

# REVISÃO

## Aspectos atuais sobre beta alanina, carnosina e exercício físico *Current aspects on beta alanine, carnosine and physical exercise*

Victor Araújo Ferreira Matos\*, Nailton José Brandão de Albuquerque Filho\*\*, Victor Hugo de Oliveira Segundo\*\*\*, Thiago Renee Felipe\*\*, Leticia Castelo Branco Peroba de Oliveira\*\*\*\*, Gleidson Mendes Rebouças\*\*\*\*\*, Edson Fonseca Pinto\*\*\*\*\*

*\*Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, \*\*Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, RENORBIO, Universidade Potiguar (UNP), Natal/RN, \*\*\*Programa de Pós-Graduação em Saúde e Sociedade da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró/RN, \*\*\*\* Universidade Potiguar (UNP), Natal-RN, \*\*\*\*\*Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró/RN, \*\*\*\*\*Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, RENORBIO, Universidade Potiguar (UNP), Natal/RN, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró/RN*

### Resumo

A carnosina é um dipeptídeo encontrado em concentrações elevadas no músculo esquelético humano, sintetizado a partir dos aminoácidos Beta alanina e histidina, tendo a beta alanina como precursor. Recentemente, foi demonstrado que níveis elevados de carnosina podem ser benéficos ao desempenho desportivo, através do tamponamento dos íons de hidrogênio, por minimizar a redução do pH intramuscular durante o exercício. Fatores como idade, sexo, tipo de fibra muscular e alimentação também são considerados variáveis determinantes nas concentrações desse composto. Logo, o objetivo desta revisão narrativa foi analisar os principais estudos que relataram sobre os

fatores determinantes da concentração de carnosina intramuscular e os potenciais efeitos na performance esportiva através da suplementação de beta alanina. A presente revisão detectou que a suplementação de beta alanina pode ser considerada um recurso eficiente para o aumento no estoque dos níveis de carnosina em diversas populações como indivíduos fisicamente ativos, atletas e idosos, de ambos os sexos, além de melhorar o rendimento em modalidades esportivas e exercícios nas quais predominem alta intensidade.

**Palavras-chave:**  $\beta$ -alanina, carnosina muscular, fadiga muscular, tamponamento intramuscular.

Recebido em 12 de junho de 2015; aceito em 30 de junho de 2015.

**Endereço para correspondência:** Victor Araújo Ferreira Matos, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física, Lagoa Nova, 59078-970 Natal RN, E-mail: victormattos\_@hotmail.com, nailtonalbuquerquefilho@gmail.com

## Abstract

Carnosine is a dipeptide found in high concentrations in human skeletal muscle, synthesized from the beta alanine and histidine amino acids having beta alanine as precursor. Recently it has been demonstrated that elevated levels of carnosine can be beneficial to the sports performance through buffering of hydrogen ions, to minimize the reduction of intramuscular pH during exercise. Factors such as age, sex, type of muscle fiber and food are also considered variables determining the concentrations of this compound. Therefore, the objective of this narrative review was to analyze the

main studies that reported on the determinants of intramuscular carnosine concentration and the potential effects on sports performance through beta alanine supplementation. The present study found that the supplementation of beta alanine can be considered an efficient resource for increasing the stock of carnosine levels in various populations as physically active individuals, athletes and elderly, from both sexes, as well improving performance in sports and exercises where predominate high intensity.

**Key-words:**  $\beta$ -alanine, muscle carnosine, muscle fatigue, intramuscular buffering.

## Introdução

A carnosina é um dipeptídeo composto pelos aminoácidos beta-alanina e L-histidina através da enzima carnosinase, identificada pela primeira vez pelo bioquímico russo Vladimir Gulevich, em 1900, quando estava à procura de compostos nitrogenados não identificados no extrato de carne [1,2]. Este composto pode ser encontrado em concentrações mais elevadas no músculo esquelético [3-5], tendo como suas principais fontes de alimentos a carne bovina, frango e peixes [5].

A suplementação de Beta Alanina é considerada um recurso eficiente para elevar os níveis de Carnosina intramuscular, aumentando a eficiência no tamponamento de íons de hidrogênio ( $H^+$ ), podendo melhorar o desempenho em exercícios de alta intensidade [6-9]. Este efeito ergogênico não se limita somente aos atletas, uma vez que indivíduos fisicamente ativos e idosos, independente do sexo, mostram-se responsivos à suplementação de beta alanina [3,10]. Como consequência, sua ingestão pode favorecer não só o desempenho esportivo, mas também ajudar indiretamente na execução de tarefas diárias, levando a uma melhor qualidade de vida [8,11].

Entretanto, fatores como idade, sexo, tipo de fibra muscular e alimentação podem modificar os níveis de carnosina intramuscular, pois a suplementação de beta alanina mostra-se eficiente no aumento de seus níveis em diferentes populações [3,12-14].

Portanto, o objetivo da presente revisão foi identificar as principais variáveis determinantes na concentração de carnosina intramuscular e seus potenciais efeitos no desempenho esportivo em diferentes populações.

## Variáveis determinantes nos níveis de carnosina

Embora a carnosina não esteja presente nas plantas, diversas espécies animais possuem quantidades significativas deste composto, que pode variar de acordo com a massa muscular e a natureza das atividades que realizam [2,5]. Tal fato pode justificar por que indivíduos vegetarianos apresentam menores níveis de carnosina intramuscular. Everaert *et al.* [14] demonstraram que esta população apresentava estoques de carnosina reduzidos em cerca de 20%, entretanto indivíduos recém-adeptos ao veganismo, durante 8 a 12 semanas, tiveram pouco ou nenhum efeito sobre a redução dos níveis de carnosina [13].

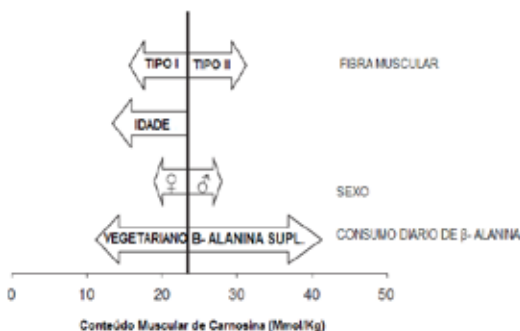
Os níveis de carnosina também parecem variar entre os sexos. Indivíduos do sexo masculino apresentam quantidade de 20 a 25% maior nas reservas de carnosina em comparação com o sexo feminino [12,14], e nota-se que tal diferença parece estar relacionada ao tipo de fibra muscular predominante [15]. Em estudo realizado por Harris, Dunnett e Greenhaff [16] foi

visto que as fibras de tipo II contêm duas vezes mais carnosina que as fibras do tipo I, fato que também ocorre em outras espécies de animais [17-19].

Estudos transversais demonstraram uma redução dos níveis de carnosina com o avançar da idade. Everaert *et al.* [15] verificaram uma diminuição de 1,2% de beta alanina por ano em indivíduos entre 19 e 47 anos. Corroborando estes achados, outros estudos também encontraram uma correlação negativa entre a idade e os níveis de carnosina em indivíduos entre 20 e 80 anos [20,21].

Segundo Derave *et al.* [2], o avanço da idade está associado a uma transição gradual para um tipo de tecido muscular com mais fibras de contração lenta, o que poderia justificar os menores níveis de carnosina em idosos. A imagem, abaixo, demonstra as principais variáveis determinantes para os níveis de carnosina intramuscular.

**Figura 1** – Fatores determinantes na concentração de carnosina intramuscular.



Supl. = Suplementação; ♀: sexo feminino; ♂: sexo masculino; \*Adaptado de Derave *et al.* [2].

### Suplementação de beta alanina em diferentes populações

Indivíduos fisicamente ativos parecem responder positivamente à suplementação de beta alanina. Em estudo de Hill *et al.* [7], foi visto que a suplementação de 6 g/dia por 4 e 10 semanas foi suficiente para aumentar os níveis de carnosina em 60 e 80%, respectivamente,

no vasto lateral dos participantes, além de aumentar o tempo até a exaustão em exercício. Corroborando tais achados, Baguet *et al.* [22] observaram que 4,8 g de beta alanina/dia por 4 semanas foi suficiente para aumentar significativamente os níveis de carnosina e reduzir a acidose em 19% durante um teste de alta intensidade realizado em cicloergômetro. No sexo feminino, resultados positivos também foram encontrados por Stout *et al.* [23], ao analisarem 22 mulheres fisicamente ativas utilizando 6,4 g/dia de beta alanina durante 4 semanas. Como resultado, a intervenção elevou significativamente o limiar de fadiga neuromuscular e tempo de exaustão em teste de esforço contínuo.

Em atletas treinados, a suplementação de beta alanina também parece promissora em elevar os níveis de carnosina intramuscular. Foi observado que a suplementação de 4,8 g/dia por 4 semanas aumentou os níveis de carnosina em 47% no músculo sóleo e 37% no gastrocnêmio de velocistas, além de melhorar o desempenho em teste isocinético [24]. Estes achados confirmam o estudo de Baguet *et al.* [3], no qual foi visto que a suplementação de 5 g/dia de beta alanina por sete semanas aumentou significativamente os níveis de carnosina intramuscular em remadores de elite, além de reduzir significativamente o tempo em sprint de 2000 m. Em ciclistas, Van Thienen *et al.* [25] também encontraram resultados positivos, ao observarem que após 8 semanas, a suplementação de 4 g/dia de tal composto aumentou em 5,0% e 11,4% a potência e potência de pico, respectivamente, em teste de sprint isocinético.

Com base nesses achados é possível afirmar que a suplementação por longo prazo de beta alanina pode ser considerada um recurso eficaz no aumento dos níveis de carnosina de atletas de diversas modalidades esportivas. Logo, tal intervenção pode se refletir em melhora do desempenho diretamente ou em momentos específicos do treinamento, principalmente onde predominam exercícios de alta intensidade.

**Quadro 1** - Conteúdo intramuscular de carnosina no músculo vasto lateral em atletas de diferentes modalidades esportivas e em indivíduos não treinados.

Modalidade esportiva	Carnosina intramuscular (mmol/kg músculo seco)
Remadores	5,04 ± 0,72
Velocistas	4,93 ± 0,76
Maratonistas	2,80 ± 0,74
Não Treinados	3,75 ± 0,86

Adaptado de Parkhouse et al. [26].

Segundo Derave *et al.* [2], as diferenças nos níveis de carnosina em decorrência da modalidade esportiva provavelmente se relacionam com ambos os fatores genéticos/ seleção (distribuição do tipo de fibra) e as adaptações induzidas pelo treinamento específico de cada modalidade esportiva.

Em indivíduos idosos, a intervenção com beta alanina mostra-se tão eficiente no aumento dos níveis de carnosina quanto em populações fisicamente ativas, uma vez que os níveis desta substância declinam com o avanço da idade, provavelmente devido à perda de massa muscular [21,15].

Ao analisar o conteúdo muscular de carnosina e o desempenho físico em idosos com idades entre 60 e 80 anos, Del Favero *et al.* [8] verificaram que a suplementação de 3,2 g/dia de beta alanina por 12 semanas aumentou em 85,4% e 7,2% os níveis de carnosina no gastrocnêmio nos grupos “Beta alanina” e “Placebo”, respectivamente, além de aumentar o tempo até exaustão em teste incremental na esteira em 36,5% no grupo “Beta Alanina” e 8,6% “Placebo”.

Convergindo com esses achados, Stout *et al.* [27] obtiveram resultados semelhantes, na qual a suplementação de 2,4 g/dia de beta alanina por 90 dias foi capaz de elevar o desempenho em 28,6% no tempo de resistência à fadiga, sugerindo que esta melhora foi devido ao aumento nos níveis de carnosina intramuscular.

Tal intervenção pode ser de extrema importância para os idosos, pois esta população apresenta menores níveis de carnosina [15]. No entanto, a suplementação com a beta alanina além de melhorar o desempenho em certas atividades, pode ser ainda mais vantajosa, uma vez que as adaptações geradas com o efeito do aumento nos

níveis de carnosina podem traduzir-se em melhora na execução de tarefas diárias como subir uma escada ou vestir-se [8,19].

## Conclusão

Apesar de existirem vários fatores determinantes que podem refletir na concentração de carnosina em humanos, a suplementação crônica de beta alanina mostra-se um recurso eficiente em elevar os níveis deste dipeptídeo em indivíduos fisicamente ativos, atletas e idosos, independente do sexo, além de ser observado potencial efeito ergogênico em vários estudos, principalmente os que utilizaram protocolos de exercício de alta intensidade.

## Referências

1. Boldyrev AA. Carnosine and oxidative stress in cells and tissues. New York: Nova Science; 2007.
2. Derave W, Everaert I, Beeckman S, Baguet A. Muscle carnosine metabolism and  $\beta$ -alanine supplementation in relation to exercise and training. *Sports Med* 2010;40(3):247-63.
3. Baguet A, Bourgois J, Vanhee L, Achten E, Derave W. Important role of muscle carnosine in rowing performance. *J Appl Physiol* 2010;109(4):1096-101.
4. Culbertson JY, Kreider RB, Greenwood M, Cooke M. Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. *Nutrients* 2010;2(1):75-98.
5. Abe H. Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry (Mosc)* 2000;65(7):757-65.
6. Harris R, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied  $\beta$ -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids* 2006;30(3):279-89.
7. Hill C, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH et al. Influence of  $\beta$ -alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids* 2007;32(2):225-33.
8. Del Favero S, Roschel H, Solis MY, Hayashi AP, Artioli GG, Otaduy MC, et al. Beta-alanine (Carnosyn™) supplementation in elderly subjects (60–80 years): effects on muscle carnosine content and physical capacity. *Amino Acids* 2012;43(1):49-56.

9. Matos VAF, Albuquerque Filho NJB, Rebouças GM, Felipe TR, Salgueiro CCM, Pinto EF. A carnosina diminui os efeitos da acidose muscular durante o exercício. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva* 2015;9(50):164-71.
10. Artioli G, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha Junior AH. Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(6):1162-73.
11. Sale C, Hill CA, Ponte J, Harris RC.  $\beta$ -alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. *J Int Soc Sports Nutr* 2012;9(1):26.
12. Mannion A, Jakeman PM, Dunnett M, Harris RC, Willan PL. Carnosine and anserine concentrations in the quadriceps femoris muscle of healthy humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992;64(1):47-50.
13. Baguet A, Everaert I, De Naeyer H, Reyngoudt H, Stegen S, Beeckman S, Achten E. Effects of sprint training combined with vegetarian or mixed diet on muscle carnosine content and buffering capacity. *Eur J Appl Physiol* 2011;111(10):2571-80.
14. 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* 2012;43(1):13-20.
15. Everaert I, Mooyaart A, Baguet A, Zutinic A, Baelde H, Achten E. Vegetarianism, female gender and increasing age, but not CNNDP1 genotype, are associated with reduced muscle carnosine levels in humans. *Amino Acids* 2011;40(4):1221-29.
16. Harris R, Dunnett M, Greenhaff PL. Carnosine and taurine contents in individual fibres of human vastus lateralis muscle. *J Sports Sci* 1998;16(7):639-43.
17. Harris R, Marlin DJ, Dunnett M, Snow DH, Hultman E. Muscle buffering capacity and dipeptide content in the thoroughbred horse, greyhound dog and man. *Comp Biochem Physiol A Physiol* 1990;97(2):249-51.
18. Sewell DA, Harris RC, Marlin DJ, Dunnett M. Estimation of the carnosine content of different fibre types in the middle gluteal muscle of the thoroughbred horse. *J Physiol* 1992;455:447-53.
19. Dunnett M, Harris RC, Soliman MZ, Suwar AA. Carnosine, anserine and taurine contents in individual fibres from the middle gluteal muscle of the camel. *Res Vet Sci* 1997;62(3):213-16.
20. Stuerenburg HJ, Kunze K. Concentrations of free carnosine (a putative membrane-protective antioxidant) in human muscle biopsies and rat muscles. *Arch Gerontol Geriatr* 1999;29(2):107-13.
21. Tallon MJ, Harris RC, Maffulli N, Tarnopolsky MA. Carnosine, taurine and enzyme activities of human skeletal muscle fibres from elderly subjects with osteoarthritis and young moderately active subjects. *Biogerontology* 2007;8(2):129-137.
22. Baguet A, Koppo K, Pottier A, Derave W.  $\beta$ -Alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *Eur J Appl Physiol* 2010;108(3):495-503.
23. Stout J, Cramer JT, Zoeller RF, Torok D, Costa P, Hoffman JR. Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids* 2007;32(3):381-6.
24. Derave W, Ozdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K.  $\beta$ -Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *J Appl Physiol* 2007;103(5):1736-43.
25. Van Thienen R, Van Proeyen K, Vanden Eynde B, Puype J, Lefere T, Hespel P.  $\beta$ -Alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(4):898-903.
26. Parkhouse W, McKenzie DC, Hochachka PW, O'valle WK. Buffering capacity of deproteinized human vastus lateralis muscle. *J Appl Physiol* 1985;58(1):14-17.
27. Stout J, Graves BS, Smith AE, Hartman MJ, Cramer JT, Beck TW, Harris RC. The effect of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55-92 years): a double-blind randomized study. *J Int Soc Sports Nutr* 2008;5(1):1-6.