

Markt I W

Diagnostik des Mikronährstoffstatus

Journal für Ernährungsmedizin 2006; 8 (2), 18-23

Homepage:

www.aerzteverlagshaus.at

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

MIT NACHRICHTEN DER



Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



Diagnostik des Mikronährstoffstatus

Marginaler Mangel und exzessive Versorgung von Mikronährstoffen spielen eine immer größere Rolle und damit auch die Frage, wie eine sinnvolle Diagnostik auszusehen hat. ► VON WOLFGANG MARKTL

■ ABSTRACT

Until several years ago the importance of the determination of the micronutrient status was restricted to the diagnosis of clinical diseases due to pronounced deficiencies or to clinical relevant intoxications. Since several years, however, the problem of marginal deficiencies is discussed. Marginal deficiencies show no characteristic signs of a disease with diagnostic relevance, they are, however, incompatible with a state of optimal health. For these reasons, new diagnostic challenges arise. A similar problem is appearing in the last years in connection with the consequences of an excessive supply with micronutrients and the diagnosis of such conditions. It acquires increasing importance in connection with the usage of supplements and enriched food.

A diagnosis of the nutritional status concerning the micronutrients can be achieved by several analytical methods. Examples are medical and nutritional anamneses, determinations of micronutrient concentrations in blood, urine, hair, liver or muscle etc., as well as studies of micronutrient balances or investigations of specific micronutrient dependent biochemical or physiological functions. It is, however, important to state that a reliable diagnosis of the micronutrient status in most cases requires an experienced combination of the results of several diagnostic methods. This kind of diagnostic methodology is in contrast to diagnostic procedures in clinical medicine. Therefore it has to be considered, that the diagnosis of the micronutrient status follows other principles than the diagnosis of clinical diseases.

Keywords: micronutrients – alimentary state – marginal nutritional state – diagnostics

Bis in die jüngere Vergangenheit beschränkte sich die ernährungsmedizinische Bedeutung der Analyse des Mikronährstoffstatus auf die Diagnose klinisch manifester Mangelzustände und gegebenenfalls klinisch relevanter

Intoxikationen. Seit einigen Jahren wird jedoch auch über so genannte marginale Mangelzustände diskutiert. Da solche Zustände einer suboptimalen Versorgung mit Mikronährstoffen keine diagnostisch verwertbaren Symptome verursachen, andererseits aber auch nicht mit dem Zustand einer optimalen Gesundheit in Übereinstimmung zu bringen sind, ergeben sich daraus neue diagnostische Herausforderungen. Eine ähnliche Problematik, die sich in den letzten Jahren anbahnt, ist die Frage der gesundheitlichen Bedeutung und der Diagnostik von Zuständen der Überversorgung mit Mikronährstoffen. Diese Frage erlangt angesichts der Propagierung von Supplementen und des immer größer werdenden Angebots von angereicherten Lebensmitteln zunehmende Bedeutung.

Für die Diagnostik des alimentären Status mit Mikronährstoffen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Sie reichen von medizinischen und Ernährungsanamnesen über Konzentrationsbestimmungen in verschiedenen Matrices bis hin zu Bilanzstudien und Untersuchungen von spezifischen biochemischen und physiologischen Funktionen, die vom Mikronährstoffstatus abhängig sind. Eine wenigstens einigermaßen zuverlässige Diagnostik eines marginalen Mangelzustandes ist in der Regel nur möglich, wenn mehrere diagnostische Methoden beziehungsweise deren Ergebnisse sinnvoll miteinander kombiniert werden. Insofern unterscheidet sich diese Diagnostik von der Vorgehensweise in der klinischen Medizin, bei der auf der Basis einer häufig durch die vorhandenen Symptome begründeten Verdachtsdiagnose eine gezielte laborchemische Untersuchung eingeleitet wird, wobei häufig die Analyse von Plasmaparametern eine herausragende Rolle spielt. Insgesamt ist jedenfalls zu beachten, dass bei der Diagnostik des alimentären Mikronährstoffstatus andere Regeln zu beachten sind, als bei der Diagnostik klinisch manifester Erkrankungen.

Schlüsselworte: Mikronährstoffe – alimentärer Status – marginaler Mangelzustand – Diagnostik. ■

Unter dem Begriff „Mikronährstoffe“ werden jene Nährstoffe zusammengefasst, die in nur geringen Mengen im Organismus vorkommen und daher auch nur in geringen Mengen mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Als Beispiele für den Gehalt von Spurenelementen im Organismus können quantitative Definitionen angeführt werden wie sie in Tabelle 1 dargestellt sind. Im Hinblick auf die täglich notwendigen Zufuhrmengen kann festgehalten werden, dass es sich dabei um Mengen von Mikrogramm bis einigen Milligramm handelt. Im Vergleich dazu darf daran erinnert werden, dass die üblichen Zufuhrmengen an Makronährstoffen im Bereich von etwa 50 g bis 150 g täglich liegen. Die Mineralstoffe Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium liegen hinsichtlich der Zufuhrmengen dazwischen, ihr Tagesbedarf liegt bekanntlich im Bereich von einigen hundert Milligramm bis zu einigen Gramm.

Die Mikronährstoffe umfassen Vitamine und Spurenelemente und vereinen somit zwei Gruppen von chemisch sehr unterschiedlichen Substanzen, handelt es sich doch bei den Vitaminen um organisch-chemische Verbindungen, während die Spurenelemente anorganische Einzelerlemente sind. Die Zuordnung der Vertreter dieser beiden chemisch so unterschiedlichen Gruppen hat jedoch nicht nur einen quantitativen, sondern auch einen funktionellen Hintergrund. Manchmal wird in der Ernährungsmedizin im Zusammenhang mit den Mikronährstoffen auch von „funktionsfördernden Nahrungsinhaltsstoffen“ gesprochen, die den Makronährstoffen als „energieliefernde Nährstoffe“ gegenübergestellt werden. Die Bezeichnung „funktionsfördernd“ weist darauf hin, dass die Mikronährstoffe in verschiedener Weise bei den vielfältigen Funktionen des Organismus beteiligt sind und für deren optimalen Ablauf sorgen. Eine unzureichende Versorgung mit diesen Nährstoffen manifestiert sich daher früher oder später in funktionellen Störungen. Deren Nachweis kann eine bestimmte Bedeutung für die Statusdiagnostik haben.

Die Art und Weise der Beteiligung der Mikronährstoffe an den diversen physiologischen und biochemischen Funktionen im Organismus hängt von verschiedenen Umständen ab und kann daher nicht pauschal beschrieben werden. Tatsache ist jedoch, dass es sich bei diesen von den Mikronährstoffen beeinflussten und bewirkten Funktionen häufig um enzymatisch gesteuerte Stoffwechselläufe handelt. Dies kommt auch in der Bezeichnung Metallo-Enzyme im Zusammenhang mit den Spurenelementen beziehungsweise der Bezeichnung Co-Enzyme für die Vitamine zum Ausdruck. Bei der Diagnostik des Mikronährstoffstatus spielen daher Untersuchungen von spezifischen Enzymaktivitäten eine zunehmende Rolle.

- Elemente, deren Konzentration bei 10^{-6} g bis 10^{-12} g pro Gramm Körpermasse liegt
- Elemente, die im Körper mit einem Anteil $<0,01\%$ des Körpergewichtes vorkommen
- Elemente, die im Organismus mit weniger als 5 g pro 70 kg Körpermasse auftreten

Tab.1: Definition des Begriffs „Spurenelement“ aus ernährungsphysiologischer Sicht

Aktuelle Probleme des alimentären Mikronährstoffstatus

In der Geschichte der Ernährungsmedizin spielten vor allem klinisch manifeste Mangelzustände eine Rolle. Diese Zustände wurden aufgrund spezifischer Symptome diagnostiziert und nicht selten einer stationären Behandlung zugeführt. Die Labordiagnostik hatte eine eher untergeordnete Bedeutung, was letztlich auch auf den damaligen Mangel an dementsprechenden spurenanalytischen Methoden zurückgeführt werden kann. Die Auffassung, wonach klinisch manifeste Mangelzustände als eine Art von Krankheit zu betrachten seien, äußert sich auch in den Bezeichnungen wie Skorbut, Beri-Beri, Rachitis, perniziöse Anämie etc., die gleichzeitig als Krankheitsdiagnosen aufgefasst wurden.

Mit der Verbesserung der Nahrungsversorgung sind alimentär induzierte klinisch manifeste Mangelzustände in den Industrieländern so gut wie verschwunden. Sie spielen nur noch als Begleiterscheinung anderer Krankheiten wie etwa bei Malassimilation eine Rolle. Eine zu hohe alimentäre Zufuhr von Mikronährstoffen mit gesundheitlichen Konsequenzen war in der Vergangenheit eher von untergeordnetem Interesse. Die wesentlichste Problematik der Ernährungsmedizin in der Vergangenheit war die Sicherung der Bedarfsdeckung und die Vermeidung einer Unterversorgung. Eine alimentär induzierte Toxizität spielt bekanntlich nur bei zwei fettlöslichen Vitaminen eine praktische Rolle. Die klinisch relevanten Intoxikationen mit Vitamin A und Vitamin D treten allerdings eher selten auf. Im Falle der Spurenelemente stellte die Frage der Toxizität in der Vergangenheit eher ein Problem der arbeitsmedizinischen Toxikologie als der Ernährungsmedizin dar.

In neuerer Zeit zeigt sich allerdings sowohl im Hinblick auf eine alimentäre Unterversorgung als auch hinsichtlich einer gesundheitsrelevanten zu hohen Zufuhr ein anderes Bild als in der Vergangenheit. Die Dreiteilung optimale Versorgung – klinisch manifester Mangelzustand – klinisch

- Klinisch manifester Mangelzustand
- Suboptimale Versorgung – marginaler Mangelzustand
- Optimale alimentäre Versorgung
- Exzessive Versorgung
- Klinisch relevante Intoxikation

Tab. 2:
Stadien des alimentären Versorgungszustandes mit Mikronährstoffen

relevante Vergiftung wird zunehmend durch eine Einteilung in fünf verschiedene Stadien des alimentären Status ersetzt, die in Tabelle 2 dargestellt ist.

Die diagnostische Problematik ergibt sich vor allem aus der Tatsache, dass ein marginaler Mangelzustand und eine exzessive Versorgung keine charakteristischen Symptome verursachen. Diese Versorgungszustände stellen keine Problematik der klinischen Medizin dar, sind andererseits aber auch nicht mit der Vorstellung einer optimalen Gesundheit in Übereinstimmung zu bringen. Die medizinische Sinnhaftigkeit der Diagnose dieser beiden Zustände im Übergang von der optimalen Versorgungssituation zu klinisch manifesten Krankheiten ergibt sich aber aus drei Überlegungen. Erstens handelt es sich dabei um Zustände einer beeinträchtigten Gesundheit, zweitens kann die Resistenz gegenüber möglichen gesundheitsabträglichen Umwelteinflüssen beeinträchtigt sein und drittens kann aus der Übergangssituation ein klinisch relevanter Zustand entstehen, wenn dieser Entwicklung nicht gegensteuert wird.

Diagnostik des Mikronährstoffstatus

Bei der Diagnostik des Mikronährstoffstatus handelt es sich um eine komplexe Problematik. Diese Feststellung kann wie folgt begründet werden. Zuverlässige Aussagen über die Qualität der alimentären Versorgung können meist nur durch die sachgerechte Kombination mehrerer Parameter getroffen werden. Die Methoden zur Beurteilung des Vitaminstatus unterscheiden sich zum Teil von jenen,

die zur Beurteilung des Spurenelementstatus eingesetzt werden. Überlegungen, die bei der Diagnostik klinisch manifester Erkrankungen angestellt werden, haben für die Diagnostik des Mikronährstoffstatus mitunter eine nur geringe oder überhaupt keine Bedeutung.

Ein Beispiel dafür sind Analysen der Plasmakonzentrationen verschiedener Parameter, die bekanntlich eine wesentliche Grundlage der klinischen Diagnostik sind, für die Diagnostik des Mikronährstoffstatus jedoch eine nur sehr geringe Bedeutung besitzen. Einer der Gründe dafür ist die endogene Regulation der Plasmakonzentrationen von Mikronährstoffen, die unabhängig von der alimentären Versorgungssituation erfolgt. Die diagnostische Bedeutung einzelner Analysen und Tests ist von Mikronährstoff zu Mikronährstoff verschieden und hängt auch davon ab, welche Aussage daraus abgeleitet werden soll.

So spielen bei der Untersuchung des Mikronährstoffstatus von Subpopulationen andere Untersuchungsmethoden eine Rolle als bei der Diagnose des individuellen Versorgungszustandes. Ein Beispiel für diese diagnostischen Unterschiede im Hinblick auf die Vitaminversorgung findet sich im Vitamin Lexikon^[1]. Einen Überblick über die wichtigsten Methodengruppen für die Mikronährstoffdiagnostik gibt Tabelle 3. In diese Darstellung sind vor allem jene Methoden einbezogen, die eine diagnostische Bedeutung für den Einzelfall haben. Diese Fragestellung spielt in der ärztlichen Praxis eher eine Rolle, als die Problematik der Versorgung von Populationen oder Subpopulationen. Zusätzliche Informationen zur Erfassung des Mikronährstoffstatus, besonders von Spurenelementen, finden sich bei den Literaturziten^[2–8].

Die Beurteilung eines sinnvollen Einsatzes einer oder mehrerer der angeführten Methoden bei der individuellen Diagnostik des Versorgungszustandes mit Mikronährstoffen bedarf gewisser Kenntnisse, die auch eine Kritik an den Stärken und Schwächen der jeweiligen Methode einschließt. In den nachfolgenden Abschnitten wird daher diese Problematik für die einzelnen Methodenkomplexe kurz diskutiert.

1. Vorhandensein klinischer Symptome und Beschwerden
2. Ernährungsanalysen (zum Beispiel Vergleich der Zufuhrhöhen mit Bedarfswerten)
3. Bilanzstudien
4. Laboranalysen (chemische Analysen von Plasmakonzentrationen, Gehalt in Blutzellen, Untersuchungen von Konzentrationen der Mikronährstoffe oder deren Metaboliten im Harn, Messungen des Gehaltes in Hautanhangsgebilden, Analysen von Organ- und Gewebsgehalten zum Beispiel Leber oder Muskel)
5. Untersuchungen spezifischer, mikronährstoffabhängiger biochemischer oder physiologischer Funktionen wie zum Beispiel von Enzymaktivitäten.

Tab. 3: Möglichkeiten der Erfassung des Mikronährstoffstatus

Klinische Symptome und Beschwerden

Das wesentliche Problem bei dieser Thematik besteht darin, dass Symptome und Beschwerden bei marginalen Mangelzuständen entweder überhaupt nicht auftreten oder uncharakteristisch sind. Dies enthebt den Untersucher jedoch nicht von der Pflicht, eine Anamnese zu erheben. Es kann im Einzelfall nicht ausgeschlossen werden, dass bestimmte Beschwerden oder Symptome die Folgen einer länger bestehenden suboptimalen Versorgung mit einem oder mehreren Mikronährstoffen sind. Andererseits ist es keinesfalls gerechtfertigt, das Auftreten solcher uncharakteristischer Beschwerden, wie zum Beispiel Unkonzentriertheit, Nervosität, Kopfschmerzen, schlechte Lernerfolge etc. ohne weitere Abklärung als Folge einer Mikronährstoffunterversorgung zu deklarieren. Das Nichtvorhandensein von Symptomen schließt jedoch die Möglichkeit einer schlechten Mikronährstoffversorgung nicht aus. Allerdings sollte daraus nicht abgeleitet werden, dass eine ungezielte und alle Spurenelemente sowie Vitamine umfassende Untersuchung des Mikronährstoffstatus auf jeden Fall gerechtfertigt wäre und eine nützliche Maßnahme der Gesundheitspflege darstellt. Aus diesen Überlegungen geht hervor, dass bei der Diagnostik des Mikronährstoffstatus weitere Methoden zur Erhärtung einer Verdachtsdiagnose eingesetzt werden müssen. Eine relativ einfache und kostengünstige Methode stellt dabei die Ernährungsanamnese dar.

Ernährungsanamnese

Eine sorgfältige und sachgemäß durchgeführte Ernährungsanamnese stellt ein sehr nützliches Instrument dar, wenn es darum geht, eine Verdachtsdiagnose weiter zu erhärten. Es darf dabei allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass aus der Höhe der Zufuhr eines Mikronährstoffes nicht automatisch auf mögliche Folgen im Organismus geschlossen werden kann. Der Zeitraum, über den die Ernährungserhebung durchgeführt wird, darf eine Woche keinesfalls unterschreiten. Um eine brauchbare Aussage zu erhalten, wird es meist notwendig sein, den Erhebungszeitraum länger zu bemessen. Jedenfalls steigt die Qualität der Aussage mit der Zeitdauer der Erhebung.

Für die Auswertung sollten möglichst quantitative Angaben vorliegen, da rein qualitative Angaben naturgemäß keine Aussage über die zugeführten Mengen erlauben. Ein Problem bei den Ernährungserhebungen stellt allerdings die Tatsache dar, dass die Angaben über Mikronährstoffgehalte in Nährwerttabellen beziehungsweise Computerprogrammen nicht ohne Einschränkung auf den Einzelfall übertragbar sind. Gründe dafür sind, dass sich

die Angaben in den Nährwerttabellen auf rohe, unbehandelte Produkte beziehen und daher Koch- und Bearbeitungsverluste nicht berücksichtigt werden und dass es sich um Durchschnittswerte handelt, die nicht unbedingt dem Gehalt im verzehrten Lebensmittel entsprechen müssen. Diese Problematik eines unterschiedlichen Gehaltes in vergleichbaren Lebensmitteln trifft vor allem auf die Spurenelemente zu.

Eine absolut zuverlässige Aussage über Mikronährstoffgehalte in Lebensmitteln kann daher eigentlich nur durch eine lebensmittelchemische Analyse des jeweils verzehrten Lebensmittels oder Menüs getroffen werden. Aufgrund vorhandener Unterlagen kann davon ausgegangen werden, dass die Abschätzung der Zufuhr an Mikronährstoffen auf der Grundlage der Berechnungen unter Zuhilfenahme von Nährwerttabellen eher zu optimistisch ist und daher die reale Zufuhrhöhe darunter liegt. Alle diese kritischen Bemerkungen stellen jedoch keine Abwertung von Ernährungserhebungen dar. Die Ernährungsanamnese bewährt sich als Methode, die keinen großen Aufwand erfordert, es jedoch ermöglicht, eine Verdachtsdiagnose zu erhärten oder als unwahrscheinlich zu werten.

Bilanzstudien

Bilanzstudien geben grundsätzlich Auskunft über jene täglichen Zufuhrmengen, die ausreichen, den Körperpool eines Mikronährstoffs aufrecht zu erhalten. Dabei besteht jedoch eine Abhängigkeit vom jeweiligen Versorgungszustand des Individuums mit dem untersuchten Mikronährstoff (Mertz, 1985). Bei einem geringen Bestand an einem Mikronährstoff können schon geringe Zufuhrmengen ausreichen, um ein Bilanzgleichgewicht zu erzielen. Solche Zufuhrmengen müssen jedoch keineswegs ausreichend sein, um unter normalen Bedingungen die Entwicklung eines Mangelzustandes zu verhindern. Zudem sind Bilanzstudien sehr aufwendig und werden deshalb hauptsächlich im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen durchgeführt.

Laboranalysen

Für Laboranalysen von Mikronährstoffen und die Aussagekraft ihrer Ergebnisse sind eine sorgfältige Präanalytik, eine präzise Methodik und die Auswahl einer geeigneten Matrix von erheblicher Bedeutung. Häufig wird Blut als Matrix für die chemische Analyse des Mikronährstoffstatus herangezogen. Dabei ist unter anderem zu berücksichtigen, dass die Mikronährstoffkonzentration im Blut verschiedenen Einflüssen wie Nahrung, körperliche Aktivität sowie hormoneller Situation unterliegt und eventuell auch noch eine circadiane Rhythmizität zu berücksich-

tigen ist. Einige Fragen und Fakten im Zusammenhang mit der Bestimmung von Spurenelementkonzentrationen im Blut sind auch in Tabelle 4 zusammengefasst. Neuere Methoden zur chemischen Analyse des Mikronährstoffstatus, die derzeit entwickelt werden, sind zum Beispiel

- Messungen der Verteilung von Mikronährstoffen auf verschiedene Liganden,
- Bestimmung der Sättigung von Trägermolekülen oder
- Aufnahme und Austausch durch die korpuskulären Elemente des Blutes in vitro.

Im Zusammenhang mit der Messung von Nährstoffkonzentrationen im Blut erhebt sich auch die Frage, welche Blutbestandteile am besten für eine Aussage über den Status mit einem bestimmten Mikronährstoff geeignet sind. Dazu ist zu bemerken, dass dies selten das Plasma ist, weil Mikronährstoffkonzentrationen im Plasma meist endogen reguliert werden und somit der Stoffwechselkontrolle unterliegen, womit sie keinen Rückschluss auf die Versorgungslage gestatten. In bestimmten Fällen kann aus dem Gehalt eines Mikronährstoffes in einem der korpuskulären Elemente des Blutes Aufschluss über

- Stehen die Konzentrationen im Blut im Gleichgewicht mit den physiologisch relevanten Gewebs- und Organgehalten?
- Welche Komponenten des Blutes sind das geeignete Substrat?
- Die zellulären Elemente des Blutes sind wegen ihres langsamen Turn-overs weniger empfindlich gegenüber äußeren, akuten Einflüssen.
- Sie enthalten oft höhere Mikronährstoffkonzentrationen als das Plasma und reflektieren besser Veränderungen in den relevanten Organen.
- Blutanalysen eignen sich meistens nur für die Feststellung klinisch manifester Mangelzustände.
- Eine Abnahme der Plasmakonzentration erfolgt häufig erst dann, wenn die Gewebsspeicher völlig entleert sind.
- Zu diesem Zeitpunkt kann allerdings bereits eine beträchtliche Beeinträchtigung mikronährstoffabhängiger Enzymaktivitäten vorliegen.
- Eine hohe Mikronährstoff-Konzentration ist nicht Kennzeichen einer guten Versorgung, sondern kann viele andere Gründe haben (Freisetzung aus der Muskulatur bei Belastung, verzögerte renale Ausscheidung etc.).

Tab. 4: Wichtige Fragen und Fakten im Zusammenhang mit der Bestimmung von Mikronährstoffen im Blut

die alimentäre Versorgungssituation über längere Zeiträume gewonnen werden, weil sie langsamere Umsatzraten aufweisen als dies im Plasma der Fall ist. Es bedarf jedoch genauer Kenntnisse darüber, welche Art von Blutzellen für welchen Mikronährstoff geeignet ist. Der Mikronährstoffgehalt in Erythrozyten ist nicht selten auch vom Alter des Erythrozyten abhängig.

Gewisse Aussagen können mitunter auch aus Messungen der Harnausscheidung von Mikronährstoffen gewonnen werden. Direkte Bestimmungen sind naturgemäß nur für wasserlösliche Mikronährstoffe möglich. Für Aussagen über den Mikronährstoffstatus sind Messungen im 24-Stunden Harn zu bevorzugen. Wenn eine exakte Harnsammlung über die gesamte 24-Stunden-Periode nicht möglich ist, wird die Ausscheidung des Mikronährstoffs als Quotient der Mikronährstoffkonzentration zur Kreatininkonzentration ausgedrückt. Bei Mikronährstoffen, die in erster Linie über die Niere ausgeschieden werden, spiegelt allerdings die Harnausscheidung häufig nur die Zufuhrhöhe wider und erlaubt keinen direkten Rückschluss auf die Versorgungssituation. Wird die ausgeschiedene Menge jedoch mit der Nahrungszufuhr und diese mit den Bedarfsempfehlungen verglichen, so kann daraus indirekt eine Abschätzung des alimentären Status erfolgen.

Für die Spurenelemente wurde und wird immer wieder die Bedeutung des Gehaltes im Haar als Indikator der Versorgungssituation diskutiert. Grundsätzlich können solche Analysen dann relevant sein, wenn der Gehalt im Haar mit dem Gehalt in physiologisch wesentlichen Speichern korreliert. Eine zuverlässige Aussage kann allerdings nur dann getroffen werden, wenn die Bestimmung wiederholt über einen bestimmten Zeitraum durchgeführt wird. Überdies muss beim Spurenelementgehalt des Haares mit umweltbedingten Kontaminationen gerechnet werden. Eine exakte Bestimmung erfordert daher eine präzise und sorgfältige Präanalytik. Aus diesen Gründen muss kommerziell angebotenen Einmalbestimmungen von Spurenelementkonzentrationen im Haar, die unter Missachtung der notwendigen strengen Kautelen vorgenommen werden, mit erheblicher Vorsicht entgegengetreten werden. Einen kritischen Überblick über die mit den Haaranalysen verbundenen Probleme geben auch die Literaturzitate^[9-12].

Konzentrationsbestimmungen von Mikronährstoffen können grundsätzlich auch in Organen und Geweben durchgeführt werden. Beispiele für solche Matrices sind die Leber und die Muskulatur. Die Gewinnung von solchen Gewebeproben kann allerdings nur durch eine Biopsie erfolgen, weswegen diese Methoden für die Routinediagnostik kaum in Frage kommen.

Untersuchungen spezifischer, mikronährstoffabhängiger biochemischer oder physiologischer Funktionen

Angesichts der Tatsache, dass Mikronährstoffe im menschlichen Organismus grundsätzlich für den ordnungsgemäßen Ablauf von biochemischen und physiologischen Funktionen sorgen, erscheinen jene Untersuchungen, die dieser funktionellen Bedeutung Rechnung tragen als sehr sinnvolle Instrumentarien für die Untersuchung des alimentären Status. Diese Überlegung trifft vor allem auch für die Erfassung marginaler Mangelzustände zu. Bei den mikronährstoffabhängigen Prozessen handelt es sich häufig um enzymgesteuerte Stoffwechselfunktionen. Aus diesem Grund beanspruchen Methoden der Erfassung von spezifischen Enzymaktivitäten in Abhängigkeit von der Versorgungssituation erhebliches Interesse. Allerdings führten diese Überlegungen bisher nur bei einigen wasserlöslichen Vitaminen zur Etablierung von in der Praxis einsetzbaren Methoden^[13]. Die Zellen, in denen diese Enzymaktivitätsbestimmungen durchgeführt werden, sind in erster Linie Erythrozyten.

Eine Problematik bei dieser Art von Untersuchungen besteht allerdings darin herauszufinden, welches Enzym jeweils am empfindlichsten auf eine Verschlechterung der Versorgung mit einem bestimmten Mikronährstoff reagiert, damit eine sich anbahnende Unterversorgung möglichst frühzeitig erkannt werden kann. Eine interessante Modifikation der angeführten Enzymaktivitätsbestimmungen besteht darin, dass in einem In-vitro-Ansatz zuerst die native Enzymaktivität bestimmt wird und diese Bestimmung nach der Zugabe des Mikronährstoffes im Überschuss wiederholt wird. Die dadurch erzielte Zunahme der Enzymaktivität wird prozentuell oder als Indexzahl ausgedrückt. Naturgemäß ist die Versorgungssituation umso schlechter, je deutlicher diese Aktivitätszunahme ausfällt. Beispiele für Vitamine bei denen solche Methoden bereits eingesetzt werden sind Retinol, Thiamin, Riboflavin und Pyridoxin.

Schlussbemerkung

In der vorliegenden Übersichtsarbeit sollte ein Überblick über die Problematik der Diagnostik des Mikronährstoffstatus gegeben werden. Dabei wurden eher allgemeine Gesichtspunkte angesprochen, da das Eingehen auf Details den Rahmen dieses Beitrages bei Weitem gesprengt hätte. Für die Statusdiagnostik einzelner Nährstoffe ergibt sich ein sehr differenziertes Bild. Die in diesem Beitrag zusammengefassten Grundlagen sollen das Verständnis für die Eigenart der Mikronährstoffdiagnostik fördern und

damit auch eine Basis für die spezielle und auf den einzelnen Mikronährstoff bezogene Diagnostik bieten. Eine Intention dieses Übersichtsartikels war aber auch zu zeigen, dass die Erfassung des alimentären Versorgungsstatus mit Mikronährstoffen anderen Prinzipien gehorcht als die Labordiagnostik, die im Rahmen der klinischen Medizin eingesetzt wird. ■■

LITERATUR

- 1 K.-H. Bässler, I. Golly, D. Loew und K. Pietrzik: Vitamin Lexikon. Urban & Fischer, München, (2002).
- 2 D.B. Milne: Laboratory Assessment of Trace Element and Mineral Status. In: J.D. Bogden a. L.M. Klevay, Clinical Nutrition of the Essential Trace Elements and Minerals. Humana Press, Totowa, New Jersey, (2000), p. 69–91.
- 2 K. M. Hambidge: Assessing the trace element status of man. Proc. Nutr. Soc. 47, 37–44, (1988).
- 3 W. Mertz: Assessment of the trace element nutritional status. Nutr. Res. Suppl. 1, 169–174 (1985).
- 4 M. Gallorini a. P. Apostoli: Standard Reference Materials and Data Quality Assurance in the Biomedical Analysis of Trace Elements. Biol. Trace Element Res. 52, 263–271, (1996).
- 5 M. Hambidge: Biomarkers of Trace Mineral Intake and Status. J. Nutr. 133, 948S–955S, (2003).
- 6 A. Taylor: Detection and monitoring of disorders of essential trace elements. Ann. Clin. Biochem. 33, 486–510, (1996).
- 7 K.S. Subramanian: Storage and Preservation of Blood and Urine for Trace Element Analysis. Biol. Trace Element Res. 49, 187–210, (1995).
- 8 R. Cornelis: Quality Control in Trace Element Analysis of Clinical and Biological Samples. How Good Are Your Data. J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis. 6, 129–135, (1992).
- 9 E. Contiero a. M. Folin: Trace Elements Nutritional Status. Use of Hair as a Diagnostic Tool. Biol. Trace Elem. Res. 40, 151–160 (1994).
- 10 G. Drasch a. G. Roider: Assessment of hair mineral analysis commercially offered in Germany. J. Trace Elem. Med. Biol. 16, 27–31, (2002).
- 11 S. Seidel, R. Kreutzer, D. Smith, S. McNeel a. D. Giliss: Assessment of Commercial Laboratories Performing Hair Mineral Analysis. LAMA, 285, 67–72, (2001).
- 12 R.J. Shamberger: Validity of Hair Mineral Testing. Biol. Trace Elem. Res. 87, 1–28, (2002).
- 13 J.P. Vuilleumier, H. E. Keller a. K. Keck: Clinical Chemical Methods for the Routine Assessment of the Vitamin Status in Human Populations. Internat. J. Vit. Nutr. Res. 60, 126–135 (1990).

Korrespondenzadresse: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Marktl, Zentrum für Physiologie und Pathophysiologie der Medizinischen Universität Wien, Medizinische Universität Wien, Schwarzspanierstraße 17, 1090 Wien, Fon +431 4277 62110, Fax +431 4277 9621, E-Mail: wolfgang.marktl@meduniwien.ac.at