



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Educação e Humanidades
Instituto de Educação Física e Desportos

Ana Clara Vale Lopes

**Efeito agudo da atividade condicionante no desempenho do salto
vertical em mulheres treinadas: uma revisão sistemática com
metanálise**

Rio de Janeiro

2022

Ana Clara Vale Lopes

Efeito agudo da atividade condicionante no desempenho do salto vertical em mulheres treinadas: uma revisão sistemática com metanálise



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Chagas Gomes

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

L864 Lopes, Ana Clara Vale.

Efeito agudo da atividade condicionante no desempenho do salto vertical em mulheres treinadas: uma revisão sistemática com metanálise / Ana Clara Vale Lopes. – 2022. 64 f.: il.

Orientador: Paulo Sérgio Chagas Gomes.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Saltos (Esportes) - Teses. 2. Mulheres atletas – Teses. 3. Desempenho - Avaliação - Teses. 4. Atletas - Treinamento – Teses. I. Gomes, Paulo Sérgio Chagas. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU 796.012.4.414.6-055.2

Bibliotecária: Mirna Lindenbaum CRB7 4916

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Ana Clara Vale Lopes

Efeito agudo da atividade condicionante no desempenho do salto vertical em mulheres treinadas: uma revisão sistemática com metanálise

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Aprovada em 17 de março de 2022.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Paulo Sérgio Chagas Gomes (Orientador)
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof^a. Dra. Cláudia de Mello Meirelles
Escola de Educação Física do Exército

Rio de Janeiro

2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram na minha – ainda modesta – jornada acadêmica e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pelo espaço de troca e muito aprendizado. Responsável por inúmeras alegrias e momentos marcantes na minha vida acadêmica e pessoal.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Sérgio Chagas Gomes, profissional e educador ímpar. Sua paixão pela pesquisa e dedicação são inspiradores. Obrigada por me conduzir pelo caminho da ética, por não me permitir esmorecer em momento algum, e por sempre buscar extrair o meu melhor.

Aos meus colegas e integrantes do Laboratório Crossbridges, em especial ao Prof. Dr. Elcy Ramon Franco Carvalho, pelas inúmeras contribuições para este trabalho, desde o tema de inspiração à revisão final. Agradeço também ao Prof. e futuro mestre André Luiz Conveniente Soares pela colaboração fundamental como segundo avaliador neste estudo.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite para participar da avaliação deste trabalho, e pelas contribuições realizadas na qualificação. Em especial ao Prof. Dr. Fabrício Vieira do Amaral Vasconcellos, que me acompanha desde a graduação, e por quem tenho grande admiração.

À minha companheira, pelo apoio, por tantos aprendizados e alegrias.

Por fim, agradeço à minha família, por estar ao meu lado em todos os momentos, e por sempre me incentivar a cada passo dado. Vocês são minha força.

RESUMO

LOPES, Ana Clara Vale. *Efeito agudo da atividade condicionante no desempenho do salto vertical em mulheres treinadas: uma revisão sistemática com metanálise*. 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

INTRODUÇÃO: A atividade condicionante é frequentemente utilizada para a melhora do desempenho de tarefas motoras com predominância de potência muscular externa, como o salto vertical. No entanto, não se sabe se esse método é eficiente na população de mulheres treinadas. **OBJETIVO:** verificar o efeito agudo dos protocolos de atividade condicionante no desempenho do salto vertical, avaliados pela altura atingida, em mulheres treinadas. **MÉTODOS:** Uma revisão sistemática com metanálise foi realizada a partir de estudos identificados e recuperados de cinco bases de dados (Pubmed, SPORTDiscus, Web of Science, Scopus e SciELO). A triagem e elegibilidade dos estudos selecionados foram realizadas por dois avaliadores independentes, seguindo a estratégia PICOS. Os artigos elegíveis tiveram a qualidade metodológica e o risco de viés avaliados através das escalas Testex e Risk of Bias 2.0, respectivamente. O nível de evidência da revisão sistemática foi verificado pela *GRADE tool*. Os resultados da metanálise foram obtidos através do software RevMan utilizando os valores de médias, desvios padrões e número de participantes por grupo na condição pós-tratamento e condição controle. A diferença média padronizada foi apresentada graficamente através de *Forest Plots* e o viés de publicação foi apresentado através de *Funnel plot* e teste de Egger. **RESULTADOS:** Os principais achados foram: (1) a intervenção com atividade condicionante provocou maiores desempenhos de salto do que o grupo/sessão controle [DMP = 0,91 (IC95%: 0,57; 1,24), I² = 75%, p = 0,0006], (2) atividades condicionantes dinâmicas apresentam melhores respostas de desempenho de salto do que isométricas [DMP = 1,00 (IC95%: 0,60; 1,40), I² = 55%, p = 0,06]; (3) atividades condicionantes com séries múltiplas foram superiores no aumento do desempenho do salto quando comparadas àquelas de séries únicas [DMP = 0,88 (IC95%: 0,53; 1,22), I² = 78%, p = 0,0003]; (4) mulheres atletas e com maior experiência de treinamento parecem ser mais responsivas à atividade condicionante do que mulheres de nível de treinamento mais baixo [DMP = 1,00 (IC95%: 0,60; 1,40), I² = 55%, p = 0,06]. **CONCLUSÃO:** A utilização de uma atividade condicionante pode ser uma estratégia interessante de melhora do desempenho agudo do salto vertical em mulheres treinadas. Mulheres atletas e com maior experiência de treinamento parecem ser mais responsivas às atividades condicionantes dinâmicas, com maior volume (3 séries), e com intensidades acima de 70%1RM. Mais estudos são necessários para melhor estabelecer protocolos mais adequados para as mulheres ao treinamento complexo, tendo o salto vertical como medida de desempenho.

Palavras-chave: Treinamento complexo. Atividade condicionante. Potencialização pós-ativação. Desempenho. Salto vertical. Mulheres atletas. Mulheres treinadas.

ABSTRACT

LOPES, Ana Clara Vale. *Acute effect of a conditioning activity in vertical jump performance in trained women: a systematic review with metanalysis*. 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

INTRODUCTION: A conditioning activity is often used to improve performance in motor tasks with muscle power predominance, such as the vertical jump. However, it is not known whether this method is efficient in the trained women's population. **OBJECTIVE:** The objective of the present study was to verify the acute effect of conditioning activity protocols in vertical jump performance in trained women. **METHODS:** A systematic review with meta-analysis was performed with studies identified and retrieved from five databases (Pubmed, SPORTDiscus, Web of Science, Scopus, and SciELO). Screening and eligibility of selected studies were performed by two independent evaluators, following the PICOS strategy. Eligible studies had their methodological quality and risk of bias assessed using Testex and Risk of Bias 2.0 scales. The level of evidence of the systematic review was verified by the GRADE tool. The meta-analysis results were obtained using the RevMan software using mean values, standard deviations, and the number of participants per group in the post-treatment and control conditions. The standardized mean difference was presented graphically using Forest Plots, and publication bias was presented using Funnel Plots and Egger test. **RESULTS:** The main findings were: (1) the intervention with conditioning activity produced higher jumping performances than the control group/session [SMD = 0.91 (IC95%: 0.57, 1.24), I² = 75%, p = 0.0006]; (2) interventions with dynamic exercises showed better jumping performance responses than isometric exercises [SMD = 1.00 (IC95%: 0.60, 1.40), I² = 55%, p = 0.06]; (3) conditioning activities with multiple sets were superior in increasing jump performance when compared to conditioning activities with single sets [SMD = 0.88 (IC95%: 0.53, 1.22), I² = 78%, p = 0.0003]; (4) female athletes with more training experience seem to be more responsive to conditioning activity than females of lower training level [SMD = 1.00 (IC95%: 0.60, 1.40), I² = 55%, p = 0.06]. **CONCLUSION:** a conditioning activity may be an interesting strategy to improve vertical jump's acute performance in trained women. Female athletes with greater training experience seem to be more responsive to dynamic conditioning activities, with greater volume (3 sets) and intensities above 70%1RM. More studies are needed to better establish more adequate protocols for women to complex training, using the vertical jump as a performance measure.

Keywords: Complex training. Conditioning activity. Post-activation potentiation. Performance. Vertical jump. Female athletes. Trained females.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1–	Equações de busca e resultados obtidos nas diversas bases de dados utilizadas	25
Figura 1 –	Fluxograma dos processos de pesquisa e seleção dos estudos.....	27
Quadro 2–	Resumo da estratégia PICOS norteadora da realização da busca	29
Tabela 1 –	Estudos que compararam o efeito agudo da atividade condicionante com controle na altura do salto vertical em mulheres treinadas	32
Tabela 2 –	Resultado da avaliação da qualidade metodológica, usando a escala Testex, dos estudos que compararam o efeito da atividade condicionante com grupo controle sobre a altura do salto vertical	35
Figura 2 –	Risco de viés dos estudos incluídos, determinado pela ferramenta <i>Risk of Bias</i>	36
Figura 3 –	Nível de evidência da revisão sistemática determinado pela ferramenta <i>GRADE</i>	37
Figura 4 –	Tamanho do efeito para altura do salto vertical na comparação entre atividade condicionante vs controle	43
Figura 5 –	Tamanho do efeito para altura do salto vertical pelo tipo de atividade condicionante na comparação entre atividade condicionante vs controle	44
Figura 6 –	Tamanho do efeito para altura do salto vertical pelo volume total da atividade condicionante na comparação entre atividade condicionante vs controle	45
Figura 7 –	Tamanho do efeito para altura do salto vertical pelo nível de treinamento dos indivíduos na comparação entre atividade condicionante vs controle	46
Figura 8 –	Viés de publicação dos estudos selecionados para esta metanálise: estudos que comparam a altura do salto vertical entre a execução de atividade condicionante vs controle	47

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	10
1	OBJETIVO	12
2	JUSTIFICATIVA	13
3	REVISÃO DA LITERATURA	14
3.1	Treinamento complexo – estado da arte	14
3.2	Potencialização pós-ativação	15
3.3	Melhora do desempenho pós-ativação (<i>post-activation performance enhancement – PAPE</i>)	17
3.4	Componentes do treinamento complexo	19
4	MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1	Registro da pesquisa	22
4.2	Estratégia de busca	22
4.3	Critérios de elegibilidade	28
4.4	Seleção dos estudos	28
4.5	Extração dos dados para tabela e estratégia para síntese dos dados para metanálise	29
4.6	Avaliação da qualidade metodológica e risco de viés	34
4.7	Análise estatística	38
5	RESULTADOS	39
5.1	Resultado das buscas	39
5.2	Características dos estudos selecionados	39
5.3	Características dos participantes	40
5.4	Comparação da execução da atividade condicionante <i>versus</i> controle sobre a altura do salto vertical	41

6	DISCUSSÃO	48
6.1	Comparação do subgrupo tipo de atividade condicionante .	50
6.2	Comparação do subgrupo volume da atividade condicionante	52
6.3	Comparação do subgrupo nível de treinamento	54
	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	57

INTRODUÇÃO

O salto vertical é um gesto motor presente em diversas modalidades desportivas e tem alta associação com o desempenho da potência muscular externa (ARAGÓN-VARGAS, 2009). Por isso, é utilizado como exercício principal em sessões de treinamento. Nas últimas décadas, a literatura observou que a realização de um exercício de força com alta sobrecarga (intensidade máxima ou próxima à máxima) previamente ao salto vertical pode potencializar o desempenho deste último (CREWETHER *et al.*, 2011). Tal exercício prévio é chamado de atividade condicionante (SALE, 2004) e o fenômeno associado à melhora aguda de qualquer exercício de potência muscular externa, como o salto vertical, é chamado de melhora do desempenho pós-ativação [*Post-Activation Performance Enhancement (PAPE)*] (BOULLOSA *et al.*, 2020).

A PAPE pode ser influenciada pela combinação de diversas variáveis da atividade condicionante (como volume e intensidade) e pelas características dos participantes que são submetidos à mesma. Entre estas características, o sexo dos indivíduos pode ser uma importante variável a ser considerada visando a potencialização do salto vertical (WILSON *et al.*, 2013). No entanto, o reduzido número de estudos que contém mulheres na amostra e as diferenças metodológicas entre os mesmos, tornam as evidências insuficientes para justificar qualquer conclusão a respeito da prescrição desse modelo de treinamento para essa população (XENOFONDOS *et al.*, 2010; DERENNE, 2010; PAJERSKA *et al.*, 2020).

Uma possível diferença entre homens e mulheres pode estar vinculada à influência dos hormônios na potencialização, mais especificamente uma modulação por parte do estradiol na fosforilação da cadeia leve regulatória da miosina (LAI *et al.*, 2016). Há também evidências de que as mulheres podem alcançar o pico de tensão em um tempo menor que o dos homens, o que indicaria maior potencialização das propriedades contráteis (SIMPSON *et al.*, 2018). Apesar das fibras musculares do tipo IIB serem mais sensíveis ao efeito da potencialização (EBBEN, 2002; VANDENBOOM, 2017), é possível que as mulheres se beneficiem da tolerância à fadiga, já que as mesmas possuem prevalência de fibras do tipo I (HAIZLIP, HARRISON, LEINWAND, 2015), considerando que a melhora do

desempenho é fruto do equilíbrio do binômio potencialização-fadiga (RASSIER, MACINTOSH, 2000).

Além das características dos praticantes, outros fatores podem interferir na observação do PAPE. Enquanto o alto volume exagerado da atividade condicionante pode estimular mais a fadiga, um volume muito reduzido pode ser insuficiente para estimular os mecanismos da PAPE (NACLERIO *et al.*, 2015). Todavia, ainda que haja evidências de maior resistência muscular nas mulheres (CLARK *et al.*, 2005, FIELD *et al.*, 1999), a hipótese de que elas suportem maior volume especificamente na atividade condicionante por serem mais tolerantes à fadiga carece de confirmação.

O tipo de contração muscular utilizada na atividade condicionante também é importante na estrutura deste método de treino. A literatura tem demonstrado que as tarefas motoras com características explosivas parecem ser potencializadas após atividade condicionante dinâmicas (CREWETHER *et al.*, 2011), mas o mesmo efeito parece não ser observado quando precedidas por contrações isométricas (TSOLAKIS *et al.*, 2011). Todavia, tal resultado não foi observado em estudos com amostras somente de mulheres. Por fim, o nível de treinamento também parece influenciar no fenômeno da PAPE. Sujeitos com maior nível de treinamento parecem ser mais suscetíveis aos mecanismos de potencialização e mais resistentes aos efeitos da fadiga (RIXON, LAMONT, BEMBEN, 2007).

Até onde se tem conhecimento, além da limitada disponibilidade de estudos com mulheres, não foi possível identificar de maneira clara e objetiva qual é o impacto da atividade condicionante sobre o desempenho do salto vertical com amostras apenas de mulheres treinadas. Isto torna limitado o conhecimento da efetividade do método nesta população específica. Além disso, as recomendações associadas ao tipo de atividade condicionante (isométrico *versus* dinâmico), o volume (séries simples *versus* múltiplas) e o nível de treinamento das participantes para observar o PAPE foram estruturadas a partir de estudos realizadas com amostras masculinas. Não se sabe se as mesmas recomendações podem ser aplicadas para amostras de atletas do sexo feminino. Levando em consideração o cenário descrito acima, o estudo produzido nesta dissertação de mestrado teve como objetivo identificar a existência e a magnitude dos efeitos agudos de uma atividade condicionante sobre a altura do salto vertical em mulheres adultas treinadas.

1. OBJETIVO

O estudo tem como objetivo identificar a existência e a magnitude dos efeitos agudos de uma atividade condicionante na altura do salto vertical em mulheres adultas treinadas, através da realização de uma revisão sistemática com metanálise.

2. JUSTIFICATIVA

A execução de uma atividade condicionante tem sido uma estratégia amplamente utilizada por preparadores físicos e treinadores para o aprimoramento de capacidades físicas que envolvem altas velocidades contráteis, como a potência muscular externa, especialmente envolvendo o salto vertical como atividade principal. Recentemente, seus efeitos vêm sendo bastante investigados na população de mulheres. Todavia, a notável diferença de protocolos de treinamento (volume e intensidade dos exercícios, intervalo de tempo de descanso, etc.) e de características dos indivíduos (nível de treinamento) submetidos à estes, aliada à presença de resultados antagônicos, dificulta a compreensão de como o fenômeno se apresenta nessa população específica.

Uma revisão sistemática com metanálise poderia, ao unir os resultados dos estudos individuais agudos, apurar evidências sobre os efeitos da utilização dessa estratégia no desempenho do salto vertical, especificamente na população de mulheres treinadas. Uma abordagem mais robusta e quantitativa pode aproximar a identificação da real influência do modelo de treinamento em questão para o desenvolvimento da potência muscular, subsidiando técnicos e preparadores físicos com informações relevantes para guiar o planejamento das sessões de treinamento sistemáticas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Treinamento complexo – estado da arte

A habilidade de gerar potência muscular externa é amplamente reconhecida como um elemento crucial para um bom desempenho atlético em modalidades esportivas coletivas ou individuais (SWINTON *et al.*, 2014; MARKOVIC *et al.*, 2007). Para a avaliação e monitoramento do desenvolvimento dessa capacidade física nos membros inferiores, comumente utiliza-se tarefas motoras fundamentais como o salto vertical (HOPKINS, SCHABORT, HAWLEY, 2001; ARAGÓN-VARGAS, 2009). Ainda, visando a melhora do seu desempenho, uma grande variedade de protocolos de treinamento tem sido proposta (MARSHALL *et al.*, 2021).

Uma das formas de estruturação do treinamento que ganhou notoriedade tanto no âmbito prático quanto no âmbito investigativo científico nas últimas décadas é conhecida como treinamento complexo (TC) (ALI *et al.*, 2017). Entende-se como TC a realização de uma atividade prévia de força máxima ou próxima à máxima, denominada atividade condicionante, seguida da realização de uma atividade principal de característica balística ou de força rápida (RIXON, LAMONT, BEMBEN, 2007; GOLAS *et al.*, 2017). O TC é bastante utilizado com o objetivo de elevar significativamente a capacidade do músculo em produzir força e velocidade de contração na atividade principal, otimizando assim, ganhos a médio e longo prazo com este tipo de treinamento (DA SILVA, 2015; FAYED, 2015; FRANCO-MÁRQUEZ *et al.*, 2015; WANG *et al.* 2018). O TC pode ser tão eficiente quanto outros métodos para a melhora do desempenho de saltos verticais, como o treinamento contrarresistência tradicional (PAGADUAN, POJSKIC, 2020), treinamento contraste (CORMIER *et al.*, 2020) e o *cluster training* (MARSHALL *et al.*, 2021), e mais eficiente que o treinamento pliométrico (PAGADUAN, POJSKIC, 2020).

O grande diferencial deste método reside no aumento de desempenho intra-sessão. É possível notar melhoras significativas no salto vertical de forma aguda após a realização de uma atividade condicionante (GOLAS *et al.*, 2017; THOMAS *et al.*, 2017; ESFORMES, BAMPOURAS, 2013; CREWETHER *et al.*, 2011). Por tanto, além das adaptações favoráveis inerentes ao treinamento à longo prazo, há

evidências de potencialização aguda no desempenho do salto vertical em curto prazo (FREITAS *et al.*, 2017).

3.2. Potencialização Pós-Ativação

A otimização do desempenho do salto vertical derivada da utilização de uma atividade condicionante é comumente explicada por mecanismos fisiológicos e mecânicos relacionados à potencialização pós-ativação (PPA) (CREWETHER *et al.*, 2011). A PPA é frequentemente descrita como o fenômeno no qual as características contráteis do músculo são agudamente aumentadas, como resultado da execução de uma contração voluntária (HODGSON, DOCHERTY, ROBBINS, 2005; SALE, 2004; RASSIER, MACINTOSH, 2000). A realização da atividade condicionante possibilita a ocorrência da PPA ao gerar um aumento na velocidade de contração muscular em cargas intermediárias, e ao permitir o aumento na taxa de desenvolvimento da força (ABBATE *et al.*, 2000; TILLIN, BISHOP, 2009).

Alguns mecanismos fisiológicos centrais e periféricos têm sido utilizados para explicar tal fenômeno. A melhora da atividade neuromotora atua como um indicador de potencialização (LUSCHER, RUENZEL, HENNEMAN, 1983), e ocorre através de mecanismos centrais como aumento da atividade reflexa, da melhora na eficiência sináptica na junção neuromuscular, e do aumento do recrutamento, excitabilidade e sincronização das unidades motoras de alto limiar (GULLICH, SCHMIDTBLEICHER, 1996). Apesar dessas atribuições, alguns estudos recentes envolvendo contrações isométricas voluntárias máximas não sustentam a hipótese da contribuição da excitabilidade aumentada dos motoneurônios via atividade reflexa (XENOFONDOS *et al.*, 2015) e da excitabilidade corticoespinal, inibição e facilitação intracortical (THOMAS *et al.*, 2017).

Por outro lado, a literatura científica cita a fosforilação da cadeia leve regulatória da miosina como um dos possíveis mecanismos fisiológicos da PPA (SWEENEY, BOWMAN, STULL, 1993), compreendido como uma contribuição periférica. Um íon fosfato resultante da quebra da adenosina trifosfato liga-se à essa porção do filamento grosso, proporcionando maior sensibilidade ao cálcio e maior interação entre os filamentos de actina e miosina. Esse processo, por sua vez,

aumenta a taxa de formação e a ativação de pontes cruzadas (LEVINE *et al.*, 1996). Em tese, tais aumentos favoreceriam a elevação da taxa de desenvolvimento da força e o pico de tensão (MACINTOSH, 2010). Também propicia um maior estado de geração de força das pontes cruzadas, devido à alteração da estrutura conformacional da cabeça da miosina (MACINTOSH, 2003).

Uma hipótese que também justificaria melhores desempenhos contráteis oriundos da PPA é a redução do ângulo de penação do fascículo (MAHLFELD, FRANKE, AWISZUS, 2004). Esta medida é obtida através do ângulo formado entre o fascículo e a aponeurose profunda do músculo-alvo. A modificação do ângulo afeta a transmissão de força para as estruturas osteotendíneas (BLAZEVICH, 2006), de forma que ângulos de penação menores possuem uma vantagem mecânica com relação à transmissão de força para o tendão em contrações subsequente. Entretanto, tal proposição foi demonstrada apenas por MAHLFELD, FRANKE, e AWISZUS (2004) e ignora o fato de que, para um mesmo volume muscular, fibras com maiores ângulos de penação possuem maior quantidade de fibras musculares por secção transversa fisiológica e, por conseguinte, maior capacidade de geração de força (FUKUNAGA *et al.*, 2001; KAWAKAMI *et al.*, 1995; MUHL, 1982). Além disso, outro estudo, utilizando agachamentos em três diferentes intensidades, relatou mudanças agudas na arquitetura muscular (área de secção transversa e ângulo de penação), porém nenhuma alteração significativa no desempenho de saltos (REARDON *et al.*, 2014).

Outra importante limitação do estudo de MAHLFELD, FRANKE e AWISZUS (2004) é que a força em si não foi mensurada, apenas identificou-se a redução do ângulo de penação em 2 graus e assumiu-se que isso melhoraria a capacidade de produzir força. Por fim, ângulos de penação reduzidos já foram utilizados como justificativa para uma melhora no desempenho nas atividades motoras balísticas mesmo sem comprovação experimental específica (GOLAS *et al.*, 2016), o que fragiliza o suporte das evidências.

Além dos indícios incompatíveis com relação à real contribuição do ângulo de penação como mecanismo periférico da PPA, outras inconsistências chamam a atenção. Alguns autores justificam que a PPA é o fenômeno responsável pelo aumento no desempenho do salto vertical (VILLALON-GASCH *et al.*, 2020; PIPER *et al.*, 2020). No entanto, outras investigações sugerem que tal fenômeno ocorre normalmente por menos de 3 minutos, com uma meia-vida de aproximadamente 28

segundos (VANDERVOORT, QUINLAN, MCCOMAS. 1983), enquanto a revisão sistemática com metanálise de GOUVÊA *et al.* (2013) aponta que o pico de melhora do desempenho do salto vertical ocorre momentos depois – 8 a 12 minutos. Em função dessa diferenciação, mais recentemente, alguns autores têm sugerido que algo além da PPA pode estar ligado à melhora do desempenho em tarefas motoras mais complexas (CUENCA-FERNÁNDEZ *et al.*, 2017; BOULLOSA *et al.*, 2020).

3.3. **Melhora do desempenho pós-ativação (*post-activation performance enhancement – PAPE*)**

Uma taxonomia mais recente proposta por CUENCA-FERNÁNDEZ *et al.* (2017) sugere a “melhora do desempenho pós-ativação” [*post-activation performance enhancement (PAPE)*] como um fenômeno distinto da PPA. Os autores justificam esse posicionamento em função da distinção temporal dos efeitos de ambos fenômenos, assim como possíveis diferenças nos mecanismos que os sustentam. Sendo assim, a PAPE refere-se somente à melhora do desempenho em tarefas motoras voluntárias (saltos, lançamentos), enquanto PPA refere-se ao aumento da resposta contrátil (BOULLOSA, 2021). De fato, do ponto de vista prático, recomenda-se que sejam identificadas respostas de PAPE específicas independente das respostas de PPA (THOMAS *et al.*, 2017; ZIMMERMANN, MACINTOSH, DAL PUPO, 2019).

Nesse contexto, destacam-se as diferenças entre a PPA e a PAPE, de maneira que algumas delas estão intimamente vinculadas ao curso temporal dos fenômenos. Entre elas, a fosforilação da CLRM, um dos principais mecanismos periféricos responsáveis por provocar a PPA, deveria coincidir temporalmente com mudanças na força contrátil submáxima e na taxa de desenvolvimento da força (BLAZEVICH, BABAUULT, 2019). Tal mecanismo é uma adaptação transitória que acontece de maneira muito rápida e quase instantânea, então a melhora do desempenho também deveria ser imediata. No entanto, como mencionado anteriormente, os efeitos da PAPE no salto vertical são vistos a partir dos 5 minutos após a realização da atividade condicionante, podendo estender-se até 12 minutos, conforme foi verificado em diversas revisões sistemáticas (GOUVÊA *et al.*, 2013;

SEITZ, HAFF, 2016; WILSON *et al.*, 2013). Somente um trabalho indicou o intervalo de 3 a 7 minutos (DOBBS *et al.*, 2019). Isso pode sinalizar que é improvável que a fosforilação da CLRM seja o mecanismo predominante que impulsiona a melhora do desempenho após uma intensa atividade muscular.

A PAPE parece estar alinhada cronologicamente ao aumento da temperatura do músculo-alvo (CUENCA-FERNÁNDEZ *et al.*, 2017). Isso que pode estar associado à maiores taxas de desenvolvimento da força e velocidades de encurtamento da fibra, pois coincide com a forte influência da reação da miosina ATPase sensível à temperatura na taxa do ciclo de pontes cruzadas (BLAZEVIICH, BABAULT, 2019). No entanto, a mudança na temperatura muscular não consegue explicar a diferença de melhora no desempenho entre as fibras tipo I e II, já que ambas apresentam dependências similares da temperatura.

O aumento da temperatura muscular local está intimamente relacionado a aumentos tanto no influxo sanguíneo quanto no conteúdo líquido muscular subsequentes à contração muscular intensa (HOLEWIJN, HEUS, 1992). Esse aquecimento pode influenciar a função muscular significativamente (MACINTOSH, ROBILLARD, TOMARAS; 2012), além de aumentar a rigidez e/ou a tensão músculo-tendínea (BLAZEVIICH, BABAULT, 2019). Assim, o trabalho realizado pelas pontes cruzadas será absorvido pelos tecidos elásticos. Enquanto a unidade músculo-tendínea se alonga, ocorre um acúmulo de energia, que por sua vez contribuirá na taxa de desenvolvimento da força e, por conseguinte, o pico de força e torque alcançado em uma contração submáxima.

Em contrapartida, existem mecanismos centrais que podem ser considerados comuns entre a PPA e a PAPE. É o caso aumento do impulso neural e da ativação muscular, fruto do aumento do recrutamento de unidades motoras (TILLIN, BISHOP, 2009), e um aumento da excitabilidade e/ou sincronidade de disparo de neurônios motores (GULLICH, SCHMIDTBLEICHER, 1996). Assim, enquanto uma PPA residual pode influenciar a PAPE em seus estágios iniciais após uma atividade condicionante, outros mecanismos podem desempenhar um papel na PAPE, os quais ainda devem ser definidos e testados.

Apesar das diferenças conceituais entre PPA e PAPE, diversos estudos foram publicados nos últimos 20 anos utilizando o termo PPA erroneamente. Em muitos casos, a PPA estava relacionada com o aumento de desempenho em tarefas motoras específicas, porém sem a confirmação de uma mudança na resposta

contrátil (SMITH, MACINTOSH, 2021; CHIU *et al.*, 2003; CHEN *et al.*, 2017; TILL, COOKE, 2009; MCCANN, FLANAGAN, 2010). Essa interpretação equivocada impacta diretamente nas buscas por artigos na literatura relacionados à temática em questão e, conseqüentemente, para a definição do estado da arte e para a aplicação prática. Talvez essa limitação seja uma das possíveis justificativas para a grande variabilidade de protocolos de potencialização e treinamento complexo verificadas na literatura científica, com definições inadequadas ou até equivocadas.

3.4. Componentes do Treinamento Complexo

Além do aumento da resposta contrátil das fibras musculares, atribuída à PPA e a PAPE, a realização da atividade condicionante pode também prejudicar sua capacidade contrátil em função da fadiga, de maneira que os mecanismos de ambos fenômenos coexistem e concorrem entre si (MACINTOSH, RASSIER, 2002; RASSIER, MACINTOSH, 2000). A modulação e controle das variáveis do TC, bem como as características intrínsecas dos indivíduos que realizam o treinamento, são importantes aspectos a serem considerados para alcançar efeitos considerados potencializadores (BLAZEVICH; BABAUULT; 2019), principalmente em tarefas motoras como o salto vertical.

Uma variável considerada importante é o volume da atividade condicionante, cujas recomendações sugerem a realização de 1 a 3 contrações isométricas voluntárias máximas (GULLICH, SCHMIDTBLEICHER, 1996) com duração entre 5 e 10 segundos (BAUDRY, DUCHATEAU, 2004). Para exercícios de força dinâmicos, sugere-se a utilização de cargas que permitam de 1 a 10 repetições máximas (RM) (YOUNG, JENNER, GRIFFITHS; 1998) ou séries múltiplas (2–3 sets) de baixo número de repetições (até 6 repetições) e alta intensidade (>70% 1RM) (SEITZ, HAFF, 2016; WILSON *et al.*, 2013; DOBBS *et al.*, 2015). Tais volumes são recomendados de forma que o efeito da fadiga não predomine sobre o efeito potencializador (RASSIER, MACINTOSH, 2000), levando em consideração a utilização de intensidades elevadas na execução, e o equilíbrio entre as duas variáveis.

Outro importante componente do TC é o tempo de descanso entre a atividade condicionante e atividade principal. Uma revisão sistemática com metanálise do nosso laboratório identificou o intervalo de tempo de oito a doze minutos como sendo mais favorável para aumentos significativos de performance da potência muscular em membros inferiores na atividade de salto (GOUVÊA *et al.*, 2013). Outra metanálise, usando uma adaptação do teste de Wingate, identificou o tempo de descanso de sete a dez minutos como o mais adequado para melhoras nas variáveis de potência muscular (WILSON *et al.*, 2013). Ainda, SEITZ e HAFF (2016) identificaram em sua metanálise um tamanho de efeito moderado de 0,49 para intervalos de descanso entre 5 e 7 minutos, e moderado de 0,44 para intervalos acima de 8 minutos.

O tipo de contração muscular das tarefas executadas também deve ser levado em conta. Existem evidências da utilização de atividades condicionantes com contração isométrica (TSOUKOS *et al.*, 2016), concêntrica (WITMER, DAVIS, MOIR; 2010) e excêntrica (BAUDRY, DUCHATEAU, 2004). Tendo essas variações em mente, a seleção dos exercícios que irão compor o treinamento parece ser um aspecto importante, já que no âmbito prático da aplicação do TC, utiliza-se comumente atividades principais que possuam semelhança biomecânica com o gesto motor da atividade condicionante executada. As recomendações de especialistas sugerem que, com isso, há a maximização da PPA ao manter as mesmas unidades motoras estimuladas na atividade condicionante sendo recrutadas na atividade principal, aproveitando assim um maior percentual de fosforilação das cadeias leves regulatórias da miosina (EBBEN, 2002; SCOTT, DOCHERTY, 2004). Todavia, as evidências experimentais são contraditórias, demonstrando uma potencialização mais eficiente quando a atividade condicionante é seguida de estímulos biomecânicos específicos e similares (CREWETHER *et al.*, 2011) ou não (SAEZ SAEZ DE VILLAREAL, GONZÁLEZ-BADILLO, IZQUIERDO, 2007). Um estudo reportou, ainda, ausência de efeitos potencializadores mesmo considerando a similaridade biomecânica dos gestos motores para membros inferiores (JONES, LEES, 2003); o que dificulta a confirmação da recomendação supracitada.

Por fim, cabe mencionar uma última categoria de fatores que, apesar de não serem componentes do TC, estão intimamente ligados à presença de efeitos potencializadores. As características individuais dos praticantes devem ser avaliadas para prescrição e supervisão da aplicação do TC. Índícios da presença de sujeitos

mais e/ou menos responsivos sustentam a necessidade do monitoramento das suas características e da individualização do estímulo (GOLAS *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2017; TILL, COOKE, 2009; FEROS *et al.*, 2012; CARVALHO, 2011; SYGULLA, FOUNTAINE, 2014). Entre esses fatores, a literatura aponta a idade do indivíduo, o nível de treinamento, o perfil fisiológico (principalmente característica do tipo de fibra predominante no músculo esquelético exercitado), e o sexo (XENOFONDOS *et al.*, 2010).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Registro da pesquisa

A presente revisão sistemática com metanálise foi registrada no *International prospective register of systematic reviews* sob a identificação CRD42021206580 (LOPES, CARVALHO, GOMES, 2022). O registro PROSPERO foi realizado por via eletrônica através do endereço <http://www.crd.york.ac.uk/prospero>. A revisão foi conduzida de acordo com os critérios e recomendações presentes no *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) (PAGE *et al.*, 2021).

4.2. Estratégia de busca

As referências dos documentos foram recuperadas das bases de dados MEDLINE, SPORTDiscus, Web of Science, Scopus e Scielo. A busca foi realizada utilizando diferentes combinações dos seguintes termos: “female”, “woman”, “women”, “girl*”, “athlete*”, “player*”, “trained”, “postactivation potentiation”, “post-activation potentiation”, “post-activation performance enhancement”, “PAP”, “PAPE”, “conditioning activity”, “conditioning stimulus”, “conditioning contraction”, “complex training”, “contrast training”, “resistance training”, “plyometric training”, “jump”, “jumping”, “Sprint”, “sprinting”, “lower limb*”. Os termos foram utilizados independentemente ou combinados, adaptados para cada base de dados. As diferentes combinações ocorreram devido às distintas características de busca de cada base de dados, com combinações DEC/ MeSH diferenciadas. As equações de busca e o resultado da mesma encontram-se descritos no quadro 1.

A busca na literatura envolveu artigos completos publicados de 1961, quando este tema começou a ser publicado na literatura, até agosto de 2021. Foram localizadas 1552 referências que foram submetidas ao processo de triagem e elegibilidade. Em seguida, citações em revisões relevantes e referências elegíveis

foram averiguadas. Nenhum estudo extra foi encontrado e selecionado nessa etapa. Os passos do processo de seleção dos estudos foram documentados em um fluxograma recomendado pelo *PRISMA statement* (PAGE *et al.*, 2021), e estão apresentados na figura 1.

Quadro 1- Equações de busca e resultados obtidos nas diversas bases de dados utilizadas

BASE DE DADOS	DATA	Nº ARTIGOS	EQUAÇÃO DE BUSCA
Sport Discus	23/08/21	317	"post activation potentiation"OR "post-activation potentiation" OR "post-activation performance enhancement" OR "postactivation performance enhancement" OR "conditioning stimulus" OR "conditioning activity" OR "complex training" OR "contrast training"
SciELO	23/08/21	17	("post-activation performance enhancement") OR ("postactivation potentiation") OR ("conditioning stimulus") OR ("conditioning activity") OR ("complex training") OR ("contrast training") OR ("Post-activation potentiation") OR ("postactivation performance enhancement")
PUBMED	13/10/21	93	Search: ((((((sprint) OR (jump)) OR (sprinting)) OR (jumping)) OR ("lower limbs")) OR (power)) AND (((((((("post-activation performance enhancement")) OR ("postactivation potentiation") OR ("conditioning stimulus")) OR ("conditioning activity")) OR ("complex training")) OR ("contrast training")) OR ("Post-activation potentiation")) OR ("postactivation performance enhancement")))) Filters: Clinical Trial, Randomized Controlled Trial

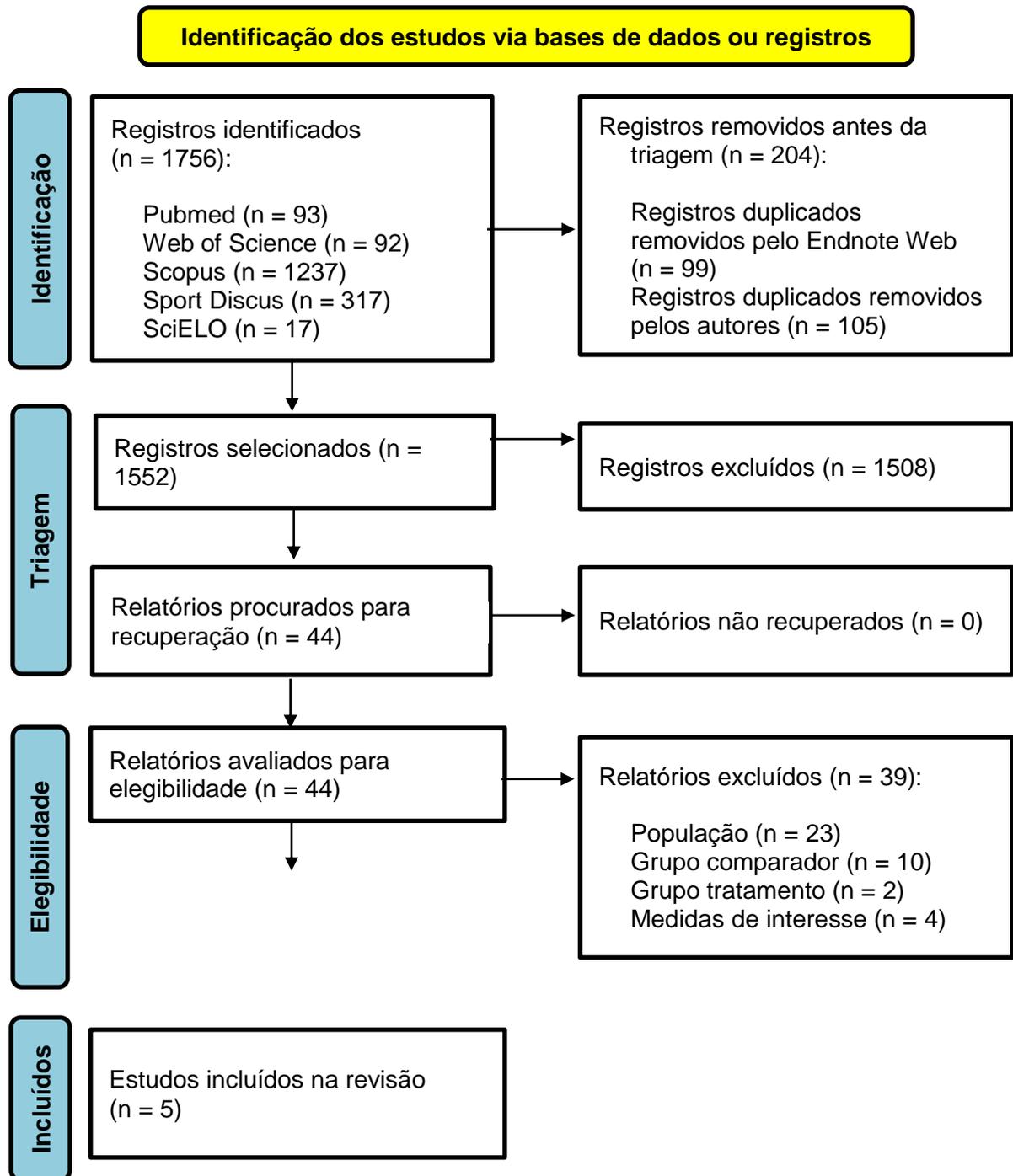
Fonte: A autora, 2022.

Quadro 1- Equações de busca e resultados obtidos nas diversas bases de dados utilizadas (continuação)

BASE DE DADOS	DATA	Nº ARTIGOS	EQUAÇÃO DE BUSCA
Scopus	13/10/21	1237	<p>(female OR girl OR girls OR woman OR women) AND ((sprint OR jump OR sprinting OR jumping OR "lower limbs" OR power OR "lower limb") AND ("post-activation performance enhancement" OR "postactivation potentiation" OR "conditioning stimulus" OR "conditioning activity" OR "complex training" OR "contrast training" OR "Post-activation potentiation" OR "postactivation performance enhancement")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Human") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Humans")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Portuguese"))</p>
Web of Science	13/10/21	92	<p>#3 TOPIC: ("post-activation potentiation") OR TOPIC: ("postactivation potentiation") OR TOPIC: ("post-activation performance enhancement") OR TOPIC: ("postactivation performance enhancement") OR TOPIC: ("contrast training") OR TOPIC: ("complex training") OR TOPIC: ("conditioning activity") OR TOPIC: ("conditioning stimulus") #4 TOPIC: (sprint) OR TOPIC: (sprinting) OR TOPIC: (jump) OR TOPIC: (jumping) OR TOPIC: (lower limb) OR TOPIC: (lower limbs) #8 TOPIC: (female) OR TOPIC: (girl) OR TOPIC: (girls) OR TOPIC: (woman) OR TOPIC: (women) #3 AND #4 AND #8 Refined by: DOCUMENT TYPES: (ARTICLE)</p>

Fonte: A autora, 2022.

Figura 1- Fluxograma dos processos de pesquisa e seleção dos estudos.



Fonte: Adaptado de PAGE, 2021, p. 105906.

4.3. Critérios de elegibilidade

A estratégia norteadora de busca PICOS (*Population, Intervention, Comparisson, Outcome, Study Design*) foi utilizada para a determinação dos critérios de elegibilidade (quadro 2). Artigos de ensaios clínicos experimentais controlados, de *crossover*, contrabalanceados, randomizados e não-randomizados, publicados em língua inglesa, foram selecionados para a inclusão. Fontes de literatura cinzenta, incluindo resumos de dissertações e conferências, e comunicações gratuitas orais em encontros científicos nacionais ou internacionais, foram excluídos

A amostra dos estudos incluídos era composta de indivíduos adultos saudáveis e treinados do sexo feminino, entre 18 e 40 anos, envolvidos em modalidades esportivas de força/potência e/ou em programas de treinamento físico de força/potência, com ausência de lesões ou disfunções musculoesqueléticas.

Com relação ao grupo tratamento, todos os estudos selecionados investigaram o efeito agudo de uma atividade condicionante em variáveis de desempenho do salto vertical. A atividade condicionante deveria ser de força isométrica ou dinâmica, com série única ou múltiplas, com carga externa de intensidade de 70% de 1RM à intensidade máxima/supramáxima.

Por fim, para medida de interesse, a altura do salto vertical foi considerada como variável de desempenho. Foram excluídos os estudos que combinaram a condição tratamento com outras intervenções (como o uso de medicamentos, suplementação, eletroestimulação, entre outros).

4.4. Seleção dos estudos

Os resultados da busca foram importados para banco de dados do *software Endnote Online* (<https://access.clarivate.com/login?app=endnote>). As duplicatas foram reconhecidas pelo banco e eliminadas pela autora principal. Em seguida, uma inspeção visual foi realizada por dois pesquisadores (ACVL e ACS) para excluir os artigos duplicados não identificados pelo *software*.

Ambos os processos de triagem e elegibilidade seguiram o mesmo procedimento: foram realizados por dois pesquisadores independentes (ACVL e

ACS), com cegamento, e utilizando um terceiro pesquisador independente (RFC) para tomar a decisão final nos casos de conflito. O processo de triagem foi iniciado após a exclusão das duplicatas, através da leitura dos títulos e resumos, os quais foram comparados com a lista de critérios de inclusão e exclusão baseada na estratégia PICOS. As referências que atenderam os critérios tiveram seus textos completos analisados no próximo estágio, a elegibilidade. Após a leitura dos textos completos, foram identificados 5 artigos que atenderam todos os requisitos para serem incluídos na revisão.

Quadro 2- Resumo da estratégia PICOS norteadora da realização da busca

POPULAÇÃO	Indivíduos adultos saudáveis e treinados do sexo feminino, que não possuam lesões ou disfunções musculoesqueléticas, entre 18 e 40 anos
INTERVENÇÃO	Intervenção aguda de uma atividade condicionante de força isométrica ou dinâmica ou balística, com série única ou múltiplas, com carga externa de intensidade de 70% 1RM à máxima/supramáxima
COMPARAÇÃO	Controle – não realização de atividade condicionante
RESULTADO	Altura do salto vertical
DESENHO DOS ESTUDO	Ensaio clínico experimental controlado, de <i>crossover</i> , contrabalanceados, randomizados e não-randomizados

Fonte: A autora, 2022.

4.5. Extração dos dados para tabela e estratégia para síntese dos dados para metanálise

As informações relacionadas à amostra, ao tratamento e ao resultado estão disponíveis na tabela 1. Os dados dos estudos selecionados foram extraídos para inclusão pela pesquisadora principal e conferidos pelo segundo pesquisador. O

resultado dos estudos foi indicado através do valor percentual da diferença entre a média dos valores pós-tratamento do grupo experimental e do grupo controle, conforme a fórmula abaixo.

$$DIFERENÇA \% = (Média PósEXP - Média PósCON) \times 100 \times Média PósEXP^{-1}$$

ONDE:

Média PósEXP: média dos valores pós-tratamento do grupo experimental

Média PósCON: média dos valores pós-tratamento do grupo grupo controle

Para a meta-análise, a quantidade de sujeitos por grupo (N amostral), a média e o desvio padrão do resultado pós-intervenção foram utilizados. Como dois estudos (ARABATZI *et al.*, 2014; KRCMÁR *et al.*, 2021) apresentaram medidas repetidas em diferentes tempos de descanso após a realização da atividade condicionante, somente a primeira medida foi utilizada para a metanálise. Optou-se por essa estratégia para desconsiderar o efeito residual das medidas repetidas, o qual pode influenciar o resultado da média final.

Nenhum estudo violou a igualdade entre grupos na condição pré-tratamento na variável de interesse (desempenho do salto vertical). Os dados extraídos foram inseridos manualmente no *software Review Manager* (RevMan, versão 5.4.1, 2020) para síntese e análise.

Nos dois estudos com amostra mista que separaram o resultado do desempenho de homens e mulheres, apenas os resultados dessas últimas foram incluídos (ARABATZI *et al.*, 2014; HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021). Caso a análise tivesse sido realizada em conjunto, os autores foram contatados para informar os resultados exclusivos das mulheres. O mesmo procedimento foi executado na ausência de resultados detalhados ou dados não reportados nos estudos.

No caso do não fornecimento dos dados brutos pelos autores, a ferramenta para análise de gráficos *WebPlotDigitizer* (Versão 4.5 disponível em: <https://automeris.io/WebPlotDigitizer/>), de uso gratuito, foi utilizada para calcular a média e desvio padrão dos gráficos disponíveis. Para tal, foram realizadas três medidas, e a média das mesmas foi calculada e usada para análise. Dois estudos foram submetidos a essas análises (ARABATZI *et al.*, 2014; VILLALON-GASCH *et*

al., 2020). Quando não havia a possibilidade de obtenção dos dados pelos gráficos, o estudo foi excluído da análise.

Tabela 1- Estudos que compararam o efeito agudo da atividade condicionante com controle na altura do salto vertical em mulheres treinadas

Referência	Amostra	Idade (anos)	Atividade Condicionante	Descanso	Atividade Principal	Resultado % EXP vs CON
Arabatzi <i>et al.</i> (2014)	11 MTr	20,4 ± 1,4	3x3 s ½ Ag ISO máx IS: 2 min	20 s e 4 min	3 SV SCM IS: 5 s	9,5% ↔
Duthie <i>et al.</i> (2002)	11 Atl Hq, Sb	23,7 ± 3,2	3x3RM ½ Ag (smith) IS: NI	NI	3x3 SV SCM 30% 1RM (smith) IS: NI	0% ↔
Herring <i>et al.</i> (2021)	15 Tr	22 ± 1,7	3x3-5 s puxada isométrica IS: 2 min	4-7 min	3 SV CCM IS: 1 min	-0,3% ↔
Krčmár <i>et al.</i> (2021)	14 Atl Vb, Atmo, Hb, Ft, CF	22 ± 2,3	3x4 Ag 85% 1RM IS: 2 min	5 min, 10 min	3, 5, 10 m sprint; 2-3 SV SCM; 2-3 SV CCM IS: 40 s; 30 s	SCM: 6,4% ↔ CCM: 14,7% ↑
Krčmár <i>et al.</i> (2021)	14 Atl Vb, Atmo, Hb, Ft, CF	22 ± 2,3	3x4 Ag 85% 1RM + BAND20 IS: 2 min	5 min, 10 min	3, 5, 10 m sprint; 2-3 SV SCM; 2-3 SV CCM IS: 40 s; 30 s	SCM: 11,0% ↔ CCM: 13,9% ↑

Legenda: Ag: agachamento isométrico; Atl: atletas; Atl-E: atletas de elite; Atmo: atletismo; BAND: banda elástica; CF: CrossFit; Ft: futebol; Hb: handebol; Hq: hóquey; IS: intervalo entre séries; iso: isométrico; máx: máximo; min: minutos; MTr: moderadamente treinadas; NI: não informado; RM: Repetições máximas; s: segundos; Sb: softbol; SV CCM: salto vertical com contramovimento; SV SCM: salto vertical sem contramovimento; Tr: treinadas; Vb: voleibol; ↔ sem diferença significativa entre EXP e CON; ↑ Aumento significativo em EXP

Tabela 1- Estudos que compararam o efeito agudo da atividade condicionante com controle na altura do salto vertical em mulheres treinadas (continuação)

Referência	Amostra	Idade (anos)	Atividade Condicionante	Descanso	Atividade Principal	Resultado % EXP vs CON
Krčmár <i>et al.</i> (2021)	14 Atl Vb, Atmo, Hb, Ft, CF	22 ± 2,3	3x4 Ag 85% 1RM + BAND30 IS: 2 min	5 min, 10 min	3, 5, 10 m sprint; 2-3 SV SCM; 2-3 SV CCM IS: 40 s; 30 s	SCM: 20,3% ↑ CCM: 15,8% ↑
Villalon-Gasch <i>et al.</i> (2020)	11 Atl-E Vb	22,2 ± 3,4	½ Ag (2x12 20 kg + 1x5 50% 1RM + 1x3 90% 1RM) IS: 3 min	8	2 SV CCM IS: 1 min	19,5%↑

Legenda: Ag: agachamento isométrico; Atl: atletas; Atmo: atletismo; BAND: banda elástica; CF: CrossFit; Ft: futebol; Hb: handebol; Hq: hóquey; IS: intervalo entre séries; iso: isométrico; máx: máximo; min: minutos; MTr: moderadamente treinadas; NI: não informado; RM: Repetições máximas; s: segundos; Sb: softbol; SV CCM: salto vertical com contramovimento; SV SCM: salto vertical sem contramovimento; Tr: treinadas; Vb: voleibol; ↔ sem diferença significativa entre EXP e CON; ↑ Aumento significativo em EXP

4.6. Avaliação da qualidade metodológica e risco de viés

O procedimento adotado para realizar a verificação da qualidade metodológica e do risco de viés dos estudos seguiu o mesmo procedimento que os processos de triagem e elegibilidade. Todas as avaliações foram realizadas por dois pesquisadores de maneira independente (ACVL e ACS), com cegamento. Onde houve conflito no resultado, um terceiro pesquisador independente tomou a decisão final (RFC).

Os estudos selecionados tiveram sua qualidade metodológica avaliada pela escala TESTEX (SMART *et al.*, 2015), a qual foi desenvolvida para avaliar estudos de treinamento físico, sendo assim ideal para as características dos estudos desta revisão. Esta ferramenta considera a impossibilidade de cegamento do participante e do pesquisador em relação ao treinamento. Por outro lado, dois critérios ligados à cronicidade do treinamento tiveram sua pontuação excluída, já que a revisão em questão se tratou de efeitos agudos. Por conseguinte, o critério 6 passou a ter a possibilidade de pontuação máxima de 2 pontos (exclusão do critério de relato da presença/frequência dos participantes no exercício), enquanto o critério 11 (relato da intensidade relativa do exercício mantida constante) foi excluído. Para o critério 10 (monitoramento de atividades nos grupos controle), foi considerada a descrição detalhada do protocolo controle. Logo, a possibilidade de pontuação máxima passou dos 15 pontos originais para 13 pontos no total. Os resultados da avaliação da qualidade metodológica estão apresentados na tabela 2.

Para avaliação do risco de viés dos estudos, foi utilizada a escala *Risk of Bias* da Cochrane (DE CARVALHO, SILVA, GRANDE, 2013), que busca identificar potenciais risco de viés de seleção, performance, detecção, atrito e relato. Os resultados de risco de viés estão apresentados na figura 2.

Foi utilizado o *GRADE tool – Grading Recommendation Assessment, Development and Evaluation* (ZHANG *et al.*, 2019) para determinar o nível de evidência da revisão sistemática. O resultado encontra-se na figura 3. De forma geral, foi observado um grau de certeza baixo sobre a atividade condicionante comparada ao controle para o salto vertical.

Tabela 2- Resultado da avaliação da qualidade metodológica, usando a escala Testex, dos estudos que compararam o efeito da atividade condicionante com grupo controle sobre a altura do salto vertical

Autor (Ano)	Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Crit. 5	Crit. 6	Crit. 7	Crit. 8	Crit. 9	Crit. 10	Crit. 12	Total
Arabatzi <i>et al.</i> (2014)	1	0	0	1	0	2	1	2	1	1	1	10
Duthie <i>et al.</i> (2002)	1	0	0	1	0	2	1	2	1	1	1	10
Herring <i>et al.</i> (2021)	1	1	1	1	0	2	1	2	1	1	1	12
Krčmár <i>et al.</i> (2021)	1	0	0	1	0	1	0	2	1	1	1	8
Villalon-Gasch <i>et al.</i> (2020)	1	0	0	1	0	2	0	1	1	1	1	8

Legenda: Critério 1: elegibilidade especificada; Critério 2: randomização especificada; Critério 3: ocultação de alocação; Critério 4: grupos semelhantes a linha de base; Critério 5: cegamento do avaliador; Critério 6: medidas de resultado; Critério 7: análise de intenção de tratar; Critério 8: comparações estatísticas; Critério 9: medidas pontuais e de variabilidade; Critério 10: monitoramento do grupo controle; Critério 11: intensidade relativa do exercício; Critério 12: volume do exercício e gasto de energia.

Figura 2- Risco de viés dos estudos incluídos, determinado pela ferramenta *Risk of Bias*.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Arabatzi et al. 2014	?	?	+	?	+	+	+
Duthie et al. 2002	?	?	+	?	+	+	+
Herring et al. 2021	+	+	+	?	+	+	+
Krčmár et al. 2021	?	?	+	?	-	+	+
Villalon-Gasch et al. 2020	?	?	+	?	-	?	+

Fonte: A autora, 2022.

Figura 3- Nível de evidência da revisão sistemática determinado pela ferramenta *GRADE*

Autor(es): Lopes; ACV

Pergunta: Atividade Condicionante comparado a Controle para Salto Vertical

Avaliação da Certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	Atividade condicionante	Controle	Relativo (95% CI)	Absoluto (95% CI)		

Altura salto vertical

5	ensaios clínicos randomizados	grave ^a	grave ^b	não grave	grave ^c	forte associação	85	84	-	DMP 0.91 DP mais alto (0.57 mais alto para 1.24 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	
---	-------------------------------	--------------------	--------------------	-----------	--------------------	------------------	----	----	---	-------------------------------------------------------------------------	---------------	--

IC: Intervalo de confiança; DMP: Diferença média padronizada; DP: desvio padrão

Explicações

a. 2 dos 5 (40%) estudos apresentaram risco alto de viés em pelo menos um dos domínios avaliados; b. Inconsistência de 75%; c. O número de participantes por grupo foi inferior a 139 sujeitos.

Fonte: A autora, 2022.

4.7. Análise estatística

A variável dependente da presente metanálise possui natureza contínua. Devido à natureza heterogênea dos estudos selecionados, que pode indicar que o efeito verdadeiro deve variar entre os estudos, a análise estatística adotou o modelo de efeito de erro aleatório. Também foi utilizada a diferença média padronizada com ajuste de pequenas amostras (g de Hedges) (BORENSTEIN *et al.*, 2009) e o intervalo de confiança de 95% para apresentar os resultados individuais de cada estudo selecionado. Para este cálculo, foi considerado a média e o desvio padrão das medidas pós-tratamento dos grupos intervenção (atividade condicionante) e comparação (controle). A magnitude da diferença média padronizada seguiu as recomendações de COHEN (1988) para tamanho de efeito.

A heterogeneidade estatística foi considerada a partir do teste de inconsistência (I^2), o qual avalia a discrepância nos resultados destas pesquisas. A interpretação do valor de I^2 é multifatorial, e a heterogeneidade pode ser classificada pelos seguintes guias aproximados: 0% a 40% baixo, 30% a 60% moderado, 50% a 90% alta e 75 a 100% muito alta (BORENSTEIN *et al.*, 2009).

A análise de subgrupos foi usada de modo a verificar se o tipo de atividade condicionante, o volume total a atividade condicionante e o nível de treinamento das participantes são fatores de inconsistência entre os estudos. Os resultados de tamanho do efeito e intervalo de confiança de 95% foram apresentados graficamente por um *forest plot*. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o pacote estatístico *Review Manager* [RevMan (Computer program) versão 5.4.1, The Cochrane Collaboration, 2020).

Um gráfico de funil (*funnel plot*) com média padronizada, acompanhado pelo teste de Egger (EGGER, SMITH, MINDER, 1997) para efeito randômico foram realizados para identificar a existência de viés de publicação. Estas análises foram geradas através do software *StatsDirect* (versão 3, disponível em <https://statsdirect.com/>).

5. RESULTADOS

5.1. Resultado das buscas

A busca realizada nas bases de dados encontrou os seguintes números de artigos: Pubmed = 93; Web of Science = 92; Scopus = 1237; SportDiscus = 317 e SciELO = 17. Nenhum artigo adicional foi identificado e incluído a partir das buscas nas referências das revisões sistemáticas e metanálise previamente publicadas sobre o efeito agudo da atividade condicionante no desempenho do salto vertical em mulheres treinadas. Ao final da triagem e da análise de elegibilidade, apenas 6 estudos foram selecionados.

5.2. Características dos estudos selecionados

Dos 5 artigos selecionados, dois estudos utilizaram atividades condicionantes com exercícios isométricos (ARABATZI *et al.*, 2014; HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021) e três estudos utilizaram exercícios dinâmicos (DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002; KRČMÁR *et al.*, 2021; VILLALON-GASCH *et al.*, 2020). Entre os artigos de exercícios dinâmicos, todos aplicaram agachamentos bilaterais, enquanto nos exercícios isométricos um estudo utilizou o agachamento bilateral (ARABATZI *et al.*, 2014) e outro a puxada isométrica (HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021), uma atividade isométrica de extensão similar ao levantamento terra, partindo da posição de pé com os pés afastados, com uma barra fixa na altura da coxa medial.

Com relação ao volume da atividade condicionante, somente um estudo executou série única (VILLALON-GASCH *et al.*, 2020), e outros quatro executaram séries múltiplas, especificamente 3 séries (ARABATZI *et al.*, 2014; DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002; HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021; KRČMÁR *et al.*, 2021). O número de repetições nas séries da atividade condicionante, por sua vez, coincidiu em todos os 5 estudos, permanecendo na faixa de 3 a 4 repetições.

Quanto à carga, somente um estudo (HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021) adicionou bandas elásticas além da sobrecarga da atividade condicionante.

O tempo de descanso entre a atividade condicionante e a atividade principal apresentou grande variabilidade. Dois estudos fizeram medidas repetidas em momentos distintos após a atividade condicionante (ARABATZI *et al.*, 2014; KRČMÁR *et al.*, 2021), enquanto três realizaram medidas de salto somente um momento após a atividade condicionante (VILLALON-GASCH *et al.*, 2020; DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002; HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021).

No que diz respeito ao teste de desempenho de membros inferiores, foram utilizados saltos verticais sem contramovimento (ARABATZI *et al.*, 2014; KRČMÁR *et al.*, 2021), com contramovimento (DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002; HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021; VILLALON-GASCH *et al.*, 2020) e sem contramovimento com sobrecarga de 30% de 1RM de agachamento (DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002).

Subgrupos de análise foram criados em função da grande variabilidade supracitada entre os estudos, de modo a permitir a observação dos fatores que explicariam a grande inconsistência nos resultados dos estudos selecionados. Foram realizadas as análises por subgrupos com distinção entre tipo de atividade condicionante (exercício isométrico *versus* exercício dinâmico), volume total da atividade condicionante (série única *versus* séries múltiplas) e nível de treinamento (treinados/moderadamente treinados *versus* atletas).

5.3. Características dos participantes

Em linhas gerais, os estudos contemplaram amostras de mulheres com menos de 30 anos. Os níveis de treinamento variaram de moderadamente e recreacionalmente treinadas, a atletas de nível universitário, nacional e de elite. Dentre as modalidades esportivas praticadas pelas participantes, constam natação, hóquei, softbol, voleibol, atletismo, handebol, futebol e CrossFit.

5.4. Comparação da execução da atividade condicionante *versus* controle sobre a altura do salto vertical

O total de participantes foi de 85 sujeitos para a intervenção com atividade condicionante de intensidade maior ou igual a 70% 1RM e 84 para o grupo de comparação (controle). A diferença da média padronizada indicou um efeito grande e favorável à intervenção com atividade condicionante [DMP = 0,91 (IC95%: 0,57; 1,24), $p = 0,0006$], conforme consta na figura 4. O teste de inconsistência (I^2) revelou uma heterogeneidade alta (75%). A inspeção visual do gráfico de funil (figura 8), acompanhada pelo valor não significativo de P do teste de Egger ($p = 0,1198$), rejeitaram a hipótese de viés de publicação.

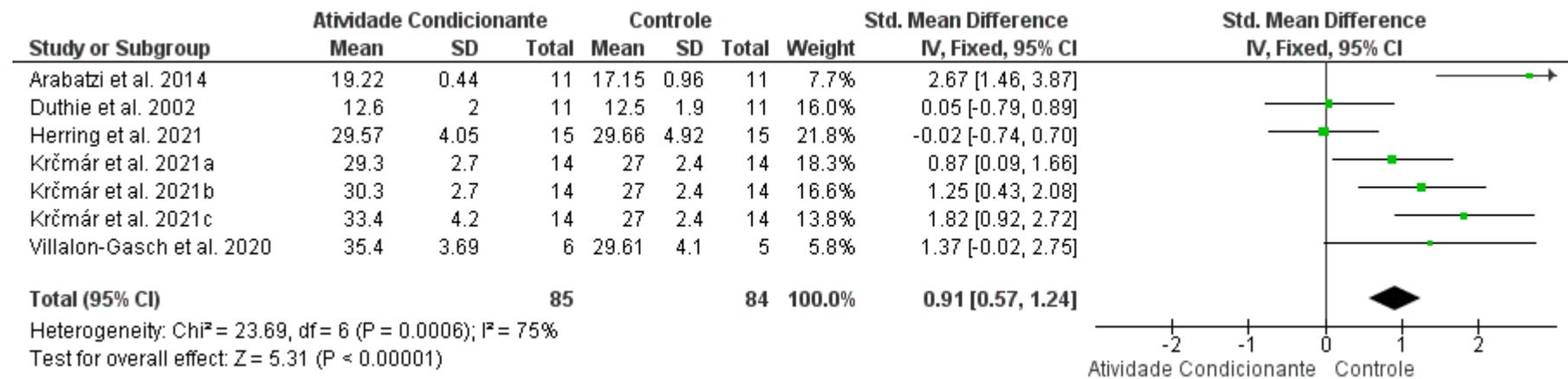
Ao observar as respostas associadas ao subgrupo relacionado ao tipo de atividade condicionante – dinâmica ou isométrica, foi identificado um efeito grande favorável à intervenção com exercícios dinâmicos [DMP = 1,00 (IC95%: 0,60; 1,40), $I^2 = 55\%$, $p = 0,06$]. A intervenção ocorreu em 59 sujeitos, enquanto o grupo de comparação controle teve 58. Já na intervenção com exercícios isométricos, foi observado um efeito moderado favorável à mesma [DMP = 0,68 (IC95%: 0,06; 1,30), $I^2 = 93\%$, $p = 0,0002$]. Neste caso, 26 indivíduos foram submetidos à intervenção, e 26 compuseram o grupo comparador. Estes resultados podem ser observados na figura 5.

No subgrupo formado pelo volume total da atividade condicionante, foi verificado um efeito grande e favorável à intervenção com séries múltiplas [DMP = 0,88 (IC95%: 0,53; 1,22), $I^2 = 78\%$, $p = 0,0003$]. A intervenção foi realizada com 79 sujeitos, e o grupo comparador também foi composto de 79. Por outro lado, somente um estudo utilizou uma intervenção com série única, sendo constatado no mesmo um efeito grande [DMP = 1,37 (IC95%: -0,02; 2,75), $I^2 =$ não aplicável, $p =$ não aplicável]. No total, 6 indivíduos foram submetidos a essa intervenção, e 5 compuseram o grupo controle. Estes resultados são apresentados na figura 6.

Por fim, no subgrupo formado pelo nível de treinamento dos participante, foi identificado um efeito grande favorável à intervenção em indivíduos atletas [DMP = 1,00 (IC95%: 0,60; 1,40), $I^2 = 55\%$, $p = 0,06$]. A intervenção ocorreu em 59 sujeitos, enquanto o grupo de comparação controle teve 58. Já na intervenção com indivíduos treinados ou moderadamente treinados, foi observado um efeito moderado favorável

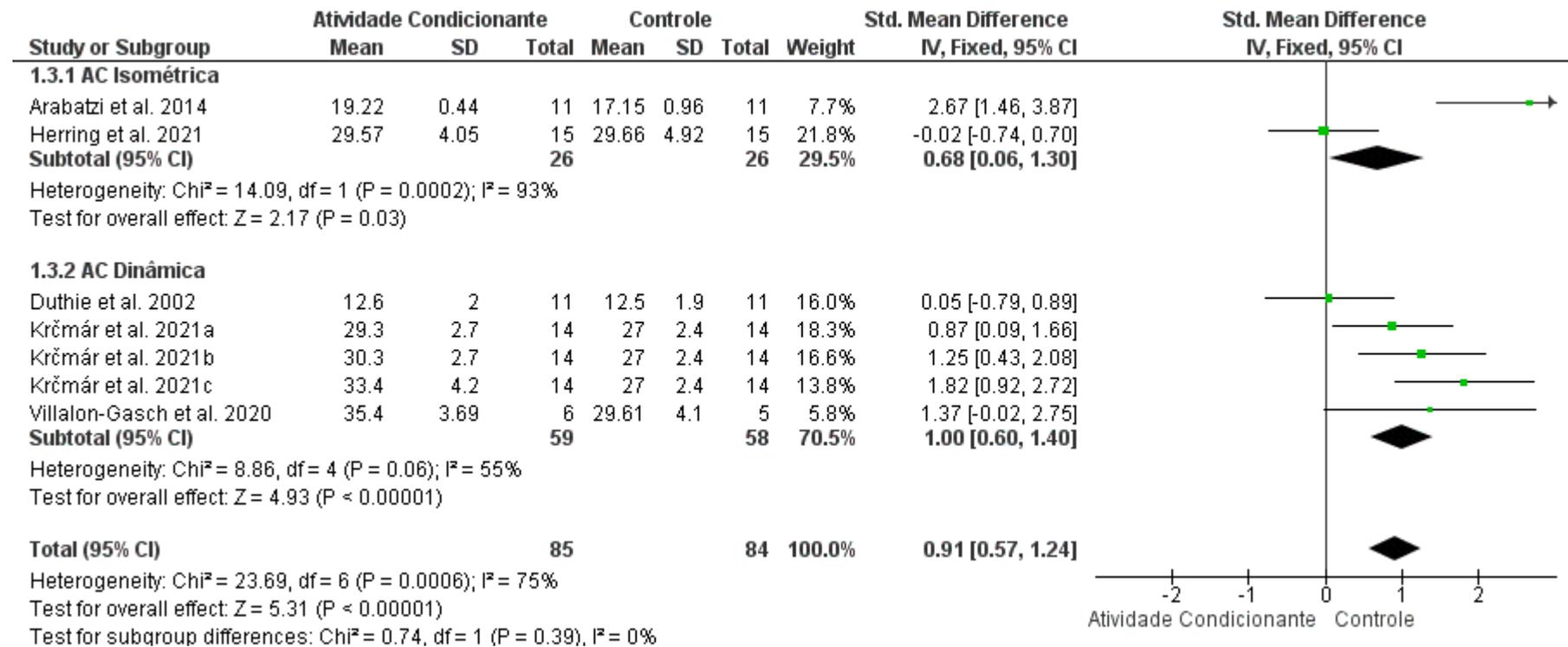
à mesma [DMP = 0,68 (IC95%: 0,06; 1,30), I2 = 93%, p = 0,0002]. Neste caso, 26 indivíduos foram submetidos à intervenção, e 26 compuseram o grupo comparador. Estes resultados podem ser observados na figura 7.

Figura 4- Tamanho do efeito para altura do salto vertical na comparação entre atividade condicionante vs controle



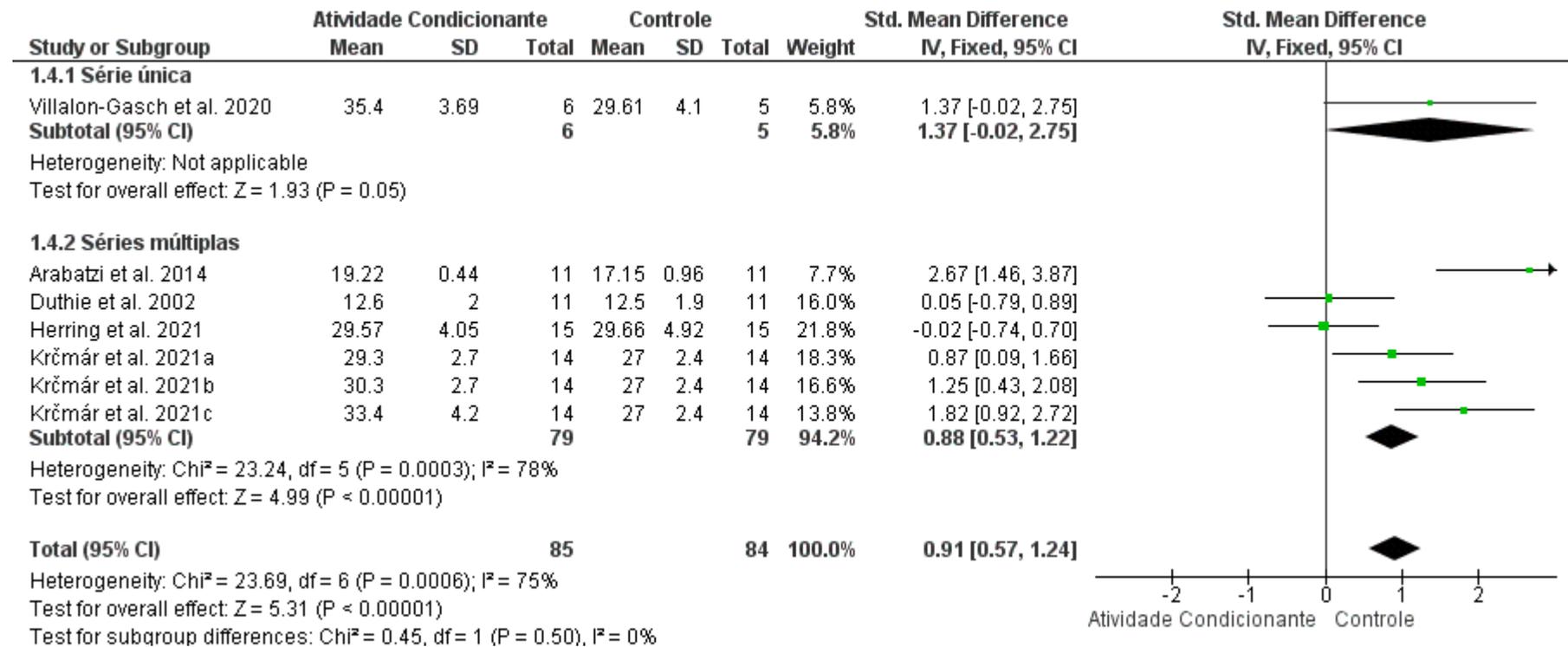
Fonte: A autora, 2022.

Figura 5- Tamanho do efeito para altura do salto vertical pelo tipo de atividade condicionante na comparação entre atividade condicionante vs controle



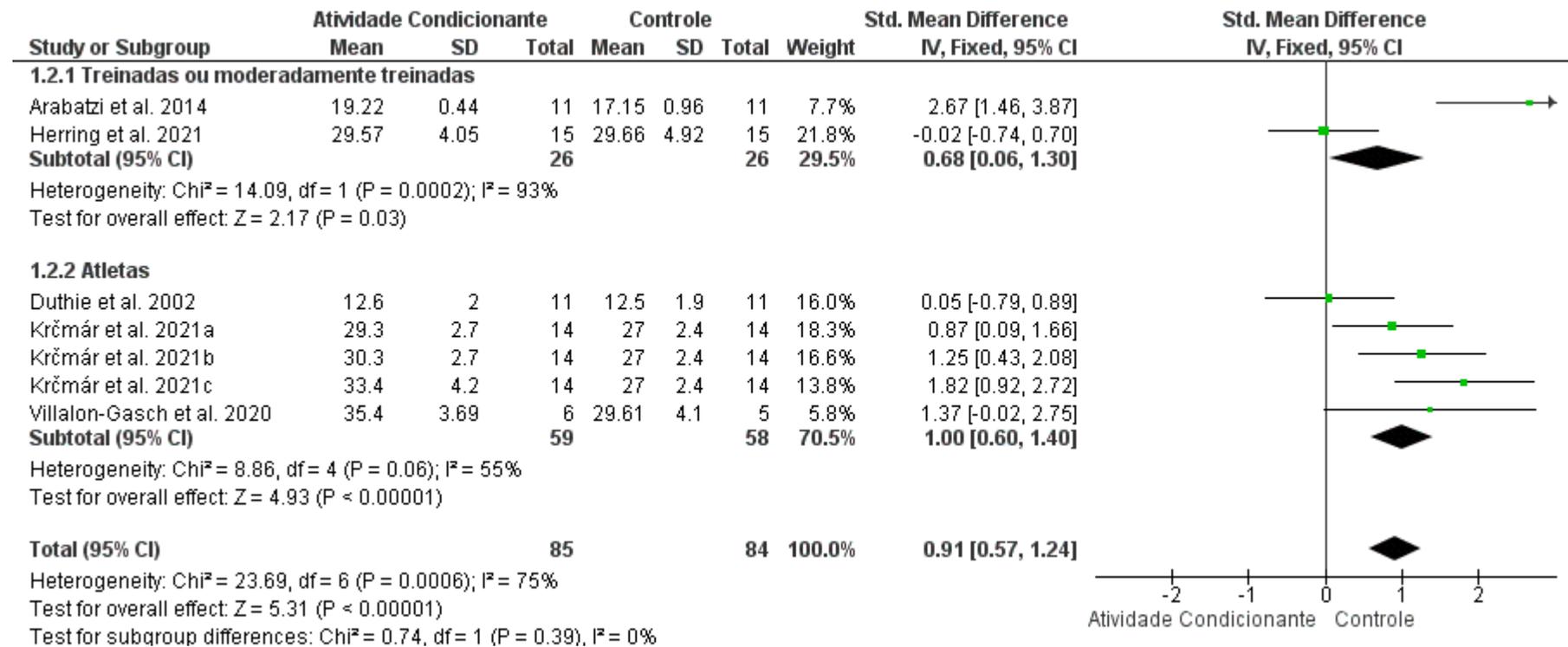
Fonte: A autora, 2022.

Figura 6- Tamanho do efeito para altura do salto vertical pelo volume total da atividade condicionante na comparação entre atividade condicionante vs controle



Fonte: A autora, 2022.

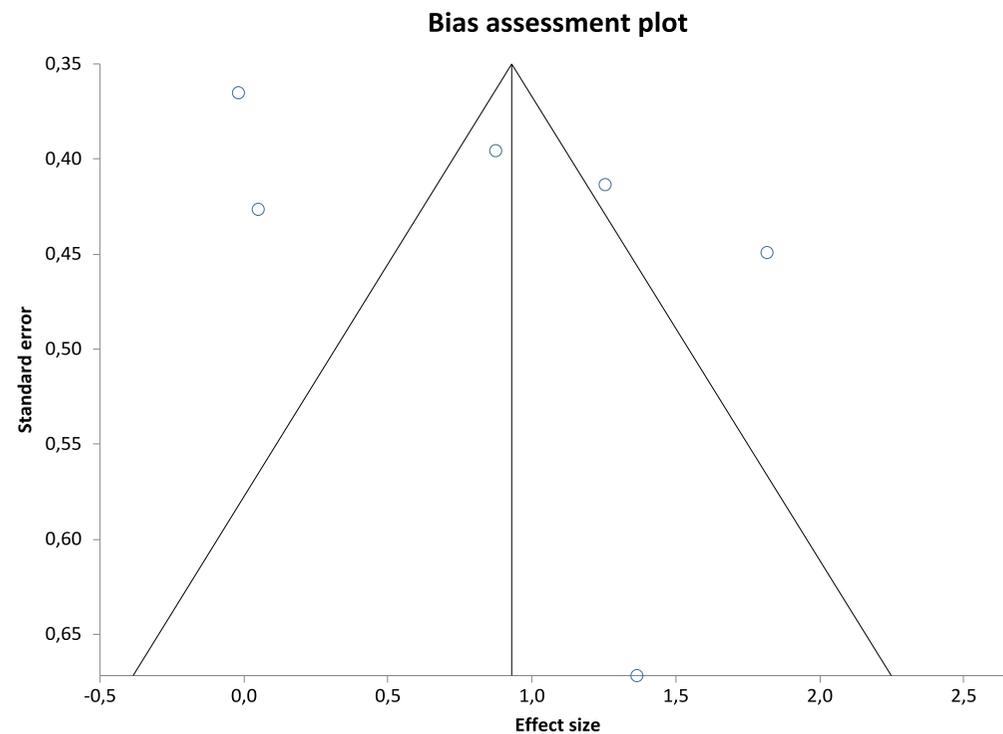
Figura 7- Tamanho do efeito para altura do salto vertical pelo nível de treinamento dos indivíduos na comparação entre atividade condicionante vs controle



Fonte: A autora, 2022.

Figura 8- Viés de publicação dos estudos selecionados para esta metanálise: estudos que comparam a altura do salto vertical entre a execução de atividade condicionante vs controle.

Egger: bias = 6,509704 (95% CI = -2,41867 to 15,438077) P = 0,1198



Fonte: A autora, 2022.

6. DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática com metanálise buscou observar o efeito de atividades condicionantes no aumento agudo do desempenho do salto vertical em mulheres treinadas. O desfecho específico analisado foi a altura do salto vertical atingida. De fato, a aplicação de uma atividade condicionante de intensidade igual ou acima de 70% de 1RM teve efeito grande no aumento da potência muscular externa para a execução de tal tarefa motora, quando comparado à condição controle.

Em revisões sistemáticas com metanálises anteriores, SEITZ e HAFF (2016) indicaram um efeito geral favorável, porém pequeno ($TE = 0,31$) no desempenho do salto após a realização de uma atividade condicionante. Entretanto, não fica claro o sexo das amostras analisadas e o quantitativo de homens e mulheres. DOBBS *et al.* (2019), por sua vez, não identificaram melhoras no desempenho do salto vertical atribuídas às atividades condicionantes de intensidade $\geq 80\%$ 1RM [$N = 608$; $TE = 0,08$ (IC95%: -0,04; 0,21); $p = 0,197$), e tampouco determinaram o sexo das amostras. Além disso, WILSON *et al.* (2013) apontaram um efeito geral favorável e pequeno [$N = 141$; $DM = 0,38$ (IC95%: 0,21; 0,55); $p < 0,05$] para potência muscular em diferentes desfechos e testes de desempenho, para membros inferiores e superiores, em homens (113) e mulheres (16). No entanto, tratando-se de estudos somente com mulheres, não houve efeitos [$N = 16$; $TE = 0,2$ (IC95%: -0,31; 0,71); $p < 0,05$]. Por fim, cabe ressaltar que todas as metanálises supracitadas não determinaram como critério de inclusão a existência de um grupo ou condição controle.

Considerando esse panorama, a carência de grupo/condição controle nos desenhos experimentais de estudos de PPA e PAPE deve ser destacada. Frequentemente, tais estudos envolvem a verificação do efeito de uma intervenção específica de atividade condicionante no desfecho selecionado (EVETOVICH, CONLEY, MCCAWLEY, 2015; FRENCH, KRAEMER, COOKE, 2003; HORAN *et al.*, 2015), ou a comparação entre duas ou mais intervenções distintas (ATALAG *et al.*, 2020; HANSON, LEIGH, MYNARK, 2007; KRCDMAR, SIMONEK, VASILOVSKY, 2015; SMITH, LYONS, HANNON, 2014; TIMON *et al.*, 2019; TSOLAKIS *et al.*, 2011). A condição controle é fundamental para assegurar que os achados são atribuídos à atividade condicionante por si só. O desprovemento da mesma constitui uma

limitação importante no desenho experimental, já que quaisquer atividades executadas antes ou durante o teste (como aquecimento e testes para linha de base) podem ter um efeito de potencialização ou de fadiga cumulativo, que por sua vez poderia afetar o resultado mensurado nas variáveis dependentes (CUENCA-FERNÁNDEZ *et al.*, 2017; KOCH *et al.*, 2003; SMITH *et al.*, 2014; THOMPSEN *et al.*, 2007).

Ainda que muitos estudos não tenham sido elegíveis para esta metanálise em função da ausência da condição controle, leituras críticas e análises qualitativas deles foram realizadas. Entre eles, poucos relatam indícios de potencialização no desempenho do salto vertical após uma atividade condicionante. De fato, as evidências apontam em via oposta (ANDREWS *et al.*, 2011; BIRCH *et al.*, 2017; COMYNS *et al.*, 2006; JENSEN, EBBEN, 2003; MCCANN, FLANAGAN, 2010; MOIR *et al.*, 2011; RXON, LAMONT, BEMBEN, 2007). Uma análise dos procedimentos de tais fontes, as quais contém amostras somente de mulheres e mistas com resultados separados, identificou a utilização de intervalos de tempo de descanso após a intervenção que não condizem com a recomendação da literatura de 8 a 12 minutos (GOUVÊA *et al.*, 2013). Foram observados intervalos de tempo de 30 segundos a 6 minutos de descanso (ANDREWS *et al.*, 2011; BIRCH *et al.*, 2017; COMYNS *et al.*, 2006; JENSEN, EBBEN, 2003; MCCANN, FLANAGAN, 2010; SYGULLA, FOUNTAINE, 2014), o que pode ter gerado uma predominância da fadiga muscular durante a execução do salto.

Outro fator que pode ter corroborado com a ausência de potencialização nos ensaios não controlados é a realização de medidas em diferentes intervalos de tempo dentro da mesma intervenção. JENSEN e EBBEN (2003) aplicaram saltos com contramovimento 10 segundos, 1, 2, 3 e 4 minutos após a execução de 5RM de agachamento, e não encontraram nenhuma alteração significativa após a intervenção. Essa característica também foi identificada em três estudos incluídos na metanálise, apresentando efeitos tanto positivos (ARABATZI *et al.*, 2014; KRČMÁR *et al.*, 2021) quanto negativos (WITMER, DAVIS, MOIR, 2010), e parece ser comum em estudos de PAPE (NACLERIO *et al.*, 2015; BEVAN *et al.*, 2009; BEVAN *et al.*, 2010; NIBALI *et al.*, 2015).

Algumas importantes limitações devem ser consideradas tratando-se das evidências sobre o efeito da atividade condicionante no desempenho do salto. A grande variabilidade entre os estudos, seja de métodos e procedimentos ou de

características dos indivíduos, dificulta a comparação entre os mesmos. Tanto as características do protocolo de treinamento imposto (seleção dos exercícios, intensidade, volume, tempo de descanso etc.) como as particularidades da amostra (idade, sexo, tempo de treinamento, modalidade ou tipo de estímulo realizado) são fatores determinantes dos desfechos. Por isso, a extrapolação e comparação entre os resultados deve ser cautelosa, principalmente na população de mulheres.

6.1. Comparação do subgrupo tipo de atividade condicionante

Na comparação entre o tipo de atividade condicionante, um efeito grande favorável à intervenção foi observado nos estudos de atividade condicionante dinâmica, e efeito moderado nos estudos de atividade condicionante isométrica. Esse resultado está parcialmente de acordo com os achados de SEITZ e HAFF (2016), que também encontraram efeitos moderados a favor da atividade condicionante dinâmica de alta intensidade – igual ou maior que 85%1RM [N = 66; TE = $0,41 \pm 0,46$ (IC95%: 0,29; 0,52)], porém nenhum efeito significativo na atividade condicionante isométrica máxima [N = 14; TE = $-0,09 \pm 0,19$ (IC95%: -0,02; 0,02)]. Já WILSON *et al.* (2013) encontraram efeitos favoráveis pequenos para a atividade condicionante dinâmica [N = 107; DM = 0,42 (IC95%: 0,22; 0,61); $p > 0,05$], e ausência de efeitos nas atividades condicionantes isométricas [N = 14; DM = 0,35 (IC95%: -0,19; 0,89); $p > 0,05$].

Dos estudos incluídos na presente metanálise que utilizaram atividades condicionantes dinâmicas, somente as intervenções de KRCMÁR *et al.* (2021) obtiveram efeitos favoráveis à atividade condicionante. A ausência de potencialização nos demais estudos pode residir no fato de que o tempo de descanso tenha sido inadequado (DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002). Além disso, a atividade condicionante proposta pode não ter sido suficiente para provocar efeitos potencializadores (VILLALON-GASCH *et al.*, 2020).

Dois estudos nesta metanálise verificaram o efeito da atividade condicionante isométrica. HERRING, GOLDSTEIN e FUKUDA (2021) buscaram verificar as diferenças entre os sexos em propriedades contráteis, no desempenho de salto vertical com contramovimento e na corrida máxima de 30 metros após duas

intervenções: uma pliométrica e outra isométrica. Para a intervenção isométrica, foram executadas 3 séries de 3 a 5 segundos do exercício de puxada isométrica. Nas mulheres submetidas à intervenção, foi verificada uma diminuição no desempenho do salto, contrastando com um aumento de desempenho da corrida máxima de 30 metros. Como ambos foram realizados em sequência (salto 4-7 minutos após a atividade condicionante; corrida máxima 8-10 minutos após a atividade condicionante), é provável que a fadiga tenha predominado durante a execução do salto. Sobre a melhora do desempenho da corrida de 30 metros, nota-se que tal teste foi realizado no tempo de descanso recomendado pela literatura, o que pode ter favorecido efeitos potencializadores. Além disso, é possível que o salto tenha auxiliado na sua potencialização, como demonstrado em atletas de elite (KUMMEL *et al.*, 2016) e atletas universitários (PIPER *et al.*, 2020; SHARMA *et al.*, 2018).

ARABATZI *et al.* (2014), por sua vez, não identificaram diferenças significativas no desempenho do salto após a realização da atividade condicionante isométrica. A atividade condicionante foi constituída por três séries de três segundos de meio agachamento isométrico máximo. Os autores atribuíram a ausência de efeitos potencializadores nas mulheres a possíveis diferenças na morfologia muscular (percentual e tamanho das fibras musculares glicolíticas) e a menores níveis absolutos de força e potência. Tal argumento perde sua força frente às evidências de PAPE em indivíduos com predominância morfológica de fibras musculares oxidativas (DE POLI *et al.*, 2020; BOULLOSA *et al.*, 2011). Além disso, os dados das mulheres adultas apresentaram efeitos positivos favoráveis à atividade condicionante isométrica quando metanalisados.

Em outros estudos com indivíduos de níveis de treinamento distintos – destreinados (RIXON, LAMONT, BEMBEN, 2007) e esgrimistas profissionais (TSOLAKIS *et al.*, 2011), a atividade condicionante isométrica não promoveu aumento na potência de saltos verticais. Sendo assim, é possível que um estímulo isométrico não imite a ordem de recrutamento específica para o movimento, já que o recrutamento de unidades motoras pode ser tarefa-dependente (HODSON-TOLE, WAKELING, 2009).

Em todo caso, tendo em conta as limitações dos estudos em geral, a realização de uma atividade condicionante isométrica parece ser uma intervenção de menor efeito para potencialização do salto vertical na população de mulheres

adultas, independentemente do nível de treinamento. É possível que as atividades condicionantes isométricas sejam mais propensas a melhorar o desempenho contrátil das fibras (PPA), enquanto as dinâmicas parecem ser mais eficientes para o aumento do desempenho de tarefas motoras de execução semelhante (PAPE).

6.2. Comparação do subgrupo volume da atividade condicionante

Na comparação entre volume total da atividade condicionante, somente um estudo utilizou uma atividade condicionante com série única. Por outro lado, um efeito grande favorável à intervenção foi observado nos estudos de atividades condicionantes com séries múltiplas. Esse resultado está de acordo com os achados de SEITZ e HAFF (2016), que também encontraram efeitos moderados a favor das séries múltiplas [N = 26; TE = $0,69 \pm 0,72$ (IC95%: 0,39; 0,98)]. Porém, também encontraram efeitos favoráveis à série única, ainda que pequenos [N = 103; TE = $0,24 \pm 0,32$ (IC95%: 0,17; 0,3)]. Da mesma forma, WILSON *et al.* (2013) encontraram efeitos favoráveis para ambas intervenções: efeitos moderados para séries múltiplas [N = 46; DM = 0,66 (IC95%: 0,36; 0,95); $p < 0,05$], e pequenos para série única [N = 95; DM = 0,42 (IC95%: 0,37; 0,44); $p < 0,05$].

A utilização das séries múltiplas é vista como mais benéfica, mas esse cenário seria mediado pelo nível de treinamento dos atletas (WILSON *et al.*, 2013). Ou seja, é necessário um certo nível de experiência nesse tipo de treinamento e nas atividades motoras requisitadas. Assim, é possível lograr uma modulação positiva entre o binômio potencialização-fadiga, priorizando a potencialização, já que quanto maior o número de séries, maior a carga de trabalho. Essa constatação é parcialmente validada pelo resultado da presente metanálise, já que os estudos que apresentaram efeitos positivos possuem amostras de atletas de modalidades diversificadas, com 3 a 7 anos de treinamento (KRCMÁR *et al.*, 2021) e de atletas com 3 a 6 anos de treinamento, ainda que moderadamente treinados (ARABATZI *et al.*, 2014). Os outros dois estudos também possuíam atletas (DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002) e indivíduos treinados (HERRING, GOLDSTEIN, FUKUDA, 2021), de maneira que a ausência de efeitos potencializadores pode ter se dado à parte das

características do volume de série e nível de treinamento, como o tempo de descanso.

Há um número escasso de evidências com atividade condicionante de séries múltiplas em mulheres. Em atletas universitárias de modalidades variadas, ANDREWS *et al.* (2011) não encontraram indícios de potencialização no salto vertical com contramovimento após três intervenções distintas: 3x3 *hang clean* 60%1RM, 3x3 agachamento 75%1RM, 3x4 saltos com contramovimento. Como o intervalo de descanso foi de 3 minutos, talvez possa ter influenciado nos resultados. Tampouco observou-se melhora no desempenho dos saltos após 3x3 contrações isométricas máximas de agachamento em indivíduos de nível de treinamento baixo, de maneira que tal característica possa ter interferido.

Por outro lado, a literatura apresenta algumas evidências com a execução de séries únicas para melhora do desempenho do salto vertical, não constando sinais de potencialização (BIRCH *et al.*, 2017; COMYNS *et al.*, 2006; JENSEN, EBBEN, 2003; MCCANN, FLANAGAN, 2010; MOIR *et al.*, 2011; SYGULLA, FOUNTAINE, 2014). Levando em consideração que tais estudos foram realizados com atletas universitários (BIRCH *et al.*, 2017; JENSEN, EBBEN, 2003; MCCANN, FLANAGAN, 2010; MOIR *et al.*, 2011; SYGULLA, FOUNTAINE, 2014) e de elite (COMYNS *et al.*, 2006), aparentemente o estímulo de série única pode ser insuficiente para desencadear os mecanismos responsáveis pela potencialização nessa amostra, como o aumento do recrutamento de unidades motoras do tipo II (TILLIN, BISHOP, 2009).

Ainda, efeitos deletérios no desempenho do salto após séries únicas já foram identificados. No estudo de NACLERIO *et al.* (2015), realizado com amostra mista, foi comparado o efeito da manipulação do volume do agachamento para uma mesma carga (80%1RM) em diferentes tempos de descanso (15 segundos, 1, 2, 3, 5, 8, e 12 minutos) no salto vertical com contramovimento. As diferentes condições de volume variaram em 1x1, 1x3 e 2x3. Não foram verificadas mudanças no desempenho do salto. Na verdade, alturas significativamente mais baixas foram mensuradas na condição de menor volume (1x1) no intervalo de 3 minutos quando comparada a 2x3 ($p = 0,049$) e no intervalo de 5 minutos quando comparada à 1x3 ($p = 0,005$). O nível de treinamento da amostra, composta por homens e mulheres universitários, pode ter favorecido a prevalência de efeitos de fadiga, além da execução de muitos testes em sequência. Os autores ressaltaram a importância da

individualização nas respostas aos protocolos, e por isso a mesma deve ser respeitada durante a prescrição.

Vale lembrar que o estímulo deve ser suficiente a ponto de permitir o aumento da taxa de desenvolvimento da força, de modo a possibilitar o aumento da velocidade de contração para uma mesma carga (SALE, 2004). Talvez por isso atividades condicionantes de série única não consigam atingir o esforço necessário para se conseguir efeitos de potencialização. No entanto, deve-se controlar o volume da atividade condicionante para alcançar o cenário ideal de taxa de dissipação da fadiga mais rápida do que a da potencialização (TILLIN, BISHOP, 2009). Por fim, enquanto o volume aparenta ser um fator que impacta na expressão de respostas de PAPE, deve-se considerar coletivamente o impacto do volume e da intensidade quando avaliando a indução de respostas de potencialização (SEITZ, HAFF, 2016).

6.3. Comparação do subgrupo nível de treinamento

Na comparação entre o nível de treinamento dos indivíduos, um efeito grande favorável à intervenção foi observado nos estudos realizados em atletas, e um efeito moderado foi identificado nos estudos realizados com indivíduos treinados, mas não atletas ou moderadamente treinados. Resultados similares foram encontrados em trabalhos anteriores: WILSON *et al.* (2013) reportou ausência de efeito em indivíduos destreinados/treinados recreacionalmente [N = 25; DM = 0,14 (IC95%: -0,27; 0,57); $p < 0,05$], efeito pequeno favorável em treinados [N = 68; DM = 0,29 (IC95%: 0,03; 0,55); $p < 0,05$], e efeito grande favorável em atletas [N = 32; DM = 0,81 (IC95%: 0,44; 1,19); $p < 0,05$]. SEITZ e HAFF (2016), por sua vez, identificaram efeitos não significativos em indivíduos destreinados [N = 9; TE = $0,07 \pm 0,2$ (IC95%: -0,08; 0,23)], efeito pequeno favorável em indivíduos com até 2 anos de treinamento [N = 26; TE = $0,44 \pm 0,41$ (IC95%: 0,28; 0,61)], e efeito moderado favorável em indivíduos com mais de 2 anos de experiência [N = 39; TE = $0,53 \pm 0,55$ (IC95%: 0,35; 0,71)].

Ainda que a amostra de ARABATZI *et. al.* (2014) tenha sido composta por indivíduos moderadamente treinados, com experiência de 3 a 6 anos em eventos explosivos e de potência; os autores reportaram efeitos potencializadores na mesma. Mais do que o atual nível de treinamento praticado pelos participantes, o

tempo em que os mesmos de encontram vinculados ao treinamento parece fazer diferença (SEITZ, HAFF, 2016).

Embora a presente metanálise tenha demonstrado uma tendência a um efeito favorável à intervenção nas amostras das atletas estudadas, somente um estudo alcançou efeitos significativos no desempenho do salto (KRCMÁR *et al.*, 2021). Em 3 condições experimentais distintas, compostas por atividades condicionantes dinâmicas com alta intensidade e alto volume (séries múltiplas), atletas de modalidades variadas foram altamente responsivos. Mesmo sendo de modalidades distintas (voleibol, atletismo, handebol, futebol, CrossFit), todos apresentavam um histórico de 3 a 7 anos de experiência com treinamento.

Em outros estudos, atletas não foram tão responsivas (DUTHIE, YOUNG, AITKEN, 2002; VILLALON-GASCH *et al.*, 2020). O perfil fisiológico do atleta associado à demanda de cada modalidade (individual *versus* coletivo, velocidade *versus* resistência, cíclico *versus* intermitente) pode influenciar efetivamente os fatores e respostas de PAPE (BOULLOSA, 2021). No entanto, esse moderador nem sempre é considerado, especialmente em estudos que misturam atletas de diferentes modalidades (FAIGENBAUM *et al.*, 2006; MORANA, PERREY, 2009; THOMPSEN *et al.*, 2007).

A tendência de maiores resultados de potencialização do salto em indivíduos atletas ou com maior experiência em treinamento (CHIU *et al.*, 2003) é contrariada pelas evidências existentes na população de mulheres em outros estudos experimentais não controlados. Atletas universitárias (ANDREWS *et al.*, 2011; BIRCH *et al.*, 2017; JENSEN, EBBEN, 2003; MCCANN, FLANAGAN, 2010; MOIR *et al.*, 2011; SYGULLA, FOUNTAINE, 2014) e de nível nacional (COMYNS *et al.*, 2006) não apresentaram sinais de potencialização no salto vertical. Mais estudos nesse domínio são necessários, principalmente com um alinhamento maior nos procedimentos e características da atividade condicionante (volume, intensidade, tempo de descanso, exercício), para que as divergências de tais evidências possam ser elucidadas.

CONCLUSÃO

A utilização de uma atividade condicionante pode ser uma estratégia interessante de melhora do desempenho agudo do salto vertical em mulheres treinadas. Com relação ao protocolo de treinamento, mulheres atletas e com maior experiência de treinamento parecem ser mais responsivas às atividades condicionantes dinâmicas, com maior volume (3 séries), e com intensidades acima de 70%1RM.

Ainda assim, as características do protocolo de treinamento executado e dos indivíduos praticantes devem ser levadas em consideração. O respeito à individualidade biológica deve ser inerente a qualquer prática de exercício físico, e a aplicação da atividade condicionante não deve divergir dessa máxima. Sendo assim, a individualização do treinamento deve ser considerada para favorecer a responsividade dos indivíduos (CARVALHO, 2011).

No meio esportivo, onde muitas vezes depara-se com a necessidade de resultados rápidos e melhoras de desempenho à curto e médio prazo, a utilização de protocolos de atividade condicionante e treinamento complexo parece ser uma intervenção coerente. De fato, os processos adaptativos seguidos do treinamento complexo podem ser considerados não só por bons resultados dentro da mesma sessão, como também na tradução a longo prazo de melhoras agudas nas propriedades contráteis musculares, induzidas por exercícios de força de alta carga. Com base na evidência de estudos com características similares, quando estas sessões de treinamento perduram por 4 (DA SILVA, 2015; WANG *et al.*, 2018) a 6 semanas (FRANCO-MÁRQUEZ *et al.*, 2015) é possível observar efeitos crônicos no desempenho das tarefas em tela.

Há necessidade de mais estudos para melhor estabelecer a responsividade das mulheres às atividades condicionantes, na utilização do salto vertical como medida de desempenho. Novas evidências de ensaios controlados direcionados para a especificidade da prática dos indivíduos poderão subsidiar as recomendações de prescrição e melhor compreender a efetividade do treinamento complexo em tais desfechos.

REFERÊNCIAS

- ABBATE, F. *et al.* Effects of high-frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 35–40, 2000.
- ALI, K. *et al.* Complex Training: An Update. **Journal of Athletic Enhancement**, v. 6, n. 3, 2017.
- ANDREWS, T. R. *et al.* Effect of Hang Cleans or Squats Paired With Countermovement Vertical Jumps on Vertical Displacement. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 9, p. 2448–2452, 2011.
- ARABATZI, F. *et al.* The post-activation potentiation effect on squat jump performance: Age and sex effect. **Pediatric Exercise Science**, v. 26, n. 2, p. 187–194, 2014.
- ARAGÓN-VARGAS, L. Measurement in Physical Education and Exercise Science Evaluation of Four Vertical Jump Tests : Methodology , Reliability , Validity and accuracy. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 4, n. 4, p. 215–228, 2009.
- ATALAĞ, O. *et al.* Postactivation potentiation effects of Back Squat and Barbell Hip Thrust exercise on vertical jump and sprinting performance. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 60, n. 9, p. 1223–1230, 2020.
- BAUDRY, S.; DUCHATEAU, J. Postactivation potentiation in human muscle is not related to the type of maximal conditioning contraction. **Muscle and Nerve**, v. 30, n. 3, p. 328–336, 2004.
- BEVAN, H. R. *et al.* Complex Training in Professional Rugby Players: Influence of Recovery Time on Upper-Body Power Output. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1780–1785, 2009.
- BEVAN, H. R. *et al.* Influence of Postactivation Potentiation on Sprinting Performance in Professional Rugby Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 701–705, 2010.
- BIRCH, E. W. Neither Supra-Maximal Rack-Squats Nor Moderately Loaded Jump-Squats Elicit Postactivation Potentiation in Ncaa Division II Volleyball and American Football Players. **Journal of Australian Strength & Conditioning**, v. 25, n. 3, p. 20–26, 2017.
- BLAZEVIČH, A. J.; BABAUŁT, N. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. **Frontiers in Physiology**, p. 1359, 2019.
- BLAZEVIČH, A. J. Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. **Sports Medicine**, v. 36, n. 12, p. 1003–1017, 2006.
- BOULLOSA, D. A. *et al.* A New Taxonomy for Post-activation Potentiation in Sport. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 8, p. 1197–1200, 2020.
- BOULLOSA, D. A. *et al.* Concurrent fatigue and potentiation in endurance athletes.

International Journal of Sports Physiology and Performance, v. 6, n. 1, p. 82–93, 2011.

BOULLOSA, D. A. Post-activation performance enhancement strategies in sport: a brief review for practitioners. **Human Movement**, v. 22, n. 1, p. 101–109, 2021.

BORENSTEIN, M. *et al.* **Introduction to Meta-Analysis**. 1. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Ltd, 2009.

CARVALHO, E. R. F. **Efeito agudo da especificidade da atividade condicionante sobre o desempenho da velocidade, da força e da potência muscular**. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 2011.

CHEN, Z. R. Can Different Complex Training Improve the Individual Phenomenon of Post-Activation Potentiation? **Journal of Human Kinetics**, v. 56, n. 1, p. 167–175, 2017.

CHIU, L. Z. *et al.* Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 671–677, 2003.

CLARK, B. C. *et al.* Sex differences in muscle fatigability and activation patterns of the human quadriceps femoris. **European Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 1, p. 196–206, 2005.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2a edição ed. [S.l.]: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COMYNS, T. M. *et al.* The Optimal Complex Training Rest Interval for Athletes from Anaerobic Sports. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 471–476, 2006.

CORMIER, P. *et al.* Complex and Contrast Training: Does Strength and Power Training Sequence Affect Performance-Based Adaptations in Team Sports? A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 5, p. 1461–1479, 2020.

CREWETHER, B. T. *et al.* The Acute Potentiating Effects of Back Squats on Athlete Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, p. 12., n. 3319–3325, 2011.

CUENCA-FERNÁNDEZ, F. *et al.* Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: A pilot study. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 10, p. 1122–1125, 2017.

DA SILVA, W. A. B. **Efeito agudo e crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade de jogadores de futebol profissional**. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Aspectos Biopsicossociais do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

DE CARVALHO, A. P. V.; SILVA, V.; GRANDE, A. J. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. **Diagnóstico Tratamento**, v. 18, n. 1, p. 38–44, 2013.

DE POLI, R. A. B. *et al.* Cycling Performance Enhancement After Drop Jumps May Be Attributed to Postactivation Potentiation and Increased Anaerobic Capacity.

- Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 9, p. 2465–2475, 2020.
- DERENNE, C. Effects of postactivation potentiation warm-up in male and female sport performances: A brief review. **Strength & Conditioning Journal**, v. 32, n. 6, p. 58–64, 2010.
- DOBBS, W. C. *et al.* Effect of postactivation potentiation on explosive vertical jump: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 7, p. 2009–2018, 2019.
- DOBBS, C. W. *et al.* Relationship Between Vertical and Horizontal Jump Variables and Muscular Performance in Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 3, p. 661–671, 2015.
- DUTHIE, G. M.; YOUNG, W. B.; AITKEN, D. A. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 16, n. 4, p. 530–538, 2002.
- EBBEN, W. P. Complex training: A brief review. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 1, n. 2, p. 42–46, 2002.
- EGGER, M.; SMITH, G. D.; MINDER, C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. **BMJ**, v. 315, n. 629, 1997.
- ESFORMES, J. I.; BAMPOURAS, T. M. Effect of Back Squat Depth on Lower-Body Postactivation Potentiation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 11, p. 2997–3000, 2013.
- EVETOVICH, T. K.; CONLEY, D. S.; MCCAWLEY, P. F. Postactivation Potentiation Enhances Upper- and Lower-Body Athletic Performance in Collegiate Male and Female Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 2, p. 336–342, 2015.
- FAIGENBAUM, A. D. *et al.* Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 41, n. 4, p. 357–363, 2006.
- FAYED, H. The effect of complex training on antioxidants, certain physical education and Record level of 50M crawl swimming for young swimmers. **Science, Movement and Health**, v. 15, n. 2, p. 379–385, 2015.
- FEROS, S. A. *et al.* The effect of including a series of isometric conditioning contractions to the rowing warm-up on 1000-m rowing ergometer time trial performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 12, p. 3326–3334, 2012.
- FIELD, G. B. *et al.* Slower fatigue and faster recovery of the adductor pollicis muscle in women matched for strength with men. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 167, p. 233–239, 1999.
- FRANCO-MÁRQUEZ, F. *et al.* Effects of Combined Resistance Training and Plyometrics on Physical Performance in Young Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 11, p. 906–914, 2015.
- FREITAS, T. T. *et al.* Short-term adaptations following complex training in team-sports: A meta-analysis. **PLoS One**, v. 12, n. 6, p. 1–19, 2017.
- FRENCH, D. N.; KRAEMER, W. J.; COOKE, C. B. Changes in Dynamic Exercise

- Performance Following a Sequence of Preconditioning Isometric Muscle Actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 678–685, 2003.
- FUKUNAGA, T. *et al.* Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 172, n. 4, p. 249–255, 2001.
- GOŁAS´, A. *et al.* Optimizing half squat postactivation potential load in squat jump training for eliciting relative maximal power in ski jumpers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 11, p. 3010–3017, 2017.
- GOŁAŚ, A. *et al.* Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. **Journal of Human Kinetics**, v. 52, n. 1, p. 95–106, 2016.
- GOUVÊA, A. L. *et al.* The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 5, p. 459–467, 2013.
- GÜLLICH, A., SCHMIDTBLEICHER, D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. **New Studies in Athletics**, v. 11, n. 4, p. 67–80, 1996.
- HAIZLIP, K. M.; HARRISON, B. C.; LEINWAND, L. A. Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. **Physiology**, v. 31, n. 1, p. 30–39, 2015.
- HANSON, E. D.; LEIGH, S.; MYNARK, R. G. Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 4, p. 1012–1017, 2007.
- HERRING, C. H.; GOLDSTEIN, E. R.; FUKUDA, D. H. Use of Tensiomyography in Evaluating Sex-Based Differences in Resistance-Trained Individuals after Plyometric and Isometric Midthigh Pull Postactivation Potentiation Protocols. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 6, p. 1527–1534, 2021.
- HODGSON, M.; DOCHERTY, D.; ROBBINS, D. Post-Activation Potentiation Motor Performance. **Sports Medicine**, v. 35, n. 7, p. 585–595, 2005.
- HODSON-TOLE, E. F.; WAKELING, J. M. Motor unit recruitment for dynamic tasks: current understanding and future directions. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 179, n. 1, p. 57–66, 2009.
- HOLEWIJN, M.; HEUS, R. Effects of temperature on electromyogram and muscle function. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 65, n. 6, p. 541–545, 1992.
- HOPKINS, W. G.; SCHABORT, E. J.; HAWLEY, J. A. Reliability of Power in Physical Performance Tests. **Sports Medicine**, v. 31, n. 3, p. 211–234, 2001.
- HORAN, S. A. *et al.* Lunging Exercise Potentiates a Transient Improvement in Neuromuscular Performance in Young Adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 9, p. 2532–2537, 2015.
- JENSEN, R. L.; EBBEN, W. P. Kinetic Analysis of Complex Training Rest Interval Effect on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 2, p. 345–349, 2003.
- JONES P, LEES A. A Biomechanical Analysis of the Acute Effects of Complex Training Using Lower Limb Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 694–700, 2003.

- KAWAKAMI, Y. *et al.* Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 72, n. 1, p. 37–43, 1995.
- KOCH, A. J. *et al.* Effect of Warm-Up on the Standing Broad Jump in Trained and Untrained Men and Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 710–714, 2003.
- KRČMÁR, M. *et al.* Acute Performance Enhancement Following Squats Combined With Elastic Bands on Short Sprint and Vertical Jump Height in Female Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 2, p. 318–324, 2021.
- KRČMÁR, M.; ŠIMONEK, J.; VASILOVSKÝ, I. The acute effect of lower-body training on average power output measured by loaded half-squat jump exercise. **Acta Gymnica**, v. 45, n. 3, p. 103–111, 2015.
- KÜMMEL, J. *et al.* Effects of conditioning hops on drop jump and sprint performance: A randomized crossover pilot study in elite athletes. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 8, n. 1, p. 1–8, 2016.
- LAI, S. *et al.* Estradiol modulates myosin regulatory light chain phosphorylation and contractility in skeletal muscle of female mice. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 310, n. 9, p. E724–733, 2016.
- LEVINE, R. J. C. *et al.* Myosin light chain phosphorylation affects the structure of rabbit skeletal muscle thick filaments. **Biophysical Journal**, v. 71, n. 2, p. 898–907, 1996.
- LOPES, A. C. V.; CARVALHO, R. F.; GOMES, P. S. C. **The acute effects of complex training in lower limbs performance in trained female individuals: a systematic review with metanalysis.** PROSPERO: International prospective register of systematic reviews. 2022. CRD42021206580. Available from: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?RecordID=206580
- LÜSCHER, H. R.; RUENZEL, P. HENNEMAN, E. Composite EPSPs in motoneurons of different sizes before and during PTP: implications for transmission failure and its relief in Ia projections. **Journal of Neurophysiology**, v. 49, n. 1, p. 269–89, 1983.
- MACINTOSH, B. R. Cellular and whole muscle studies of activity dependent potentiation. **Muscle Biophysics**, p. 315–342, 2010.
- MACINTOSH, B. R.; RASSIER, D. E. What Is Fatigue? **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 27, n. 1, p. 42–55, 2002.
- MACINTOSH, B. R.; ROBILLARD, M. E.; TOMARAS, E. K. Should postactivation potentiation be the goal of your warm-up? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 3, p. 546–550, 2012.
- MACINTOSH, B. R. Role of Calcium Sensitivity Modulation in Skeletal Muscle Performance. **Physiology**, v. 18, n. 6, p. 222–225, 2003.
- MAHLFELD, K.; FRANKE, J.; AWISZUS, F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. **Muscle and Nerve**, v. 29, n. 4, p. 597–600.
- MARKOVIC, G. *et al.* Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 543–549, 2007.

- MARSHALL, J. *et al.* Optimal Training Sequences to Develop Lower Body Force, Velocity, Power, and Jump Height: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 51, n. 6, p. 1245–1271, 2021.
- MCCANN, M. R.; FLANAGAN, S. P. The Effects of Exercise Selection and Rest Interval on Postactivation Potentiation of Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 5, p. 1285–1291, 2010.
- MOIR, G. L. The Acute Effects of Manipulating Volume and Load of Back Squats on Countermovement Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1486–1491, 2011.
- MORANA, C.; PERREY, S. Time Course of Postactivation Potentiation During Intermittent Submaximal Fatiguing Contractions in Endurance- and Power-Trained Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 5, p. 1456–1464, 2009.
- MUHL, Z. F. Active length-tension relation and the effect of muscle pinnation on fiber lengthening. **Journal of Morphology**, v. 173 n. 3, p. 285–292, 1982.
- NACLERIO, F. *et al.* Effects of Three Different Conditioning Activity Volumes on the Optimal Recovery Time for Potentiation in College Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 9, p. 2579–2585, 2015.
- NIBALI, M. L. Considerations for determining the time course of post-activation potentiation. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 11, p. 1163–1170, 2015.
- PAGADUAN, J.; POJSKIC, H. A Meta-Analysis on the Effect of Complex Training on Vertical Jump Performance. **Journal of Human Kinetics**, v. 21, n. 1, 255–265, 2020.
- PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **International Journal of Surgery**, v. 88, p. 105906, 2021.
- PAJERSKA, K. *et al.* Post activation potentiation (PAP) and its application in the development of speed and explosive strength in female soccer players: A review. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 16, n. 1, p. 1–14, 2020.
- PIPER A. D. *et al.* Comparison of post-activation potentiating stimuli on jump and sprint performance. **International Journal of Exercise Science**, v. 13, n. 4, p. 539–553, 2020.
- RASSIER D. E.; MACINTOSH, B. R. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, n. 5, p. 499–508, 2000.
- REARDON, D. *et al.* Do Acute Changes In Muscle Architecture Affect Post-Activation Potentiation? **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 46, n. 5S, p. 354, 2014.
- Review Manager (RevMan) [Computer program]**. Versão 5.4.1. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2020.
- RIXON, K. P.; LAMONT, H. S.; BEMBEN, M. G. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 500–505, 2007.
- SAEZ SAEZ DE VILLARREAL, E.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; IZQUIERDO, M. Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute

jumping performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 4, p. 393–401, 2007.

SALE, D. G. Postactivation potentiation: role in performance. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 386–387, 2004.

SCOTT, S. L.; DOCHERTY, D. Acute Effects of Heavy Preloading on Vertical and Horizontal Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 201–205, 2004.

SEITZ LB, HAFF GG. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 2, p. 231–240, 2016.

SHARMA, S. K. *et al.* Postactivation Potentiation Following Acute Bouts of Plyometric versus Heavy-Resistance Exercise in Collegiate Soccer Players. **BioMed Research International**. 2018.

SIMPSON, C. L. *ET AL.* Increase in post activation potentiation in females following a cycling warmup. **Human Movement Science**, v. 57, p. 171–177, 2018.

SMART, N. A. *et al.* Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. **JBI Evidence Implementation**, v. 13, n. 1, p. 9–18, 2015.

SMITH, C. E. *et al.* The effects of a postactivation potentiation warm-up on subsequent sprint performance. **Human Movement**, v. 15, n. 1, p. 36–44, 2014.

SMITH, C.E.; LYONS, B.; HANNON, J. C. A pilot study involving the effect of two different complex training protocols on lower body power. **Human Movement**, v. 15, n. 3, p. 141–146, 2014.

SMITH, I. C.; MACINTOSH, B. R. A comment on “a new taxonomy for postactivation potentiation in sport.” **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 2, p. 163, 2021.

SWEENEY, H. L.; BOWMAN, B. F.; STULL, J. T. Myosin striated light chain phosphorylation in vertebrate muscle: regulation and function. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 264, n. 5, p. 1085–1095, 1993.

SWINTON, P. A. *et al.* Regression Models of Sprint, Vertical Jump, and Change of Direction Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 7, p. 1839–1848, 2014.

SYGULLA, K. S.; FOUNTAINE, C. J. Acute Post-Activation Potentiation Effects in NCAA Division II Female Athletes. **International Journal of Exercise Science**, v. 7, n. 3, p. 212–219, 2014.

THOMAS, K. *et al.* Heavy-resistance exercise-induced increases in jump performance are not explained by changes in neuromuscular function. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 27, n. 1, p. 35–44, 2017.

THOMPSEN, A. G. *et al.* Acute Effects of Different Warm-up Protocols With and Without a Weighted Vest on Jumping Performance in Athletic Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 52–56, 2007.

TIMON, R. *et al.* Post-activation potentiation on squat jump following two different protocols: Traditional vs. inertial flywheel. **Journal of Human Kinetics**, v. 69, n. 1, p. 271–281, 2019.

- TILLIN, N. A.; BISHOP, D. Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. **Sports Medicine**, v. 39, n. 2, p. 147–166, 2009.
- TILL, K. A., COOKE, C. B. The Effects of Postactivation Potentiation on Sprint and Jump Performance of Male Academy Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1960–1967, 2009.
- TSOLAKIS, C. *et al.* Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 10, n. 3, p. 577–583, 2011.
- TSOUKOS, A. Acute Improvement of Vertical Jump Performance after Isometric Squats Depends on Knee Angle and Vertical Jumping Ability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 8, p. 2250–2257, 2016.
- VANDENBOOM, R. Modulation of skeletal muscle contraction by myosin phosphorylation. **Comprehensive Physiology**, v. 7, n. 1, p. 171–212, 2017.
- VANDERVOORT, A. A. *et al.* Twitch potentiation after voluntary contraction. **Experimental Neurology**, v. 81, n. 1, p. 141–52, 1983.
- VILLALON-GASCH, L. *et al.* Squat-based post-activation potentiation improves the vertical jump of elite female volleyball players. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 20, n. 4, p. 1950–6, 2020.
- WANG, C. C. *et al.* Effects of 4-week creatine supplementation combined with complex training on muscle damage and sport performance. **Nutrients**, v. 10, n. 11, p. 1–10, 2018.
- WILSON, J. M. *et al.* Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power: Effects of Conditioning Activity, Volume, Gender, Rest Periods, and Training Status. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 854–859, 2013.
- WITMER, C. A.; DAVIS, S. E.; MOIR, G. L. The acute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 9, n. 2, p. 206–213, 2010.
- XENOFONDOS, A. *et al.* Post-Activation Potentiation: Factors Affecting It And The Effect On Performance. **Citius Altius Fortius**, v. 28, n. 3, 2010.
- XENOFONDOS, A. *et al.* Post-activation potentiation: The neural effects of post-activation depression. **Muscle and Nerve**, v. 58, n. 2, p. 252–259, 2015.
- YOUNG, W. B.; JENNER, A.; GRIFFITHS, K. Acute Enhancement of Power Performance From Heavy Load Squats. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 12, n. 2, p. 82–84, 1998.
- ZHANG, Y. *et al.* GRADE guidelines: 20. Assessing the certainty of evidence in the importance of outcomes or values and preferences—inconsistency, imprecision, and other domains. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 111, p. 83–93, 2019.
- ZIMMERMANN, H. B. MACINTOSH, B. R.; DAL PUPO, J. Systematic Review: Does Post-Activation Potentiation (PAP) Increase Voluntary Performance? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 45, n. 5, p. 1–30, 2019.