

RELAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO COM B-ALANINA NA CONCENTRAÇÃO DE CARNOSINA EM EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS E AERÓBICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Mabel Querenno de Oliveira Luna Siebra de Freitas¹, Dominique Aparecida Pereira Milfont¹
Kamila Alves da Silva¹, Francisca Letícia de Oliveira Lima¹, Francisco Fábio Bezerra de Oliveira²
Ana Cibele Pereira Sousa³, Stéfany Rodrigues de Sousa Melo³

RESUMO

A carnosina possui papel significativo na regulação do pH muscular, sendo considerado um fator de reforço neuromuscular das capacidades físicas e diminuição da fadiga muscular. No entanto essa substância é dependente da suplementação com β -alanina para sua síntese, e nesse caso, a utilização da β -alanina pode ser considerada um excelente auxiliar ergogênico para o desempenho esportivo. Diante disso, este estudo objetivou realizar uma revisão sistemática acerca do efeito da suplementação com β -alanina no desempenho físico em exercícios anaeróbicos e aeróbicos. Para a condução desse estudo, realizou-se a busca de artigos indexados nas bases de dados PubMed, BVS e Science Direct, selecionados a partir do Medical Subject Heading (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): β -alanina AND Physical Exercise OR Physical Performance. Foram selecionados 11 artigos contemplando 215 pessoas que receberam entre 5 e 12 g de β -alanina/dia durante um intervalo de 2 a 24 semanas. Foi possível observar aumento da carnosina intramuscular e dados de desempenho físico melhorado nas modalidades após a suplementação. Por isso, apesar dos fatores como idade, gênero e tipo de fibra muscular esquelética influenciarem os níveis de carnosina intramuscular, a análise dos protocolos da suplementação com β -alanina em diferentes intervalos e doses se mostrou eficaz no aumento das concentrações de carnosina intramuscular, principalmente em exercícios aeróbicos de alta intensidade.

Palavras-chave: Beta-alanina. Carnosina. Desempenho físico.

ABSTRACT

Relationship of β -alanine supplementation on carnosine concentration in anaerobic and aerobic exercises: a systematic review

Carnosine has a significant role in the regulation of muscle pH, being considered a factor of neuromuscular strengthening of physical capabilities and reduction of muscle fatigue. However, this substance is dependent on the supplementation with β -alanine for its synthesis, and in this case, the use of β -alanine can be considered an excellent ergogenic aid for sports performance. Therefore, this study aimed to perform a systematic review on the effect of β -alanine supplementation on physical performance in anaerobic and aerobic exercises. To conduct this study, we searched for articles indexed in PubMed, BVS, and Science Direct databases, selected from the Medical Subject Heading (MeSH) and Health Science Descriptors (DeCS): β -alanine AND Physical Exercise OR Physical Performance. Eleven articles were selected covering 215 people who received between 5 and 12 g of β -alanine/day during an interval of 2 to 24 weeks. Increased intramuscular carnosine and improved physical performance data in modalities after supplementation were observed. Therefore, although factors such as age, gender, and skeletal muscle fiber type influence intramuscular carnosine levels, the analysis of β -alanine supplementation protocols at different intervals and doses proved effective in increasing intramuscular carnosine levels, especially in high-intensity aerobic exercise.

Key words: Beta-alanine. Carnosine. Physical performance.

1 - Graduanda em Nutrição, Centro Universitário Paraíso, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.

2 - Doutor, Professor do Curso de Nutrição, Centro Universitário Paraíso, Juazeiro do Norte-CE, Brasil.

3 - Mestre, Professora do Curso de Nutrição, Centro Universitário Paraíso, Juazeiro do Norte-CE, Brasil.

INTRODUÇÃO

No contexto da prática de exercício físico, o conhecimento da fisiologia consiste em um elemento fundamental para a elaboração de um perfil de desportistas e obter dados para a prescrição individualizada de treinamento.

Nesse sentido, o desempenho físico do indivíduo é de suma importância, sendo necessário inibir características que podem diminuir esse desempenho, a exemplo da fadiga muscular, que se refere a um déficit motor e consiste na exaustão da função contrátil durante o exercício, diminuição da força do músculo ou o limite de uma atividade sustentada (Maughan e colaboradores, 2018; Huerta e colaboradores, 2020).

Um bom condicionamento físico associado a um programa de treinamento e nutrição personalizados, atuam como potentes aliados para a obtenção de um desempenho atlético máximo (Peeling e colaboradores, 2019).

Diante disso, os suplementos alimentares estão se tornando cada vez mais prevalentes no contexto do esporte, e são utilizados como auxiliares ergogênicos na tentativa de melhorar o desempenho por meio do aumento de energia, recuperação e modulação da composição corporal.

Desta forma, é possível observar que o uso desses recursos possibilitam o aperfeiçoamento do exercício ou a melhora das adaptações ao treinamento (Zanella e colaboradores, 2017; Harty e colaboradores, 2018; Kerksick e colaboradores, 2018).

Um dos recursos utilizados para a redução da fadiga muscular consiste na suplementação com a β -alanina, um aminoácido sintetizado no fígado como metabólito final da degradação da uracila, e pode ser obtida por meio da dieta, principalmente com o consumo de carnes, peixes e aves (Matthews e colaboradores, 2019; Brisola e colaboradores, 2019).

No entanto, a sua suplementação visa aumentar as concentrações do seu metabólito, a carnosina, que em elevadas concentrações no músculo esquelético participa da regulação ácido-base intracelular durante o exercício. Essa proteína é sintetizada a partir dos aminoácidos L-histidina e β -alanina, dos quais este é o precursor limitante da taxa de síntese de carnosina no músculo esquelético (Solis e colaboradores, 2015; Derave e colaboradores, 2010).

A suplementação com β -alanina possui mecanismos relacionados aos efeitos ergogênicos da sua suplementação crônica, mesmo que ainda sejam fortemente debatidos, o ponto de vista comum é que a suplementação com β -alanina eleva o conteúdo de carnosina intramuscular, resultando em um aumento na capacidade tampão do tecido muscular esquelético, produzindo retardamento da fadiga muscular facilitando a recuperação durante sessões repetidas de exercício de alta e baixa intensidade (Bellinger e colaboradores, 2014).

Desta forma, o objetivo desse estudo foi realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos da suplementação com β -alanina na concentração de carnosina intramuscular tanto em exercícios de alta intensidade quando moderada intensidade, levando em consideração fatores potenciais de modificação, incluindo duração, tipo de exercício, população da amostra, quantidade total ingerida e duração do estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática, articulada com cautelosa seleção de artigos científicos. Para tanto, utilizou-se a estratégia PICO que representa um acrônimo para Paciente (atletas ou desportistas), Intervenção (β -alanina), Comparação (placebo) e "Outcomes" (desfecho no desempenho físico), que são os elementos fundamentais da questão de pesquisa e da construção da pergunta para a busca bibliográfica de evidências (Santos e colaboradores, 2007).

As bases de dados utilizadas foram PubMed, SCIELO e Science direct, na qual a busca em cada base de dados foi realizada em três etapas, utilizando os descritores β -alanine AND Physical exercise OR Physical performance.

Dessa forma, foram selecionados apenas artigos originais conduzidos em humanos que observaram os efeitos da β -alanina sobre as concentrações de carnosina e o desempenho físico em relação à dose tempo.

A partir dos critérios de elegibilidade, foram excluídos 5.019 artigos, dos quais 1.644 não suplementaram a β -alanina no exercício físico anaeróbico ou aeróbico, 2.234 artigos de revisão, 29 artigos duplicados e 1.104 estudos realizados em animais e in-vitro, sendo incluídos 7 artigos nesse estudo.

Ressalta-se que foram adicionados mais 4 estudos por meio de busca manual que contemplava o tipo de protocolo necessário

para compor esse estudo, totalizando 11 artigos (figura 1).

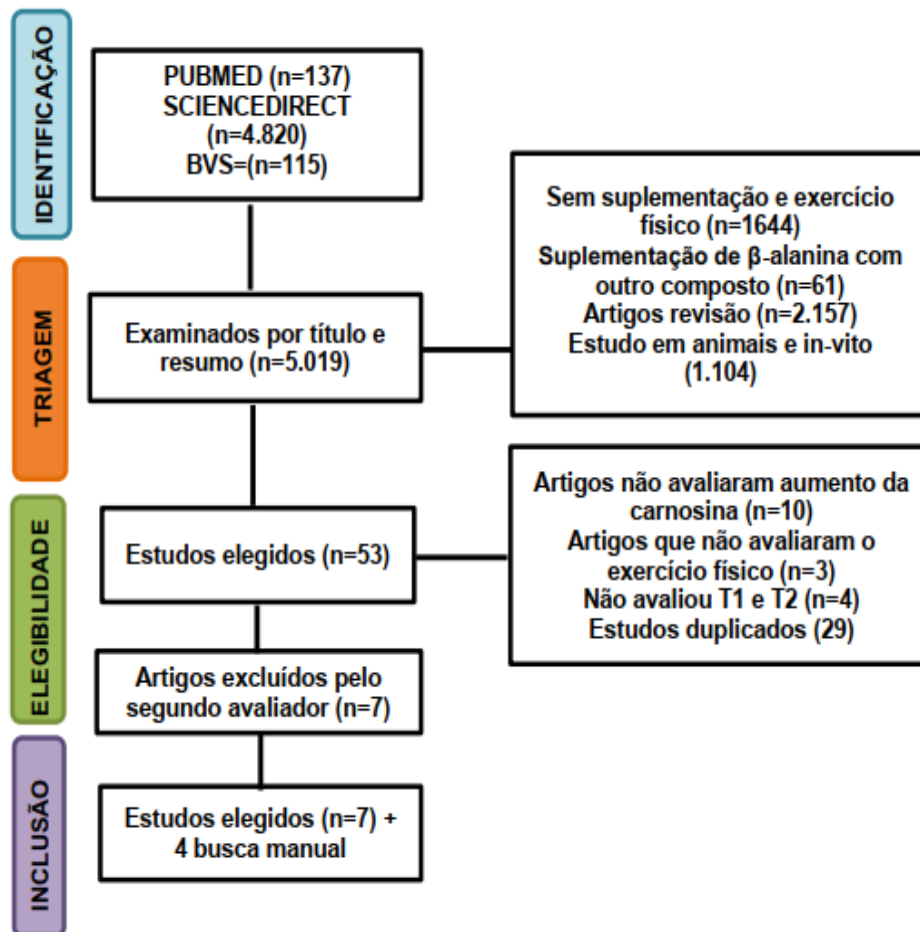


Figura 1 - Fluxograma das etapas de seleção dos estudos.

Após a coleta de estudos nas bases de dados foi aplicada a estratégia de avaliação do risco de viés dos estudos, o método Cochrane

risk of bias tool com a finalidade de avaliar a qualidade dos estudos selecionados e o risco de viés, conforme a (Figura 2).

RBNE

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

| Yamaguchi e colaboradores (2021) | Perim e colaboradores (2021) | Milioni e colaboradores (2019) | Black e colaboradores (2018) | Saunders e colaboradores (2017) | Church e colaboradores (2017) | Gross e colaboradores (2014) | Chung e colaboradores (2014) | Baguet e colaboradores (2010) | Kendrick e colaboradores (2008) | Hill e colaboradores (2006) | |
|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| | | | | | | | | | | | Viés decorrente do processo de randomização |
| | | | | | | | | | | | Viés devido a desvios das intervenções planejadas |
| | | | | | | | | | | | Viés devido à ausência de dados dos desfechos |
| | | | | | | | | | | | Viés de mensuração do desfecho |
| | | | | | | | | | | | Viés na seleção do resultado relatado |
| | | | | | | | | | | | Outros vieses |

Figura 2 - Aplicação da Ferramenta Cochrane de Risco de Viés (Rob 2.0).

RESULTADOS

Caracterização dos estudos incluídos na revisão

Foi avaliado o efeito da suplementação com β -alanina nas concentrações de carnosina intramuscular, bem como sua atuação no

desempenho de exercícios aeróbicos e anaeróbicos. Assim, foram revisados os dados de 218 pessoas, contemplando características como idade, tamanho da amostra, índices de massa corpórea, altura e tipo de exercício conforme tabela 1.

Tabela 1- Caracterização dos estudos incluídos nessa revisão.

| AUTOR | Amostra (n) | Idade (anos) | Altura (m) | Peso (Kg) | IMC (kg/m ²) | Tipo de Exercício |
|----------------------------------|-------------|----------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|
| Yamaguchi e colaboradores (2021) | 15 | 28±4 | 1.74±0.08 | 76.0±17.3 | 24.99 ± 3.34 | Aeróbico |
| Perim e colaboradores (2021) | 17 | 39±8 | 1.78±0.07 | 71.9±8.2 | 22.75 ± 1.6 | Aeróbico |
| Milioni e colaboradores (2019) | 18 | 25±5 | 1.74±6.4 | 74.3±8.4 | 24.60±7.4 | Aeróbico |
| Black e colaboradores (2018) | 20 | 22±3 | 1.77±0.07 | 79.0±14.4 | 25.23±7.23 | Aeróbico |
| Saunders e colaboradores (2017) | 25 | 27±4 | 1.75±0.09 | 78.9 ± 11.7 | 25.49±5.89 | Aeróbico |
| Church e colaboradores (2017) | 30 | 22.8±2.7 25.2±2.7 | 1.72±0.10 1.73±0.11 | 71±11.0 74±17.4 | 24.06±5.55 24.74±8.75 | Anaeróbico |
| Gross e colaboradores (2014) | 16 | 32±8 | 1.82±0.07 | 77 ± 7 | 23.26±3.53 | Aeróbico |
| Chung e colaboradores (2014) | 28 | 30.3±7.4 | - | 72.08±7.1 | - | Aeróbico |
| Baguet e colaboradores (2010) | 18 | 24.05±3.92 | 1.88±0.04 | 84.2 ± 7.8 | 24.05 ± 3.92 | Aeróbico |
| Kendrick e colaboradores (2008) | 26 | 21±2 | 1.70±0.51 | 60.4 ± 5.7 | 20.89±3.10 | Anaeróbico |
| Hill e colaboradores (2006) | 25 | 25.4±2.1 | 1.84±0.05 | 80.7±7.9 | - | Aeróbico |

Legenda: IMC: índice de massa corporal; Kg: quilogramas; m: metros; n: número amostral.

Concentração de carnosina intramuscular

Na tabela 2 é possível observar os resultados dos parâmetros bioquímicos pré e

pós- suplementação com β -alanina e suas implicações sobre os principais resultados observados nos estudos.

Tabela 2 - Concentração de carnosina de intramuscular.

| AUTOR | Dose (g) | Tempo (semanas) | Carnosina | | Resultados |
|----------------------------------|-------------|-----------------|--|---|--|
| | | | (Pré) | (Pós) | |
| Yamaguchi e colaboradores (2021) | 6,4 | 4 a 10 | Pré-Pós 91,1% \pm 29,1% | | Correlação moderada e significativa entre TWD, TTE e carnosina intramuscular. |
| Perim e colaboradores (2021) | 6,4 | 4 | 24,9 \pm 2,5 (mmol.kg ⁻¹ dm) | 34,3 \pm 3,25 (mmol.kg ⁻¹ dm) | Tempo para conclusão do contra relógio de 4km não foi diferente após suplementação. |
| Milioni e colaboradores (2019) | 6,4 | 4 | 8,84 \pm 1,54 (mmol/kg _{ww}) | 44,5 \pm 12,5 (mmol/kg _{ww}) | Correlação significativa entre elevação da carnosina muscular e melhoria do RSA. |
| Black e colaboradores (2018) | 6,4 | 6 | 0, 0,203 \pm 0,082 (A.U) | 0,194 \pm 0,083 (A.U) | Potência de pico foi mais elevada após suplementação. |
| Saunders e colaboradores (2017) | 6,4 | 24 | 22.37+ 4,46 (mmol/kg) | 42.52+ 6,04 mmol/kg | O TTE foi aumentado a partir da semana 0 no grupo (BA). |
| Church e colaboradores (2017) | 6,0 12,0 | 2 a 4 | 8.06 \pm 3.60 (mmol/kg _{ww} ⁻¹) | 12.22 \pm 6.19 (mmol/kg _{ww} ⁻¹) | Melhoria de 29.8% a 10% no pico de torque após suplementação. |
| Gross e colaboradores (2014) | 6,0 | 12 | 7.4 \pm 1.6 (mmol.kg ⁻¹) | 9.2 \pm 1.4 (mmol.kg ⁻¹) | Aumento capacidade tamponamento e armazenamento de glicodênio nos grupos (BA). |
| Chung e colaboradores (2014) | 6,4 | 6 | Pré-Pós 143 \pm 147% | | Não houve diferença no desempenho do contra-relógio após suplementação com (BA). |
| Baguet e colaboradores (2010) | 5,0 | 7 | 4.57 \pm 0.56 mM | 5.86 \pm 1.63 mM | Tempo de ciclismo 4,3s mais rápido no grupo (BA). |
| Kendrick e colaboradores (2008) | 6,4 | 10 | 23,96 \pm 5,94 (mmol.kg ⁻¹) | 36,77 \pm 8,26 (mmol.kg ⁻¹) | Aumento carnosina intramuscular não repercutiu em efeito de produção de força e hipertrofia melhorado. |
| Hill e colaboradores (2006) | 6,4 | 4 a 10 | 7.4 \pm 1.6 (mmol.kg ⁻¹) | 9.2 \pm 1.4 (mmol.kg ⁻¹) | TWD aumentou significativamente após suplementação com (BA). |

Legenda: g: gramas; grupo BA: grupo que recebeu suplementação com β -alanina; TWD: Trabalho total realizado; TTE: Tempo até a exaustão; RSA: programa sobre capacidade de *sprint* repetido.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a suplementação com β -alanina e as concentrações de carnosina intramuscular em modalidades de exercícios aeróbicos e anaeróbicos, contemplando 11 estudos no qual foram avaliados 215 indivíduos do sexo masculino que receberam de 3,2 a 12 g/dia de β -alanina.

Os resultados obtidos mostram que a carnosina consiste em uma proteína que regula o pH sanguíneo por exercer efeitos sobre os íons H⁺, regula o cálcio e reduz as espécies reativas de oxigênio.

No entanto torna-se evidente a necessidade de comparar os efeitos dessa suplementação nas concentrações de

carnosina e as consequências no desempenho esportivo.

A maioria dos estudos demonstraram que o aumento no desempenho em exercício aeróbico está relacionado ao aumento da carnosina intramuscular.

Esse fato pode ser justificado devido a capacidade de tamponamento intracelular da carnosina ser principalmente suportada pelos grupos imidazol. Quando ocorre a combinação da β -alanina com a histidina, o pH do ácido do anel imidazol é elevado, possibilitando sua atuação como um tampão de pH intracelular altamente eficiente (Abe, 2000; Hoffman, Varanoske, Stout, 2018).

Desta forma, para que ocorra a síntese endógena de carnosina, é imprescindível que a captação dos seus precursores sejam

realizadas pelas células musculares (Sadikali e colaboradores, 1975).

Assim, levando em consideração que a concentração de β -alanina no interior das células musculares é aproximadamente 40 vezes menor que as concentrações de L-histidina, e que a sua afinidade com a carnosina-sintase é cerca de 1000 vezes menor em relação a L-histidina, pode-se afirmar que o ponto limitante da taxa de síntese endógena de carnosina em humanos é a disponibilidade de β -alanina dentro do músculo (Harris e colaboradores, 2006).

Além disso, as concentrações de carnosina no organismo também dependem da idade, gênero e tipo de fibra muscular esquelética (Baguet e colaboradores, 2012).

Destaca-se que, indivíduos do sexo masculino apresentam quantidade entre 20% e 82% maior no compartimento intracelular das fibras musculares esqueléticas em comparação com o sexo feminino, e nota-se que tal diferença parece ser dependente do tipo de fibra muscular predominante (Baguet e colaboradores, 2012).

Nessa perspectiva, todos os estudos foram conduzidos em indivíduos do sexo masculino, o que, além da suplementação, contribui para os resultados no desempenho, visto que, neste grupo populacional existe maior concentração de carnosina intramuscular.

Além disso, observando de um amplo panorama de faixas etárias, a redução de β -alanina também parece estar relacionada à redução da carnosina, principalmente em idades mais avançadas, o que pode ser visto ao se comparar as concentrações médias de β -alanina entre idades mais distantes na pirâmide etária. Vale ressaltar que, à baixa ingestão de alimentos fontes de β -alanina como os alimentos de origem animal, e redução da prática de atividade física também são fatores contribuintes para a redução dos níveis de β -alanina.

No que diz respeito a melhora do desempenho aeróbico em exercícios de elevada intensidade os estudos de Baguet e colaboradores (2012) observaram que remadores com níveis de carnosina muscular mais elevada são capazes de continuar o seu esforço por um período mais longo no exercício de alta intensidade em distâncias de remo de 100, 500, 2.000 e 6.000 m.

Isto poderia sugerir que concentrações mais elevadas de carnosina diminuem a

acidose, visto que, a acidose intramuscular interfere nos processos de contração muscular, fluxo glicolítico e ressíntese de fosfocreatina, o que prejudica diretamente o rendimento esportivo de alta intensidade (Hobson e colaboradores, 2012).

No que diz respeito à melhora do desempenho aeróbico em exercícios intermitentes de elevada intensidade o estudo de Gross e colaboradores (2014) destacaram o aumento da capacidade de tamponamento e armazenamento de glicogênio nos grupos intervenção.

Milioni e colaboradores (2019) observou correlação significativa entre elevação da carnosina muscular e melhora do programa sobre capacidade de sprint repetido (RSA). Vale ressaltar que o RSA resulta na acumulação de hidrogênio e queda do pH muscular. Esta acumulação de prótons pode inibir a glicólise anaeróbica, uma vez que a atividade da fosfofrutoquinase (PFK) enzima glicolítica reguladora chave é desregulada pelo decréscimo do pH.

Além disso, a produção de acidose durante o exercício pode ter origem central. Assim, a fadiga neuromuscular pode ser resultante de alterações no sinal neural que chega ao músculo, sendo a tradução de uma redução progressiva da velocidade e da frequência da condução de impulsos voluntários aos motoneurônios durante a atividade.

Com isso, a acidose intramuscular é tida como um dos sinalizadores neurais indutores do processo de fadiga neuromuscular. Diante disso, a suplementação com β -alanina contribui com o aumento da energia aeróbica apoiando o equilíbrio energético e a estabilidade psicológica durante as fases de treino intenso, e auxilia na atenuação da fadiga neuromuscular (Pelicer e colaboradores, 2021).

Nesse sentido é possível destacar que os estudos de Saunders e colaboradores (2017) e Yamaguchi e colaboradores (2021) observaram melhora significativa relacionada ao tempo até a exaustão (TTE) e a elevação das concentrações de carnosina intramuscular. Esse fato pode ser justificado principalmente pela regulação do pH como principal mecanismo ergogênico da carnosina.

Estes estudos demonstraram resultados contraditórios, pois apesar da suplementação com β -alanina resultar no

aumento da carnosina, não foram observados resultados no desempenho.

Na modalidade de ciclismo de alta intensidade, Black e colaboradores (2018) observaram que a suplementação com β -alanina não resultou em alterações no pH muscular em repouso ou durante exercício incremental.

Perim e colaboradores (2021) destacaram que o tempo para conclusão do contrarrelógio de 4km não foi diferente após a suplementação.

Além disso, Chung e colaboradores (2014) relataram não haver diferença no contrarrelógio após a suplementação com β -alanina. Parece provável que o efeito nulo mostrado é devido ao período disponível para a recuperação do pH muscular entre cada sprint.

Dados anteriores mostram uma relação direta entre sprints repetidos de curta duração e capacidade tampão, resultando em recuperação insuficiente do equilíbrio ácido-base.

Dentre os estudos que avaliaram o desempenho do exercício anaeróbico, observou-se o aumento da carnosina intramuscular no estudo de Church e colaboradores (2017), associando-se à alteração do torque de pico devido a redução da fadiga muscular no teste de exercício isocinético exaustivo. À medida em que o exercício de alta intensidade é executado, ocorre um aumento no acúmulo de H^+ , provenientes da conversão de lactato em ácido láctico, no ambiente intramuscular, reduzindo, conseqüentemente, o pH do meio e gerando acidose. Essa, por sua vez, interfere diretamente em uma série de processos metabólicos que podem causar uma aceleração do processo de fadiga muscular, reduzindo, conseqüentemente, a resistência muscular, produção de força e potência (Hobson e colaboradores, 2012).

Segundo Trexler e colaboradores (2015), a suplementação com β -alanina desempenha um papel importante no controle da acidose provocada pelo exercício anaeróbico, uma vez que é capaz de aumentar as concentrações de carnosina no tecido muscular.

Esse aumento de carnosina no tecido muscular resultará em um maior tamponamento de H^+ e pode reduzir os efeitos negativos causados pelo quadro de acidose em exercícios de curta duração e alta intensidade.

Ademais, Hill e colaboradores (2006) observaram que o aumento do teor de carnosina intramuscular parece provocar melhorias no trabalho total realizado (TWD).

Esse fato pode ser justificado principalmente pela capacidade da carnosina provocar mudanças na sensibilidade ao Ca^{2+} , o que possibilita maior geração de energia para o aumento da contração do músculo esquelético.

De forma dissonante, os estudos de Kendrick e colaboradores (2008) destacam o efeito significativo no aumento das concentrações de carnosina intramuscular.

No entanto, o aumento relatado não sucedeu na melhora do efeito da produção de força e hipertrofia, por meio do treinamento de resistência de corpo inteiro.

A justificativa para tal resultado é apresentado nos estudos e pode ser explicada, principalmente pelo intervalo de descanso entre os exercícios e seu efeito pronunciado no pH muscular, visto que, períodos mais longos permitem maior remoção e tamponamento de H^+ , sugerindo que a estrutura do programa de treinamentos exerce grande influência nos possíveis efeitos ergogênicos da β -alanina.

A análise dos resultados que integram esse estudo, baseados em todos os modelos empregados, indica que os protocolos de suplementação utilizados foram de 4 semanas a 24 semanas, com doses de 3,2 a 12 g/dia, bem como, a carnosina é relativamente estável na ausência de intervenção e que realmente os participantes respondem à suplementação com β -alanina, principalmente em exercícios aeróbicos.

A maior parte dos estudos avaliados indica que os humanos têm grande capacidade de acúmulo não linear de carnosina em resposta à suplementação com β -alanina.

No entanto, capacidade do músculo esquelético de captar e aumentar a carnosina intramuscular e a quantidade de β -alanina necessária para atingir a saturação não são conhecidas atualmente.

As principais limitações desse estudo são decorrentes aos desafios metodológicos de uma revisão, sendo elas o risco de viés nos estudos primários e a heterogeneidade clínica entre populações, intervenções e desfechos primários ou secundários.

CONCLUSÃO

Portanto, a análise dos estudos baseados em todos os modelos empregados

indica que os protocolos de suplementação utilizados foram de 4 semanas a 24 semanas, com doses de 3,2 a 12 gramas/ dia, bem como, a carnosina é relativamente estável na ausência de intervenção e que realmente os participantes respondem a suplementação com β -alanina, principalmente em exercícios aeróbicos.

É importante destacar que essas estimativas são baseadas no efeito mediano esperado, e devem ser interpretadas com cuidado, pois a escassez de dados baseados em doses muito altas limita a precisão em relação ao ponto em que ocorre a saturação do músculo esquelético humano.

Logo, é possível sugerir que a suplementação com β -alanina em exercícios aeróbicos é mais satisfatória do que em anaeróbicos, visto que houve melhor desempenho observado em ensaios clínicos nesta modalidade, convergindo aos pressupostos fisiológicos apresentados.

Há necessidade de mais estudos primários e longitudinais, com maiores amostras, além da redução da heterogeneidade clínica entre as populações.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1-Abe, H. Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry*. Vol. 65. Núm. 7. p.757-65. 2000.

2-Baguet, A.; Bourgois, J.; Vanhee, I.; Achten, E.; Derave, W. Important role of muscle carnosine in rowing performance. *Journal of applied physiology*. Vol. 109. Núm. 4. p. 1096-1101. 2010.

3-Baguet, A.; Everaert, I.; Achten, E.; Thomis, M.; Derave, W. The influence of sex, age and heritability on human skeletal muscle carnosine content. *Amino Acids*. Vol. 43. Núm.1. p. 13-20. 2012.

4-Bellinger, P. M. β -alanine supplementation for athletic performance: an update. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 28. Núm. 6. p. 1751-1770. 2014.

5-Black, M. I.; Jones, A. M.; Morgan, P. T.; Bailey, S. J.; Fulford, J.; Vanhatalo, A. The effects of β -alanine supplementation on muscle pH and the power-duration relationship during high-intensity exercise. *Frontiers in physiology*. Vol. 9. p. 111- 21. 2018.

6-Brisola, G. M. P.; Zagatto, A. M. Ergogenic Effects of β -Alanine Supplementation on Different Sports Modalities: Strong Evidence or Only Incipient Findings?. *J Strength Cond Res*. Vol. 33. Núm. 1. p.253-282. 2019.

7-Brisola, G.M.P.; Alessandro, M. Z. Ergogenic effects of β -alanine supplementation on different sports modalities: strong evidence or only incipient findings?. *Journal of strength and conditioning research*. Vol. 33. Núm. 1. p.253-282. 2019.

8-Chung, W.; Baguet, A.; Bex, T.; Bishop, D. J.; Derave, W. Doubling of muscle carnosine concentration does not improve laboratory 1-hr cycling time-trial performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. Vol. 24. Núm. 3. p.315-24. 2014.

9-Church, D. D.; Hoffman, J. R.; Varanoske, A. N.; Wang, R.; Baker, K. M.; Monica, M. B.; Beyer, K. S.; Dodd, S. J.; Oliveira, I. P.; Harris, R. C.; Fukuda, D. H.; Stout, J. R. Comparison of two β -alanine dosing protocols on muscle carnosine elevations. *Journal of the American college of nutrition*. Vol. 36. Núm. 8. p. 608-616. 2017.

10-Derave, W.; Everaert, I.; Beeckman, S.; Baguet, A. Muscle carnosine metabolism and beta-alanine supplementation in relation to exercise and training. *Sports medicine*. Vol. 40. 3. p. 247-263. 2010.

11-Gross, M.; Boesch, C.; Bolliger, C. S.; Norman, B.; Gustafsson, T.; Hoppeler, H.; Vogt, M. Effects of beta-alanine supplementation and interval training on physiological determinants of severe exercise performance. *European journal of applied physiology*. Vol. 114. Núm. 2. p. 221-34. 2014.

12-Harris, R.C.; Tallon, M. J.; Dunnett, M.; Boobis, I.; Coakley, J.; Kim, H. J.; Fallowfield, J. I.; Hill, C. A.; Sale, C.; Wise, J. A.; The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in

human vastuslateralis. *Amino Acids*. Vol. 30. Núm. 3. p. 279-89. 2006.

13-Harty, P. S.; Zabriskie, H. A.; Erickson, J. L.; Molling, P. E.; Kerksick, C. M.; Jagim, A. R. Multi-ingredient pre-workout supplements, safety implications, and performance outcomes: a brief review. *Journal of the international society of sports nutrition*. Vol. 15. Núm. 1. p. 41. 2018.

14-Hill, C. A.; Harris, R. C.; Kim, H. J.; Harris, B. D.; Sale, C.; Boobis, L. H.; Kim, C. K.; Wise, J. A. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino acids*. Vol. 32. Núm. 2. p. 225-33. 2006.

15-Hobson, R. M.; Saunders, B.; Ball, G.; Harris, R. C.; Sale, C. Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: A meta-analysis. *Amino Acids*. Vol. 43. Núm. 1. p. 25-37. 2012.

16-Hoffman, J. R.; Varanoske, A.; Stout, J. R. Effects of β -Alanine supplementation on carnosine elevation and physiological performance. *Advances in Food and Nutrition Research*. Vol. 84. p. 183-206. 2018.

17-Huerta, O. À.; Tapia, C. C.; Pobletes, M. F.; Barahona-fuentes, G.; Jorquera, A. C. Effects of Beta-Alanine supplementation on physical performance in aerobic-anaerobic transition zones: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. Vol. 19.1 Núm. 2. p. 2490. 2020.

18-Kendrick, I. P.; Harris, R. C.; Kim, H. J.; Kim, C. K.; Dang, V. H.; Lam, T. Q.; Bui, T. T.; Smith, M.; Wise, J. A. The effects of 10 weeks of resistance training combined with beta-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino acids*. Vol. 34. Núm. 4. p. 547-54. 2008.

19-Kerksick, C. M.; Wilborn, C. D.; Roberts, M. D.; Smith-Ryan, A.; Kleiner, S. M.; Jäger, R.; Collins, R.; Cooke, M.; Davis, J. N.; Galvan, E.; Greenwood, M.; Lowery, L. M.; Wildman, R.; Antonio, J.; Kreider, R. B. Issn exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the international society of sports nutrition*. Vol. 15. Núm. 1. p. 38. 2018.

20-Matthews, J. J.; Artioli, G. G.; Turner, M. D.; Sale, C. The physiological roles of carnosine and β -alanine in exercising human skeletal muscle. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 51. Núm. 10. p. 2098-2108. 2019.

21-Maughan, R. J.; Burke, I. M.; Dvorak, J.; Larson-meyer, D. E.; Peeling, P.; Phillips, S. M.; Rawson, E. S.; Walsh, N. P.; Garthe, I.; Geyer, H.; Meeusen, R.; Van loon, I.; Shirreffs, S. M.; Spriet, I. I.; Stuart, M.; Vernec, A.; Currell, K.; Ali, V. M.; Budgett, R. G.; Ljungqvist, A.; Engebretsen, L. I. O. C. Consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 52. Núm. 7. p. 439-455. 2018.

22-Milioni, F.; Poli, R. A. B.; Saunders, B.; Gualano, B.; Rocha, A. L.; Sanchez, R. S. A.; Muller, P. T. G.; Zagatto, A. M. Effect of β -alanine supplementation during high-intensity interval training on repeated sprint ability performance and neuromuscular fatigue. *Journal of applied physiology*. Vol. 127. Núm. 6. p.1599-1610. 2019.

23-Peeling, P.; Binnie, M. J.; Goods, P. S. R.; Sim, M.; Burke, I. M. Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. Vol. 28. Núm. 2. p. 178-187. 2019.

24-Pelicer, F. R.; Higino, W. P.; Horita, R. Y.; Meira, F. C.; Alves, A. P. A influência da fadiga neuromuscular e da acidose metabólica sobre a corrida de 400 metros. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 17. p. 127-131. 2011.

25-Perim, P.; Gobbi, N.; Duarte, B.; Farias, O. L.; Costa, L. A. R.; Sale, C.; Gualano, B.; Dolan, E.; Saunders, B. Beta-alanine did not improve high-intensity performance throughout simulated road cycling. *European journal of sport Science*. Vol. 22. p.1-10. 2021.

26-Sadikali, F.; Darwish, R.; Watson, W. C. Carnosinase activity of human gastrointestinal mucosa. *Gut*. Vol. 16. Núm. 8. p. 585-589. 1975.

27-Santos, C. M. C.; Pimenta, M. A. C.; Nobre, C. R. M. Cuze the PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. Vol. 15. p. 508-511. 2007.

28-Saunders, B.; Salles, P. V.; Oliveira, L. F.; Eira, S. V.; Silva, R. P.; Riani, L.; Franchi, M.; Gonçalves, L. S.; Harris, R. C.; Roschel, H.; Artioli, G. G.; Sale, C.; Gualano, B. Twenty-four weeks of β -alanine supplementation on carnosine content, related genes, and exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 49. Núm. 5. p.896-906. 2017.

29-Solis, M. Y.; Cooper, S.; Hobson, R. M.; Artioli, G. G.; Otaduy, M. C.; Roschel, H.; Robertson, J.; Martin, D.; Painelli, S. V.; Harris, R. C.; Gualano, B.; Sale, C. Effects of beta-alanine supplementation on brain homocarnosine/carnosine signal and cognitive function: an exploratory study. *Plosone*. Vol. 10. Núm. 4. 2015.

30-Trexler, E. T.; Smith-ryan, A. E.; Stout, J. R.; Hoffman, J. R.; Wilborn, C. D.; Sale, C.; Kreider, R. B.; Jäger, R.; Earnest, C. P.; bannock, I.; Campbell, B.; Kalman, D.; Ziegenfuss, T. N.; Antonio, J. International society of sports nutrition position stand: β -Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 12. Núm. 30. 2015.

31-Yamaguchi, G. C.; Nemezio, K.; Schulz, M. L.; Natali, J.; Cesar, J. E.; Riani, L. A.; Gonçalves, L. S.; Möller, G. B.; Sale, C.; Medeiros, M. H. G.; Gualano, B.; Artioli, G. G. Kinetics of muscle carnosine decay after β -alanine supplementation: a 16-wk washout study. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 1. Núm. 53. p.1079-1088. 2021.

32-Zanella, B. P.; Donner, A. F.; Guerini, S. C. Effects of beta-alanine supplementation on performance and muscle fatigue in athletes and non-athletes of different sports: a systematic review. *The journal of sports medicine and physical fitness*. Vol. 57. Núm. 9. p.1132-1141. 2017.

Autor correspondente:

Stéfany Rodrigues de Sousa Melo.
Centro Universitário Paraiso,
Curso de Nutrição.
Rua Conceição, 1228.
São Miguel, Juazeiro do Norte-CE, Brasil.

Recebido para publicação em 28/10/2022
Aceito em 19/01/2023