

L-Carnitin kombiniert mit Carboloadung – ein Ausdauer-Booster?

Remo Jutzeler

Ing. Lebensmittelwissenschaften FH, MAS Ernährung & Gesundheit ETHZ

Erhöhung des Muskelcarnitingehalts durch Kombination von L-Carnitin mit Carboloadung?

In neuerer Zeit werden in Sportnahrungskreisen Erkenntnisse aus der L-Carnitinforschung in Zusammenhang mit einem Carboloadung diskutiert. Die verfolgte Absicht ist dabei eine Erhöhung des muskulären Carnitingehalts zwecks optimierter Fettoxidation zur Energiebereitstellung, um damit durch den Glycogenspar-Effekt eine verbesserte Ausdauerleistung zu erreichen.

Den Hintergrund liefern zwei Studien (*Greenhaff 2006*, *Stephens 2006a*), wo mittels kombinierter Infusion von Glucose, Insulin und L-Carnitin der muskuläre Carnitingehalt angehoben werden konnte. Die Autoren führen dies auf das Hormon Insulin zurück, welches den Transport in die Muskelzellen ähnlich wie bei Glucose verbessert.

Einschränkend ist aber festzuhalten:

1. Die intravenöse Gabe von L-Carnitin, Glucose und Insulin kann nicht direkt mit der oralen Einnahme, also Glucose plus L-Carnitin verglichen werden.
2. Infusionen gelten als Doping, sind also nicht legal.
3. Bei der einen Studie (*Stephens, 2006a*) waren die Probanden übergewichtig (BMI 26.1).
4. Es wurden über 5000 mg L-Carnitin intravenös gegeben, was eine deutlich höhere als üblicherweise empfohlene Dosierung ist.

In einer Folgestudie wurde untersucht, ob eine Erhöhung des Muskelcarnitingehalts auch durch orale (also legale!) Einnahme von Glucose und L-Carnitin über Nahrungsergänzungsmittel zu erreichen ist (*Stephens 2006b*). Die Dosierung betrug diesmal 3000 mg L-Carnitin in Kombination mit 4 x 94 g Kohlenhydraten an einem einzigen Tag, oder 3000 mg L-Carnitin kombiniert mit 2 x 94 g während 14 Tagen. Mit der enormen Menge an Kohlenhydraten wurde versucht einen Insulinanstieg wie bei einer Infusion mit Insulin zu erreichen. Die Folgerung aus den Resultaten war aber, dass mit einer oralen L-Carnitin/Kohlenhydrate-Einnahme erst nach 100 (!) Tagen ein mit einer Infusion vergleichbarer und wirkungsrelevanter Anstieg des Muskelcarnitingehalts zu erwarten sei. Eine kombinierte Einnahme während 100 – auch trainingsfreien – Tagen ist aus verschiedenen Gründen (Trainingsziele, Kosten, Gesundheit) nicht praktikabel und könnte bei vielen Sportlern zu einer ungewünschten Gewichtszunahme führen. Auch wurde der Muskelcarnitingehalt bei dieser Folgestudie gar nicht gemessen, weil man vermutlich einen effektiven Anstieg aufgrund früherer Resultate gar nicht erwartete.

Trotzdem lohnt es sich die Wirkung eines Carboloadings und einer L-Carnitin Einnahme isoliert zu betrachten, um danach Schlussfolgerungen zu ziehen => [Mehr zum Thema](#).

Wirkung eines Carboloadings bei Sportlern

Je höher die benötigte Gesamtenergie eines Sportlers, desto schwieriger fällt es, den angestrebten Kohlenhydratanteil zu realisieren. Heutzutage geht man davon aus, dass sich ein Sportler in der Regel bereits hoch-kohlenhydrathaltig ernährt. Damit wird normalerweise eine tägliche Einnahme von 5-7 g/kg Körpergewicht erreicht. Mehr ist wegen des Nahrungsvolumens und der persönlichen Verträglichkeit über die normale Ernährung praktisch nicht möglich. Für ein wirksames Carboloadung sind aber rund 10-12 g/kg Körpergewicht notwendig. Die Differenz kann am einfachsten mit hoch konzentrierten Kohlenhydratgetränken ausgeglichen werden. Eine Pasta-Party am Vorabend des Wettkampfs reicht bei weitem nicht aus. Berücksichtigt man nun die Empfehlungen der Studie von Stephens (*2006b*), erreicht man mit 4 x 94 g eine tägliche zusätzliche Menge an Kohlenhydraten von 376 g. Nimmt man diese Menge über mehrere Tage ein, so kann dies bereits ein erfolgreiches Carboloadung bedeuten. **Ein direkter, leis-**



tungssteigernder Effekt auf die Ausdauerleistung durch ein effizientes Carboloadung ist vielfach belegt. Die verbesserte Ausdauerleistung, welche in den Studien von *Greenhaff 2006* und *Stephens 2006a* gemessen wurde, kam daher wahrscheinlich aufgrund der erhöhten Kohlenhydrat-Zufuhr (Carboloadung) zustande.

Wirkung von L-Carnitin bei Sportlern

L-Carnitin weist einige für Sportler interessante Eigenschaften im Bereich Regeneration auf, welche allerdings kaum beworben werden. Dagegen wurde und wird im Bereich Fettverbrennung und Diät ein wahrer Hype um L-Carnitin entfacht.

In den letzten 15 Jahren ist viel in Bezug auf den Wirknachweis von L-Carnitin passiert. So gibt es einige Studien, welche nach körperlicher Belastung **verminderten oxidativen Stress, erniedrigte Laktat-, Cortisol-, Creatinkinase- und Ammoniak-Werte bei L-Carnitin Gabe** nachwiesen (*Galloway 2004, O'Connor 1990, Spiering 2008*). Je höher diese Stressparameter sind, desto länger dauert auch die Erholungsphase. Unter diesem Aspekt, wäre eine Supplementation auch in hohen Dosen kurz vor einer sportlichen Aktivität durchaus empfehlenswert. Es scheint aber klar, dass eine Erhöhung des muskulären Carnitingehalts nicht nötig ist.



Nebst den einzelnen Studien kam auch ein Gutachten der Medizinischen Fakultät der Universität Genf zum Schluss, dass eine (regenerationsfördernde) Wirkung von L-Carnitin im Zusammenhang mit stark belastenden Trainingsphasen oder körperlicher (Über)anstrengung erwartet werden kann. **Die Wirkung von L-Carnitin beruhe jedoch keineswegs auf einer Erhöhung des muskulären Carnitingehalts, sondern auf einer vaskulären Schutzwirkung des im Blutkreislauf zirkulierenden L-Carnitins.** Zirkulierendes L-Carnitin bewirke eine akute pharmakologische Schutzwirkung gegen oxidative Schädigungen im Bereich der Mikro-

Blutgefäße. Es wurde allerdings ebenfalls ausgeführt, dass Dosierungen unter 1000 mg keinen Effekt nachweisen konnten. Damals wurden Dosierungen von 500-600 mg L-Carnitin teilweise noch als supraphysiologisch betrachtet. In der Zwischenzeit konnte aber mit Lebensmittelanalysen belegt werden, dass bei gezielter Ernährung 1000-2000 mg/Tag problemlos erreicht werden können. Zieht man noch eine Jäger-Sammler-Diät in Betracht (höherer tierischer Nahrungsanteil, nur Wildfleisch), dann ist die doppelte Menge ohne weiteres realistisch.

Interessanterweise war das Thema Fettverbrennung im Gutachten praktisch kein Thema. Erst der exzessive und übertriebene Marketing-Hype vieler Firmen hat einen solchen Effekt als Hauptwirkung von L-Carnitin beim Konsumenten gefestigt. Dies nicht zuletzt auch durch die gesetzlich bewilligte Auslobung betreffend „dient dem Transport der Fettsäuren an ihren Verbrennungsort zur Energiebereitstellung“.

Die Wirkung von L-Carnitin im Bereich Fettverbrennung ist jedoch weniger klar. Postuliert wird auch hier keine Anreicherung im Muskel, sondern eine Pufferfunktion in- und ausserhalb der Zelle, was insgesamt die Nutzung von Fettsäuren zur Energiebereitstellung verbessert (siehe Kasten). Eine Anreicherung im Muskel ist vermutlich generell ein falscher Untersuchungsansatz, da es laut einigen Untersuchungen primär um die Verhinderung eines Abfalls des Muskelgehalts, bzw. eines Aufrechterhalten (und nicht einer Erhöhung) des zirkulierenden Carnitinspiegels geht (Prinzip „fließendes Wasser im Schlauch“).

Wirkmechanismus von L-Carnitin im Fett- und Energiestoffwechsel:

Der Fettsäuretransport wird häufig als die Hauptfunktion von L-Carnitin angesehen. Entscheidender scheint aber gemäss dieser Betrachtung die pH-Pufferung. L-Carnitin stabilisiert den pH ausserhalb der Zellen via Pufferung von Coenzym A (CoA) durch die Bildung von Acetyl-Carnitin. Damit wird eine Anhäufung von Acetyl-CoA verringert und so ein wichtiges Enzym (Pyruvatdehydrogenase) für den carnitinabhängigen Transport der Fettsäuren in die Mitochondrien (Verbrennungsort) aktiv gehalten.

Innerhalb der Zelle ist für die Verbrennung der freien Fettsäuren im Mitochondrium die Menge an freiem CoA entscheidend. Wenn aus einer Fettsäure (z.B. C-18) dann 9 Acetyl-Einheiten werden (C-2), die alle ein freies CoA brauchen um in den Krebszyklus zu gelangen, steigt der CoA-Bedarf im Mitochondrium dramatisch an. L-Carnitin kann vorübergehend auch diese C-2-Einheiten binden und die energieliefernden Prozesse aufrecht erhalten, was die Oxidation von Fetten erhöhen kann.

Schlussfolgerungen zu einer Kombination von L-Carnitin und Carboloadung

Nach Berücksichtigung der obigen Abschnitte kann durch die kombinierte Strategie eines Carboloadung und einer L-Carnitin Einnahme höchstwahrscheinlich kein erhöhter Muskelcarnitingehalt erzielt werden. Eine Erhöhung des muskulären Carnitingehalts über

eine orale Einnahme konnte bisher nicht bewiesen werden und die berechnete Einnahmestrategie von 100 Tagen ist in der Praxis wertlos. Beide Massnahmen können aber – isoliert betrachtet – erhebliche Vorteile für den Ausdauersportler bieten.

Ein direkter, leistungssteigernder Effekt auf die Ausdauerleistung durch ein effizientes Carboloadung ist dagegen vielfach belegt. Weiter können die positiven Resultate von Studien mit L-Carnitin offensichtlich nicht auf einer Erhöhung des muskulären Carnitingehalts beruhen, sondern eher auf einer vaskulären Schutzwirkung des im Blutkreislauf zirkulierenden L-Carnitins. Noch nicht ganz klar ist, ob eine mehrtägige Einnahme von L-Carnitin nötig ist, oder ob eine hochdosierte Einnahme an den gewünschten Tagen ausreicht. Neben der Wirkung von L-Carnitin auf die Fettoxidation ist für Sportler vor allem die regenerationsfördernde Wirkung interessant, welche durch erniedrigte Laktat-, Cortisol-, Creatinkinase- und Ammoniak-Werte belegt wird.

Dosierung: Für ein erfolgreiches Carboloadung werden 10-12 g Kohlenhydrate pro kg Körpergewicht und Tag während 1-2 Tagen empfohlen. Wer die Maximalvariante sucht, kann es mittels Tapering über 1 Woche (abnehmende Trainingsintensität bei gleichzeitig steigender Kohlenhydrateinnahme) angehen. Wichtig ist zu wissen, dass man auch bei hoch-kohlenhydrathaltiger Ernährung nur auf rund 5-7 g/kg Körpergewicht und Tag kommt. Die restlichen ca. 4 g/kg Körpergewicht sollten daher über Kohlenhydratsupplemente (z.B. [Carboloader](#)) zugeführt werden.



Beim L-Carnitin wurden die meisten Studien mit Einnahmen von 2000-4000 mg/Tag durchgeführt. Als untere Grenze für eine vaskuläre Wirkung wird 1000 mg/Tag genannt, was auch die erlaubte Dosierung in Nahrungsergänzungsmitteln darstellt. Eine einfache Einnahmemöglichkeit bieten [Carnitin-Ampullen](#).

Studien mit dem Ziel den muskulären Carnitingehalt zu erhöhen werden mit bis zu 8000 mg/Tag vorgenommen, während 1-2 Wochen. Wie oben diskutiert, ist fraglich, ob dies überhaupt nötig ist. Da der maximale L-Carnitinspiegel im Blut nach 2 ½ bis 4 h gemessen wird, wäre theoretisch also in diesem Zeitraum ein maximaler Insulinwert wünschenswert, was mit mehreren hochglykämischen Kohlenhydratgaben (2-4 x 94 g) angestrebt wurde. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Kohlenhydrate (2-4 x 94 g) jeweils in Abständen von ca. 1 ½ h und das L-Carnitin (ca. 1-2 x 4 g) rund 60 min vor der ersten (bzw. zusätzlich auch zweiten) Kohlenhydratgabe eingenommen wurden. Damit sollte der Insulinpiegel kontinuierlich hoch gehalten werden.

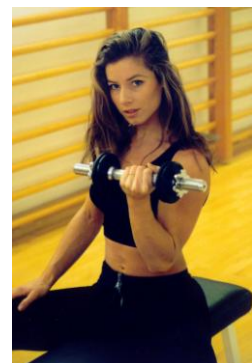


Erhöhte Fettoxidation mit dem Ziel Gewichtsabnahme

An dieser Stelle muss noch ergänzt werden, dass wir bisher über eine erhöhte Fettverbrennung zwecks Schonung der Glucosereserven und somit verbesserter Ausdauerleistung bei Leistungssportlern diskutierten. Völlig verfehlt wäre es, Carboloadung und L-Carnitin als Massnahme zur Verbesserung des Fettstoffwechsels zwecks Gewichtsabnahme zu kombinieren!

Bei einer Diät ist das Ziel nicht die maximierte, muskuläre Fettverbrennung an einem einzelnen Wettkampftag, sondern eine allgemein und langfristig erhöhte Fettverbrennung zwecks Abbau von Depotfett. Der durch die hohen Kohlenhydratmengen eines Carboloadings erzeugte Insulinausstoss würde aber die Fettoxidation behindern. In der Folge wird kein Depotfett abgebaut, sondern im Gegenteil durch überschüssige Kohlenhydrate noch mehr eingelagert. Die alleinige Gabe von L-Carnitin ist sinnvoller und ausreichend, da die Wirkung von L-Carnitin auf einem vaskulären Effekt beruht, wozu keine Insulinerhöhung und kein erhöhter Muskelcarnitingehalt nötig sind.

Andererseits muss aber der Fettstoffwechsel durch körperliche Aktivität überhaupt erst soweit in Gang gebracht werden, damit der Puffereffekt von L-Carnitin wie oben beschrieben zum entscheidenden Faktor für eine erhöhte Fettverbrennung wird. Weitere Infos zur Thematik Weight Management finden Sie auf unserer Website bei allen L-Carnitin Produkten.



**Quellen**

Galloway SDR, et al, **2004**: *Effect of 2 weeks supplementation with L-Carnitine-L-Tartrate on plasma ammonia response to exercise.* Conference proceedings, FASEB.

Greenhaff PL, et al, **2006**: *Insulin stimulates L-carnitine accumulation in human skeletal muscle.* FASEB J, 20(2):377-9.

O'Connor JE, et al, **1990**: *New roles of Carnitine metabolism in ammonia cytotoxicity.* Adv Exp Med Biol 272:183-195.

Stephens FB, et al, **2006a**: *An acute increase in skeletal muscle carnitine content alters fuel metabolism in resting human skeletal muscle.* J Clin Endocrin Metab, 91(12):5013-8.

Stephens FB, et al, **2006b**: *Carbohydrate ingestion augments L-carnitine retention in humans.* J Appl Physiol, 102(3):1065-70.

Spiering BA, et al, **2008**: *Effects of L-carnitine L-tartrate supplementation on muscle oxygenation responses to resistance exercise.* J Strength Cond Res, 22(4):1130-5