

das heißt, je höher die Dosis, desto höher die Wirkung. Natürlich auch, indem es den Ihnen bekannten PGC-1 $\alpha$ -Signalweg aktiviert. Was halten wir von diesen Ergebnissen? Noch nicht so viel. Dennoch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Magnesium enorm wichtig für die Mitochondriengesundheit ist (vgl. Ha et al. 2015).

### 5.5.2 Dem Altern entgegenwirken: Beispiel Proteine

Proteine können speziell im Alter Leben retten. Oder das Lebensgefühl. Leider nimmt die Mitochondrienfunktion mit dem Alter ab – es entsteht weniger ATP, also Lebensenergie. Dagegen sollten Sie etwas tun. Die gute Nachricht ist, dass es hierfür möglicherweise eine Lösung gibt.

Der berühmte Biochemiker Bruce Ames beobachtete das gleiche Phänomen an seinen Ratten. Die wurden im Alter lethargisch und faul. Das kann man biochemisch genau messen: Die alten Ratten produzierten deutlich weniger ATP als Jungtiere. Als Folge arbeitete Ames an einer Lösung und fand sie auch: Er verabreichte seinen Tieren einen Cocktail, der aus lediglich zwei Substanzen bestand, nämlich aus  $\alpha$ -Liponsäure und L-Carnitin. Die Ergebnisse waren berauschend. Ames selbst sagte später in einem Interview: Die alten Ratten tanzten den Macarena.

Der Grund hierfür war, dass L-Carnitin die Mitochondrienfunktion deutlich verbesserte. Die alten mit Carnitin gefütterten Ratten bewegten sich im Vergleich zu den normal gefütterten alten Ratten doppelt so viel. Das Problem dabei war nur, dass alte Mitochondrien mehr freie Radikale produzieren. Die durch Carnitin gesteigerte Mitochondrienaktivität verstärkte dies zusätzlich. Deshalb packte Ames das starke Antioxidans  $\alpha$ -Liponsäure dazu. Resultat: jugendliche Mitochondrien (vgl. Hagen et al. 2002).

L-Carnitin bastelt Ihr Körper aus zwei Aminosäuren. Da sich L-Carnitin vor allem im Muskel finden lässt, können Sie es allerdings auch aufnehmen, indem Sie Proteine in Form von Fleisch essen. Also: Eiweiß. Aminosäuren. Aminosäuren können Sie auch einzeln verabreichen, zum Beispiel in Form von EAA-Getränken. EAA steht für „essenzielle Aminosäuren“ („essential amino acids“). Verabreicht man solche Drinks Ratten, die bereits etwas in die Jahre gekommen sind, steigt der Energie-, sprich ATP-Gehalt der Muskulatur wieder an. Lässt man solche Tierchen Schwimmtests bei maximaler Belastung absolvieren, beobachtet man eine „dramatische Verlängerung“ der Zeit bis zur Erschöpfung (Chen et al. 2008).

Teil solcher EAA-Mischungen sind auch BCAA („branched-chain amino acids“), verzweigtkettige Aminosäuren. Es gibt drei BCAA: Leucin, Isoleucin und Valin. Diese Aminosäuren sind für Sie essenziell. Auch sie kann man einzeln geben. Es zeigt sich, dass die Gabe dieser BCAA die Anzahl der Mitochondrien in der Muskulatur regulieren kann. Das verlängert entsprechend auch die Lebensspanne der Tiere (Valerio et al. 2011). Übrigens: Die BCAA-Gabe ließ Stickoxid, ein Gas, im Blut der Tiere ansteigen. Blockierte man die Bildung des Stickoxids, blieben die Effekte aus. Was es mit Stickoxid auf sich hat und wieso dieses Gas so wichtig für Sie ist, erfahren Sie in ► [Kap. 8](#).

Bruce Ames wies uns auf ein entscheidendes Detail hin: Mitochondrienfunktion gut und schön. Wir müssen allerdings immer bedenken, dass in den Mitochondrien auch Sauerstoffradikale („freie Radikale“) entstehen – wo gehobelt wird, fallen schließlich Späne. Deshalb müssen wir uns vor solchen Radikalen schützen.

Die gute Nachricht: Das Masterantioxidans im Körper, sozusagen der Chef der Radikalenabwehr, besteht auch aus drei Aminosäuren, nämlich Glutaminsäure, Cystein und Glycin. Die Rede ist von Glutathion. Dieses Glutathion ist Teil eines riesigen Netzwerks an körpereigenen und zugeführten Antioxidanzien. Noch eine gute Nachricht: Sämtliche körpereigene Antioxidationsenzyme bestehen aus Eiweiß, also Aminosäuren. Manche von ihnen funktionieren ohne Hilfe, manche brauchen noch ein Metallion, damit sie funktionieren:

- Katalasen brauchen Eisen.
- Peroxidasen brauchen Eisen.
- Superoxiddismutasen brauchen Mangan, Kupfer und Zink.
- Glutathionperoxidasen brauchen Kupfer und Selen.

5

Sie brauchen sich diese komplizierten Namen natürlich nicht zu merken. Die Begriffe „Eiweiß“ und „Aminosäuren“ sollten Sie allerdings nicht vergessen!

Denken Sie bitte daran, dass Ihre eigene Biologie nicht „einfach funktioniert“, so wie wir das im Biounterricht der Mittelstufe gelernt haben. Sie reagiert sehr wohl auf das, was Sie tun – oder eben nicht tun:

- Eine leichte Spurenelementdefizienz senkt die antioxidative Kapazität Ihrer Zellen bzw. Ihres Körpers (Rosa et al. 1980).
- Füttert man Whey-Protein, das sehr reich an der Aminosäure Cystein ist, steigt auch das Glutathion an (Bounous und Gold 1991).

Sie haben es also, wie so oft, selbst in der Hand. In diesem Fall: Proteine. Aminosäuren.

## 5.6 Zelluläre Leistungsfähigkeit III: Sie brauchen Proteinmangel

Eben besprochen wir die positiven Effekte von Nahrungsproteinen. Jetzt, direkt danach, gibt es ein Kapitel, das Ihnen erklären wird, weshalb Sie auch das Gegenteil davon brauchen. Sie verstehen diese Zyklen und Dualismen mittlerweile sicher gut. Und dieses Kapitel folgt dem vorigen aus diesem Grund ganz bewusst.

Es gibt einige Populationen auf dieser Welt, die besonders lange leben. Sie finden diese besonders langlebigen Menschen in Loma Linda (Kalifornien), auf Ikaria (einer griechischen Insel), auf der Nicoya-Halbinsel (Costa Rica), auf Sardinien oder in Okinawa (Japan). Geographische Bereiche, in denen besonders viele langlebige Menschen leben, wurden „Blaue Zonen“ (engl. „blue zones“) getauft.

Natürlich hat man diese Menschen sehr genau untersucht, vor allem mit Blick auf den Lebensstil und das Ernährungsverhalten. Herausgefunden haben Wissenschaftler, dass sich dort lebende Menschen hauptsächlich von pflanzlichen Lebensmitteln ernähren. Und das bedeutet: Der Proteinanteil der Ernährung fällt klein aus.

Sie lernten bereits Dr. Sinclair kennen. In Kalifornien sitzt ein Wissenschaftler mit sehr ähnlichen Interessen. Der heißt Valter Longo und ist Direktor des Institute of Longevity an der School of Gerontology der Universität von Südkalifornien in Los Angeles (UCLA). Der leitete aus seinen Forschungen und dem Ernährungsverhalten von langlebigen Menschen der „blue zones“ ab, dass Sie für ein möglichst krankheitsfreies, sprich gesundes Leben einen niedrigen Proteinanteil in der Ernährung brauchen – und

sich hauptsächlich vegan ernähren sollten. Er postuliert auch, und das wird Sie nicht überraschen, dass Fasten ebenso essenziell für das Gesundbleiben ist. Stichwort AMPK.

Doch wieso ausgerechnet wenig Eiweiß? Nun: Wann immer Sie die Kalorienzufuhr drosseln, schalten Ihre Zellen das Langlebigkeits- und Antistressprogramm ein. Kalorienrestriktion ist genau aus diesem Grund das einzige Mittel, das nachgewiesenermaßen das Leben sämtlicher Organismen verlängert. Kalorienrestriktion schaltet dabei auch ein mächtiges Programm zum Recyceln von Protein- und Zellschrott an. Ihre Zellen sind voll bis oben hin mit Proteinen und Funktionseinheiten (z. B. Mitochondrien) – einiges davon funktioniert nicht mehr richtig und muss entsorgt werden. Reicht sich der Protein- bzw. Zellschrott an, werden wichtige zelluläre Abläufe blockiert. Sind Mitochondrien defekt, produzieren Ihre Zellen vielleicht zu wenig Energie. Ein Teufelskreis. Zum Glück gibt es ein Recyclingprogramm, das wie eine Müllabfuhr den Schrott aufammelt und verdaut – die *Autophagie*.

Das Wichtige dabei ist, dass Kalorienrestriktion nur wirkt, wenn Zellen diese Autophagie starten können. Heißt: Die Autophagie ist unbedingt notwendig, damit die Effekte der Kalorienrestriktion überhaupt zum Tragen kommen. Der Punkt ist:

- Extraproteine können das Anschalten der Autophagie unterdrücken.
- Ein niedriger Proteingehalt kann die Autophagie starten.

Letzteres sogar ohne, dass Sie dafür die Kalorienzufuhr einschränken müssen (vgl. Longo et al. 2016). Das bedeutet für Sie, wieder einmal: Sie müssen mit Zyklen leben – oder den Verbrauch erhöhen. Heißt: Je nach Lebenssituation brauchen Sie möglicherweise einen hohen Proteingehalt in der Nahrung. Sie brauchen allerdings auch Phasen, in denen Sie die Proteinzufuhr bewusst drosseln. Dann leben Sie für einige Tage so wie Menschen der blauen Zonen. Sie könnten es aber auch anders halten. Ein Muskel, der wachsen will, wirkt wie ein Sog für Aminosäuren, also Proteine. Krafttraining wird also den Verbrauch erhöhen und dafür sorgen, dass die Proteine im Muskel landen.

### **Nichts chronisch, alles gelegentlich: Sie brauchen Zyklen!**

Ein leidiges Thema, nicht wahr? Genau aus jenen Gründen können Sie sich nicht festlegen. Niemand kann Ihnen sagen, dass eine sehr proteinreiche Kost pauschal sehr gesund für Sie ist. Es darf auch stark bezweifelt werden, dass eine proteinarme Kost besonders zielführend ist. Denn Langlebigkeit bedeutet nicht automatisch, dass Sie sich auch gut, fit und gesund *fühlen*. Genau dieser Spagat macht es so schwer, letztlich die richtigen Entscheidungen zu treffen. Sie sind allerdings auf der sicheren Seite, wenn Sie zyklisch leben. Nichts chronisch, alles gelegentlich.

## **Literatur**

- 
- Aggarwal B, Sundaram C, Prasad S, Kannappan R (2010) Tocotrienols, the vitamin E of the 21st century: its potential against cancer and other chronic diseases. *Biochem Pharmacol* 80(11):1613–1631
- Anton S, Leeuwenburgh C (2013) Fasting or caloric restriction for healthy aging. *Exp Gerontol* 48(10):1003–1005
- Banse H, Sides R, Ruby B, Bayly W (2007) Effects of endurance training on VO<sub>2</sub>max and submaximal blood lactate concentrations of untrained sled dogs. *Equine Compar Exercise Physiol* 4(02):89–94