

# WEBMED.CH

## Vitamin C (Ascorbinsäure) in der Anwendung



Wofür brauchen wir Ascorbinsäure?.....	1
Vitamin C im Einsatz gegen Freie Radikale .....	2
...bei Ischämie-Reperfusion.....	3
...bei Verbrennungen .....	4
...bei Arteriosklerose, KHK, Diabetes .....	4
...bei Arthritis .....	4
...zum Schutz des Immunsystems .....	5
Vitamin C gegen Schlaganfall ?.....	5
Je höher der Vitamin-C-Spiegel im Blut, desto niedriger das Risiko für einen Schlaganfall....	5
Vitamin C und LDL-Cholesterin .....	5
Vitamin C und Mortalitätsrisiko .....	6
Weitere Wirkungen von Vitamin C .....	8
Bioverfügbarkeit .....	8
Raucher brauchen Vitamin C .....	11
Vitamin C und Passivrauchen.....	11
Welche Nebenwirkungen hat Ascorbinsäure? .....	12
Ist natürliche oder künstliche Ascorbinsäure besser?.....	13

### Wofür brauchen wir Ascorbinsäure?

Ascorbinsäure ist ein starkes Antioxidans. Sie schützt biologische Strukturen vor Angriffen von Freien Radikalen (aggressiven Molekülen) und vor Oxidationsprozessen. Vereinfacht gesagt schützt Ascorbinsäure Gewebe und wichtige Moleküle (z.B. Zellmembranen, LDL-Cholesterin) vor dem „Ranzigwerden“. Sie schützt sogar andere Vitamine (z.B. Vitamin E) vor Oxidation.

Dass Vitamin C außergewöhnliche antioxidative Eigenschaften besitzt, beweisen neueste Forschungsergebnisse, die auf der letztjährigen Tagung des American College of Cardiology vorgestellt wurden.

- Vitamin C hat gefässprotektive Eigenschaften bei koronarkranken Diabetikern
- ist ein effektiver Gefäßdilator

- verbessert Vasodilatation bei Arteriosklerose
- bewirkt günstigen Arterioskleroseverlauf mit weniger Herz-Kreislauf-Ereignissen und kardiovaskulären Todesfällen

### **Vitamin C im Einsatz gegen Freie Radikale**

Freie Radikale sind sehr kurzlebige, aber hochreaktive Moleküle, die Eiweißstoffe, Fettsäuren und das Erbgut schädigen. Freie Radikale werden entweder endogen bei vielen Stoffwechselsituationen (Atmungskette, Harnsäurestoffwechsel etc.) im Organismus gebildet, oder sie werden durch exogene Quellen (UV-Licht, Bestrahlung, Tabakrauch, Autoabgase etc.) verursacht.

Unter normalen Bedingungen verfügt der Organismus über ein interaktives System enzymatischer und niedermolekularer Radikalfänger. Zu den enzymatischen Antioxidantien zählen Superoxid-Dismutase, Katalase und Glutathionperoxidase, die in der Zelle in unterschiedlichen Kompartimenten lokalisiert sind und in ihrer Aktivität von bestimmten Co-Faktoren wie Selen, Kupfer und Zink abhängen.

Auch bei den niedermolekularen Antioxidantien kommt es zu einer Aufteilung der Zellbereiche. Das wasserlösliche Glutathion wirkt vor allem intrazellulär, wogegen Harnsäure extrazellulär arbeitet. Vitamin C bewährt sich in beiden Bereichen als effektiver Radikalfänger. In den lipophilen Membranbereichen sind fettlösliche Substanzen wie Coenzym Q10, Vitamin E, Lycopin und  $\beta$ -Carotin zu finden.

Durch die Kurzlebigkeit der Freien Radikale war ihre Bestimmung im Plasma und Gewebe lange Zeit nicht möglich. Oftmals konnten nur sogenannte Sekundärprodukte wie z.B. Malondialdehyd, das bei der Zerstörung ungesättigter Fettsäuren entsteht, bestimmt werden. Mittlerweile gibt es immer sensiblere Meßverfahren zur direkten Bestimmung Freier Radikale.

Durch den Fortschritt auf dem Gebiet der Erforschung Freier Radikale hat man erkannt, daß sie an der Entstehung einer Vielzahl von Erkrankungen (z.B. Tumorerkrankungen, Katarakt) beteiligt sind oder bedingt durch die Stoffwechselsituation im Verlauf einer Erkrankung vermehrt gebildet werden (z.B. Infektionen, Entzündungen, Rheuma, Allergien) und zu einer Verschlechterung der Situation beitragen. Auch bestimmte Therapieverfahren wie Bestrahlung, Chemotherapie oder Operation produzieren verstärkt Radikale. In all diesen Situationen kommt es zu einem Verbrauch von Radikalfängern, der sich in den meisten Fällen in einem Vitamin-C-Defizit ausdrückt.

Alle Antioxidantiensysteme stehen in enger Beziehung zueinander. So kann oxidiertes, d.h. verbrauchtes Vitamin E an der Membrangrenze durch Vitamin C regeneriert werden. Auch Q10 regeneriert verbrauchtes Vitamin E. Beim Regenerierungsprozess wird Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure oxidiert. Bei der Hochdosistherapie mit einem Antioxidans wie z.B. Vitamin C sollte zur Vermeidung möglicher pro-oxidativer Prozesse auch immer auf eine gute Versorgung mit den übrigen Antioxidantien wie z.B. Coenzym Q10 geachtet werden.

Bereits 1989 erkannte Frei, Leiter des Linus-Pauling-Instituts in Oregon, daß Vitamin C im Plasma das wichtigste Antioxidans darstellt. Bei der Attackierung des Blutserums

durch Freie Radikale wird als erstes Antioxidans Vitamin C aktiviert. Bis zu seiner vollständigen Oxidation (ca. 1 Stunde) kann es die Oxidation der Fettsäurebestandteile verhindern. Erst im Anschluß kommt es zur Lipidperoxidbildung, d.h. zur Zerstörung von mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Frei 1994). Vitamin C ist somit eine wichtige Komponente in der Arterioskleroseprävention. Auch in anderen wäßrigen Kompartimenten wie Lungen- und Bronchialsekret (Slade und Hatch 1993) und in der Tränenflüssigkeit (Bilgihan 2001) ist Vitamin C der wichtigste Radikalfänger.

Dass Vitamin C wasserlöslich ist, hat viele Konsequenzen für den menschlichen Organismus. Wasserlösliche Vitamine können vom Organismus nicht gespeichert werden. Vitamin C ist deshalb aus toxikologischer Sicht unbedenklich, da ein mögliches Zuviel über die Niere ausgeschieden wird. Auf der anderen Seite bedingt ein Fehlen von geeigneten Speichern, daß der Mensch auf eine kontinuierliche Versorgung mit diesem essentiellen Mikronährstoff angewiesen ist. Die Aufnahme von Vitamin C über die Nahrung bzw. über orale Darreichungsformen und die Verteilung im Gewebe erfolgt energieabhängig. Auch die Rückresorption aus dem Primärfiltrat ist nur durch erneute Energiebereitstellung möglich. Besonders kritisch ist dieser Punkt bei durch Streß oder Krankheit geschwächten Patienten. Diese Personen verfügen möglicherweise nicht mehr über die notwendigen Energiereserven, um Vitamin C aktiv über eine orale Zufuhr aufzunehmen. Deshalb ist es wichtig, auf für ausreichende Q10-Reserven zu sorgen, denn Q10 ist für den Energiebildungsprozess unerlässlich. Ausreichende Vitamin-C-Plasmaspiegel lassen sich in kritischen Fällen nur über eine parenterale Substitution erzielen.

Die Wasser-/Fettverteilung - bei Erwachsenen entfallen 60% des Körpergewichts auf Körperwasser und 16% (oder mehr) auf Fett - erklärt den hohen Bedarf an wasserlöslichen Radikalfängern. Als hydrophiles Antioxidans kann sich Vitamin C gut im Organismus verteilen, d.h., es kann je nach Bedarf schnell und zielgerichtet eingesetzt werden. Bei einer erhöhten Exposition gegenüber Autoabgasen zum Beispiel steigt die Ascorbinsäurekonzentration im Nasensekret um das 12fache an. Auf diese Weise kann die Schädigung durch Radikale für eine gewisse Zeit verhindert werden (Blomberg 1998).

Übersteigt die Konzentration Freier Radikale die antioxidative Kapazität des Organismus, kommt es zum oxidativen Streß. Wichtige Zellstrukturen werden zerstört. Besonders bei entzündlichen Prozessen (Arthritis, Allergien), Infektionen oder Ischämie-Reperfusionssituationen kommt es zu einem massiven Anfall Freier Radikale.

### **...bei Ischämie-Reperfusion**

Bei Operationen kommt es durch Abbinden von Gefäßen in dem dahinter liegenden Gebiet zur Ischämie (Minderdurchblutung von Gewebe). Bei der anschließenden Wiederdurchblutung (Reperfusion) werden massiv Freie Radikale gebildet, die zu Gewebeschädigungen führen. Bei chirurgischen Eingriffen spiegelt sich dies auch in einem Absinken des Vitamin-C-Spiegels wider. 84% aller Patienten zeigen am 1. postoperativen Tag ein Vitamin-C-Defizit (Rümelin 1999). Im Herzzentrum Bad Krozingen wird z.B. Vitamin C Injektopas® in der Gefäßchirurgie zur Vermeidung von ischämischen Reperfusionsschäden während und nach offener Herzoperation eingesetzt (Preiss et al. 2002, in press).

### **...bei Verbrennungen**

Auch bei Verbrennungen kommt es zu einem massiven Anfall freier Radikale, die vor allem mehrfach ungesättigte Fettsäuren zerstören (Lipidperoxidation). Hochdosierte Vitamin-C-Infusionen führen nicht nur zu einer signifikanten Reduktion der Lipidperoxidation, sondern reduzieren auch die posttraumatische Ödembildung, die Beatmungsdauer und die Menge an Flüssigkeitsersatzlösung (Tanaka et al. 2000).

### **...bei Arteriosklerose, KHK, Diabetes**

Oxidativer Stress ist ein wesentlicher Faktor bei der Entstehung der Arteriosklerose (Ting et al. 1997).

Das Gefäßendothelium und in besonderem Maße die Stickoxid-(NO-) Produktion ist empfindlich gegenüber oxidativem Stress. Klinische Studien zeigen einen erheblichen Benefit durch hohe Vitamin-C-Zufuhren bei einer Vielzahl von Situationen, wie Hypercholesterolemie (Ting et al. 1997), Rauchen (Heitzer et al. 1996) und bei koronaren Herzerkrankungen (Heitzer et al. 1996). Vitamin C stellt in diesen Situationen die verschlechterte Endothelfunktion wieder her. Es schützt die gefäßdilatorische Stickoxid (NO) und verbessert seine Bioverfügbarkeit (Jackson et al. 1998). Hochdosierte Vitamin-C-Gaben können auch bei Hyperglycämie oder Hyperinsulinämie die stark verminderte Endothelium-abhängige Vasodilatation wiederherstellen (Beckman 2001, Arcaro 2002).

Die gefäßprotektiven Eigenschaften wurden auf der diesjährigen Jahrestagung des American College of Cardiology weiter bestätigt. Bei koronarkranken Diabetikern führt eine Dauertherapie mit Vitamin-C zur Verbesserung der Durchblutung (Tousoulls 2002). Eine einmalige Vitamin-C-Gabe als Infusion bewirkt bei Patienten vor Bypassoperation eine wirksamere Gefäßdilataion der Arteria radialis als der Kalziumantagonist Diltiazem (Drossos 2002). Vitamin C verbessert auch die Arginin-vermittelte Vasodilatation bei Arteriosklerose (Tousoulls 2002). Es wirkt sich günstig auf die Progression der Arteriosklerose an den Carotiden aus und führt zu einer um 40% reduzierten kardiovaskulären Mortalität. Dies bestätigt eine 10jährige Follow-up-Studie (Nicolaidas 2002).

### **...bei Arthritis**

Bei entzündlich-rheumatischen Erkrankungen ist der Vitamin-C-Bedarf stark erhöht. Dies spiegelt sich in signifikant reduzierten Vitamin-C-Spiegeln im Plasma und Leukozyten von Arthritispatienten wider (Lunec 1985, Oberitter 1986). Im entzündeten Areal bilden aktivierte Makrophagen fortlaufend Radikale und schädigen das umliegende Gewebe, das u. a. über die Aktivierung proinflammatorischer Gene mit erneuten Entzündungsreaktionen reagiert. Das Resultat ist chronischer oxidativer Stress, der zu Gewebeerstörung, chronischen Entzündungen und Schmerz führt.

Vitamin C wird bei Arthritis und anderen entzündlich-rheumatischen Erkrankungen als Radikalfänger eingesetzt (Kodama 1994).

### ...zum Schutz des Immunsystems

Vitamin C schützt das gesunde Gewebe und die Immunzellen vor Sauerstoffradikalen, die im Zuge der Immunantwort gebildet werden. Leukozyten besitzen hierzu im Vergleich zum Plasma 40- bis 80mal höhere Vitamin-C-Konzentrationen (Evans et al. 1982, Trenkman 1990). Vitamin C verbessert die Mobilität und Chemotaxis der Leukozyten, erhöht die Phagozytoseleistung und steigert die Aktivität der NK-Zellen.

Die Summe all dieser protektiven Wirkungen von Vitamin C gegenüber Freien Radikalen drückt sich in einem gesunden Organismus aus. Proteine, Fettsäuren und Erbsubstanz können durch eine optimale Vitamin-C-Versorgung effektiv vor Zerstörungen geschützt werden.

Das bestätigt die EPIC-Norfolk-Studie aus England an nahezu 20 000 Männern und Frauen, die in „Lancet“ publiziert wurde (Khaw 2001): Eine Erhöhung der Vitamin-C-Konzentration im Blut um 0,35 mg/dl kann das Mortalitätsrisiko um 20 Prozent senken.

### Vitamin C gegen Schlaganfall ?

#### **Je höher der Vitamin-C-Spiegel im Blut, desto niedriger das Risiko für einen Schlaganfall**

luk - Stroke 2000, Vol. 32, S. 2287-4229

Das zeigen die Daten von rund 2.000 Frauen und Männern im ländlichen Japan, in deren Blut seit 1977 regelmäßig der Vitamin-C-Spiegel gemessen wurde. Im Laufe von 20 Jahren erlitten 196 der Studienteilnehmer einen Schlaganfall. Das Risiko war bei denjenigen, deren Vitamin-C-Wert im unteren Viertel lag, um 70% höher als bei den Japanern mit hohen Vitamin-C-Spiegeln. Weitere statistische Analysen zeigten, dass dieser Zusammenhang auch für die Zahl der Tage gilt, an denen die untersuchten Japaner Vitamin-C-reiches Obst und Gemüse aßen: Je häufiger das auf den Tisch kam, desto geringer das Schlaganfall-Risiko. Möglicherweise hat Vitamin C einen Nutzen, der über den bekannten antioxidativen Effekt hinausgeht. **Denn vermindert waren bei reichhaltigem Vitamin C-Genuss auch jene Schlaganfälle, die auf einer Gehirnblutung beruhen.** Und da spielen antioxidative Effekte keine Rolle. Ein Zusammenhang zwischen Vitamin C und Schlaganfallrisiko wurde schon lange vermutet.

### Vitamin C und LDL-Cholesterin

Siow, R.C., Richards, J.P., Pedley, K.C., Leake, D.S., Mann, G.E. London, UK; Vitamin C protects human vascular smooth muscle cells against apoptosis induced by moderately oxidized LDL containing high levels of lipid hydroperoxides. Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. 19, 2387-2394

Oxidativ modifiziertes LDL ist an der Entstehung und Progression der Atherosklerose beteiligt. Es gilt als weitgehend gesichert, dass oxidiertes LDL die vaskuläre Apoptose

(programmierter Zelltod) anstößt. Apoptotische Zellen können zur Instabilität von Plaques und damit zur Thrombose führen. R.C.Siow et al. untersuchten in Zellkulturen den Einfluss von unterschiedlich oxidierten LDL-Fraktionen auf humane arterielle glatte Muskelzellen.

Während moderat oxidiertes LDL eine starke apoptotische Wirkung auf die glatten Muskelzellen ausübte, zeigten natives LDL, schwach und maximal oxidiertes LDL keinen Effekt. Als Erklärung geben die Autoren den Gehalt an Hydroperoxyden an, der beim moderat oxidierten LDL mit 615 nmol/mg Protein sehr viel höher liegt als beim nativen und maximal oxidierten LDL mit je ca. 50 nmol/mg. Auch organische Hydroperoxide führen zur Apoptose. Offensichtlich sind Hydroperoxidgruppen toxischer als Hydroxyl- und Ketogruppen der stark oxidierten LDL-Partikel. Eine Vorbehandlung der Zellen mit Vitamin C im Bereich physiologischer Konzentrationen schwächte die Apoptosewirkung ab. Erkennbar war dies an Aktivitätsminderungen von Indikatoren einer Apoptose und an der Erhöhung der Proteinexpression des Antiapoptose-Mediators (Bcl-xL).

Die vorgelegten Versuchsergebnisse deuten darauf hin, dass moderat oxidiertes LDL mit einem hohen Gehalt an Hydroperoxyden, im Gegensatz zu gering und hoch oxidiertem LDL, eine Apoptose von humanen arteriellen glatten Muskelzellen verursacht. **Eine Vitamin-C-Supplementierung hemmt die Apoptose und wirkt dadurch einer Plaque-Ablösung und einem Fortschreiten der Atherosklerose entgegen.**

### **Vitamin C und Mortalitätsrisiko**

#### EPIC-Norfolk-Studie

Eine Erhöhung der Vitamin C-Konzentration im Blut um 0,35 mg/dl kann das Mortalitätsrisiko um 20 Prozent senken. Diese Beobachtung machten englische Wissenschaftler bei einer Untersuchung an 19 496 Männern und Frauen im Alter zwischen 45 und 79 Jahren. Betrachtet wurde die Gesamtsterberate, die Sterberate an Koronaren Herzerkrankungen (KHK) und Krebserkrankungen. Beim Vergleich der Sterberaten wurden die Personen in Abhängigkeit von ihrem Vitamin C-Spiegel in 5 unterschiedliche Konzentrationsgruppen unterteilt. Die Vitamin C-Konzentration im Blut verhielt sich umgekehrt proportional zu den Mortalitätsraten für alle Todesfälle und für Todesfälle durch Herz-Kreislaufkrankungen.

Das Mortalitätsrisiko in der Gruppe mit der besten Vitamin C-Versorgung war nur etwa halb so groß wie das in der Gruppe mit der niedrigsten Vitamin C-Konzentration. Bei dieser Studie handelt es sich um eine prospektive Studie, d.h. bei den Teilnehmern wurde über einen Zeitraum von 4 Jahren die Sterberate und die Vitamin C-Versorgung beobachtet.

Der Vitamin C-Spiegel bei Frauen in der Gruppe mit der höchsten Vitamin C-Konzentration lag bei 1,50 mg/dl und bei Männern bei 1,30 mg/dl. Bei Personen in der niedrigsten Konzentrationsgruppe fanden sich Vitamin C-Spiegel von 0,53 mg/dl (Frauen) und 0,37 mg/dl (Männer). Die jeweilige Steigerung der Vitamin C-Konzentration im Blut um 0,35 mg/dl senkte die Gesamtmortalität um jeweils 20 Prozent ( $p < 0,0001$ ), unabhängig von Alter, systolischem Blutdruck, Cholesterinspiegel, Rauchen, Diabetes oder

der zusätzlichen Einnahme von Vitaminpräparaten . Nach Meinung der Autoren kann bereits eine extra Portion an Obst und Gemüse (ca. 50g) die erforderliche Konzentrationserhöhung im Blut von 0,35 mg/dl ermöglichen (Khaw, K.-T. 2001).

Der Vitamin C-Gehalt der einzelnen Früchte- bzw. Gemüsesorten variiert jedoch und unterschiedliche Anbau-, Lager- und Zubereitungsbedingungen tragen ferner dazu bei, dass die tatsächliche Vitamin C-Aufnahme sehr unterschiedlich ausfallen kann.

Studien zur Aufnahme von Vitamin C in Form von Tabletten oder Pulver verdeutlichen, dass es wichtig ist Vitamin C in kleinen Portionen (vorzugsweise ca. 100 mg pro Stunde, z.B. Vitamin C – Langzeitwirkung, hier werden ca. 80 mg pro Stunde freigesetzt) mehrfach über den Tag einzunehmen. Vitamin C-Konzentrationen im Blut von 1,3 – 1,5 mg/ dl, wie man sie bei der o.g. Studie gefunden hat, entsprechen einer optimalen Vitamin C - Versorgung. Eine Konzentrationssteigerung über diesen Wert hinaus ist bei einer Vitamin C-Zufuhr über die Nahrung bzw. mittels Vitamin C - Tabletten kaum möglich.

Untersuchungen bei gesunden Probanden zeigen, dass bei einer täglichen Vitamin C - Einnahme von 1000 mg eine Sättigung der Blutspiegel erreicht wird (Levine 1996). Bei Patienten kann die benötigte Vitamin C- Menge aufgrund eines verstärkten Vitamin C-Verbrauchs oder eines erhöhten Bedarfs durch die Art der Erkrankung höher liegen.

Literatur:

Khaw, K.-T. et al. Relation between plasma ascorbic acid and mortality in men and women in EPIC-Norfolk prospective study: a prospective population study. *Lancet* 357, 657-63 (2001).

Levine, M. et al. Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: Evidence for a recommended dietary allowance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93, 3704-9 (1996)

### **Vitamin C-Status und Sterblichkeit**

Zu Beginn der "Second National Health and Nutrition Examination Survey" (NHANES II) (1976 - 1980) wurde u. a. der Serum-Vitamin-C-Status bestimmt. Am Ende einer Nachbeobachtungszeit von 12 bis 16 Jahren waren von 3.347 Männern 790 und von 3.724 Frauen 566 gestorben. Die Autoren untersuchten Beziehungen zwischen dem Vitamin-C-Status und der Mortalität.

Männer im niedrigsten Serum-Ascorbinsäure-Quartil (<28,4 µmol/l) hatten altersbereinigt ein etwa doppelt so großes Todesrisiko wie Männer im höchsten Quartil (< 73,8 µmol/l). Nach statistischer Eliminierung zahlreicher Risikofaktoren verblieb eine Risikoerhöhung der Gesamtsterblichkeit von 57 % (relatives Risiko = RR = 1,57, 95% Vertrauensintervall 1,21 - 2,03). Das Risiko an Krebs zu sterben lag um 62 % höher (RR = 1,62, 95% VI 1,01 - 2,59). Der Trend über die Quartile war statistisch signifikant. Die Beziehung zwischen Vitamin-C-Status und vaskulär bedingtem Tod war schwach, insbesondere nach Eliminierung zahlreicher vaskulärer Risikofaktoren. Der günstige Einfluss eines hohen Vitamin-C-Spiegels galt auch dann, wenn nur Nichtraucher untersucht wurden. Eine Beeinflussung des Gesamtergebnisses durch Rauchen ist dadurch auszuschließen. Bei Frauen ergab sich kein signifikanter Einfluss des Vitamin-C-Status auf die Sterblichkeit. Als Ursache wird ein generell höherer Vitamin-C-Spiegel bei den

Frauen (Median Frauen 64,2  $\mu\text{mol/l}$ , Männer 49,4  $\mu\text{mol/l}$ ) angenommen. Außerdem wirkt sich Vitamin C vor allem auf nicht hormonell beeinflusste Tumore präventiv aus. Der Anteil dieses Krebstyps lag bei den Frauen mit 30 % deutlich höher als bei den Männern mit nur 7 %, so dass bei Männern mit stärkeren Effekten gerechnet werden kann.

Zusammenfassend bedeuten die Befunde, dass ein niedriger Vitamin-C-Serumspiegel bei Männern auf ein erhöhtes Mortalitätsrisiko deutet, vor allem als Folge einer Krebserkrankung.

### **Weitere Wirkungen von Vitamin C**

- Ascorbinsäure verbessert auch die Eisenaufnahme aus dem Darm.
- Ascorbinsäure hat eine Schlüsselstellung bei der Kollagensynthese und ist daher wichtig für Aufbau und Erhalt von Haut, Zähnen, Nägeln und Haaren.
- Ascorbinsäure verhindert die Bildung von krebserregenden Nitrosaminen im Magen-Darm-Trakt.
- Ascorbinsäure stärkt das Immunsystem gegenüber bakteriellen und viralen Infektionen, indem die Produktion von Antikörpern und Interferon sowie die Funktion der weißen Blutkörperchen gefördert wird (diese enthalten von allen Körperzellen bei weitem am meisten Ascorbinsäure).

Der Körper hat keine nennenswerten Ascorbinsäure-Speicher. Wir müssen sie also praktisch täglich in der benötigten Menge zuführen. Wenn wir längere Zeit keine Ascorbinsäure aufnehmen, entsteht bereits nach wenigen Tagen ein bedeutsamer Vitamin C - Mangel. Das Immunsystem wird schwach, wir werden infektfälliger. Die Kollagenbildung ist beeinträchtigt (darum fallen z. B. bei lang anhaltendem Mangel die Zähne aus).

Ein englischer Landarzt erkannte schon im 18. Jahrhundert, dass frisches Obst und Gemüse einen Stoff enthalten müsse, der diese für die Seefahrernation England und die einzelnen Seeleute unangenehmen Erscheinungen verhindern kann. Er forderte, dass alle Schiffe viel Obst, Gemüse und Sauerkraut bunkern und die Seeleute regelmäßig damit versorgt werden sollten. Es dauerte "nur" 150 Jahre, bis die britische Admiralität diesen Vorschlag aufgriff. Möglicherweise braucht es dieselbe Zeit, bis sich neue Erkenntnisse durchsetzen, die eine höhere Zufuhr von Ascorbinsäure fordern.

### **Bioverfügbarkeit**

Vitamin C ist ein essentieller Mikronährstoff, ohne den wir kein gesundes Leben führen können. Der Mensch hat die Fähigkeit verloren, Vitamin C in der Leber aus Glucose aufzubauen. Er ist darauf angewiesen, Vitamin C mit der Nahrung aufzunehmen. Diese Aufnahme kostet den Organismus viel Energie, denn den Transport übernehmen spezielle  $\text{Na}^+$ -abhängige Transportmoleküle, die vor allem im Duodenum und proximalen Jejunum lokalisiert sind. Die Anzahl der Vitamin-C-Transporter in der Darmschleimhaut limitiert die Vitamin-C-Aufnahme.

Je höher die Einzeldosis ist, desto geringer fällt der prozentual aufgenommene Anteil an Vitamin C aus und erreicht eine Sättigung. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, die beabsichtigte Vitamin-C-Menge in kleinen Dosen über den Tag verteilt einzunehmen. Optimal ist eine orale Vitamin-C-Dosierung von ca. 100 mg pro Stunde, so wie sie bei Langzeitpräparaten gegeben ist; hier liegt die Bioverfügbarkeit unter steady-state-Bedingungen bei 100%. Bei höheren Vitamin-C-Gaben – z.B. bei der Einnahme von Ascorbinsäure in Pulverform oder 1000 mg Brausetabletten - sinkt sie bei 500 mg auf 73%, bzw. bei 1250 mg auf 49% (Levine 1999). Maximale Vitamin-C-Plasmakonzentrationen (70–80µM) werden nach oraler Einnahme von einem Gramm Vitamin C erreicht. Eine Steigerung der Plasmakonzentration über diesen Bereich hinaus ist nur durch Vitamin-C-Infusionen möglich. Vitamin-C-Infusionen ermöglichen nicht nur höhere Plasmaspiegel, sondern bieten gegenüber der oralen Applikation den Vorteil, daß im Akutfall sehr schnell reduzierte Plasma- und Gewebespiegel aufgefüllt werden können. Bei der Infusionstherapie wird das Salz der Ascorbinsäure verwendet. Das Ascorbat-Anion verfügt über die gleiche biologische Aktivität wie die Ascorbinsäure. Im physiologischen pH-Bereich kann es jedoch keine sauren Valenzen abgeben, so daß es zu keiner Verschiebung des Säure-Basen-Haushalts kommt.

Auch die Aufnahme von Vitamin C ins Gewebe ist vielfach nur unter Energieverbrauch möglich; fast alle Gewebe verfügen über sogenannte SVCT1- oder SVCT2-Transporter. Neben dem Energie- und Natrium-abhängigen Transport gibt es für viele Gewebe auch die Möglichkeit Deydroascorbat via Glucose-(Hexose-) transporter (GLUTs) aufzunehmen und intrazellulär wieder zu Ascorbinsäure zu reduzieren (z.B. Neutrophile, Blut-Hirn-Schranke etc.). Ascorbinsäure kann die bidirektionalen GLUTs nicht mehr passieren, so daß Vitamin C in diesen Zellen angereichert werden kann. Neutrophile, die Bakterien ausgesetzt werden, oxidieren extrazelluläre Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure, die via GLUTs aufgenommen wird und durch das Protein Glutaredoxin sehr schnell wieder zu Ascorbinsäure reduziert wird (Rumsey 1998). Die Aufnahme von Dehydroascorbat und Reduktion zu Ascorbat ist in Neutrophilen um das 10fache schneller als der direkte Transport von Ascorbinsäure (Welch 1995).

Der Körper wendet einiges an Energie auf, um den Radikalfänger Nr. 1 im wässrigen Milieu des Körpers in ausreichender Konzentration zur Verfügung zu haben. Bestimmte Gewebe akkumulieren Vitamin C aktiv gegen einen Konzentrationsgradienten, da sie Vitamin C zur Aufrechterhaltung ihrer Funktion benötigen. Besonders hohe Vitamin-C-Konzentrationen finden sich in Gehirn (Hypophyse), Nebenniere, Augenlinse und in den Leukozyten.

**Wenn Ascorbinsäure so gesund ist, warum streiten sich die Wissenschaftler eigentlich so heftig um die richtige Dosis? Und was ist überhaupt die "richtige Dosis"?**

Niemand kann heute genau sagen, wie viel Ascorbinsäure wir täglich wirklich benötigen. Die Zufuhrempfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) wurde vor einigen Jahren von 75 auf 100 mg täglich heraufgesetzt. Orthomolekulare Mediziner - also Ärzte, die sich mit den "richtigen Nährstoffen", mit Nahrungsergänzungen, professionell befassen - fordern hingegen ein bis mehrere Gramm täglich. Linus Pauling, der zweifache Nobelpreisträger und "Vitamin C - Papst" nahm täglich 30 g ein! Wir

wissen nicht, ob er recht hatte, aber als er mit weit mehr als 90 Jahren starb, hatte er immerhin einen großen Teil seiner Kritiker überlebt...

100 mg ist die Dosis, die sicher einen Ascorbinsäure-Mangel vermeidet. Nicht mehr und nicht weniger. Wollen wir hingegen antioxidative Effekte erzielen, den Körper damit möglicherweise vor Krebs, Herzinfarkt, Rheuma, Asthma und weiteren Erkrankungen schützen, von denen wir heute wissen, dass sie mit Oxidation zu tun haben, so reichen diese 100 mg wohl bei Weitem nicht aus.

**Was wenige wissen:** Ascorbinsäure ist im Tierreich gar kein Vitamin, da es Hunde, Katzen, Pferde, fast alle Tiere selbst herstellen können. Lediglich das Meerschweinchen, die Menschenaffen und wenige andere Tierarten sowie der Mensch sind auf eine regelmäßige Zufuhr von außen angewiesen. Wir nehmen heute an, dass unsere Vorfahren vor mehreren Millionen Jahren reine Vegetarier mit einer sehr hohen Ascorbinsäure-Aufnahme waren. Sie waren also gar nicht mehr auf die Eigenproduktion angewiesen. Durch eine Mutation verlor unser direkter Ahne die Fähigkeit der Ascorbinsäure-Produktion. Dies erwies sich aber als Vorteil, da die hierfür aufgewendete Energie für etwas anderes verwendet werden konnte. Der Verlust der Ascorbinsäure-Synthese bedeutete also bei sehr Ascorbinsäure-reicher Kost einen Selektionsvorteil in der Evolutionsgeschichte.

#### **Bei welchen Erkrankungen/Störungen ist die Einnahme von Ascorbinsäure sinnvoll?**

- Anwendung besonders bei verzögerter Wundheilung nach Verletzungen oder Operationen.
- Alle bakteriellen oder viralen Infekte sollten Sie frühzeitig und hoch dosiert mit Ascorbinsäure behandeln.
- Bestimmte Giftstoffe (z.B. Schwermetalle wie Quecksilber, aber auch Nikotin und manche Pharmaka) werden unter Ascorbinsäure besser verstoffwechselt und ausgeschieden.
- Krebsvorbeugung mit Ascorbinsäure im Grammbereich, Krebstherapie unter ärztlicher Kontrolle im Zehngrammbereich, evtl. auch Ascorbinsäure-Infusionen.
- Bei Arthrose (Gelenkverschleiß) zur Förderung der Kollagen- und Knorpelbildung.
- Bei Arthritis (z.B. Rheuma) als Oxidationsschutz wegen des hohen Anfalls freier Radikale bei Entzündungen.
- Bei allen anderen Entzündungen (z.B. Colitis, Morbus Crohn, Asthma, Multiple Sklerose, Neurodermitis) verbraucht der Körper - je nach Stärke der Entzündung - mehr Ascorbinsäure.
- Zur Vorbeugung und Behandlung von Arteriosklerose wegen des Oxidationsschutzes. Nur oxidiertes Cholesterin lagert sich an die Gefäßwände ab.
- Bei schlechter Ascorbinsäure-Versorgung kann Ascorbinsäure zur Cholesterinsenkung beitragen.
- Bei Allergien fördert Ascorbinsäure den Abbau von Histamin, welches bei der Allergiereaktion eine entscheidende Bedeutung hat. Ascorbinsäure sollten Sie bei Allergien hoch dosiert (mind. 5 g) und zusammen mit Kalzium (mind. 1 g) einnehmen. Auch Ascorbinsäure-Infusionen kommen hier in Frage.

- Beim Katarakt (Grauer Star) haben Vitamin C-Dosen über 300 mg über mehrere Jahre eingenommen eine Schutzwirkung.
- Bei chronischer Hämodialyse (Blutwäsche mit künstlicher Niere) und bei längerer Ernährung über Infusionen sollte zusätzlich Ascorbinsäure zugeführt werden.
- Erhöhter Methämoglobingehalt im Kindesalter sowie Harnsteine aus Cystin sind weitere, eher seltenere Anwendungsgebiete.

### **Raucher brauchen Vitamin C**

Zhanget al. Microvasc. Res. 58 305-311,1999

Bereits das Rauchen einer einzelnen Zigarette wird von einer einschneidenden Beeinträchtigung der Mikrozirkulation begleitet, die zu ähnlichen Durchblutungsstörungen führen kann, wie sie auf hohe Cholesterinspiegel zurückzuführen sind. Die Ursache wird unter anderem in einer erhöhten Oxidation von NO (Stickstoffmonoxyd) zu Nitrat gesehen, die mit einer Verengung der Gefäße einhergeht. Die Autoren gingen in ihrer Studie der Fragestellung nach, inwieweit durch die Einnahme einer einzelnen hohen Dosis Vitamin C den durch Rauchen verursachten Durchblutungsstörungen entgegengewirkt werden kann.

An 24 gesunden Probanden wurde der Effekt des Rauchens allein und nach Einnahme von 1 g oder 2 g Vitamin C beziehungsweise Aspirin auf die Durchblutung des Nagelfalzes untersucht. Bei 23 der 24 Probanden konnte ein deutlicher Rückgang der Durchblutung um 40-50% bereits 1-5 Minuten nach dem Rauchen einer einzelnen Zigarette verzeichnet werden. Diese Beeinträchtigungen konnten durch Einnahme von 2 g Vitamin C zwei Stunden vor dem Rauchen zu 50% reduziert werden ( $p < 0.0001$ ). Auch bei Nichtrauchern verbesserte Vitamin C die Mikrozirkulation. Die Einnahme von nur 1 g Vitamin C im zweiten Teil der Studie zeigte genau sowenig eine signifikante Wirkung auf die Durchblutungsrosselung wie die Vorbehandlung mit Aspirin.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Wirkung überhöhter Cholesterinspiegel und von Zigarettenrauch auf die Mikrozirkulation über einen ähnlichen Mechanismus unter Einbeziehung von oxidativem Stress vermittelt wird. In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass eine einzelne hohe Dosis Vitamin C die durch das Rauchen einer Zigarette verursachte Verminderung der Mikrozirkulation signifikant reduzieren oder sogar gänzlich aufheben kann.

### **Vitamin C und Passivrauchen**

Valkonen et al.: Free Radic. Biol. Med. 28, 428-436,2000

Bei Passivrauchern kann durch Freie Radikale erzeugter oxidativer Stress zu kardiovaskulären Erkrankungen beitragen. Schon kurze Perioden des Passivrauchens führen zu einer massiven Abnahme des körpereigenen Antioxidantiennetzwerks (TRAP) und gesteigerter Lipidperoxidation mit LDL-Akkumulation in den Makrophagen.

Passivrauchen vervierfacht auf diese Weise das Risiko für koronare Herzkrankheit. Vitamin C kann durch seine antioxidativen Eigenschaften schädliche Freie Radikale aus

dem Zigarettenrauch abfangen und damit den initialen atherogenen Veränderungen entgegenwirken. *Valkonen* und *Kuusi* prüften in dieser Studie, ob die akuten schädlichen Effekte des Passivrauchens durch Vitamin C behoben oder gemindert werden können. Nichtraucher (n = 10) wurden je 4 Tage normaler Luft oder Zigarettenrauch ausgesetzt. Beim Passivrauchen konnte bereits 1,5 Stunden nach Rauchexposition ein Anstieg der thiobarbitursäurereaktiven Substanzen (TBARS) als Marker für oxidativen Stress, eine Reduktion des TRAP und vermehrte Lipidperoxidation gemessen werden, während sich diese Parameter bei der Kontrollgruppe nicht veränderten. Während der letzten 2 Versuchstage wurden 2 Stunden vor Versuchsbeginn 3 g Vitamin C verabreicht, was in einer Verdoppelung der Plasmakonzentration (von 44,5 auf 94 µmol/l) innerhalb des physiologischen Rahmens (30-150 µmol/l) 2 Stunden nach Einnahme resultierte. Vitamin C zeigte keinen Effekt auf die Lipidperoxidation in normaler Luft.

Bei Passivrauchern verminderte Vitamin C hochsignifikant den Abfall des körpereigenen Antioxidantiennetzwerks, senkte die LDL-Peroxidation und setzte die erhöhte TBARS-Produktion herab. Diese Ergebnisse zeigen, dass Vitamin C Zigarettenrauch-induzierten oxidativen Stress effektiv abfangen kann und damit Passivraucher vor atherogenen Gefäßveränderungen schützt.

### Welche Nebenwirkungen hat Ascorbinsäure?

Auch bei einer Zufuhr von 10 g - das ist das Hundertfache der empfohlenen Dosis - ist Ascorbinsäure meist gut verträglich. Auf einige Nebenwirkungen müssen wir dennoch achten:

- Ist die Dosis zu hoch, so „rauscht es einfach durch“ und wir bekommen Durchfall. Dann sollten wir die Dosis zurücknehmen, bis sich der Stuhl wieder normalisiert.  
**Allerdings:** Bei akuten Entzündungen vertragen wir oft ein Mehrfaches dessen, was sonst zu Durchfall führen würde - wir nehmen dann mehr auf und verbrauchen auch mehr.
- Wer einen empfindlichen Magen hat, kann Probleme bei der Einnahme größerer Mengen bekommen. Sie sollten dann eine Vitamin C-Kapsel einnehmen, die sich erst im Dünndarm auflöst.
- Wer Vitamin C als in Flüssigkeit gelöstes Pulver oder als Brausetablette einnimmt, sollte anschließend den Mund gut ausspülen. Die Ascorbinsäure kann sonst den Zahnschmelz angreifen.
- Immer wieder wird berichtet, dass hohe Dosen von Ascorbinsäure zu Nierensteinen führen. Diese Befürchtung resultiert aus theoretischen Überlegungen und konnte in Experimenten und Studien nicht erhärtet werden.
- Genauso werden immer wieder einmal pro-oxidative Effekte (also kein Schutz, sondern eine Förderung des "Ranzigwerdens") von Ascorbinsäure aus Laborversuchen abgeleitet. Dies konnte bisher aber nur in Versuchen in vitro (im Reagenzglas), die wenig mit der biologischen Wirklichkeit zu tun haben, gefunden werden. Insgesamt überwiegen eindeutig die antioxidativen Wirkungen.

## Ist natürliche oder künstliche Ascorbinsäure besser?

Die beste Ascorbinsäure ist die, welche wir im natürlichen Verbund des Lebensmittels aufnehmen. Reich an Ascorbinsäure sind:

- Obst, besonders Johannisbeeren, Sanddorn, Hagebutten, Kiwis, Zitrusfrüchte und der „Ascorbinsäure – Weltmeister“, die Acerola-Kirsche, die allerdings frei von Insektiziden und Pestiziden sein sollte, sonst spielt beim Radikalfang im Körper der Teufel mit dem Belzebub Nachlaufen.
- Gemüse, besonders Paprika, Brokkoli, alle Kohlsorten (z.B. Sauerkraut)
- Frische Kräuter, besonders Petersilie
- Kartoffeln
- Von den tierischen Lebensmitteln haben nur Leber und Niere einen nennenswerten Gehalt.

Bei Einnahme von Nahrungsergänzungspräparaten gilt: Vermutlich ist natürliche Ascorbinsäure (z.B. aus der Acerola-Kirsche) um einige Prozent wirksamer, wenn sie noch im Verbund mit den natürlichen Flavonoiden vorliegt. Hierdurch wird die Aufnahme wohl etwas gesteigert. Überzeugende Studien gibt es hierzu allerdings nicht. Ist die Ascorbinsäure erst einmal in der Blutbahn - und auch das synthetische Vitamin C gelangt nachweislich dorthin - kann der Körper nicht mehr erkennen, ob das Ascorbinsäuremolekül aus der Acerola oder der Retorte stammt. Die Frage nach natürlicher oder synthetischer Ascorbinsäure ist weniger eine medizinisch-wissenschaftliche als eine ideologische Frage. Wer die natürliche Herkunft favorisiert und dafür einen mehr als zehnfachen hohen Preis zu bezahlen bereit ist, soll guten Gewissens zur natürlichen Ascorbinsäure greifen. Der Konsument von "synthetischem Vitamin C" braucht deshalb kein schlechtes Gewissen zu haben - es wirkt genauso gut.

**Tipp:** Wenn Sie die Ascorbinsäure nicht vertragen, so können Sie sich selbst einfach und preisgünstig ein neutralisiertes Vitamin C herstellen. Wenn Sie 100 g Ascorbinsäure-Pulver mit 48 g Natriumbikarbonat mischen, so erhalten Sie neutrales Natriumascorbat. Nehmen Sie dazu 50 g Natriumbikarbonat minus ½ Teelöffel. 1 Teelöffel dieser Mischung enthält etwa zwei bis drei Gramm Vitamin C.

**Achtung:** In Wasser gelöst, schäumt dieses Natriumascorbat stark auf. Es schmeckt fade und nach nichts. Trinken Sie dieses Pulver daher am besten in Fruchtsaft. Wenn Sie mehr als 1 Teelöffel Natriumbikarbonat vor dem Mischen wegnehmen, neutralisieren Sie den größten Teil der Ascorbinsäure, aber nicht alles. Die Lösung behält daher einen leicht sauren, zitronenartigen Geschmack. Die fertige Natriumascorbat-Pulvermischung sollten Sie unbedingt trocken lagern, am besten in einer verschließbaren Dose oder einem Glas



Vitamin C kann von den meisten Tierarten aus Glukose synthetisiert werden. Primaten, inklusive dem Menschen, sind dazu nicht in der Lage und müssen Vitamin C mit der Nahrung aufnehmen. Ascorbinsäure wirkt als wasserlösliches **Antioxydant**. Vitamin C-Mangel kann zu verschiedenartigsten schweren gesundheitlichen Störungen führen.

[Homepage](#)

[empf. webshop](#)

