



# Coenzym Q10

## Leitlinie

Empfehlungen der Fachgesellschaft zur Diagnostik und Therapie hämatologischer und onkologischer Erkrankungen

## **Herausgeber**

DGHO Deutsche Gesellschaft für Hämatologie und  
Medizinische Onkologie e.V.  
Bauhofstr. 12  
10117 Berlin

Geschäftsführender Vorsitzender: Prof. Dr. med. Hermann Einsele

Telefon: +49 (0)30 27 87 60 89 - 0

[info@dgho.de](mailto:info@dgho.de)

[www.dgho.de](http://www.dgho.de)

## **Ansprechpartner**

Prof. Dr. med. Bernhard Wörmann  
Medizinischer Leiter

## **Quelle**

[www.onkopedia.com](http://www.onkopedia.com)

Die Empfehlungen der DGHO für die Diagnostik und Therapie hämatologischer und onkologischer Erkrankungen entbinden die verantwortliche Ärztin / den verantwortlichen Arzt nicht davon, notwendige Diagnostik, Indikationen, Kontraindikationen und Dosierungen im Einzelfall zu überprüfen! Die DGHO übernimmt für Empfehlungen keine Gewähr.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
2.1 Beschreibung .....	3
2.2 Terminologie .....	3
2.3 Zusammensetzung .....	3
2.4 Anwendung .....	3
2.5 Geschichte .....	3
2.6 Indikationen .....	4
2.7 Wirkmechanismen .....	4
2.8 Verbreitung .....	5
2.9 Zulassung .....	5
2.10 Kosten .....	5
<b>3 Wirksamkeit</b> .....	<b>5</b>
3.1 Adjuvante Therapie .....	5
3.1.1 Klinische Studien .....	5
3.2 Supportive Therapie .....	5
3.2.1 Übersichtsarbeiten .....	5
3.2.2 Klinische Studien .....	5
<b>4 Sicherheit</b> .....	<b>6</b>
4.1 Nebenwirkungen .....	6
4.2 Kontraindikationen .....	6
4.3 Interaktionen .....	6
4.4 Warnung .....	7
<b>5 Coenzym Q10 - Studienergebnisse</b> .....	<b>7</b>
<b>6 Literatur</b> .....	<b>9</b>
<b>11 Anschriften der Experten</b> .....	<b>12</b>
<b>12 Erklärungen zu möglichen Interessenskonflikten</b> .....	<b>12</b>
<b>13 Deutsche Übersetzung und Bearbeitung</b> .....	<b>12</b>

# Coenzym Q10

Die Kapitel zu komplementären und alternativen Therapieverfahren wurden auf der Grundlage von Übersetzungen der evidenzbasierten Zusammenfassungen (CAM Summaries) des europäischen Projektes [CAM Cancer](#) erstellt. Diese sind strukturierte Übersichtsarbeiten, in denen Daten zu Grundlagen und Anwendung komplementärmedizinischer Verfahren in Form von kurzen Monographien aufbereitet wurden.

**Stand:** Juli 2016

## Erstellung der Leitlinie:

- [Regelwerk](#)
- [Interessenkonflikte](#)

**Autoren:** CAM-Cancer Consortium, Kompetenznetz Komplementärmedizin in der Onkologie - KOKON

Mario Rottorf und Helen Cooke (Englische Originalversion: CAM-Cancer Consortium, Co-enzyme Q10 [online document]. <http://cam-cancer.org/The-Summaries/Dietary-approaches/Co-enzyme-Q10> - 2016). Übersetzung und Ergänzungen durch Kompetenznetz Komplementärmedizin in der Onkologie - KOKON

## 1 Zusammenfassung

Coenzym Q10 (CoQ10) ist eine organische Verbindung, die im menschlichen Organismus endogen synthetisiert wird und eine zentrale Rolle beim Elektronentransfer in der mitochondrialen Atmungskette spielt, aber auch extrazelluläre oxidative und antioxidative Wirkungen hat.

Der Bedarf einer alimentären Zufuhr von CoQ10 ist sehr gering. Dennoch werden CoQ10-Präparate als Nahrungsergänzungsmittel freiverkäuflich angeboten und mit vielen gesundheitsbezogenen Aussagen beworben.

Hintergrund hierfür sind unter anderem Berichte über präventive Wirkungen von supplementär gegebenem CoQ10 auf die Entstehung von Tumorerkrankungen. Als Wirkmechanismen werden dabei immunmodulatorische und antioxidative Wirkmechanismen diskutiert.

Die Evidenz ist gering, dass CoQ10 präventive Wirkungen auf Tumorerkrankungen hat oder vor unerwünschten Wirkungen und Toxizitäten der antitumorösen Therapie schützt. So gibt es zwar Anhaltspunkte für eine Minderung des Rezidivrisikos von malignen Melanomen aus einer prospektiven Studie, für kardioprotektive Effekte bei anthrazyklinhaltigen Chemotherapien aus fünf randomisierten, kontrollierten Studien, für eine Minderung von Fatigue bei Brustkrebspatientinnen aus einer Studie und der Reduktion unerwünschter Wirkungen einer Therapie mit Interferon aus einer prospektiven Studie. Diese Ergebnisse sind allerdings mit großer Unsicherheit behaftet, da die klinischen Studien sehr viele methodische Mängel aufweisen.

Unerwünschte Wirkungen von CoQ10 treten selten auf, sind dosisabhängig und meistens von geringem Schweregrad. Aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit mit Vitamin K ist eine Interaktion mit Cumarin-Derivaten möglich, allerdings nur in Einzelfällen beschrieben.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Beschreibung

CoQ10 ist ein körpereigenes Molekül, das in den Zellmembranen nahezu aller Körperzellen zu finden ist. Besonders hohe Konzentrationen liegen in der inneren mitochondrialen Membran vor, es kommt aber auch in den Membranen von Peroxisomen und Lysosomen vor [1].

### 2.2 Terminologie

CoQ10 ist strukturell verwandt mit den Vitaminen K und E. Grundgerüst des Moleküls ist das 1,4-Benzochinon, das eine charakteristische Isoprenoid-Seitengruppe aufweist. Darauf weist der Name CoQ10 hin: das „Q“ bezieht sich auf die Chinon-Struktur des Moleküls und die „10“ auf die lipophile, 10 Einheiten umfassende Isoprenoid-Seitenkette [2]. Die chemische Bezeichnung von CoQ10 ist: 6-all-trans-decaprenyl-2,3-dimethoxy-5-methyl-1,4-benzochinon (IUPAC).

Häufig wird für CoQ10 der Begriff Ubichinon verwendet, der sich aus dem *ubiquitären* Vorkommen des Stoffes in einer Vielzahl von natürlichen Nahrungsmitteln und menschlichem Organismus und dessen *Chinon*-Struktur ableitet [3].

CoQ10 ist ebenso bekannt als Vitamin Q10, Ubidecarenon, Mitoquinone, Adelir, Heartcin, Neuquinone und Taidecanone.

### 2.3 Zusammensetzung

In der Nahrung findet sich CoQ10 in Fleisch, fettreichen Fischarten (bspw. Sardinen und Makrelen), Eiern, Vollkornzerealien, Reis, Sojaprodukten, Nüssen und Gemüse (insbesondere in Brokkoli und Spinat) [1].

### 2.4 Anwendung

Die alimentäre Zufuhr von CoQ10 beträgt im Mittel nur 3-10mg/d, sodass der Körper vor allem durch endogene Synthese aus Vorläufermolekülen der Cholesterinbiosynthese den darüber hinausgehenden Bedarf an CoQ10 deckt. Dadurch tritt bei gesunden Individuen in der Regel auch kein Mangel auf [4, 5][44- 45]. Der Referenzbereich der CoQ10-Konzentration wird bei Bestimmung aus Serum/Vollblut zwischen 600-1000µg/l angegeben [6]. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung macht keine Angaben zum Tagesbedarf von CoQ10.

CoQ10 wird als Nahrungsergänzungsmittel verkauft und üblicherweise als Kapsel oder Tablette oral eingenommen. CoQ10 kann auch intravenös verabreicht werden. Aufgrund seiner Lipophilie wird CoQ10 besser resorbiert, wenn es mit fettreichen Nahrungsmitteln eingenommen wird. Intravenöse Zubereitungen werden daher auch als Lipid-Präparationen angeboten [2]. In den klinischen Studien wurden Dosierungen zwischen 50-3000 mg/Tag eingesetzt.

### 2.5 Geschichte

CoQ10 wurde erstmals 1957 isoliert und im darauffolgenden Jahr als Benzochinon-Struktur beschrieben [7, 8]. Kommerziell wird CoQ10 heutzutage durch mikrobielle Fermentationsprozesse hergestellt [9].

Seit den 1960er Jahren wurden in mehreren Arbeiten reduzierte Serum-Konzentrationen von CoQ10 bei diversen Tumorerkrankungen festgestellt (u.a. Mamma-, Lungen-, Prostata- und Kolon-Ca). Damit entstand ein zunehmendes Interesse an CoQ10 als mögliches Agens in der Krebsprävention [2]. Weiterhin erschienen in dieser Zeit anekdotische Berichte, wonach unter

CoQ10-Gabe Remissionen von Mammakarzinomen sowie Regressionen von Metastasen beobachtet wurden [10, 11].

## 2.6 Indikationen

Die alimentäre Supplementation von CoQ10 soll vor der Entstehung bzw. dem Progress von Tumorerkrankungen schützen. Die Daten epidemiologischer Studien sind jedoch nicht einheitlich. Sie zeigen einerseits inverse Beziehungen zwischen dem CoQ10-Spiegel im Blut und dem Erkrankungs- und Progressionsrisiko für Mammakarzinome, multiple Myelome und maligne Melanome [7, 12, 13], andererseits aber auch, dass erhöhte CoQ10-Spiegel bei postmenopausalen Frauen mit einem erhöhten Mammakarzinomrisiko assoziiert sein können [14]. Als möglicher Erklärungsansatz für letzteres wird diskutiert, dass hohe CoQ10-Konzentrationen auch prooxidative Effekte auf Gewebe auszuüben vermögen [15]. Weiterhin soll CoQ10 die kardiotoxischen Wirkungen bestimmter Chemotherapeutika reduzieren und die Ausprägung von Fatigue-syndromen mindern.

## 2.7 Wirkmechanismen

CoQ10 ist als Carriermolekül von zentraler physiologischer Bedeutung für die mitochondriale Atmungskette und die damit verbundene oxidative Energiegewinnung. Darüber hinaus werden auf der Basis experimenteller und epidemiologischer Daten u.a. antioxidative und immunmodulatorische Wirkmechanismen von CoQ10 postuliert:

- In einer klinischen Studie wurden geringere Serum-Zytokinspiegel bei Mammakarzinom-Patienten unter CoQ10-Supplementation berichtet [16].
- Ältere Arbeiten geben Anhaltspunkte, dass CoQ10 verstärkte AK-Titeranstiege bei frisch HBV-vakzinierten, gesunden Probanden im Vergleich zu Placebo auslöst [17, 18]. Weiterhin gibt es Anhaltspunkte aus einer Probandenstudie, dass CoQ10 die CD4/CD8-Zell-Ratio signifikant steigern kann [19].
- CoQ10 ist ein bedeutendes endogenes Antioxidans [20], das der Oxidation von Proteinen, Lipiden und DNA entgegenwirkt [3] und dessen Schutzmechanismus vor freien Radikalen möglicherweise auf einer Stabilisierung der Zellmembran beruht [2].
- Anhaltspunkte für verminderte Konzentrationen von Matrixmetalloproteasen unter CoQ10-Einnahme stammen aus einer klinischen Studie an Brustkrebspatientinnen [16].
- In einem Tiermodell zum hepatozellulärem Karzinom stabilisierte CoQ10 die Konzentration antioxidativer Enzyme und führte zu einer Senkung des TNF-alpha Spiegels sowie einer Minderung der Aktivität der NO-Synthase und der Cyclooxygenase-2.
- Tierexperimentelle Daten geben Anhaltspunkte für protektive Effekte von CoQ10 gegenüber Anthrazyklin-induzierter Kardiotoxizität und Nephrotoxizität [15, 21, 22, 23] sowie gegenüber Cisplatin-induzierter Nephrotoxizität [24] und Neurotoxizität [1].
- Präklinische Daten aus einer Studie an gesunden Probanden geben Hinweise auf positive Effekte von CoQ10 auf die körperliche Leistungsfähigkeit bzw. subjektive Erschöpfungssymptomatik während sowie nach körperlichen Belastung [32]. Als molekularer Wirkmechanismus wird in diesem Zusammenhang diskutiert, dass eine Supplementation mit CoQ10 die mitochondriale Dysfunktion ausgleicht, die auch im Rahmen schwerer chronischer Erkrankungen auftritt und als möglicher Einflussfaktor für Fatiguesyndrome gilt [25, 26].

## 2.8 Verbreitung

Laut einer EU-weiten Befragung an knapp 300 BrustkrebspatientInnen wird CoQ10 etwa von 4-5% dieser Patientengruppe als komplementärmedizinische Behandlungsform genutzt [27].

## 2.9 Zulassung

CoQ10 ist als sogenanntes Nahrungsergänzungsmittel klassifiziert und als solches bspw. in Deutschland zum Vertrieb zugelassen. Anbieter dürfen somit nur mit gesundheitsfördernden Eigenschaften werben und nicht mit einem medizinischen Wirksamkeitsanspruch [28]. In Japan ist CoQ10 seit den 1970er Jahren zur Behandlung koronarer Herzerkrankungen zugelassen [29].

## 2.10 Kosten

Die Kosten für CoQ10 liegen zwischen 10 - 35 € für 60 Kapseln (mit Dosierungen zwischen 10 - 100 mg pro Kapsel).

# 3 Wirksamkeit

## 3.1 Adjuvante Therapie

### 3.1.1 Klinische Studien

Eine detaillierte Auflistung mit Bewertung der Ergebnisse findet sich in [Tabelle 1](#). Eine zweiarmige, nicht-randomisierte Studie verglich die Wirkung von CoQ10 (400mg/d, oral) auf das Rezidivrisiko bei Melanompatienten (n=81), die eine dreijährige, adjuvante Therapie mit rekombinantem IFN $\alpha$ -2b erhielten, gegenüber keiner zusätzlichen Behandlung [30]. In der CoQ10-Behandlungsgruppe war die Häufigkeit von Rezidiven nach 5-Jahren signifikant geringer, als in der Gruppe ohne zusätzliche Behandlung. Die Berichtsqualität der Studie war schlecht und für das Ergebnis besteht ein hohes Bias-Risiko aufgrund der fehlenden Randomisierung und der geringen Gruppengröße.

## 3.2 Supportive Therapie

### 3.2.1 Übersichtsarbeiten

Eine systematische Übersichtsarbeit untersuchte die Frage, ob die orale Gabe von CoQ10 die Verträglichkeit der Chemotherapie verbessert sowie unerwünschte Wirkungen und Toxizitäten reduziert [31]. Die Übersichtsarbeit schloss fünf kontrollierte Interventionsstudien ein, in denen Patienten mit unterschiedlichen malignen hämatologischen Systemerkrankungen oder soliden Tumoren CoQ10 in Dosierungen von 90-240mg/d begleitend zu anthrazyklinhaltigen Chemotherapien erhielten. Drei der fünf Studien berichteten positive Effekte auf Surrogatparameter der kardialen Funktion. Die Autoren des Review werteten dies als Anhaltspunkte für eine mögliche Reduktion der Kardiotoxizität anthrazyklinhaltiger Chemotherapien durch CoQ10. Allerdings beurteilten sie das Bias-Risiko in den Studien als hoch und damit die Aussagekraft der Ergebnisse als sehr eingeschränkt.

### 3.2.2 Klinische Studien

Eine zweiarmige, randomisierte, doppelt verblindete, Placebo-kontrollierte Studie untersuchte den Einfluss von CoQ10 auf Fatigue und gesundheitsbezogene Lebensqualität bei 236 Brust-

krebs-Patientinnen [4]. Die Interventionsgruppe erhielt über einen Zeitraum von 24 Wochen oral 300mg/d CoQ10. Fatigue und Lebensqualität unterschieden sich nicht zwischen der CoQ10- und der Plazebo-Gruppe. Das Bias-Risiko der Studie ist als gering zu bewerten.

Die oben bereits erwähnte, zweiarmige, nicht-randomisierte Studie bei Melanompatienten untersuchte als weiteren Zielparameter die Effekte von CoQ10 auf die unerwünschten Wirkungen von Interferon (IFN $\alpha$ -2b). [30] Die Behandlungsgruppe (IFN $\alpha$ -2b + CoQ10) gab im subjektiven Rating signifikant häufiger keine oder nur leichtgradige unerwünschte Wirkungen, wie bspw. Erschöpfung oder körperliche Schwäche, an, als die Vergleichsgruppe, die kein CoQ10 erhielt. Da die Studie unverblindet war, besteht für dieses Ergebnis ein hohes Bias-Risiko Verzerrungsrisiko.

## 4 Sicherheit

Zwei Reviews von präklinischen und klinischen Daten kommen zu dem Schluss, dass CoQ10 als Nahrungsergänzungsmittel sehr sicher ist [33, 34]. Der *Observed Safety Level* (OSL) als Maß für eine als sicher zu betrachtende Höchstdosis, beträgt 1200 mg/Tag und eine orale Gabe bis zu 30 Monaten wird als sicher eingestuft [33]. Bei Kindern wird eine Tagesdosis bis zu 10mg/kg Körpergewicht und bei Schwangeren bis zu 200mg/d als sicher angesehen [35].

Trotz dieser publizierten Daten spricht sich das deutsche Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit in einer aktuelleren Bekanntmachung gegen die Einnahme von CoQ10 durch Schwangere, Stillende und Kinder bzw. Jugendliche <18 Jahren aus [36].

### 4.1 Nebenwirkungen

Als dosisabhängige, unerwünschte Wirkungen sind Übelkeit, Sodbrennen und Oberbauchschmerzen, aber auch allergische Hautreaktionen, gesteigerte Lichtempfindlichkeit, Schwindelgefühl, Reizbarkeit, Kopfschmerz, Fatigue und bei abendlicher Einnahme Schlafstörungen beobachtet worden. Mit einer Häufigkeit ist bei < 1% der Anwender zu rechnen [8, 37, 38]. Dosierungen über 100mg/d sollten auf 2-3 Dosen verteilt werden [39]. Eine Monographie der Natural Medicines Comprehensive Database (NMCD) berichtet von einer Reihe klinischer Studien, in denen keine schwerwiegenden Nebenwirkungen aufgetreten sind [35].

### 4.2 Kontraindikationen

In der internationalen Literatur werden keine Kontraindikationen für eine CoQ10-Supplementation aufgeführt [35].

### 4.3 Interaktionen

Theoretische Überlegungen gaben zunächst Anlass zur Vermutung, dass CoQ10 durch antioxidative Wirkmechanismen die Effektivität einiger Chemotherapeutika, wie Anthrazykline oder Cyclophosphamid, sowie Strahlentherapien, beeinträchtigen könnte. Aktuellere in-vitro-Daten geben jedoch Anhaltspunkte dafür, dass CoQ10 die zytostatischen Wirkungen von Doxorubicin nicht beeinflusst [40].

Es liegen Einzelfallberichte vor, die eine Verminderung der Wirksamkeit von Cumarinen durch CoQ10 nahe legen [41, 42, 43], was durch die strukturelle Ähnlichkeit von CoQ10 zu Vitamin K erklärt werden könnte [2]. Eine kleine randomisierte Studie fand allerdings keine Änderungen des INR-Wertes bei Patienten, die Cumarine und CoQ10 in Dosierungen bis zu 100mg/d über 4 Wochen erhielten [44].

Die Einnahme von CoQ10 kann den Insulinbedarf bei Patienten mit Diabetes mellitus vermindern [8, 45] und die NMCD beschreibt mögliche blutdrucksenkende Wirkungen von CoQ10, die bei antihypertensiver Behandlung berücksichtigt werden sollten [35].

#### **4.4 Warnung**

Die Qualität und die Zusammensetzung von CoQ10-Produkten kann zwischen den Herstellern variieren [46, 47]. Laut einer Bekanntmachung des deutschen Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit aus dem Jahr 2014 dürfen in Deutschland nur Produkte vertrieben werden, bei denen die tägliche Verzehrmenge von 100mg bei Anwendung von einer Kapsel pro Tag nicht überschritten wird [36].

### **5 Coenzym Q10 - Studienergebnisse**

Quelle: Mario Rottorf, Helen Cooke and the CAM-Cancer Consortium. Coenzym Q10 [CS deutsch].

**Tabelle 1: Coenzym Q10 (Ubichinon)- Studienergebnisse**

Erstautor / Jahr [Referenz]	Studien-design	Patienten	n	Kontrolle (CG)	Intervention (IG)	Endpunkt und Methodik	Ergebnisse	Verzerrungspotenzial / sonstige Bemerkungen
<b>Adjuvante Therapie</b>								
Rusciani, 2007 [30]	CT Zweiarmig, parallel, unverblindet, kontrolliert	Malignes Melanom (Stadium I + II)	81	adjuvantes, rekomb. IFN $\alpha$ -2b über 3Jahre	CoQ10 (400mg/d) + adjuvantes, rekomb. IFN $\alpha$ -2b über 3Jahre	„Treatment efficacy“ (as incidence of recurrence at 5years)	IG berichtet häufiger keinen bzw. nur leichten subjektiv „physical discomfort“ (78%) als CG (18%)	Keine konkrete Angabe von Endpunkten, keine Hinweise auf Randomisierung, „physical discomfort“ wenig spezifiziert und nur subjektiv erhoben mit 1 Item
<b>Supportivtherapie</b>								
Lesser, 2013 [4]	RCT zweiarmig, parallel, doppelt-verblindet, Placebo-kontrolliert, Follow-Up über 24 Wochen	Mammakarzinom (Pat. vor zu Beginn adjuvanter Chemotherapie)	236	Placebo + 300 IE Vit. E/d oral über 24Wo	Coenzym Q10 300mg/d oral + 300 IE Vitamin E/d oral über 24Wo	Fatigue (FACIT-F, POMS-F) QoL (FACT-B) Depression (CES-D)	Fatigue unverändert (bzw. verstärkt durch Chemo) QoL unverändert (bzw. vermindert wg. Chemo) Depression nicht-signifikant vermindert	gering
Rusciani, 2007 [30]	CT Zweiarmig, parallel, unverblindet, kontrolliert	Malignes Melanom (Stadium I + II)	81	adjuvantes, rekomb. IFN $\alpha$ -2b über 3Jahre	CoQ10 (400mg/d) + adjuvantes, rekomb. IFN $\alpha$ -2b über 3Jahre	„Treatment efficacy“ (as incidence of recurrence at 5years)	Risiko der Metastasenbildung 10-13fach geringer in IG vs. CG MM Stadium II 14fach höhere OR für Metastasen als Std. I	Keine konkrete Angabe von Endpunkten, keine Hinweise auf Randomisierung, Ergebnisdarstellung zu Metastasierungsrisiko widersprüchlich
Roffe, 2004 [31]	Narrativer Review (3x RCT, 3x open-label Studien)	Verschiedene Tumorentitäten	277	Standard care (5x Anthrazyklin-basierte Cx, 1x Lovastatin)	Standard care + orale CoQ10-Monopräparate (90-240mg/d)	Protektive Effekte von CoQ10 gg. toxische NW von Chemotherapien (5x „using various measures of heart function and toxicity“, 1x „using hair loss and liver enzyme levels“) Verbesserung der Toleranz von Anthrazyklinen und anderen Krebsmedikamenten unter CoQ10	„CoQ10 may have a stabilizing effect on the heart, but more definite conclusions cannot be drawn (...) overall methodologic quality and reporting of the trials was poor “	Keine Kalkulation von Effektgrößen
Mizuno, 2008 [32]	RCT Dreiarmig, parallel, doppelt-verblindet, Placebo-kontrolliert	Gesunde Probanden	17	Placebo (Kapseln), 3 Kapseln/2 pro d	(1) Kapseln Coenzym Q10 3x 300mg/2 pro d (2) Kapseln Coenzym Q10 3x 100mg/2 pro d	Subjektive Erschöpfung (VAS) Physische Leistungsfähigkeit (Maximalgeschwindigkeit in Fahrradergometrie)	Subjektive Fatigue vermindert in 300mg CoQ10 Gruppe Physische Leistungsfähigkeit stabiler über Zeit in 300mg CoQ10 Gruppe	Kleine Stichprobe

Legende:

RCT – randomisierte klinische Studie (Randomized Clinical Trial); CCT – Controlled Clinical Trial – SR – Systematischer Review; CRF – Cancer-related Fatigue; CX – Chemotherapie

## 6 Literatur

1. da Silva MC, Mendonca LM, Venancio VP et al.: Coenzyme Q10 protects Pc12 cells from cisplatin-induced DNA damage and neurotoxicity. *Neurotoxicology* 36:10-16, 2013. DOI:10.1016/j.neuro.2013.02.004
2. National Cancer Institute (NIH). PDQ Cancer Complementary and Alternative Medicine Editorial Board: Coenzyme Q10 (PDQ®) – Health Professional Version [online document]. Last updated on: 04/21/2016. <http://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/cam/hp/coenzyme-q10-pdq> . Zugriff am: 03/02/2016
3. Garrido-Maraver J, Cordero MD, Oropesa-Avila M et al.: Coenzyme q10 therapy. *Mol Syndromol* 5:187-197, 2014. DOI:10.1159/000360101
4. Lesser GJ, Case D, Stark N et al.: A randomized, double-blind, placebo-controlled study of oral coenzyme Q(10) to relieve self-reported treatment-related fatigue in newly diagnosed patients with breast cancer. *J Support Oncol* 11:31-42, 2013. DOI:10.1016/j.suponc.2012.03.003
5. Potgieter M, Pretorius E, Pepper MS: Primary and secondary coenzyme Q10 deficiency: the role of therapeutic supplementation. *Nutr Rev* 71:180-188, 2013. DOI:10.1111/nure.12011
6. MVZ Labor Ravensburg: Leistungsverzeichnis des MVZ Labor Ravensburg Dr. Gärtner - Coenzym Q10 (Ubichinon) [online document]. Erstellt: 02/20/2009. <http://leistungsverzeichnis.labor-gaertner.de/Entry/271> . Zugriff am: 03/17/2016
7. Folkers K, Osterborg A, Nylander M et al.: Activities of vitamin Q10 in animal models and a serious deficiency in patients with cancer. *Biochem Biophys Res Commun* 234:296-299, 1997. DOI:10.1006/bbrc.1997.6522
8. Pepping J: Coenzyme Q10. *Am J Health Syst Pharm* 56:519-521, 1999. PMID:10192685
9. Cluis CP, Pinel D, Martin VJ: The production of coenzyme Q10 in microorganisms. *Subcell Biochem* 64:303-326, 2012. DOI:10.1007/978-94-007-5055-5\_1
10. Lockwood K, Moesgaard S, Folkers K: Partial and complete regression of breast cancer in patients in relation to dosage of coenzyme Q10. *Biochem Biophys Res Commun* 199:1504-1508, 1994. DOI:10.1006/bbrc.1994.1401
11. Lockwood K, Moesgaard S, Yamamoto T, Folkers K: Progress on therapy of breast cancer with vitamin Q10 and the regression of metastases. *Biochem Biophys Res Commun* 212:172-177, 1995. DOI:10.1006/bbrc.1995.1952
12. Rusciani L, Proietti I, Rusciani A et al.: Low plasma coenzyme Q10 levels as an independent prognostic factor for melanoma progression. *J Am Acad Dermatol* 54:234-241, 2006. DOI:10.1016/j.jaad.2005.08.031
13. Cooney RV, Dai Q, Gao YT et al.: Low plasma coenzyme Q(10) levels and breast cancer risk in Chinese women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 20:1124-1130, 2011. DOI:10.1158/1055-9965.EPI-10-1261
14. Chai W, Cooney RV, Franke AA et al.: Plasma coenzyme Q10 levels and postmenopausal breast cancer risk: the multiethnic cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 19:2351-2356, 2010. DOI:10.1158/1055-9965.EPI-10-0396
15. El-Sheikh AAK, Morsy MA, Mahmoud MM et al.: Effect of coenzyme-q10 on Doxorubicin-induced nephrotoxicity in rats. *Adv Pharmacol Sci* 2012:981461, 2012. DOI:10.1155/2012/981461

16. Sachdanandam P: Antiangiogenic and hypolipidemic activity of coenzyme Q10 supplementation to breast cancer patients undergoing Tamoxifen therapy. *Biofactors* 32:151-159, 2008. [PMID:19096111](#)
17. Folkers K, Shizukuishi S, Takemura K, Drzewoski J, Richardson P, Ellis J, Kuzell WC: Increase in levels of IgG in serum of patients treated with coenzyme Q10. *Res Commun Chem Pathol Pharmacol* 38:335-338, 1982. [PMID:7163631](#)
18. Barbieri B, Lund B, Lundstrom B, Scaglione F: Coenzyme Q10 administration increases antibody titer in hepatitis B vaccinated volunteers--a single blind placebo-controlled and randomized clinical study. *Biofactors* 9:351-357, 1999. [PMID:10416052](#)
19. Folkers K, Hanioka T, Xia LJ et al.: Coenzyme Q10 increases T4/T8 ratios of lymphocytes in ordinary subjects and relevance to patients having the AIDS related complex. *Biochem Biophys Res Commun* 176:786-791, 1991. [PMID:1673841](#)
20. Frei B, Kim MC, Ames BN: Ubiquinol-10 is an effective lipid-soluble antioxidant at physiological concentrations. *Proc Natl Acad Sci U S A* 87:4879-4883, 1990. [PMID:2352956](#)
21. Shinozawa S, Gomita Y, Araki Y: Protective effects of various drugs on adriamycin (doxorubicin)-induced toxicity and microsomal lipid peroxidation in mice and rats. *Biol Pharm Bull* 16:1114-1117, 1993. [PMID:8312867](#)
22. Chandran K, Aggarwal D, Migrino RQ et al.: Doxorubicin inactivates myocardial cytochrome c oxidase in rats: cardioprotection by Mito-Q. *Biophys J* 96:1388-1398, 2009. [DOI:10.3109/10715762.2010.503758](#)
23. Chen PY, Hou CW, Shibu MA et al.: Protective effect of Co-enzyme Q10 On doxorubicin-induced cardiomyopathy of rat hearts. *Environ Toxicol* 2016. [DOI:10.1002/tox.22270](#)
24. Fouad AA, Al-Sultan AI, Refaie SM, Yacoubi MT: Coenzyme Q10 treatment ameliorates acute cisplatin nephrotoxicity in mice. *Toxicology* 274:49-56, 2010. [DOI:10.1016/j.tox.2010.05.007](#)
25. Werbach MR: Nutritional strategies for treating chronic fatigue syndrome. *Altern Med Rev* 5:93-108, 2000. [PMID:10767667](#)
26. Nicolson GL: Mitochondrial dysfunction and chronic disease: treatment with natural supplements. *Integr Med (Encinitas)* 13:35-43, 2014. [PMID:26770107](#)
27. Molassiotis A, Scott JA, Kearney N et al.: Complementary and alternative medicine use in breast cancer patients in Europe. *Support Care Cancer* 14:260-267, 2006. [DOI:10.1007/s00520-005-0883-7](#)
28. European Nutraceutical Association (ENA): Nutrazeutika in der ärztlichen Praxis - Mit besonderer Berücksichtigung der arztrechtlichen Situation in Deutschland [online document]. Erstausgabe: 2013. <http://enaonline.org/files/artikel/319/Nutrazeuticals%20in%20der%20aerztlichen%20PraxisWEB.pdf> . Zugriff am: 04/21/2016
29. Tran MT, Mitchell TM, Kennedy DT, Giles JT: Role of coenzyme Q10 in chronic heart failure, angina, and hypertension. *Pharmacotherapy* 21:797-806, 2001. [PMID:11444576](#)
30. Rusciani L, Proietti I, Paradisi A et al.: Recombinant interferon alpha-2b and coenzyme Q10 as a postsurgical adjuvant therapy for melanoma: a 3-year trial with recombinant interferon-alpha and 5-year follow-up. *Melanoma Res* 17:177-183, 2007. [DOI:10.1097/CMR.0b013e32818867a0](#)
31. Roffe L, Schmidt K, Ernst E: Efficacy of coenzyme Q10 for improved tolerability of cancer treatments: a systematic review. *J Clin Oncol* 22:4418-4424, 2004. [DOI:10.1200/JCO.2004.02.034](#)
32. Mizuno K, Tanaka M, Nozaki S et al.: Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. *Nutrition* 24:293-299, 2008. [DOI:10.1016/j.nut.2007.12.007](#)

33. Hathcock JN, Shao A: Risk assessment for coenzyme Q10 (Ubiquinone). *Regul Toxicol Pharmacol* 45:282-288, 2006. DOI:10.1016/j.yrtph.2006.05.006
34. Hidaka T, Fujii K, Funahashi I et al.: Safety assessment of coenzyme Q10 (CoQ10). *Biofactors* 32:199-208, 2008. PMID:19096117
35. Natural Medicines (Formerly Natural Standard and Natural Medicines Comprehensive Database): Coenzyme Q-10 [online document]. Last updated on: 02/14/2015. <https://naturalmedicines.therapeuticresearch.com/databases/food,-herbs-supplements/professional.aspx?productid=938> . Zugriff am: 03/08/2016
36. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Bekanntmachung einer Allgemeinverfügung gemäß § 54 des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) für das Verbringen in die Bundesrepublik Deutschland und das Inverkehrbringen eines Nahrungsergänzungsmittel mit Zusatz von Coenzym Q 10 (BVL 14/01/002) [online document]. Erscheinungsdatum: 12.02.2014. [http://www.bvl.bund.de/DE/01\\_Lebensmittel/04\\_AntragstellerUnternehmen/07\\_Allgemeinverfuegungen/01\\_Archiv\\_Uebersicht/07\\_Nahrungsergaenzungsmittel/lm\\_av\\_140212.pdf;jsessionid=FA6BEA02760B9C0F89BB188953B001EB.2\\_cid350?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bvl.bund.de/DE/01_Lebensmittel/04_AntragstellerUnternehmen/07_Allgemeinverfuegungen/01_Archiv_Uebersicht/07_Nahrungsergaenzungsmittel/lm_av_140212.pdf;jsessionid=FA6BEA02760B9C0F89BB188953B001EB.2_cid350?__blob=publicationFile&v=4) . Zugriff am: 03/22/2016
37. Baggio E, Gandini R, Plancher AC et al.: Italian multicenter study on the safety and efficacy of coenzyme Q10 as adjunctive therapy in heart failure. *CoQ10 Drug Surveillance Investigators. Mol Aspects Med* 15 Suppl:s287-s294, 1994. PMID:7752841
38. Feigin A, Kiebertz K, Como P et al.: Assessment of coenzyme Q10 tolerability in Huntington's disease. *Mov Disord* 11:321-323, 1996. DOI:10.1002/mds.870110317
39. Fuke C, Krikorian SA, Couris RR: Coenzyme Q10: A review of essential functions and clinical trials. *US Pharm* 25:28-41, 2000.
40. Greenlee H, Shaw J, Lau YK et al.: Lack of Effect of Coenzyme Q10 on Doxorubicin Cytotoxicity in Breast Cancer Cell Cultures. *Integr Cancer Ther* 11:243-250, 2012. DOI:10.1177/1534735412439749
41. Spigset O: Reduced effect of warfarin caused by ubidecarenone. *Lancet* 344:1372-1373, 1994. PMID:7968059
42. Heck AM, DeWitt BA, Lukes AL: Potential interactions between alternative therapies and warfarin. *Am J Health Syst Pharm* 57:1221-1227, 2000. PMID:10902065
43. Porterfield LM: Why did the response to warfarin change? *RN* 63:107, 2000. PMID:11151821
44. Engelsen J, Nielsen JD, Hansen KF: [Effect of Coenzyme Q10 and Ginkgo biloba on warfarin dosage in patients on long-term warfarin treatment. A randomized, double-blind, placebo-controlled cross-over trial]. *Ugeskr Laeger* 165:1868-1871, 2003. PMID:12772396
45. Kaikkonen J, Nyyssonen K, Tuomainen TP et al.: Determinants of plasma coenzyme Q10 in humans. *FEBS Lett* 443:163-166, 1999. DOI:10.1016/S0014-5793(98)01712-8
46. Overvad K, Diamant B, Holm L et al.: Coenzyme Q10 in health and disease. *Eur J Clin Nutr* 53:764-770, 1999. PMID:10556981
47. ConsumerLab.com: Product review: CoQ10 and ubiquinol supplements review [online document]. Erstellt: 03/07/2015. <https://www.consumerlab.com/reviews/CoQ10-Ubiquinol-Supplements-Review/CoQ10/>. Zugriff am 03/17/2016

## **11 Adressen der Experten**

### **CAM-Cancer Consortium**

NAFKAM - The National Research Center  
in Complementary and Alternative Medicine  
UiT The Arctic University of Norway  
NO 9037 Tromsø  
[nafkam@helsefak.uit.no](mailto:nafkam@helsefak.uit.no)

### **Kompetenznetz Komplementärmedizin in der Onkologie - KOKON**

Klinik für Innere Medizin 5, Schwerpunkt Onkologie/Hämatologie  
Universitätsklinik der Paracelsus Medizinische Privatuniversität  
Klinikum Nürnberg  
Prof.-Ernst-Nathan-Str. 1  
90419 Nürnberg  
[kokon@klinikum-nuernberg.de](mailto:kokon@klinikum-nuernberg.de)

## **12 Erklärungen zu möglichen Interessenskonflikten**

KOKON wird gefördert durch die Deutsche Krebshilfe.

CAM-Cancer erhält finanzielle Unterstützung von der Krebsliga Schweiz und der Stiftung Krebsforschung Schweiz für die deutschen Übersetzungen.

## **13 Deutsche Übersetzung und Bearbeitung**

Das Kompetenznetz Komplementärmedizin in der Onkologie – KOKON koordinierte den Prozess der Fachübersetzung. Die englische Originalversion übersetzten Martha Bohus und Christa Heiß, Conference Consulting, Interpreting and Translations, Königsbrunn. Die Begutachtung und Bearbeitung der deutschen Version erfolgte durch KOKON und wurde durch CAM-CANCER freigegeben.