

Efeitos Agudos da Mobilidade sobre a Potência Muscular de Membros Inferiores em Atletas de Handebol

Acute Effects of Mobility on Lower Limb Muscle Power in Handball Athletes

Victor Ribeiro

Aluno do curso de Educação Física do Centro Universitário São José.

Zander Gustavo Bastos Neto

Aluno do curso de Educação Física do Centro Universitário São José.

Pablo Rodrigo de Oliveira Silva

Professor do curso de Educação Física do Centro Universitário São José.

RESUMO

Introdução: A mobilidade articular vem sendo reconhecida como um componente relevante para o desempenho esportivo, especialmente em modalidades que exigem elevada produção de força explosiva, como o handebol. Entretanto, ainda são escassas as evidências sobre os efeitos agudos de protocolos de mobilidade no desempenho neuromuscular de atletas, particularmente em testes de salto vertical. **Objetivo:** Analisar a eficiência da mobilidade articular na melhora da força explosiva de membros inferiores em atletas de handebol, bem como compreender os possíveis mecanismos fisiológicos envolvidos nessa relação. **Metodologia:** Trata-se de um estudo experimental realizado com 21 atletas femininas de handebol, com idades entre 19 e 36 anos e experiência competitiva em nível nacional. As participantes foram submetidas a quatro condições experimentais separadas por intervalos de 48 horas: controle sem aquecimento (CON), protocolo de mobilidade articular (MOB), agachamento com peso corporal (AGA) e mobilidade associada ao agachamento (MOB+AGA). O desempenho da força explosiva foi avaliado por meio do salto vertical com contramovimento (CMJ), utilizando tapete de contato e software Jump System Pro 1.0 (CEFISE/Brasil). A análise estatística foi conduzida por meio de ANOVA One Way com post-hoc de Bonferroni, adotando significância de $p \leq 0,05$. **Resultados:** Os grupos AGA e MOB+AGA apresentaram desempenho significativamente superior no CMJ quando comparados aos grupos CON e MOB ($p \leq 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos CON e MOB ($p = 0,55$), nem entre os grupos AGA e MOB+AGA ($p = 0,17$). Os achados sugerem que a realização do agachamento dinâmico promove maior ativação neural e preparação neuromuscular para ações explosivas, enquanto os exercícios de mobilidade isoladamente não foram suficientes para melhorar agudamente o desempenho do salto vertical. **Conclusão:** Conclui-se que a mobilidade articular isolada não promoveu melhora significativa da força explosiva de membros inferiores em atletas de handebol. Por outro lado, o agachamento com peso corporal demonstrou potencial ergogênico agudo sobre o desempenho do CMJ, possivelmente devido ao aumento da ativação neural e da eficiência mecânica do movimento. Apesar disso, exercícios de mobilidade podem contribuir para ganhos de amplitude de movimento e adaptações musculoesqueléticas importantes a longo prazo.

Palavras chaves: mobilidade articular; força explosiva; salto vertical; handebol; desempenho neuromuscular.

ABSTRACT

Introduction: Joint mobility has increasingly been recognized as an important component of athletic performance, especially in sports that require high levels of explosive force production, such as handball. However, evidence regarding the acute effects of mobility protocols on neuromuscular performance in athletes, particularly in vertical jump tests, remains limited. **Objective:** To analyze the effectiveness of joint mobility in improving lower-limb explosive strength in handball athletes, as well as to understand the possible physiological mechanisms involved in this relationship. **Methodology:** This experimental study included 21 female handball athletes aged between 19 and 36

years, all with competitive experience at the national level. Participants underwent four experimental conditions separated by 48-hour intervals: control without warm-up (CON), joint mobility protocol (MOB), bodyweight squat protocol (AGA), and mobility combined with squats (MOB+AGA). Explosive strength performance was assessed using the countermovement jump (CMJ) through a contact mat and the Jump System Pro 1.0 software (CEFISE/Brazil). Statistical analysis was performed using One-Way ANOVA with Bonferroni post-hoc tests, adopting a significance level of $p \leq 0.05$. **Results:** The AGA and MOB+AGA groups showed significantly higher CMJ performance compared to the CON and MOB groups ($p \leq 0.05$). No significant differences were found between CON and MOB ($p = 0.55$) or between AGA and MOB+AGA ($p = 0.17$). The findings suggest that dynamic squatting promotes greater neural activation and neuromuscular readiness for explosive actions, whereas mobility exercises alone were insufficient to acutely improve vertical jump performance. **Conclusion:** It can be concluded that joint mobility alone did not significantly improve lower-limb explosive strength in handball athletes. In contrast, bodyweight squats demonstrated an acute ergogenic effect on CMJ performance, possibly due to increased neural activation and movement efficiency. Nevertheless, mobility exercises may contribute to long-term gains in range of motion and musculoskeletal adaptations.

Keywords: joint mobility; explosive strength; vertical jump; handball; neuromuscular performance.

INTRODUÇÃO

A mobilidade articular é cada vez mais reconhecida como um fator fundamental para o desempenho atlético, principalmente em ações que exigem velocidade, potência e coordenação, como saltos e sprints. (Skopal; Drinkwater; Behm, 2024) apontam que programas de treinamento voltados à mobilidade, como alongamentos dinâmicos e controle motor, são eficazes para melhorar o desempenho esportivo e prevenir lesões musculoesqueléticas. A limitação da amplitude de movimento pode afetar negativamente padrões biomecânicos, comprometendo a eficiência dos gestos motores e favorecendo compensações articulares que impactam o rendimento (Cook *et al.*, 2014). Nesse contexto, a melhora da mobilidade surge não apenas como um componente preventivo, mas como um fator que pode ajudar diretamente na geração de força explosiva, qualidade física indispensável em esportes de alta intensidade.

A força explosiva dos membros inferiores, por sua vez, está diretamente ligada à capacidade de produção rápida de força muscular, sendo essencial em esportes de alta intensidade. Porém, Papia *et al.* (2018) analisou os efeitos de alongamentos estáticos e dinâmicos relacionados ao aumento da força explosiva e ganhos de amplitude. Foi observado que realizar alongamento estático embora promova ganhos de amplitude interfere diretamente negativamente na expressão da força explosiva.

Apesar dos avanços na literatura sobre desempenho esportivo, ainda é escassa a investigação que integre a mobilidade articular como variável determinante para o desenvolvimento da força explosiva (Skopal; Drinkwater; Behm, 2024) apontam que muitos treinadores ainda tratam a mobilidade como aspecto secundário nos planejamentos, o que pode comprometer o rendimento e aumentar o risco de lesões compensatórias. Esse fato traz à reflexão sobre o papel da mobilidade articular como possível fator limitante ou potencializador da força explosiva em atletas.

A correlação entre amplitude articular, controle motor e eficiência neuromuscular vem sendo cada vez mais abordada em estudos recentes (Panoutsakopoulos *et al.*, 2021) indicando que a integração desses elementos pode otimizar os resultados de programas voltados ao desenvolvimento da potência muscular em membros inferiores. Assim, a presente pesquisa pretende contribuir para a elaboração de intervenções mais completas, baseadas em evidências atuais.

Este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência da mobilidade articular na melhora da força explosiva dos membros inferiores e compreender os mecanismos fisiológicos envolvidos nessa relação e identificar métodos de mobilidade com maior eficácia em contextos de treinamento esportivo.

METODOLOGIA

Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo experimental, cujo objetivo foi avaliar a eficiência de diferentes estratégias de aquecimento, com foco na mobilidade, na melhora da força explosiva de membros inferiores em atletas de handebol.

Amostra

A amostra foi composta por 21 atletas do sexo feminino, com idades entre 19 e 36 anos, todas atuantes em equipes com participação mínima em competições de nível nacional nos últimos dois anos. As atletas apresentaram média de estatura de $1,68 \pm 0,06$ metros e massa corporal de $69,5 \pm 9,5$ kg, com índice de massa corporal (IMC) de $24,6 \pm 2,6$ kg/m².

Foram estabelecidos como critérios de inclusão: ser do sexo feminino, ter idade igual ou superior a 18 anos, competir há pelo menos dois anos e possuir atuação em campeonatos nacionais. Como critérios de exclusão, foram desconsideradas participantes que não conseguiram completar os testes propostos ou que faziam uso de substâncias como anabolizantes no período da intervenção.

Todas as participantes foram informadas sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa, concordaram voluntariamente em participar e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O estudo seguiu as normas éticas estabelecidas pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, assegurando confidencialidade, voluntariedade e direito de retirada em qualquer fase da pesquisa. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Estácio de Sá (CAAE: 88689524.4.0000.5284).

Procedimentos

As atletas realizaram testes que foram separados por 48 horas. No primeiro dia não foi realizada nenhuma estratégia de aquecimento (grupo CON). No segundo dia foi aplicado estratégias voltadas à mobilidade articular (grupo MOB) com 10 repetições para cada movimento, com base nas imagens presentes no protocolo experimental da figura 1. No terceiro dia foi realizado duas séries de 10 agachamento com peso corporal (AGA). No quarto dia foi utilizado o protocolo de mobilidade seguido de duas séries de 10 agachamentos com peso corporal (MOB+AGA)

As atletas foram submetidas a exercícios para mobilidade e flexibilidade, realizando movimentos para as articulações do tornozelo, joelho e quadril, foram feitas também ações de alongamento dinâmico para cadeia posterior. Os exercícios em questão estão sendo representados nas figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6.



1a

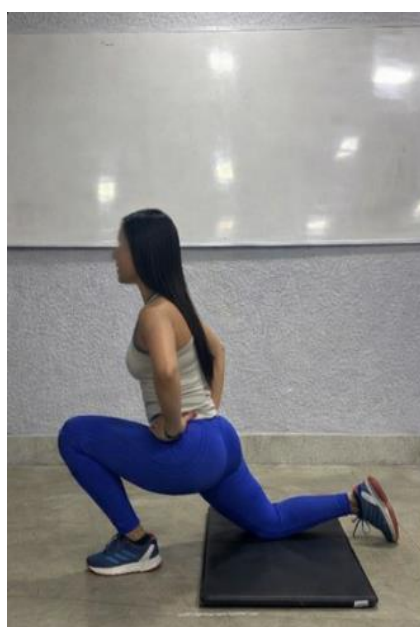


1b

Figura 1 – Mobilidade articular de tornozelo no plano frontal sendo a ilustração 1a o momento inicial e a 1b o momento final do movimento.



2a



2b

Figura 2 – Mobilidade articular do tornozelo no plano sagital sendo a ilustração 2a o momento inicial e a 2b o momento final do movimento.

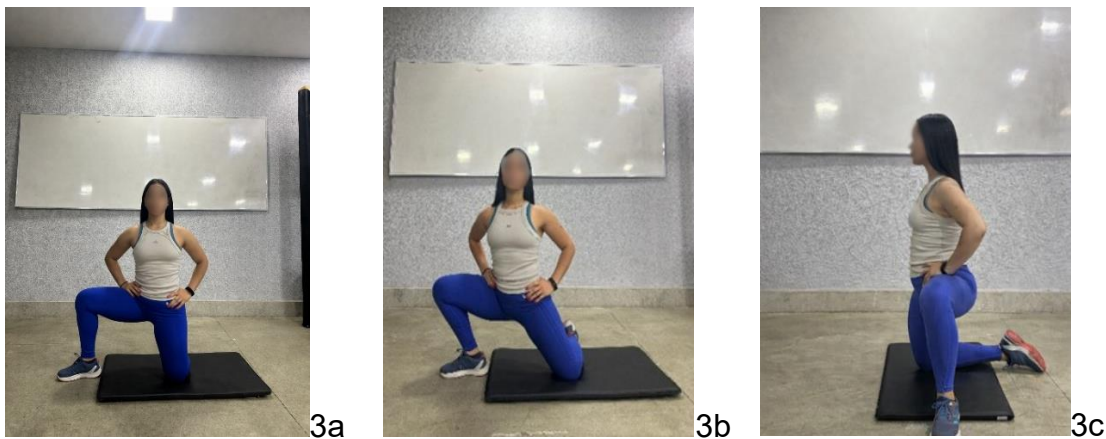


Figura 3 – Mobilidade para tornozelo com o quadril em rotação externa no plano frontal, sendo a ilustração 3a o momento inicial do movimento e a 3b, o momento final. A imagem 3c representa o momento inicial do movimento no plano sagital.

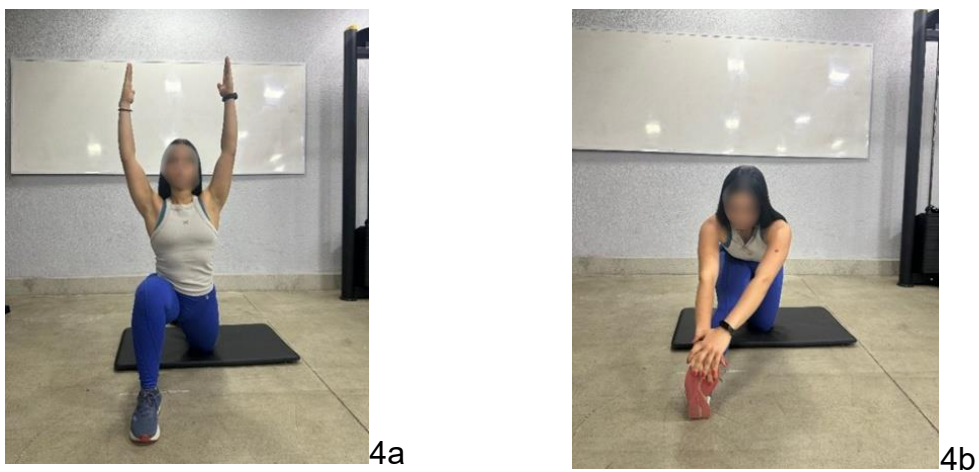
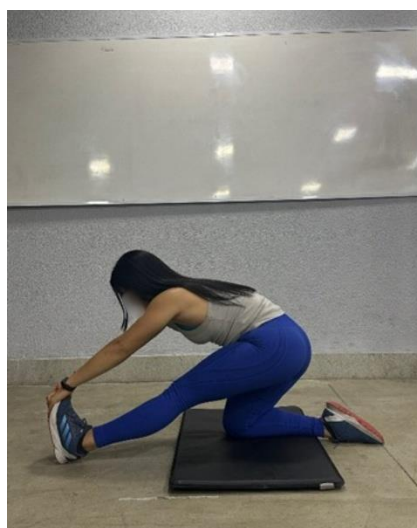


Figura 4 - Alongamento dinâmico de isquiotibiais no plano frontal, sendo a imagem 4a o momento inicial do movimento e a 4b o momento final.



5a



5b

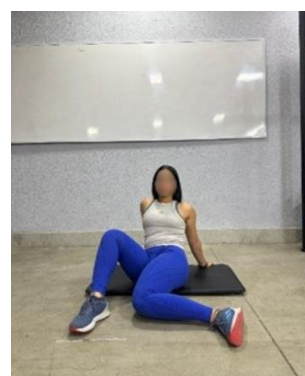
Figura 5 – Alongamento dinâmico de isquiotibiais no plano sagital, sendo a imagem 5a o momento inicial do movimento e a 5b o momento final.



6a



6b



6c

Figura 6 – Exercício de mobilidade de quadril “90 90” no plano frontal, sendo expresso em 3 momentos diferente. A imagem 6a expõe o momento inicial do exercício, a 6b representa o momento de rotação externa de quadril, na ilustração 6c está sendo mostrado o momento final do movimento com o quadril em rotação interna realizando uma adução.

Para a avaliação do desempenho do salto vertical com contra movimento (CMJ) foi utilizado o tapete de contato juntamente ao software Jump system pro 1.0 (CEFISE/ Brasil). Com o avaliado em cima do tapete, o indivíduo salta, a partir da perda de contato com o solo, calcula-se o tempo de voo, em milissegundos e, então, é estimado o tamanho

do deslocamento vertical, em centímetros (García-Sánchez *et al.*, 2025) Foram realizadas três tentativas para cada avaliado, sendo considerado o melhor desempenho dentre essas, com intervalos de um minuto entre cada tentativa. Os avaliados deveriam se posicionar com o tronco ereto, mãos na cintura, joelhos em extensão completa na fase inicial e flexão de aproximadamente 90° durante a fase de contra movimento (figura 7).



Figura 7 – Demonstração dos protocolos de saltos verticais.

Análise Estatística

Após análise da distribuição e verificação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, estes são apresentados como média e desvio padrão. Foi utilizado teste *Anova One Way* com *post-hoc* de Bonferroni para comparação das variáveis dependentes entre os grupos. As análises foram feitas no pacote estatístico SPSS 22.0 e a significância foi estabelecida quando $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A Figura 8 mostra os resultados do salto vertical com contramovimento (CMJ) para os grupos avaliados. Foi verificado que os grupos que realizaram as intervenções AGA e MOB+AGA obtiveram valores estatisticamente significativos maiores que os grupos CON e MOB ($p \leq 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre CON e MOB ($p = 0,55$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre AGA e MOB+AGA ($p = 0,17$).

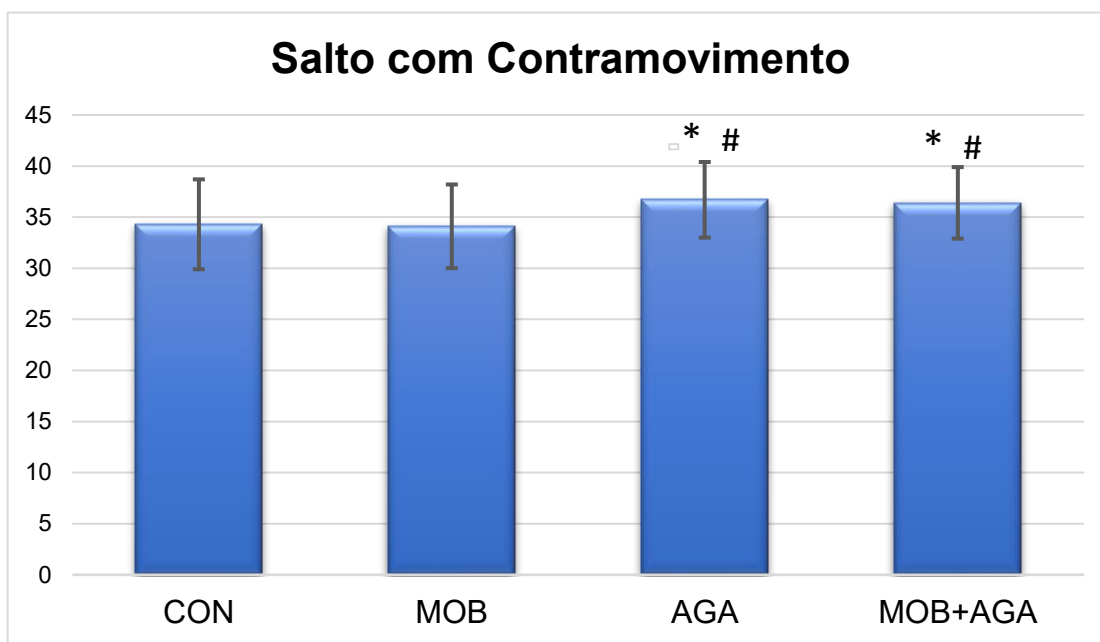


Figura 8 – Valores médios do salto com contramovimento dos grupos avaliados.

*Diferença estatística significativa com CON;

#Diferença estatística significativa com MOB.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi compreender como a aplicação de exercícios para mobilidade podem interferir no desempenho das atletas de handebol profissional. Acredita-se que os achados desse trabalho possam suprir a escassez de evidências relacionada ao tema, sendo assim, auxiliando os treinadores de handebol e dos demais esportes a compreender sobre a intervenção de exercícios específicos para mobilidade articular.

Dentre os principais resultados foi verificado que o grupo CON e o grupo MOB não apresentaram diferença estatística significativa no teste de força explosiva, no entanto, os grupos que realizaram o agachamento como forma de alongamento dinâmico obtiveram resultados significativos. Esses presentes achados corroboram com a evidência de Fletcher e Monte-Colombo (2010) onde é enfatizado que os mecanismos fisiológicos como o aumento da frequência cardíaca, temperatura corporal e maior estimulação do sistema nervoso preparam de forma mais eficaz o corpo para tarefas de alta demanda.

A intervenção pré-treino com exercícios de mobilidade não foi benéfico para a melhora do CMJ em atletas de handebol. Pelo que se sabe, as evidências direcionadas a mobilidade são escassas, porém já está extremamente dissipado na literatura que o alongamento dinâmico tende a gerar maiores ganhos de força explosiva.

O alongamento dinâmico em comparação como estático por exemplo deixa claro essa questão. No estudo de Merino-Marban et al. (2021) foi aplicada as duas formas de alongamento para crianças, o grupo que realizou o alongamento de forma ativa obteve diferença significativa, dessa forma sendo condizente com o que foi encontrado neste trabalho.

Ao analisarmos os resultados do CMJ fica evidente que a mobilidade não gerou adaptações positivas quando comparada com o grupo que utilizou do agachamento. Acredita-se que o movimento realizado pelos grupos AGA e MOB+AGA gera maior ativação neural, acumula tensão mecânica nas estruturas tendíneas, dessa forma, transferindo mais força e velocidade contra o solo, impulsionando os resultados do teste aplicado (Iranmanesh *et al.*, 2025).

Até então, os resultados sobre a aplicação de exercícios para mobilidade articular pensando nas adaptações para ganhos de força muscular e força explosiva ainda são muito vagos, diversos fatores aparentam ser determinantes para a aplicação desses movimentos, por exemplo, o tempo de execução do alongamento das fibras musculares, a diferença entre protocolos de movimentos estáticos ou dinâmicos, exercícios estáticos de alongamento aparentemente geram resultados negativos quando feitos previamente a exercícios de potência e agilidade (Ji *et al.*, 2026).

No entanto, exercícios de mobilidade estáticos ou dinâmicos a longo prazo geram ganhos de amplitude de movimento significativos Konrad et al. (2024) A meta-análise de Pallarés et al. (2021) evidenciou que treinamentos de resistência em amplitude máxima potencializa os ganhos de força muscular, hipertrofia muscular e aumento da resistência ao torque de força excêntrico,

Quando traduzimos para o contexto esportivo, aparentemente aplicar os exercícios de mobilidade pensando em ganhos de amplitude de movimento é de grande valia para a atleta, visando gerar maturação muscular, criando uma base de força sólida. A partir do momento em que a atleta atinja níveis interessantes de força muscular a prescrição do treinamento poderá ser direcionada para as manifestações especiais da força; como a força explosiva e a curva de força velocidade, possivelmente potencializando os resultados (Andersen *et al.*, 2022).

Compreender essas adaptações geradas pela mobilidade e pelo agachamento dinâmico é necessário para os treinadores. O protocolo de treinamento deve ser cada vez mais assertivo, devido ao dinamismo da temporada esportiva as atletas descansam menos, tendo que mesclar o treino de força com o treino tático do próprio esporte. Logo, potencializar os resultados obtidos na sala de pesos vem se tornando o objetivo das escolas de treinamento.

Houve limitações no presente estudo, como o número amostral e observar o protocolo de mobilidade por um período maior. No entanto, esses entraves são comuns em trabalhos que envolvem o esporte de alto rendimento. Vale ressaltar que pode ser interessante comparar a mobilidade com outros estímulos, protocolos de ativação tanto muscular quanto neural pode ser interessante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este presente estudo teve como objetivo compreender se a mobilidade articular e o agachamento com peso corporal gera transferência significativa na força explosiva de membros inferiores. Aparentemente somente o agachamento potencializou o desempenho, possivelmente essa interação está relacionada a ativação neural gerada pelo movimento. No entanto, a mobilidade possibilita adaptações interessantes de ADM aumentando os graus dos movimentos nos exercícios que viera realizar, dessa forma tendo ganhos significativos de força muscular, hipertrofia muscular e aumento da resistência ao torque de força excêntrico.

REFERÊNCIAS

1. ANDERSEN, Vidar *et al.* Comparing the effects of variable and traditional resistance training on maximal strength and muscle power in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, [s. l.], vol. 25, nº 12, p. 1023–1032, 2022.
- 2.
3. COOK, Gray *et al.* Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. **International journal of sports physical therapy**, [s. l.], vol. 9, nº 3, p. 396–409, 2014.
- 4.
5. FLETCHER, Iain M.; MONTE-COLOMBO, Mathew M. An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, [s. l.], vol. 35, nº 1, p. 27–34, 2010.
- 6.
7. GARCÍA-SÁNCHEZ, Carlos *et al.* The dynamic strength index is a reliable and feasible tool to assess neuromuscular performance in male and female handball players. **Sports Biomechanics**, [s. l.], vol. 24, nº 6, p. 1710–1724, 2025.
- 8.
9. IRANMANESH, Mojtaba *et al.* The role of stretching protocols in post-fatigue performance and flexibility among soccer players. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 16, nº 1, p. 2499, 2025.
- 10.
11. JI, Shuting *et al.* Acute effects of prolonged durations of static stretching on athletic performance and flexibility. **Research in Sports Medicine**, [s. l.], vol. 34, nº 2, p. 205–216, 2026.
- 12.
13. KONRAD, Andreas *et al.* Static Stretch Training versus Foam Rolling Training Effects on Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, [s. l.], vol. 54, nº 9, p. 2311–2326, 2024.
- 14.
15. MERINO-MARBAN, Rafael *et al.* Acute effect of a static- and dynamic-based stretching warm-up on standing long jump performance in primary schoolchildren. **Biology of Sport**, [s. l.], vol. 38, nº 3, p. 333–339, 2021.
- 16.
17. PALLARÉS, Jesús G. *et al.* Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], vol. 31, nº 10, p. 1866–1881, 2021.
- 18.

19. PANOUTSAKOPOULOS, Vassilios *et al.* The Ankle Joint Range of Motion and Its Effect on Squat Jump Performance with and without Arm Swing in Adolescent Female Volleyball Players. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, [s. l.], vol. 6, nº 1, p. 14, 2021.
- 20.
21. PAPIA, Konstantina *et al.* ACUTE EFFECTS OF PROLONGED STATIC STRETCHING ON JUMPING PERFORMANCE AND RANGE OF MOTION IN YOUNG FEMALE GYMNASTS. **Science of Gymnastics Journal**, [s. l.], vol. 10, nº 2, p. 217–226, 2018.
- 22.
23. SKOPAL, Lauren K.; DRINKWATER, Eric J.; BEHM, David G. Application of mobility training methods in sporting populations: A systematic review of performance adaptations. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], vol. 42, nº 1, p. 46–60, 2024.