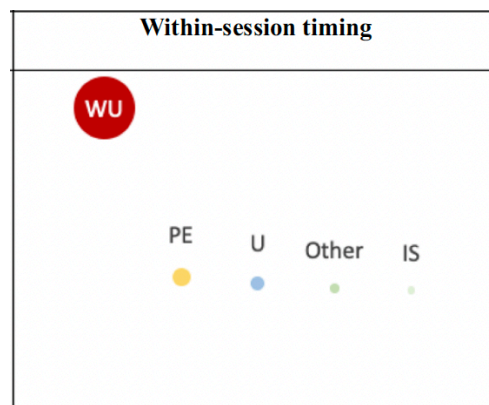


Figura 9. Mapa de evidências – timing de aplicação. IS – *inter-set* (inter-série). PE – *post-exercise* (pós-exercício). U – *unreported* (não reportado). WU – *warm-up* (aquecimento).

Por último, a figura 10 revela que, mesmo dentro das tão estudadas variáveis de performance (o que faz sentido, dado o predomínio de pesquisas realizadas no contexto do aquecimento), existem acentuados desequilíbrios. Assim, temos vasta investigação sobre efeitos dos alongamentos (sobretudo, efeitos agudos) em medidas de força e potência, bem como na amplitude de movimento. Porém, todas as outras variáveis de performance estão muito menos estudadas, incluindo efeitos na propriocepção, equilíbrio, resistência (endurance), entre outros. Importa realçar que estas medidas de performance se referem, sobretudo, a testes genéricos, como o salto com contramovimento, sprint linear de curtas distâncias, ou o clássico *sit-and-reach*. No entanto, menos de 15% dos estudos incluídos na revisão aplicou testes específicos do desporto que estava a ser investigado.

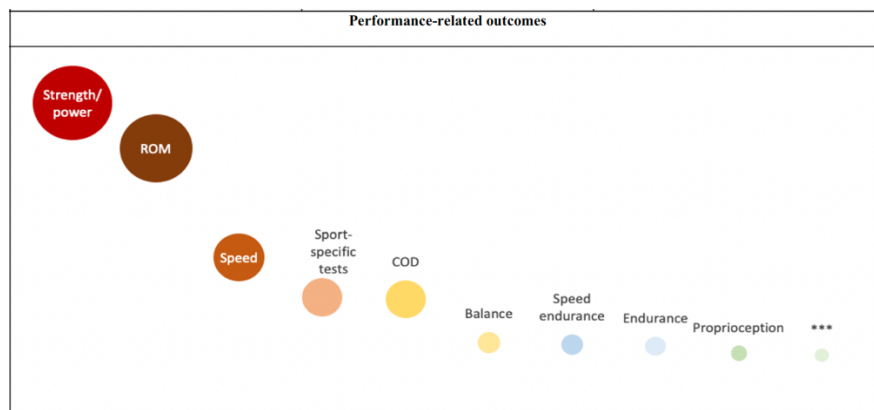


Figura 10. Mapa de evidências – variáveis analisadas dentro do domínio da performance. COD – *change of direction* (mudança de direção).

Em suma, não só não temos evidência de que os alongamentos reduzam o risco lesional, em atletas, como pouco sabemos acerca da sua relação com a performance desportiva específica.

5. SÍNTESE

Em princípio, e de acordo com as evidências existentes (sujeitas a mudança, como toda a ciência), os alongamentos não contribuem para a alteração do risco lesional (Figura 11). Portanto, usando exclusivamente o argumento do risco lesional, os alongamentos deveriam ser opcionais para a maioria da população, incluindo atletas.

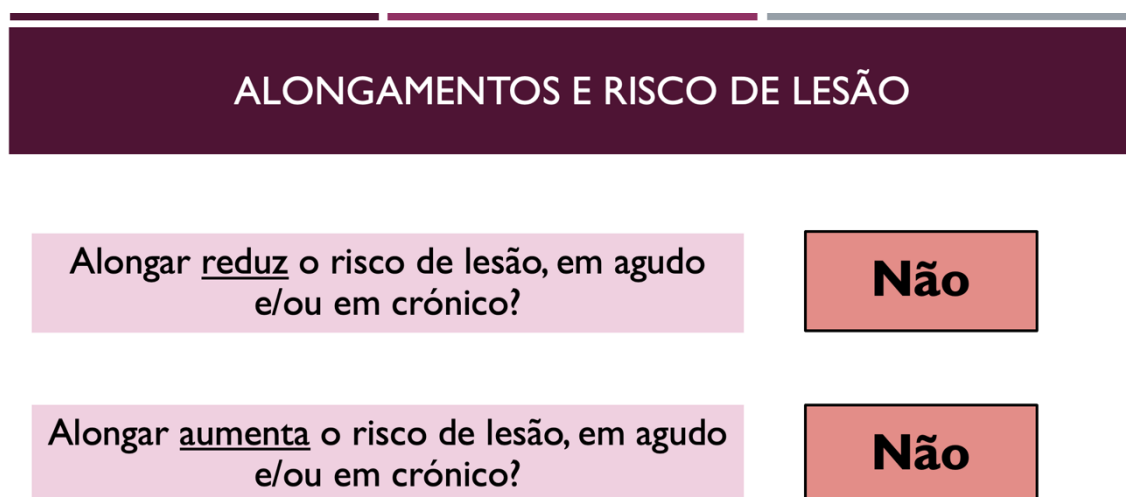


Figura 11. Alongamentos e risco lesional – em síntese.

Todavia, conforme realçado neste documento, existem muitas limitações e lacunas na literatura, especialmente no que se refere a atletas envolvidos em competições. Essas limitações sugerem cautela nas afirmações. Alongar não afeta o risco lesional..., mas pode ser que o futuro altere esta perspectiva, mediante novos dados. O mais provável, na minha opinião, é que o alongamento tenha um efeito *médio* neutro sobre o risco lesional, pelo que deveremos envidar esforços no sentido de tentar saber quais os atletas que beneficiariam da sua prática (ou seriam prejudicados pela mesma – temos de considerar os dois lados da distribuição estatística). O que não devemos é “esticar” a verdade, persistindo na propagação de que o alongamento previne lesões, sobretudo quando proferido com uma sensação de verdade. De igual modo, deveremos ser

cautelosos para não criarmos um efeito nocebo nos atletas, através de discursos ameaçadores, nos quais supostamente eles incorrerão num risco lesional superior, caso não alonguem. Num certo sentido, isto democratiza a prática dos alongamentos, que podem tornar-se uma opção individual (excetuando, novamente, modalidades nos quais posições de alongamento sejam inerentes à performance desportiva).

Conforme ficou patente, em particular com a análise da recente revisão de escopo com atletas, poderemos estar a perder valiosas oportunidades de pesquisa e eventuais aplicações práticas com objetivos que não os tradicionais (i.e., prevenção de lesões, aquecimento, recuperação pós-treino e melhoria da amplitude de movimento).

6. REFERÊNCIAS

1. Afonso J, Fonseca H, Ramirez-Campillo R, Olivares-Jabalera J, Rocha-Rodrigues S. Prevention Strategies of Lower Limb Muscle Injuries. In: Espregueira-Mendes J, Karlsson J, Musahl V, Ayeni OR, editors. Orthopaedic Sports Medicine: An Encyclopedic Review of Diagnosis, Prevention, and Management. Cham: Springer International Publishing; Ahead of print. p. 1-31.
2. Afonso J, Andrade R, Rocha-Rodrigues S, Nakamura FY, Sarmiento H, Freitas SR, et al. What We Do Not Know About Stretching in Healthy Athletes: A Scoping Review with Evidence Gap Map from 300 Trials. Sports Med. Ahead of print. doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02002-7>.
3. Afonso J, Olivares-Jabalera J, Andrade R. Time to Move From Mandatory Stretching? We Need to Differentiate “Can I?” From “Do I Have To?”. Frontiers in Physiology. 2021;12:Article 714166. doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.714166>.
4. Afonso J, Claudino JG, Fonseca H, Moreira-Gonçalves D, Ferreira V, Almeida JM, et al. Stretching for Recovery from Groin Pain or Injury in Athletes: A Critical and Systematic Review. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2021;6(3):Article 73. doi: <https://doi.org/10.3390/jfmk6030073>.
5. Afonso J, Ramirez-Campillo R, Moscão J, Rocha T, Zacca R, Martins A, et al. Strength Training versus Stretching for Improving Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. Healthcare. 2021;9(4). doi: <https://doi.org/10.3390/healthcare9040427>.
6. Moscão J, Vilaça-Alves J, Afonso J. A review of the effects of static stretching in human mobility and strength training as a more powerful alternative: Towards a different paradigm. Motricidade. 2020;16(1):18-27. doi: <https://doi.org/10.6063/motricidade.20191>.

7. Afonso J, Clemente FM, Nakamura FY, Morouço P, Sarmento H, Inman RA, et al. The Effectiveness of Post-exercise Stretching in Short-Term and Delayed Recovery of Strength, Range of Motion and Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Physiology*. 2021;12:Article 677581. doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.677581>.
8. Cunha P, Afonso J, Clemente FM. Teoria e Metodologia do Treino Desportivo – Grau II. Manuais de Formação Geral Cursos de Treinadores de Desporto Grau II. Lisboa: Instituto Português do Desporto e Juventude; 2022. p. 1-85.
9. Cunha P, Afonso J, Clemente FM. Teoria e Metodologia do Treino Desportivo – Grau I. Manuais de Formação Geral Cursos de Treinadores de Desporto Grau I. Lisboa: Instituto Português do Desporto e Juventude; 2022. p. 1-59.
10. ACSM, Pescatello LS. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (9th Edition). Wolters Kluwer | Lippincott, Williams & Wilkins Health; 2014.
11. Konrad A, Alizadeh S, Anvar SH, Fischer J, Manieu J, Behm DG. Static Stretch Training versus Foam Rolling Training Effects on Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2024. doi: 10.1007/s40279-024-02041-0.
12. Alizadeh S, Daneshjoo A, Zahiri A, Anvar SH, Goudini R, Hicks JP, et al. Resistance Training Induces Improvements in Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2023;53(3):707-22. doi: 10.1007/s40279-022-01804-x.
13. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213febf.

14. Castelo J, Barreto H, Alves F, Mil-Homens P, Carvalho J, Vieira J. Metodologia do Treino Desportivo. 2ª ed. Lisboa: FMH Edições; 1998.
15. Bompa TO, Buzzichelli CA. Periodization: Theory and Methodology of Training. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2019.
16. Freitas SR. Flexibilidade e alongamento: Um modelo taxonómico. Santo António dos Cavaleiros: Gnosies Produtos; 2010.
17. Behm DG. The science and physiology of flexibility and stretching. Implications and applications in sport performance and health. Oxon: Routledge; 2019.
18. Lederman E. Therapeutic stretching. Towards a functional approach. Churchill Livingstone; 2013.
19. Nelson AG, Kokkonen JJ. Stretching anatomy. 3rd ed. Human Kinetics; 2021.
20. Malek L. Science of stretch: Reach your flexible potential, stay active, maximize mobility. DK; 2023.
21. Fernandes A, Marinho A, Lima V, Veigt L. Cinesiologia do alongamento. 3ª ed. SPRINT; 2003.
22. ACSM, Liguori G, Feito Y, Fountaine C, Roy BA. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 11th edition ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2022.
23. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Br J Sports Med. 2020;54(24):1451-62. doi: 10.1136/bjsports-2020-102955.
24. Jarrell JF, Vilos GA, Allaire C, Burgess S, Fortin C, Gerwin R, et al. Consensus guidelines for the management of chronic pelvic pain. J Obstet Gynaecol Can. 2005;27(9):869-910. doi: 10.1016/s1701-2163(16)30993-8.
25. Brosseau L, Wells GA, Pugh AG, Smith CA, Rahman P, Álvarez Gallardo IC, et al. Ottawa Panel evidence-based clinical practice guidelines for therapeutic exercise in the

- management of hip osteoarthritis. Clin Rehabil. 2016;30(10):935-46. doi: 10.1177/0269215515606198.
26. Zhang YH, Hu HY, Xiong YC, Peng C, Hu L, Kong YZ, et al. Exercise for Neuropathic Pain: A Systematic Review and Expert Consensus. Front Med (Lausanne). 2021;8:756940. doi: 10.3389/fmed.2021.756940.
27. Hart L. Effect of stretching on sport injury risk: a review. Clin J Sport Med. 2005;15(2):113. doi: <https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000151869.98555.67>.
28. Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. Sports Med. 2004;34(7):443-9. doi: <https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00003>.
29. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. Scand J Med Sci Sports. 2010;20(2):169-81. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x>.
30. Higgins JP, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. 2nd ed. Chichester (UK): John Wiley & Sons; 2019.
31. Owens JK. Systematic reviews: Brief overview of methods, limitations, and resources. Nurse Author & Editor. 2021;31(3-4):69-72. doi: <https://doi.org/10.1111/nae2.28>.
32. Gopalakrishnan S, Ganeshkumar P. Systematic Reviews and Meta-analysis: Understanding the Best Evidence in Primary Healthcare. J Family Med Prim Care. 2013;2(1):9-14. doi: 10.4103/2249-4863.109934.
33. Moosapour H, Saeidifard F, Aalaa M, Soltani A, Larijani B. The rationale behind systematic reviews in clinical medicine: a conceptual framework. J Diabetes Metab Disord. 2021;20(1):919-29. doi: 10.1007/s40200-021-00773-8.

34. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.
35. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;41(1):1-11. doi: <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235>.
36. Green B, Bourne MN, van Dyk N, Pizzari T. Recalibrating the risk of hamstring strain injury (HSI): A 2020 systematic review and meta-analysis of risk factors for index and recurrent hamstring strain injury in sport. *Br J Sports Med*. 2020;54(18):1081-8. doi: 10.1136/bjsports-2019-100983.
37. Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sport Med*. 1999;9(4):221-7. doi: <https://doi.org/10.1097/00042752-199910000-00007>.
38. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *Bmj*. 2002;325(7362):468. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.325.7362.468>.
39. Weldon SM, Hill RH. The efficacy of stretching for prevention of exercise-related injury: a systematic review of the literature. *Man Ther*. 2003;8(3):141-50. doi: [https://doi.org/10.1016/s1356-689x\(03\)00010-9](https://doi.org/10.1016/s1356-689x(03)00010-9).
40. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD, Jr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):371-8. doi: <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000117134.83018.f7>.

41. Park DY, Chou L. Stretching for prevention of Achilles tendon injuries: a review of the literature. *Foot Ankle Int.* 2006;27(12):1086-95. doi: <https://doi.org/10.1177/107110070602701215>.
42. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Res Sports Med.* 2008;16(3):213-31. doi: <https://doi.org/10.1080/15438620802310784>.
43. da Costa BR, Vieira ER. Stretching to reduce work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *J Rehabil Med.* 2008;40(5):321-8. doi: <https://doi.org/10.2340/16501977-0204>.
44. Rogan S, Wüst D, Schwitter T, Schmidbleicher D. Static stretching of the hamstring muscle for injury prevention in football codes: a systematic review. *Asian J Sports Med.* 2013;4(1):1-9.
45. Lewis J. A systematic literature review of the relationship between stretching and athletic injury prevention. *Orthop Nurs.* 2014;33(6):312-20; quiz 21-2. doi: <https://doi.org/10.1097/nor.0000000000000097>.
46. Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2014;48(11):871-7. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>.
47. Behm DG, Alizadeh S, Daneshjoo A, Konrad A. Potential Effects of Dynamic Stretching on Injury Incidence of Athletes: A Narrative Review of Risk Factors. *Sports Med.* 2023;53(7):1359-73. doi: <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01847-8>.
48. McKay AKA, Stellingwerff T, Smith ES, Martin DT, Mujika I, Goosey-Tolfrey VL, et al. Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17(2):317-31. doi: 10.1123/ijsp.2021-0451.

49. Hart LE. Commentary: Effects of stretching on muscle soreness and risk of injury: a meta-analysis. *Clin J Sport Med.* 2003;13(5):321-2. doi: <https://doi.org/10.1097/00042752-200309000-00009>.
50. Shim HY, Lim OK, Bae KH, Park SM, Lee JK, Park KD. Sciatic nerve injury caused by a stretching exercise in a trained dancer. *Ann Rehabil Med.* 2013;37(6):886-90. doi: 10.5535/arm.2013.37.6.886.
51. Harvey LA, Katalinic OM, Herbert RD, Moseley AM, Lannin NA, Schurr K. Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *J Physiother.* 2017;63(2):67-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2017.02.014>.
52. Geers AL, Caplandies FC. Placebo and Nocebo Effects. *The Wiley Encyclopedia of Health Psychology.* 2020. p. 475-83.
53. Horváth Á, Köteles F, Szabo A. Nocebo effects on motor performance: A systematic literature review. *Scand J Psychol.* 2021;62(5):665-74. doi: 10.1111/sjop.12753.
54. Lindheimer JB, Szabo A, Raglin JS, Beedie C, Carmichael KE, O'Connor PJ. Reconceptualizing the measurement of expectations to better understand placebo and nocebo effects in psychological responses to exercise. *Eur J Sport Sci.* 2020;20(3):338-46. doi: 10.1080/17461391.2019.1674926.
55. Testa M, Rossettini G. Enhance placebo, avoid nocebo: How contextual factors affect physiotherapy outcomes. *Man Ther.* 2016;24:65-74. doi: 10.1016/j.math.2016.04.006.
56. Raglin J, Szabo A, Lindheimer JB, Beedie C. Understanding placebo and nocebo effects in the context of sport: A psychological perspective. *Eur J Sport Sci.* 2020;20(3):293-301. doi: 10.1080/17461391.2020.1727021.

57. Bhasin S, Gill TM, Reuben DB, Latham NK, Ganz DA, Greene EJ, et al. A Randomized Trial of a Multifactorial Strategy to Prevent Serious Fall Injuries. *N Engl J Med*. 2020;383(2):129-40. doi: 10.1056/NEJMoa2002183.
58. Saltzman EB, Levin JM, Dagher AB, Messer M, Kimball R, Lohnes J, et al. Injury prevention strategies at the 2019 FIFA Women's World Cup display a multifactorial approach and highlight subjective wellness measurements. *J isakos*. 2023;8(5):325-31. doi: 10.1016/j.jisako.2023.04.007.
59. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*. 2005;39(6):324-9. doi: 10.1136/bjsm.2005.018341.
60. Warneke K, Plöschberger G, Lohmann LH, Lichtenstein E, Jochum D, Siegel SD, et al. Foam rolling and stretching do not provide superior acute flexibility and stiffness improvements compared to any other warm-up intervention: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*. 2024;13(4):509-20. doi: 10.1016/j.jshs.2024.01.006.
61. Dos'Santos T, Thomas C, McBurnie A, Comfort P, Jones PA. Biomechanical Determinants of Performance and Injury Risk During Cutting: A Performance-Injury Conflict? *Sports Med*. 2021;51(9):1983-98. doi: 10.1007/s40279-021-01448-3.
62. Drawer S, Fuller CW. Evaluating the level of injury in English professional football using a risk based assessment process. *Br J Sports Med*. 2002;36(6):446-51. doi: 10.1136/bjsm.36.6.446.
63. Capasso F, Gaginella TS, Grandolini G, Izzo AA. Active Principles. *Phytotherapy: A Quick Reference to Herbal Medicine*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2003. p. 31-44.

64. Konrad A, Alizadeh S, Daneshjoo A, Anvar SH, Graham A, Zahiri A, et al. Chronic effects of stretching on range of motion with consideration of potential moderating variables: A systematic review with meta-analysis. *J Sport Health Sci.* 2023. doi: 10.1016/j.jshs.2023.06.002.
65. Swinton PA, Schoenfeld BJ, Murphy A. Dose-Response Modelling of Resistance Exercise Across Outcome Domains in Strength and Conditioning: A Meta-analysis. *Sports Med.* 2024. doi: 10.1007/s40279-024-02006-3.
66. Prentice CLS, Milanese S, Flavell CA, Massy-Westropp N. A dose response analysis of exercise prescription variables for lateral abdominal muscle thickness and activation: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther.* 2024;38:24-41. doi: 10.1016/j.jbmt.2024.01.016.
67. Langan SP, Grosicki GJ. Exercise Is Medicine...and the Dose Matters. *Front Physiol.* 2021;12:660818. doi: 10.3389/fphys.2021.660818.
68. Warneke K, Lohmann LH, Behm DG, Wirth K, Keiner M, Schiemann S, et al. Effects of Chronic Static Stretching on Maximal Strength and Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis with Meta-Regression. *Sports Medicine - Open.* 2024;10(1):Article 45. doi: 10.1186/s40798-024-00706-8.
69. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Stout JR, et al. Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(8):1529-37. doi: 10.1249/MSS.0b013e31817242eb.
70. Pethick J, Moran J, Behm DG. Prolonged static stretching increases the magnitude and decreases the complexity of knee extensor muscle force fluctuations. *PLoS One.* 2023;18(7):e0288167. doi: 10.1371/journal.pone.0288167.

71. Behm DG, Alizadeh S, Anvar SH, Drury B, Granacher U, Moran J. Non-local Acute Passive Stretching Effects on Range of Motion in Healthy Adults: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med.* 2021;51(5):945-59. doi: 10.1007/s40279-020-01422-5.
72. Warneke K, Keiner M, Hillebrecht M, Schiemann S. Influence of One Hour versus Two Hours of Daily Static Stretching for Six Weeks Using a Calf-Muscle-Stretching Orthosis on Maximal Strength. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(18). doi: 10.3390/ijerph191811621.
73. Afonso J, Nakamura FY, Baptista I, Rendeiro-Pinho G, Brito J, Figueiredo P. Microdosing: Old Wine in a New Bottle? Current State of Affairs and Future Avenues. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17(11):1649-52. doi: 10.1123/ijsp.2022-0291.
74. Behm DG, Granacher U, Warneke K, Aragão-Santos JC, Da Silva-Grigoletto ME, Konrad A. Minimalist Training: Is Lower Dosage or Intensity Resistance Training Effective to Improve Physical Fitness? A Narrative Review. *Sports Med.* 2024;54(2):289-302. doi: 10.1007/s40279-023-01949-3.
75. Mir TH. Adherence Versus Compliance. *HCA Healthc J Med.* 2023;4(2):219-20. doi: 10.36518/2689-0216.1513.
76. McKay CD, Verhagen E. ‘Compliance’ versus ‘adherence’ in sport injury prevention: why definition matters. *British Journal of Sports Medicine.* 2016;50(7):382. doi: 10.1136/bjsports-2015-095192.
77. Singal AG, Higgins PD, Waljee AK. A primer on effectiveness and efficacy trials. *Clin Transl Gastroenterol.* 2014;5(1):e45. doi: 10.1038/ctg.2013.13.
78. Courneya KS. Efficacy, effectiveness, and behavior change trials in exercise research. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7:81. doi: 10.1186/1479-5868-7-81.
79. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Higher compliance to a neuromuscular injury prevention program improves overall injury

- rate in male football players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(7):1975-83. doi: 10.1007/s00167-018-4895-5.
80. Ding L, Luo J, Smith DM, Mackey M, Fu H, Davis M, et al. Effectiveness of Warm-Up Intervention Programs to Prevent Sports Injuries among Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(10). doi: 10.3390/ijerph19106336.
81. Barden C, Hancock MV, Stokes KA, Roberts SP, McKay CD. Effectiveness of the Activate injury prevention exercise programme to prevent injury in schoolboy rugby union. *Br J Sports Med.* 2022;56(14):812-7. doi: 10.1136/bjsports-2021-105170.
82. Valentin S, Linton L, Sculthorpe NF. Effect of supervision and athlete age and sex on exercise-based injury prevention programme effectiveness in sport: A meta-analysis of 44 studies. *Res Sports Med.* 2023:1-20. doi: 10.1080/15438627.2023.2220059.
83. Owoeye OBA, McKay CD, Verhagen E, Emery CA. Advancing adherence research in sport injury prevention. *Br J Sports Med.* 2018;52(17):1078-9. doi: 10.1136/bjsports-2017-098272.
84. Krug MI, Vacek PM, Choquette R, Beynnon BD, Slauterbeck JR. Compliance and Fidelity With an Injury Prevention Exercise Program in High School Athletics. *Sports Health.* 2022;14(4):483-9. doi: 10.1177/19417381211043120.
85. Owoeye OBA, Emery CA, Befus K, Palacios-Derflingher L, Pasanen K. How much, how often, how well? Adherence to a neuromuscular training warm-up injury prevention program in youth basketball. *J Sports Sci.* 2020;38(20):2329-37. doi: 10.1080/02640414.2020.1782578.
86. Robinson ZP, Helms ER, Trexler ET, Steele J, Hall ME, Huang C-J, et al. N of 1: Optimizing Methodology for the Detection of Individual Response Variation in Resistance Training. *Sports Medicine.* Ahead of print. doi: 10.1007/s40279-024-02050-z.

87. Neumann ND, Van Yperen NW, Brauers JJ, Frencken W, Brink MS, Lemmink KAPM, et al. Nonergodicity in Load and Recovery: Group Results Do Not Generalize to Individuals. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2022;17(3):391-9. doi: 10.1123/ijsp.2021-0126.
88. Balakrishnan N, Nevzorov VB. Normal Distribution. A Primer on Statistical Distributions. Wiley Online Library; 2003. p. 209-34.
89. Abt G, Boreham C, Davison G, Jackson R, Nevill A, Wallace E, et al. Power, precision, and sample size estimation in sport and exercise science research. *Journal of Sports Sciences*. 2020;38(17):1933-5. doi: 10.1080/02640414.2020.1776002.
90. Walton CC, Gwyther K, Gao CX, Purcell R, Rice SM. Evidence of gender imbalance across samples in sport and exercise psychology. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. 1-19. doi: 10.1080/1750984X.2022.2150981.