

Coenzym Q10

Ubiquinon und Ubiquinol



Beschreibung

Coenzym Q10

Coenzym Q10 ist ein zentraler körpereigener Co-Faktor des mitochondrialen Energiestoffwechsels. Coenzym Q10 ist entscheidend für die Versorgung aller Zellen mit dem körpereigenen Energieträger ATP (Adenosintriphosphat) und damit für unsere körperliche und geistige Leistungsfähigkeit.

Die höchste Coenzym Q10-Konzentration findet sich in Zellen mit dem höchsten Energiebedarf wie Muskelzellen sowie den Zellen von Herz, Leber, Nieren, Bauchspeicheldrüse und Schilddrüse.

Da Coenzym Q10 in allen lebenden Zellen „ubiquitär“ vorkommt, wird es auch als Ubiquinon bzw. Ubiquinol bezeichnet.

1) Ubiquinon

Ubiquinon stellt die in der Praxis am häufigsten verwendete Form von Coenzym Q10 dar. Ubiquinon fungiert als Elektronenakzeptor und besitzt membranstabilisierende Eigenschaften.

Ubiquinon sorgt dafür, dass eine ausgewogene Energiebilanz das Immunsystem und die Abwehr-

Nährstoffempfehlung

Nährstoffe	Tagesdosis	%NRV*
Coenzym Q10 als Ubiquinol oder Ubiquinon	30,00 – 60,00 mg	**

*Prozentsatz der Nährstoffbezugswerte gem. VO (EU) Nr. 1169/2011 ** Keine Nährstoffbezugswerte vorhanden

Kräfte stärkt. Ubiquinon macht somit den menschlichen Organismus widerstandsfähig gegenüber Krankheitserregern (Pathogenen).

2) Ubiquinol

Ubiquinol stellt die aktive Form von Coenzym Q10 dar. Ubiquinol fungiert als Elektronendonator und besitzt dadurch antioxidative Eigenschaften.

Ubiquinol entsteht durch die Reduktion von Ubiquinon mittels der zinkabhängigen Enzyme Liponamid-Dehydrogenase und Glutathion-Reductase in Kombination mit der selenabhängigen Thioredoxin-Reductase. Durch die Fähigkeit freie Radikale zu binden, schützt Ubiquinol die Zellen auch vor oxidativen Zellschäden.

Coenzym Q10-Status

Der Mensch ist grundsätzlich in der Lage, Coenzym Q10 selbst herzustellen (Biosynthese). Die körpereigene Biosynthese lässt jedoch ab dem 20. Lebensjahr sukzessive nach. Im 40. Lebensjahr beträgt sie 60 – 70% und im 80. Lebensjahr nur noch 40% des täglichen Coenzym Q10-Bedarfs.

Der tägliche Coenzym Q10-Bedarf erhöht sich zusätzlich in folgenden Fällen:

- Erhöhter oxidativer und nitrosativer Zellstress
- Schwerarbeit und sportliche Betätigung
- Chronische Stressbelastungen
- Übermäßiger Alkoholkonsum

- Krankheitsbedingte Störungen der Mitochondrienfunktion (etwa bei Diabetes mellitus, Krebs und Hyperthyreose)
- Einnahme bestimmter Arzneimittel (wie Statine).

Wird der jeweilige Coenzym Q10-Bedarf nicht gedeckt, kann es zu Funktionsstörungen des Organismus kommen. Bereits ab einem Defizit von 25% kommt es zu degenerativen Funktionsstörungen der Zellen und der Organfunktion. Bei einem Defizit von 75% ist mit lebensbedrohlichen Störungen zu rechnen (3).

Eine ausreichende Versorgung mit Coenzym Q10 ist daher von entscheidender Bedeutung für die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit und die Prävention typischer degenerativer Alterserkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems sowie des zentralen Nervensystems.

Physiologische Funktionen von Coenzym Q10

- **Zellenergiestoffwechsel:** Coenzym Q10 ist zentraler Co-Faktor der mitochondrialen Atmungskette (oxidativen Phosphorylierung), bei der ATP (Adenosintriphosphat) als der universelle und unmittelbar verfügbare Energieträger der Zellen hergestellt wird. Für die mitochondriale ATP-Produktion sind sowohl Ubiquinol als auch Ubiquinon wichtig: Ubiquinol als Elektronendonator; Ubiquinon als Elektronenakzeptor (5).
- **Zellschützende Funktion:** Coenzym Q10 ist das einzige, körpereigene fettlösliche Antioxidans. Es schützt Zellmembrane und andere Strukturen (wie DNA, Proteine und Lipide) vor oxidativer Schädigung und regeneriert verbrauchte Antioxidantien (wie wasserlösliches Vitamin C und fettlösliches Vitamin E). Zudem wirkt es neuroprotektiv bei Umwelt- und Strahlenbelastungen (4).
- **Membranstabilisierende Funktion:** Coenzym Q10 besitzt zudem eine membranstabilisierende Funktion, indem es sich direkt in die Membrandoppelschichten der Zellmembrane einlagert und diese damit fluide und funktionsfähig erhält. Coenzym Q10 steuert zudem die Funktion der Ionen-Kanäle (Kalium+, Calcium++), der Wasserkanäle und den Vitamin C-Pumpen der Zellmembrane. Aufgrund dieser physiologischen Funktionen ist das Einsatzgebiet von Coenzym Q10 umfangreich.

Mitochondrien: Mitochondriopathien sind durch eine Beeinträchtigung der Mitochondrienfunktion gekennzeichnet. Als Folge des beeinträchtigten Energiestoffwechsels kommt es zu einem Absinken der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. Die Gabe von Coenzym Q10 führt dabei aber zu einer deutlichen Verbesserung der Mitochondrienfunktion (27). Coenzym Q10 fungiert hierbei als mobiler Elektronentransporter in der Atmungskette zwischen den Enzymkomplexen der Atmungskette und wirkt zusätzlich als lipophiles Antioxidans und damit als Mitochondrienmembranschutz (28).

Coenzym Q10 spielt auch eine zentrale Rolle bei der Energieversorgung der Muskelzellen. Ein verminderter Coenzym Q10-Spiegel kann daher die Muskelfunktion beeinträchtigen. Untersuchungen zeigen, dass die Einnahme von Coenzym Q10 die muskuläre Leistungskraft bei Sportlern steigert. Es kommt aber nicht nur zu einer Leistungssteigerung, sondern auch die Mitochondrien werden geschützt und führen so zu einer schnelleren Regenerationsfähigkeit. Ältere Athleten, beziehungsweise Freizeitsportler konnten durch die Einnahme von Coenzym Q10 eine deutlich höhere Steigerung ihrer Spitzenbelastungsintensität erreichen (29). Bei Patienten mit Muskel-Dystrophien wurde die Wirksamkeit von Coenzym Q10 gegenüber Placebo in Studien untersucht und bestätigt (24).

Nervensystem: Auch Nervenzellen benötigen für eine funktionierende Informationsübertragung ausreichend ATP sowie über einen effektiven Schutz vor freien Radikalen. Coenzym Q10 verbessert einerseits den mitochondrialen Energiestoffwechsel der Nervenzellen und schützt diese als wichtiges Antioxidans vor oxidativen Zellschäden. Nervenkrankheiten, die mit einer oxidativen Schädigung der Mitochondrien und einer unzureichenden Energieversorgung der Nervenzellen verbunden sind können durch eine Supplementation mit Coenzym Q10 verbessert werden (16,17). Chronische Müdigkeit (CFS) und mentale Erschöpfung sind typische Symptome verminderter ATP-Versorgung (21,22). Auch bei Stimmungsschwankungen, Ängsten und Depressionen kann der Einsatz von Coenzym Q10 die Beschwerden verbessern. Coenzym Q10 reguliert den Serotonin-Spiegel und kann so depressiven Verstimmungen entgegenwirken (18).

Bei Morbus Parkinson ist die Aktivität der Atmungskette in den Mitochondrien um bis zu 50% reduziert. Es kommt zu Nervenstörungen mit den typischen Symptomen wie Muskelzittern, Muskelsteife und

Muskelschwäche. Da Coenzym Q10 in der Bereitstellung von ATP in der Atmungskette eine zentrale Rolle spielt, können diese mitochondrialen Defekte teilweise mit der Gabe von Coenzym Q10 überbrückt werden (19). Auch bei Morbus Alzheimer wurden Anzeichen oxidativer Schädigung der mitochondrialen DNA in den Lymphozyten, verbunden mit einem hohen Defizit an Antioxidantien, festgestellt (20).

Herz-Kreislauf-System: Coenzym Q10 ist „der“ zentrale Mikronährstoff zur Kräftigung des Herzmuskels bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Es verbessert die Energieversorgung der Herzmuskelzellen und schützt zugleich vor oxidativen Schäden (6-8). Aufgrund der hohen Dauerbelastung des Herzmuskels wirkt sich eine Unterversorgung mit Coenzym Q10 unmittelbar auf die Herzleistung aus. Die Gabe von Coenzym Q10 kann bei Herzrhythmusstörungen, ischämischen Herzkrankheiten (wie Angina pectoris), Herzversagen und Herzinfarkt die Beschwerden lindern. Auch bei Atherosklerose ist die Gabe von Coenzym Q10 indiziert, da es die Oxidation von LDL-Cholesterin verhindert und die Viskosität des Blutes verbessert (9,10). Coenzym Q10 normalisiert einen erhöhten Blutdruck und verbessert den Blutzuckerspiegel sowie anormale Blutfett-Konzentrationen (14,15).

Leberschutz: Bei Lebererkrankungen ist die Coenzym Q10-Konzentration im Blutserum oft bis zu 50% herabgesetzt. Studien zeigen, dass die Überlebensrate von Leberzellen durch eine Coenzym Q10-Substitution wesentlich ansteigt (11). Coenzym Q10 stellt einen entscheidenden Schutzfaktor für die Leberfunktionen dar und ist für die Entgiftungsfunktionen und die Regenerationsfähigkeit der Leber unentbehrlich (12).

Diabetes Typ 2: Die Entstehung von Diabetes Typ 2 steht im Zusammenhang mit oxidativem Stress. Dabei beeinträchtigt oxidativer Stress einerseits die Bereitstellung von Insulin durch die Pankreas-Zellen und andererseits die Sensitivität der Insulinrezeptoren der Körperzellen. Die Folge ist eine verminderte Ausschüttung von Insulin sowie eine verminderte Insulinantwort der Zellen. Oxidativer Stress ist zudem auch für die Entwicklung von Diabetes-Spätschäden verantwortlich. Coenzym Q10 verringert den oxidativen Stress und verbessert bei Diabetikern die körpereigene Insulinproduktion sowie die Insulinantwort der Zellen (13).

Augen: Die altersbedingte Makuladegeneration (AMD) ist eine der häufigsten Erblindungsursachen.

Bei der Pathogenese von AMD spielt vor allem oxidativer Stress eine entscheidende Rolle. Bei Patienten mit AMD konnte bei einer Gabe von Coenzym Q10 (in Kombination mit Omega-3-Fettsäuren und Acetyl-L-Carnitin) nach einem Jahr eine signifikante Verbesserung der Symptome im Anfangsstadium der AMD festgestellt werden (25,26).

Haut: Coenzym Q10 übernimmt in der Haut eine Schutzfunktion gegen UV-Strahlen und Umweltgiften. Durch die Einnahme von Coenzym Q10 kann der lichtinduzierte oxidative Stress der Hautzellen und damit die Hautalterung verlangsamt werden (30). Die Hautglätte wird deutlich verbessert und es kommt zu einer Verringerung von Falten (31).

Zähne: Parodontitis Patienten weisen regelmäßig einen niedrigen Coenzym Q10-Spiegel im gingivalen Gewebe auf. Die Behandlung mit Coenzym Q10 (Ubiquinon) führt zu einer verbesserten Sauerstoffversorgung des Zahnfleischgewebes und einer deutlichen Reduktion des Entzündungsgrades (23). Das Zahnfleisch wird gefestigt.

Fruchtbarkeit: Spermien besitzen eine sehr hohe Mitochondriendichte, um ihre Leistungsfähigkeit und Überlebensrate zu steigern. Ein Mangel an Coenzym Q10 verringert die Spermienanzahl und die Spermienmotilität signifikant. Die Gabe von Coenzym Q10 kann verbessert die Leistungsfähigkeit und Vitalität von Spermien deutlich (32,33). Bei Frauen beeinflusst ein optimaler Coenzym Q10-Spiegel den Verlauf einer Schwangerschaft günstig.

Praxishinweis

- **Bioverfügbarkeit der Formulierung**

Die Bioverfügbarkeit (Resorptionsrate) von Coenzym Q10 in Form von Pulver bzw. Pulverkapseln beträgt nur 3 bis 5%.

In der medizinischen Praxis ist daher flüssiges Coenzym Q10 in Form von Flüssigkapseln oder Tropfen wegen der schnelleren und höheren Bioverfügbarkeit vorzuziehen. Grund ist die kleinere Partikelgröße von gelöstem Coenzym Q10.

- **Ubiquinon oder Ubiquinol**

Sowohl Ubiquinon als auch Ubiquinol steigern den Plasmaspiegel von Coenzym Q10.

Ubiquinol wird jedoch signifikant besser und schneller resorbiert und hat zudem eine längere

Halbwertszeit als Ubiquinol (5). Das bedeutet, Ubiquinol wirkt bei gleicher Dosis schneller, besser und länger als Ubiquinon.

Ubiquinol ist wegen des speziellen patentierten Herstellungsverfahrens allerdings auch mit höheren Kosten verbunden.

Für die medizinische Praxis bedeutet dies:

Ubiquinon eignet sich primär zur präventiven bzw. therapeutischen Basisversorgung mit Coenzym Q10 zwecks langfristigen Anhebung und Erhaltung des individuellen Coenzym Q10-Plasmaspiegels.

Ubiquinol eignet sich primär für Therapien, bei denen die best- und schnellstmögliche Anhebung des Coenzym Q10-Plasmaspiegels wichtig ist (wie bei Mitochondriopathien, CFS, Burnout und Herzinsuffizienz). Nach Erreichen des gewünschten Plasmaspiegels kann langfristig dann auf eine kostengünstigere Basisversorgung mit Ubiquinon umgestellt werden.

Anwendungsempfehlung

- Die empfohlene Tagesdosis zur Basisversorgung bis zur Erreichung des jeweiligen Therapieziels zu den Mahlzeiten einnehmen, soweit im Einzelfall nicht anders indiziert.
- Eine Daueranwendung ist empfehlenswert.
- Kann auch bei Kindern angewendet werden.
- Die körpereigene (endogene) Produktion von Coenzym Q10 wird durch die Einnahme als Nahrungsergänzung nicht gestört, sondern individuell ergänzt. Studien zeigen, dass nach dem Absetzen von Coenzym Q10 als Nahrungsergänzung der Coenzym Q10-Plasmaspiegel auf den alten Wert zurückkehrt (34).

Anwendungsbereich

1. Mitochondriopathien
2. Körperliche Leistungsfähigkeit
3. Mentale Leistungsfähigkeit bei chronischer Müdigkeit (CFS) und mentaler Erschöpfung sowie bei Stimmungsschwankungen, Ängsten und Depressionen
4. Stärkung der Herz-Kreislauf-Funktion

5. Leberstärkung
6. Begleitend bei Diabetes Typ 2
7. Hautgesundheit
8. Augengesundheit
9. Parodontitis, Gingivitis und Stomatitis
10. Fruchtbarkeit

Sinnvolle Anwendungskombinationen

- Vitamin B3 in der Form von Niacin zählt zu den „mitotropen“ Vitaminen. Wie Q10 kommt es ubiquitär in allen Zellen unseres Organismus vor. Niacin ist ein wichtiger Co-Faktor bei der zellulären Energiegewinnung in den Mitochondrien und arbeitet mit Ubiquinol zusammen, siehe B-Vitamine für den Energiestoffwechsel Nährstofftipp 10020601.
- Coenzym 1 – NADH ist die Abkürzung für die reduzierte Form der biologischen Substanz Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid. Coenzym 1 – NADH ist ein weiterer wichtiger Co-Faktor im mitochondrialen Energiestoffwechsel zur Gewinnung von ATP. Die Coenzyme Coenzym 1 NADH und Coenzym Q10 unterstützen sich hierbei synergistisch, siehe Nährstofftipp 100200551 und 10020545.

Wechselwirkungen

Auf Grund der strukturellen Ähnlichkeit mit Vitamin K2 ist bei gleichzeitiger Einnahme eine verminderte Wirkung von Warfarin möglich.

Literatur

- 1) Legendijk J, et al (1996). Measurement of the ratio between the reduced and oxidized forms of coenzyme Q10 in human plasma as a possible marker of oxidative stress. *J Lipid Res.* 37(1):67-75
- 2) Yamamoto Y, et al (1997). Plasma ratio of ubiquinol and ubiquinone as a marker of oxidative stress. *Mol Aspects Med.* 18 Suppl:S79-84.

- 3) Schmidt E, Schmidt N: Leitfaden Mikronährstoffe. Orthomolekulare Prävention und Therapie. 1. Auflage. Urban & Fischer Verlag, München 2004].
- 4) Sharma S, et al (2004). Neuroprotective actions of coenzyme Q10 in Parkinson's disease. *Methods Enzymol.* 382:488-509
- 5) Langsjoen PH, et al (2014). Comparison study of plasma coenzyme Q10 levels in healthy subjects supplemented with ubiquinol versus ubiquinone. *Clin Pharmacol Drug Dev.* 3(1):13-7.
- 6) Singh RB, et al (1998). Randomized, double-blind placebo-controlled trial of coenzyme Q10 in patients with acute myocardial infarction. *Cardiovasc Drugs Ther.* 12(4):347-53.
- 7) Langsjoen H, et al (1994). Usefulness of coenzyme Q10 in clinical cardiology: a long-term study. *Mol Aspects Med.* 15 Suppl:s165-75.
- 8) Langsjoen PH, Folkers K. Long-term efficacy and safety of coenzyme Q10 therapy for idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 1990 Feb 15;65(7):521-3.
- 9) Mohseni M, et al. Effects of coenzyme q10 supplementation on serum lipoproteins, plasma fibrinogen, and blood pressure in patients with hyperlipidemia and myocardial infarction. *Iranian Red Crescent Medical Journal. Kowsar;* 2014 Oct;16(10):e16433.
- 10) Allen RM, Vickers KC. Coenzyme Q10 increases cholesterol efflux and inhibits atherosclerosis through microRNAs. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* American Heart Association, Inc; 2014 Sep;34(9):1795-7.
- 11) Matsura T, et al (1995). Protective effects of coenzyme Q10 and α -stark tocopherol against free radical-mediated liver cell injury. *Redox Rep.* 1(5):343-7
- 12) Farhangi MA, et al (2014). Oral coenzyme Q10 supplementation in patients with nonalcoholic fatty liver disease: effects on serum vaspin, chemerin, pentraxin 3, insulin resistance and oxidative stress. *Arch Med Res.* 45(7):589-95.
- 13) Shen Q, et al (2015). Supplementation of Coenzyme Q10 among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Healthcare (Basel).* 3(2):296-309.
- 14) Raygan F, et al (2015). The effects of coenzyme Q10 administration on glucose homeostasis parameters, lipid profiles, biomarkers of inflammation and oxidative stress in patients with metabolic syndrome. *Eur J Nutr.* 2015 Sep 18.
- 15) Singh RB, et al (1999). Effect of hydrosoluble coenzyme Q10 on blood pressures and insulin resistance in hypertensive patients with coronary artery disease. *J Hum Hypertens.* 13(3):203-8.
- 16) Beal MF (2004). Mitochondrial dysfunction and oxidative damage in Alzheimer's and Parkinson's diseases and coenzyme Q10 as a potential treatment. *J Bioenerg Biomembr.* 36(4):381-6
- 17) Yang X, et al (2016). Neuroprotection of Coenzyme Q10 in Neurodegenerative Diseases. *Curr Top Med Chem.* 16(8):858-66.
- 18) Sanoobar M, et al (2016). Coenzyme Q10 as a treatment for fatigue and depression in multiple sclerosis patients: A double blind randomized clinical trial. *Nutr Neurosci.* 19(3):138-43
- 19) Yoritaka A, et al (2015). Randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial of reduced coenzyme Q10 for Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 21(8):911-6.
- 20) Dumont M, et al (2011). Coenzyme Q10 decreases amyloid pathology and improves behavior in a transgenic mouse model of Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis.* 2011;27(1):211-23.
- 21) Castro-Marrero J, et al. Does oral coenzyme Q10 plus NADH supplementation improve fatigue and biochemical parameters in chronic fatigue syndrome? *Antioxid Redox Signal.* 2015.
- 22) Sanoobar M, et al (2015). Coenzyme Q10 as a treatment for fatigue and depression in multiple sclerosis patients: A double blind randomized clinical trial; *Nutr Neurosci.* 2015 Jan 20.
- 23) Manthena S, et al (2015). Effectiveness of CoQ10 Oral Supplements as an Adjunct to Scaling and Root Planing in Improving Periodontal Health. *J Clin Diagn Res.* 9(8):ZC26-8
- 24) Folkers K, et al (1995). Two successful double-blind trials with coenzyme Q10 (vitamin Q10) on muscular dystrophies and neurogenic atrophies. *Biochim Biophys Acta.* 24;1271(1):281-6

- 25) Feher J, et al (2005). Improvement of visual functions and fundus alterations in early age-related macular degeneration treated with a combination of acetyl-L-carnitine, n-3 fatty acids, and coenzyme Q10. *Ophthalmologica*. 219(3):154-66.
- 26) Blasi MA, et al (2001). Does coenzyme Q10 play a role in opposing oxidative stress in patients with age-related macular degeneration? *Ophthalmologica*. 215(1):51-4.
- 27) Migliore L, et al (2004). Evaluation of cytogenetic and DNA damage in mitochondrial disease patients: effects of coenzyme Q10 therapy. *Mutagenesis*. 19(1):43-9.
- 28) Hargreaves IP (2014). Coenzyme Q10 as a therapy for mitochondrial disease. *Int J Biochem Cell Biol*. 49:105-11.
- 29) Alf D, et al (2013). Ubiquinol supplementation enhances peak power production in trained athletes: a double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr*. 29;10:24.
- 30) Rinnerthaler M, et al (2015). Oxidative Stress in Aging Human Skin. *Biomolecules*. 5(2): 545-589.
- 31) Žmitek K, et al (2016). The effect of dietary intake of coenzyme Q10 on skin parameters and condition: Results of a randomised, placebo-controlled, double-blind study. *Biofactors*. Aug 22.
- 32) Balercia G, et al (2004). Coenzyme Q (10) supplementation in infertile men with idiopathic asthenozoospermia: an open, uncontrolled pilot study. *Fertil Steril*. 81(1):93-8.
- 33) Safarinejad MR, et al (2012). Effects of the reduced form of coenzyme Q10 (ubiquinol) on semen parameters in men with idiopathic infertility: a double-blind, placebo controlled, randomized study. *J Urol*. 188(2):526-31
- 34) Bhagavan HN, et al (2007). Plasma coenzyme Q10 response to oral ingestion of coenzyme Q10 formulations. *Mitochondrion*. 7(S):78-88.