

Molybdän

Biologische Bedeutung

Molybdän ist in der Lage Elektronentransferprozesse zu unterstützen und besitzt daher eine wichtige Bedeutung als Kofaktor für die

- Xanthinhydrogenase, benötigt zusätzlich Eisenionen
- Aldehyd-Oxidase
- Nitrat-Reduktase
- Sulfitoxidase, mitochondriales Enzym für den Metabolismus schwefelhaltiger Aminosäuren.

Molybdänbestand des Körpers

Täglicher Bedarf

Der tägliche Bedarf an Molybdän wird mit 75-250 µg angegeben.

Resorption

Molybdäntransport

Molybdänspeicher

Die höchsten Molybdänkonzentrationen werden in der Niere, Nebenniere und im Skelett gefunden (0,1-1 mg/g)

Exkretion

Pathologie

Ein Molybdänmangel manifestiert sich mit Tachykardie, Kopfschmerzen, Übelkeit und Verwirrtheit die durch eine Sulfitintoxikation bedingt werden.

Kobalt

Biologische Bedeutung

Kobalt zählt zu den essentiellen Spurenelementen. Es fungiert als Zentralatom im Corrinring des Vitamin B12. In verschiedenen Enzymen des Intermediärstoffwechsels fungiert Kobalt als Kofaktor wie in der Methymalonyl-CoA –Isomerase und es wird bei der Methylierung von Homozystein zu Methionin benötigt. Zudem fördert Kobalt die Eisenresorption.

Kobaltbestand des Körpers

Der Kobaltbestand des Körpers wird auf 1-2 mg geschätzt, wovon 85% auf das Cobalamin (Vitamin B12) entfallen.

Täglicher Bedarf

Resorption

Die Resorptionsrate von Kobalt aus der Nahrung liegt bei 70-100%. Sie korreliert eng mit dem Eisenbedarf. Der Mensch ist vor allem auf die Resorption von Cobalamin angewiesen.

Kobalttransport**Kobaltspeicher****Exkretion**

Aufgenommenes Kobalt unterliegt einer schnelle Exkretion.

Pathologie

Intoxikationen mit Kobalt führen zu Schäden der Lunge und Nieren sowie zu Myokardiopathie. Eine im Zusammenhang mit der Applikation von Kobaltionen aufgetretene Polyglobulie soll durch eine erhöhte Erythropoetinproduktion in der Niere zurückzuführen sein.

Chronische Schäden sind bekannt als Kontaktekzeme.

Die Spurenelemente Mangan, Selen, Chrom, Fluor, Jod**Mangan****Biologische Bedeutung**

Mangan als essentielles Spurenelement fungiert als Kofaktor der folgenden Enzyme

- Pyruvat-Carboxylase
- Malatenzym
- PEP-Carboxykinase
- Isocitratdehydrogenase
- Mangansuperoxiddismutase.

Darüber hinaus wird Mangan in der UDP-Galakto- und UDP-Glukotransferase für die Mukopolysaccharidsynthese und die Kollagenbildung sowie für die Biosynthese von Glykosaminoglykan-Eiweiss-Komplexen benötigt.

Manganbestand des Körpers

Im menschlichen Körper sind etwa 10-20 mg Mangan vorhanden.

Täglicher Bedarf

Der Tagesbedarf an Mangan beträgt 2-3 mg.

Resorption

Nach der Resorption im Verdauungstrakt wird Mangan bevorzugt von Mitochondrien angereichert.

Mangantransport

Mangan wird im Blut in Form eines Mangan- β 1-Globulin-Komplex transportiert. Mangan wird vom Caeruloplasmin zu Mn^{3+} oxidiert und teilweise an Transferrin gebunden.

Manganspeicher**Exkretion**

Die Manganexkretion erfolgt fast ausschließlich mit dem Faeces über die Gallen- und Pankreassekrete.

Pathologie/Toxikologie

Symptome eines Manganimangels können sich Missbildungen an Knochen, ZNS-Schäden, Fertilitätsstörungen sowie Hepatosplenomegalie manifestieren.

Eine Chronische Manganvergiftung (Manganismus) bedingt vielfältige neurologische Störungen und Schäden im ZNS durch Ganglienzelldegeneration. Im extrapyramidal-motorischen System können Manganintoxikationen infolge einer Schädigung von dopaminproduzierenden Neuronen Parkinsonismus auslösen. Periphere neurologische Ausfälle verursachen einen sog. Hahnentritt mit Pro- und Repulsion.

Selen

Biologische Bedeutung

Selen ist ein essentielles Spurenelement. In Form von Selenzystein ist es Bestandteil zweier bedeutsamer Enzyme des Stoffwechsels der

- Glutathionperoxidase: ist ein Bestandteil antioxidativer Mechanismen zur Entgiftung von Sauerstoff- und Hydroxyperoxidradikalen, Glutathionperoxidase katalysiert die Reduktion der Radikale unter Beteiligung von Glutathion (red.) zu Hydroxiden/Alkoholen und Wasser. Ein Glutathionmangel führt zu hämolytischer Anämie.
- Thyroxin-5'-Monojoddehydrogenase,

Selen besitzt große chemische Ähnlichkeiten mit Schwefel und kann an dessen Stelle in biologische Moleküle, wie Aminosäuren eingebaut werden. Als weitere Wirkform des Selens kann Selenhionin angesehen werden.

Selenbestand des Körpers

Der menschliche Körper enthält etwa 30 mg Selen.

Täglicher Bedarf

Der tägliche Selenbedarf des Körpers wird auf 20-100 µg/Tag geschätzt.

Resorption

Selen wird in Form von Selenit und Selenat im Darm gut resorbiert. Nach der Resorption erfolgt eine Oxidation des Selenit zu Selenat.

Selentransport

Selen wird proteingebunden im Blutplasma transportiert.

Selenspeicher

Gewebe mit einem hohem Selengehalt sind die Nierenrinde, Pankreas, Hypophyse, sowie die Leber.

Exkretion

Die Exkretion von Selen erfolgt als Selenat oder Methylselenonium-Ion im Urin. Mit dem Faeces aber auch im Schweiß und in der Atemluft (flüchtiges Dimethylselenit bedingt einen Knoblauchgeruch) werden weitere Selenmengen ausgeschieden.

Pathologie/Toxikologie

Selen besitzt eine geringe therapeutische Breite. Toxische Wirkungen sind ab dem 10fachen der empfohlenen Tagesdosis (ab 1 mg/d) zu erwarten. Selen fungiert als Enzymgift.

Beim Selenmangel kommt es zu Kardiomyopathie und Muskelschwäche. Charakteristische Krankheitsbilder des chronischen Selenmangels sind die

- Keshan-Krankheit
- Kashin-Beck Erkrankung.

Keshan-Krankheit

Die Keshan-Krankheit kommt in extremen Selenmangelgebieten in Nordchina vor. Betroffen sind vor allem Kinder und junge Frauen die an einer Kardiomyopathie leiden. Das Auftreten dieser Erkrankung steht möglicherweise im Zusammenhang mit der Infektion durch das normalerweise avirulente Coxsackie-B-Virus das durch das Fehlen der virulenzprotektiven antioxidativen Faktoren Selen und Vitamin E virulent wird.

Kashin-Beck-Erkrankung

Kaschin-Beck- Syndrom ist ein endemische, chronisch verlaufende degenerative Osteoarthritis (Arthrosis deformans). Sie beginnt im frühen Kindesalter. Betroffen sind vor allem Kinder in den ländlichen Regionen Chinas, Nordkoreas und im Südosten Sibiriens. Charakteristisch sind schmerzhafte symmetrische Gelenkschwellungen, Epiphysennekrosen, Schlottergelenkbildungen sowie eine Wachstumshemmung. Als Auslösende Faktoren werden Mykotoxinintoxikationen sowie das Fehlen protektiver Antioxidanzien wie Vitamin E und C, Selen (!) unter Proteinmangelversorgung diskutiert.

Ein Selenüberangebot verursacht toxische Symptome mit Störungen des Intermediärstoffwechsels mit Porphyrinurie, Haar- und Nagelausfall, Polyneuritis, Dermatitis und Schädigungen von Leber, Nieren, Magen, Darm und Myokard. Auffällig ist ein Knoblauchgeruch der Atemluft.

Chrom

Biologische Bedeutung

Chrom soll als Bestandteil eines Glukosetoleranzfaktors die Glukosetoleranz verbessern. Chrom bildet beispielsweise mit Insulin einen aktiven Komplex, der die Insulinwirkung mit Membranrezeptoren verstärkt. Als Kofaktor von Enzymen konnte Chrom bisher nicht nachgewiesen werden.

Chrombestand des Körpers

Der Chrombestand der Körpers beträgt etwa 6 mg.

Täglicher Bedarf

Der Chrombedarf eines Erwachsenen wird auf ca. 1 µg/Kg Kg am Tag geschätzt.

Resorption

Eine Resorption von Chrom findet nur in einem geringen Umfang statt. Hierbei ist 6wertiges Chrom besser verwertbar als das 3wertige von dem nur 1-3% resorbiert werden.

Chromtransport

Dreiwertiges Chrom wird im Blut nach der Bindung an Transferrin und β-Globulin transportiert. Sechswertiges Chrom vermag demgegenüber in die Erythrozyten zu Permeieren und bindet sich dort an den Globinanteil des Hämoglobins.

Chromspeicher

Exkretion

Chrom wird bevorzugt mit dem Urin ausgeschieden. Geringe Mengen verlassen den Körper im Stuhl und über die Desquamation mit der Haut.

Pathologie

Ein Chrommangel verursacht eine verminderte Glukosetoleranz und eine periphere Neuropathie.

Chrom verursacht vor allem in 6wertiger Form Kontaktallergien und wirkt kanzerogen.

Fluor

Biologische Bedeutung

Fluor ist im eigentlichen Sinn kein essentielles Spurenelement, da kein Mangelzustand ausgelöst werden kann, der allein durch die Gabe von Fluor beseitigt wird. Fluor stellt einen bedeutenden Faktor beim Aufbau der mineralischen Substanz von Knochen und Zahnschmelz dar. Im Austausch gegen Cl^- und OH^- -Ionen ist es in der Lage Hydroxylapatit in das wesentlich härtere Fluorapatit umzuwandeln. Diese Eigenschaft macht Fluorid wertvoll für die Kariesprophylaxe.

Fluorbestand des Körpers

Täglicher Bedarf

Die empfohlenen täglicher Fluoridzufuhr sollte bei 2-4 mg liegen.

Resorption

Die Resorptionsquote von enteral zugeführtem Fluorid beträgt 80-100%.

Fluortransport

Fluoridionen werden frei im Plasma gelöst transportiert.

Fluorspeicher

Infolge seiner hohen Affinität wird Fluor fast ausschließlich in der mineralischen Substanz von Knochen und Zähnen gespeichert.

Exkretion

Fluoridionen werden vorwiegend renal eliminiert.

Pathologie

In hohen Dosen und bei langfristiger Anwendung kann Fluor akkumulieren, es kommt zu Fluorose der Knochen und Zähne. Am Zahn entstehen infolge einer gestörten Ameloblastenfunktion oberflächliche Flecken die sich allmählich gelb oder braun verfärben und den Zahnschmelz ein charakteristisches "gesprenkeltes" Aussehen verleihen. Der Knochen kann sich in spröden Glasknochen umwandeln, eine Form der Osteosklerose.

Jod

Biologische Bedeutung

Jod ist ein für den Schilddrüsenstoffwechsel essentielles Spurenelement. Es dient vor allem der Biosynthese von Trijodthyronin und Thyroxin. Dazu wird resorbiertes Jodid in der Schilddrüse aktiv über einen Natrium-Iod-Symport aus dem Blut angereichert und von einer Jodidperoxidase zu elementarem Jod oxidiert. Dabei wird eine bis zu 100fache Anreicherung von Jod vorgenommen.

Jodbestand des Körpers

Der Jodbestand des menschlichen Körpers beträgt etwa 15-25 mg.

Täglicher Bedarf

Empfohlen wird für dem Erwachsenen eine tägliche Jodaufnahme von 100-200 µg. Da Deutschland als Jodmangelgebiet gilt kommt der Aufnahme von jodiertem Speisesalz (70 µg Jod/g) eine besondere Bedeutung zu.

Resorption

Jodidionen werden im Gastrointestinaltrakt rasch resorbiert und im Extrazellularraum verteilt.

Jodtransport

Jodspeicher

Bei Erwachsenen werden 80% des mit der Nahrung aufgenommenen Jodids in der Schilddrüse gespeichert. Der Jodbestand der Schilddrüse beträgt ca. 7 mg.

Exkretion

Jod wird hauptsächlich renal eliminiert, geringe Mengen werden im Faeces und Schweiß gefunden. Die Jodexkretion korreliert mit der Jodaufnahme und gilt als wichtiger Parameter der Jodaufnahme. Im Fall eines ausgeglichenen Jodspiegels ist daher ist ein Sollwert der Jodexkretion von 150 µg/d festgesetzt wurden.

Pathologie

Jodmangel

Jodmangel manifestiert sich in einer charakteristischen Hypertrophie der Thyroidea (Struma, Kropfbildung) infolge einer erhöhten Sekretion des thyreoidastimulierenden Hormons (TSH). Die Parenchymvermehrung ist der Versuch mehr Jod zu speichern. Ein massiver Jodmangel kann sich beim Erwachsenen als Myxödem, bei Kindern jedoch als endemischer Kretinismus bemerkbar machen.

Jodüberschuss

Wenn die tägliche Jodzufuhr mehr als 500 µg beträgt kann eine jodinduzierte Schilddrüsenüberfunktion gelegentlich einen Kropf oder ein Myxödem induzieren. Zudem besteht die Gefahr der Inhibition der Hormonsynthese in der Schilddrüse, Wolff-Chaikoff-Effekt.

Jodintoxikation

Jodintoxikation ist die Folge des Überschreitens der notwendigen Tagesdosis um mehr als das 20fache. Sehr hohe Jodspiegel äußern sich beispielsweise in einem Metallgeschmack im Mund, vermehrter Salivation, Magenbeschwerden und akneartigen Hautschäden. Jodallergien nach der Anwendung jodhaltiger Medikamente werden beobachtet.