

## Selen

### **Funktionen im Körper**

**Antioxidans:**

Radikalschutz für Zellen, u.a. als Bestandteil des Enzyms Glutathionperoxidase (Reduktion von aktiviertem Sauerstoff). Z.B. Hemmung der Lipidperoxidation

**Immunsystem:**

Antikörperbildung (insbesondere IgG), gamma-Interferon, Tumor-Nekrose-Faktor (TNF), Aktivierung der Killerzellen (bei sehr hohen Dosierungen eher immunsuppressiv)

**Schilddrüsenhormone:** Selenmangel kann Hypothyreose begünstigen durch Aktivierung der Jodthyronin-5-Dejodase

**Schwermetalle:** u.a. Bindung von Quecksilber und Cadmium

### **Bedarf**

Ca. 50 bis 200 µg/Tag

durchschnittliche Zufuhr in Deutschland 30 – 80 µg/Tag

### **Symptome bei Selenmangel**

**Manifeste klinische Erscheinungen**

**Dilatative Kardiomyopathie:**

häufig in Kombination mit anderen Nährstoffmängeln

**Keshan-Krankheit**

(benannt nach einer chinesischen Provinz): Gelenkdeformierungen und –entzündungen

**Zeichen latenter Mangel:**

Immunschwäche, Muskelschwund

Schäden von Leber und Bauchspeicheldrüse

Schäden an den Augen (fehlender Oxidationsschutz): grauer Star

### **Ursachen für Selenmangel**

**Erhöhter Bedarf**

**Schwermetallbelastungen:**

Quecksilber (Amalgam), Cadmium (Zigarettenrauch) u.a.

**Chronische Erkrankungen:** Pankreatitis, entzündliche Darmerkrankungen

**Medikamente:** Valproinsäure (Epilepsie)

**Verminderte Aufnahme**

**Nahrung:** selenarme Böden in Deutschland, aber auch in wichtigen Einfuhrländern von Fleisch (z.B. Neuseeland)

Magen-Darm-Erkrankungen

## **Natürliche Quellen**

Salzwasserrische, Fleisch, Eier und Getreide

## **Anwendungsmöglichkeiten**

### **Herz-Kreislauf-Erkrankungen:**

Herzinfarktvermeidung und –nachsorge, Herzmuskelerkrankungen (Keshan Krankheit: dilatative Kardiomyopathie)

**Immunsystem:** Verbesserung der Antikörperbildung und der Bildung und Aktivierung verschiedener Leukozyten (insbesondere Lymphozyten und Killerzellen)

**Krebs:** vermehrter oxidativer Stress ist Teil der Tumorentstehung. Krebsvermeidung und additive Krebstherapie gelten als gesichert.

**Raucher:** Cadmiumbelastung und oxidativer Stress werden durch Selengaben gebessert

**Rheumatische Erkrankungen:** Gelenksdeformationen (Kashin-Beck-Erkrankung in China) und andere entzündlich rheumatische Erkrankungen profitieren von Selensubstitution

**Schwermetallbelastungen:** Quecksilber, Cadmium, Blei

**Andere Indikationen:** Pankreatitis, Lebererkrankungen, entzündliche Darmerkrankungen, Hämodialyse-Behandlung, zystische Fibrose (Mucoviscidose), Katarakt

## **Selen und Tumorentstehung**

Enge Beziehung zwischen Selengehalt des Bodens und Krebssterblichkeit in der betreffenden Gegend

Studie: Senkung der Krebssterblichkeit um 50% durch Selengaben  
(Krämer: *Akt. Ernähr.-Med.* 21,103 / 1996)

Hemmender Einfluss auf die Krebsentstehung nachgewiesen bei: Haut-, Lungen-, Dickdarm- und Prostatakrebs.

Nebenwirkungen von Chemotherapeutika werden vermindert

## **Selen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen**

Enge Korrelation zwischen täglicher Selenaufnahme bzw. den Selenspiegeln im Blut und der Sterblichkeitsrate an Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Ursache: Hemmung der Lipidperoxidation und Thrombozytenaggregationshemmung in hoher Dosierung

## **Überdosierung / Nebenwirkungen**

Bis 2000 µg wurden keine Nebenwirkungen beobachtet

Als „sichere Dosierung“ wird Grenze von 400 µg langfristig bzw. 1000 µg kurzfristig angegeben

Symptome bei Überdosierung: Knoblauchgeruch, Kopfschmerzen, Magen-Darm-Störungen, Haarausfall

## **Darreichungsform**

Anorganisches Natriumselenit wird von Vitamin C zu elementarem Selen reduziert, das nicht resorbiert wird.

Organische Präparationen als Selenmethionin sind vorzuziehen

## **Empfehlungen zur täglichen Aufnahme in µg**

	Vorbeugung Mangel		Therapeutischer Dosierungsbereich	
	D.A.CH. (2000)	USA (1989)	Pauling (1986)	Werbach (1990)
<b>Männer</b>	30 - 70	70		200 - 300
<b>Frauen</b>	30 - 70	55		200 - 300

## **Muskulatur**

### **Allgemeines**

600 Muskeln bewegen Gelenke und Knochen

25-30 % des Gewichts bei Frauen

40-50 % des Gewichts bei Männern

Muskelvorspannung schützt Gelenke vor falscher Stoß- oder Druckbelastung z.B. beim Gehen

### **Voraussetzungen**

Regulation der intra- und extrazellulären Konzentration der Elektrolyte in engen Grenzen für die Erregbarkeit von Muskelfasern und Nervenfasern

Ausreichende Versorgung mit Elektrolyten

Ausreichende Versorgung mit Vitaminen der B-Gruppe (Nervenfunktion, Energiestoffwechsel)

z.B. Kaliummangel: Abfall des Membranpotentials mit rascher Muskelermüdung

z.B. Magnesiummangel: schlechtere Trainierbarkeit der Muskulatur

Anaerobe Belastung führt zu deutlichen Magnesiumverlusten über den Urin (115 mg pro 1000 kcal Energieverbrauch)

### **Energieversorgung**

#### **Erfolgt durch**

Glucose, Fettsäuren sowie verzweigtkettige Aminosäuren: Leucin, Isoleucin, Valin

#### **Effektivität der Energiegewinnung**

Bei Gewinnung aus Kohlenhydraten um 9 % höhere Bildung von ATP pro Liter O<sub>2</sub>

Muskelglykogenspeicher von kohlenhydratreicher Ernährung abhängig (optimal: 50 – 55 % der Kalorien)

#### **Energiegewinnung und Vitamine**

Alle drei Stoffwechselwege sind abhängig von Riboflavin (B<sub>2</sub>)

Kohlenhydratstoffwechsel abhängig von Thiamin (B<sub>1</sub>)

Carnitin-Synthese abhängig von Vitaminen

C, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, außerdem von Eisen, Lysin und Methionin

In Trainings- und Muskelaufbauphase erheblich vermehrter Bedarf an all diesen Stoffen

#### **Eiweißversorgung**

0,8 g / kg Körpergewicht ausreichend

Optimierung der Aminosäurezusammensetzung wichtiger als Menge! Muskelaufbau:

Obergrenze von 1,2 g / kg KG !

> 2,0 g: Nierenschäden, Mineralstoff- und Wasserverluste

## **Radikalenbildung und Energieumsatz**

### **Allgemeines**

Erhöhter Energieumsatz bedingt vermehrten Sauerstoffumsatz (bei Höchstleistung bis zum 20-fachen des Ruheumsatzes)

4 - 10 % des Sauerstoffes werden im Rahmen dieser Energiegewinnung nicht vollständig reduziert, sondern zu Sauerstoffradikalen umgewandelt (Wasserstoffperoxid, Superoxid- und Hydroxylradikale)

Alterabhängige Zunahme des nicht vollständig reduzierten Sauerstoffs bei der Energiegewinnung (ATP-Bildung)

### **Zusätzliche exogene Radikalen-Belastung bei Sport im Freien**

UV-Strahlung

Ozon

Luftschadstoffe wie Smog, Stickoxyde, SO<sub>2</sub>, CO.

### **Sonstige exogene Radikalen-Belastung**

Zigarettenrauch

Alkohol

organische Lösungsmittel

chlorierte Kohlenwasserstoffe

schwermetallhaltige Feinstäbe

### **Die Folgen**

Durch Angriff der freien Radikale auf alle Membranen der Zellen und der Zellorganellen (Lipidperoxidation der ungesättigten Fettsäuren der Phospholipide) kommt es zu:

Störung der Transportfunktion Versorgung (O<sub>2</sub>, Nährstoffe),

Störung der Transportfunktion Entsorgung („Verschlackung“),

Störung der Ionenkanäle (Aufrechterhaltung der Membranpotentiale für die Erregbarkeit der Zellen und die Informationsübermittlung)

Unkontrollierter Kalziumeinstrom: Aktivierung von Phospholipase A2 mit Aktivierung der Arachidonsäurekaskade

Dadurch Anstieg pro-entzündlicher Mediatoren: Prostaglandine, Leukotriene, Zyko-oxygenase u.a.

Störung der Membranpermeabilität mit Freisetzung von Proteinase aus Lysosomen und Peroxysomen mit Schädigung von Struktureiweiß der Muskulatur, dadurch verminderte Kontraktilität

Schädigung der Erythrocytenwände: Verschlechterung der Mikrozirkulation

Sauerstoffradikale zerstören Kollagen und andere Bindegewebssubstanzen sowie Knorpel

### **Substitution bei Ausdauersportlern**

Vitamin C	1000 – 2000 mg
Vitamin E	200 – 600 IE
Selen	100 µg
Zink	20 mg
B-Komplex	25- 50 (– 100) mg
Magnesium	300 – 600 mg
Kalzium	600 – 800 mg
Multimineralpräparat mit	Eisen, Zink, Chrom etc
Coenzym Q10	100 mg
Arginin	2 – 4 g
Carnitin	1 – 3 g
Fischöl	2 – 3 g

### **Muskelkrämpfe**

#### **Ursachen**

- Überbeanspruchung, Zerrung
- Dehydration
- Überreizung der versorgenden Nervenbahnen
- Schlechte Zirkulation
- Hypoglykämie
- Kaliummangel (wassertreibende Medikamente, Abführmittel)
- Magnesiummangel (Diuretika, Fehlernährung, Schwitzen)

#### **Nährstoffempfehlung**

Vitamin E	400 – 800 I.E.
B-Komplex	25- 50 mg
Magnesium	300 – 600 mg
Kalzium	1.000 mg
Kalium	1.000 mg

## **Verletzungen des Bewegungsapparates**

### **Muskelzerrung**

Oft Kombinationsschaden mechanisch und chemisch (Übersäuerung und oxidative Schäden durch freie Radikale)

### **Nährstoffempfehlung**

Vitamin C	2.000 – 4.000 mg
Vitamin E	400 – 800 IE
Selen	200 µg
Zink	20 mg
B-Komplex	50 - 100 mg
Vitamin A	25.000 I.E. (Achtung Kinder und junge Frauen)