

**β-Alanin**

**Beta-Alanin**

**Klassifizierung**

A Supplement

Der Einsatz kann in spezifischen Situationen im Sport Sinn machen. Voraussetzung ist aber eine Nutzung, die auf die individuelle Situation massgeschneidert ist und auf den aktuellen Erkenntnissen der Forschung basiert. Bei unsachgemässer Nutzung eines A-Supplementes ohne Anpassung an die individuelle Situation wird das Supplement automatisch zu einem C-Supplement. Eine solche Nutzung ist daher nicht empfohlen.

Kein A-Supplement ist pauschal für alle Situationen, Sportarten oder Personen geeignet.

**Allgemeine Beschreibung**

Beta-Alanin dient zusammen mit Histidin der Bildung von Carnosin, das hauptsächlich in der Skelettmuskulatur und in geringer Konzentration in einigen Hirnregionen vorkommt. Histidin ist eine „normale“ Aminosäure, die auch in Proteinen vorkommt. Beta-Alanin wird im Körper nicht zur Proteinbildung benötigt. Es wird im Körper durch den Abbau der DNS-Bestandteile Thymidin und Uracil gebildet oder durch die Nahrung aufgenommen.

Carnosin kommt fast ausschliesslich in Fleisch vor (Lateinisch „carnis“ = Fleisch). Pflanzen enthalten kein Carnosin[1]. Neben Carnosin kommen bei einigen Tieren noch andere in ihrer Funktion gleichwertige Verbindungen wie Anserin oder Balenin vor. Beim Mensch findet sich nur Carnosin[2].

Der Carnosin-Gehalt der Muskulatur liegt beim Menschen im Mittel bei ca. 1 g pro kg Muskel (5-8 mmol/kg). Der Carnosin-Gehalt kann aber beträchtlich schwanken[2, 3], abhängig von:

- Muskelfasertyp (doppelt so hohe Konzentration in den schnellen (Typ II) Muskelfasern) und Muskelgruppe (z.B. M. soleus vs. M. gastrocnemius)
- Ernährung (tiefer bei Vegetariern)
- Geschlecht (höher bei Männern)
- Alter (Abnahme mit Alter)
- Trainingsstatus (höher bei Sprintern als bei Ausdauersportlern)

**Metabolismus, Funktion, allgemeine Wirkung**

Carnosin wird in der Muskulatur aus den zwei Aminosäuren Histidin und beta-Alanin gebildet. Dabei ist beta-Alanin der limitierende Faktor, während Histidin für die Carnosin-Synthese ausreichend vorhanden ist.[5] Daher kann die Carnosin-Synthese erhöht werden, wenn das limitierende beta-Alanin supplementiert wird. Man kann auch Carnosin einnehmen, wobei Carnosin in der Verdauung aber grösstenteils in Histidin und beta-Alanin gespalten wird und somit einer Supplementierung mit beta-Alanin gleichkommt[4]. Aufgrund der deutlich höheren Kosten macht daher Carnosin als Supplement wenig Sinn.

Carnosin findet sich in höherer Konzentration in den schnellen (Typ II) Muskelfasern. Entsprechend enthält weisses Fleisch auch am meisten Carnosin. Ein sehr hoher Gehalt findet sich in Pouletbrust oder bei Tieren mit hohen Belastungen unter Sauerstoffmangel wie z.B. Walfischen. Anaerob trainierte Athleten (z.B. 400 m Sprinter) weisen ebenfalls deutlich höhere Carnosin-Werte auf als Ausdauerathleten oder Untrainierte. Inwieweit dies eine langfristige Anpassung ans Training oder ein vorbestehendes Talentmerkmal darstellt, kann bisher nicht beantwortet werden.

**Spezifische Wirkung auf sportliche Leistungsfähigkeit**

Die wichtigste Funktion von Carnosin besteht darin, Säuren abzupuffern. Carnosin macht zwar nur rund 7-10 % der intrazellulären Pufferkapazität aus, kann aber durch Supplementation um 40-80 % erhöht werden[3, 5]. Leistungsverbesserungen sind entsprechend v.a. bei Belastungen zu erwarten, welche durch das anaerob laktazide System leistungsbestimmend limitiert werden[6]. Dies umfasst insbesondere folgende Situationen:

- Hochintensive laktazide Belastungen von ca. 0.5 - 10 min Dauer (z.B. Rudern, Schwimmen, Leichtathletik)[7, 8]
- Repetitive hochintensive Belastungen (z.B. Sprintserien, Intervalltraining, Krafttraining)[7]
- Sprints am Ende einer Ausdauerbelastung[9].

Da Krafttrainings im wesentlichen hochintensive repetitive Maximalbelastungen darstellen kann beta-Alanin möglicherweise die Leistung im Krafttraining verbessern und damit indirekt über einen erhöhten Trainingsreiz den Muskel- und Kraftaufbau unterstützen. Allerdings sind diesbezüglich die Daten widersprüchlich.

Kurze, explosive Sprint- oder Sprungleistungen können durch beta-Alanin nicht beeinflusst werden. Auch im Ausdauerbereich sind gemäss eines Übersichtsartikels keine oder zumindest nur geringe Leistungseffekte zu erwarten.[10]

Die Wirkung von beta-Alanin (intrazellulärer Puffer) und von Bicarbonat (extrazellulärer Puffer) können sich ergänzen. Die beiden Substanzen können also einzeln oder auch kombiniert eingenommen werden.[11]

Mögliche Nebenwirkungen

Eine umfassende Meta-Analyse[12] hat gezeigt, dass bei den üblichen Dosierungen (im Durchschnitt insgesamt 6 g/Tag während 4 Wochen) v.a. die unter beta-Alanin-Supplementation typischen Parästhesie-Symptome (Hitzewallungen, Kribbeln, Sensibilitätsstörungen) auftreten. Zudem fand eine Studie nach einer Trainingsphase mit täglich 6 g beta-Alanin über 4 Wochen eine reduzierte maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2max</sub>)[13].

Da die erwähnten Parästhesie-Symptome mild bis sehr schmerzhaft ausfallen können, sollten nicht mehr als 800 mg beta-Alanin (oder ca. 10 mg pro kg Körpergewicht) auf einmal eingenommen werden[2]. Zwischen den Einnahmen sollten mindestens zwei

Stunden liegen. Manche Personen verspüren bereits mit 800 mg leichte Parästhesie-Symptome. Um Nebenwirkungen möglichst zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren, wird die Einnahme von sog. "slow-release" beta-Alanin empfohlen [15]. Dieses wird langsamer ins Blut aufgenommen und erlaubt Dosierungen bis 1600 mg (1.6 g) pro Einzeldosis, was die Supplementierung vereinfacht[14].

## Anwendung und Dosierung

In den bisherigen Studien wurden meistens Dosierungen um 3 bis 6 g beta-Alanin pro Tag eingesetzt, wobei diese Menge auf 4 bis 8 Einzeldosierungen von 400 - 800 mg (0.4 - 0.8 g) aufgeteilt wurde, die im Abstand von 2 - 3 h über den Tag verteilt regelmässig eingenommen wurden. Mit slow-release beta-Alanin kann die Supplementierung vereinfacht werden, wobei 2 x 1.6 g (morgens und abends) eingenommen werden können. Durch die langsame beta-Alaninfreisetzung (slow-release) werden die Nebeneffekte trotz erhöhter Einzeldosis vermieden[2, 15]. Einige Studien haben in der ersten Supplementierungswoche eine reduzierte Dosis eingesetzt, um eine Angewöhnung zu erlauben und Nebeneffekte zu reduzieren[9, 16, 17].

Eine Supplementierung benötigt 4 - 10 Wochen. Damit kann eine Erhöhung der Carnosin-Speicher um ca. 40 - 80 % erreicht werden. Es ist bisher jedoch nicht bekannt welche Dosierungen über welche Zeiträume für den optimalen oder maximalen Effekt benötigt werden oder wie lange die Ladung überhaupt aufrechterhalten werden kann oder soll, bzw. ob längere Supplementierungen Nebeneffekte bewirken könnten. Auch wenn es bei zwei Studien mit einer Dosierung von 12 g/Tag während 7 bzw. 14 Tagen[18, 19] nicht zu nennenswerten Nebenwirkungen kam, wird eine so hohe Dosierung ganz klar nicht empfohlen[12]. Eine Dosierung von bis zu 6.4 g/Tag über 24 Wochen wurde hingegen als unproblematisch eingestuft [20]. Die Sicherheit oder Wirkung bei Einnahmen von über 24 Wochen wurden bisher nicht untersucht.

Weil Carnosin im Muskel nicht abgebaut wird und nur sehr langsam ausgeschieden wird, dauert es nach dem Absetzen von beta-Alanin bis zu 4 Monaten, bis die Carnosin-Level wieder auf dem Ausgangsniveau sind. [2, 7]

Ein mögliches Supplementierungsprotokoll könnte folgendermassen aussehen: Täglich 3.2 g bis 6.4 g beta-Alanin, wobei dies auf mehrere Dosierungen aufgeteilt werden muss:

- Über mind. 4 Wochen: 4 x täglich 800 mg (0.8 g oder ca. 10 mg/kg) beta-Alanin, Portionen durch 2-3 h getrennt,

oder

- 2 x täglich 1600 mg (1.6 g, oder ca. 20 mg/kg) „slow-release“ oder „sustained release“ beta-Alanin

Die Supplementierung kann über ca. 10 - 18 Wochen weitergeführt werden.

Bemerkungen: Einzeldosierungen von beta-Alanin durch 2-3 h trennen. Slow-release Supplemente: morgens und abends einnehmen. Einnahme zusammen mit Mahlzeiten reduziert allfällige Parästhesie-Nebeneffekte.

Mit einer Erhaltungs-Dosis von ca. 1.2 g (oder ca. 15 mg/kg) pro Tag kann mindestens kurzfristig ein erhöhter Carnosingehalt der Muskulatur über 6 Wochen erhalten werden[21]. Allerdings ist unklar, ob dies auch längerfristig funktioniert, bzw. was allfällige Nebenwirkungen davon sind.

## Maximale Supplementierungsdauer:

Was die Effekte einer längerfristigen Supplementierung sind ist weitgehend unklar. Die Studie mit der bisher längsten Supplementierungsdauer von 6 Monaten hat festgestellt, dass der Carnosingehalt im Muskel nicht beliebig ansteigt, sondern ein Plateau erreicht oder mit der Zeit trotz fortgesetzter Supplementierung (6.4 g/Tag) sogar wieder abnehmen kann[22]. Unter anderem scheint der Transporter für beta-Alanin mit der Zeit reduziert zu werden[22]. Was dies für längerfristige Supplementierungen bzw. die Sicherheitsbeurteilung bedeutet, ist bisher unklar.

## Abschliessende Bemerkung

Die verfügbare Datengrundlage weist darauf hin, dass mit beta-Alanin der Carnosingehalt in der Muskulatur erhöht und damit hochintensive Leistungen v.a. im Bereich von einer bis wenigen Minuten unterstützt werden können. Dabei hängen die leistungssteigernden Effekte grundsätzlich stark von der entsprechenden Sportart sowie der Art der Belastung ab [4]. Die Effekte sind bei besser trainierten Athleten vermutlich geringer[8].

Bezüglich Sicherheit und Leistungseffekten bei längerfristigem Einsatz bestehen grosse Datenlücken. Die empfohlene Supplementierung sollte daher gezielt geplant und weder in der täglichen Dosierung überschritten, noch zeitlich zu lange ohne Absetzphasen durchgeführt werden.

Aufgrund der nachgewiesenen möglichen Leistungseffekte wird beta-Alanin auf die A-Liste gesetzt. Unter Einhaltung der gegebenen Supplementierungsempfehlung weist beta-Alanin kurzfristig vermutlich keine relevanten Nebenwirkungen auf. Allerdings sind noch wesentliche Fragen bzgl. Sicherheit bzw. gesundheitlicher und leistungsbezogener Aspekte offen, falls beta-Alanin über einen längeren Zeitraum eingenommen wird.

Verfasser: Dr. Samuel Mettler, AG Supplementguide der SSNS, Revidiert, PD Dr. Claudio Perret

Review: AG Supplementguide der SSNS

Datum: Januar 2022, Version 2.0

Gültigkeit: Dezember 2024

## Quellen

1. Wu, G., *Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health*. *Amino Acids*, 2020. **52**(3): p. 329-360.
2. Stellingwerff, T., et al., *Optimizing human in vivo dosing and delivery of beta-alanine supplements for muscle carnosine synthesis*. *AminoAcids*, 2012.
3. Castell, L.M., et al., *BJSM reviews: A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 5*. *Br J Sports Med*, 2010. **44**(1): p. 77-78.
4. Brisola, G.M.P. and A.M. Zagatto, *Ergogenic Effects of beta-Alanine Supplementation on Different Sports Modalities: Strong Evidence or Only Incipient Findings?* *J Strength Cond Res*, 2018.
5. Harris, R.C., et al., *The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis*. *AminoAcids*, 2006. **30**(3): p. 279-289.
6. Maughan, R.J., et al., *IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete*. *Br J Sports Med*, 2018.
7. Derave, W., et al., *Muscle carnosine metabolism and beta-alanine supplementation in relation to exercise and training*. *Sports Med*, 2010. **40**(3): p. 247-263.
8. Saunders, B., et al., *beta-alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis*. *Br J Sports Med*, 2017. **51**(8): p. 658-669.
9. Van, T.R., et al., *Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling*. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 2009. **41**(4): p. 898-903.
10. Huerta Ojeda, Á., et al., *Effects of Beta-Alanine Supplementation on Physical Performance in Aerobic-Anaerobic Transition Zones: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Nutrients*, 2020. **12**(9).
11. Gilsanz, L., et al., *Effect of  $\beta$ -alanine and sodium bicarbonate co-supplementation on the body's buffering capacity and sports performance: A systematic review*. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2021: p. 1-14.
12. Dolan, E., et al., *A Systematic Risk Assessment and Meta-Analysis on the Use of Oral  $\beta$ -Alanine Supplementation*. *Adv Nutr*, 2019. **10**(3): p. 452-463.
13. Jordan, T., et al., *Effect of beta-alanine supplementation on the onset of blood lactate accumulation (OBLA) during treadmill running: Pre/post 2 treatment experimental design*. *J. Int Soc Sports Nutr*, 2010. **7**: p. 20.
14. Bellinger, P.M., *beta-Alanine supplementation for athletic performance: an update*. *J Strength Cond Res*, 2014. **28**(6): p. 1751-70.
15. Decombaz, J., et al., *Effect of slow-release beta-alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia*. *Amino Acids*, 2012. **43**(1): p. 67-76.
16. Baguet, A., et al., *Carnosine loading and washout in human skeletal muscles*. *J.Appl.Physiol*, 2009. **106**(3): p. 837-842.
17. Sweeney, K.M., et al., *The effect of beta-alanine supplementation on power performance during repeated sprint activity*. *J.Strength.Cond.Res.*, 2010. **24**(1): p. 79-87.
18. Church, D.D., et al., *Comparison of Two  $\beta$ -Alanine Dosing Protocols on Muscle Carnosine Elevations*. *J Am Coll Nutr*, 2017. **36**(8): p. 608-616.
19. Hoffman, J.R., et al., *Effect of High-Dose, Short-Duration  $\beta$ -Alanine Supplementation on Circulating IL-10 Concentrations During Intense Military Training*. *J Strength Cond Res*, 2018. **32**(10): p. 2978-2981.
20. Saunders, B., et al., *24-Week  $\beta$ -alanine ingestion does not affect muscle taurine or clinical blood parameters in healthy males*. *Eur J Nutr*, 2020. **59**(1): p. 57-65.
21. Stegen, S., et al., *beta-Alanine dose for maintaining moderately elevated muscle carnosine levels*. *Med Sci Sports Exerc*, 2014. **46**(7): p. 1426-32.
22. Saunders, B., et al., *Twenty-four Weeks of beta-Alanine Supplementation on Carnosine Content, Related Genes, and Exercise*. *Med Sci Sports Exerc*, 2017. **49**(5): p. 896-906.