

Zink – ein lebensnotwendiges Spurenelement mit viel Potential

Reinhard Imoberdorf^a, Maya Rühlin^b, Peter E. Ballmer^a

Departement Medizin, Kantonsspital Winterthur

^aKlinik für Innere Medizin, ^bErnährungsberatung

Quintessenz

- Zink ist nach Eisen für den Menschen quantitativ das bedeutsamste Spurenelement.
- Gute Zinkquellen sind Muskelfleisch, Hartkäse, Innereien, Schalentiere, Vollgetreide, Hülsenfrüchte wie Linsen und Sojabohnen, Nüsse, Mandeln und Samen. Demgegenüber finden sich in Gemüse, Obst und Produkten aus Weissmehl nur geringe Mengen Zink.
- Zink ist wichtig für Wachstum und Entwicklung, testikuläre Reifung, neurologische Funktionen, Wundheilung und Immunabwehr. Auf molekularer Ebene erfüllt Zink strukturelle, regulatorische und katalytische Aufgaben bei einer Vielzahl von Enzymen.
- In Drittweltländern sind etwa 2 Milliarden Menschen von Zinkmangel betroffen. Wegen der dadurch gestörten Immunfunktion sind diese Populationen besonders anfällig für Infektions- und parasitäre Erkrankungen.
- Ein pragmatischer Ansatz zur Einschätzung eines Zinkmangels: typische Symptome eines Zinkmangels, Messung der Serumzinkkonzentration zusammen mit dem CRP, «Bestätigung» durch einen tiefen Wert, Zinksupplementation mit Verschwinden der Symptome und Ansteigen der Serumzinkkonzentration.
- Es besteht keine ausreichende Evidenz für eine Wirkung von Zink bei Erkältungskrankheiten. Bei der fortgeschrittenen altersbedingten Makuladegeneration konnten Antioxidanzien plus Zink und die Zinksupplementation allein das Risiko bei Patienten mit einem hohen Risiko für eine Progression signifikant reduzieren. Wundheilung: Die topische Applikation von Zink hat möglicherweise einen günstigen Effekt.

Eigenschaften, Vorkommen und Verfügbarkeit



Reinhard Imoberdorf

Zink ist ein Übergangsmetall und liegt in organischen Verbindungen vorwiegend als zweiwertiges Kation vor. Die Ähnlichkeit der physikochemischen Eigenschaften mit Kupfer bewirkt, dass zwischen Zink und Kupfer eine antagonistische Wechselwirkung besteht.

Für die Zinkversorgung des Menschen sind vor allem Nahrungsmittel tierischer Herkunft von Bedeutung. Gute Zinkquellen sind Muskelfleisch, Hartkäse, Innereien, einige Schalentiere wie Scampi und Austern [1]. Vollgetreide, Hülsenfrüchte wie Linsen und Sojabohnen, Nüsse, Mandeln und Samen enthalten ebenfalls nennenswerte Mengen an Zink. Demgegenüber finden sich in Gemüse, Obst und Produkten aus Weissmehl nur geringe Mengen Zink [2]. Die Bedarfsdeckung des Menschen wird aber weniger durch den absoluten Zinkgehalt des Nahrungsmittels als vielmehr durch dessen

Bioverfügbarkeit bestimmt. In Tabelle 1 [↪](#) sind die absorptionshemmenden und -fördernden Faktoren zusammengefasst. Da vegetarische Kostformen hohe Mengen an Phytat, Nahrungsfasern und Kasein enthalten, ist die Bioverfügbarkeit wegen der Bildung von unlöslichen Zinkkomplexen gering. Das molare Verhältnis von Phytat zu Zink bestimmt die Bioverfügbarkeit (Tab. 2, 3 [↪](#)).

Stoffwechsel

Für eine ausführliche Diskussion verweisen wir auf die Übersicht von Hahn und Schuchardt [4]. Die Absorption von Zink erfolgt im Duodenum und Jejunum über energieabhängige Transportsysteme. Das Gesamtkörperzink beträgt bei der Frau ca. 1,5 g und beim Mann ca. 2,5 g, womit Zink nach Eisen für den Menschen quantitativ das bedeutsamste Spurenelement darstellt. Im Serum finden sich lediglich 0,1% des Gesamtkörperzinks, $\frac{2}{3}$ an Albumin und $\frac{1}{3}$ an alpha-2-Makroglobulin gebunden. 98% des Zinks sind intrazellulär lokalisiert. Muskelgewebe, Leber, männliche Reproduktionsorgane, Knochen sowie Retina und Iris weisen hohe Konzentrationen auf. Der Körper verfügt über keine wesentlichen Zinkspeicher, weshalb eine kontinuierliche Aufnahme mit der Nahrung nötig ist. Die Ausscheidung erfolgt zu 90% über den Stuhl, 10% werden renal eliminiert, und geringe Mengen gehen über Schweiß, Haut, Haare, Sperma und Menstruationsblut verloren.

Funktion

Als integraler Bestandteil und Kofaktor von mehr als 300 Enzymen und mehr als 2000 Zink-abhängigen Transkriptionsfaktoren, die in der Genexpression verschiedener Proteine involviert sind, ist Zink an nahezu allen Stoffwechsellbereichen beteiligt [5]. Zink ist erforderlich für Wachstum und Entwicklung, testikuläre Reifung, neurologische Funktionen, Wundheilung und Immunabwehr. Auf molekularer Ebene erfüllt Zink strukturelle, regulatorische und katalytische Aufgaben bei einer Vielzahl von Enzymen und ist für die Konfiguration nicht-enzymatischer Proteine von Bedeutung.

Bedarf und Versorgungssituation in der Schweiz

Die empfohlene Zinkzufuhr der Deutschen, Österreichischen und der Schweizerischen Gesellschaft für

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag haben.

Tabelle 1. Faktoren, welche die Zinkabsorption beeinflussen.

Hemmende Faktoren	Phytat, Phosphat Nahrungsfasern wie Zellulose, Hemizellulose, Lignin Kasein Hohe Dosen Eisen, Kupfer und Kalzium
Fördernde Faktoren	Tierisches Eiweiss Komplexbildner wie Aminosäuren (Histidin, Zystein) Organische Säuren (Zitrat) Peptide

Tabelle 2. Ernährungsmuster, die die Bioverfügbarkeit von Zink beeinflussen (mod. nach: Suter PM. Checkliste Ernährung. Zink pp. 161–4. Georg Thieme Verlag. 3. Auflage 2008; ISBN 978-3-13-118263-0).

Hohe Bioverfügbarkeit Molares Verhältnis Phytat/Zink <5	Proteinzufuhr mehrheitlich aus nichtpflanzlichen Lebensmitteln. Verarbeitete Lebensmittel mit geringem Faser-, Phytatgehalt
Moderate Bioverfügbarkeit Molares Verhältnis Phytat/Zink 5–15	Mischkost mit tierischem Protein (Fleisch, Fisch). Vegetarische Ernährung ohne Konsum von Weissmehl und verarbeiteten Zerealien
Geringe Bioverfügbarkeit Molares Verhältnis Phytat/Zink >15	Ernährung mit vielen unverarbeiteten, nicht fermentierten und nicht gekeimten Zerealien. Sojaprotein-basierte Kostformen. Phytatreiche Nahrungsmittel: Weizen, Reis, Mais, Hafer, Gerste, Bohnen

Tabelle 3. Empfohlene Zinkzufuhr in mg/Tag.

Alter	Männlich	Weiblich
0–4 Monate	1	1
4–12 Monate	2	2
1–4 Jahre	3	3
4–7 Jahre	5	5
7–10 Jahre	7	7
10–13 Jahre	9	7
13–15 Jahre	9,5	7
>15-jährig	10	7
Schwangerschaft (ab 4. Monat)		10
Stillzeit		11

Ernährung [6] ist in Tabelle 3 zusammengefasst. Die oberen Grenzwerte wurden an die Werte der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) angepasst. Entsprechend wird von einer Zinkzufuhr von über 25 mg pro Tag abgeraten.

Gemäss dem 5. Schweizerischen Ernährungsbericht hat der Zinkverbrauch mit 12,5 mg pro Tag wie auch der angenäherte Verzehr von Zink mit 11,8 mg pro Tag gegenüber den letzten Ernährungsberichten abgenommen. Doch lässt der Vergleich mit der gewichteten empfohlenen Zufuhr eine ausreichende Zinkversorgung für die Schweiz erwarten [7].

Bedeutung für die Gesundheit

Historische Aspekte

Obwohl die essentielle Bedeutung von Zink für das Wachstum von Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren

seit Jahrzehnten bekannt war, wurde lange geglaubt, dass ein Zinkmangel beim Menschen nicht vorkommen könne. Prasad beschrieb 1961 einen 21-jährigen Iraner mit Kleinwuchs, Hypogonadismus, Hepatosplenomegalie, spröder und trockener Haut, Geophagie und Eisenmangelanämie [8]. Er ass praktisch kein tierisches Eiweiss, sondern nur Eiweiss aus Zerealien und ernährte sich vorwiegend von ungesäuertem Brot. Zudem vertilgte er täglich etwa 0,5 kg Lehm. Laborchemisch konnte ausser einem Eisenmangel kein weiterer Mineralstoffmangel nachgewiesen werden. In der Folge wurden im gleichen Spital zehn weitere Patienten mit einem ähnlichen Symptomkomplex gesehen. Die Wachstumsretardierung und die testikuläre Unterfunktion bei diesen Patienten waren durch die Eisenmangelanämie nicht erklärbar. Aus tierexperimentellen Studien war bekannt, dass von verschiedenen Spurenelementdefiziten nur der Zinkmangel gleichzeitig zu Kleinwuchs und Hypogonadismus führte. Prasad spekulierte, dass irgendwelche Ernährungsfaktoren bei geophagischen Patienten sowohl die Eisen- als auch die Zinkverfügbarkeit reduzierten. Später wurde dann bekannt, dass Phytat in den Zerealien massgeblich die Zinkresorption hemmt. Mit einer ausgewogenen tierischen Eiweissdiät konnten alle klinischen Symptome bei jenem Iraner behoben werden. In der Folge konnten verschiedene Studien zeigen, dass eine Zinksupplementation konsistent zu einer Verbesserung des Wachstums und der gonadalen Funktion führte und dass auch die Acrodermatitis enteropathica, die angeborene fatale klassische Form des Zinkmangels, durch eine Zinksupplementation geheilt werden konnte [9]. 1974 schliesslich wurde durch das *US Food and Nutrition Board* Zink zu einem essentiellen Nährstoff deklariert, und es wurden in der Folge offizielle Zufuhrempfehlungen etabliert.

Globale Bedeutung von Zink

In Drittweltländern sind etwa 2 Milliarden Menschen von Zinkmangel betroffen, vor allem in den Ländern, in welchen Zerealien die Hauptnährstofflieferanten darstellen [9]. Wegen der dadurch gestörten Immunfunktion sind diese Populationen besonders anfällig für Infektionskrankheiten und parasitäre Erkrankungen, mit einer entsprechend hohen Mortalitätsrate.

Eine Metaanalyse von 33 prospektiven Interventionsstudien aus vielen Entwicklungsländern zeigte, dass Zinksupplementation einen statistisch signifikanten positiven Effekt hatte auf das lineare Wachstum und das Körpergewicht von Kindern [10]. Zudem führte die Zinksupplementation in zahlreichen kontrollierten Interventionsstudien zu einer signifikanten Reduktion der Inzidenz und Dauer von akuter und chronischer Diarrhoe [11] sowie der dadurch bedingten Mortalität [12]. Der positive Effekt einer Zinksupplementation auf Durchfallerkrankungen im Kindesalter wird aber durchaus kontrovers diskutiert. Eine neue systematische Review fand zwar eine signifikante Reduktion der Diarrhoedauer um durchschnittlich 19,7%, aber ohne Effekt auf die Stuhlfrequenz oder die Stuhlmenge. Um den pragmatischen Gebrauch von Zinksupplementen zu verbessern, müssten die verschiedenen angewende-

Tabelle 4. Sekundäre Ursachen des Zinkmangels (mod. nach: Suter PM. Checkliste Ernährung. Zink pp. 161–4. Georg Thieme Verlag. 3. Auflage 2008; ISBN 978-3-13-118263-0).

Verminderte Zufuhr	Alkoholabusus, Protein-Energie-Malnutrition, getreidelastige Ernährung (v.a. bei vegetarischen Ernährungsformen)
Malabsorption	Chronisch entzündliche Darmkrankheiten, Pankreasinsuffizienz
Erhöhte Ausscheidung	Nephrotisches Syndrom, Leberzirrhose, Hepatitis, Diuretika, Sichelzellanämie, Stress, Diabetes mellitus, Hämodialyse
Andere Verluste	Intestinales Protein-Verlust-Syndrom, Trauma, chronische Diarrhoe
Prädispositionen	Parasitäre Infektion, Geophagie/Pica, chronische Infektionen, älterer multimorbider Patient, Eisenmangel, proteinarme Ernährung, Schwangerschaft, Laktation, vegetarische Ernährung

Ursachen und Klinik des Zinkmangels bei uns

Im Wesentlichen unterscheiden wir einen primären von einem sekundären Zinkmangel. Die primäre Acrodermatitis enteropathica ist eine autosomal-rezessiv vererbte Absorptions- und Transportstörung, die ohne Behandlung im Kindesalter zum Tod führt. Klinisch bestehen eine totale Alopezie, Hautläsionen an den Extremitäten sowie eine anhaltende Diarrhoe, begleitet von Störungen des Wachstums, der Sexualentwicklung, verzögerter Wundheilung und Nachtblindheit. Die Kinder sterben oft an Infektionen als Folge der durch den Zinkmangel gestörten Immunfunktion.

Sekundäre Ursachen für einen Zinkmangel sind bedingt durch verminderte Zufuhr, Malabsorption, erhöhte Ausscheidung und Verluste (Tab. 4 ↩).

Klinisch imponieren eine Dermatitis (Abb. 1 📷), Haarverlust, Geruchs- und Geschmacksstörungen, die über Appetitverlust eine Mangelernährung verschlimmern können. Zudem sind eine Immunschwäche mit Infektionsanfälligkeit und eine verzögerte Wundheilung von Bedeutung.

Zinkstatus

Die Zinkbestimmung kann theoretisch in Plasma, Serum, Vollblut/Erythrozyten, Urin und in den Haaren durchgeführt werden. Zudem gibt es einen Zinktoleranztest. Bis heute konnte allerdings keine allgemein anerkannte und genügend validierte Bestimmungsmethode etabliert werden. Die Serum- oder Plasma-Zinkkonzentration ist eine unzuverlässige Methode zur Bestimmung des Zinkmangels, da nur ein winziger Teil (0,1%) im Serum gelöst vorkommt, die Konzentration über grosse Zufuhrbereiche in einem engen Bereich effizient reguliert wird und die Zinkkonzentration von Zuständen wie Akutphasenreaktion, Fasten und von verschiedenen Hormonen beeinflusst wird (Tab. 5 ↩) [14]. Auch die Messung der Aktivität verschiedener zinkhaltiger Proteine (z.B. alkalische Phosphatase, Metallothionein) brachte keine verlässlichen Ergebnisse.

Pragmatischer Ansatz zur Einschätzung eines Zinkmangels: typische Symptome eines Zinkmangels erkennen und anamnestisch erfassen, Messung der Serumzinkkonzentration zusammen mit dem CRP (als Mass für die Akutphasereaktion, d.h. bei hohen CRP-Plasmakonzentrationen kann die Zinkplasmakonzentration falsch tief sein), «Bestätigung» durch einen tiefen Wert, Zinksupplementation mit Verschwinden der Symptome und Ansteigen der Serumzinkkonzentration.

Therapeutische Aspekte

Zinkhaltige Supplemente werden als Vitamin-, Spurenelementzusatz für parenterale Nährlösungen, als Monopräparate oder in Kombinationen als Nahrungsergänzungsmittel oder Arzneimittel vermarktet. Dabei



Abbildung 1
Zink-Dermatitis.

Tabelle 5. Beeinflussende Faktoren der Zinkplasmakonzentration.

Erhöhte Werte	Gewerbliche Vergiftungen, Steroidtherapie, akutes Fasten. Evtl. bei Osteosarkomen, koronarer Herzkrankheit und Anämien
Erniedrigte Werte	Parenterale Ernährung, transient postprandial, Alkoholismus, Akutphasereaktionen, Hypoalbuminämie, Gravidität, Sichelzellanämie, Resorptionsstörungen

ten Zinksalze, die Dosis, die Häufigkeit, Dauer und die Akzeptanz der Supplemente weiter evaluiert werden [13].

Wachstumsretardierung, mentale Beeinträchtigung sowie erhöhte Anfälligkeit für Infektionskrankheiten, die häufig tödlich enden, sind grosse Probleme in Entwicklungsländern, in welchen gleichzeitig der nutritive Zinkmangel prävalent ist. Deshalb könnte die konsequente Korrektur des Zinkmangels in Entwicklungsländern für die Gesundheit eines grossen Teils der Bevölkerung von immenser Bedeutung sein.

kommen unterschiedliche Zinksalze und verschiedene Verbindungen mit Aminosäuren zum Einsatz, deren Bioverfügbarkeit variiert, was aber klinisch von untergeordneter Bedeutung ist. Im Folgenden besprechen wir kurz die Bedeutung der Zinksupplementation bei einigen ausgewählten Krankheitsbildern.

Erkältungskrankheiten

Zinklutschtabletten zur Behandlung von Erkältungskrankheiten werden immer wieder empfohlen. Wenn sie innerhalb der ersten 24 Stunden seit Beginn der Erkältung eingenommen werden, kann die Dauer der Symptome im Vergleich mit Placebo möglicherweise signifikant verringert werden. Antioxidative und entzündungshemmende Wirkungen von Zink werden dafür als Begründung ins Feld geführt. Es wurde auch postuliert, dass die durch Zink beobachtete Reduktion der löslichen intrazellulären Adhäsionsmoleküle (sICAM-1) das Andocken der Erkältungsviren auf der Zelloberfläche reduzieren könnte. Allerdings ist die Datenlage insgesamt sehr kontrovers. Es gibt ebenso viele negative wie positive Studien, so dass auch Metaanalysen keine ausreichende Evidenz für eine Wirkung von Zink bei Erkältungskrankheiten zeigen konnten [15, 16].

Altersbedingte Makuladegeneration

Zink scheint eine wichtige Rolle in der Pathogenese der altersbedingten Makuladegeneration (AMD) zu spielen. Dafür spricht, dass von AMD betroffene Retinabereiche hohe Zinkkonzentrationen aufweisen und im Alter der Zinkgehalt und die Aktivität einiger zinkabhängiger Enzyme in der Retina abnehmen. In einer randomisierten, doppelblinden, Placebo-kontrollierten Studie bei 151 Patienten mit AMD konnte die Verabreichung von täglich 200 mg Zinksulfat (81 mg/Tag elementares

Zink ist nach Eisen für den Menschen quantitativ das bedeutsamste Spurenelement

Zink) über zwei Jahre den Sehverlust reduzieren [17], was aber in einer späteren Studie nicht bestätigt werden konnte [18]. Hier ging es aber um die Ent-

wicklung der AMD im zweiten Auge bei einer exudativen, also fortgeschrittenen AMD im ersten Auge. Eine grosse randomisierte, kontrollierte Studie mit Antioxidanzien (täglich 500 mg Vitamin C, 400 IE Vitamin E, 15 mg Betacaroten) und hoch dosierter Zinksupplementation (80 mg Zinkoxid und 2 mg Kupferoxid) fand, dass die Antioxidanzienkombination plus Zink, und die hohe Zinksupplementation allein, im Vergleich mit Placebo das Risiko einer fortgeschrittenen AMD bei den Patienten mit einem hohen Risiko für eine Progression signifikant reduzierte [19]. Eine Cochrane-Analyse fasste 9 Studien zusammen [20], wobei der grösste Teil der Patienten in der oben erwähnten AREDS-Studie [19] randomisiert wurde und somit die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf andere Populationen mit unterschiedlichem Zinkstatus und verschiedenen AMD-Stadien nicht möglich ist. Zudem sind «Megadosen» an antioxidativen Vitaminen problematisch, da sie im Fall von Vitamin E und Betacaroten sogar schädlich sein können.

Wundheilung

Zellwachstum, Zellvermehrung und Wundheilung sind direkt von Zink abhängig. Seit den frühen 1960er Jahren wurden immer wieder Versuche unternommen, die wundheilungsfördernde Wirkung von Zink nachzuweisen. Bei systemischer Anwendung war die Zinksupplementation nur bei nachgewiesenem Zinkmangel erfolgreich [21]. Die Datenlage ist aber dürftig, und eine Cochrane-Analyse fand in 6 kleineren Studien mit insgesamt 183 Patienten

In Drittweltländern sind etwa 2 Milliarden Menschen von Zinkmangel betroffen

keinen Effekt einer oralen Zinksupplementation auf die Heilungsrate von arteriellen und venösen Beinulzera [22]. Wird Zink aber lokal angewendet, kann mit einer hohen Zinkkonzentration im Wundgebiet gerechnet werden. Die topische Zinkapplikation führt zu einem «Autodebridement», ist anti-infektiös wirksam und unterstützt die Granulation und Epithelialisierung [23]. Nach einer Pilonidalsinusoperation wurde bei 53 Männern topisches Zinkoxid gegenüber Placebo verglichen [24]. Die mittlere Wundheilungszeit betrug in der Zinkgruppe 54 Tage gegenüber 62 Tagen in der Placebogruppe, was aber statistisch nicht signifikant war. In der Zinkgruppe fanden sich bei erhöhten Zinkkonzentrationen im Wundsekret signifikant weniger Staphylokokken. Entsprechend erhielten in der Zinkgruppe nur 3 Patienten Antibiotika, gegenüber 12 Patienten in der Placebogruppe ($p < 0,005$). Weitere Studien bei topischer Applikation von Zink wären möglicherweise erfolversprechender als die systemische Anwendung.

Toxizität

Akute Zinkvergiftungen, z.B. nach Konsum von Nahrungsmitteln und Wasser aus verzinkten Gefässen, führen zu Bauchschmerzen, Nausea, Erbrechen, Fieber und Schwindel. Einzeldosen von 225 bis 450 mg Zink induzieren Erbrechen. Mildere gastrointestinale Störungen treten aber schon bei Dosen von 50 bis 150 mg Zink pro Tag auf. Chronische Einnahme von 25 bis 50 mg Zink pro Tag kann zu einer Abnahme der Kupferresorption, zu einem LDL-Cholesterinanstieg, zu einem HDL-Cholesterinabfall und zur Kompromittierung des Immunsystems führen. Deshalb wird von einer längerfristigen Zinkzufuhr über 25 mg pro Tag abgeraten.


Die Pyrrolurie – Fact or Fiction?

Die Pyrrolurie, also die Ausscheidung von Pyrrolen im Urin, soll eine genetisch mitbestimmte und durch die Ernährung beeinflussbare Krankheit sein, bei der es zu einem kombinierten Mangel von Zink und Vitamin B₆ kommt. Die organisch-chemische Verbindung Pyrrol (von griech. *pyrros* für Feuerrot) ist in Form von Pyrrolringen Baustein u.a. von Porphyrinen, Häm und dessen Abbauprodukt Bilirubin. Der Organismus scheidet Pyrrole unter normalen Bedingungen über die Gallenfarbstoffe im Stuhl aus. Die gängigen Theorien zur

Tabelle 6. Auswahl von Symptomen der Pyrrolurie.

Hirn, Nervensystem, Psyche	Fehlende Stresstoleranz, Störungen des auditiven Kurzzeitgedächtnisses, fehlendes Namensgedächtnis, fehlende Trauerinnerung, Verlegen von Alltagsgegenständen
Augen	Makuladegeneration, Nachtblindheit
Immunsystem	Infektanfälligkeit, Allergien
Verdauungsorgane	Unterzuckerungssymptome, Morgenübelkeit, Altersdiabetes, Reizdarmsyndrom, Oberbauchschmerzen
Bewegungsapparat	Rücken- und Gelenkschmerzen, Überbeweglichkeit von Gelenken, Muskelzuckungen, -krämpfe, -schwäche

Pyrrolurie gehen davon aus, dass die Pyrrolausscheidung über den Urin durch Komplexbildung zu Verlusten vor allem von Pyridoxal-5-Phosphat, der aktiven Form des Vitamins B₆, und Zink führt. Folge sind eine verringerte Aufnahme weiterer Mineralstoffe wie Chrom, Mangan und Magnesium sowie eine Beeinträchtigung der Produktion von Vitamin B₃ aus Tryptophan. Etwa 5–10% der Bevölkerung sind nach Schätzungen von Pyrrolurie betroffen, bei Frauen ist der Anteil deutlich höher als bei Männern.

Möglicherweise sind die vielfältigen unspezifischen Symptome (Tab. 6 ) dieser Erkrankung dafür verantwortlich, dass die klassische Schulmedizin sie nicht kennt und die Pyrrolurie vor allem in der orthomolekularen Medizin beheimatet ist.

Die Diagnose erfolgt über die Bestimmung der Krypto-Pyrrol-Urie (KPU-Test), d.h. Ausscheidung von Kryptopyrrol im Urin, oder über die Bestimmung der Hämo-Pyrrol-Lactam-Urie (HPU-Test). Die Behandlung geschieht über die Zufuhr von Vitamin B₆ und Zink, wobei manche Pyrroliker innerhalb von 24 Stunden an-

sprechen. Häufig werden Besserungen der Verhaltensstörungen und des psychischen Befindens innerhalb von einer Woche festgestellt. Die vollständige Erholung des Organismus dauert in der Regel mehrere Monate. Abgrenzen muss man die Pyrrolurie vor allem von der Porphyrurie und dem Morbus Wilson.

Auch wenn diese Erkrankung sehr kontrovers diskutiert wird, sollten wir Schulmediziner in Zukunft bewusster an diese Möglichkeit denken, vor allem bei Patienten, die wir aufgrund ähnlicher, z.T. unspezifischer Symptome nach ausgedehnten und unergiebigem invasiven Abklärungen als funktionell Gestörte (de-)klassifizieren.

Korrespondenz:

Dr. med. Reinhard Imoberdorf
Klinik für Innere Medizin
Departement Medizin
Kantonsspital Winterthur
CH-8401 Winterthur
reinhard.imoberdorf@ksw.ch

Empfohlene Literatur

- Hahn A, Schuchardt JP. Physiologische und klinische Bedeutung von Zink. SZE 1/2010:35–40.
- D.A.CH. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus 2008. 1. Auflage, 3. korrigierter Nachdruck 2008. ISBN 3-8295-7114-3.
- Prasad AS. Zinc deficiency. BMJ. 2003;326:409–10.
- A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report no. 8. Arch Ophthalmol. 2001;119:1417–36.
- Agren MS, Ostenfeld U, Kallehave F, Gong Y, Raffn K, Crawford ME, Kiss K, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled multicenter trial evaluating topical zinc oxide for acute open wounds following pilonidal disease excision. Wound Repair Regen. 2006;14: 526–35.

Die vollständige nummerierte Literaturliste finden Sie unter www.medicalforum.ch.

Zink – ein lebensnotwendiges Spurenelement mit viel Potential / Zinc – un oligoélément vital à grand potentiel

Literatur (Online-Version) / Références (online version)

- 1 Hahn A, Ströhle A, Wolters M. Ernährung. Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie: Zink pp143–7. 2. Auflage 2006; ISBN-10:3-8047-2293-8
- 2 Schweizer Nährwerttabelle. www.sge-ssn.ch/ernaehrungsinfos/grundlagenwerke/schweizer-naehrwerttabelle.html
- 3 Suter PM. Checkliste Ernährung. Zink pp 161–4. Georg Thieme Verlag. 3. Auflage 2008; ISBN 978-3-13-118263-0.
- 4 Hahn A, Schuchardt JP. Physiologische und klinische Bedeutung von Zink. SZE 1/2010:35–40.
- 5 Prasad AS. Zinc and gene expression. In: Prasad AS. Biochemistry of Zinc. New York. Plenum Press, 1993:55–76.
- 6 D.A.CH. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus 2008. 1. Auflage, 3. korrigierter Nachdruck 2008. ISBN 3-8295-7114-3.
- 7 Eichholzer M, Camenzind-Frey E, Matzke A, Amadò R, Ballmer PE, et al. (eds.). Fünfter Schweizerischer Ernährungsbericht. Bern: Bundesamt für Gesundheit, 2005.
- 8 Prasad AS, Halsted JA, Nadimi M. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geophagia. Am J Med. 1961;31:532–46.
- 9 Prasad AS. Zinc deficiency. BMJ. 2003;326:409–10.
- 10 Brown KH, Peerson JM, Rivera J, Allen LH. Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. Am J Clin Nutr. 2002;75(6):1062–71.
- 11 Sazawal S, Black RE, Bhan MK, Bhandari N, Sinha A, Jalla S. Zinc supplementation in young children with acute diarrhea in India. N Engl J Med. 1995;28;333:839–44.
- 12 Sazawal S, Black RE, Menon VP, Dinghra P, Caulfield LE, Dhingra U, Bagati A. Zinc supplementation in infants born small for gestational age reduces mortality: a prospective, randomized, controlled trial. Pediatrics. 2001;108:1280–6.
- 13 Patel A, Mamtani M, Dibley MJ, Badhoniya N, Kulkarni H. Therapeutic value of zinc supplementation in acute and persistent diarrhea: a systematic review. PLoS One. 2010;5(4):e10386.
- 14 Cousins RJ. Systemic transport of zinc. In: Mills CF, ed. Zinc in human biology. London: International life sciences institute, 1989; pp. 79–94.
- 15 Jackson JL, Lesho E, Peterson C. Zinc and the common cold: a meta-analysis revisited. J Nutr. 2000;130(5S Suppl):1512S–1515S.
- 16 Marshall I. Zinc for the common cold. Cochrane Database Syst Rev 2009 (1): CD001364
- 17 Newsome DA, Swartz M, Leone NC, Elston RC, Miller E. Oral zinc in macular degeneration. Arch Ophthalmol. 1988;106:192–8.
- 18 Stur M, Tittl M, Reitner A, Meisinger V. Oral zinc and the second eye in age-related macular degeneration. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1996;37:1225–35.
- 19 A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report no. 8. Arch Ophthalmol. 2001;119:1417–36.
- 20 Evans JR. Antioxidant vitamin and mineral supplements for slowing the progression of age-related macular degeneration. Cochrane Database Syst Rev. 2009 (1): CD000254.
- 21 Kurmann S, Burrowes JD. Ernährung des nicht kritisch kranken Wundpatienten - spezielle Supplemente. Aktuel Ernährungsmed. 2009;34:269–77.
- 22 Wilkinson, Ewan AJ; Hawke, Catherine C. Oral zinc for arterial and venous leg ulcers. Cochrane Database Syst Rev 2009 (1): CD001273.
- 23 Lansdown AB, Mirastschijski U, Stubbs N, Scanlon E, Agren MS. Zinc in wound healing: theoretical, experimental, and clinical aspects. Wound Repair Regen. 2007;15:2–16.
- 24 Agren MS, Ostfeld U, Kallehave F, Gong Y, Raffn K, Crawford ME, Kiss K, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled multicenter trial evaluating topical zinc oxide for acute open wounds following pilonidal disease excision. Wound Repair Regen. 2006;14:526–35.