AKOM

NATURHEILKUNDLICH.
ALTERNATIV.
INTEGRATIV.

04
2021

IHR FACHMAGAZIN FÜR ANGEWANDTE KOMPLEMENTÄRMEDIZIN

Sinusitis – häufig und unangenehm

TCM

Zellgesundheit im Fokus

Mitochondrien

Was Angst mit unseren Patienten macht

Stresserkrankungen

AKOM.media GmbH • Rüdesheimer Str. 40 • 65239 Hochheim • www.akom.media • service@akom.media • Jahrgang 6 • ISSN 2367-3745

Die Zellgesundheit im Fokus

Mitochondrien | Coenzym Q10 als Anti-Aging-Wirkstoff

#Anti-Aging #Antioxidantien #Coenzym Q10
#Energiebildung #Haut #Mitochondrien #Zellgesundheit

Foto: © crevis - Stock.Adobe.com

Philipp Gebhardt

Bisher ist das Altern ein unumkehrbarer biologischer Prozess, bei dem die physiologischen Funktionen allmählich verloren gehen und das Risiko für Krebs, Herz- und Gefäßkrankheiten sowie Demenz ansteigt. Dass sich die Lebenserwartung der Europäer in den letzten 100 Jahren nahezu verdoppelt hat, bedeutet auch, dass die Prävalenz altersassoziierter Erkrankungen gestiegen ist. Aufgrund ihrer Schlüsselrolle im Stoffwechsel nehmen die Mitochondrien eine besondere Stellung im zellulären Alterungsprozess ein. Für die Therapie und Prävention von Erkrankungen, die im Alter gehäuft auftreten, sowie für die Verzögerung von Alterungsprozessen, bieten die in ihnen ablaufenden Stoffwechselprozesse einen wichtigen Ansatzpunkt.

Mitochondrien sind intrazelluläre Organellen, von denen man annimmt, dass sie während der Evolution als Endosymbionten in höher entwickelte Zellen aufgenommen wurden.

In ihrer Rolle als „Kraftwerke der Zelle" bilden sie mehr als 90 Prozent der Energie des Organismus in Form von Adenosintriphosphat (ATP), der universellen Energiewährung der Zelle.

Daneben sind die Mitochondrien von essenzieller Bedeutung für die Herstellung bestimmter Eisenverbindungen, die Synthese von Steroiden, die Aufrechterhaltung der zellulären Redoxhomöostase sowie die Einleitung des programmierten Zelltods.

Mitochondrien bestehen aus einer inneren und einer äußeren Membran (Abb. 1), die aus Proteinen und Phospholipid-Doppelschichten aufgebaut sind. Die äußere Membran ermöglicht einen kontrollierten Stoffaustausch mit der Umgebung, während

Glossar

Adenosintriphosphat (ATP): Universelle Energiewährung der Zelle

Atmungskettenkomplexe: Proteinstrukturen der aeroben Energiebildung

Dermis: Kollagenfaserreiche Hautschicht unter der Epidermis

Epidermis: Äußere Zellschicht der Haut

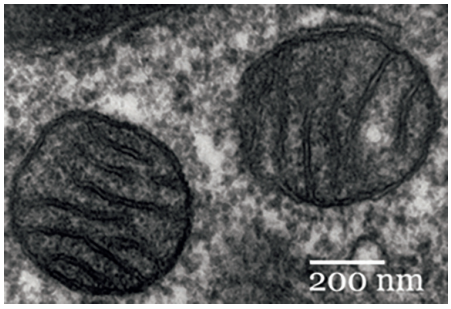
Epithelzellen: Zellen des Deckgewebes

Fibroblasten: Bildungszelle des faserigen Bindegewebes

Keratinozyten: spezialisierte Zellen der Epidermis

Malondialdehyd (MDA): Marker für oxidative Membranschäden

Mitochondrien: Zellorganellen, „Kraftwerke der Zellen"



1 Mitochondrien unter dem Elektronenmikroskop. Die inneren Membranstrukturen sind deutlich zu sehen.

die innere Mitochondrienmembran die Atmungskette trägt. An den Atmungskettenkomplexen findet die oxidative Phosphorylierung, die Energiegewinnung unter Sauerstoffverbrauch, statt.

Im Vergleich zur anaeroben Glykolyse, bei der aus einem Mol Glucose zwei Mol ATP gewonnen werden können, ist die aerobe Form der Energiegewinnung 18-mal effizienter. Bei den Reaktionen mit Sauerstoff entstehen jedoch als Nebenprodukte reaktionsfähige Verbindungen, sogenannte „freie Radikale", die mitochondriale und zelluläre Membran- und Proteinstrukturen schädigen können. Besonders anfällig gegenüber radikalinduzierten Schäden ist das mitochondriale Erbgut, das aufgrund der bakteriellen Vergangenheit der Mitochondrien eher einfach aufgebaut ist. Mit zunehmendem Alter treten vermehrt oxidative Schäden an den Mitochondrien auf. Es kommt zu Mutationen der mitochondrialen DNS, mit der Folge einer abnehmenden Verfügbarkeit an Energie in Form von ATP und dem fortschreitenden Verlust zellulärer Funktionen. [1]

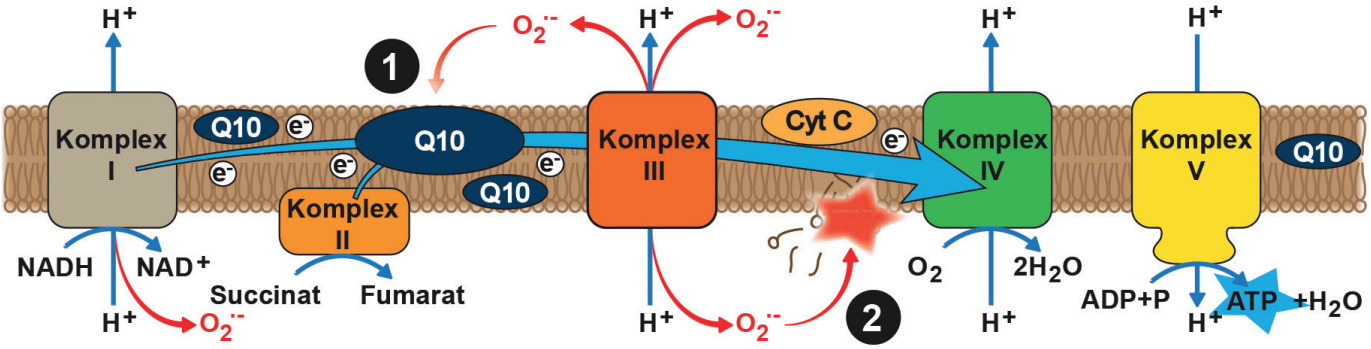
Die Rolle von Coenzym Q10 im Zellstoffwechsel

Die Atmungskettenkomplexe werden durch Proteine gebildet, die an der inneren Mitochondrienmembran lokalisiert sind. Im Zuge einer sogenannten „kontrollierten Knallgasreaktion" werden an den Atmungskettenkomplexen Elektronen und Protonen stufenweise auf Sauerstoff übertragen. Aufgrund seines fettlöslichen Charakters fügt sich Coenzym Q10 in zelluläre und mitochondriale Membranstrukturen ein. In den Mitochondrien hat das Coenzym eine Schlüsselfunktion als Elektronen- und Protonenüberträger, der zwischen den Atmungskettenkomplexen vermittelt. Gleichzeitig ist es ein wichtiges Antioxidans, das freie Radikale neutralisieren kann und damit empfindliche Protein- und Membranstrukturen sowie das mitochondriale Erbgut vor radikalinduzierten Schäden schützt (Abb. 2).

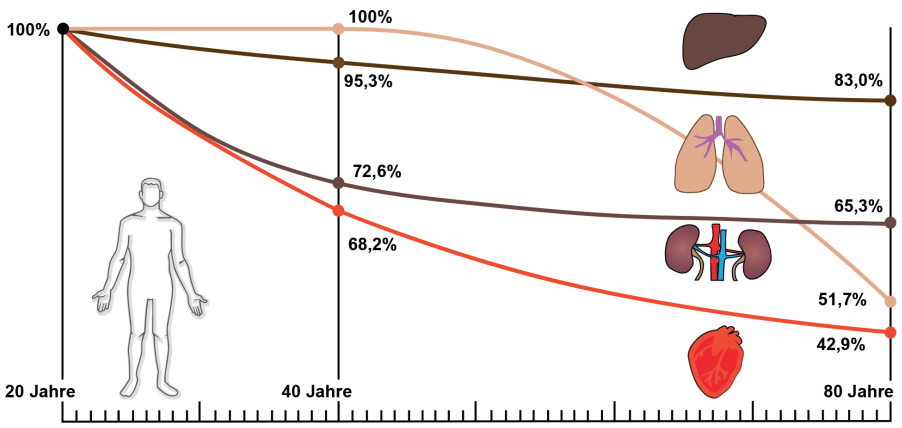
Coenzym Q10 trägt ebenfalls in indirekter Weise zur Verbesserung der antioxidativen Kapazität des Organismus bei, da es andere Antioxidantien wie Vitamin C und E regenerieren kann, die dadurch ebenfalls vermehrt freie Radikale abfangen können. Besonders hohe Konzentrationen des Coenzyms finden sich deshalb vor allem in Organen mit hohem Energieumsatz, wie der Leber, den Nieren und dem Herzen. Die körpereigene Coenzym-Q10-Synthese nimmt mit zunehmendem Alter ab (Abb. 3). [2] Mit den sinkenden Gewebskonzentrationen kommt es zu einer Zunahme radikalinduzierter Schäden, die durch entsprechende Marker nachgewiesen werden können. [3]

Coenzym Q10 als Anti-Aging-Wirkstoff

Eine Coenzym-Q10-Supplementation kann die Entstehung von Schäden, die mit dem Alterungsprozess einhergehen, abmildern bzw. die Mitochondrienfunktion, die sich mit zunehmendem Alter verschlechtert, entscheidend verbessern. Besonders die Haut ist einer Reihe von schädlichen Einflüssen ausgesetzt, von denen die ultraviolette (UV)-Komponente der Sonnenstrahlung eine besondere Stellung einnimmt. Vor allem die langwellige UVA-Strahlung kann bis in tiefe Hautschichten vordringen



2 Atmungskette und Radikalbildung: Bei der oxidativen Phosphorylierung in den Mitochondrien werden Elektronen (e-) von Komplex I und II der Atmungskette auf Coenzym Q10 übertragen, das diese auf Komplex III und über Cytochrom C letztendlich auf Komplex IV überträgt. Die Elektronen werden dabei auf ein niedrigeres Energielevel gebracht und die frei werdende Energie dazu genutzt, Protonen (H+) durch die Membran zu pumpen, um einen elektrochemischen Gradienten aufzubauen. An Komplex IV werden die Elektronen auf Sauerstoff übertragen, um unter Protonenverbrauch Wasser zu bilden. Der Protonenüberschuss auf der Membraninnenseite wird an Komplex V abgebaut. Das hier lokalisierte Enzym ATP-Synthase nutzt die Energie des Protonenflusses, um ATP aus ADP und Phosphor zu regenerieren. Vor allem an Komplex I und III werden Elektronen jedoch auch auf Sauerstoff übertragen, wodurch Superoxidradikale (O2-) entstehen. Schätzungen zufolge liegt die Superoxidbildung im Bereich von 2 Prozent des Sauerstoffumsatzes der oxidativen Phosphorylierung. Sauerstoffradikale können jedoch durch Antioxidantien wie Coenzym Q10 neutralisiert werden (1). Eine unzureichende antioxidative Kapazität ruft verstärkt radikalinduzierte Schäden an Protein- und Membranstrukturen hervor (2).



3 Da Coenzym Q10 vom Körper selbst gebildet werden kann, stellt es per Definition kein Vitamin dar. Die Bildung des Coenzyms nimmt jedoch im Alter ab. Eine Abnahme der Q10-Konzentrationen zeigt sich mit zunehmendem Alter in verschiedenen Geweben unterschiedlich ausgeprägt. Am deutlichsten ist demnach die Abnahme im Herzmuskelgewebe. Im Alter von 40 Jahren konnten etwa noch 70 Prozent der Konzentrationen gemessen werden, die im Alter von 20 Jahren gemessen werden konnten. Bei einem Alter von 80 Jahren wurden dagegen Werte von lediglich etwa 43 Prozent gemessen.

und die Bildung von freien Radikalen initiieren, wodurch neben epidermalen Zellen auch die Fibroblasten der Dermis geschädigt werden.

Dagegen wird die kurzwellige UVB-Strahlung zum großen Teil bereits in der Epidermis absorbiert, wodurch Schäden an DNS und Proteinen in epidermalen Keratinozyten entstehen. Da die Energiebildung für den Zellstoffwechsel und die zelluläre Reparaturkapazität eine entscheidende Rolle spielt, wirkt sich eine photostressinduzierte Störung der Mitochondrienfunktion auf die betroffenen Hautzellen in besonderer Weise aus. Nach Bestrahlung menschlicher Hautfibroblasten mit UV-Licht ist eine Abnahme der ATP-Produktion sowie eine Verminderung des mitochondrialen Membranpotentials deutlich messbar. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass eine Inkubation der Zellen mit Coenzym Q10 zu einer beschleunigten Regeneration der zelluläre ATP-Spiegel sowie zur Erhaltung des Membranpotentials der Mitochondrien beiträgt.

Coenzym Q10 scheint daneben ebenfalls Enzyme zu stimulieren, die geschädigte DNS reparieren. [4]

Die mit zunehmendem Alter abnehmende Energiebildung des Organismus kann auch an Hautzellen beobachtet werden. Mit der Zeit verringert sich die mitochondriale Respiration und damit die Synthese von Energie in Form von ATP. Über eine Messung des Respirationsquotienten von Epithelzellen der Epidermis von Spendern verschiedenen Alters konnte dies deutlich dargestellt werden. Die Atmungsparameter verbesserten sich jedoch deutlich, nachdem die Zellen mit Coenzym Q10 inkubiert wurden (Abb. 4). [1]

Es konnte ebenfalls aufgezeigt werden, dass eine orale Supplementation von Coenzym Q10 sichtbare Zeichen des Alterns in positiver Weise beeinflussen kann. In einer neueren Untersuchung (2017) erhielten 33 Studienteilnehmer täglich entweder 50 oder 150 mg einer Coenzym-Q10-Formulierung mit verbesserter Bioverfügbarkeit. Nach 12 Wochen konnte bei den Teilnehmern beider Gruppen eine Reduzierung von Falten und Mikroreliefinien sowie eine verbesserte Hautglätte aufgezeigt werden. Bemerkenswerterweise zeigte die höhere Dosis von Coenzym Q10 eine zusätzliche Verbesserung hinsichtlich der Nasolabialfalten, der Mundwinkellinien und der oberen radialen Lippenlinien. [5]

Coenzym Q10 bei altersassoziierten Erkrankungen

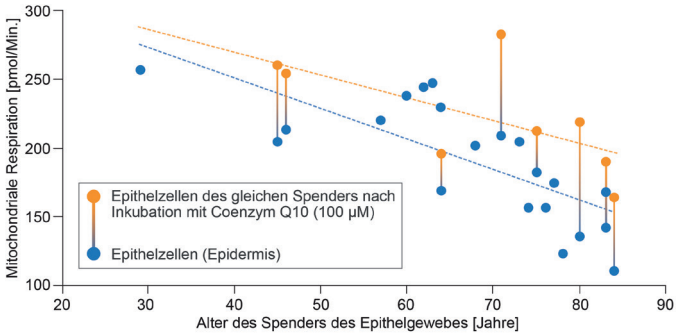
Als lipophiler („fettfreundlicher") Stoff fügt sich Coenzym Q10 in die Phospholipid-Doppelschichten der Zellmembranen ein. Es verbessert die Integrität und erhöht die Fluidität der Membranen, wodurch die Blutkörperchen beweglicher werden und die engen Kapillaren des Gefäßsystems mit geringerem Widerstand passieren können. Nach der Auswertung von insgesamt 362 Datensätzen von Studienteilnehmern mit Bluthochdruck konnte eine Übersichtsarbeit eine mittlere Senkung des systolischen Blutdrucks um 17 mmHg bzw. des diastolischen Blutdrucks um 8 mmHg aufzeigen. [6]

Die höchsten Konzentrationen des Coenzyms finden sich im Herzen, da auch der Anteil an Mitochondrien in den Herzmuskelzellen besonders hoch ist. Da die Kapazität der Energieerzeugung im Herzmuskel von ausreichend hohen Coen-

Kraftwerke der Zellen

Mit zunehmendem Lebensalter steigt das Risiko verschiedener Erkrankungen. Die Mitochondrien sind als „Kraftwerke der Zellen" für die Prävention und Therapie entsprechender Erkrankungen von besonderer Bedeutung. Im Zuge der oxidativen Phosphorylierung über die in den Mitochondrien enthaltene Atmungskette werden mehr als 90 Prozent der Energie des Organismus in Form von ATP gebildet.

Dabei entstehen jedoch auch größere Mengen an Sauerstoffradikalen, die mit verschiedenen Alterungsprozessen in Verbindung gebracht werden. In der Atmungskette dient Coenzym Q10 als Elektronen- und Protonenüberträger. Daneben ist Coenzym Q10 ein starkes fettfreundliches Antioxidans, das sich in Mitochondrien- und Zellmembranen anreichert und diese vor radikalinduzierten Schäden schützt. Deshalb hat Coenzym Q10 einen hohen präventiven und therapeutischen Stellenwert und wird hinsichtlich seiner Eigenschaften als Anti-Aging-Wirkstoff untersucht.



4 Wirkung von Coenzym Q10 auf die mitochondriale Respirationsrate von Epithelgewebe mit Trendlinien. Mit zunehmendem Alter kommt es zu einer Abnahme der mitochondrialen Respiration und der ATP-Synthese. Eine Inkubation des Gewebes mit Coenzym Q10 führte zu einer deutlichen Zunahme der Respiration, die auf eine Verbesserung der Atmungskettenfunktion zurückgeführt wurde. [nach 1]

zym-Q10-Spiegeln in den Mitochondrien abhängig ist, können bereits geringe Defizite zu einer Verschlechterung der Herzfunktion führen.

Bei Herzinsuffizienz ist eine Coenzym-Q10-Supplementation mit deutlich positiven Effekten auf die Schwere der Erkrankungssymptome assoziiert.

Dies konnte im Zuge der Q-Symbio-Studie mit 420 Teilnehmern deutlich herausgestellt werden. Während im Studienzeitraum von zwei Jahren bei 26 Prozent der Teilnehmer aus der Placebogruppe ein schweres kardiales Ereignis auftrat, war dies lediglich bei 15 Prozent der Teilnehmer der Fall, die täglich 300 mg Coenzym Q10 erhielten. Die Sterblichkeit der Teilnehmer der Verumgruppe war mit 10 Prozent gegenüber 18 Prozent unter den Teilnehmern der Placebogruppe deutlich geringer. Die Supplementation des Wirkstoffs in der entsprechenden Dosierung über einen langen Zeitraum wurde dabei als sicher angesehen. [7]

Auch bei der Stoffwechselerkrankung Diabetes mellitus kommt es zu einer hohen oxidativen Belastung des Organismus. Vor allem beim Typ 2 führen die hohen Glucosekonzentrationen in Verbindung mit reaktionsfreudigen Radikalen zu einer Glykosylierung von Proteinstrukturen wie antioxidativen Schutzenzymen, wodurch sich die antioxidative Kapazität des Stoffwechsels weiter verschlechtert. [8] Eine Coenzym-Q10-Supplementation ist deshalb für diabetische Patienten besonders empfehlenswert. Sie führt häufig zu einer signifikanten Verbesserung der Insulinresistenz bzw. der Funktion der β-Zellen. Daneben konnte auch eine Senkung der Konzentrationen des Malondialdehyds (MDA) aufgezeigt werden. MDA entsteht durch Oxidation von ungesättigten Fettsäuren und wird als Marker für eine radikalinduzierte Schädigung von Zellmembranen herangezogen. [9] Auch eine Verbesserung hinsichtlich der diabetischen Polyneuropathie konnte durch eine Coenzym-Q10-Supplementation erzielt werden. [10]

Da auch bestimmte Nebenwirkungen von Medikamenten auf dem Boden einer vermehrten Radikalbildung entstehen, ist eine Coenzym-Q10-Supplementation bei Pharmakotherapien empfehlenswert. Insbesondere sollte daran jedoch bei der Einnahme von Statinen gedacht werden, da diese mit der körpereigenen Synthese des Coenzyms interferieren. Die endogene Coenzym-Q10-Biosynthese ist abhängig von der Vorstufe Mevalonsäure, die einen Ausgangsstoff für die aus zehn Isopreneinheiten bestehende Seitenkette des Coenzyms darstellt (Q „10“). Mevalonsäure ist ebenfalls für die körpereigene Cholesterinsynthese erforderlich.

Über die Inhibierung des Enzyms HMG-CoA-Reduktase ist eine cholesterinsenkende Medikation mit Statinen deshalb gleichzeitig mit einer Verringerung der körpereigenen Coenzym-Q10-Synthese verbunden. Unter Statintherapie konnte ein Absinken des Coenzym-Q10-Blutspiegels um bis zu 40 Prozent gemessen werden. [11] Eine deutliche Reduktion statinassoziierter Nebenwirkungen wie Muskelschmerzen, Muskelschwäche und Krämpfe konnte durch eine Coenzym-Q10-Supplementation (100-600 mg) in einer Übersichtsstudie (2018) mit insgesamt 575 Teilnehmerdaten bestätigt werden. [12]

Fazit

Coenzym Q10 ist ein wirksames Antioxidans. Es kann freie Radikale neutralisieren und damit mitochondriale sowie zelluläre Strukturen vor radikalinduzierten Schäden schützen. In den Mitochondrien, den „Kraftwerken der Zelle“, bildet es zudem einen Elektronen- und Protonenüberträger, von dem die zelluläre Energiebildung in entscheidender Weise abhängt. Als körpereigener Stoff weist Coenzym Q10 eine ausgezeichnete Verträglichkeit auf. Die Konzentration in den Geweben nehmen jedoch mit zunehmendem Alter ab. Eine Supplementation kann über eine Verbesserung der Atmungskettenfunktion zu einer erhöhten Respirationsrate bzw. zu einer Steigerung der ATP-Synthese beitragen. In klinischen Studien konnten positive Effekte auf die Pathogenese altersassoziierter Erkrankungen sowie auf sichtbare Zeichen der Hautalterung nachgewiesen werden.

AKOM

Philipp Gebhardt

nach einem naturwissenschaftlichen Studium und zwölf Jahren Berufserfahrung in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie, davon mehr als fünf Jahre in der Entwicklung von Nahrungsergänzungsmitteln, gründete er sein eigenes Unternehmen, das sich auf Produkte für die Unterstützung und den Schutz der Mitochondrien, der „Kraftwerke der Zelle“, spezialisiert hat.

Kontakt: p.gebhardt@mitotherapie.de