

Thomas M. Thust

**Aussagekräftige Laborparameter
in der Orthomolekularen Medizin**

© 2003 Thomas M. Thust

Diagnose eines Mikronährstoffmangels

Die Voraussetzungen für eine rationale und gezielte orthomolekulare Therapie sind die Durchführung einer umfangreichen Anamnese mit spezifischer Fragestellung, falladäquate klinische Untersuchungen sowie die Bestimmung verschiedener Laborwerte der Routine- und Spezialdiagnostik. Entgegen weit verbreiteter Vorurteile ist es durch labormedizinische Verfahren in den meisten Fällen möglich, auch latente Mangelzustände frühzeitig zu erkennen und spezifisch zu behandeln. An dieser Stelle möchte ich jedoch auch einem Missverständnis entgegentreten, dem zuweilen Krankenversicherer bzw. deren gutachterlich tätigen Ärzte unterliegen. Ein labormedizinisch nachgewiesener Mangel stellt logischerweise eine Indikation zur Substitution mit einem orthomolekularen Wirkstoff dar. Daraus lässt sich jedoch nicht der Umkehrschluss ableiten, dass eine Verordnung nur bei labormedizinisch gesichertem Mangelzustand gerechtfertigt sei. Denn OM-Wirkstoffe werden sowohl bei Mangel im Rahmen einer Substitution verschrieben, als auch als eigenständige Substanzen oder Arzneimittel mit pharmakologischem Wirkprofil. Als Beispiel sei die Behandlung mit Arginin bei Hypertonie genannt, die natürlich auch bei normalem Argininspiegel im Serum wirkt und daher unabhängig von Mangelzuständen indiziert ist.

Da sich die Symptomatik der verschiedenen Mangelzustände meist ähnlich darstellt, ist es in den meisten Fällen unverzichtbar entsprechende Laboruntersuchungen in einem darauf spezialisierten Institut erbringen zu lassen.

Entwicklung eines Mikronährstoffmangels

Ein Nährstoffmangel ist Folge einer meist lang anhaltenden Mangelversorgung, die schließlich zu einer oft irreversiblen Erkrankung führt.

Stadieneinteilung bei Mangelzuständen (modifiziert nach Burbacher):

1. Verbrauch der in Speicherdepots gelagerten Vitamine
2. Reduktion der Ausscheidung über Stuhl und Urin
3. Aktivitätsabnahme vitamin- oder spurenelementabhängiger Enzyme
4. Unspezifische Symptome (z.B. Infekthäufung)
5. Ausgeprägter charakteristischer Mangel (Hypovitaminose)
6. Irreversible Organschäden (Avitaminose), ggf. Tod

Echte Avitaminosen sind in Westeuropa selten. Dagegen treten latente Mangelzustände sehr häufig auf. Die Aufnahme von Vitamin C, Folsäure, Calcium, Magnesium, Selen und Jod liegt bei den meisten Europäern nach wie vor weit unter den erforderlichen Mindestmengen. Darüber hinaus erhöhen belastende Lebensumstände wie Dauerstress, Schwangerschaft, Stillphase, Leistungssport, Dauermedikation mit den meisten Arzneimitteln, Rauchen, Schlafmangel, Alkoholmissbrauch oder chronische Erkrankungen den Vitalstoffbedarf erheblich. Die Folgen absoluter oder relativer Mikronährstoff-Defizite sind häufig Immunstörungen sowie kardiovaskuläre und neurologische Erkrankungen.

Massive Ernährungsstörungen schädigen jedoch alle Zellen, Gewebeverbände, Organe und Organsysteme zunächst funktionell, bei Fortbestehen der Mangelsituation auch strukturell-organisch.

Laboranalytik zur Diagnostik von Vitamindefiziten

Zur labordiagnostischen Bestimmung von Vitaminmangel-Zuständen stehen verschiedene Analyseverfahren zur Verfügung:

- Direkte Bestimmung der Konzentration von Vitaminen bzw. deren Metaboliten in Vollblut, Serum, Erythrozyten, Urin, Liquor oder Gewebe.
- Indirekte Tests ermitteln Enzymaktivitäten, die mit dem Status von verschiedenen Vitaminen in direktem Zusammenhang stehen.

Um tatsächliche Anhaltspunkte über den Vitaminstatus zu erhalten, müssen verschiedene Vitamine in den richtigen Kompartimenten bestimmt werden. So sind die Vitamine B6, Biotin, Nicotinamid, Pantothersäure und Vitamin C im Blutserum relativ sicher zu bestimmen, während Thiamin, Riboflavin und Folsäure vorrangig in den Erythrozyten vertreten sind. Vitamin B12 und die fettlöslichen Vitamine A und E sind hauptsächlich in spezifischen Organen und Geweben zu finden, stehen jedoch mit dem Blutserum im Gleichgewicht, so dass auch hier die - nur gering invasive Blutabnahme mit nachfolgender Serumanalyse - sinnvoll ist.

Grundsätzlich würde auch eine Urinanalyse den Vitaminhaushalt widerspiegeln, jedoch führen nahrungsbedingte Einflüsse und Urinsammelfehler oft zu erheblichen Fehlbestimmungen und/oder falschen Interpretationen.

Präanalytik

- Die Probennahme sollte grundsätzlich morgens nüchtern (ca. 12 Stunden Nahrungskarenz) und ggf. vor der Medikamenteneinnahme stattfinden.
- Das Blut sollte, falls möglich aus einer ungestauten Vene entnommen werden.
- Hämolyse sollte durch die Blutabnahme mit großlumigen Kanülen und Verwendung von z.B. Vacutainer[®]-Systemen mit standardisiertem Sog vermieden werden.
- Die mit Blut gefüllten Röhrchen sollten mehrmals hin und her gekippt werden (nicht schütteln) damit sich das Blut homogen mit den gerinnungshemmenden und stabilisierenden Zusatzstoffen vermischt.
- Das Material zur Vitaminbestimmung (Serum, Urin) muss ggf. lichtgeschützt, d.h. mit Alufolie umwickelte Röhrchen, versendet werden.
- Manchmal ist auch der Versand von Tiefgefrorenem Serum erforderlich.
- Im Zweifelsfall sollten die präanalytischen Modalitäten im Vorfeld mit dem Laborarzt abgeklärt werden.

Auswahl der geeigneten Parameter

Vitamin-Laboruntersuchungen können beim Vorliegen klarer Symptome gezielt angefordert und durchgeführt werden. Sehr viel häufiger kommen allerdings gerade beim Vorliegen unspezifischer Symptome bzw. bei chronischen Erkrankungen und bei Patienten mit allopathischer Langzeitmedikation Vitamin-Screening-Profile zum Einsatz.

Vitamin	Material	Normwerte
Vitamin A	Serum	200 - 1000 µg/l
beta-Carotin	Serum	150 - 1250 µg/l
Vitamin B1	Vollblut (Na-Heparin)	
Thiamin		< 5,0 µg/l
Thiaminpyrophosphat		30 - 90 µg/l
Vitamin B2	Vollblut (Na-Heparin)	
FAD		125 - 200 µg/l
Riboflavin		2 - 15 µg/l
Vitamin B3	Serum	8 - 52 µg/l
Vitamin B6	Vollblut (Na-Heparin)	
Pyridoxalphosphat		5 - 30 µg/l
Vitamin B12	Serum	200 - 950 pg/ml
Vitamin C/Ascorbinsäure	Li-Heparin-Blut	2 - 14 µg/ml
Folsäure	Serum	3,6 - 16,9 µg/ml
Vitamin E/Tocopherol	Serum	5 - 16 mg/l
Biotin	Serum	>200 ng/l

Für die gezielte Anforderung von Laborparametern zur Diagnostik von Vitaminmangelzuständen sind profunden Kenntnisse der jeweiligen Mangelsymptomatik bzw. der entsprechenden Leitsymptome erforderlich. Nachfolgend werden daher die verschiedenen Indikationen zur Durchführung von gezielten Laboranalysen genannt. Diese Untersuchungen werden dann zum Nachweis bzw. Ausschluss einer Malnutrition erbracht.

Vitamin A

Symptomatik der Hypovitaminose, bzw. Indikationen zur Bestimmung der Vitamin-A-Werte:

- Xerophthalmie mit Störung der Dunkeladaptation (Nachtblindheit) bis zur Erblindung, Hornhautgeschwüre etc.
- Herabgesetzte Geruchsempfindlichkeit und Geschmacksempfindung
- Hypochrome Anämie
- Wachstumsstörungen an Knochen und Zähnen
- Verhornung von Schleimhäuten, trockene Schleimhäute
- Atrophie der Darmschleimhaut

- Atrophie der Speichel und Schleimdrüsen und in Folge davon austrocknungsbedingte Erkrankungen wie Gingivitis, Stomatitis, Bronchitis, Pneumonie
- Störungen der Spermatogenese, Infertilität
- Erhöhung des intracraniellen Drucks
- Hydrozephalus (bei Neugeborenen)
- Prolongierte akute Infekte
- Schwere Infektionskrankheiten
- Sowie chronisch rezidivierende Infekte und Malignome
- Einnahme von oralen Kontrazeptiva und Alkoholabusus (entleert die Vitamin A-Speicher)
- Gastrointestinale Störungen mit verminderter Aufnahme von fettlöslichen Vitaminen (exokrine Pankreasinsuffizienz, Gallensäurenmangel, Leberzirrhose chronisch-entzündliche Darmerkrankungen, Zöliakie/Sprue) führen fast immer zu manifestem Mangel

Symptomatik der akuten bzw. chronischen Intoxikation (Hypervitaminose), bzw.

Indikationen zur Bestimmung der Vitamin-A-Werte:

- Die akute Intoxikation zeigt sich durch Kopfschmerzen (erhöhter Liquordruck) Erbrechen, Schwindel.
- Chronische Vergiftungen führen zu Schälreaktionen der Haut, Schlafstörungen, Appetitlosigkeit, Hämorrhagien, Hepatomegalie mit Anstieg der Leber-Enzyme.

Anforderung:

- Vitamin-A-Alkohol (Retinol), Bestimmung aus Serum
- Retinol-bindendes-Protein (RBP), Bestimmung aus Serum
- Bestimmung des molaren Verhältnis Retinol/RBP:
Werte unter 0,7 gelten als Hinweis auf einen Vitamin-A-Mangel

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)

Beta-Karotin

Indikationen zur Bestimmung:

- Nachweis pathologischer oxidativer-Stress-Parameter
- Polymorphe Lichtdermatose (Sonnenallergie)

Anforderung:

- Betakarotin-Bestimmung aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Proben lichtgeschützt versenden (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Vitamin E

Indikationen zur Bestimmung:

- Atherosklerose und deren Folgeerkrankungen (KHK, pAVK, Apoplex) in der Eigen- oder Familienanamnese (Hier ist auch die Analyse zur Bestimmung des Verhältnis zwischen Omega3/Omega 6-Fettsäuren sinnvoll!)
- Hyperlipidämien
- Neurodegenerative Erkrankungen (z.B. Alzheimer, Parkinson)
- Neuromuskuläre Schwächezustände
- Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises
- Autoimmunerkrankungen
- Gastrointestinale Störungen mit verminderter Aufnahme von fettlöslichen Vitaminen (exokrine Pankreasinsuffizienz, Gallensäurenmangel, Leberzirrhose chronisch-entzündliche Darmerkrankungen, Zöliakie/Sprue)
- Nachweis pathologischer oxidativer-Stress-Parameter (TAS_, MDA_, NHE_)

Anforderung:

- Vitamin E-Bestimmung aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Probe vor Licht schützen (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Vitamin D

Indikationen zur Bestimmung:

- Osteoporose/Osteoporoserisikogruppen, Rachitis:
Erhöhte Ausscheidung Deoxy-Pyridinolin (Abbauprodukt von Knochen und Dentin im Morgenurin) bei postmenopausalen Frauen oder erhöhte β -CrossLaps-Werte im Serum perimenopausaler Frauen (bis 1 Jahr postmenopausal)
Radiologisch nachgewiesene verringerte Knochendichte
Frauen deren Mütter unter Osteoporose leiden (multiple Frakturen)
- Erhöhter Bedarf: Schwangerschaft, Stillphase, Wachstum
- Mangelhafte Zufuhr (evt. bei Vegetariern)
- Niereninsuffizienz (Störung der Hydroxilierung zu 1,25-(OH)₂-D3 (Calcitriol)
- Malresorption (Magen-Darmresektion, exokrine Pankreasinsuffizienz, chron. Cholestase, M. Crohn)
- Medikamenten-Einnahme: Cholestyramin, Antikonvulsiva
- Tumorerkrankungen, Leukämien (redifferenzierende Wirkung)
- Verdacht auf Überdosierung: Kalzifizierung (Bindegewebe und Blutgefäße)

Anforderung:

- 25-Hydroxy-Vitamin D3 (Vertreter des Hauptpools an Vit. D3) und
- 1,25-Dihydroxy-Vitamin D3 (aktivster Vit.D3-Metabolit), Bestimmung jeweils aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)

Vitamin K

Indikationen zur Bestimmung:

- Blutgerinnungs-Störungen, Menorrhagien, Schleimhautblutungen
- Parenterale Ernährung
- Malabsorptions-Syndrome
- M. Crohn
- Schwere Leber-Galle-Erkrankungen
- Zytomegalie-Infektion
- Mukoviszidose
- Medikamenten-Einnahme: Antibiotika, Zustand nach abgeschlossener Vitamin-K-Antagonisten-Therapie (z.B. Marcumar)

Anforderung:

- Vitamin K, Bestimmung im Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Probe vor Licht schützen (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Hinweis:

Jahreszeitliche Unterschiede sind durch die geringere UV-Strahlung im Winter bedingt. Daraus ergeben sich unterschiedliche Normalwertbereiche für 25-Hydroxy-Vitamin D3:

- Winter: 25-125 nmol/l
- Sommer: 50-300 nmol/l

Vitamin C

Indikationen zur Bestimmung:

- Müdigkeit, Leistungsschwäche
- Verzögerte Wundheilung (auch Zink und Aminosäuren bestimmen lassen)
- Infekthäufung, chronische und/oder prolongierte Infekte
- Tumorerkrankungen
- Histaminose
- Karnitinmangel (Vitamin C ist für Carnitinsynthese erforderlich)
- Hormonstörungen (Amidierung von Peptidhormonen durch Vitamin C)
- Alkohol- und Nikotinabusus
- Schwangerschaft, Stillphase
- Dialysepatienten
- Medikamenten-Einnahme von ASS, Diuretika, Antirheumatika, Tetracyclin, Östrogene, Kortison
- Alle Erkrankungen die mit erhöhter Bildung von freien Radikalen einhergehen
- Nachweis pathologischer oxidativer-Stress-Parameter (TAS_, MDA_, NHE_)

Anforderung:

- Vitamin C, Bestimmung aus Lithium-Heparin-Blut

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Proben lichtgeschützt versenden (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Vitamin B1

Indikationen zur Bestimmung:

- Alkoholabusus
- Wernicke-Enzephalopathie, Korsakow-Syndrom
- Gravidität, Stillphase
- Neuritis, Neuropathie
- Diabetes mellitus
- Latente Mangelsymptome:
Appetitmangel, Reizbarkeit, Müdigkeit, Schlafstörung, Verdauungsstörungen
- Beri-Beri-Vollbild:
Kardiovaskuläre Störungen, Neurologische Störungen
Muskelschwäche oder Spasmen

Anforderung:

- Vitamin B1-Bestimmung aus Natrium-Heparin-Vollblut
- Transketolase-Aktivitäts-Bestimmung aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Proben lichtgeschützt versenden (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Vitamin B2

Indikationen zur Bestimmung:

- Malabsorption, chronisch-entzündliche Darmerkrankungen
- Einnahme oraler Kontrazeptiva
- Schilddrüsenüberfunktion
- Diabetes mellitus
- Bor-Substitution (erhöht renale Verluste)
- Pellagra Vollbild oder Pellagra ähnlicher Symptomenkomplex:
Entzündungen der Mund- und Nasenschleimhaut, Glossitis,
Mundwinkelrhagaden, Dermatitis, Juckreiz an Skrotum/Vulvae, generalisierter
Juckreiz
- Keratitis, Linsentrübung, Katarakt

Anforderung:

- Vitamin-B-2-Bestimmung aus Natrium-Heparin-Vollblut
- Glutathion-Reduktase-Aktivitäts-Bestimmung aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Proben lichtgeschützt versenden (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Vitamin B3

Indikationen zur Bestimmung:

- Malabsorption, chronisch-entzündliche Darmerkrankungen
- Leistungssportler
- Alkoholabusus, Leberparenchymschaden
- Dialyse
- AIDS/HIV
- Pellagra (einseitige Mais/Hirse-Ernährung)
- Karzinoid
- L-Tryptophan-Mangel
- Vitamin B2/B6-Mangel
- Diabetiker
- Tumorpatienten

Anforderung:

- Vitamin-B-3-Bestimmung aus Serum
- Bestimmung von N-Methylnikotinamid und 2-Pyridon im Urin

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Urin-Proben lichtgeschützt versenden (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Vitamin B6

Indikationen zur Bestimmung:

- Homozysteinämie
- Eiweißmangel (Gesamt-EW im Serum, spezielle Aminosäuremangel-Zustände)
- Infektanfälligkeit
- Laxantienabusus
- Einnahme von hormonale Kontrazeptiva
- Seborrhoische Dermatitis (Nase-Auge-Mund)
- Neuritis, sensorische Neuropathie
- Hyperoxalurie mit Steinbildung
- Hypochrome Anämie
- Epilepsie beim Säugling

Anforderung:

- Vitamin-B-6-Bestimmung (Pyridoxal-5'Phosphat, PLP) aus Natrium-Heparin-Vollblut

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)
- Proben lichtgeschützt versenden (Alufolie um Röhrchen wickeln)!

Vitamin B12

Indikationen:

- Megaloblastäre Anämie (Ery_, MCV_, LDH_, Bilirubin_)
- Periphere Neuropathie (Verminderung der Tiefensensibilität, Stimmgabeltest: Vibrationempfinden_)
- Glossitis
- Diarrhöen
- Atrophische Korpus-Gastritis (Helicobacter pylori, Belegzellenantikörper)
- Nachweis von Intrinsicfaktor-Ak
- Chronisch entzündliche Darmerkrankungen
- Homocysteinämie

Anforderung:

- Vitamin-B-12 im Serum
- Methylmalonsäure im Urin (Spezialröhrchen) als sensitiver Frühmarker!
- Ggf. Schilling-Test

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)

Folsäure

Indikationen:

- Ernährungsbedingte Mangelzustände (häufig)
- Alkoholiker
- Schwere Lebererkrankungen
- Gravidität, Stillphase
- Chronisch rezidivierende Infekte
- Dialysepatienten
- Hämolytische Anämien
- Folgezustände nach abgeschlossener Chemotherapie mit Folsäureantagonisten
- Einnahme oraler Kontrazeptiva und ASS
- Homocysteinämie

Anforderung:

- Folsäurebestimmung aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)

Biotin

Indikationen:

- Dermatitis
- Muskelschmerzen
- Glossitis
- Haarausfall, rissige Fingernägel
- Dialysepatienten
- Langzeitantibiotikabehandlung
- Genuss großer Mengen roher Eier (Eiweiß enthält den Biotinantagonisten Avidin)
- Gravidität

Anforderung:

- Biotin-Bestimmung aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)

Niacin

Indikationen:

- Reduktionsdiäten
- Parenterale Ernährung
- Alkoholabusus
- Malabsorptionssyndrome
- Chronische Diarrhoe
- Gravidität, Stillphase, Wachstum
- Infektionskrankheiten
- Tumorerkrankungen
- Bräunliche Hautpigmentierungen
- Zentralnervöse Störungen (Ataxie, Halluzinationen)

Anforderung:

- Niacin-Bestimmung aus Serum

Präanalytik:

- Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)

Funktionelle Tests für Vitamine

Funktionelle Tests sind oft aussagekräftiger als die direkte Bestimmung von Vitaminen. So kann mittels Homocysteinbestimmung mit nur einem Parameter kostengünstig eine relativ sichere Aussage über die Versorgung mit Vitamin B6, B12 und Folsäure gemacht werden. Besonders bei latenten Mangelzuständen oder grenzwertig pathologischen Werten empfiehlt sich der Einsatz funktioneller Tests.

- **Homocystein** entsteht bei der Umwandlung der Aminosäure Methionin in Cystein. Die enzymatische Umwandlung geschieht abhängig von Vitamin B6, Vitamin B12 und Folsäure. Ein erhöhter Homocysteinwert findet sich bei Mangel dieser Enzyme bzw. der genannten B-Vitamine und gilt als Risikofaktor für Atherosklerose.

- **Kryptopyrrol** ist ein mögliches Nebenprodukt, das bei der Synthese von Hämoglobin entstehen kann. Es besitzt die Eigenschaft Vitamin B6 und Zink zu binden. Der Komplex wird dann über den Urin ausgeschieden. In der Folge kommt es zu ständigem B6- und Zinkentzug bzw. Mangel, der durch Substitution ausgeglichen werden muss.
- **Vitamin B12**
Beim Schillingtest, wird 1 mg Vitamin B12 eingenommen. Anschließend muss der Vitaminspiegel im Blut ansteigen. Bei fehlendem Anstieg wird dieser Test mit zusätzlicher Einnahme von Intrinsic-Factor wiederholt. Auf diese Weise kann eine mögliche Aufnahmestörung analysiert werden.
Bei Vitamin B12-Serumwerten von unter 100 pg/ml kommt es zur Ausscheidung von **Methylmalonsäure** im Urin, welche ein hochsensitiver Frühmarker für B12-Mangelzustände ist. Die Bestimmung von Methylmalonsäure ist dem Serum-Parameter vorzuziehen.
- **Vitamin B1**
Die Transketolase-Aktivität (Zuckerabbau) in den Erythrozyten ist ein sicherer Indikator für einen Vitamin B1-Mangel. B1 ist das Coenzym der Transketolase.
- **Vitamin B2**
Funktionsstörungen können mit der Messung der **Glutathionreduktase** (GR) aufgedeckt werden, deren Coenzym Riboflavin oder Vitamin B2 ist. Die GR ist beteiligt an der Regeneration von verbrauchtem Glutathion, das in der Abwehr von Sauerstoffradikalen im Körper beteiligt ist.

Bestimmung der Mineralstoffe und Spurenelemente

Unsere Ernährungsgewohnheiten und die hoch entwickelten Lebensmitteltechnologien zur „Veredelung“ von Nahrungsmitteln, lassen eine zunehmende Diskrepanz zwischen Bedarf und tatsächlicher Aufnahme lebensnotwendiger Stoffe entstehen.

Obwohl Mineralstoffe und Spurenelemente nur etwa 0,01% des Körpergewichtes ausmachen, ermöglichen und erhalten sie das Leben. Folgende Elemente sind essentiell: Eisen, Zink, Kupfer, Mangan, Jod, Molybdän, Chrom, Sele, Fluor, Vanadium, Silizium. Andere wiederum sind bereits in Spuren toxisch: Blei, Quecksilber, Cadmium und Arsen.

Da die essentiellen Mineralstoffe vom menschlichen Organismus nicht selbst synthetisiert werden können, ist er auf eine ausreichende und ständige Zufuhr durch die Nahrung angewiesen. Ein Mangel kann für Funktionsstörungen und Erkrankungen verantwortlich sein, ein Überfluss kann toxische Wirkung haben. Moderne Verfahren der analytischen Chemie, wie beispielsweise flammenfreie atomare Absorptionsspektroskopie oder Analyse mittels Neutronenaktivierung ermöglichen Spurenelemente bereits in Konzentrationen von unter 0,1 Millionstel zu messen. Um ein aussagekräftiges Bild des Element-Status erlangen zu können, muss darüber entschieden werden, aus welchem Teil des Körpers die Analyse erfolgen soll.

Beim „lebenden Patienten“ steht normalerweise nur eine eher geringe Auswahl an Möglichkeiten zur Probennahme zur Verfügung. Blei sollte eigentlich am besten in den Knochen, Kadmium in der Leber oder den Nieren bestimmt werden. In der täglichen Praxis gibt es aber nur sehr beschränkte Möglichkeiten diese Körpergewebe zu entnehmen, obwohl der Hauptteil der Mineralstoffe im Inneren der entsprechenden Organ-Zellen zu finden ist. In der täglichen Routine werden deswegen weniger invasive Methoden, wie Blutuntersuchungen im Plasma/Serum und besonders Vollblut sowie Urin- und Haaranalysen bevorzugt.

Mineralien und ihre wichtigsten Bestimmungsmaterialien

Aluminium Plasma/Urin

Blei Vollblut/Urin

Cadmium Urin/Vollblut

Chrom Urin/Serum

Cobalt Urin

Eisen Serum: freies Eisen, Ferritin, Eisenbindungskapazität, Transferrin

Gold Nägel/ Haare/Urin/(Plasma)

Kupfer Plasma/Haare/(Sammelurin) Glutathionperoxidase

Mangan Plasma/Sammelurin/Stuhl/Haare

Molybdän Plasma/Urin/Haar

Nickel Urin/Plasma/(Haar)

Palladium Urin/Haar/Vollblut

Platin Urin/Plasma/Haare

Quecksilber Vollblut/prox.Haare/Urin (nach Gabe von DMPS oral/i.v.)

Selen Vollblut/Urin/Haar

Strontium Urin/Haare

Thallium Urin/Faeces/Haare

Titan Urin

Zink Vollblut/Haare

Die Blutanalyse von Mineralien und Spurenelementen

Üblicherweise ist das Blut ein geeignetes Untersuchungsmaterial, da es ein Transportmedium zwischen allen Teilen des Organismus darstellt und Signalcharakter für biochemische Veränderung auch in schwer unzugänglichen Organen hat. Eine Mineraluntersuchung im Blut zeigt in erster Linie den durchschnittlichen Versorgungsstatus und die Verbrauchsrate von Spurenelementen und Mineralstoffen an und nicht so sehr die genauen Mengenverhältnisse in den einzelnen Organen.

Im Rahmen von Screening-Untersuchungen sollten Kalium (Vollblut), Natrium (Serum), Calcium (Serum), Magnesium (Vollblut), Phosphor (Serum), Zink (Vollblut), Kupfer (Serum) sowie Selen (Vollblut) und Jod (Serum) untersucht werden. Zusätzlich können Mangan und Molybdän (beide im Vollblut) bei spezieller Fragestellung noch hinzugezogen werden. Die Analyse der toxischen Spurenelemente Arsen, Blei, Kadmium, Quecksilber und Aluminium ist nur beim Vorliegen von Anhaltspunkten für akute oder chronische Intoxikation indiziert.

Die Calciumbestimmung lässt keine sichere Aussage über tatsächlichen Mangel oder Überschuss zu, da der Calciumspiegel im Blut primär von spezifischen

Hormonregulations-Systemen (Parathormon, Calcitonin), dem pH-Wert des Blutes (Azidose_ Hypercalcämie) sowie anderen Faktoren abhängig ist. Die Beurteilung der Calciumversorgung sollte durch die Ernährungsanamnese verifiziert werden.

Probennahme bei Mineralstoff-Untersuchungen

Um eine Kontamination mit Metall-Ionen aus der Kanüle zu Verhindern, sollte für die Metallanalytik das erste Röhrchen verworfen oder für andere Untersuchungen z.B. Blutbild verwendet werden. Größter Wert sollte auf geeignete, teflonbeschichtete Kanülen und spezielle Probenröhrchen gelegt werden. Als geeignete Röhrchen finden für die reguläre Serumanalytik die üblichen Serumgefäße sowie Natrium-Heparin (nicht für Natrium-Bestimmung)- oder Lithium-Heparin-beschichtete Röhrchen für die Vollblutanalyse Verwendung.

Bestimmung der Fettsäuren und des Verhältnisses zwischen Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren im Serum

Diese Untersuchung ist sinnvoll bei Patienten mit Herzinfarkt oder Apoplex in der Eigen oder Familienanamnese, bzw. sofern Anhaltspunkte für eine Fehlernährung (viel Fleisch, wenig Wild, wenig Fisch) bestehen. Auch bei rheumatischen Erkrankungen besteht häufig ein Ungleichgewicht zwischen proinflammatorischen Omega 6-Fettsäuren und antiphlogistisch wirkenden Omega-3-Fettsäuren. Diese Dysbalance kann durch die Analyse diagnostiziert und anschließend gezielt durch Ernährungstherapie und Einnahme von EPA/DHA behandelt werden.

Material zur Bestimmung: Serum

Präanalytik: Nüchtern-Blutabnahme (Nahrungskarenz 12 Stunden)

Bestimmung der Aminosäuren

Aufgrund der vielschichtigen physiologischen und pharmakologischen Wirkungen der verschiedenen AS ist eine Analyse besonders bei folgenden Erkrankungen/ Symptomen sinnvoll:

- Unzureichende Proteinaufnahme
 1. Appetitverlust (GIT-Erkrankungen, Niereninsuffizienz, psychogen, Digitalis-Einnahme)
 2. Fehlernährung (extremer Vegetarismus, Diäten, Alkoholabusus)
 3. diätetische Restriktionen (Niereninsuffizienz, Leberzirrhose)
- Malassimilations-Störungen
 1. Maldigestion (Pankreasinsuffizienz, Z. n. Gastrektomie, Hypochlorhydrie)
 2. Malabsorption (entzündliche Darmerkrankungen, Zöliakie, Z. n. Darmteilresektion,
 3. Strahlenschädigung
- Proteinverlust-Erkrankungen
 1. exudative Enteropathie
 2. nephrotisches Syndrom
 3. Exsudatpunktionen
 4. chronische Blutverluste
 5. chronische Eiterungen

- Störungen der Proteinsynthese
Leberzirrhose
- Katabole Stoffwechsellage
 1. chronische Infektion (z. B. Aids, Hepatitis)
 2. Malignome
 3. ausgedehnte Traumata
 4. Verbrennungen
 5. postoperativer Stress-Zustände
- Nachweis oder Verdacht auf toxische Belastungen
- Müdigkeits- und Schwächesyndrome (Sportler, chronisch Kranke, betagte Patienten, CFS, MCS)
- Chronisch-rezidivierende Infektionen, Abwehrschwäche

Proteinverluste über die Niere werden durch die Analyse im Urin nachgewiesen. Bei allen anderen Fragestellungen empfiehlt sich die Bestimmung der in der Übersicht aufgeführten AS im Serum. Der Patient sollte nüchtern sein, ansonsten ist keine besondere Patientenvorbereitung erforderlich.

Aminosäuren-Analyse		
Essentiell	Nicht-essentiell	Sonstige
Isoleucin	Alanin	Carnitin (gebildet aus Methionin und Lysin)
Leucin	Arginin (für Säuglinge essentiell)	Taurin (Stoffwechselprodukt der AS Cystein)
Lysin	Asparaginsäure	Glutathion (Tripeptid aus Cystein, Glutaminsäure und Glycin)
Methionin	Asparagin	
Phenylalanin	Citrulin (nicht proteinogen)	
Threonin	Cystein/Cystin	
Tryptophan	Glutaminsäure	
Valin	Glutamin	
	Glycin	
	Histidin	
	Ornithin	
	Prolin	
	Serin	
	Tyrosin	

Nachweis oxidativer-Stress-Marker

Der Nachweis von pathologischen Werten aus diesem Bereich erfordert die gezielte und konsequente Therapie mit orthomolekularen Wirkstoffen (Antioxidantien).

Wichtige Schutzparameter:

- TAS (Totale-Antioxidative Kapazität): Die Bestimmung des preisgünstigen Einstiegsparameters erfolgt aus dem Serum. Die TAS reflektiert als Summenparameter alle körpereigenen, im Serum gelösten Antioxidantien.
- Glutathion (GGH-Ery) ist das zentrale intrazelluläre Antioxidans. Es moduliert das Entzündungsgeschehen, da bei GSH-Mangel eine Aktivierung von Entzündungs-Genen erfolgt. Zudem ist GSH an vorderster Front an der Entgiftung von intrazellulären Schadstoffen beteiligt. Der GSH-Wert wird aus Na-Heparin-Blut bestimmt.
- Glutathion-S-Transferasen (GST-alpha, pi, mu, theta). Die Bestimmung erfolgt enzymatisch aus Serum oder mittels Gentest (EDTA-Blut).
- Spezielle Leber-Entgiftungsenzyme (z.B. Cytochrome der P450-Familie N-Acetyltransferasen (NAT))

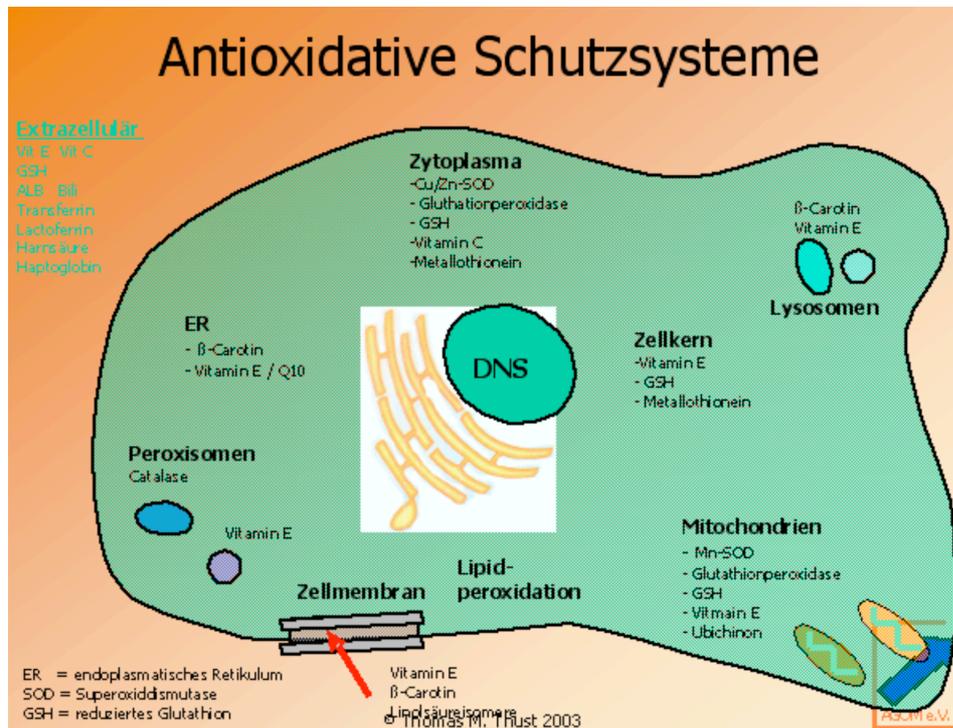
Antioxidative Enzyme (Bestimmung aus Serum)

- Glutathionperoxidase (GPX)
Die selenabhängige GPX katalysiert die Detoxifikation von Wasserstoffperoxid zu Sauerstoff und Wasser und verhindert damit die Fentonreaktion sowie die Reduktion von Lipidhydroperoxiden zu Alkoholen.
- Superoxiddismutase (SOD) bewirkt die Entgiftung von reaktiven Sauerstoffmolekülen (Superoxidradikationen). Die Aktivität der SOD ist von der Kupfer- und Zinkversorgung abhängig.
- Catalase (CAT) ist am Abbau von Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff beteiligt.
- Glutathion-Reduktase (GR) reduziert oxidiertes Glutathion zum GSH (GSSH → GSH).

Wichtige oxidative Schadensparameter

- 8OH-2'-Deoxyguanosin (8-OHDG) weist oxidierte DNA im Urin nach. Der Nachweis oxidierter DNA ist der schlimmste Belastungsfall. Raucher haben oft erhöhte Werte.
- Malondialdehyd (MDA) als Parameter für die Lipidperoxidation im Blut („ranziges Fett“). Die MDA sollte u. a. bei allen Hyperlipidämien mituntersucht werden. Die Bestimmung erfolgt aus EDTA-Blut.

- 4-Hydroxynoneal (4-HNE) zum Nachweis einer Lipidperoxidation die primär die Zellmembranen betrifft.
- (8-Iso)-Prostaglandin F2₂ ist ein starker Vasokonstriktor (Hypertonie) und fördert entzündliche Prozesse sowie Zellmembran-Destruktion. Darüber hinaus ist es an Atherosklerose-Pathogenese beteiligt. Die Bestimmung erfolgt aus Urin.



Bestimmung der Detoxifikationsenzyme

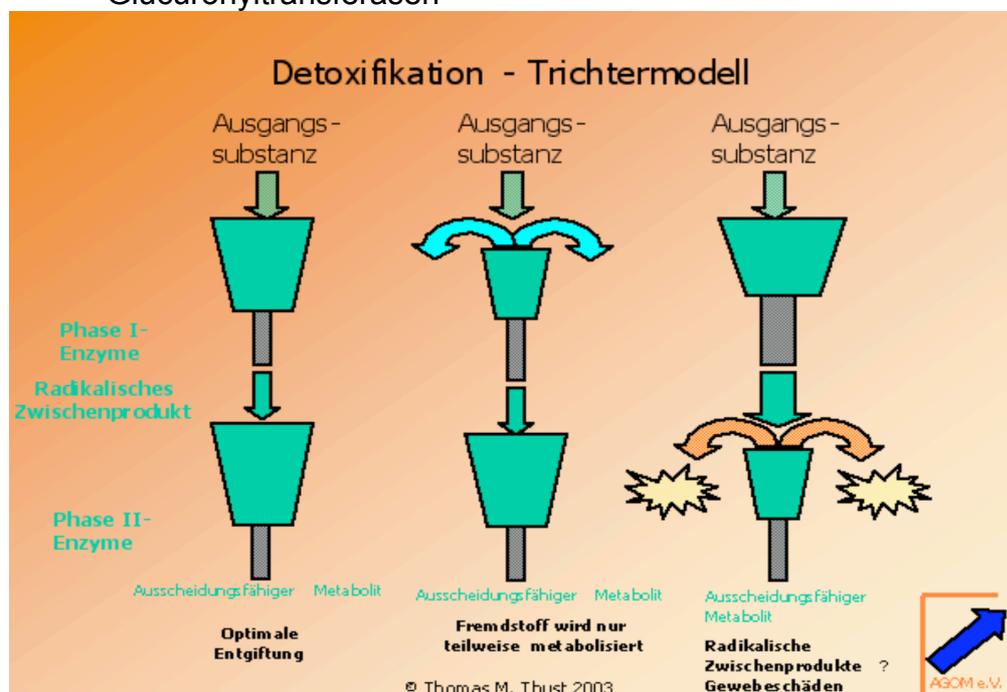
Die Leber metabolisiert laufend exogene Toxine (z.B. Umweltgifte, Arzneimittel), die auch als Xenobiotika bezeichnet werden, und Giftstoffe endogener Herkunft (Aminosäurenmetabolite, Hormonderviate, „Darmgifte“ wie z.B. Ammoniak etc.).

Die Entgiftung erfolgt dabei in zwei Phasen.

- In der ersten Phase werden toxische Substanzen mittels verschiedener Cytochrom P450-Enzyme (MFO = Mixed-Function-Oxidase) reduziert, hydrolysiert und oxidiert. Entgiftungspflichtige Xenobiotika werden hierdurch kurzfristig noch aggressiver und müssen daher schnell durch die Phase-2-Enzyme endgültig entgiftet werden.
- In der zweiten Phase werden dann kleine polare, hydrophile Moleküle wie Glutathion, Acetat, Cystein, Sulfat, Glycin oder Glucuronat an Metaboliten und Toxine angelagert um sie in wasserlöslicher Form für die biliäre bzw. renale Ausscheidung aufzubereiten.

Wichtige Phase-2-Enzyme sind:

- Glutathion-S-Transferasen (GSTs)
- N-Acetyltransferasen (NATs)
- Glucuronyltransferasen



Die Aktivität der Entgiftungs-Enzyme ist genetisch determiniert. Veränderungen in bestimmten Genbereichen, so genannte Gen-Polymorphismen führen zu Störungen beim Abbau von Toxinen. Das Trichtermodell zeigt anschaulich drei Möglichkeiten. Im ersten Fall sind Phase 1 und Phase 2 optimal aufeinander abgestimmt: Die Toxine werden in verschiedenen Zwischenstufen ohne Gesundheitsstörung metabolisiert und ausgeschieden. Das Modell in der Mitte zeigt eine eingeschränkte Phase-1-Entgiftung: Der Organismus kann Schadstoffe oder Medikamente nicht im

erforderlichen Maß abbauen. Dies belastet und schädigt je nach Toxin die jeweiligen Zellen, Gewebe und Organe. Noch gefährlicher ist es wenn, wie aus dem rechts stehenden Trichtermodell hervorgeht, die Phase-1-Enzyme eine hohe Aktivität aufweisen und in der Folge große Mengen toxische bzw. radikalische Zwischenprodukte anhäufen, diese sich jedoch aufgrund eingeschränkter Phase-2-Entgiftungsleistung im Intermediärbereich anreichern und zu Zell- und Gewebeschäden führen.

Zur Bestimmung der körpereigenen Entgiftungs-Kapazität stehen grundsätzlich folgende Verfahren zur Verfügung:

- **Enzymatische Tests:**
Diese Bestimmung ist relativ kostengünstig. Enzyme sind jedoch durch deren Substrate induzierbar und können daher nicht in jedem Fall zur sicheren Diagnostik herangezogen werden.
- **Genanalysen:**
Sind sicher aber teuer. Dafür reicht eine einmalige Bestimmung, da sich an der genetischen Determinierung lebenslang nichts ändert.
- **Funktions- bzw. Belastungs-Analysen:**
Koffein- und Paracetamol-Belastungs-Tests (Detox plus) geben einen guten Einblick in die Entgiftungs-Kapazität.

Indikationen zur Testdurchführung o.g. Analysen:

- Unverträglichkeiten bei Kontakt mit Schadstoffen oder Arzneimitteln
- CFS-Symptomatik (chronisches Müdigkeitssyndrom, MCS)
- Permanente berufliche Schadstoffexposition (z.B. Maler, Lackierer)
- Auftreten „unerklärlicher“ umweltbedingter Symptome (z.B. multiple chemische Sensitivität, MCS)

Stufendiagnostik:

In der Praxis hat es sich bewährt, in der ersten Diagnostikstufe den Leberbelastungstest Detox plus durchzuführen. Mit der Detox-Plus-Analyse – einem relativ kostengünstigen und validem Parameter - verfügen wir über ein Verfahren das uns erste Einblicke in die individuelle Leber-Entgiftungskapazität unserer Patienten erlaubt. Hierbei wird nach einer Belastung mit einer definierten Menge Kaffee, Tee oder Colagetränk sowie Paracetamol eine Analyse der mit dem Urin ausgeschiedenen Metabolite vorgenommen. Ergeben sich hierbei Anhaltspunkte für enzymatische Störungen oder Dysbalancen der Detoxifikations-Enzyme, sollte entsprechen der Empfehlungen des Laborarztes, die gezielte Genanalyse vorgenommen werden. Doch bereits mit den Ergebnissen aus dem Detox plus-Test lassen sich wichtige diätetische und therapeutische Konsequenzen ziehen. Bei bestimmten Enzym- Konstellationen muss eine strikte Expositionsprophylaxe empfohlen werden. So kann z.B. Tabakrauch oder Genuss von Grillfleisch in bestimmten Fällen, das Krebsrisiko um ein Vielfaches erhöhen. Andererseits können durch die konsequente Substitution von bestimmten Antioxidantien radikalische Zwischenprodukte unschädlich gemacht werden. Liegt dieser erhöhten radikalischen Belastung (oxidativer Stress) eine genetische Ursache zugrunde wird eine lebenslange antioxidative Substitutionstherapie bzw. ein Berufswechsel erforderlich. Da die Störung durch einen objektiven Labornachweis erfolgt wird auch eine

rationale Argumentationsgrundlage im Patientengespräch gelegt, was eine bessere Compliance seitens der Patienten zur Folge hat.

Detox plus Testanleitung

Bestimmung der körpereigenen Entgiftungskapazität

1. Vorbereitung:
24 h Koffeinabstinenz, d.h. es muss 24 h vor Testdurchführung auf Kaffee, Colagetränke, Schokolade, Tee aber auch Grapefruitsaft, Broccoli, Rosenkohl, Kraut und Brunnenkresse verzichtet werden (morgens beginnen).
2. Am nächsten Morgen werden für den Test entweder 1 Tasse Kaffee oder 2 Tassen starken schwarzen Tee oder bei Kindern eine Dose Cola zu 300 ml getrunken. Dies entspricht bei Erwachsenen einer Koffeinmenge von 80-140mg, bei Kindern ca. 35 mg.

Fünf Stunden nach Koffeineinnahme muss der Urin in das Spezialröhrchen Koffeinmetaboliten (enthält 100mg Ascorbinsäure) gefüllt und im Kühlschrank gelagert werden.

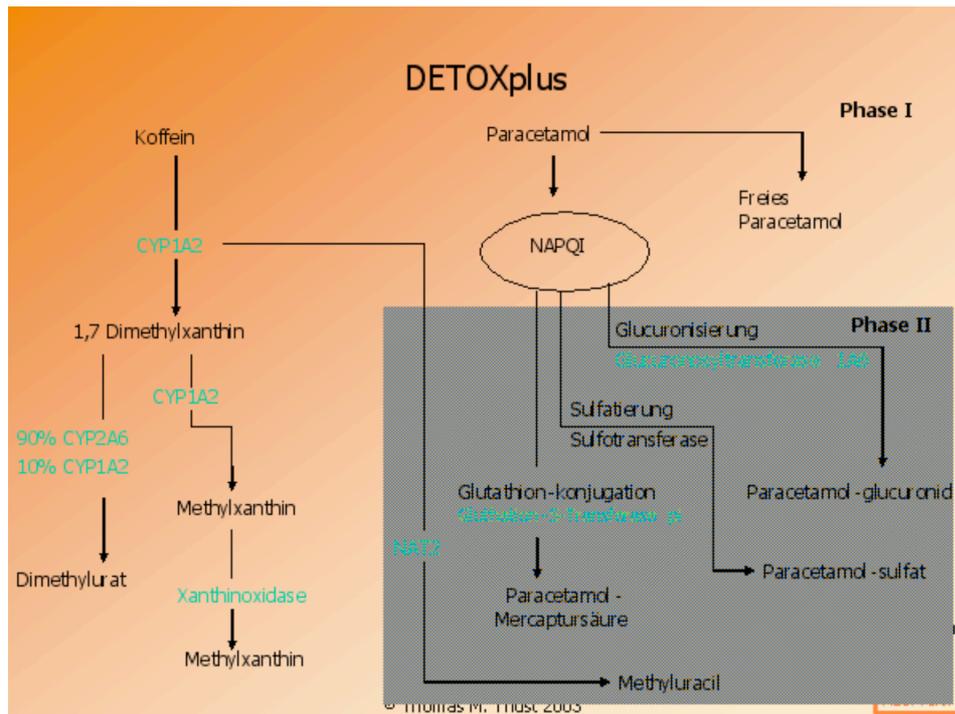
3. Am Abend dieses Tages erfolgt dann die Einnahme von 500 mg Paracetamol. Anschließend muss 10 Stunden lang eine Urinsammlung (in der großen braunen Flasche) durchgeführt werden. Während dieser 10 Stunden mindestens 1 Liter Wasser trinken.
Anschließend die Menge des über 10 Stunden gesammelten Urins ablesen und auf das Urin-Röhrchen (gelber Stopfen) schreiben! Bitte geben Sie die Menge in Milliliter (ml) an.
4. Vom gesammelten Urin wird nun das kleine Urinröhrchen (gelber Stopfen) gefüllt.
Als erstes den Urin durchmischen indem Sie das Sammelgefäß einige Male hin und her schwenken. Dann den Klebe-Abziehstreifen auf der braunen Sammelflasche oben, entfernen.
Jetzt die Urinsammelflasche auf den Kopf stellen und anschließend das kleine Urinröhrchen in die Öffnung schieben. Das Röhrchen füllt sich automatisch mit etwa 10 ml Urin. Anschließend Röhrchen wieder herausziehen.
5. Beide Proben zusammen (Koffein-Metaboliten-Röhrchen und kleines Urin-Röhrchen) in die Transporthülsen verpacken und zusammen mit dem Auftragszettel an das Labor schicken. Die große braune Flasche entsorgen Sie bitte selbst.

Wichtig

Bei Einsendung bitte Angabe von aktueller Erkrankung und Medikamenteneinnahme.
Bitte nur Montag bis Donnerstag ins Labor einsenden!

Laboranschrift:

Medizinisch-Immunologische Laboratorien, Bayerstr. 53, 80335 München, Tel. 54308-0



Sinnvolle Untersuchungsanforderung und Untersuchungsprofile

Die gezielte Anforderung von einzelnen Parametern erfordert neben orthomolekularmedizinischer Erfahrung gute Kenntnisse der Differentialdiagnostik. Da sich die Symptome von Mangelzuständen sehr häufig ähnlich sind wird man jedoch auf verschiedene Profile zurückgreifen.

Profilvorschläge:

Basis-Screening:

- Hämatologie:
Grosses Blutbild (EDTA), Quick (Citrat), PTT (Citrat)
- Elektrolyte:
Natrium (S), Kalium (VB), Elektrophorese (S), Calcium (S), Phosphor (S), Magnesium (VB)
- Spurenelemente: Eisen (S), Ferritin (S), Zink (VB), Kupfer (S), Selen (VB)
- Enzyme: SGOT (S), SGPT (S), -GT (S), Lipase (S), alpha-Amylase (S), Alkalische Phosphatase (S), Bilirubin (S), Laktatdehydrogenase (S), Cholinesterase (S), saure Phosphatase (S), CK-nac (S)
- Nierenchemie: Harnsäure (S), Cystatin C (S)
- Blutzucker (S), HbA1c (EDTA), ggf. Glukosetoleranztest
- Lipide: Triglyceride (S), Cholesterin (S), ggf. HDL (S) und LDL-Cholesterin (S)
- Schilddrüse: TSH (S)
- Gefäßrisiko (erweitert): Homozystein (S), Lipoprotein (a) (S), C-Reaktives-Protein (CRPsupersensitiv) (S), Malondialdehyd (EDTA)
- Oxidativer Stress (Stufendiagnostik, Stufe 1): TAS (S), GSH (Glutathion in Erythrozyten)
- (occultes) Blut im Stuhl (St)
- Combur 9-Streifentest (U)

Erweiterte Untersuchung:

- Aminosäuren-Screening (S)
- Oxidativer Stress:
4-Hydroxynoneal (4-HNE) (EDTA), (8-Iso)-Prostaglandin F2₂ (Urin)
Gluthathionperoxidase (GPX) (S), Superoxiddismutase (SOD) (S), Catalase (CAT) (S), Glutathion-Reduktase (GR) (S)

Vitaminstatus:

- Transketolase-Aktivität (Vitamin B1) (S), Glutathionreduktase (Vitamin B2) (S) oder Vitamin B2 (VB), Vitamin B3 (S), Vitamin B6, PLP (VB) und/oder Kryptopyrrol (U), Spezialröhrchen), Methylmalonsäure (Vitamin B12)(U), Folsäure (S), Biotin (S), Niacin (S), Vitamin C (S), Vitamin E (S), β -Carotin (S), Vitamin A (S), Coenzym Q10 (S)

Verdauungsparameter:

- Elastase (St), alpha-1-Antitrypsin (St), Gallensäuren, Ausnutzung, slgA

Sonderuntersuchungen für Umweltpatienten, V.a. chronische Intoxikation, Chemikaliensensible:

- Detox plus (Koffein und Paracetamol-Belastungstest) (Sammelurin)
- Gentests (GST, Cytochrom P450, NAT) (EDTA)
- Cadmium (EDTA), Blei (VB), Aluminium (VB), Quecksilber (Haare oder Urin nach DMPS)

Sonderuntersuchungen für Patienten mit immunologischen Störungen, chronisch rezidivierende/prolongierte Infekte, chronische Virusinfektionen zusätzlich:

- Zellulärer Immunstatus (EDTA, S, Na-Heparin)
- Immunglobuline (IgG, IgM, IgG, IgE), Subklassenbestimmung (S)
- Zirkulierende Immunkomplexe (CIC) (S)
- Detox plus
- Spezielle Infektions-Serologie

Tumorpatienten:

- Zellulärer Immunstatus (EDTA, S, Na-Heparin)
- Immunglobuline (IgG, IgM, IgG, IgE), Subklassenbestimmung (S)
- Zirkulierende Immunkomplexe (CIC) (S)
- Spezielle Tumormarker (S)
- Detox plus, genetische Folgeanalytik

Hormonstatus:

- Mann: PSA (S), Testosteron (S), DHEAS (S)
- Frau: Östradiol (S), Östron (postmenopausal) (S), FSH (S), LH (S), Progesteron (S), DHEAS (S)

Über den Verfasser:

Thomas M. Thust, seit 14 Jahren niedergelassener Heilpraktiker in München mit Schwerpunktpraxis für Orthomolekular- und Ernährungsmedizin, Immunologie, Labordiagnostik, Akupunktur.

Gründer und Geschäftsführer der Laborgemeinschaft Bayerischer Heilpraktiker GbR, München, Bayerstr. 53, 80335 München

Erster Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Orthomolekulare Medizin AGOM e.V.

Kontak zum Verfasser und Labor:

Praxis Thust, Mozartstr. 13, 80336 München, Tel. 089-53819797,

Fax: 089-53819799, e-mail: info@thomas-thust.de

Labor: Medizinische Laboratorien PD Dr. med. habil. Tiller und Kollegen, Bayerstr. 53, 80335 München, Tel. 089-54308-152 oder 336