

■ Tipps zur Sporternährung / Teil 6

# L-CARNITIN

## DAS NADELÖHR BEI DER VERWERTUNG VON FETTEN

Von Prof. Dr. Dietmar Luppa, Universität Leipzig

*L-Carnitin ist eine vom Körper selbst gebildete Substanz, die für die Fettverbrennung im Muskel benötigt wird. Im Training steigen die L-Carnitinverluste und der Bestand muss aus der Nahrung ergänzt werden. Bei vegetarischer Ernährung oder Ausdauerbelastungen ist eine Supplementierung, die nicht als Doping gilt, sinnvoll.*

Die Fette bilden die mit Abstand größten Energiereserven des Menschen. Bei einem normalgewichtigen 70 kg schweren Mann beträgt der Vorrat über 80.000 kcal. Während die geringen Kohlenhydratreserven unter Hungerbedingungen bereits nach einem Tag entleert sind, können uns gefüllte Fettdepots über einen Monat am Leben halten. Bei einem Marathonlauf würde der Verbrauch der Glykogenspeicher nach etwa 90 Minuten zum Abbruch zwingen, wenn nicht rechtzeitig Kohlenhydrate aufgenommen werden und gleichzeitig der Fettabbau in Anspruch genommen wird.

Beeinträchtigungen der Fettverbrennung führen aber nicht nur zu verminderter Ausdauerleistungsfähigkeit, sondern direkt oder indirekt zu Funktionsstörungen an allen Organen. Vorrangig von den gesundheitlichen Komplikationen betroffen sind das Herz, die Skelettmuskulatur und die Leber, aber auch das Gehirn.

### Transporter für Fettsäuren

Die eigentlichen Energielieferanten bei der Fettverbrennung sind die **langkettigen Fettsäuren**, die vom Fettgewebe bei Belastungen niedriger und moderater Intensität hormonell gesteuert aus den gespeicherten

Triglyzeriden freigesetzt werden. Sie gelangen über das Blut zu den Muskelfasern, von denen sie problemlos aufgenommen werden. Im Zytoplasma werden sie durch Bindung an **Coenzym A** für den Abbau „aktiviert“. Die aktivierten Fettsäuren, deren Bezeichnung **Acyl-CoA** ist, müssen jedoch, um abgebaut zu werden, zuerst in die **Mitochondrien** - die „Kraftwerke“ der Zelle - gelangen. Dies gelingt nur über einen speziellen Transportmechanismus, an dem **L-Carnitin** beteiligt ist. L-Carnitin übernimmt die Fettsäurereste (Acylgruppen) vom Coenzym A, transportiert sie in die Mitochondrien und übergibt sie dort wieder an Coenzym A. Jetzt befindet sich das Acyl-CoA in den Mitochondrien und die Fettsäuren können vollständig zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut werden. Die anfallende Energie wird in Form von ATP gespeichert oder als Wärme frei. Das L-Carnitin geht zurück ins Zytoplasma, um erneut Fettsäuren in die Mitochondrien zu transportieren.

### Kein Schlankheitsmittel

Bei Mangel an L-Carnitin kommt es zwangsläufig im Muskel zu Einschränkungen in der Fettverbrennung, auch wenn die Belastungsintensität die Nutzung der Fette zulassen würde. Die Wirkung des L-Carnitins erfolgt in den Muskelfasern und nicht direkt in den Fettdepots. Eine Ankerbelegung des Fettabbaus allein durch Erhöhung der zellulären L-Carnitinkonzentration ist also nicht zu erreichen, da zum einen die Fettsäuren dem Muskel erst angeboten werden müssen und zum anderen auch der Verbrauch der bereitgestellten Energie gewährleistet sein muss. Diese beiden Voraussetzungen sind bei Mobilisierung der Fettdepots über Sympathikusaktivierung und bei körperlichen Belastungen niedriger Intensität erfüllt. Eine Anpreisung von L-Carnitin als Schlankheitsmittel wäre demnach nur in Verbindung mit entsprechender körperlicher Aktivität berechtigt.

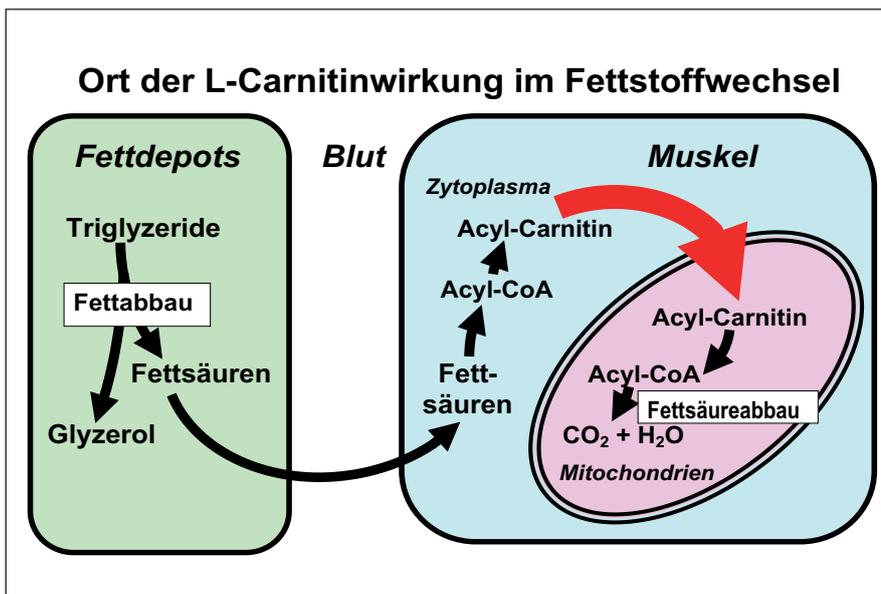


Abb. 1: Voraussetzung für die Nutzung der in den Fettdepots gespeicherten Triglyzeride ist ihre Aufspaltung in Glycerol und freie Fettsäuren. Die zum Muskel gelangten Fettsäuren müssen zunächst in aktivierte Fettsäuren (Acyl-CoA) umgewandelt und anschließend zum vollständigen Abbau in die Mitochondrien transportiert werden. Dieser Schritt, der die Geschwindigkeit der Fettsäureverbrennung bestimmt, benötigt L-Carnitin als Transporter.

## Der Körper bildet selbst L-Carnitin

Da der Organismus des Erwachsenen in der Lage ist, L-Carnitin selbst zu synthetisieren, scheint eine Zufuhr mit der Nahrung zunächst nicht erforderlich zu sein. Entscheidend ist jedoch, inwieweit der Bedarf durch die körpereigene Syntheserate gedeckt wird. In der Regel bleibt eine Differenz von 50-100 mg/Tag, die mit der Nahrung zu begleichen wäre. Diese Menge stimmt mit der durchschnittlichen Zufuhr eines sich normal ernährenden Erwachsenen überein.

Auf Grund seines Wirkungsorts befinden sich 98% des L-Carnitinbestandes im Muskel. Die Aufnahme mit der Nahrung geschieht daher fast ausschließlich mit Muskelfleisch (lat. *carnis*: Fleisch). Am höchsten ist der Gehalt im Schafffleisch mit etwa 2 g/kg. Es folgen Rind- (0,7 g/kg) und Schweinefleisch (0,3 g/kg). Zum Sieg des griechischen Schäfers **Spiridon Louis** im Marathonlauf 1896 bei den ersten Olympischen Spielen der Neuzeit könnte demnach auch der Verzehr von Schafffleisch beigetragen haben.

Mit dem Fleischanteil in der Ernährung kommt es zu erheblichen individuellen Unterschieden bei der Aufnahme. Absolut defizitär ist die Zufuhr bei Vegetariern einzuschätzen, da pflanzliche Nahrung praktisch kein L-Carnitin enthält. Beim Übergang zu vegetarischer Ernährung steigen damit die Ansprüche an die Eigensynthese.

## Körperliche Belastungen erhöhen den Bedarf

Im Allgemeinen passt sich die L-Carnitinsynthese nur träge dem Bedarf an. Eine unzureichende Anpassungsfähigkeit, die auch erblich bedingt sein kann, wird dann problematisch, wenn sich der Bedarf plötzlich erhöht. Eine solche Situation entsteht bei körperlichen Belastungen, bei denen nicht nur die Anforderungen seitens des Stoffwechsels, sondern auch die L-Carnitinverluste deutlich ansteigen.

Es gibt gesicherte Befunde, dass Langzeitausdauerbelastungen mit einer erhöhten Ausscheidung von L-Carnitin im Urin verbunden sind. Wenn diese Verluste, die ausschließlich auf Kosten des L-Carnitinbestandes der Skelettmuskulatur gehen, nicht ständig durch die körpereigene Synthese und die Nahrung ausgeglichen werden, kann es zeitweilig zum **L-Carnitinmangel** und damit zu Einschränkungen bei der Fettverbrennung in den Muskelfasern kommen.

Die zwangsläufig höhere Inanspruchnahme der Kohlenhydratreserven hat dann

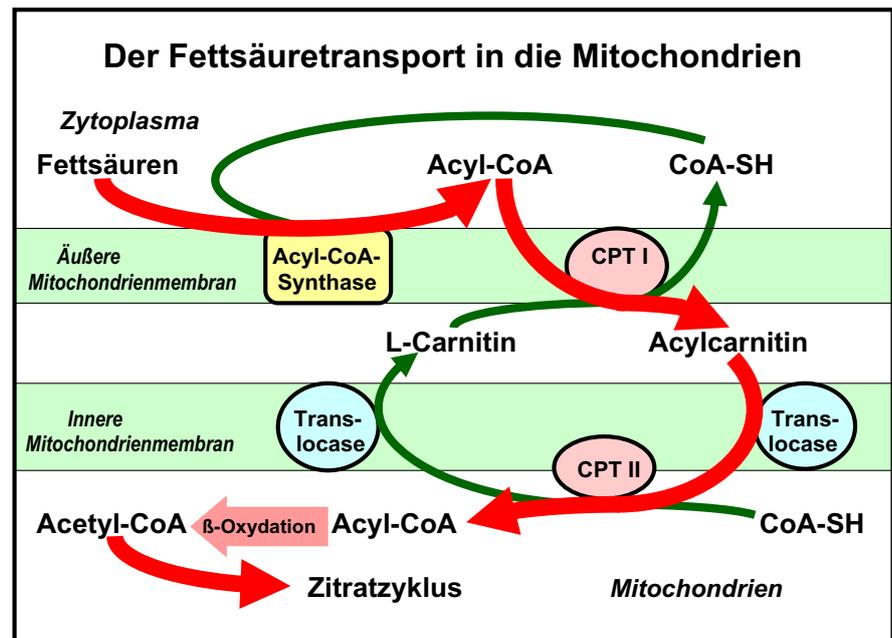


Abb. 2: Die Mitochondrien besitzen zwei Membranen. In der äußeren befinden sich die Acyl-CoA-Synthase, welche die Fettsäurereste an Coenzym A bindet, und die CPT I, welche die Fettsäurereste auf L-Carnitin überträgt. Das gebildete Acyl-Carnitin wird anschließend durch die innere Mitochondrienmembran transportiert. Im Innenraum der Mitochondrien erfolgt durch die CPT II die Rückübertragung der Fettsäurereste auf Coenzym A. L-Carnitin geht zurück und steht danach für weitere Transporte zur Verfügung.

eine früher einsetzende Ermüdung zur Folge.

## Supplementierung ist kein Doping

Eine negative L-Carnitinbilanz, die entweder durch unzureichende Eigensynthese bzw. Zufuhr oder erhöhten Verbrauch bzw. Verlust verursacht sein kann, sollte durch Supplementierung mit entsprechenden Präparaten zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit und Vermeidung gesundheitlicher Schädigungen ausgeglichen werden. Die Kriterien, die für ein Dopingmittel gelten, werden von L-Carnitin nicht erfüllt, da es sich dabei um eine körpereigene Substanz ohne unerwünschte Nebenwirkungen handelt, deren belastungsbedingte Mehrausscheidung kompensiert werden soll. Im Fußball begann die italienische Nationalmannschaft als erstes Team bei der WM 1982 mit der Supplementierung und besiegte im Endspiel die BRD-Auswahl mit 3:1.

Generelle Dosierungsempfehlungen existieren nicht. Als Richtlinie werden 0,5-1 g täglich empfohlen, wobei die Dosis von der Belastung und der Ernährung, insbesondere vom Fleischkonsum, abhängt. Positive Effekte einer Supplementierung in Richtung des Abbaus der Fettdepots beim Kraftsportler oder der Schonung der Gly-

kogenreserven beim Ausdauersportler sind nur zu erwarten, wenn tatsächlich eine Limitierung des Fettabbaus durch L-Carnitin, z. B. infolge genetisch verminderter Synthesekapazität, vorliegt. Aus der L-Carnitinkonzentration im Blut lassen sich keine eindeutigen Schlüsse ziehen. Es bleibt nur der Versuch, den Einfluss von L-Carnitin auf die eigene Leistungsfähigkeit selbst zu testen. Eine zusätzliche Zufuhr von 1 g/Tag ist dabei nicht nur völlig unbedenklich, sondern auf Grund weiterer Wirkungen des L-Carnitins sogar günstig.

## Carnitin ist mehr als ein Fettsäurecarrier

Die derzeitige L-Carnitinforschung erstreckt sich auf weit mehr als den hier beschriebenen klassischen Wirkungsmechanismus. Die aktuellen Ergebnisse sprechen für generelle membranstabilisierende sowie regulatorische Wirkungen des L-Carnitins. Sie betreffen Herz-Kreislauf-, Nerven-, Hormon- und Immunsystem. Damit lässt sich der Einsatz von L-Carnitin bei der Behandlung zahlreicher Erkrankungen begründen. Dazu gehören u. a. Herzinfarkt und Herzrhythmusstörungen, Fettstoffwechsel- und Durchblutungsstörungen, Diabetes, Adipositas, Thrombosen, Infektionen, Leberschädigungen, Alzheimer und Krebs.