Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

OPEN ACCESS

doi.org/10.51891/rease.v12i11.32186

DESEMPENHO FÍSICO E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO APÓS SUPLEMENTAÇÃO MULTICOMPONENTE COM FOSFATIDILSERINA E AMINOÁCIDOS EM PRATICANTES DE HIFT: ESTUDO EXPLORATÓRIO DE SEQUÊNCIA FIXA

PHYSICAL PERFORMANCE AND PERCEIVED EXERTION AFTER MULTICOMPONENT SUPPLEMENTATION WITH PHOSPHATIDYLSERINE AND AMINO ACIDS IN HIFT PRACTITIONERS: AN EXPLORATORY FIXED-SEQUENCE STUDY

RENDIMIENTO FÍSICO Y PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO TRAS LA SUPLEMENTACIÓN MULTICOMPONENTE CON FOSFATIDILSERINA Y AMINOÁCIDOS EN PRACTICANTES DE HIFT: ESTUDIO EXPLORATORIO DE SECUENCIA FIJA

Any Caroline de Almeida[1]
Giovani Marino Favero[2]
Leandro Martinez Vargas[3]

RESUMO: Este artigo comparou o desempenho físico e a percepção subjetiva de esforço após dez dias de administração de uma formulação multicomponente contendo fosfatidilserina e aminoácidos em homens praticantes de treinamento funcional de alta intensidade. Oito participantes iniciaram o estudo; um não realizou a última bateria e sete apresentaram dados completos nos três momentos. O estudo foi exploratório, intraparticipantes, placebo-controlado e de sequência fixa, com avaliações basal, pós-suplementação e pós-placebo separadas por washout. A formulação forneceu diariamente 600 mg de fosfatidilserina, 150 mg de L-histidina, 75 mg de L-cisteína, 300 mg de L-prolina e 7,2 μg de metilcobalamina. Foram avaliados força máxima, resistência muscular localizada, corrida de 12 minutos e percepção de esforço. Não houve padrão convergente de benefício entre os desfechos. Na remada no ring, o pós-suplementação apresentou maior número de repetições que o basal, sem diferença em relação ao placebo. No teste de Cooper, o contraste pós-suplementação versus pós-placebo favoreceu a condição ativa, embora o efeito global não tenha sido significativo. Os achados são exploratórios e não sustentam eficácia ergogênica generalizada.

Palavras-chave: Fosfatidilserina. Treinamento funcional de alta intensidade. Desempenho físico.

[1] Mestre em Ciências Biomédicas. Professora Colaboradora, Departamento de Educação Física e Medicina.
[2] Doutor em Alergia e Imunolopatologia. Chefe de Departamento de Biologia Geral.
[3] Doutor em Educação Física. Professor Adjunto do Departamento de Educação Física.

ABSTRACT: This article compared physical performance and rating of perceived exertion after ten days of a multicomponent formulation containing phosphatidylserine and amino acids in men engaged in high-intensity functional training. Eight participants started the study; one did not complete the final assessment, and seven had complete data across all three assessments. The study was exploratory, within-subject, placebo-controlled, and fixed-sequence, with baseline, post-supplementation, and post-placebo assessments separated by a washout period. The formulation provided 600 mg/day phosphatidylserine, 150 mg/day L-histidine, 75 mg/day L-cysteine, 300 mg/day L-proline, and 7.2 μg/day methylcobalamin. Maximum strength, local muscular endurance, 12-minute running performance, and perceived exertion were assessed. No convergent pattern of benefit was observed across outcomes. Ring-row performance showed a higher number of repetitions post-supplementation than at baseline, with no difference versus placebo. In the Cooper test, the post-supplementation versus post-placebo contrast favored the active condition, although the overall effect was not statistically significant. These findings are exploratory and do not support generalized ergogenic efficacy.

Keywords: Phosphatidylserine. High-intensity functional training. Physical performance.

RESUMEN: Este artículo comparó el rendimiento físico y la percepción subjetiva del esfuerzo tras diez días de una formulación multicomponente con fosfatidilserina y aminoácidos en hombres practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad. Ocho participantes iniciaron el estudio; uno no completó la última evaluación y siete presentaron datos completos en los tres momentos. El estudio fue exploratorio, intrasujeto, controlado con placebo y de secuencia fija, con evaluaciones basal, posterior a la suplementación y posterior al placebo separadas por washout. La formulación aportó 600 mg/día de fosfatidilserina, 150 mg/día de L-histidina, 75 mg/día de L-cisteína, 300 mg/día de L-prolina y 7,2 μg/día de metilcobalamina. Se evaluaron fuerza máxima, resistencia muscular localizada, carrera de 12 minutos y percepción del esfuerzo. No se observó un patrón convergente de beneficio. La remada en anillas presentó un mayor número de repeticiones tras la suplementación que en el momento basal, sin diferencia frente al placebo. En la prueba de Cooper, el contraste posterior a la suplementación versus placebo favoreció la condición activa, aunque el efecto global no fue significativo. Los hallazgos son exploratorios y no sustentan eficacia ergogénica generalizada.

Palabras clave: Fosfatidilserina. Entrenamiento funcional de alta intensidad. Rendimiento físico.

1 INTRODUÇÃO

O treinamento funcional de alta intensidade (High-Intensity Functional Training – HIFT) caracteriza-se pela realização de movimentos multiarticulares e multimodais em elevada intensidade relativa, podendo combinar exercícios resistidos, ginásticos e cíclicos. A contribuição das capacidades neuromusculares, metabólicas e cardiorrespiratórias varia conforme a duração, a carga, a densidade de trabalho, a recuperação e a complexidade técnica da tarefa, tornando o desempenho essencialmente multifatorial (FEITO Y, et al., 2018; MCDOUGLE JM, et al., 2023; MARTINHO DV, et al., 2024). Nesse contexto, o CrossFit® representa um programa específico com características compatíveis com o HIFT, enquanto este constitui uma categoria conceitualmente mais ampla.

Essa diversidade de demandas favorece o interesse por estratégias nutricionais potencialmente ergogênicas. Entretanto, a participação de determinado nutriente em uma via fisiológica relacionada ao exercício não demonstra, por si só, que sua suplementação melhore o desempenho. A eficácia depende da substância, dose, duração, estado nutricional, população e tarefa avaliada. No HIFT e no CrossFit®, revisões apontam amostras geralmente reduzidas, protocolos heterogêneos e respostas dependentes do tipo de esforço, o que limita recomendações generalizáveis (MAUGHAN RJ, et al., 2018; SOUZA RAS, et al., 2021; MARTINHO DV, et al., 2025).

Entre os compostos investigados, a fosfatidilserina (PS) tem recebido atenção por sua possível influência sobre a resposta neuroendócrina ao exercício. Monteleone P, et al. (1992) observaram atenuação das respostas de ACTH e cortisol após administração oral de PS, enquanto Starks MA, et al. (2008), utilizando 600 mg/dia durante dez dias, identificaram menor resposta de cortisol ao exercício. Esses achados, contudo, não demonstram necessariamente benefício ergogênico, uma vez que modificações hormonais e melhora funcional representam níveis distintos de evidência. Em relação ao desempenho, Kingsley MIC, et al. (2006) relataram aumento do tempo até a exaustão em ciclismo após 750 mg/dia durante dez dias, mas os resultados disponíveis permanecem heterogêneos entre protocolos e desfechos. Estudos mais recentes realizados com futebolistas também identificaram respostas favoráveis em determinadas variáveis de desempenho quando a PS foi administrada em formulações contendo taurina e cafeína; entretanto, a natureza multicomponente dessas intervenções impede atribuir os efeitos exclusivamente à PS (MIZERA K, et al., 2026a; MIZERA K, et al., 2026b).

No presente estudo, a PS foi associada à L-histidina, L-cisteína, L-prolina e metilcobalamina. Esses constituintes participam de processos fisiológicos potencialmente relacionados ao exercício, incluindo metabolismo da carnosina, homeostase redox, metabolismo do colágeno e reações dependentes de vitamina B12. Todavia, a plausibilidade bioquímica não comprova que as doses administradas sejam suficientes para modificar essas vias ou produzir efeito funcional. Além disso, como os componentes foram administrados conjuntamente, a formulação completa constitui a unidade experimental, não sendo possível identificar a contribuição individual de cada constituinte ou presumir efeitos aditivos ou sinérgicos (BLANCQUAERT L, et al., 2017; RHODES K e BRAAKHUIS A, 2017; SHAW G, et al., 2017; WOOLF K e MANORE MM, 2006).

A percepção subjetiva de esforço (PSE) constitui uma medida complementar nesse contexto, por representar a dificuldade percebida durante a realização da tarefa sem equivaler diretamente a variáveis como frequência cardíaca, lactato ou consumo de oxigênio. Sua avaliação em conjunto com medidas objetivas de desempenho permite investigar se eventuais modificações funcionais são acompanhadas por alterações na exigência percebida (LOPES TR, et al., 2022).

Apesar do interesse crescente por recursos ergogênicos no treinamento de alta intensidade, permanece limitada a evidência sobre formulações contendo PS em praticantes de HIFT e, particularmente, sobre sua capacidade de modificar de maneira consistente diferentes manifestações do desempenho físico. Assim, este estudo teve como objetivo comparar a força máxima, a resistência muscular localizada, o desempenho no teste de Cooper de 12 minutos e a percepção subjetiva de esforço em homens praticantes de HIFT, nos momentos basal, após dez dias de administração de uma formulação multicomponente contendo fosfatidilserina e após dez dias de placebo, precedidos por período de washout.

2 MÉTODOS

Delineamento do estudo: Investigação intervencional, prospectiva, exploratória e não randomizada, conduzida em grupo único, com condição placebo intraparticipante, medidas repetidas e sequência fixa. Todos os participantes realizaram avaliação basal, receberam a formulação ativa durante dez dias, foram reavaliados, cumpriram washout de dez dias e posteriormente receberam placebo durante dez dias, seguido da avaliação final. O delineamento permitiu acompanhar cada participante ao longo das três condições, reduzindo parte da variabilidade interindividual, mas não separou completamente efeitos de tratamento, período e ordem, uma vez que a sequência não foi randomizada nem contrabalanceada (WELLEK S e BLETTNER M, 2012; LIM CY e IN J, 2021).

Participantes e amostragem: Oito homens adultos praticantes regulares de CrossFit®/HIFT iniciaram o estudo, recrutados por conveniência conforme disponibilidade e interesse voluntário. Um participante não realizou a última bateria de testes; os sete com registros completos nas três avaliações constituíram a amostra analítica (n = 7). Para a apresentação da amostra final, os participantes foram identificados de P1 a P7. As análises utilizaram exclusivamente os sete conjuntos completos, sem imputação de dados ausentes.

Critérios de elegibilidade: Foram considerados elegíveis homens com idade igual ou superior a 18 anos, fisicamente ativos, praticantes regulares da modalidade e com frequência habitual mínima de quatro sessões de treinamento por semana. Foram considerados fatores de exclusão histórico recente de lesão musculoesquelética, dor ou limitação funcional durante a coleta, doenças cardiovasculares, respiratórias, metabólicas ou neuromusculares não controladas, uso contínuo de medicamentos com potencial de interferência nas respostas ao exercício ou à suplementação, interrupção importante da rotina de treinamento e uso recente de suplementos não previstos no protocolo. O tempo médio de prática observado na amostra analisada foi posteriormente descrito na caracterização dos participantes.

Aspectos éticos: O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa em 2 de abril de 2024, sob o Parecer nº 6.739.174 e CAAE nº 78620524.1.0000.0105. Todos os participantes receberam informações sobre objetivos, procedimentos, riscos e benefícios potenciais e formalizaram a participação mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A identificação foi substituída por códigos na base analítica, e os resultados foram apresentados de forma agregada.

Organização temporal da coleta: A coleta ocorreu entre março e maio de 2025, em dois subgrupos operacionais organizados conforme a disponibilidade dos participantes, sem constituir grupos experimentais distintos. No primeiro subgrupo, as avaliações ocorreram em 28 de março, 11 de abril e 2 de maio de 2025; no segundo, em 12 e 26 de abril e 17 de maio de 2025. Todos seguiram a mesma sequência fixa: avaliação basal, dez dias de formulação ativa, avaliação intermediária, washout de dez dias, dez dias de placebo e avaliação final. A ordem dos testes foi mantida nos três momentos.

Justificativa de dose e duração: A dose de 600 mg/dia de fosfatidilserina e o período de dez dias foram escolhidos por apresentarem correspondência direta com protocolo humano anterior que identificou modificação da resposta endócrina ao exercício (STARKS MA, et al., 2008). Essa correspondência foi considerada um racional experimental, e não comprovação prévia de eficácia sobre força, resistência muscular ou corrida. Para os demais componentes, a sustentação das doses foi mais indireta e baseada predominantemente em plausibilidade fisiológica, razão pela qual a interpretação do estudo foi direcionada à formulação completa e não a cada ingrediente isoladamente.

Caracterização farmacêutica: A documentação disponível descreveu a composição nominal da preparação e o procedimento de manipulação, mas não forneceu caracterização

analítica independente da origem, teor, pureza ou biodisponibilidade da matéria-prima de fosfatidilserina. Consequentemente, a comparação com estudos anteriores refere-se à dose declarada e à duração de exposição, sem pressupor equivalência farmacêutica entre preparações. Esse aspecto foi considerado na interpretação dos resultados, em consonância com recomendações para relato de estudos com suplementos alimentares (FLOYD ZE, et al., 2022).

Placebo: A condição placebo foi preparada pela mesma farmácia e administrada no mesmo regime temporal, com três cápsulas diárias por dez dias. Conforme a documentação da tese, a preparação utilizou lactose e celulose como diluentes/agentes de enchimento, sílica gel como componente relacionado ao controle de umidade e extrato de magnésio na matriz de excipientes, sem fosfatidilserina, L-histidina, L-cisteína, L-prolina ou metilcobalamina. O número de unidades e a duração de uso foram equivalentes aos da condição ativa. A descrição foi mantida de forma transparente porque características do placebo podem influenciar expectativa e interpretação do controle experimental (HOWICK J, et al., 2020). Washout: Após a avaliação pós-suplementação, os participantes permaneceram dez dias sem receber a formulação ativa ou o placebo antes do início da condição placebo. O intervalo teve como finalidade reduzir a possibilidade de persistência de efeitos da intervenção precedente. Entretanto, não foram identificados dados farmacocinéticos ou farmacodinâmicos específicos da associação utilizada que validassem dez dias como período suficiente para eliminação completa de possíveis efeitos residuais. O washout também não elimina efeitos de ordem, aprendizagem, familiarização ou alterações no treinamento habitual ao longo do tempo (WELLEK S e BLETTNER M, 2012; LIM CY e IN J, 2021).

Adesão e mascaramento: Os participantes foram orientados a ingerir três cápsulas diárias durante cada fase de dez dias, porém não houve verificação sistemática da ingestão efetiva, contagem de cápsulas remanescentes ou outro procedimento objetivo de monitoramento da adesão. Durante a coleta, tanto os participantes quanto os avaliadores desconheciam qual preparação estava sendo administrada em cada fase, caracterizando mascaramento desses dois grupos. Não foi realizado teste formal da efetividade do mascaramento, nem foi documentado procedimento de ocultação da sequência em relação aos responsáveis pela distribuição. A sequência de administração foi fixa para todos (formulação ativa → washout → placebo), o que limita a inferência causal, independentemente do mascaramento (HOFFMANN TC, et al., 2014; HOWICK J, et al., 2020).

Segurança: Os testes físicos foram realizados sob supervisão e poderiam ser interrompidos diante de dor, desconforto ou sinais que comprometessem a segurança. Durante as condições ativa e placebo, a identificação de possíveis eventos adversos baseou-se em autorrelato, sem instrumento clínico padronizado. A ausência de monitoramento estruturado limita conclusões sobre tolerabilidade e não permite transformar a não documentação de eventos em demonstração de segurança da formulação.

Caracterização antropométrica: Na avaliação inicial foram mensurados massa corporal e estatura. A massa corporal foi obtida com balança Xiaomi Mi Body Composition Scale 2, com os participantes descalços e utilizando roupas leves; a estatura foi obtida com estadiômetro MD Compacto, em posição ortostática e sem calçados. O índice de massa corporal foi calculado pela razão entre massa corporal, em quilogramas, e estatura ao quadrado, em metros. O percentual de gordura corporal não foi incluído neste artigo devido à inconsistência de registro entre os sítios de dobras descritos no método e aqueles mencionados na nota da tabela da tese, preservando-se apenas variáveis cuja operacionalização foi inequívoca no documento-fonte.

Padronização geral das avaliações: As três baterias de testes foram realizadas no mesmo ambiente, com início às 14 h e duração aproximada de duas horas. A mesma equipe, os mesmos equipamentos, critérios técnicos e sequência de aplicação foram mantidos sempre que possível. Entre os testes foi adotado intervalo de cinco minutos para reduzir a interferência imediata da fadiga da tarefa anterior. Esse intervalo foi utilizado como estratégia operacional de padronização e não como garantia de recuperação fisiológica completa.

Racional do intervalo entre testes: O intervalo de cinco minutos entre as tarefas foi adotado para reduzir a influência imediata do teste precedente, mas não foi considerado suficiente para assegurar recuperação integral de todos os componentes de fadiga. Ressíntese de fosfocreatina, recuperação neuromuscular, restauração da capacidade contrátil e dissipação da demanda perceptiva possuem cinéticas distintas. Consequentemente, a bateria deve ser compreendida como um conjunto padronizado de avaliações sucessivas e não como uma série de testes completamente independentes. A manutenção da mesma ordem nos três momentos buscou controlar esse efeito sistematicamente dentro de cada participante.

Controle procedimental dos testes: O protocolo priorizou critérios objetivos de início, amplitude e término das repetições para reduzir subjetividade na contagem. Nos testes de autocarga, repetições tecnicamente incompletas não foram contabilizadas, e no 1RM a maior carga válida somente foi aceita quando o movimento foi concluído conforme os critérios

estabelecidos. Essa padronização é especialmente importante em avaliações repetidas, porque pequenas alterações de amplitude, posição corporal ou incentivo podem modificar o resultado sem refletir mudança fisiológica real. Ainda assim, não foram realizadas sessões adicionais de familiarização imediatamente antes de cada fase, de modo que aprendizagem residual permaneceu possível.

Orientações prévias e potenciais confundidores: Os participantes foram orientados a manter a frequência, o volume e a intensidade do treinamento habitual ao longo do protocolo e a preservar hábitos de alimentação, hidratação e sono nos dias anteriores às avaliações. Também foram orientados a evitar bebidas alcoólicas e outros recursos ergogênicos externos à intervenção. Essas variáveis, entretanto, não foram monitoradas quantitativamente por diário alimentar, registro de carga de treinamento, actigrafia ou instrumento específico de sono. Portanto, variações não mensuradas nesses fatores permaneceram potenciais fontes de confundimento, especialmente em um protocolo de sequência fixa.

Força máxima - levantamento terra: A força dinâmica máxima foi avaliada pelo teste de uma repetição máxima (1RM) no levantamento terra. Antes das tentativas máximas, os participantes realizaram aquecimento específico composto por oito repetições com aproximadamente 50% do 1RM estimado e três repetições com aproximadamente 70%, com dois minutos entre as séries e três minutos antes das tentativas máximas. Foram realizadas até três tentativas para identificação da maior carga movimentada corretamente, com três a cinco minutos de recuperação entre tentativas. O teste de 1RM apresenta boa confiabilidade quando aquecimento, técnica, amplitude e intervalos são padronizados, mas permanece sensível à familiarização, motivação e experiência técnica (GRGIC J, et al., 2020).

Critérios técnicos do 1RM: A repetição foi considerada válida quando o participante iniciou com a barra no solo, realizou extensão de joelhos e quadris até a posição ereta e concluiu o movimento de forma controlada, sem auxílio externo. A tentativa era interrompida ou invalidada diante de incapacidade de completar a extensão, perda de controle da carga, alteração técnica relevante ou relato de dor incompatível com a continuidade. O resultado foi expresso em quilogramas e correspondeu à maior tentativa válida.

Resistência muscular localizada: A resistência muscular localizada foi avaliada por quatro tarefas com duração de 60 segundos: sit-up butterfly, flexão de braços, remada no ring e agachamento livre. Em cada teste foi contabilizado o maior número de repetições tecnicamente válidas. A estrutura temporal de 60 segundos encontra suporte em avaliações de força-

resistência com autocarga; entretanto, a bateria utilizada no presente protocolo, especialmente pela inclusão da remada no ring e pelos intervalos adotados, foi considerada uma adaptação específica e não reprodução integral de um instrumento validado (HUERTA OJEDA A, et al., 2020).

Sit-up butterfly: O participante iniciou em decúbito dorsal, com joelhos flexionados, quadris em rotação externa e plantas dos pés unidas. As mãos tocavam o solo atrás da cabeça na posição inicial; a repetição era concluída após a flexão do tronco e toque das mãos no solo à frente dos pés, seguida do retorno à posição inicial. Somente repetições que atingiram os dois pontos de contato foram contabilizadas. O resultado foi interpretado como desempenho funcional repetitivo na flexão do tronco, e não como medida isolada da resistência de um único músculo.

Flexão de braços: O teste foi iniciado em apoio ventral, com mãos aproximadamente na largura dos ombros, cotovelos estendidos e corpo alinhado. Durante a fase descendente, o participante flexionava os cotovelos até o tórax tocar o solo e retornava à posição inicial com extensão completa. Repetições sem amplitude adequada ou com perda evidente do alinhamento corporal não eram contabilizadas. O desfecho foi o número de repetições válidas em 60 segundos.

Remada no ring: A altura dos anéis e a posição dos pés foram padronizadas para cada participante entre as avaliações. O movimento partia de cotovelos estendidos e corpo alinhado, progredia por flexão dos cotovelos e retração escapular até aproximação do tórax ao plano dos anéis e terminava com retorno à extensão completa. Repetições com amplitude incompleta ou perda acentuada do alinhamento não eram contabilizadas. Como não foi identificada validação específica da remada no ring durante 60 segundos como teste independente, o resultado foi interpretado como indicador funcional e exploratório de um padrão repetitivo de puxar.

Agachamento livre: O participante iniciou em posição ortostática, com pés aproximadamente na largura dos ombros. A repetição foi considerada válida quando a prega do quadril ultrapassou o nível superior dos joelhos na fase descendente e o movimento terminou com extensão completa de quadris e joelhos. A padronização da amplitude foi mantida entre os momentos para reduzir variação mecânica. O resultado foi o número de repetições válidas em 60 segundos.

Teste de Cooper: A distância percorrida em 12 minutos foi registrada em uma quadra habitualmente utilizada para corridas nas sessões de CrossFit®, com marcações de distância

preexistentes ao longo do trajeto e conhecidas pelos avaliadores. Os participantes buscaram percorrer a maior distância possível, podendo alternar corrida e caminhada sem interrupção do cronômetro. O resultado, em metros, foi determinado pela contagem das voltas completas e pela identificação do trecho adicional alcançado ao final dos 12 minutos, a partir das marcações existentes. O mesmo percurso e os mesmos referenciais foram utilizados nos três momentos. Não há documentação da resolução nem da aferição original de cada marcação; portanto, não se atribui precisão instrumental específica aos valores registrados. O desfecho principal foi a distância percorrida, não o VO_2máx medido diretamente (COOPER KH, 1968; PENRY JT, et al., 2011; CASTRO-PIÑERO J, et al., 2021).

Percepção subjetiva de esforço: A PSE foi registrada imediatamente após cada teste físico por escala numérica de 0 a 10, com valores crescentes correspondendo a maior esforço percebido. As análises foram conduzidas separadamente para levantamento terra, agachamento, flexão de braços, abdominal, remada no ring e Cooper. A PSE foi tratada como medida ordinal e psicofisiológica complementar ao desempenho, sem equivalência direta com marcadores fisiológicos específicos (LOPES TR, et al., 2022).

Análise estatística: A distribuição dos dados foi examinada pelo teste de Shapiro-Wilk e, para as análises paramétricas, a adequação foi complementada pela inspeção gráfica dos resíduos. Variáveis contínuas consideradas compatíveis com abordagem paramétrica foram analisadas por ANOVA de uma via para medidas repetidas, sem assumir esfericidade e com correção de Geisser-Greenhouse. Comparações pareadas foram realizadas com ajuste de Šídák. Para variáveis não paramétricas e para a PSE, utilizou-se teste de Friedman, seguido por comparações de Dunn quando aplicável. Foram apresentados eta quadrado parcial (ηp^2) para ANOVA e Kendall's W para Friedman como medidas de magnitude do efeito. Adotou-se α=0,05.

Caráter exploratório das inferências: Não foi definido prospectivamente um único desfecho primário nem aplicado controle global de multiplicidade entre todas as hipóteses avaliadas. Os ajustes de Šídák e Dunn controlaram comparações dentro de cada análise, mas não transformaram o conjunto de múltiplos desfechos em um teste confirmatório único. Considerando o número reduzido de participantes, a interpretação priorizou direção das respostas, consistência entre testes, magnitude observada e intervalos de confiança disponíveis, evitando considerar a ausência de significância como demonstração de equivalência (ALTMAN DG e BLAND JM, 1995; BENDER R e LANGE S, 2001).

3 RESULTADOS

Dos oito participantes que iniciaram o protocolo, um não realizou a última bateria de testes. Os sete participantes com dados completos nas três avaliações (n = 7) compuseram o conjunto analítico, sem imputação de valores ausentes. A idade média foi de 33,43 ± 7,91 anos, o tempo de prática de HIFT foi de 4,57 ± 3,10 anos, a massa corporal foi de 87,03 ± 16,23 kg e o IMC de 26,96 ± 2,94 kg/m² (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização antropométrica e experiência de treinamento dos participantes (n = 7).

Variável	Média ± DP	Mínimo–Máximo
Idade (anos)	33,43 ± 7,91	24–46
Tempo de prática de HIFT (anos)	4,57 ± 3,10	1–10
Massa corporal (kg)	87,03 ± 16,23	58,0–102,6
Estatura (m)	1,79 ± 0,09	1,65–1,90
IMC (kg/m²)	26,96 ± 2,94	21,30–29,66

Fonte: ALMEIDA AC, et al., 2026.

No teste de força máxima, não foi identificado efeito significativo do momento experimental sobre o 1RM no levantamento terra [F(1,769; 10,62)=0,569; p=0,562; ηp²=0,087]. As comparações ajustadas também não evidenciaram diferenças entre basal e pós-suplementação (p=0,786), basal e pós-placebo (p=0,996) ou pós-suplementação e pós-placebo (p=0,689). Portanto, os dados não demonstraram modificação consistente da força máxima entre as três avaliações.

Nos testes de resistência muscular localizada, os resultados variaram de acordo com a tarefa. Para o agachamento, a ANOVA de medidas repetidas não indicou efeito significativo [F(1,961; 11,77)=2,904; p=0,095; ηp²=0,326], e nenhuma comparação pareada permaneceu significativa: basal versus pós-suplementação, p=0,146; basal versus pós-placebo, p=0,525; e pós-suplementação versus pós-placebo, p=0,704. Para a flexão de braços também não houve efeito global [F(1,209; 7,254)=1,698; p=0,238; ηp²=0,221]. As comparações basal versus pós-suplementação (p=0,053), basal versus pós-placebo (p=0,996) e pós-suplementação versus pós-placebo (p=0,453) foram não significativas. O desempenho abdominal foi analisado pelo teste de Friedman e não apresentou diferença entre os momentos [Q(2)=1,407; p=0,579; W=0,101]. As comparações de Dunn também não identificaram diferença entre basal e pós-suplementação (p>0,999), basal e pós-placebo (p>0,999) ou pós-suplementação e pós-placebo (p=0,855). A remada no ring, por outro lado, apresentou efeito global do momento [Q(2)=6,231; p=0,041;

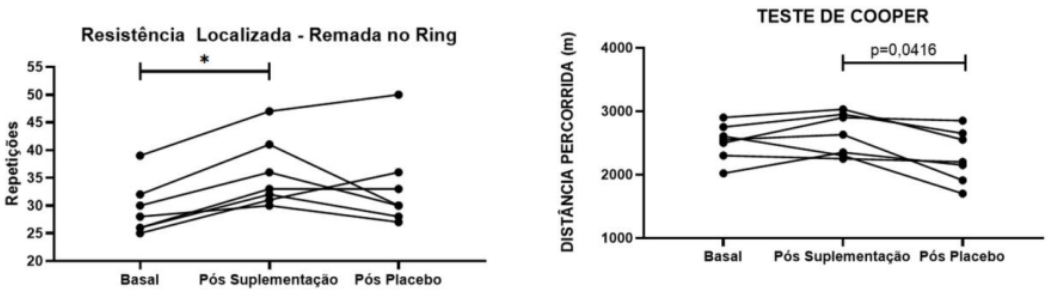
W=0,445]. O pós-suplementação apresentou maior número de repetições do que o basal (p=0,048), mas não diferiu do pós-placebo (p=0,687); basal e pós-placebo também não diferiram (p=0,687). No teste de Cooper, o efeito global do momento não atingiu o limiar de significância [F(1,218; 7,306)=4,056; p=0,078; ηp^2=0,403]. Entretanto, o contraste ajustado entre pós-suplementação e pós-placebo indicou maior distância após a condição ativa, com diferença média de 342,9 m (IC95%: 15,1–670,6 m; p=0,042). Não houve diferença entre basal e pós-suplementação (p=0,593) nem entre basal e pós-placebo (p=0,508). A Tabela 2 resume as análises de desempenho, e a Figura 1 apresenta as trajetórias individuais da remada no ring e do Cooper.

Tabela 2 – Síntese das análises de desempenho físico entre os três momentos (n = 7).

Desfecho	Teste global	p	Tamanho do efeito	Contraste ajustado relevante
Levantamento terra — 1RM	F(1,769; 10,62)=0,569	0,562	ηp^2=0,087	Nenhum significativo
Agachamento	F(1,961; 11,77)=2,904	0,095	ηp^2=0,326	Nenhum significativo
Flexão de braços	F(1,209; 7,254)=1,698	0,238	ηp^2=0,221	Nenhum significativo
Abdominal	Q(2)=1,407	0,579	W=0,101	Nenhum significativo
Remada no ring	Q(2)=6,231	0,041	W=0,445	Pós-supl. vs basal: p=0,048; vs placebo: p=0,687
Cooper — distância	F(1,218; 7,306)=4,056	0,078	ηp^2=0,403	Pós-supl. vs placebo: +342,9 m (IC95% 15,1–670,6); p=0,042

Fonte: ALMEIDA AC, et al., 2026.

Figura 1 – Trajetórias individuais no teste de remada no ring (A) e no teste de Cooper de 12 minutos (B) nos momentos basal, pós-suplementação e pós-placebo.



Fonte: ALMEIDA AC, et al., 2026. Nota: cada linha representa um dos sete participantes analisados. A figura foi preservada do artigo fornecido, sem modificação dos dados individuais.

A PSE não apresentou diferenças significativas no levantamento terra [Q(2)=2,160; p=0,384; W=0,154], agachamento [Q(2)=2,471; p=0,358; W=0,176], flexão de braços [Q(2)=2,174; p=0,361; W=0,155], abdominal [Q(2)=1,333; p=0,547; W=0,095] ou Cooper [Q(2)=5,571; p=0,093; W=0,398]. Para a remada no ring houve efeito global do momento [Q(2)=6,909; p=0,034; W=0,494]; entretanto, nenhuma comparação par a par permaneceu significativa após a correção

de Dunn: basal versus pós-suplementação, p=0,098; basal versus pós-placebo, p>0,999; e pós-suplementação versus pós-placebo, p=0,184 (Tabela 3).

Em conjunto, os resultados mostraram ausência de um padrão convergente de benefício entre força máxima, três das quatro tarefas de resistência muscular localizada e percepção de esforço. Os dois achados que se distinguiram desse padrão foram específicos: variação da remada no ring ao longo dos momentos, sem superioridade da condição ativa sobre placebo, e contraste pós-suplementação versus pós-placebo no Cooper, apesar de ausência de efeito global significativo. Esses resultados foram tratados como exploratórios na discussão.

A inspeção conjunta das magnitudes de efeito também reforçou a necessidade de interpretação cautelosa. O levantamento terra apresentou ηp^2=0,087, enquanto agachamento, flexão de braços e Cooper apresentaram ηp^2 de 0,326, 0,221 e 0,403, respectivamente. Para os testes analisados por Friedman, W variou de 0,101 no abdominal a 0,445 na remada, e para a PSE alcançou 0,494 na remada. Essas estimativas descrevem a variação observada dentro da amostra, mas, diante de n=7, são sensíveis a respostas individuais e não devem ser convertidas em evidência de eficácia quando a direção, a precisão e as comparações com placebo não sustentam essa interpretação.

Tabela 3 – Percepção subjetiva de esforço nos três momentos experimentais (n = 7).

PSE associada ao teste	Friedman Q(2)	p	Kendall W
Levantamento terra	2,160	0,384	0,154
Agachamento	2,471	0,358	0,176
Flexão de braços	2,174	0,361	0,155
Abdominal	1,333	0,547	0,095
Remada no ring	6,909	0,034	0,494
Cooper	5,571	0,093	0,398

Fonte: ALMEIDA AC, et al., 2026.

Nota: Para a remada no ring, as comparações de Dunn foram: basal versus pós-suplementação, p=0,098; basal versus pós-placebo, p>0,999; pós-suplementação versus pós-placebo, p=0,184.

4 DISCUSSÃO

O principal achado do estudo foi a ausência de evidência consistente de efeito ergogênico generalizado após dez dias de administração da formulação multicomponente. Força máxima no levantamento terra, agachamento, flexão de braços e abdominal não apresentaram diferenças significativas entre os momentos, e a PSE permaneceu sem alterações consistentes na maior parte das tarefas. Esse padrão é relevante porque a intervenção foi avaliada em manifestações

funcionais distintas; uma ação ergogênica ampla tenderia a produzir algum grau de convergência entre desfechos, o que não foi observado. A interpretação dos resultados não significativos exige, entretanto, cuidado. Com sete participantes, a precisão das estimativas é limitada e a ausência de significância não demonstra equivalência entre as condições. Valores de ηp^2 observados no agachamento e no Cooper, por exemplo, descrevem a magnitude da variação capturada na amostra, mas não substituem a incerteza associada ao pequeno n nem autorizam concluir benefício quando o conjunto da análise não o sustenta. O resultado mais adequado é afirmar ausência de evidência suficiente de diferença nas condições estudadas, e não inexistência definitiva de efeito (ALTMAN DG e BLAND JM, 1995).

Essa distinção é especialmente importante em estudos exploratórios com múltiplos desfechos. Os ajustes de Šídák e Dunn reduziram o erro decorrente das comparações pareadas dentro de cada análise, mas não constituíram um controle global de todas as hipóteses avaliadas. Como força máxima, quatro tarefas de resistência muscular, desempenho em corrida e seis medidas de PSE foram examinados, achados pontuais podem ocorrer por variabilidade biológica, erro de medida, aprendizagem ou multiplicidade. Assim, significância estatística isolada deve ser interpretada em conjunto com coerência entre testes, magnitude, intervalo de confiança, comparação com placebo e plausibilidade experimental (BENDER R e LANGE S, 2001).

A proximidade de alguns valores de p ao limiar convencional também não deve ser tratada como 'tendência à significância'. Na flexão de braços, por exemplo, a comparação basal versus pós-suplementação apresentou p=0,053, e no Cooper o teste global apresentou p=0,078. Esses valores indicam apenas que as evidências observadas não ultrapassaram o critério estabelecido de α=0,05. Reclassificá-los como tendências criaria uma gradação interpretativa não prevista na análise e aumentaria o risco de supervalorizar sinais em um estudo já exposto a multiplicidade. A discussão, portanto, privilegia estimativas, comparações e coerência do conjunto, e não a proximidade numérica de um p a 0,05. A PSE merece interpretação própria dentro desse conjunto. O fato de não ter sido observada redução consistente da percepção não invalida eventuais mudanças de desempenho, mas também não oferece suporte para a hipótese de que a formulação tenha tornado as tarefas globalmente menos exigentes. Em exercícios de curta duração e elevada intensidade, a PSE pode atingir valores altos mesmo quando o desempenho melhora, porque o participante utiliza a maior capacidade disponível para executar mais trabalho. Por outro lado, redução da PSE sem alteração do desempenho poderia sugerir

mudança perceptiva sem benefício funcional. A ausência de um padrão sistemático entre desempenho e PSE neste estudo limita qualquer inferência sobre economia perceptiva ou tolerância central ao esforço (LOPES TR, et al., 2022).

A sequência temporal dos achados também deve ser considerada. A condição ativa ocorreu antes do placebo para todos os participantes. Se familiarização com os testes fosse o único fator relevante, poderia ser esperado desempenho progressivamente melhor nas avaliações posteriores, o que não ocorreu de forma uniforme. Entretanto, essa ausência de progressão monotônica não elimina efeito de período, porque treinamento habitual, fadiga acumulada, motivação e recuperação podem mudar em direções distintas ao longo das semanas. A impossibilidade de decompor esses componentes é precisamente a razão pela qual a sequência fixa limita a inferência causal, mesmo quando o padrão observado não é compatível com uma explicação simples de aprendizagem (WELLEK S e BLETTNER M, 2012; LIM CY e IN J, 2021).

O papel do placebo também deve ser interpretado de forma proporcional ao que foi documentado. A preparação apresentou regime de administração equivalente ao da condição ativa e ausência dos constituintes investigados, oferecendo referência comparativa importante. Contudo, não houve avaliação formal da semelhança sensorial percebida nem teste de sucesso do mascaramento. Em estudos de suplementos, diferenças de aparência, peso, odor, tolerabilidade ou expectativa podem influenciar a percepção da condição recebida e, consequentemente, comportamento durante testes máximos. Por isso, a simples presença de placebo não garante neutralização completa de efeitos de expectativa (HOWICK J, et al., 2020).

A validade interna também deve ser ponderada diante do procedimento de casos completos. A análise uniforme de sete participantes evita combinar números amostrais diferentes entre desfechos e facilita comparação intraindividual, mas exclui informações parciais de indivíduos que não completaram o protocolo. A ausência da avaliação final de um participante impede assegurar que o conjunto analisado represente integralmente os oito indivíduos que iniciaram o protocolo. Em uma amostra inicial de oito indivíduos, a ausência de um participante na última avaliação deve ser considerada na avaliação da incerteza dos resultados.

Do ponto de vista translacional, os dados não sustentam recomendação de uso da formulação com finalidade ergogênica. O resultado do Cooper é interessante para geração de hipótese, mas não compensa a ausência de resposta consistente nos demais testes nem as limitações que impedem atribuição causal robusta. Para profissionais que atuam com HIFT, a

interpretação prática deve permanecer centrada em estratégias com evidência mais consolidada e na adequação de treinamento, alimentação, sono e recuperação. A formulação estudada deve ser entendida como intervenção experimental cuja eficácia ainda necessita confirmação, e não como recurso comprovado para melhorar desempenho (MAUGHAN RJ, et al., 2018; MARTINHO DV, et al., 2025).

A contribuição científica do estudo está, portanto, menos em oferecer uma resposta definitiva e mais em delimitar a incerteza. A investigação demonstra que uma formulação biologicamente plausível pode falhar em produzir resposta uniforme quando testada em desfechos funcionais distintos, identifica quais tarefas apresentaram sinais que merecem replicação e explicita quais componentes metodológicos precisam ser fortalecidos em um próximo ensaio. Resultados negativos ou inconclusivos possuem valor quando são relatados de forma transparente, pois reduzem viés de publicação e evitam que plausibilidade mecanística seja confundida com eficácia clínica ou esportiva.

No contexto do HIFT, a ausência de resposta uniforme também é biologicamente plausível. A modalidade reúne tarefas com diferentes demandas mecânicas e energéticas, e revisões não identificam um único marcador capaz de explicar consistentemente o desempenho em todos os workouts. Uma intervenção pode influenciar uma capacidade sem repercutir em outra, e o benefício observado em tarefa cíclica não deve ser automaticamente transferido para força máxima ou exercícios com a massa corporal. A natureza dependente da tarefa é um dos principais desafios para avaliação de suplementos em CrossFit® e HIFT (MCDOUGLE JM, et al., 2023; MARTINHO DV, et al., 2024; MARTINHO DV, et al., 2025). A força máxima permaneceu estatisticamente semelhante nos três momentos. Esse resultado é compatível com a ausência de evidência direta de que dez dias de PS produzam aumento agudo ou de curto prazo da capacidade de gerar força máxima. Estudos prévios com PS concentraram-se em respostas neuroendócrinas, tolerância ao exercício ou tarefas específicas, e não estabeleceram melhora consistente de força dinâmica máxima (KINGSLEY MIC, 2006; STARKS MA, et al., 2008). Além disso, o 1RM é sensível à familiarização, motivação, técnica e estado de recuperação. Embora a padronização reduza parte dessa variabilidade, ela não elimina completamente efeitos relacionados à repetição do teste (GRGIC J, et al., 2020).

Nos testes de agachamento, flexão de braços e abdominal também não foi detectada diferença significativa. Esses exercícios avaliam padrões motores distintos e distribuem a carga relativa de maneira diferente entre segmentos corporais. O fato de três tarefas de resistência

muscular não demonstrarem alteração convergente enfraquece a interpretação de um efeito geral da formulação sobre resistência muscular localizada. A ausência de benefício uniforme é coerente com a literatura de suplementação no HIFT, na qual efeitos dependem fortemente do exercício, do protocolo e do estado de treinamento dos participantes (SOUZA RAS, et al., 2021; MARTINHO DV, et al., 2025).

A remada no ring foi a exceção entre as tarefas de resistência muscular localizada. Houve diferença global entre os momentos e maior número de repetições no pós-suplementação em comparação ao basal. Entretanto, o pós-suplementação não diferiu do pós-placebo. Em um estudo com condição comparativa, essa ausência de superioridade sobre placebo é decisiva para a força da inferência. A diferença em relação ao basal demonstra que o desempenho mudou ao longo do protocolo, mas não estabelece que a mudança decorreu especificamente da formulação.

A própria natureza da remada no ring amplia essa incerteza. O número de repetições depende da força relativa, do posicionamento corporal, da coordenação escapuloumeral, do controle do tronco, da manutenção da amplitude e da estratégia de ritmo. Pequenas alterações na posição dos pés, no ângulo corporal ou na eficiência técnica podem modificar a resistência relativa e o número de repetições. Embora altura dos anéis e posição dos pés tenham sido padronizadas, a tarefa não possui, no formato de 60 segundos utilizado, validação independente equivalente à de testes clássicos de resistência muscular. Portanto, o resultado é relevante como observação funcional, mas deve permanecer classificado como achado específico e exploratório (HUERTA OJEDA A, et al., 2020). A PSE da remada apresentou comportamento parcialmente paralelo, com efeito global do momento e W=0,494, porém nenhuma comparação pareada permaneceu significativa após Dunn. Esse padrão não permite afirmar que o maior número de repetições pós-suplementação tenha sido mediado por menor esforço percebido. A PSE é resultado da integração de múltiplas informações relacionadas ao comando motor, respiração e estado fisiológico; desempenho e percepção podem variar em direções diferentes. A simultaneidade de um efeito global em ambas as variáveis não demonstra causalidade ou mecanismo compartilhado (LOPES TR, et al., 2022).

O teste de Cooper forneceu o contraste comparativo mais direto em favor da condição pós-suplementação. A distância foi 342,9 m maior após a formulação ativa do que após placebo, com IC95% de 15,1 a 670,6 m e p=0,042. Diferentemente da remada, portanto, houve diferença entre as condições pós-intervenção. Ainda assim, o teste global não atingiu significância e o intervalo de confiança foi amplo, compatível com baixa precisão. O valor pontual de 342,9 m

não deve ser interpretado como estimativa estável do efeito populacional; os dados são compatíveis com magnitudes bastante diferentes dentro do intervalo observado.

Também é necessário delimitar o significado fisiológico do Cooper. O desfecho diretamente mensurado foi distância percorrida em 12 minutos. O teste possui relação com aptidão cardiorrespiratória e pode ser utilizado para estimativas indiretas, mas não equivale à mensuração direta de VO_2máx por análise de gases. Estratégia de ritmo, familiaridade com corrida, motivação e condições ambientais também influenciam o resultado de campo. Portanto, o achado deve ser descrito como melhor desempenho no teste de 12 minutos naquela comparação específica, sem inferir aumento demonstrado do consumo máximo de oxigênio (COOPER KH, 1968; PENRY JT, et al., 2011; CASTRO-PIÑERO J, et al., 2021). A hipótese fisiológica mais frequentemente associada à PS no exercício envolve a resposta do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. Monteleone P, et al. (1992) observaram atenuação de ACTH e cortisol após 800 mg/dia durante dez dias em homens saudáveis. Starks MA, et al. (2008), empregando 600 mg/dia durante o mesmo período, também observaram redução de indicadores de cortisol e alteração da razão testosterona:cortisol após exercício incremental. Esses estudos sustentam a possibilidade de modulação neuroendócrina, mas não demonstram que uma menor resposta de cortisol seja necessariamente ergogênica ou que esse mecanismo tenha ocorrido na amostra atual.

No presente estudo, cortisol, ACTH e outros marcadores do eixo HHA não foram mensurados. Assim, a coincidência entre dose/duração de PS e o protocolo de Starks não permite inferir que a mesma resposta hormonal tenha ocorrido. Mesmo que houvesse modulação neuroendócrina, o delineamento não permitiria atribuí-la à PS isoladamente, pois a intervenção continha outros quatro componentes. A explicação mecanística deve, portanto, permanecer no nível de plausibilidade sustentada pela literatura, e não de mecanismo demonstrado experimentalmente.

A dissociação entre respostas hormonais e funcionais também aparece na literatura. Kingsley MIC, et al. (2006) relataram maior tempo até a exaustão em ciclismo após 750 mg/dia de PS, sem mudanças concomitantes consistentes em cortisol, cinética do consumo de oxigênio, oxidação de substratos ou estados subjetivos. Esse achado mostra que um efeito funcional pode surgir sem a modificação hormonal esperada e, inversamente, que alteração hormonal não garante melhora do desempenho. A revisão disponível sobre PS em humanos reforça a heterogeneidade de resultados entre preparações e tarefas (KINGSLEY MIC, 2006).

Os ensaios publicados em 2026 ampliaram a investigação em atletas, mas não resolvem a questão da eficácia isolada da PS. Em futebolistas profissionais, Mizera K, et al. (2026a) avaliaram combinações contendo taurina, cafeína e 300 mg/dia de PS e relataram resultados favoráveis em alguns indicadores. A dose de cafeína, entretanto, diferiu entre condições ativas, dificultando isolar a contribuição do fosfolipídio. Em outro estudo, formulações com 300 ou 600 mg/dia de PS associadas a taurina e cafeína apresentaram resultados favoráveis em sprint, mas a ausência de condições com PS isolada impede concluir que o efeito seja atribuível exclusivamente ao componente (MIZERA K, et al., 2026b).

A comparação com esses trabalhos também enfatiza a especificidade da tarefa. Sprint de futebol, ciclismo até a exaustão e corrida de 12 minutos apresentam perfis fisiológicos e técnicos diferentes. Resultados obtidos em uma modalidade não devem ser extrapolados automaticamente para HIFT, tampouco para força máxima ou resistência muscular com autocarga. A contribuição do presente estudo está justamente em mostrar que uma mesma formulação não produziu padrão uniforme quando diferentes manifestações de desempenho foram avaliadas no mesmo grupo.

Entre os demais ingredientes, a histidina apresenta uma das comparações de dose mais instrutivas. Embora seja componente da carnosina muscular, a disponibilidade de β-alanina é o principal fator limitante para aumentar esse dipeptídeo em indivíduos saudáveis. Blancquaert L, et al. (2017) não observaram aumento de carnosina com 3,5 g/dia de histidina isolada, dose mais de vinte vezes superior aos 150 mg/dia administrados no presente protocolo. Assim, não há base para presumir que a dose utilizada tenha ampliado carnosina, tamponamento intramuscular ou desempenho de alta intensidade.

A L-cisteína foi incluída por sua relação com o metabolismo redox, mas a literatura aplicada ao exercício utiliza predominantemente N-acetilcisteína. A metanálise de Rhodes K e Braakhuis A (2017) mostrou resultados heterogêneos de desempenho com NAC e doses muito superiores às utilizadas aqui. Como NAC possui propriedades farmacológicas próprias e não é equivalente à administração de 75 mg/dia de L-cisteína, esses dados fornecem apenas suporte indireto ao racional bioquímico e não validam a dose da formulação.

A interpretação da prolina exige cautela semelhante. A prolina participa da estrutura do colágeno, mas estudos esportivos frequentemente empregam gelatina ou peptídeos de colágeno em quantidades de gramas e associados a outros aminoácidos. Shaw G, et al. (2017) observaram resposta de marcador relacionado à síntese de colágeno após gelatina enriquecida com vitamina

C; esse resultado não demonstra que 300 mg/dia de prolina isolada produzam remodelamento estrutural mensurável em dez dias. Função estrutural conhecida, modificação de síntese proteica e benefício de desempenho representam níveis distintos de evidência.

A metilcobalamina também deve ser interpretada no contexto do estado nutricional. A vitamina B12 é essencial à função hematológica e neurológica, e sua deficiência pode comprometer capacidade funcional. Entretanto, corrigir deficiência é diferente de produzir efeito ergogênico adicional em indivíduos adequadamente nutridos. Como o estado basal de B12 não foi mensurado, não é possível afirmar que os participantes apresentavam deficiência nem relacionar a dose de 7,2 μg/dia a qualquer alteração de desempenho (LUKASKI HC, 2004; WOOLF K e MANORE MM, 2006).

A natureza multicomponente constitui, portanto, uma limitação central para inferência mecanística. O estudo comparou a formulação completa com placebo, sem condições contendo PS isolada, os demais componentes sem PS ou ingredientes individualmente. Consequentemente, os resultados não permitem estabelecer contribuição de cada constituinte nem identificar interação aditiva, sinérgica ou antagônica. A complementaridade bioquímica entre ingredientes não é evidência de sinergia; tal conclusão exigiria delineamento especificamente construído para comparar componentes isolados e combinados.

A dose e a duração da intervenção também podem ter contribuído para o padrão observado. Dez dias apresentam precedente experimental para PS, mas não necessariamente para alterações de carnosina, metabolismo de colágeno ou correção de estado vitamínico. Diferentes mecanismos requerem tempos de exposição distintos, e a ausência de análise de dose-resposta impede concluir se resultados negativos decorreram de exposição insuficiente. Da mesma forma, um achado favorável em determinada tarefa não estabelece que a dose utilizada seja ótima.

A caracterização incompleta da matéria-prima de PS adiciona outra fonte de incerteza. A formulação foi descrita pela quantidade nominal contida na cápsula, mas não houve análise independente da origem, concentração efetiva, pureza ou biodisponibilidade. Estudos anteriores utilizaram preparações específicas, frequentemente derivadas de soja. Assim, a correspondência de 600 mg/dia não garante equivalência farmacêutica ou exposição tecidual semelhante entre produtos. Essa limitação é particularmente importante em estudos com suplementos manipulados (FLOYD ZE, et al., 2022).

Do ponto de vista do delineamento, a sequência fixa ativo → washout → placebo é a principal limitação para atribuição causal. Como todos os participantes receberam as condições na mesma ordem, tratamento e período ficaram parcialmente confundidos. Mudanças associadas à passagem do tempo, continuidade do treinamento habitual, familiarização, aprendizagem motora ou motivação podem ter contribuído para as diferenças observadas.

Em delineamentos intraparticipantes, randomização e contrabalanceamento das sequências são estratégias importantes para reduzir esse problema (WELLEK S e BLETTNER M, 2012; LIM CY e IN J, 2021).

O washout de dez dias reduz a possibilidade de persistência da primeira condição, mas sua suficiência para a formulação específica não foi validada. Além disso, washout farmacológico não reverte necessariamente efeitos de aprendizagem ou mudanças decorrentes de treinamento realizado durante o período experimental. Por isso, mesmo a diferença direta entre pós-suplementação e pós-placebo no Cooper não pode ser atribuída exclusivamente à formulação sem considerar a ordem fixa. Essa restrição inferencial foi mantida na conclusão.

O controle das condições externas também foi parcial. Houve padronização de horário, ambiente, equipamentos, ordem dos testes e orientações prévias, mas treinamento, alimentação, ingestão de cafeína, hidratação e sono não foram monitorados quantitativamente. Como essas variáveis podem influenciar desempenho e recuperação, sua variação ao longo das semanas representa potencial confundimento. Estudos futuros devem utilizar registros sistemáticos de carga de treinamento, dieta, sono e consumo de outros recursos ergogênicos para caracterizar melhor a exposição entre condições.

A adesão à suplementação não foi monitorada objetivamente, e a efetividade do mascaramento de participantes e avaliadores não foi testada formalmente. Sem contagem de cápsulas ou outro indicador de aderência, não é possível estimar com precisão a exposição individual à formulação. Da mesma forma, embora participantes e avaliadores desconhecessem a condição administrada, não foi avaliada formalmente a efetividade desse mascaramento. A existência de um placebo melhora o desenho comparativo, mas seu valor depende da semelhança entre condições e da capacidade de preservar expectativas equivalentes (HOWICK J, et al., 2020).

O pequeno tamanho amostral limita poder estatístico, precisão dos intervalos de confiança e generalização. As respostas individuais apresentadas na Figura 1 mostram variabilidade importante entre participantes, o que reforça a necessidade de amostras maiores

antes de classificar indivíduos como respondedores ou não respondedores. Além disso, um dos oito participantes não realizou a última bateria; a análise de casos completos não elimina a possibilidade de viés decorrente dessa perda de seguimento.

A ausência de biomarcadores restringe a interpretação mecanística. Não foram medidos cortisol, ACTH, carnosina muscular, glutationa, marcadores de remodelamento do colágeno ou estado de vitamina B12. Também não houve mensuração cardiopulmonar direta durante o Cooper. Dessa forma, o estudo responde principalmente a uma pergunta funcional: como o desempenho e a PSE se comportaram ao longo das condições? Ele não demonstra quais vias fisiológicas foram modificadas nem se os mecanismos propostos para os constituintes foram efetivamente ativados.

Apesar dessas limitações, o estudo apresenta contribuições relevantes. As medidas repetidas permitiram acompanhar os mesmos indivíduos; a condição placebo forneceu uma referência comparativa; diferentes capacidades físicas foram avaliadas no mesmo protocolo; e a apresentação das trajetórias individuais reduz a dependência exclusiva de médias e valores de p em uma amostra pequena. A ausência de resposta convergente também é informativa, pois mostra que plausibilidade bioquímica não se traduziu automaticamente em melhora funcional ampla.

A escolha de testes com diferentes características também constitui uma contribuição metodológica. O levantamento terra representou uma tarefa de força máxima com carga externa; os exercícios de 60 segundos avaliaram padrões repetitivos de empurrar, puxar, agachar e flexionar o tronco; e o Cooper examinou desempenho prolongado em corrida. Essa diversidade aproxima a avaliação da natureza multidimensional do HIFT sem confundir os testes com um workout competitivo completo. Ao mesmo tempo, impede que um resultado favorável em apenas uma tarefa seja interpretado como benefício global da modalidade. A especificidade dos desfechos, portanto, é simultaneamente uma força da investigação e uma razão para manter a conclusão restrita ao que cada teste efetivamente mensura (MCDOUGLE JM, et al., 2023; MARTINHO DV, et al., 2024).

As medidas de tamanho de efeito devem ser utilizadas como descritores e não como substitutos da inferência. Em amostras reduzidas, ηp^2 e Kendall's W podem assumir valores expressivos mesmo quando estimativas são imprecisas ou dependem fortemente de poucos indivíduos. O Cooper ilustra esse ponto: ηp^2=0,403 sugere variação relevante entre momentos, porém o teste global não foi significativo e o intervalo de confiança do contraste ativo-placebo

foi amplo. Da mesma forma, W=0,445 na remada caracteriza variação global não desprezível, mas a ausência de diferença entre ativo e placebo limita a atribuição do efeito à intervenção. A leitura conjunta de p, efeito, intervalo e desenho é mais informativa do que qualquer indicador isolado.

Para o planejamento de um ensaio confirmatório, os dados atuais podem ser utilizados principalmente para definir perguntas e procedimentos, não como estimativas definitivas de eficácia. O próximo estudo deveria selecionar previamente um desfecho com maior relevância teórica e prática, estabelecer uma diferença mínima de interesse antes do cálculo amostral e reduzir o número de hipóteses principais. Caso o desempenho em corrida seja priorizado, a repetição do Cooper ou a utilização de teste cardiopulmonar direto permitiria avaliar reprodutibilidade e mecanismo. Caso a resistência muscular seja o foco, a seleção de uma tarefa validada e altamente padronizada diminuiria a incerteza associada à execução técnica. Essa progressão de um estudo exploratório para um ensaio confirmatório é necessária para transformar sinais observados em evidência suficientemente robusta para orientar prática profissional.

A principal implicação para pesquisas futuras é a necessidade de desenho confirmatório. Um próximo ensaio deveria definir prospectivamente um desfecho primário, dimensionar a amostra a partir de uma diferença considerada relevante e randomizar/contrabalancear as sequências. Se a prioridade for o achado do Cooper, a distância em 12 minutos ou, preferencialmente, um desfecho cardiopulmonar direto poderia ser utilizado para cálculo amostral. Repetições do teste em cada condição também ajudariam a separar variação biológica e erro de medida de mudanças consistentes.

A investigação mecanística também pode ser aprimorada por comparação entre placebo, PS isolada e formulação completa. Esse desenho permitiria estimar se a associação oferece benefício adicional ao fosfolipídio, embora não identifique automaticamente a contribuição de todos os componentes. Biomarcadores direcionados às hipóteses -cortisol/ACTH, indicadores redox, estado de vitamina B12 e medidas de metabolismo do tecido conjuntivo - deveriam ser escolhidos de acordo com dose e duração compatíveis com cada mecanismo, evitando assumir que o mesmo período de dez dias seja adequado para todas as vias.

A interpretação do conjunto também possui implicação para comunicação científica e prática baseada em evidências. Formulações multicomponentes frequentemente são acompanhadas de argumentos mecanísticos que combinam funções celulares verdadeiras de

cada ingrediente, mas essa soma de plausibilidades não equivale a demonstração de benefício. O presente estudo oferece um exemplo útil dessa diferença: PS, histidina, cisteína, prolina e vitamina B12 participam de processos fisiológicos relevantes, porém a administração conjunta, nas doses e no período investigados, não produziu resposta funcional ampla. Relatar esse resultado com precisão evita tanto a conclusão excessivamente negativa de que os componentes são ineficazes em qualquer contexto quanto a conclusão excessivamente positiva de que achados pontuais comprovam efeito ergogênico. O alcance adequado é intermediário: a formulação permanece experimental e os sinais observados precisam ser reproduzidos sob delineamento mais rigoroso.

Em termos de relevância científica, o estudo também contribui ao separar três níveis de interpretação que frequentemente são confundidos em pesquisas de suplementação: função biológica conhecida do nutriente, modificação fisiológica produzida pela intervenção e efeito funcional sobre desempenho. A formulação reúne ingredientes com funções bioquímicas plausíveis, mas o experimento não demonstrou diretamente que essas vias tenham sido modificadas. Da mesma forma, os sinais funcionais observados não identificam o mecanismo responsável. Essa distinção evita raciocínio circular, no qual a presença de um ingrediente é usada para presumir ativação de uma via e a própria via presumida é então utilizada para explicar o desempenho. Para que uma cadeia causal seja sustentada, estudos futuros deverão documentar exposição ao produto, alteração do marcador biológico de interesse e repercussão funcional no mesmo protocolo. Essa estratégia aumentaria a capacidade de distinguir ausência de efeito, dose insuficiente, mecanismo não ativado e benefício restrito a determinada tarefa.

Por fim, a generalização deve permanecer restrita a homens adultos treinados nas condições avaliadas. Os resultados não podem ser extrapolados automaticamente para mulheres, iniciantes, atletas de elite de outras modalidades ou populações clínicas. A replicação em amostras maiores e mais diversas deve ocorrer apenas depois de fortalecido o controle experimental e confirmada a relevância dos sinais observados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições investigadas, dez dias de administração da formulação multicomponente contendo fosfatidilserina, L-histidina, L-cisteína, L-prolina e metilcobalamina não forneceram evidência consistente de benefício ergogênico generalizado em homens praticantes de HIFT. Força máxima, agachamento, flexão de braços, abdominal e a maior parte das medidas de PSE

permaneceram sem diferenças estatisticamente significativas entre os momentos, não configurando um padrão funcional convergente.

Dois resultados específicos merecem continuidade investigativa. Na remada no ring, o pós-suplementação apresentou maior número de repetições que o basal, porém sem superioridade em relação ao placebo. No teste de Cooper, o contraste pós-suplementação versus pós-placebo favoreceu a condição ativa, mas o teste global não foi significativo e o intervalo de confiança foi amplo. Esses achados devem ser considerados geradores de hipóteses, e não demonstração conclusiva de eficácia, sobretudo diante da amostra reduzida, multiplicidade de desfechos, sequência fixa das condições e ausência de medidas mecanísticas.

A formulação completa constitui a unidade experimental efetivamente avaliada; portanto, nenhum resultado pode ser atribuído isoladamente à fosfatidilserina ou aos demais constituintes. Estudos confirmatórios deverão empregar maior tamanho amostral, desfecho primário definido prospectivamente, randomização e contrabalanceamento, monitoramento de adesão e variáveis de confusão, caracterização farmacêutica da intervenção e biomarcadores alinhados às hipóteses fisiológicas. Até que esses elementos sejam incorporados, os dados sustentam uma interpretação prudente: a intervenção não demonstrou melhora ergogênica ampla, embora tenha produzido sinais específicos que justificam investigação adicional.

REFERÊNCIAS

ALTMAN DG, BLAND JM. Statistics notes: absence of evidence is not evidence of absence. BMJ, 1995; 311: 485.

BENDER R, LANGE S. Adjusting for multiple testing—when and how? Journal of Clinical Epidemiology, 2001; 54(4): 343-349.

BLANCQUAERT L, et al. Effects of histidine and β-alanine supplementation on human muscle carnosine storage. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2017; 49(3): 602-609.

CASTRO-PIÑERO J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in adults: a systematic review. Journal of Clinical Medicine, 2021; 10(16): 3743.

COOPER KH. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. JAMA, 1968; 203(3): 201-204.

FEITO Y, et al. High-Intensity Functional Training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. Sports, 2018; 6(3): 76.

FLOYD ZE, et al. Designing a clinical study with dietary supplements: it's all in the details. Frontiers in Nutrition, 2022; 8: 779486.

GRGIC J, et al. Test-retest reliability of the one-repetition maximum strength assessment: a systematic review. Sports Medicine - Open, 2020; 6: 31.

HOFFMANN TC, et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication—TIDieR checklist and guide. BMJ, 2014; 348: g1687.

HOWICK J, et al. TIDieR-Placebo: a guide and checklist for reporting placebo and sham controls. PLOS Medicine, 2020; 17(9): e1003294.

HUERTA OJEDA A, et al. Validity and reliability of the Muscular Fitness Test to evaluate body strength-resistance. Apunts Sports Medicine, 2020; 55(208): 128-136.

KINGSLEY MIC. Effects of phosphatidylserine supplementation on exercising humans. Sports Medicine, 2006; 36(8): 657-669.

KINGSLEY MIC, et al. Effects of phosphatidylserine on exercise capacity during cycling in active males. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2006; 38(1): 64-71.

LIM CY, IN J. Considerations for crossover design in clinical study. Korean Journal of Anesthesiology, 2021; 74(4): 293-299.

LOPES TR, et al. Perceived exertion: revisiting the history and updating the neurophysiology and the practical applications. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022; 19(21): 14439.

LUKASKI HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. Nutrition, 2004; 20(7-8): 632-644.

MARTINHO DV, et al. The physical demands and physiological responses to CrossFit®: a scoping review with evidence gap map and meta-correlation. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 2024; 16: 196.

MARTINHO DV, et al. Nutrition in CrossFit® – scientific evidence and practical perspectives: a systematic scoping review. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2025; 22(1): 2509674.

MAUGHAN RJ, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. British Journal of Sports Medicine, 2018; 52(7): 439-455.

MCDOUGLE JM, et al. Acute physiological outcomes of high-intensity functional training: a scoping review. PeerJ, 2023; 11: e14493.

MIZERA K, et al. Effects of taurine-, caffeine-, and phosphatidylserine-containing supplementation protocols on physical and cognitive performance in professional male football players. Nutrients, 2026a; 18(11): 1684.

MIZERA K, et al. Football-specific performance and cognitive fatigue resistance following supplementation with two phosphatidylserine doses combined with taurine and caffeine in professional male football players: a randomized, triple-masked, placebo-controlled trial. Nutrients, 2026b; 18(16): 2588.

MONTELEONE P, et al. Blunting by chronic phosphatidylserine administration of the stress-induced activation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis in healthy men. European Journal of Clinical Pharmacology, 1992; 42(4): 385-388.

PENRY JT, et al. Validity and reliability analysis of Cooper's 12-minute run and the multistage shuttle run in healthy adults. Journal of Strength and Conditioning Research, 2011; 25(3): 597-605.

RHODES K, BRAAKHUIS A. Performance and side effects of supplementation with N-acetylcysteine: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 2017; 47(8): 1619-1636.

SHAW G, et al. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. The American Journal of Clinical Nutrition, 2017; 105(1): 136-143.

SOUZA RAS, et al. A systematic review of CrossFit® workouts and dietary and supplementation interventions to guide nutritional strategies and future research in CrossFit®. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2021; 31(2): 187-205.

STARKS MA, et al. The effects of phosphatidylserine on endocrine response to moderate intensity exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2008; 5: 11.

WELLEK S, BLETTNER M. On the proper use of the crossover design in clinical trials: part 18 of a series on evaluation of scientific publications. Deutsches Ärzteblatt International, 2012; 109(15): 276-281.

WOOLF K, MANORE MM. B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements? International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2006; 16(5): 453-484.