

L-Carnitin Loading verbesserte Ausdauer und erniedrigte Laktatwerte

Remo Jutzeler van Wijlen

Ing. Lebensmittelwissenschaften FH, MAS Ernährung & Gesundheit ETHZ

Erhöhung des Muskelcarnitingehalts durch Kombination von L-Carnitin mit Kohlehydraten

Frühere Diskussionen um die Wirksamkeit von L-Carnitin in Bezug auf eine erhöhte Fettverbrennung drehten sich primär um die Schwierigkeit, überhaupt einen erhöhten Muskelcarnitingehalt mittels Supplementierung von L-Carnitin zu erreichen. Erst in zwei neueren Studien konnte dies nachweislich erreicht werden. Hintergrund eines erhöhten Muskelcarnitingehalts ist eine optimierte Fettoxidation zur Energiebereitstellung und so einen Glycogen-Spareffekt sowie eine verbesserte Ausdauerleistung zu erreichen.

Die Folgerung aus einer früheren Studie (*Stephens, J Appl Physiol, 2006*) war, dass mit einer oralen L-Carnitin/Kohlenhydrate-Einnahme (2 x täglich 94 g KH und 3 g L-Carnitin) erst nach 100 Tagen ein mit einer Infusion vergleichbarer und wirkungsrelevanter Anstieg des Muskelcarnitingehalts zu erwarten sei. Eine neuere Studie (*Wall, J Physiol, 2011*) hat dann diese Hypothese überprüft und konnte zeigen, dass mit der Einnahme von 2 x täglich 80 g Kohlenhydrate plus 2 g L-Carnitintartrat ([CarniPure](#)) der Muskelcarnitingehalt um 21% erhöht werden kann. Allerdings waren dafür 24 (!) Wochen Supplementierung, also während 168 Tagen, nötig!

Diese Studie wurde an 14 mässig trainierten Triathleten durchgeführt, welche 3-5 x pro Woche trainierten. Der nach 24 Wochen Supplementierung erhöhte Muskelcarnitingehalt führte zu einer Einsparung an Muskelglycogen von 35% nach 30 Minuten auf dem Fahrrad-Ergometer bei einer Belastungsintensität von 50% VO₂max. Dies bedeutete eine Halbierung (!) des Glycogenverbrauchs während der Belastung, was gleichzeitig eine entsprechend erhöhte Nutzung der Fettverbrennung bedeutete. Weiter wurde nach der direkt anschliessenden 30minütigen Belastung bei 80% VO₂max ein um 44% tieferer Laktatgehalt in der Muskulatur gemessen! Zum Schluss musste nochmals 30 Minuten maximal belastet werden, wobei sich eine um 11% (!) verbesserte Leistung (kJ) gegenüber vor der Supplementierung und um 35% gegenüber der Kontrollgruppe ergab!

Dies sind sehr beeindruckende Resultate. Dennoch ist bei der sehr langen Supplementierung zu berücksichtigen, dass 2 x 80 g Kohlenhydrate täglich 640 kcal entsprechen, und dies je nach Energiebedarf in der Ernährung einberechnet werden muss, um nicht zu einer Gewichtszunahme zu führen. Tatsächlich stieg das Körpergewicht bei den 7 Athleten der Kontrollgruppe um durchschnittlich 2.4 kg an, während es bei der Carnitin-Gruppe unverändert blieb! Ob Carnitin eine Gewichtszunahme verhindern konnte, blieb angesichts der kleinen Testgruppe unklar.



Leistungssteigerung durch Carnitin erneut bestätigt



Eine Folgestudie (*Stephens, J Physiol, 2013*) konnte nun belegen, dass bei identischem Einnahmeprotokoll (2 x täglich 80 g KH plus 2 g L-Carnitintartrat) schon nach 12 Wochen um 20% erhöhte muskuläre Carnitinspeicher möglich sind. Erfreulicherweise wurde auch keine Gewichtszunahme festgestellt – ganz im Gegensatz zur Kontrollgruppe, welche dieselbe Kohlydratmenge aber ohne L-Carnitin einnahm! Diese legte nämlich im selben Zeitraum fast 2 kg an Fettmasse zu! Es scheint also, dass die früher befürchtete Gewichtszunahme (in Form von Fett) bedingt durch die (nötige) hohe Kohlehydrateinnahme nicht eintritt, wenn gleichzeitig mit L-Carnitin supplementiert wird.

Dass ein um 20% erhöhter Muskelcarnitingehalt die Fettoxidation bei extensiven Ausdauerbelastungen verbessert ist aus früheren Studien bereits belegt. Neu wurde nun anhand von Gen-Analysen auch aufgezeigt, dass 73 von den 187 untersuchten, mit dem Energiestoffwechsel verknüpften Genen in der L-Carnitin Gruppe stärker bzw. in der Kontrollgruppe vermindert exprimiert wurden. Dies lässt auf einen insgesamt optimierten Fettstoffwechsel durch L-Carnitin schliessen.

Akute, vaskuläre Wirkung von L-Carnitin ohne Loading

An sich gibt es schon einige frühere Studien, welche eine klare Wirkung von L-Carnitin auch bei einer kurzzeitigen Supplementierung zeigten. Dies aber nicht im Zusammenhang mit erhöhtem muskulärem Carnitin, sondern offenbar aufgrund einer vaskulären Wirkung des im Blut zirkulierenden Carnitins. 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, FASEB, 2004; O'Connor, Adv Exp Med Biol, 1990; Spiering, J Strength Cond Res, 2008). Je höher diese Stressparameter sind, desto länger dauert auch die Erholungsphase. Unter diesem Aspekt ist eine Supplementation in hohen Dosen auch relativ kurz vor einer sportlichen Aktivität durchaus empfehlenswert, da offenbar eine Erhöhung des muskulären Carnitingehalts dafür offenbar gar nicht nötig ist. Die regenerationsfördernde Wirkung von L-Carnitin wird auch gemäss einem Gutachten der Medizinischen Fakultät der Universität Genf **nicht einer Erhöhung des muskulären Carnitingehalts, sondern einer vaskulären Schutzwirkung des im Blutkreislauf zirkulierenden L-Carnitins** zugeschrieben. Zirkulierendes L-Carnitin bewirke eine akute pharmakologische Schutzwirkung gegen oxidative Schädigungen im Bereich der Mikro-Blutgefässe. Es wurde allerdings ebenfalls ausgeführt, dass Dosierungen unter 1 g keinen Effekt nachweisen konnten. Mit den neusten beiden Studien kann nun aber auch eine **Glycogeneinsparung und direkte Leistungssteigerung im Zusammenhang mit erhöhten muskulärem Carnitingehalt** als gut belegt gelten.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen zur Kombination von L-Carnitin und Kohlehydraten

Erhöhte Muskelcarnitingehalte können also sowohl die **aerobe Leistungsfähigkeit verbessern** (Glycogeneinsparung, erhöhter Fettstoffwechsel) als auch **bei intensiver Belastung die anaerobe Leistungsfähigkeit** (verlangsamte Laktatakkumulation) und die **Gesamtleistung erhöhen**.

Problematisch ist immer noch das relativ lange Einnahmeprotokoll zusammen mit der nötigen, sehr hohen Kohlenhydratgabe. Eine solche Supplementierung ist daher nicht für jedermann geeignet, sondern muss im Einzelfall beurteilt und auch genau kontrolliert werden. In vielen Fällen dürfte eine kurzzeitige Carnitin-Einnahme daher sinnvoller und ausreichend sein. Die positiven Resultate von Kurzzeit-Studien mit L-Carnitin können offensichtlich nicht auf einer Erhöhung des muskulären Carnitingehalts beruhen, sondern auf der vaskulären Schutzwirkung des im Blutkreislauf zirkulierenden Carnitins.

Die meisten Studien wurden mit Carnitin-Gaben von 2-4 g/Tag durchgeführt. Für eine Erhöhung des muskulären Carnitingehalts scheint, wie oben diskutiert, eine tägliche Einnahme während mind. 12 Wochen von 2 x 2 g L-Carnitintartrat notwendig, kombiniert mit je 80 g Kohlehydraten. Als untere Grenze für eine vaskuläre Wirkung werden 1 g L-Carnitin/Tag genannt, was auch die erlaubte Dosierung in Nahrungsergänzungsmitteln darstellt.

Eine einfache Einnahmemöglichkeit bieten [Carnitin-Ampullen](#) oder das auch in der Studie von (Wall, J Physiol, 2011) verwendete [CarniPure](#), ein reines L-Carnitintartrat. 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 hochglykämischen Kohlenhydratgaben (2 x 80 g) angestrebt werden kann. Es bietet sich die Möglichkeit, die Einnahme mit einer kohlehydrathaltigen Mahlzeit oder -trainingsbedingt sowieso verwendeten - KH-Produkten (Sportgetränk, Regenerationsprodukt) zu kombinieren, um so nicht zusätzliche 160 g Kohlehydrate pro Tag einnehmen zu müssen. Dies ist speziell für Sportler empfehlenswert, welche auf Ihr Gewicht achten, müssen. Alternativ kann aber mit dem [Carboloader](#) die nötige Kohlehydratmenge einfach, hoch konzentriert, mit wenig Volumen eingenommen werden.



Erhöhte Fettoxidation mit dem Ziel Gewichtsabnahme



An dieser Stelle soll noch ergänzt werden, dass wir bisher über eine erhöhte Fettoxidation zwecks Schonung der Glycogenreserven und somit verbesserter Ausdauerleistung bei Leistungssportlern diskutierten. Völlig verfehlt wäre es, L-Carnitin mit Carboloadung als Massnahme zur Verbesserung des Fettstoffwechsels zwecks Gewichtsabnahme zu kombinieren! Eine Erhöhung des muskulären Carnitingehalts mit täglich zusätzlich 160 g Kohlehydrate erreichen zu wollen, würde auch bedeuten diese Extrakalorien anderswo wieder einsparen zu müssen. Zumindest dürfte in solchen Fällen nur sinnvoll sein, die Carnitineinnahme mit Mahlzeiten zu koppeln, anstatt zusätzliche Kohlehydrate einzunehmen. Dennoch ist zu beachten, dass bei einer Diät nicht die maximierte Fettverbrennung in den Muskelzellen, sondern eine allgemein und langfristig erhöhte Fettverbrennung zwecks Abbau von Depotfett das Ziel ist. Und eine ausbleibende Gewichtszunahme durch L-Carnitin (bei erhöhter Energiezufuhr!) kann nicht ohne weiteres einem Depotfettabbau (bei gleichbleibender Energiezufuhr) gleichgesetzt werden! Es bleibt zu klären, ob erhöhte Muskelcarnitinspeicher auch unter Ruhe eine erhöhte Fettoxidation be-

wirken und nicht nur unter moderater Belastung.

Die akute, vaskuläre Wirkung von L-Carnitin im Fettstoffwechsel wird wie erwähnt nicht mit einer Anreicherung im Muskel, sondern einer Pufferfunktion in- und ausserhalb der Zelle begründet, was insgesamt die Nutzung von Fettsäuren zur Energiebereitstellung verbessert (siehe Kasten). Laut einigen Untersuchungen geht es aber primär um die Verhinderung eines Abfalls des Muskelgehalts, bzw. eines Aufrechterhalten (und nicht einer Erhöhung) des zirkulierenden (vaskulären) Carnitinspiegels (Prinzip „fließendes Wasser im Schlauch“). Andererseits muss aber der Fettstoffwechsel durch körperliche Aktivität überhaupt erst soweit in Gang gebracht werden, dass der Puffereffekt von L-Carnitin wie unten beschrieben zum entscheidenden Faktor für eine erhöhte Fettverbrennung wird.

Es gibt also durchaus Argumente für eine akute (vaskuläre Wirkung) als auch für eine chronische (Muskelcarnitinspeicher) Einnahme von L-Carnitin – sowohl für Ausdauersportler als auch zum Fettabbau. Die zusätzliche Kohlehydrateinnahme bei der chronischen Carnitineinnahme dürfte aber sicherlich nicht zielführend für Gewichts- und Fettabbau sein. Produktempfehlungen finden Sie auf unserer Website oder unter [Weight Management](#).

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

Quellen

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

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

Stephens FB et al, **2006**: *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

Wall BT et al, **2011**: *Chronic oral ingestion of L-carnitine and carbohydrate increases muscle carnitine content and alters muscle fuel metabolism during exercise in humans.* J Physiol, 589(4):963-73

Stephens FB et al, **2013**: *Skeletal muscle carnitine loading increases energy expenditure, modulates fuel metabolism gene networks and prevents body fat accumulation in humans.* J Physiol, 591(18):4655-66.