

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
CURSO DE FISIOTERAPIA

VITHÓRIA MESSA DE BORBA

**COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO EM TESTES FUNCIONAIS DE MEMBROS
INFERIORES PRÉ E PÓS-PROTOCOLO DE PREVENÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE
HANDEBOL UNIVERSITÁRIO**

Porto Alegre

2023

VITHÓRIA MESSA DE BORBA

**COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO EM TESTES FUNCIONAIS DE MEMBROS
INFERIORES PRÉ E PÓS-PROTOCOLO DE PREVENÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE
HANDEBOL UNIVERSITÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Bacharelado em Fisioterapia da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Fisioterapeuta.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Silveira Lima

Porto Alegre

2023

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de dedicar esta etapa de conclusão de curso àqueles que sempre apoiaram todas as escolhas que fiz ao longo destes anos na Universidade, principalmente meus familiares, em especial minha mãe Gisele. Foram inúmeras vezes em que fiquei do início ao fim do dia sem conseguir ter contato com quem morava comigo, ou que abdiquei de momentos de lazer para poder me dedicar àquilo que tanto almejo.

Este trabalho de conclusão de curso traz à tona uma trajetória iniciada há anos na faculdade, em especial ao projeto de extensão Prevenção de Lesões no Esporte Universitário da UFRGS. Feito como um divisor de águas para mim, a entrada nele só me fez acreditar mais ainda na escolha que fiz, antes mesmo de conseguir ingressar na fisioterapia: o esporte.

Gostaria de agradecer à equipe de Handebol por ter se juntado ao trabalho da prevenção, em especial ao masculino, pois me acolheram e me respeitaram desde meu ingresso nos acompanhamentos de seus treinos, e foram os que mais tive oportunidade de me sentir uma verdadeira fisioterapeuta, mesmo que estudante, em treinos ou campeonatos.

Estar no meio de tantos atletas e poder ter a sensação de ser fisioterapeuta do esporte só me fez querer crescer e poder atuar mais na área em que tanto almejo. A oportunidade de ser um porto seguro para alguém que vem com alguma demanda, ou a oportunidade de acompanhar as modalidades em cidades diferentes tornou-se cada vez mais especial a cada momento diferente em que passei. E estes momentos, só foram possíveis pois a professora Cláudia Lima esteve por trás fazendo com que tudo funcionasse da melhor maneira possível.

Obrigada, professora, pois sem seus ensinamentos e resiliência, nada disso teria acontecido. Agradeço também, pelos momentos juntas, desde os trabalhos que foram levados à congressos ou apresentações de aulas, até aos momentos de lazer, pois além de professora e aluna, somos também amigas.

Encerro este agradecimento, muito feliz e realizada, com a sensação de dever cumprido. Que venham novos desafios, me sinto preparada para a próxima etapa!

RESUMO

Introdução: O handebol é um esporte intermitente, com desempenho dependente da capacidade de acelerar e fazer contrações musculares explosivas. A fim de evitar uma queda no desempenho devido a lesões e as pausas forçadas associadas, os programas de treinamento e prevenção de lesões baseados em evidências são de crescente importância. Embora as lesões não possam ser evitadas em esportes competitivos, inúmeros protocolos de prevenção confirmam que é possível reduzir a incidência ao aplicá-los. Os testes funcionais *Single Hop test* (SHt), *Lateral Step Down test* (LSDt) e *Lunge test* (Lt) são amplamente utilizados para avaliação da performance funcional de atletas na temporada, assim como antes ou após lesão dos membros inferiores, comum nos jogadores de handebol. A melhora no desempenho destes testes indica uma menor chance de lesão. **Objetivos:** Comparar o desempenho nos testes funcionais SHt, LSDt e Lt pré e pós-temporada após um protocolo de exercícios de prevenção de lesões em atletas de handebol universitário. **Materiais e métodos:** Quinze atletas universitários de handebol, das equipes masculinas e femininas, no ano de 2022 foram incluídos no estudo. Os atletas fizeram avaliação pré e pós-temporada, incluindo o SHt, LSDt e Lt, além de participar de um protocolo de prevenção de lesões com 10 exercícios direcionados à modalidade, uma a duas vezes por semana durante toda temporada. Para a comparação dos dados paramétricos foi utilizado o teste t-student para amostras dependentes e para os dados não paramétricos o teste Wilcoxon, com α de $<0,05$. **Resultados:** Os valores do SHt demonstraram aumento entre os momentos pré e pós protocolo de exercícios, tanto para o membro dominante, quanto para o membro não dominante, porém, o índice de simetria do SHt não apresentou diferença significativa entre os momentos pré e pós-intervenção. O LSDt apresentou diminuição significativa na pontuação entre os momentos pré e pós-intervenção, tanto para o membro dominante quanto para o membro não dominante. No Lt, houve uma diminuição significativa dos valores entre os momentos pré e pós-intervenção do membro dominante, entretanto, não foi encontrada diferença significativa para o membro não dominante. **Conclusão:** O protocolo de exercícios de prevenção de lesão mostrou-se eficiente para melhorar o desempenho no salto e no agachamento unipodal. Entretanto, o protocolo de prevenção não demonstrou ser suficiente para melhorar a mobilidade de tornozelo dos atletas.

Palavras-chave: Testes de Aptidão Física, Exercício Físico; Desempenho Atlético.

ABSTRACT

Introduction: Handball is an intermittent sport, with performance dependent on the ability to accelerate and make explosive muscle contractions. In order to avoid a drop in performance due to injuries and the associated forced breaks, evidence-based training and injury prevention programs are increasingly important. Although injuries cannot be avoided in competitive sports, numerous prevention protocols confirm that it is possible to reduce the incidence by applying them. The Single Hop test (SHt), Lateral Step Down test (LSDt) and Lunge test (Lt) functional tests are widely used to assess the functional performance of athletes in the season, as well as before or after injuries to the lower limbs, common in soccer players. soccer. handball. Better performance on these tests indicates a lower chance of injury. **Objectives:** To compare performance in pre- and post-season SHt, LSDt and Lt functional tests after an injury prevention exercise protocol in college handball athletes. **Materials and methods:** Fifteen university handball athletes, from the male and female teams, in the year 2022 were included in the study. The athletes underwent pre- and post-season evaluations, including SHt, LSDt and Lt, in addition to participating in an injury prevention protocol with 10 exercises focused on the modality, once or twice a week throughout the season. To compare the parametric data, the t-student test was used for dependent samples and for non-parametric data the Wilcoxon test, with $\alpha < 0.05$. **Results:** The SHt values showed an increase between the pre and post exercise protocol moments, both for the dominant limb and for the non-dominant limb, however the SHt symmetry index did not present a significant difference between the pre and post-exercise moments. intervention. LSDt showed a significant decrease in scores between the pre and post-intervention moments, both for the dominant and non-dominant limbs. In Lt, there was a significant decrease in values between the pre and post-intervention moments of the dominant limb, but no significant difference was found for the non-dominant limb. **Conclusion:** The injury prevention exercise protocol proved to be efficient in improving performance in single-leg jumps and squats. However, the prevention protocol was not enough to improve the athletes' ankle mobility.

Keywords: Physical Fitness Tests, Physical Exercise; Athletic Performance.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
ARTIGO	8
Resumo	9
1. Introdução	10
2. Materiais e métodos	11
2.1. Delineamento.....	11
2.2. Amostra.....	11
2.2.1. Critérios de inclusão.....	11
2.2.2. Critérios de exclusão.....	11
2.3. Procedimento de coleta de dados	11
2.3.1. <i>Dados demográficos</i>	12
2.3.2. <i>Single Hop test</i>	12
2.3.3. <i>Lateral Step Down test</i>	12
2.3.4. <i>Lunge test</i>	13
2.3.5. <i>Protocolo de Intervenção</i>	13
2.4. Procedimento de análise.....	17
2.4.1. <i>Single Hop test</i>	17
2.4.2. <i>Lateral Step Down test</i>	17
2.4.3. <i>Lunge test</i>	17
2.5. Tratamento estatístico.....	17
3. Resultados	18
3.1. Desempenho em testes funcionais	18
4. Discussão	20
5. Conclusão	24
Referências	25
ANEXO A – NORMAS PARA SUBMISSÃO NA REVISTA “JOURNAL OF SPORT AND HEALTH SCIENCE” (JSHS)	27

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi elaborado juntamente com os serviços oferecidos pelo projeto de extensão “Prevenção de Lesões no Esporte Universitário da UFRGS”, ao qual faço parte. As avaliações e o trabalho de prevenção presentes neste estudo fazem parte do cotidiano do grupo de Prevenção de Lesões unindo teoria e prática, desenvolvido por alunos e professora Cláudia Lima, da Fisioterapia, juntamente às equipes esportivas da universidade. A escolha pela modalidade esportiva de handebol foi feita por ser a equipe em que acompanho desde que ingressei no grupo, em 2019.

O presente estudo refere-se ao Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como requisito para obtenção do título de bacharel em Fisioterapia. A pesquisa teve como objetivo comparar o desempenho nos testes funcionais *Single Hop test*, *Lateral Step Down test* e *Lunge test* pré e pós adoção de um protocolo de exercícios de prevenção de lesões em atletas de handebol universitário.

O artigo científico, oriundo deste trabalho, será submetido na revista científica *Journal of Sport and Health Science*. As normas desta revista solicitam que as tabelas constem ao final do artigo, entretanto, para facilitar a leitura, as tabelas foram inseridas ao longo do texto. Para a submissão artigo na revista mencionada, as tabelas serão submetidas ao final do manuscrito. As normas da revista encontram-se no final deste documento (Anexo A).

O presente trabalho foi dividido da seguinte forma. Primeiramente, uma introdução ao assunto está apresentada. A seguir, a metodologia do presente estudo encontra-se detalhada. Por fim, encontra-se o manuscrito, estando este adequado às normas da revista anteriormente mencionada.

ARTIGO

Comparação do desempenho em testes funcionais de membros inferiores pré e pós-protocolo de prevenção de lesões em atletas de handebol universitário

Vithória Messa Borba^a e Cláudia Silveira Lima^a

^aDepartamento de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Laboratório de Pesquisa do Exercício, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 90690-200, Brasil

Autor Correspondente:

Vithória Messa de Borba

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Campus Olímpico

Rua Felizardo, 750 (LAPEX) – Jardim Botânico, Porto Alegre, RS – Brasil. CEP: 90690-200

Telefone: +55 51 3308.5834

vithoria.messa@gmail.com

Resumo

Introdução: O handebol é um esporte com demandas repetitivas de alta intensidade, como *sprints*, movimentos de parada, mudanças de direção, saltos e aterrissagens. Embora as lesões não possam ser evitadas, inúmeros protocolos de prevenção confirmam que é possível reduzir sua incidência por meio de programas de treinamento. Uma das estratégias utilizadas para identificar déficits no sistema musculoesquelético e trabalhá-los são os testes funcionais. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho nos testes funcionais *Single Hop test*, *Lateral Step Down test* e *Lunge test* pré e pós-temporada após um protocolo de exercícios de prevenção de lesões em atletas de handebol universitário.

Métodos: Quinze atletas universitários de handebol, das equipes masculinas e femininas, no ano de 2022 foram incluídos no estudo. Os atletas fizeram avaliação pré e pós-temporada, incluindo o *Single Hop*, *Lateral Step Down* e *Lunge test*, além de participar de um protocolo de prevenção de lesões com 10 exercícios direcionados à modalidade, uma vez por semana durante toda temporada. Para a comparação dos dados paramétricos foi utilizado o teste t-student para amostras dependentes e para os dados não paramétricos o teste Wilcoxon, o α adotado foi de $<0,05$.

Resultados: Os valores do *Single Hop test* demonstraram aumento entre os momentos pré e pós protocolo de exercícios, tanto para o membro dominante, quanto para o membro não dominante, porém, o índice de simetria do teste não apresentou diferença significativa entre os momentos. O *Lateral Step Down test* apresentou diminuição significativa na pontuação entre os momentos pré e pós-intervenção, para ambos os membros inferiores. No *Lunge test*, houve uma diminuição significativa dos valores entre os momentos pré e pós-intervenção do membro dominante, entretanto, não foi encontrada diferença significativa para o membro não dominante.

Conclusão: O protocolo de exercícios de prevenção de lesão mostrou-se eficiente para melhorar o desempenho no salto e o controle motor no agachamento unipodal. Entretanto, o protocolo de prevenção foi insuficiente para melhorar a mobilidade de tornozelo dos atletas de handebol universitários.

Palavras-chave: testes de aptidão física, exercício físico; desempenho atlético.

1. Introdução

O handebol é um esporte intermitente, com desempenho dependente da capacidade de acelerar, fazer contrações musculares explosivas como corridas, giros, bloquear e arremessar a bola¹. Ao considerar as demandas físicas desse esporte, destacam-se principalmente as ações repetitivas de alta intensidade, como *sprints*, movimentos de parada, mudanças de direção, saltos e aterrissagens².

Atletas de handebol estão expostos a quantidades e intensidades crescentes de estresse³. Embora as descobertas da medicina esportiva na otimização do desempenho e na prevenção de lesões estejam cada vez mais chegando ao esporte moderno, um alto nível de lesão persiste no handebol⁴. As articulações mais acometidas por lesão em jogadores de handebol amador ou profissional, são tornozelo e joelho^{2,5-7}. As lesões típicas deste esporte ocorrem em entorses de tornozelo e valgo dinâmico de joelho⁵.

A fim de evitar uma queda no desempenho devido as lesões e as pausas forçadas associadas, os programas de treinamento baseados em evidências são de crescente importância. Embora as lesões não possam ser evitadas em esportes competitivos, inúmeros protocolos de prevenção confirmam que é possível reduzir a incidência por meio de programas de treinamento². Uma das estratégias utilizadas para identificar déficits individuais no sistema musculoesquelético e trabalhá-los com exercícios corretivos são os testes funcionais².

Os testes funcionais *Single Hop test*, *Lateral Step Down test* e *Lunge test* são amplamente utilizados para avaliação da performance funcional de atletas na temporada, assim como antes ou após lesão dos membros inferiores⁸, comum nos jogadores de handebol. Estes testes são vantajosos pois são fáceis de aplicar, rápidos, exigem poucos equipamentos e podem ser realizados em diversas configurações de locais^{9,10}. Os déficits unilaterais podem não ser evidentes durante movimentos bilaterais, portanto, testes dinâmicos de um único membro são recomendados para mostrar déficits na função da extremidade inferior¹¹.

Considerando a importância das informações obtidas pelos testes funcionais em atletas, o objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho nos testes funcionais *Single Hop test*, *Lateral Step Down test* e *Lunge test* pré e pós-temporada após um protocolo de exercícios de prevenção de lesões em atletas de handebol universitário.

2. Materiais e métodos

2.1. Delineamento

O tipo de pesquisa é ex-post facto longitudinal para comparar os testes funcionais *Single Hop test*, *Lateral Step Down test* e *Lunge test* pré e pós-temporada após um protocolo de exercícios de prevenção de lesões em atletas de handebol universitário. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (CAAE: 71731217.9.0000.5347).

2.2. Amostra

A amostra do estudo foi composta por 15 atletas universitários jogadores de handebol da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, nas modalidades masculino e feminino do ano de 2022.

2.2.1. Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão do estudo foram idade igual ou superior a 18 anos, ser atleta da equipe universitária de handebol das modalidades feminina ou masculina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no ano de 2022.

2.2.2. Critérios de exclusão

Atletas com lesões no membro inferior e/ou coluna que os impedissem de realizar as avaliações pré e pós-temporada. Ausência de frequência mínima de 75% nas sessões dos exercícios preventivos ou ausências nas avaliações pré e pós-intervenção.

2.3. Procedimento de coleta de dados

Para a coleta de dados, as avaliações pré e pós-temporada foram agendadas previamente com os atletas universitários. Os procedimentos aconteceram no turno da noite, no Campus Olímpico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) nos meses de Agosto, para as avaliações pré-temporada, e em Dezembro, para as avaliações pós-temporada. Foram fornecidos aos atletas fichas impressas e canetas para que os mesmos pudessem preencher com seus dados demográficos, para que a partir disso, as avaliações funcionais pudessem acontecer. Na sequência os atletas realizaram a avaliação de funcional pré-

temporada envolvendo a aplicação do *Single Hop Test*, *Lateral Step Down Test* e *Lunge Test*. Na semana seguinte às avaliações, foi iniciada a intervenção com a aplicação de um programa de prevenção de lesões. Após 16 semanas de intervenção foi realizada a avaliação pós temporada com os mesmos testes iniciais.

2.3.1. Dados demográficos

Os dados demográficos foram retirados das fichas de avaliações dos atletas, em que eles preenchem com informações como idade, sexo, estatura, massa corporal, dominância dos membros superiores e inferiores, além da modalidade esportiva.

2.3.2. *Single Hop test*

Para a avaliação do *Single Hop test* foi feita uma marcação no chão com duas fitas de seis metros de comprimento e 15 cm de largura entre elas. Os atletas recebiam as orientações para realização do teste procurando atingir a maior distância possível e na sequência realizavam um salto de familiarização para cada membro. Os atletas começavam o teste com os pés atrás de uma linha de partida claramente marcada no chão. Nenhuma restrição foi colocada no movimento do braço durante o teste e nenhuma instrução foi fornecida sobre onde olhar¹².

Para a realização do teste propriamente dito, os atletas realizavam o salto até obter duas tentativas registradas válidas. O salto era considerado válido quando a aterrissagem fosse mantida por pelo menos 2 segundos. O salto não era considerado válido, quando houvesse um toque no membro inferior contralateral ou toque do membro superior no chão, perda de equilíbrio ou salto adicional na aterrissagem. Se o salto fosse malsucedido, o atleta era lembrado da necessidade de manter a aterrissagem e o salto era repetido. Nenhuma instrução adicional foi fornecida aos sujeitos. A distância alcançada era determinada pela medida da marcação inicial até o calcanhar do atleta no momento da aterrissagem.

2.3.3. *Lateral Step Down test*

Para a realização do *Lateral Step Down test*, um *step* de 20 cm foi colocado no chão de forma que a parte com menor largura ficasse virada para frente, com marcações de 8 cm das bordas laterais ao centro. Foram colocadas marcações com

fita na tuberosidade anterior da tíbia (TAT)¹³, espinha íliaca ântero-superior (EIAS) e no segundo metatarso, para que a visualização posterior do teste fosse facilitada.

Os atletas foram orientados a colocarem as mãos na cintura e posicionarem o segundo metatarso na marcação do *step*, em apoio unipodal. Para a execução, a orientação foi de agachar até que o calcanhar contralateral alcançasse o chão sem colocar peso nesse membro quando este chegasse ao chão, e imediatamente retornar à posição inicial¹³. Foi realizada uma tentativa de familiarização para cada lado, e em seguida, 5 repetições consecutivas para a filmagem, onde o examinador ficou posicionado 3 metros de distância à frente do atleta¹³. As filmagens das execuções do teste foram realizadas com a finalidade de analisar posteriormente de forma minuciosa cada avaliação.

2.3.4. *Lunge test*

Para realizar esta avaliação, uma fita métrica foi fixa no chão, encostada em uma parede. O atleta posicionou o hálux a 9 cm de distância e de frente para a parede¹⁴. Uma dorsiflexão foi realizada onde o joelho foi direcionado à parede, o objetivo foi o atleta encostar o joelho na parede sem alterar o alinhamento do pé e sem levantar o calcanhar do chão. Um ajuste na posição do pé foi realizado de 1cm em 1cm, afastando ou aproximando progressivamente da parede até que a amplitude máxima do tornozelo fosse alcançada, sem que o calcanhar se elevasse do chão¹⁵.

2.3.5. *Protocolo de Intervenção*

O protocolo de exercícios de prevenção de lesões foi aplicado durante 16 semanas entre os meses de agosto a dezembro, ao longo da temporada universitária de 2022. O protocolo preventivo era composto por um circuito de 10 estações de exercícios envolvendo demandas de membros superiores e inferiores, região do *core*, propriocepção, mudanças de direção e saltos, propostos com base nos resultados dos testes funcionais e em estudos prévios da literatura em relação à maior incidência de lesões no handebol (Tabela 1). O protocolo foi montado inicialmente para ser feito em duplas, com dois tempos de 30 segundos para cada estação. Conforme a demanda do exercício, os atletas trocavam o membro trabalhado ao final do tempo, ou de tarefa do exercício com a sua dupla. Ao passar

cerca de 6 semanas, os exercícios eram evoluídos em sua dificuldade ou no tempo de duração, até que o tempo de 45 segundos foi atingido. A Tabela 1 descreve os exercícios utilizados e a estratégia de evolução adotada.

Tabela 1. Exercícios do protocolo de prevenção de lesões

Exercício	Descrição	Evolução
1. Step down em três direções	Semelhante ao teste <i>Step Down</i> , com o pé sem apoio alternando para frente, para o lado e para trás.	Aumento da altura pelo acréscimo de um <i>step</i> .
2. Prancha frontal	Prancha frontal, atleta realiza os movimentos de flexão, extensão horizontal e extensão de um dos ombros (em cada movimento retorna à posição inicial). Ao final desses movimentos, volta à posição inicial e se sustenta na ponta dos dedos por 3 segundos. Alternando o lado trabalhado.	Apenas um membro realiza os movimentos no tempo do circuito, e somente após o descanso, o outro trabalha.
3. Perdigueiro	Em quatro apoios, flexão de ombro + extensão de quadril contralateral de forma dinâmica (alternando os lados).	Posição de prancha alta durante todo o exercício + movimentos de ombro.
4. Decúbito ventral na bola suíça + rotação externa de ombro	Em decúbito ventral na bola suíça, abdução de 90° e rotação externa de ombro e flexão 90° do cotovelo, o atleta segura com a ponta dos dedos uma bola de handebol em cada mão. Em um membro a posição é mantida, enquanto o outro faz de forma dinâmica rotação interna e externa.	Enquanto uma mão segura a bola de handebol com a ponta dos dedos em isometria de rotação externa, a outra segura uma bola menor e faz o gesto de soltar e pegar no ar o tempo todo.
5. Arremesso com <i>theraband</i> + dupla com isometria de tronco e ombro	Atleta simula gesto de arremesso iniciando em abdução + rotação externa de ombro segurando uma <i>theraband</i> , que é mantida por sua dupla, alternando 5 vezes para cada lado, até terminar o tempo.	Movimentos de “perturbação” de quem está segurando a <i>theraband</i> , enquanto a dupla simula o arremesso.
6. “<i>Stiff</i>” unilateral com bola	Segurando uma bola de handebol com a ponta dos dedos, movimento semelhante ao <i>stiff</i> unilateral, mas o membro contralateral ao de apoio no chão realiza uma extensão de quadril + abdução e rotação externa do ombro e depois retorna à posição inicial.	Inclusão de saltos ao final do retorno à posição inicial.
7. Agachamento no plano inclinado com saltos	Agachamento com os pés apoiados em uma goleira, simulando um plano inclinado + salto para frente com aterrissagem bipodal.	Salto para frente com aterrissagem unipodal.
8. Deslocamento frontal e salto na cama elástica	Simulação dos 3 passos de ataque durante o jogo + salto com aterrissagem unipodal na cama elástica ao mesmo tempo que arremessa a bola para a sua dupla.	“Balancim” em apoio unipodal + arremessos na parede.

9. Alongamento de cápsula posterior

Em decúbito lateral, abdução de ombro a 90° e cotovelo a 90°, mão contralateral empurra punho, forçando a rotação interna do ombro do lado que fará o movimento de forma dinâmica (para cima e para baixo).

Sustentação da posição (isometria)

10. "X" com troca de direção

5 minis cones posicionados no chão formando um X, atletas correm um atrás do outro como um "pega-pega", alternando a direção entre os cones. A dupla precisa fazer o mesmo trajeto daquele que saiu primeiro, e mesmo sendo pego, continua "fugindo" durante o tempo do circuito.

Quem fosse pego, começaria a correr atrás do colega, independente do tempo de circuito.

2.4. Procedimento de análise

2.4.1. *Single Hop test*

Para o *Single Hop test* foram utilizadas a média da distância em centímetros dos dois saltos válidos para cada membro e o índice de simetria entre os membros foi calculado dividindo-se a distância do salto da perna dominante pela distância do salto da perna não dominante, multiplicada por 100 (%)¹⁶.

2.4.2. *Lateral Step Down test*

A filmagem realizada foi analisada por um avaliador que pontuou a execução do teste. A análise foi feita de acordo com os 5 critérios de pontuação:

- 1) Membros Superiores (remover as mãos da cintura na tentativa de recuperar o equilíbrio): 1 ponto adicionado;
- 2) Alinhamento do Tronco (inclinação para qualquer lado): 1 ponto adicionado;
- 3) Plano Pélvico (perda do plano horizontal da pelve): 1 ponto adicionado;
- 4) Posição do Joelho (TAT posicionada medialmente ao segundo metatarso): 1 ponto adicionado (ou TAT posicionada medialmente à borda medial do pé): 2 pontos adicionados;
- 5) Postura Unilateral Estável (oscilação de um lado para o outro): 1 ponto adicionado.

A classificação da pontuação e qualidade do movimento varia entre: 0 - 1 como boa qualidade do movimento, 2 - 3 como moderada qualidade do movimento, e de 4 - 6 como má qualidade do movimento. O valor final obtido na pontuação foi utilizado para análise estatística.

2.4.3. *Lunge test*

Para o *Lunge test*, a medida da amplitude máxima de dorsiflexão do tornozelo alcançada em cada membro, sem que o calcanhar se eleve do chão, foi utilizada para análise estatística.

2.5. Tratamento estatístico

Para apresentação dos dados, utilizou-se estatística descritiva com média e desvio padrão. A distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Para a comparação dos dados com distribuição paramétrica, foi utilizado o

teste *t-student* para amostras dependentes, enquanto o teste de Wilcoxon foi utilizado para a comparação dos dados não paramétricos (*Lunge test* pré e pós dominante, e *Lateral Step Down test* pré e pós dominante e não-dominante). Adotou-se um α de $<0,05$. Todos os testes foram processados no *software Statistical Package for Social Science 20.0*.

3. Resultados

A amostra do presente estudo foi inicialmente composta por 50 participantes pertencentes às equipes masculina e feminina de handebol universitário, sendo 24 participantes do sexo masculino e 26 do feminino. Ao final do protocolo de prevenção, apenas 15 participantes cumpriram os critérios de inclusão, sendo 10 participantes do sexo masculino e 5 do sexo feminino. As características antropométricas da amostra e estratificada por sexo estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização da amostra expressas em média (\pm DP)

	n	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)
Sexo				
Masculino	10	23,9 \pm 3,5	184,9 \pm 0,7	92,1 \pm 1,7
Feminino	5	20,4 \pm 2,0	167,0 \pm 7,3	60,8 \pm 4,2
Total	15	22,7 \pm 3,0	178,9 \pm 10,2	81,7 \pm 18,8

3.1. Desempenho em testes funcionais

A Tabela 3 descreve os resultados pré e pós-intervenção verificados no presente estudo. Os valores do *Sinlge Hop test* demonstraram diferença significativa entre os momentos pré e pós-protocolo de exercícios, tanto para o membro dominante quanto para o membro não dominante, com valores maiores ao final da intervenção (Tabela 3). Em contrapartida, o índice de simetria não apresentou diferença significativa entre os momentos pré e pós-intervenção (Tabela 3). O *Lateral Step Down test* apresentou diferença significativa entre os momentos pré e pós-intervenção, diminuindo o somatório de pontos tanto para o membro dominante

quanto para o membro não dominante (Tabela 3). Por fim, para o *Lunge test*, houve uma diferença significativa entre os momentos pré e pós-intervenção do membro dominante, diminuindo a distância entre o hálux e a parede, na dorsiflexão (Tabela 3). Por outro lado, o membro não dominante, não foi encontrada diferença significativa entre os momentos (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados dos testes funcionais expressos em média (\pm DP)

		Pré	Pós	p
Single Hop Test (cm)				
	Dominante	117,5 \pm 34,0	136,8 \pm 29,8	0,001 [#]
	Não dominante	121,6 \pm 31,7	136,4 \pm 31,7	0,015 [#]
	Índice de simetria	104,5 \pm 12,4	100,4 \pm 14,9	0,255
Lateral Step Down test (*)				
	Dominante	4,4 \pm 0,8	3,1 \pm 1,0	0,000 [#]
	Não dominante	4,6 \pm 0,9	3,4 \pm 0,9	0,001 [#]
Lunge test (cm)				
	Dominante	12,6 \pm 2,5	11,7 \pm 2,4	0,037 [#]
	Não dominante	12,7 \pm 1,9	12,0 \pm 2,1	0,143

*O *Lateral Step Down test* é composto por uma pontuação que varia entre 0 - 1 (bom), 2 - 3 (moderado) e 4 - 6 (ruim). [#] diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$).

4. Discussão

O presente estudo comparou os testes funcionais *Single Hop test*, *Lateral Step Down test* e *Lunge test* pré e pós-protocolo de prevenção de lesões em atletas de handebol universitário. Ao analisar os dados, os valores do *Single Hop test* aumentaram de forma significativa e os do *Lateral Step Down test* diminuíram significativamente, demonstrando melhora nos resultados. Em contrapartida, os valores do *Lunge Test* diminuíram significativamente entre os momentos pré e pós protocolo de exercícios, demonstrando piora no desempenho. Já o índice de simetria do *Single Hop test* não apresentou diferença significativa entre os momentos pré e pós-intervenção.

No estudo de Barendrecht et al.¹⁷, embora o tempo total de intervenção tenha sido menor do que o protocolo proposto aos atletas universitários do presente estudo, também houve melhora no desempenho dos saltos ao final da intervenção. Os autores investigaram o efeito de 20 minutos de treinamento neuromuscular adicionados ao treino regular, durante duas vezes por semana com duração total de 10 semanas em jogadores adolescentes de handebol. O principal achado foi uma diferença significativa positiva entre os saltos unipodais tanto para o membro dominante quanto ao não dominante. Os autores também observaram melhorias em ângulo de valgo do joelho, tempo de contato com o solo e ângulo de flexão do joelho.

Um dos aspectos que pode ter influenciado no presente estudo a melhora no desempenho do *Single Hop test* é que, embora saltos unipodais sejam muito difíceis mesmo para indivíduos não-lesionados, eles estão sujeitos a um alto efeito de aprendizado⁴. No programa de prevenção proposto no presente estudo havia ao menos três exercícios que trabalhavam saltos e a estabilização de forma unipodal. Adicionalmente, é possível que a exploração a energia potencial elástica pelo Ciclo Alongamento-Encurtamento através de saltos de diferentes formas pode ter contribuído para os resultados favoráveis do *Single Hop test* no final da intervenção. O fato de o músculo realizar uma ação excêntrica, em que parte da energia armazenada nos componentes elásticos é reutilizada imediatamente na próxima ação muscular concêntrica, proporciona um aumento de potência no movimento final¹⁸.

Importantemente, apesar da melhora do desempenho no *Single Hop test*, ao final da intervenção do presente estudo, os atletas não apresentaram diferenças

significativas no índice de simetria entre o membro dominante e o não-dominante. Este resultado, vai ao encontro com o estudo de Pánics et al.¹⁹, em que seus participantes também não apresentaram diferenças significativas no índice de simetria entre as pernas dominantes e não dominantes ao final da intervenção, composta por um programa de treinamento com saltos e aterrissagens.

O índice de simetria do *Single Hop test* sem alteração significativa pode ser um resultado positivo, demonstrando que tanto o lado dominante quanto o não dominante apresentaram aumento proporcional do seu desempenho no salto. Além disso, o índice no momento pós aproximou-se mais dos 100% (100,4%) do que no momento pré (104%). Este achado é importante, pois quanto mais próximo dos 100%, menos assimetria entre os membros o atleta possui. As diferenças entre os membros expressas como o índice de simetria dos membros tem sido o critério mais frequentemente relatado para avaliar se um teste de salto é normal ou anormal²⁰, e como critério de liberação para prática esportiva após lesão¹¹ e podem ser de grande importância em estudos de programas de prevenção.

O presente estudo verificou melhora no desempenho do teste *Lateral Step Down test*. Este teste permite analisar o padrão de movimento de membro inferior com uma menor carga externa e movimento mais lento do que na aterrissagem de um salto, parecendo ser uma tarefa motora mais fácil de ser realizada e de ser aprimorada²¹. Dessa forma, dentre os exercícios propostos no protocolo, um deles foi a tarefa de realizar o movimento do *Lateral Step Down test* com o foco no controle do movimento. A falta de controle neuromuscular faz com que o centro de gravidade se desloque lateralmente para a articulação do joelho que está associado ao deslocamento das forças de reação no solo na mesma direção, causando um valgo no joelho²¹.

Outros fatores que estão associados à falta de controle neuromuscular e são considerados fatores de risco, são padrões de movimentos alterados como ao apresentar uma rigidez e/ou força muscular em condições inadequadas²⁰. Segundo Ugalde et al.²¹, esse controle neuromuscular está inseparavelmente ligado aos músculos do *core*, os quais foram fortemente trabalhados em ao menos quatro exercícios do circuito proposto no presente estudo. Este trabalho também pode ter influenciado na melhora significativa no desempenho do *Lateral Step Down test* ao final da intervenção.

O estudo de Myklebust et al.²², que realizou um programa de prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior em jogadoras de handebol feminino contribui com esta interpretação dos resultados, uma vez que o programa aplicado pelos autores se assemelhava ao do presente estudo. O programa consistia em exercícios que tornavam-se cada vez mais específicos e desafiadores ao handebol coletivo. A intervenção estimulava que as atletas estivessem focadas e conscientes da qualidade de seus movimentos, com ênfase na estabilidade do *core*, posição do quadril e joelho em relação ao pé. Como resultado, houve sucesso ao final da intervenção, principalmente no controle neuromuscular, sobretudo nas jogadoras que estavam mais motivadas a realizarem os exercícios.

Nos últimos anos, deficiências de força muscular do quadril são tratadas como possíveis causas de alteração do padrão do movimento do membro inferior, entretanto, diversos resultados de estudos não sustentam essa afirmação¹³. Embora restrições de amplitude de movimento (ADM) no plano sagital das articulações de membros inferiores sejam associadas com a presença do valgo dinâmico do joelho²³, assim como demonstrado no estudo de Grindstaff, Dolan e Morton²⁴, foi identificado uma correlação baixa negativa entre ADM de dorsiflexão do tornozelo e *escores* do *Lateral Step Down test*. Ou seja, à medida que a ADM de dorsiflexão diminuiu, o *score* do *Lateral Step Down test* aumentou, o que caracteriza uma piora no desempenho do teste.

No presente estudo, assim como no de Carroll, et al.²³ e de Dill et al.²⁵, não houve associação entre baixa dorsiflexão de tornozelo e o bom desempenho em teste de agachamento unilateral. Apesar de os valores da amplitude de movimento de flexão dorsal avaliada pelo *Lunge test* tenham apresentado uma piora no desempenho ao final da presente intervenção, isso não impediu que a pontuação do *Lateral Step Down test*, obtivesse uma melhora significativa.

Em estudo prévio, Carroll, et al.²³, sugerem que uma baixa associação entre ADM de tornozelo e bom desempenho em agachamento unilateral se deve ao fato dos indivíduos provavelmente não agacharem a uma profundidade que envolvesse a máxima dorsiflexão do tornozelo. Já para Dill, et al.²⁵, essa limitação de dorsiflexão durante o movimento pode facilitar compensações nas articulações do pé e tornozelo, mas não necessariamente afetam o joelho dos indivíduos. Além destes fatores, uma possível causa que pode ter influenciado em um resultado negativo ao final da temporada para o *Lunge test*, foi o fato de durante as

intervenções não haver nenhum exercício em que o foco fosse especificamente aumentar a ADM, diferentemente dos outros testes.

Estudos com programas de prevenção de lesões com formato similar ao do presente estudo, em que os exercícios são propostos por determinado tempo antes de iniciarem os treinos, de uma forma geral também relatam sucesso ao final da temporada^{5,17,19,26}. Estes estudos que envolvem prevenção de lesões com equipes de handebol vão ao encontro do que foi proposto aos atletas universitários. A duração do tempo total de intervenção deles foi entre 10 a 16 semanas, todos eram realizados de duas a três vezes por semana antes dos treinos e a duração total em torno de 15 a 20 minutos. Ao final dos programas preventivos propostos, estes estudos trazem melhoras significativas em redução de índice de lesões nos joelhos⁵, aumento de consciência corporal e melhora no controle neuromuscular¹⁹, redução altamente significativa na taxa de lesões agudas nos membros inferiores²⁶, melhoras no ângulo de valgo, tempo de contato e ângulo de flexão do joelho¹⁷.

Diversos fatores influenciam para o sucesso de uma prevenção de lesões, entre eles, de acordo com Myklebust et al.²² a adesão tanto dos treinadores quanto dos atletas, que demonstra funcionar principalmente naqueles atletas que estão mais motivados. Além disso, o registro da assiduidade possui grande importância para que seja possível ter um controle de participação nos programas preventivos, da mesma maneira que ocorreu no presente estudo com os atletas universitários.

O presente estudo apresenta limitações como a caracterização da amostra não ser semelhante entre as pessoas do sexo masculino e feminino, não haver um grupo controle para realizar as comparações e algum possível viés entre avaliadores diferentes para o mesmo teste funcional. Ainda assim, ressalta-se que o presente estudo demonstra que protocolos de prevenção de lesões em atletas universitários de handebol apresentam melhora entre os períodos pré e pós-intervenção em testes de saltos e controle neuromuscular dinâmico ao final de uma temporada. Entretanto, ainda se torna necessária uma investigação mais aprofundada para abordar questões em uma melhora na mobilidade de tornozelo em protocolos de prevenção de lesões.

5. Conclusão

O protocolo de exercícios de prevenção de lesões aplicado durante a temporada de treino das equipes de handebol universitário mostrou-se eficiente para melhora do desempenho nos testes funcionais *Single Hop test* e *Lateral Step Down*. Em contrapartida, o programa preventivo não demonstrou ser suficiente para melhorar a mobilidade de tornozelo dos atletas.

Contribuição dos autores

Todos os autores realizaram contribuições significativas para a preparação deste trabalho, participando nas interpretações de dados e *feedbacks* significativos. VMB participou das avaliações pré e pós-temporada, na montagem e realização do protocolo de prevenção com os atletas. CSL participou na montagem do protocolo de prevenção, processamento de dados e análise estatística. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito, e concordaram com a ordem de apresentação dos autores.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não ter conflitos de interesse.

Referências

1. Aloui G, Hammami M, Fathloun M, et al. Effects of an 8-week in-season elastic band training program on explosive muscle performance, change of direction, and repeated changes of direction in the lower limbs of junior male handball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018;33(7):1804-1815. www.nsc.com
2. Hainc Scheller C, Keller M, Kurz E. Risk screening in handball: Which functional tests are useful? *Sportverletzung-Sportschaden*. 2018;32(3):187-195. doi:10.1055/a-0624-4221
3. Rühlemann A, Mayer CU, Götte L, Behringer M, Jäger M. Functional knee stability in handball: An indispensable criterion for safe sport. *Sportverletzung-Sportschaden*. 2019;33(2):87-95. doi:10.1055/a-0753-2285
4. Mayer C, Rühlemann A, Jäger M. Handball injuries and their prevention. *Orthopade*. 2019;48(12):1036-1041. doi:10.1007/s00132-019-03822-6
5. Achenbach L, Krutsch V, Weber J, et al. Neuromuscular exercises prevent severe knee injury in adolescent team handball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2018;26(7):1901-1908. doi:10.1007/s00167-017-4758-5
6. Petersen W, Braun C, Bock W, et al. A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125(9):614-621. doi:10.1007/s00402-005-0793-7
7. Achenbach L, Luig P. Epidemiology and injury prevention in handball. *Sportverletzung-Sportschaden*. 2020;34(3):129-135. doi:10.1055/a-1209-4666
8. Rabello LM, Macedo C de SG, de Oliveira MR, et al. Relação entre testes funcionais e plataforma de força nas medidas de equilíbrio em atletas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2014;20(3):219-222. doi:10.1590/1517-86922014200301720
9. Dingenen B, Truijen J, Bellemans J, Gokeler A. Test–retest reliability and discriminative ability of forward, medial and rotational single-leg hop tests. *Knee*. 2019;26(5):978-987. doi:10.1016/j.knee.2019.06.010
10. Hegedus EJ, McDonough S, Bleakley C, Cook CE, Baxter GD. Clinician-friendly lower extremity physical performance measures in athletes: A systematic review of measurement properties and correlation with injury, part 1. The tests for knee function including the hop tests. *Br J Sports Med*. 2015;49(10):642-648. doi:10.1136/bjsports-2014-094094
11. Kockum B, Heijne AILM. Hop performance and leg muscle power in athletes: Reliability of a test battery. *Physical Therapy in Sport*. 2015;16(3):222-227. doi:10.1016/j.ptsp.2014.09.002
12. Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin R. Hop Testing Provides a Reliable and Valid Outcome Measure During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Background and Purpose. *Phys Ther*. 2007;87(3):337-349. www.ptjournal.org
13. Rabin A, Kozol Z. Measures of range of motion and strength among healthy women with differing quality of lower extremity movement during the lateral step-down test. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2010;40(12):792-800. doi:10.2519/jospt.2010.3424
14. Hoch MC, McKeon PO. Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Man Ther*. 2011;16(5):516-519. doi:10.1016/j.math.2011.02.012

15. Bennell K, Talbot R, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly D. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Australian Journal of Physiotherapy*. 1998;44(3):175-180. doi:10.1016/S0004-9514(14)60377-9
16. Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *J Strength Cond Res*. 2011;25(5):1470-1477. www.nscs-jscr.org
17. Barendrecht M, Lezeman HCA, Duysens J, Smits-Engelsman BCM. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. *J Strength Cond Res*. 2011;25(6):575-584. www.nscs-jscr.org
18. Bernardes da Rosa H, da Silva Lessa de Oliveira V, Souza Santos L, Klippel Prusch S, Martins Barbosa I, Cuozzo Lemos F. O uso do ciclo alongamento-encurtamento em saltos de atletas de handebol e praticantes de musculação do sexo feminino. *Revista de Educação Física*. 2016;85(3):274-281.
19. Pánics G, Tállay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *Br J Sports Med*. 2008;42(6):472-476. doi:10.1136/bjism.2008.046516
20. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of Neuromuscular Training on Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Lower Limb Function in Female Team Handball Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2004;2(14):88-94.
21. Ugalde V, Brockman C, Ballowitz Z, Pollard CD. Single Leg Squat Test and Its Relationship to Dynamic KneeValgus and Injury Risk Screening. *PM and R*. 2015;7(3):229-235. doi:10.1016/j.pmrj.2014.08.361
22. Myklebust G, Engebretsen Lars, Hoff Braekken I, Skjøelberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2003;13(2):71-78.
23. Carroll LA, Kivlan BR, Martin RL, Phelps AL, Carcia CR. The single leg squat test: A “top-down” or “bottom-up” functional performance test? *Int J Sports Phys Ther*. 2021;16(2):360-370. doi:10.26603/001c.21317
24. Grindstaff TL, Dolan N, Morton SK. Ankle dorsiflexion range of motion influences Lateral Step Down Test scores in individuals with chronic ankle instability. *Physical Therapy in Sport*. 2017;23:75-81. doi:10.1016/j.ptsp.2016.07.008
25. Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train*. 2014;49(6):723-732. doi:10.4085/1062-6050-49.3.29
26. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: Cluster randomised controlled trial. *Br Med J*. 2005;330(7489):449-452. doi:10.1136/bmj.38330.632801.8F

ANEXO A – NORMAS PARA SUBMISSÃO NA REVISTA “JOURNAL OF SPORT AND HEALTH SCIENCE” (JSHS)



ISSN: 2095-2546

Journal of Sport and Health Science - GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Aims and Scope

The Journal of Sport and Health Science (JSHS) is a peer-reviewed, international, multidisciplinary journal dedicated to the advancement of sport, exercise, physical activity, and health sciences. *JSHS* publishes original and impactful research, topical reviews, editorials, opinion, and commentary papers relating physical and mental health, injury and disease prevention, traditional Chinese exercise, and human performance. Through a distinguished, carefully selected international editorial board, *JSHS* has adopted the highest academic standards, impeccable integrity, and an efficient publication platform.

Fields of particular interest to *JSHS* include (but are not limited to): Sport and exercise medicine Injury prevention and clinical rehabilitation Sport and exercise physiology Public health promotion Physical activity epidemiology Biomechanics and motor behavior Sport and exercise biochemistry and nutrition Sport and exercise psychology Exercise and brain health Physical education Traditional Chinese sports, exercise and health

Types of Paper

Contributions falling into the following categories will be considered for publication: Research highlight, Commentary, Opinion, Review, Original article, Case study, Letter to the editor

Please ensure that you select the appropriate article type from the list of options when making your submission. Authors contributing to special topic/section/issue should ensure that they select the special issue article type from this list.

Research Highlight

Research Highlights are by invitation only and present short updates on new progress in the field of sport and health. They should be no more than 900 words.

Original Article

Studies that are of high scientific quality and that are of interest to the diverse readership of the journal. Manuscripts should include an abstract and appropriate experimental details to support the conclusions. Original Articles should be no more than 5000 words and should not normally include more than 6 display items (tables and/or figures), if more than 6, please as supplementary materials.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online. Use the following guidelines to prepare your article. Via the homepage of this journal (<https://mc03.manuscriptcentral.com/jshs>) you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. The system automatically converts source files to a single Adobe Acrobat PDF version of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail and via the author's homepage, removing the need for a hard-copy paper trail. If you are unable to provide an electronic version, please contact the editorial office prior to submission (Email: jshs@sus.edu.cn).

BEFORE YOU BEGIN

Ethical requirement

All materials must adhere to high ethical and animal welfare standards. Any use of animals must be based on ethological knowledge and respect for species-specific requirements for health and wellbeing. For investigations of human subjects, an appropriate institutional review board approved the project and the informed **written** consent was obtained from the study participants or guardians. For detailed information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see <https://www.elsevier.com/publishingethics> and <https://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or at the end of the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'The authors declare that they have no competing interests'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches.

Declaration of generative AI in scientific writing

The below guidance only refers to the writing process, and not to the use of AI tools to analyse and draw insights from data as part of the research process.

Where authors use generative artificial intelligence (AI) and AI-assisted technologies in the writing process, authors should only use these technologies to improve readability and language. Applying the technology should be done with human oversight and control, and authors should carefully review and edit the result, as AI can generate authoritative-sounding output that can be incorrect, incomplete or biased. AI and AI-assisted technologies should not be listed as an author or co-author, or be cited as an author. Authorship implies responsibilities and tasks that can only be attributed to and performed by humans, as outlined in Elsevier's

Authors should disclose in their manuscript the use of AI and AI-assisted technologies in the writing process by following the instructions below. A statement will appear in the published work. Please note that authors are ultimately responsible and accountable for the contents of the work.

Disclosure instructions

Authors must disclose the use of generative AI and AI-assisted technologies in the writing process by adding a statement at the end of their manuscript in the core manuscript file, before the References list. The statement should be placed in a new section entitled 'Declaration of Generative AI and AI-assisted technologies in the writing process'.

Statement: During the preparation of this work the author(s) used [NAME TOOL / SERVICE] in order to [REASON]. After using this tool/service, the author(s) reviewed and edited the content as needed and take(s) full responsibility for the content of the publication.

This declaration does not apply to the use of basic tools for checking grammar, spelling, references etc. If there is nothing to disclose, there is no need to add a statement.

Submission declaration

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other languages, including electronically without the written consent of the copyright holder.

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that 1 individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture, or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g., 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Reporting sex- and gender-based analyses

Reporting guidance

For research involving or pertaining to humans, animals or eukaryotic cells, investigators should integrate sex and gender-based analyses (SGBA) into their research design according to funder/ sponsor requirements and best practices within a field. Authors should address the sex and/or gender dimensions of their research in their article. In cases where they cannot, they should discuss this as a limitation to their research's generalizability. Importantly, authors should explicitly state what definitions of sex and/or gender they are applying to enhance the precision, rigor and reproducibility of their research and to avoid ambiguity or conflation of terms and the constructs to which they refer (see Definitions section below). These offer systematic approaches to the use and editorial review of sex and gender information in study design, data analysis, outcome reporting and research interpretation - however, please note there is no single, universally agreed-upon set of guidelines for defining sex and gender.

Definitions

Sex generally refers to a set of biological attributes that are associated with physical and physiological features (e.g., chromosomal genotype, hormonal levels, internal and external anatomy). A binary sex categorization (male/female) is usually designated at birth ("sex assigned at birth"), most often based solely on the visible external anatomy of a newborn. Gender generally refers to socially constructed roles, behaviors, and identities of women, men and gender-diverse people that occur in a historical and cultural context and may vary across societies and over time. Gender influences how people view

themselves and each other, how they behave and interact and how power is distributed in society. Sex and gender are often incorrectly portrayed as binary (female/male or woman/man) and unchanging whereas these constructs actually exist along a spectrum and include additional sex categorizations and gender identities such as people who are intersex/have differences of sex development (DSD) or identify as non-binary. Moreover, the terms "sex" and "gender" can be ambiguous—thus it is important for authors to define the manner in which they are used. In addition to this definition guidance and the SAGER guidelines, the resources on this page offer further insight around sex and gender in research studies.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list, (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement, and (c) written confirmation (email or letter) from all authors' affiliations. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion, or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement, it is recommended to state this.

Additional information

Tables and figures may be presented with captions at the end of the main body of the manuscript; if so, figures should additionally be uploaded as high resolution files (at least 300 dpi)

PREPARATION

use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in 1.5-space format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts *etc.* When preparing tables, if you are using a table grid, use only 1 grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier). Note that source files of figures, tables, and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, *etc.* (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusion

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion section.

Appendices

If there is more than 1 appendix, they should be identified as A, B, *etc.* Formula and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), *etc.*; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table S1A; Fig. S1A, *etc.*

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formula where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

Example of author names and affiliations:

Name ***

Affiliations:

Human Performance Laboratory, Appalachian State University, North Carolina Research Campus, Kannapolis, NC 28081, USA

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details(postal address and phone numbers) are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Symbols (like ?,?) are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results, and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if

essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Keywords

Authors are invited to submit 3-5 keywords associated with their paper.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgments

Collate acknowledgments in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, *etc.*) and funding. List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, this section can be ignored.

Authors' contributions

Authors are required to state their contributions to the manuscript. The statement can be of several sentences, describing the tasks of individual authors referred to by their initials. Use the following format: **JDE carried out the genetic studies, participated in the proteomic analysis and drafted the manuscript; JSR carried out the immunoassays and performed the statistical analysis; JMP conceived of the study, and participated in its design and coordination and helped to draft the manuscript.** Add a statement that all authors have read and approved the final version of the manuscript, and agree with the order of presentation of the authors. Each author name should only appear once.

Competing interests

State if there is any competing interest of any sort. If there is no financial interest, use the following format: The authors declare that they have no competing interests.

Math formula

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Electronic artwork General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use Arial font in your illustrations
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables should be placed on separate page(s) at the end of the text. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

American Medical Association style format

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and *vice versa*). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal

communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: Bae S, Park MS, Han JW, Kim YJ. Correlation between pain and degenerative bony changes on cone-beam computed tomography images of temporomandibular joints. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2017. doi: 10.1186/s40902-017-0117-1. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, *etc.*), should also be given.

Preprint references

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, the formal publication should be used as the reference. If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but are not yet formally published, these may be referenced. Preprints should be clearly marked as such, for example by including the word preprint, or the name of the preprint server, as part of the reference. The preprint DOI should also be provided.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project. Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of

your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described. There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system.

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect.

Additional information

Tables and figures may be presented with captions within the main body of the manuscript; if so, figures should additionally be uploaded as high resolution files.