

S-100a und b

► Calprotectin; ► S100-Protein

SAA

► Serum-Amyloid A; ► Standardarbeitsanweisung

Sa-Autoantikörper

► Autoantikörper gegen Sa

Saccharase-Isomaltase

R. TAUBER, F.H. PERSCHEL

Synonym(e). Sucrase-Isomaltase

Englischer Begriff. sucrase-isomaltase

Definition. Glykohydrolase der intestinalen Bürstensaummembran, welche die Hydrolyse von Saccharose, Maltose, Isomaltose und α -Grenzdextrinen katalysiert.

i Saccharase-Isomaltase (Molmasse ~235 kDa) ist eine membranständige Glykohydrolase der intestinalen Bürstensaummembran insbesondere des Duodenums und des Jejunums. Das Enzym besteht aus zwei Untereinheiten mit jeweils unterschiedlicher katalytischer Aktivität, wobei die Saccharase-Untereinheit (EC 3.2.1.48) Saccharose zu Glukose und Fruktose, die Isomaltase-Untereinheit (EC 3.2.1.10) die $\alpha(1-6)$ glykosidische Bindung von Isomaltose und von α -Grenzdextrinen spaltet. Beide Untereinheiten spalten Maltose und am nichtreduzierenden Ende die $\alpha(1-4)$ glykosidische Bindung in α -Grenzdextrinen. Fehlende oder reduzierte Enzymaktivität bei der seltenen autosomal rezessiven hereditären Saccharase-Isomaltase-Defizienz führt zu Symptomen der Malassimilation mit Diarrhoe, Dehydratation und Gedeihstörungen.

Literatur. Semenza G, Auricchio S (1995) Small-Intestinal Dissaccharidases. In: Scriver CR, Beaudet AL, Sly WS et al (eds) The Metabolic and Molecular Basis of Inherited Disease. Vol 3. McGraw-Hill, New York, pp 4451–4480

Saft

T. ARNDT

Definition. Straßename/Deckname für Codein (► **Straßennamen von Drogen**; Opiate)

Sahli-Hämometrie

A.M. GRESSNER

Synonym(e). Sahli-Hämometer

Englischer Begriff. Sahli-hemoglobinometer; Sahli-hemometer; Sahli's tube

Definition. Historische, heute obsoleete kolorimetrische Methode der Bestimmung von Hämoglobin

i Vom Schweizer Arzt Hermann Sahli (1856–1933) im Jahr 1902 eingeführte kolorimetrische Methode (► **Kolorimetrie**); gehört zu den ersten (semi-)quantitativen Bestimmungsverfahren von ► **Hämoglobin**, welches dessen Umwandlung („Transformation“) in gelbgrünes Salzsäurehämatin (Häminchlorid) mit visueller oder (später) photometrischer (bei 540 nm für oxidiertes Hämoglobin) Auswer-

tung zur Grundlage hat. Beim visuellen Verfahren wird das mit einer Sahli-Pipette entsprechend verdünnte und behandelte Blut neben einem graduell eingefärbten Glaskel in eine Probenküvette eingefüllt und die Farbgleichheit von Glaskel und Probe an einer numerischen Skala in „Sahli-Einheiten“ abgelesen.

Literatur. Kaufmann CP (1998) Das Hämometer von Herman Sahli: Methode – Typen – Bedeutung. Medizinhistorisches Institut der Universität Bern

Sahli H (1902) An apparatus for the clinical estimation of haemoglobin. Verh. Dtsch. Kongr. Inn Med 20:230–234

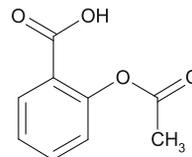
Salicylate

W.-R. KÜLPMANN, CHR. VIDAL

Englischer Begriff. salicylates

Definition. Zu den Salicylaten rechnen Salicylsäure sowie Derivate der Salicylsäure, die in vivo in Salicylsäure übergehen, wie z. B. Acetylsalicylsäure (► **Abb. 1**).

- Salicylsäure: externe Anwendung als Keratolytikum
- Salicylamid: als Analgetikum (Kombinationspräparat mit Paracetamol, Coffein)
- Na-Salicylat: als Analgetikum (Kombinationspräparat mit Paracetamol, Kodein)
- Acetylsalicylsäure: als Analgetikum, Antipyretikum, Antiphlogistikum, Thrombozytenaggregationshemmer (Mono- und Kombinationspräparate)



Salicylate. **Abb. 1.** Strukturformel von Acetylsalicylsäure

Molmasse. 180,16 g (Acetylsalicylsäure); 138,1 g (Salicylsäure)

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Acetylsalicylsäure (ASS) ist das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Salicylat. Es wird bei oraler Gabe innerhalb von 1–2 h fast vollständig resorbiert. Mit einer Halbwertszeit von 15 min wird ASS zu Salicylsäure im Plasma hydrolysiert. Die Halbwertszeit für Salicylsäure beträgt 2–3 h, bei Salicylatvergiftung ist sie auf 15–30 h verlängert. Die Abbauprodukte werden überwiegend renal eliminiert.

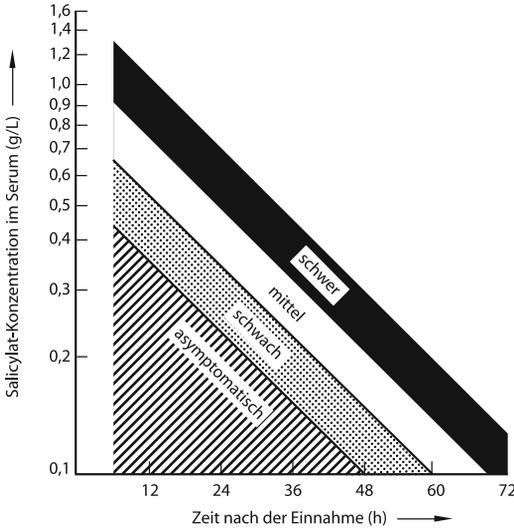
Funktion und Pathophysiologie. Bei akuter Vergiftung findet sich Hyperpnoe, Störung der Temperaturregulation oder Hyperthermie, respiratorische Alkalose. Der pH-Anstieg führt zur renalen Gegenregulation mit vermehrter Ausscheidung von Kalium, Chlorid sowie Wasser und Ausbildung einer metabolischen Acidose. Im weiteren Verlauf kommt es zu Blutungen durch Abfall der Prothrombinkonzentration und Schädigung von Kapillaren.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum (S), Plasma (P), Urin

Analytik. Photometrisch durch Reaktion mit FeCl_3 zum Schnellnachweis (► **Trinder-Reaktion**); ► **Immunoassay**, ► **Hochleistungsflüssigkeitschromatographie**, ► **GC-MS**, ► **LC-MS/MS**

Indikation. Verdacht auf Salicylatvergiftung, selten: Drug Monitoring (Prüfung auf Compliance)

Diagnostische Wertigkeit. Zum eindeutigen Nachweis einer Salicylatvergiftung ist die Salicylatbestimmung erforderlich. Das Diagramm nach Done erlaubt eine Abschätzung der Prognose (► Abb. 2).



Salicylate. Abb. 2. Nomogramm zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Salicylatkonzentrationen im Serum und dem Schweregrad einer Intoxikation nach Ingestion einer einzigen Salicylatdosis [aus: Done (1960)]

Interpretation. Therapeutischer Bereich (S, P): 20–200 mg/L; toxisch: ≥ 300 mg/L; komatös-letal: ≥ 400 mg/L

Literatur. König H, Hallbach J (2009) Nonopioid analgesics and antirheumatics. In: Külpmann WR (ed) Clinical toxicological analysis. Wiley-VCH, Weinheim, pp 209–214
Done AK (1960) Salicylate intoxication, significance of measurement of salicylate in blood in case of acute ingestion. Pediatrics 26:800–807

Salivatestung

K. KLEESIEK, J. DIEKMANN, J. DREIER, CHR. GÖTTING, M. SCHMIDT

Synonym(e). Spicheltestung

Englischer Begriff. saliva testing

Definition. Nachweis der Sekretion der ► **Blutgruppenantigene** A, B und H sowie der Lewis-Antigene im Speichel

i Die Salivatestung dient in der Transfusionsmedizin zum Nachweis von ABH-Blutgruppensubstanzen und Lewis-Antigenen (► **Lewis-Blutgruppensystem**) im Speichel. Diese Antigene können im Speichel bei Personen nachgewiesen werden, die zu der Gruppe der Sekretoren gehören, während sie bei Non-Sekretoren nicht im Speichel, sondern nur auf der Erythrozytenoberfläche detektierbar sind. Der ► **Sekretorstatus** einer Person wird bestimmt über die Aktivität der Fukosyltransferase 2 (Se-Transferase), einer Glykosyltransferase, die vom FUT2-Gen auf Chromosom 19q13.3 kodiert und in sekretorischen Drüsen exprimiert wird. Durch die Aktivität der Se-Transferase wird ein lösliches ► **H-Antigen** synthetisiert, welches im Speichel und anderen Körperflüssigkeiten nachweisbar ist. Personen, die mindestens eine funktionsfähige Kopie des FUT2-Gens aufweisen, können die lösliche Form des H-Antigens bilden und werden daher als „Sekretoren“ bezeichnet. Die Zugehörigkeit zu den ► **Blutgruppen** A, B, 0 oder AB ist jedoch unabhängig vom Sekretorenstatus. Bei der Salivatestung wird Speichel gewonnen, in dem die Existenz der entsprechenden Antigene durch einen Neutralisationstest mit Anti-A-, Anti-B-, Anti-H-, Anti-Le(a)- und Anti-Le(b)-spezifischen Antisera nachgewiesen wird. Zur Gewinnung des Probenmaterials wird

der Mund des Probanden mit Wasser ausgespült. Anschließend lässt man ~1 ml Speichel aus dem Mund in ein Probengefäß tropfen, um es danach für 10 min auf ~95 °C zu erhitzen, um die im Speichel vorhandenen Enzyme zu inaktivieren. Nach Zentrifugation wird der klare Überstand 1:1 mit isotoner Natriumchloridlösung verdünnt und im Neutralisationstest eingesetzt. Der Sekretionsnachweis beruht auf der Hemmung von z. B. Anti-A-Seren durch die im Speichel vorhandenen korrespondierenden Antigene. So bindet beispielhaft die A-Substanz im Speichel eines Sekretors der Blutgruppe A an Antikörper der Spezifität Anti-A und neutralisiert bzw. inhibiert diese. Diese Antikörper reagieren dann nicht mehr oder nur noch schwach mit Erythrozyten der Blutgruppe A, was in einem ► **Agglutinationstest** nachweisbar ist. Bei einem Non-Sekretor der Blutgruppe A ist keine A-Substanz im Speichel vorhanden, so dass es nicht zur Neutralisation von Antikörpern der Spezifität Anti-A durch Zusatz von Speichel kommt. Diese Antikörper können dann direkt mit Erythrozyten der Blutgruppe A reagieren. Analog ist das Vorgehen, um die anderen Antigene durch Antisera der Spezifität Anti-B, Anti-H, Anti-Le(a) und Anti-Le(b) nachzuweisen.

Literatur. Metaxas-Bühler M (1993) Blutgruppen und Transfusionsmedizin. Verlag Hans Huber, Bern Göttingen Toronto Seattle

Sammelurin

► Spontanurin; ► Urinsammelbehälter

Sandell-Kolthoff-Reaktion

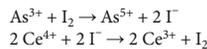
T. ARNDT

Synonym(e). Iodbestimmung nach Sandell-Kolthoff

Englischer Begriff. Sandell-Kolthoff reaction

Definition. Redoxchemische, photometrische Iodbestimmung (im Urin)

i Die Iodversorgung des Organismus lässt sich am besten durch die Ausscheidung von Iod im Urin erfassen. Hierzu wird eine Urinprobe zunächst in saurem Milieu bei ~90–100 °C oxidativ aufgeschlossen. Dabei werden einerseits Iodid (I^-), Iodat (IO_3^-) und proteingebundenes Iod in freies, molekulares I_2 überführt und andererseits die Nachweisreaktion störende Substanzen wie z. B. Ascorbinsäure und Urinpigmente zerstört. Anschließend werden dem Reaktionsgemisch nacheinander Lösungen von As^{3+} - und Ce^{4+} -Ionen zugesetzt. In einem ersten Reaktionsschritt wird Iod (I_2) zu Iodid (I^-) durch As^{3+} reduziert und I^- anschließend wieder durch Ce^{4+} zu I_2 oxidiert. Dabei wird die gelbe Ce^{4+} -Lösung mit einer Geschwindigkeit proportional zur I_2 -Konzentration im Reaktionsansatz entfärbt. Die Sandell-Kolthoff-Reaktion ist also eine indirekte Iodbestimmung nach folgendem Reaktionsschema:



Die Entfärbung der Lösung wird in bestimmten Zeitabständen nach Zugabe der Ce^{4+} -Lösung gemessen und über eine geeignete Kalibrationsfunktion der Iodkonzentration der Urinprobe zugeordnet. Die Sandell-Kolthoff-Reaktion ist noch heute Grundlage der WHO-Methode zur Iodbestimmung, u. a. weil sie nach wiederholten Modifikationen des Probenaufschlusses und damit verbundenem Austausch der ursprünglich eingesetzten, nicht ungefährlichen Chlorsäure ($HClO_3$) gegen das besser handhabbare Ammoniumpersulfat [$(NH_4)_2S_2O_8$] relativ einfach und mit geringem Aufwand (auch innerhalb von Ernährungsprogrammen der Entwicklungsländer) einsetzbar ist.

Literatur. Sandell EB, Kolthoff IM (1937) Micro determination of iodine by a catalytic method. Microchem Acta 1:9–25
Pino S, Fang S-L, Braverman LE (1996) Ammonium persulfate: a safe alternative oxidizing reagent for measuring urinary iodine. Clin Chem 42:239–243
Husniza H, Wan NWM (2006) A cost-effective modified micromethod for measuring urine iodine. Tropical Biomedicine 23:109–115

Sandfliegen-Fieber-Viren

W. STÖCKER

Englischer Begriff. sandfly fever virus

Beschreibung des Erregers. Familie: *Bunyaviridae*, Gattung: Phlebo-Virus, Art: Sandfliegen-Fieber-Virus, wichtige Serotypen: Sicilian (SFSV), Naples (SFNV), Toscana (TOSV), Cyprus (CYPV). Häufig findet man Doppelt- und Dreifach-Infektionen.

Minusstrang-RNA-Virus, behüllt, 80–120 nm Durchmesser.

Erkrankungen. Sandfliegen-Fieber (Pappataci-Fieber)

Verbreitung: Mittelmeerraum bis Südchina

Vektor: Stechmücken (Sandfliegen, besser: Sandmücken, vor allem *Phlebotomus papatasi*)

Wirte: Nutztiere (vor allem Wiederkäuer), Nagetiere, Fledermäuse, Mensch

Klinik: Die meisten Infektionen verlaufen subklinisch. Die Krankheit beginnt mit plötzlich auftretendem hohem Fieber und grippeähnlicher Symptomatik, bei TOSV meist und bei SFSV häufig zusätzlich aseptische Meningitis oder Meningoenzephalitis mit lymphozytärer Pleozytose und spezifischer intrathekaler Antikörperproduktion, sowie neurologischen Störungen und wochen- bis monatelang persistierender Cephalgie. Selten Hämorrhagie.

Therapie und Prophylaxe: Bisher kann nur symptomatisch behandelt werden. Es gibt noch keinen Impfstoff. Prävention: Schutz vor Mückenstichen, Bekämpfung der Vektoren.

Analytik. Das Arbeiten mit dem Erreger erfordert ein Laboratorium der Sicherheitsklasse 3.

Direktnachweis: RT-PCR (► **Polymerase-Kettenreaktion**) oder Virus-Anzucht in der Zellkultur.

Serologie: Bestimmung spezifischer Antikörper (IgG, IgM) durch indirekte ► **Immunfluoreszenz**, ELISA (► **Enzyme-linked immunosorbent assay**) oder ► **Neutralisationstest**.

Probenmaterial und -stabilität. **Direktnachweis und Kultur:** Untersucht werden Blutbestandteile, Liquor oder Biopsiematerial. Das Material sollte bis zur Weiterverarbeitung bei +4 bis +8 °C aufbewahrt werden. Direktnachweise sind innerhalb von 24 h durchzuführen, Kulturen innerhalb von 6 h anzulegen. Bei längerer Transportzeit ist das Material einzufrieren.

Serologie: Serum oder Plasma für den Nachweis der Antikörper sind bei +4 °C bis zu 4 Wochen lang beständig, Liquor nur eine Woche, bei –20 °C über Monate und Jahre hinweg. Zur Tiefkühlkonservierung des IgM kann man den Proben 80 % gepuffertes Glycerin beifügen.

Diagnostische Wertigkeit. Die Vermehrung in Zellkultur und die sich anschließende positive spezifische Immunreaktion ebenso wie eine positive PCR beweisen die Anwesenheit der Viren. Im negativen Fall kann die Infektion aber nicht ausgeschlossen werden, insbesondere da der Organismus bereits innerhalb weniger Tage spezifische Antikörper bildet, die das Virus neutralisieren.

Serologie: Spezifische Antikörper (IgG, IgM) treten im Serum ab dem fünften Krankheitstag auf. Das IgM erscheint zuerst und bleibt oft ein Jahr lang feststellbar. Das IgG erreicht seine höchste Konzentration in der Phase der Rekonvaleszenz und persistiert über mehrere Jahre. Ein zehnfacher Anstieg der spezifischen Antikörper innerhalb zweier Wochen ist als eindeutiger Beweis einer Infektion zu werten.

Aufgrund großer genetischer Unterschiede schützt die Immunität gegen einen bestimmten Serotyp nicht vor einer Infektion durch einen anderen. Es ist sinnvoll, für die indirekte Immunfluoreszenz Biochip-Mosaiken mit den verschiedenen Serotypen einzusetzen und durch einen Vergleich der Reaktionsstärken den aktuellen Serotyp zu identifizieren.

Differenzialdiagnosen: ► **West-Nil-Fieber-Viren**, **Rift-Valley-Fieber-Viren**, **Dengue-Fieber-Viren**, **Influenza-Viren**

Literatur. Dionisio D, Esperti F, Vivarelli A, Valassina M (2003) Epidemiological, clinical and laboratory aspects of sandfly fever. *Curr Opin Infect Dis* 16(5):383–388

Brett-Major DM, Claborn DM (2009) Sandfly fever: what have we learned in one hundred years? *Mil Med* 174(4):426–431

Sandkühler-Ringprobe

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Bence-Jones-Proteinnachweis nach Sandkühler

Englischer Begriff. Sandkühler's test

Definition. Heute obsolete orientierende Nachweisreaktion von ► **Bence-Jones-Proteinen** im Urin.

i Heute nicht mehr verwendete Nachweisreaktion von Bence-Jones-Proteinen im Urin, bei der der Harn in einem Reagenzglas in senkrechter Haltung mittels seitlich gerichteter Bunsenbrennerflamme etwa 5 cm unterhalb des Harnspiegels erwärmt wird. An der Stelle, die eine Temperatur von ~50–70 °C erreicht, bildet sich eine ringförmige Trübung, die in dem darüber befindlichen, höher temperierten Teil des Harns ebenso fehlt wie in dem unteren, kühleren Harnanteil.

Literatur. Hallmann L (1980) *Klinische Chemie und Mikroskopie*. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York

Sandwich-Assay

W. STÖCKER, W. SCHLUMBERGER

Synonym(e). Capture Assay

Englischer Begriff. sandwich assay

Definition. Der Sandwich-Assay ist ein heterogener, nichtkompetitiver Assay, bei dem das zu messende Antigen oder der zu bestimmende Antikörper einer Probe zwischen zwei Reaktionspartnern (Antikörpern bzw. Antigenen) gebunden wird.

i Beim Sandwich-Assay wird das zu messende Antigen (► **Antigen-capture Assay**) oder der zu bestimmende Antikörper (**Antibody Capture Assay**) einer Probe zwischen zwei Antikörpern bzw. zwei Antigenen gebunden. Es kommen alle für Immunoassays verwendeten Marker und Detektionssysteme in Betracht. Es gibt Festphasen- und Flüssigphasen-Sandwich-Assays.

Bei Festphasen-Assays wird zur Antigenbestimmung das Antigen der Probe in einem ersten Inkubationsschritt mit einem an die feste Phase fixierten Antikörper zur Reaktion gebracht. Anschließend werden die ungebundenen Anteile der Probe mit einem Waschschritt entfernt. Je höher die Antigen-Konzentration der Probe ist, umso mehr Antigen bindet sich. Im nächsten Schritt lässt man markierte Antikörper mit den Immunkomplexen der festen Phase reagieren und nach Beendigung der Reaktionszeit wird überschüssiger Marker mit einem Waschschritt entfernt. Die Antigenbestimmung kann auch als **Einschritt-Sandwich-Assay** durchgeführt werden: Dann werden die Probe und die markierten Antikörper initial simultan mit den Festphasen-fixierten Antikörpern inkubiert.

Zur Antikörperbestimmung wird der Antikörper der Probe in einem ersten Inkubationsschritt mit einem an die feste Phase fixierten Antigen zur Reaktion gebracht. Anschließend werden die ungebundenen Anteile der Probe mit einem Waschschritt entfernt. Je höher die Antikörperkonzentration der Probe, umso mehr Antikörper bindet sich. Im nächsten Schritt reagieren markierte (gegen den nachzuweisenden Antikörper der Probe gerichtete) Antikörper oder markierte Antigene (**Labelled Antigen Assay**) mit den Immunkomplexen an der festen Phase, und nach Beendigung der Reaktionszeit wird der überschüssige Marker mit einem Waschschritt entfernt. Auch die Bestimmung eines Antikörpers kann als **Einschritt-Sandwich-Assay** erfolgen.

Bei Flüssigphasen-Assays werden Immunkomplexe gebildet, die ungebundenen Antigene und Antikörper werden nach der Immunreaktion durch Adsorption, Fällung, Immunpräzipitation oder Affinitätsbindung entfernt.

Es existiert eine Vielfalt von Varianten dieser nichtkompetitiven Immunoassays: Beim μ -Capture Assay werden speziesspezifische IgG-Antikörper, die gegen das Fc-Fragment des IgM-Antikörpers gerichtet sind, an die feste Phase gekoppelt. An dieses bindet sich das IgM der Probe. Antigen-spezifisches IgM wird durch Zugabe des korrespondierenden Antigens identifiziert. Dieses ist entweder selbst markiert

(„markierter Antigenassay“) oder es wird ein spezifischer, gegen das Antigen gerichteter markierter IgG-Antikörper hinzugegeben. Ein Störfaktor der Sandwich-Assays ist der ► **High-Dose-Hook-Effekt** (Prozonen-Phänomen), er kann insbesondere bei Einschritt-Inkubationen zu einer starken Verfälschung der Messwerte führen.

Literatur. Wild D (2001) The Immunoassay Handbook. Nature Publishing Group, New York, S 3–5

Sanfte Ionisierungsmethoden

► Massenspektrometrie

Sanger, Frederick

R. WEISKIRCHEN

Lebensdaten. Britischer Biochemiker geboren am 13. August 1918 in Rendcombe in Gloucestershire (UK); Besuch der Bryanston School und St John's College in Cambridge, Studium der Biochemie in Cambridge mit Promotion im Jahr 1943. Im Jahre 1992 wurde das Sanger Centre in Cambridge eröffnet, welches sich der Sequenzierung und Erforschung des menschlichen Genoms widmet (<http://www.sanger.ac.uk>).

Verdienste. Wesentliche Beiträge zu der strukturellen Analyse von Proteinen, insbesondere der Aufklärung der Primärstruktur des Insulins und Entwicklung grundlegender Methoden für die ► **Sequenzierung** von Aminosäuresequenzen. Er erhielt für dieses Arbeiten 1958 den Nobelpreis für Chemie. Für die Entwicklung weiterer Methoden in den 1960er Jahren zur Sequenzanalyse von RNA und in den 1970er Jahren zur Sequenzierung von DNA (Dideoxymethode) erhielt er zusammen mit Paul Berg und Walter Gilbert (► **Gilbert, Walter**) im Jahr 1980 einen weiteren Nobelpreis für Chemie.

Literatur. <http://www.nobel.se/chemistry/laureates/1980/sanger-autobio.html>

Sanger-Sequenzierung

► Dideoxysequenzierung

S- und s-Antigen

► MNS-Blutgruppensystem

Sapporo-Kriterien

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Sydney-Kriterien

Englischer Begriff. Sapporo-criteria; Sydney-criteria

Definition. Kombiniert klinisch-labormedizinische Kriterien zur Klassifikation des Antiphospholipid-Syndroms

i Ein aus je zwei wesentlichen klinischen und labormedizinischen Kriterien bestehender, im Jahr 1999 publizierter Katalog zur Diagnose eines Antiphospholipid-Syndroms (APS), der 2006 als Konsensempfehlung zur Diagnostik des APS als sog. Sydney-Kriterien aktualisiert wurde. Das Syndrom gilt als diagnostiziert, wenn mindestens eines der klinischen und eines der labormedizinischen Kriterien erfüllt sind und zweimal im Abstand von 12 Wochen Lupus-Antikoagulanzen im Screening und Bestätigungstest und/oder mittel- bis hochgradig erhöhte Titer von Anticardiolipin-Antikörper (ACLA) (► **Cardiolipin**) gemessen wurden.

Klinische Kriterien

- Eine oder mehrere Episoden von arteriellen, venösen oder Small-vessel-Thrombosen in irgendeinem Gewebe oder Organ. Bestätigung durch bildgebende oder histopathologische Verfahren
- Erkrankungen in der Schwangerschaft
 - eine oder mehrere Totgeburten nach der 10. Schwangerschaftswoche (SSW) bei sonst morphologisch normalem Fetus
 - eine oder mehrere Frühgeburten bei morphologischem Nor-

malbefund vor der 34. SSW aufgrund schwerer Präeklampsie, Eklampsie oder Plazentainsuffizienz

- drei oder mehr Spontanaborte vor der 10. SSW bei Ausschluss anatomischer, hormoneller und chromosomaler Ursachen

Labormedizinische Kriterien

- ACLA vom IgG und/oder IgM-Typ, mittel- oder hochtitrig gemessen durch einen standardisierten, β -2-Glykoprotein-abhängigen ELISA
- Lupus-Antikoagulanzen im Plasma, Nachweis an zwei oder mehreren Zeitpunkten, die mindestens sechs Wochen auseinanderliegen. Nachweis entsprechend den Kriterien der International Society on Thrombosis and Haemostasis [Brandt et al (1995)]

Entsprechend der derzeitigen aktuellen Klassifikationskriterien für die Definition eines APS nach den Richtlinien des 11. Internationalen Kongresses der Antiphospholipid-Antikörper (APA) in Sydney (November 2004) gibt es zwei wesentliche Veränderungen:

- Die Kontrolluntersuchungen nach erstmaligem ACLA-Nachweis sollten im Mindestabstand von 12 (anstatt bisher 6) Wochen erfolgen, wobei ein mindestens zweiter Nachweis mittlerer oder hoher ACLA-Titer (> 40 GPL oder MPL oberhalb der 99. Perzentile) als laboranalytisches Kriterium für ein APS zu werten ist.
- Der positive, mindestens zweimalige Nachweis von β 2GPI-AK vom IgG- und/oder IgM-Typ in Serum oder Plasma mit einer Titerhöhe oberhalb der 99. Perzentile ist unter Verwendung standardisierter ELISA als laboranalytisches Kriterium für ein APS einzustufen.

Liegen zwischen dem Nachweis der APA und dem Auftreten eines definitionsgemäßen klinischen Ereignisses höchstens 5 Jahre, sollte ein APS angenommen werden.

Literatur. Wilson WA, Gharavi AE, Koike T et al (1999) International consensus statement on preliminary classification criteria for definite antiphospholipid syndrome: report of an international workshop. Arthritis Rheum 42:1309–1311

Miyakis S et al (2006) International consensus statement on an update of the classification criteria for definite antiphospholipid syndrome (APS). J Thromb. Haemost. (2006) 4:295–306

Schuchmann S und Dörner T (2007) Antiphospholipid-Syndrom 2007. Aktuelle Aspekte in der Labordiagnostik und deren therapeutische Konsequenzen. Z Rheumatol 66;198–205

S100A12-Protein

O.A. GRESSNER

Synonym(e). Calgranulin-C; neutrophils S100-Protein

Englischer Begriff. S100A12 protein

Definition. Polypeptid der S100/Calgranulin-Familie von proinflammatorischen Zytokinen

i Die Exon-/Intron-Struktur des S100A12-Gens ähnelt denen der meisten anderen S100-Gene (drei Exons, zwei Introns; Codierung durch Exon 2 und 3).

Als Sekretionsprodukt bindet S100A12 gemeinsam mit S100B, und S100A8/A9 an lösliches RAGE (► **Receptor for advanced glycation end-products**) und weitere Rezeptoren auf inflammatorischen, epithelialen und neuronalen Zellen, wodurch es proinflammatorisch wirkt. S100A12 wird in entzündlich veränderten Geweben, insbesondere an Stellen vaskulärer Läsionen, vermehrt gefunden und wirkt hier expressionssteigernd auf RAGE. Die Serumkonzentrationen korrelieren mit der Entzündungsaktivität.

Literatur. Wicki R et al (1996) Characterization of the human S100A12 (calgranulin C, p6, CAAF1, CGRP) gene, a new member of the S100 gene cluster on chromosome 1q21. Cell Calcium 20:459–464

Sargdeckelkristalle

► Tripelphosphat-Kristalle

Sarkomerproteine

K.J. LACKNER, D. PEETZ

Englischer Begriff. sarcomere proteins

Definition. Proteine, die das Grundgerüst der funktionellen Einheit (Sarkomer) der Myofibrille bilden.

i Das Sarkomer ist ein Zylinder von 1,5 µm Durchmesser und 2 µm Länge. Es bildet das Grundgerüst der Myofibrille, indem sich eine Vielzahl von Sarkomeren longitudinal zu einer Myofibrille zusammenschließen.

Die Hauptbestandteile des Sarkomers bilden die beiden Proteine Aktin und Myosin. Die Begrenzung eines Sarkomers stellt auf beiden Seiten die Z-Membran dar, die größtenteils aus α-Aktinin besteht. An den Z-Membranen sind jeweils in Längsrichtung der Muskulatur verlaufend Aktine fixiert. In der Mitte des Sarkomers sind zwischen den Aktin-Ketten Myosin-Ketten eingelagert, die die eigentliche Kraftentwicklung der Muskulatur bewirken (► **Myosin**). In der Mitte des Sarkomers werden die Myosin-Ketten durch das M-Protein untereinander verbunden. An Aktin werden über angelagertes Troponomyosin die Troponine gebunden, die die Muskelkontraktion über Regulation der Calcium-Bindung steuern (► **Troponine**). Als stabilisierendes und Signal-transduzierendes Exo-Sarkomerprotein bindet Dystrophin an Aktin (► **Dystrophin**). Die Struktur und Elastizität des Sarkomers wird im Ruhezustand über die Makromoleküle Titin und Nebulin aufrechterhalten, die das Sarkomer auf der gesamten Länge durchspannen und mit Molmassen von 300 bzw. 800 kDa zu den größten Proteinen des Körpers gehören.

Sarkosin

A.C. SEWELL

Englischer Begriff. sarcosine

Definition. Methylderivat von Glyzin

i Sarkosin (Sar) ist ein Zwischenprodukt bei der Umwandlung von Cholin in ► **Glyzin**. Erhöhte Werte im Serum und Urin werden bei Sarkosinämie gefunden, eine seltene angeborene Stoffwechselstörung mit unspezifischen Symptomen. Aktuell wird geprüft, ob es in der Behandlung von Schizophrenien aufgrund der Erhöhung des Glyzinspiegels im Gehirn mit Aktivierung der N-Methyl-D-Aspartat(NMDA)-Rezeptoren eingesetzt werden kann.

Literatur. Duran M (2008) Amino acids. In: Blau N, Duran M, Gibson KM (eds) Laboratory Guide to the Methods in Biochemical Genetics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York pp53–90
Sewell AC, Krille M, Wilhelm I (1986) Sarcosinaemia in a retarded amaurotic child. Eur J Pediatr 144: 508–510

SARS-Corona-Viren

W. STÖCKER, C. KRÜGER

Synonym(e). Schweres-akutes-respiratorisches-Syndrom-Corona-Viren

Englischer Begriff. severe acute respiratory syndrome (SARS) associated coronavirus

Beschreibung des Erregers. Der Erreger wurde im Jahr 2003 neu identifiziert und gehört zur Familie Coronaviridae. Anhand der Gensequenzen wird vermutet, dass ein bekanntes Corona-Virus entweder mutiert ist oder dass eine Virusart, die bisher nur Tiere befallen hat, auf den Menschen „übergersprungen“ ist.

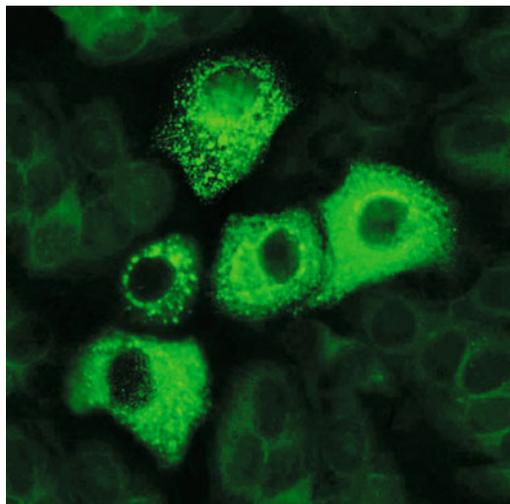
Erkrankungen. SARS ist eine durch das SARS-assoziierte Corona-Virus (SARS-CoV) ausgelöste Infektionskrankheit. Die Hauptsymptome der Erkrankung waren Fieber, Pharyngitis, Bronchitis, Atemnot und Pneumonie. Die Letalitätssrate betrug 10 %, bei über 65-jährigen Menschen bis zu 50 %. Die Erregerübertragung erfolgte überwiegend direkt durch Tröpfcheninfektion aus kurzer Distanz oder durch Kontaktinfektion. Auch infizierte Tiere, z. B. Kakerlaken, haben die Krankheit übertragen. Die Inkubationszeit lag bei 2–7 Tagen.

Der einzige größere Ausbruch der Krankheit war die SARS-Pandemie 2002/2003 mit 8098 Erkrankungen und 744 Todesfällen. Die größte Anzahl an SARS-Fällen wurde in Asien registriert, wo das Virus endemisch ist. Es traten aber auch Fälle in Nordamerika und Europa auf. Ärzte verabreichten damals zunächst als Virostatikum das Nucleosid-Analogon Ribavirin sowie Cortison. Danach erhielten die Betroffenen meist einen Cocktail aus verschiedenen Antibiotika, um die begleitende bakterielle Entzündung der Atemwege zu bekämpfen.

Zur Prävention wurden die Erkrankten und Kontaktpersonen isoliert, für die Öffentlichkeit Massenveranstaltungen abgesagt, Kinos und Theater geschlossen, Besuche in Hospitälern unterbunden und überall konsequent desinfiziert.

Analytik. **Direktnachweis:** Nachweis der SARS-Corona-Viren durch RT-PCR (Reverse-Transcriptase-PCR; ► **Polymerase-Kettenreaktion**). **Kultur:** Virusisolation und Vermehrung in Zellkultur (z. B. Verozellkultur).

Serologie: Darstellung einer Serokonversion durch indirekte ► **Immunfluoreszenz** (► **Abb. 1**) oder ► **Enzyme-linked Immunosorbent-assay**.



SARS-Corona-Viren. Abb. 1. Indirekte Immunfluoreszenz: Antikörper gegen SARS-Corona-Viren

Untersuchungsmaterial und Probenstabilität. **Direktnachweis und Kultur:** Nasenrachen-Absaugsekret, Rachenspülwasser, Rachenabstriche und andere menschliche Proben (PCR). Die Proben sollten gekühlt transportiert und innerhalb von 6 (PCR) und 24 h (Kultur, IFT) analysiert werden.

Serologie: Serum oder Plasma sind für den Nachweis der Antikörper bei +4 °C bis zu 4 Wochen lang beständig, bei –20 °C über Monate und Jahre hinweg. Zur Tiefkühlkonservierung des IgM kann man den Proben 80 % gepuffertes Glycerin beifügen.

Diagnostische Wertigkeit. Zur vollständigen Labordiagnostik einer Virusinfektion gehört der Nachweis sowohl von Virusbestandteilen (Direktnachweis), als auch spezifischer Antikörper im Serum. Bei einem großen Teil der SARS-Fälle ließ sich in bestimmten Krankheitsphasen nur mit einem der beiden diagnostischen Prinzipien das Vorliegen einer Infektion beweisen. Die RT-PCR zeigte die Anwesenheit viraler RNA im Blut an, und zwar nahezu vollständig in den ersten Tagen nach Ausbruch der Krankheit, und dann im Allgemeinen bis 40 Tage nach der Infektion. Ein negativer Test schloss SARS aber nicht aus, da bereits wenige Tage nach der Infektion vom Organismus spezifische Antikörper gegen SARS-CoV gebildet wurden, die das Virus neutralisierten. Spezifische Antikörper zeigten sich schon ab dem dritten Tag nach Auftreten der ersten Krankheitszeichen. Ein negativer serologischer Befund 21 Tage nach Auftreten der ersten Krankheitszeichen bedeutete hingegen den Ausschluss einer SARS-Corona-Virusinfektion.

Literatur. Niedrig M, Sonnenberg K, Yan H et al (2003) Antibody response in patients infected with the new coronavirus causing severe acute respiratory syndrome (SARS). *J Clin Virol* 27:1–15
 Ksiazek TG, Erdman D, Goldsmith CS et al; SARS Working Group (2003) A novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome. *N Engl J Med* 348:1953–1966
 Berger A, Drost C, Doerr HW et al (2004) Severe acute respiratory syndrome (SARS) – paradigm of an emerging viral infection. *J Clin Virol* 29:13–22

Satelliten-DNA

► Minisatelliten-DNA

Sättigungskinetik

W.-R. KÜLPMANN

Englischer Begriff. saturation kinetics

i Die Kapazität von Enzymen zum Abbau von Pharmaka ist begrenzt. Deshalb kann eine Dosissteigerung zu einem überproportionalen Anstieg der Konzentration des Arzneistoffes im Plasma führen. Bei manchen Pharmaka liegt diese Situation bereits im oberen therapeutischen Bereich vor, z. B. bei ► **Phenytoin**. Die pharmakokinetischen Daten unterscheiden sich im Bereich oberhalb der Substratsättigung der entsprechenden Enzyme deutlich von den Daten bei niedrigeren Konzentrationen.

Literatur. Knorre WA (1981) Pharmakokinetik. F. Vieweg u. Sohn, Braunschweig

Satz von Bayes

► Bayes, Satz von

Sauerstoffaffinität

► Sauerstofftransport

Sauerstoffdifferenz, arteriovenöse

► Sauerstofftransport

Sauerstoffdissoziationskurve

► Sauerstofftransport

Sauerstoffkapazität

► Sauerstofftransport

Sauerstoffkonzentration

► Sauerstofftransport

Sauerstoffpartialdruck

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). Sauerstoffspannung

Englischer Begriff. partial pressure of oxygen; oxygen tension

Definition. ► Partialdruck

Molmasse. Sauerstoff: 31,998 g

Funktion und Pathophysiologie. ► Sauerstofftransport

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Heparinisiertes Blut, ► Blutgasanalyse

Probenstabilität. ► Blutgasanalyse

Präanalytik. ► Blutgasanalyse

Analytik. Die Messung erfolgt im Rahmen der Blutgasanalyse mit einer amperometrischen Messzelle, bestehend aus einer Platinkathode, Phosphatpufferlösung und einer Silber/Silberchlorid-Anode. Diese Anordnung ist durch eine gasdurchlässige Membran (meistens Polypropylen) vom Blut in der Messkammer getrennt (Clark-Elektrode). Mit einer Kathodenspannung von 650 mV werden die in die Zelle diffundierenden O₂-Moleküle reduziert. Die Stärke des dabei entstehenden Reduktionsstroms (Größenordnung nA) hängt ab von der Menge der in der Zeiteinheit diffundierenden O₂-Moleküle und damit von pO₂. Die Kalibration erfolgt mit einem O₂-freien und einem ~12 % O₂ (dem Bereich um 85 mmHg entsprechend) enthaltenden zertifizierten Gasgemisch.

Qualitätskontrolle s. Blutgasanalyse. Alternativ wird pO₂ in einigen Geräten für das POCT (*point of care testing*) mit optischen Methoden gemessen: entweder wie beispielsweise im OPTI (Fa. Osmetech) mit einer spezifischen fluorimetrischen „Optode“ oder, wie im NPT7 (Fa. Radiometer) durch Nutzung der Eigenschaften des Sauerstoffs, die Abklingzeit eines zur Phosphoreszenz angeregten Farbstoffs zu verkürzen.

Konventionelle Einheit. mmHg

Internationale Einheit. kPa

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit. mmHg × 0,1333 = kPa; kPa × 7,5 = mmHg

Referenzbereich — Erwachsene. Arteriell: 80–105 mmHg; 10,6–14,0 kPa

Gemischt-venös: 36–44 mmHg; 4,8–5,9 kPa

Referenzbereich — Kinder. s. Erwachsene

Neugeborene: arteriell (nach 30 min): 31–85 mmHg; 4,1–11,3 kPa

Indikation. Beurteilung der Lungenfunktion, Kontrolle der künstlichen Beatmung und der Sauerstofftherapie

Interpretation. Der arterielle pO₂ ist kein Maß für die Sauerstoffversorgung des Organismus, sondern lediglich für die Arterialisierung des Bluts in der Lunge, die bestimmt wird durch die Lungenfunktion, den Sauerstoffgehalt der Einatemungsluft und den Luftdruck.

pO₂-Verminderung mit pCO₂-Erhöhung ist Ausdruck alveolärer Hypoventilation. Beispiele: bronchostenotisches Emphysem; neurologisch, muskulär oder medikamentös bedingte Atemstörungen.

pO₂-Verminderung ohne pCO₂-Erhöhung kommt vor bei Lungenerkrankungen, bei denen Störungen des Belüftungs/Durchblutungsverhältnisses, der Diffusion oder der Perfusion im Vordergrund stehen. Beispiele: Pneumonie, Atelektase, Tumor, Fibrose, Lungenödem, Rechts-Links-Shunt, mangelnde Sauerstoffzufuhr.

Bei der Höhenatmung liegt eine pO₂-Verminderung gemeinsam mit einer pCO₂-Erniedrigung (respiratorische Alkalose) vor.

pO₂-Erhöhung ist Folge von Sauerstoffanreicherung in der Einatemungsluft, meistens im Rahmen künstlicher Beatmung oder Intubationsnarkose.

Diagnostische Wertigkeit. Leichte Hypoxämie von 65–80 mmHg ist bei sehr alten Patienten nicht immer Ausdruck einer manifesten Lungenerkrankung. Werte von 50–65 mmHg stellen bereits eine Gefahr dar und müssen diagnostisch abgeklärt werden. Werte < 50 mmHg sind lebensgefährlich und erfordern eine sofortige Intervention.

Literatur. Clark LC (1956) Monitor and Control of Blood and Tissue Oxygen Tensions. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 2:41–48

Sauerstoffradikal-Produktion

► Oxidativer Burst

Sauerstoffsättigung

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). sO₂

Englischer Begriff. oxygen saturation

Definition. Anteil des Oxihämoglobins am bindungsfähigen Hämoglobin:

$$sO_2 = \frac{cO_2Hb}{cO_2Hb + cHHb} \quad (1)$$

Oxihämoglobinfraktion, fO_2Hb , siehe Abschnitt Interpretation.

Funktion und Pathophysiologie. ▶ Sauerstofftransport

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. ▶ Blutgasanalyse

Probenstabilität. s. Blutgasanalyse

Präanalytik. s. Blutgasanalyse

Analytik. Sauerstoffsättigung und Oxihämoglobinfraktion können in Blutgasanalysatoren mit Oximeter-Einrichtung gemeinsam mit den weiteren Hb-Fractionen gemessen werden (▶ Oximetrie). Die automatische Berechnung der Sauerstoffsättigung aus pO_2 und pH, bei der Verschiebungen der O_2 -Dissoziationskurve unberücksichtigt bleiben, ist obsolet.

Konventionelle Einheit. Prozent (%)

Internationale Einheit. dimensionslos (Fraktion)

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit. 0,01

Referenzbereich — Erwachsene. Arteriell: 95,0–98,5 %; 0,950–0,985
Gemischt-venös: 70,0–80,0 %; 0,700–0,800

Referenzbereich — Kinder. s. Erwachsene
Neugeborene: arteriell: 40–90 %; 0,40–0,90

Indikation. Beurteilung der Lungenfunktion, Kontrolle der künstlichen Beatmung und der Sauerstofftherapie

Interpretation. Erniedrigte sO_2 im arteriellen Blut spricht für mangelhafte Arterialisierung in der Lunge. Ursachen dafür ▶ Sauerstoffpartialdruck. sO_2 ist wegen des fast horizontalen Verlaufs der O_2 -Dissoziationskurve im oberen Bereich für die Beurteilung der Lungenfunktion deutlich weniger sensitiv als pO_2 .

fO_2Hb

Im klinischen Sprachgebrauch wird oft die Fraktion des O_2Hb vom gesamten Hämoglobin ebenfalls als Sauerstoffsättigung bezeichnet. Die korrekte Bezeichnung dieser Größe lautet aber Oxihämoglobinfraktion (fO_2Hb), engl. fractional Oxihemoglobin.

$$fO_2Hb = \frac{cO_2Hb}{cO_2Hb + cHHb + COHb + MetHb + SulfHb} \quad (2)$$

fO_2Hb ist normalerweise um etwa 0,01–0,02 (1–2 %) niedriger als sO_2 . Der Referenzbereich reicht deshalb bis etwa 0,940 (94 %). Unter pathologischen Bedingungen wie Kohlenmonoxid-Einwirkung oder Methämoglobinämie unterscheiden sich fO_2Hb und sO_2 gravierend. Für einen Raucher mit $fCOHb = 0,08$ und $fMetHb = 0,02$ errechnet sich bei sO_2 von 0,96 ein fO_2Hb von 0,86!

Diagnostische Wertigkeit. Werte zwischen 0,85 und 0,93 im arteriellen Blut stellen bereits eine Gefahr dar und müssen diagnostisch abgeklärt werden. Werte < 0,85 sind lebensgefährlich und erfordern eine sofortige Intervention.

Sauerstoffspannung

▶ Sauerstoffpartialdruck

Sauerstoffspezies, reaktive

▶ Stress, oxidativer

Sauerstofftransport

O. MÜLLER-PLATHE

Englischer Begriff. oxygen supply

Definition. Der Sauerstofftransport umfasst die Aufnahme des Sauerstoffs in der Lunge, seinen Transport im Blut und die Bedingungen seiner Abgabe ans Gewebe.

!

Pulmonaler Gasaustausch

Das venöse Blut erreicht die Lungenkapillaren mit $pCO_2 = 46$ mmHg und $pO_2 = 40$ mmHg. Bei einer Gesamtoberfläche der Lungenalveolen von 50–80 m² und einem Diffusionsweg von etwa 1 µm reicht eine Kontaktzeit von 0,3 s aus, um das Blut mit der Alveolarluft auf $pCO_2 = 40$ mmHg und $pO_2 = 100$ mmHg zu äquilibrieren. Durch physiologische veno-arterielle Kurzschlüsse wird der endgültige arterielle Sauerstoffpartialdruck um etwa 10 mmHg gesenkt. Nach dem Henry-Gesetz (▶ Partialdruck) bestimmt pO_2 die Menge des physikalisch gelösten Sauerstoffs cdO_2 (d für dissolved):
 cdO_2 (mmol/L) = $0,010 \times pO_2$ (kPa) oder
 cdO_2 (mL/L) = $0,031 \times pO_2$ (mmHg)
Bei normalem pO_2 von 90 mmHg sind somit 2,8 ml O_2 in 1 L Plasma entsprechend 1,4 % der gesamten O_2 -Konzentration gelöst.

Transport durch Hämoglobin

O_2 -Kapazität

Der O_2 -Transport erfolgt zu über 98 % durch reversible Bindung an Hämoglobin. Die 4 Hb-Monomere (Molmasse 16,114 kDa) tragen je eine zur O_2 -Bindung fähige Hämgruppe. Das mit O_2 beladene Hämoglobin heißt Oxihämoglobin (O_2Hb), das unbeladene wird als Deoxihämoglobin (HHb) bezeichnet. Die O_2 -Kapazität des Blutes – diejenige Menge O_2 , die maximal an Hb gebunden werden kann – ergibt sich nach folgender Relation:

- 1 mmol O_2 pro 1 mmol Hb-Monomer oder
- 1,39 mL O_2 pro 1 g funktionsfähiges Hämoglobin.

Bei einer normalen Hb-Konzentration von 9,3 mmol/L entspricht 150 g/L beträgt somit die O_2 -Kapazität 9,3 mmol/L bzw. 210 ml/L. Referenzbereiche: Frauen 160–210 mL/L, Männer 180–230 mL/L. Den Anteil des O_2Hb am gesamten bindungsfähigen Hb bezeichnet man als ▶ Sauerstoffsättigung (sO_2).

O_2 -Konzentration (ctO_2)

Die Gesamtkonzentration des Sauerstoffs (t für total) ist die Summe des physikalisch gelösten und des gebundenen O_2 .

$$ctO_2 \text{ (mL/L)} = 1,39 cO_2Hb \text{ (g/L)} + 0,031 pO_2 \text{ (mmHg)}$$

Referenzbereiche:

- Arteriell 180–230 mL/L; 8,0–10,3 mmol/L
- Gemischt-venös 130–180 mL/L; 5,8–8,0 mmol/L.

ctO_2 ist die wichtigste Messgröße für die Beurteilung des Sauerstoffangebots an die Organe und die Grundlage für die Berechnung der

Arteriovenösen Sauerstoffdifferenz ($c_{(a-v)}O_2$)

$$c_{(a-v)}O_2 \text{ (mL/L)} = ctO_{2(a)} - ctO_{2(v)} \text{ (Referenzbereich: 45–60 mL/L)}$$

$ctO_{2(v)}$ wird in einer gemischt-venösen Blutprobe aus der A. pulmonalis gemessen.

$c_{(a-v)}O_2$ ist über das Herzzeitvolumen (Q_T) mit dem O_2 -Verbrauch (VO_2) des Gesamtorganismus verbunden.

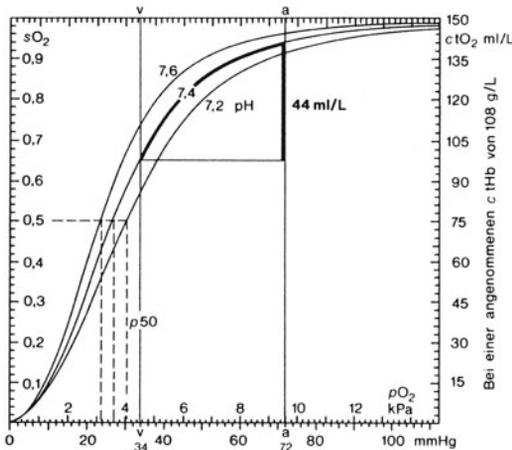
$$VO_2 \text{ (mL/min)} = c_{(a-v)}O_2 \text{ (mL/L)} \times Q_T \text{ (L/min)}$$

Mit einer normalen arteriovenösen Differenz von 55 mL/L und einem Herzzeitvolumen von 5,5 L/min wird der normale O_2 -Verbrauch von 300 mL/min ermöglicht. Sinkt die Herzleistung, muss die arteriovenöse O_2 -Differenz steigen; sinkt diese, z. B. bei starker Anämie, muss Q_T erhöht werden, um den Sauerstoffbedarf zu gewährleisten. Wird dieser erhöht wie bei Hyperthermie, steigen sowohl Q_T als auch $c_{(a-v)}O_2$.

Sauerstoffabgabe im Gewebe

Nicht nur die angebotene O_2 -Menge, sondern auch das Abgabeverhalten des Hb, seine Affinität zum Sauerstoff, ist für die O_2 -Versorgung des Gewebes von Bedeutung. An der S-förmigen Standard- O_2 -Dissoziationskurve (▶ Abb. 1, mittlere Linie) erkennt man, dass im arteriellen Bereich auch bei sinkendem pO_2 noch sehr viel O_2 gebunden wird. Wenn pO_2 von 100 auf 60 mmHg sinkt, liegt sO_2 immer noch

bei 0,91. Deshalb hat pO_2 eine deutlich höhere Sensitivität zur Beurteilung der Lungenfunktion als sO_2 . Umgekehrt führen im venösen Bereich geringe pO_2 -Verminderungen zu starkem Absinken von sO_2 und erhöhter O_2 -Abgabe. Hier ist sO_2 der sensitivere Parameter zur Beurteilung der Sauerstoffabgabe.



Sauerstofftransport. Abb. 1. O_2 -Dissoziationskurven (ODK) für drei pH-Werte. Linke Ordinate sO_2 , rechte Ordinate cO_2 unter der Annahme einer Hb-Konzentration von 108 g/L. Unter der Annahme eines arteriellen pO_2 von 72 und eines venösen von 34 mmHg ergibt sich auf der ODK für pH = 7,4 (Mitte) eine O_2 -Abgabe von 44 ml/L. Der zugehörige Halbsättigungsdruck ($p50$) beträgt 27 mmHg. Nach der Kurve für pH = 7,2 mit $p50$ von 30 mmHg würden 51 ml/L O_2 freigesetzt, bei pH = 7,6 ($p50$ = 23 mmHg) jedoch nur 34 ml/L. Das Beispiel veranschaulicht den Einfluss einer Alkose auf die O_2 -Versorgung.

Zunahme der Affinität verschiebt die ODK nach links, Abnahme nach rechts. Ersteres bedeutet verminderte, letzteres erhöhte O_2 -Freisetzung.

Die O_2 -Affinität wird beeinflusst durch

1. Temperatur: Abnahme bei Hyperthermie, Zunahme bei Hypothermie
2. pCO_2 : Abnahme bei Hyperkapnie, Zunahme bei Hypokapnie
3. pH: Abnahme bei Acidämie, Zunahme bei Alkalämie, sogenannter Bohr-Effekt [nach dem dänischen Physiologen Christian Bohr (1855–1911)]
4. 2,3-Diphosphoglyceratkonzentration im Erythrozyten. Zunahme verschiebt die ODK nach rechts, Abnahme nach links. 2,3-DPG-Anstieg bei:
 - Chronischer Alkalose im Laufe von wenigen Tagen. Dadurch Ausgleich des für die O_2 -Versorgung nachteiligen alkalämischen Bohr-Effekts (wichtig für die Höhenatmung!)
 - Chronischer Hypoxie durch respiratorische oder kardiale Insuffizienz und Anämie
 - Hormonalen Einflüssen: Hyperthyreose, Schwangerschaft.
5. Hämoglobinvarianten: Einige Hämoglobinopathien, z. B. HbS, führen zu einer verminderten, die meisten jedoch zu einer erhöhten O_2 -Affinität. Fetales Hb hat durch ein geringeres Bindungsvermögen für 2,3-DPG eine erhöhte O_2 -Affinität.
6. Dyshämoglobine: Carboxyhämoglobin und Methämoglobin erhöhen die O_2 -Affinität des funktionsfähig gebliebenen Hb-Anteils.

Quantitativ wird die O_2 -Affinität durch den **Halbsättigungsdruck (Hämoglobin) ($p50$)** ausgedrückt.

Literatur. Hsia CCW (1998) Respiratory Function of Hemoglobin. NEJM 338:239–247

Rensing H (2001) Lagerungsabhängige Beeinflussung der Sauerstoff-

transportkapazität von Erythrozytenkonzentraten. Anaesthesist 50 (Suppl 1):9–15

Säuglingsbilirubin

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

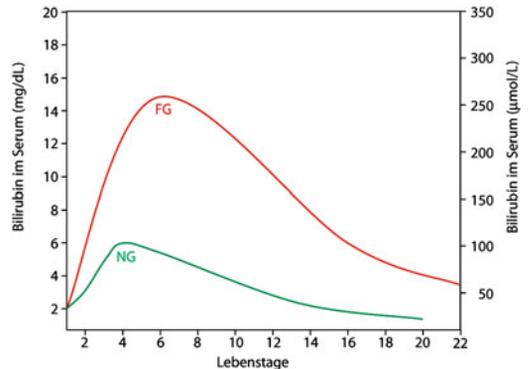
Synonym(e). Neonatales Serumbilirubin

Englischer Begriff. neonatal bilirubin

Definition. Es handelt sich um ein transient auftretendes, unkonjugiertes (somit prähepatisches) **Bilirubin** bei Frühgeborenen und reifen Neugeborenen, dessen Konzentration im Serum 3–5 Tage post partum maximal ist.

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Im Rahmen des physiologischen Neugeborenenikterus (Ikterus neonatorum), der sich vom 2.–3. Lebenstag an entwickelt, kommt es zu einer Zunahme der unkonjugierten Bilirubinfraktion im Blut, der folgende Pathogenese zugrunde liegt (**Abb. 1**):

- 2- bis 3-fach gesteigerte Bilirubinproduktion durch kürzere Lebensdauer und höheren Hämoglobingehalt fetaler Erythrozyten
- etwa 2-fach erhöhter Bilirubinanzug aus nichterythrozytären Quellen und aus ineffektiver **Erythropoese** (Destruktion erythrozytärer Vorstufen)
- reduzierte Aufnahme in Hepatozyten durch relative Verminderung der zytosolischen Bilirubin-bindenden Proteine Ligandin und Z Protein
- verminderte Aktivität der **UDP-Glukuronyltransferase** in der Neonatenleber und damit reduzierte biliäre Exkretion.



Säuglingsbilirubin. Abb. 1. Zeitlicher Verlauf der medianen Konzentrationen von Bilirubin im Serum Reifgeborener (NG) und Frühgeborener (FG)

Funktion und Pathophysiologie. Häufiger als bei Reifgeborenen entwickelt sich bei Frühgeborenen eine pathologische, therapiebedürftige Hyperbilirubinämie mit Anstiegen über 15 mg/dL (Ikterus gravis) (**Abb. 1**). Es besteht die Gefahr des Kernikterus (Bilirubinenzephalopathie) aufgrund der Neurotoxizität des lipophilen Bilirubins. Risikofaktoren für eine verstärkte Hyperbilirubinämie sind:

- Positive Familienanamnese
- ausgeprägter postnataler Gewichtsverlust
- ABO-Konstellation
- Hämatome (große Kephala-Subgalealhämatome, Nebennierenblutungen)
- Sphäro- oder Elliptozytose
- Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase-Mangel (insbesondere in Verbindung mit M. Gilbert-Meulengracht) und andere, mit Hämolyse assoziierte Enzymdefekte, die sich nicht in einem positiven Coombstest widerspiegeln.

Bei der Mehrzahl der Kinder mit Kernikterus steht das Auftreten der schweren Hyperbilirubinämie nicht mit einem routinemäßig erfassten Risikofaktor in Zusammenhang

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum

Präanalytik. Lichtgeschützte Probenverwahrung notwendig wegen Photosensibilität des Analyten (► **Probenstabilität**).

Analytik.

- Transkutane (nicht-invasive) Bilirubinometrie, bei der reflexionsphotometrisch die Gelbfärbung der Haut gemessen wird
- direkte quantitative spektrometrische Bestimmung des Bilirubins im Neugeborenen Serum bei 455 nm (nahe dem Absorptionsmaximum) mit einem direkt lesenden Bilirubinometer. Die spektrale Interferenz von Hämoglobin bei 455 nm wird subtrahiert durch zusätzliche Messung der Absorption bei 575 nm, bei der Oxyhämoglobin die gleiche Absorption wie bei 455 nm aufweist. Voraussetzung für die Anwendung der Methode ist die Abwesenheit von Lipochromen wie Karotin und Xanthophyllester, was während der ersten 2–3 Lebenswochen gewährleistet ist. Bei Konzentrationen über 18 mg/dL (> 300 µmol/L) sollte mit einer chemischen Methode Bilirubin bestimmt werden.

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit.

Umrechnungsfaktor: mg/dL $\xrightarrow{17,1}$ µmol/L $\xrightarrow{0,0585}$ mg/dL

Referenzbereich — Kinder. ► Tab. 1; Säuglinge > 1 Monat haben Erwachsenenkonzentrationen.

Säuglingsbilirubin. Tab. 1. Referenzbereiche				
Alter	Frühgeburten		Termingerechte Geburten	
	(µmol/L)	(mg/dL)	(µmol/L)	(mg/dL)
24 h	17–136	1–8	34–102	2–6
48 h	102–205	6–12	102–171	6–10
3–5 Tage	171–240	10–14	68–136	4–8

Interpretation. Ein pathologischer Neugeborenenikterus liegt vor bei:

- klinisch sichtbarem Ikterus schon am 1.Tag
- Bilirubinanstieg um mehr als 5 mg/dL pro Tag
- Hyperbilirubinämie über 13 mg/dL bei Reifgeborenen in den ersten 5 Tagen
- eine direkte (konjugierte) Bilirubinkonzentration über 1,5 mg/dL
- persistierender Ikterus, der länger als eine Woche bei Reifgeborenen oder länger als zwei Wochen bei Frühgeborenen dauert.

Ursachen können neben einem verstärkten physiologischen Ikterus neonatorum ein Morbus haemolyticus neonatorum, korpuskuläre hämolytische Anämie (Sphärozytose), kongenitale Hypothyreose, Abbau extravasaler Blutmassen (z. B. bei Kephalthämatom) oder das Crigler-Najjar-Syndrom (UDP-Glukuronyltransferasemangel) sein.

Literatur. Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin Leitlinie Nr. 024/007 vom 21.11.2003: Hyperbilirubinämie – Diagnostik und Therapie bei reifen gesunden Neugeborenen. AWMF on line: www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/11/pneon-07.htm

Säulenagglutinations-Test

K. KLEESIEK, J. DIEKMANN, J. DREIER, CHR. GÖTTING, M. SCHMIDT

Synonym(e). Gelzentrifugationstest; Kartentest; Geltest; Gelkartentest; Glaskugeltest

Englischer Begriff. gel column test; column agglutination test

Definition. Der Säulenagglutinations-Test ist eine Technik die zur Blutgruppenbestimmung, zum Antikörpersuchtest und zur Antikörperdifferenzierung eingesetzt werden kann.

i Der Vorteil des Säulenagglutinations-Tests im Vergleich zum traditionellen ► **Röhrchentest** liegt in der Möglichkeit einer verbesserten Dokumentation der Ergebnisse, einer Automatisierung, und einer hö-

heren Sensitivität. Darüber hinaus können Mischfeldagglutinationen deutlich besser erkannt werden als mit alternativen Techniken.

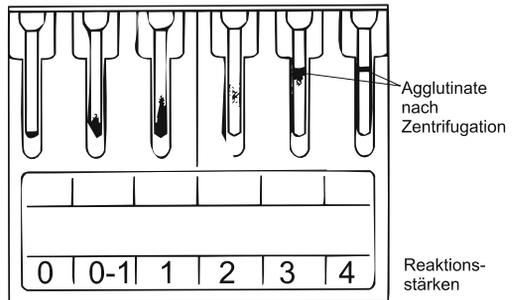
Das gemeinsame Prinzip dieser Technik ist eine Auftrennung freier Proteine, agglutiniertes und nichtagglutiniertes Erythrozyten in einer Trennsäule, dessen Matrix aus Mikropartikeln (Gel oder Glas) besteht und eine Trennung nach Partikelgröße ermöglicht. Die Mikropartikel in den Säulen sind so beschaffen, dass eine Trennung von Agglutinaten und Nichtagglutinaten erreicht wird. In der Regel sind 6 Mikrosäulen zu einer Karte zusammengefasst. Je nach immunhämatologischer Abklärung sind die Mikrosäulen vorkonfektioniert und enthalten in LISS-Lösung spezifische Antikörper (z. B. Anti-A, Anti-B, Anti-D, Anti-IgA, Anti-IgM, Anti-IgG, Anti-C3d) oder liegen als Neutralsäule im physiologischen NaCl-Milieu vor.

Bei der direkten Agglutination reagieren die Probandenerozytyten mit dem spezifischen Antikörper (z. B. Anti-A). Führt das Reaktionsgemisch zu einer Agglutination, verbleibt das Agglutinat nach Zentrifugation im oberen Teil oder innerhalb der Mikropartikelschicht. Wenn keine Agglutination resultiert, sedimentieren die Erythrozyten an den Boden der Säule (► Abb. 1).



Säulenagglutinations-Test. Abb. 1. Agglutinationsreaktion in der Säulentechnik a positives Ergebnis b negatives Ergebnis

Die Ergebnisse der Agglutinationsstärken werden in der Regel semiquantitativ in folgender Graduierung (► Abb. 2) abgestuft negativ: – oder 0
diskret positiv: (+) oder 0–1
schwach positiv: + oder 1
deutlich positiv: ++ oder 2
stark positiv: +++ oder 3
maximal positiv: ++++ oder 4



Säulenagglutinations-Test. Abb. 2. Schematische Darstellung der unterschiedlichen Reaktionsstärken in der Säulenagglutinationstechnik

Literatur. Engelfried CP, Meulenbroek AJ (Hrsg) (2003) Immunohaematology, Sanquin Blood Supply Foundation, Amsterdam
Mueller-Eckhardt C, Kiefel V (Hrsg) (2004) Transfusionsmedizin:

Grundlagen – Therapie – Methodik. 3. Aufl. Springer Berlin Heidelberg New York
 Eckstein, R (2005) Immunhämatologie und Transfusionsmedizin. 5. Aufl. Gustav Fischer, Stuttgart

Säulenchromatographie

► Chromatographie

Säure, fixe

► Säure-Basen-Stoffwechsel

Säure, nichtflüchtige

► Säure-Basen-Stoffwechsel

Saure Phosphatase

► Phosphatase, saure

Saure Phosphatase-Reaktion

► Phosphatase-Reaktion

Saure Prostataphosphatase

► Phosphatase, prostataspezifische saure

Säureausscheidung, renale

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). Renale Säure-Basen-Regulation

Englischer Begriff. renal acid excretion

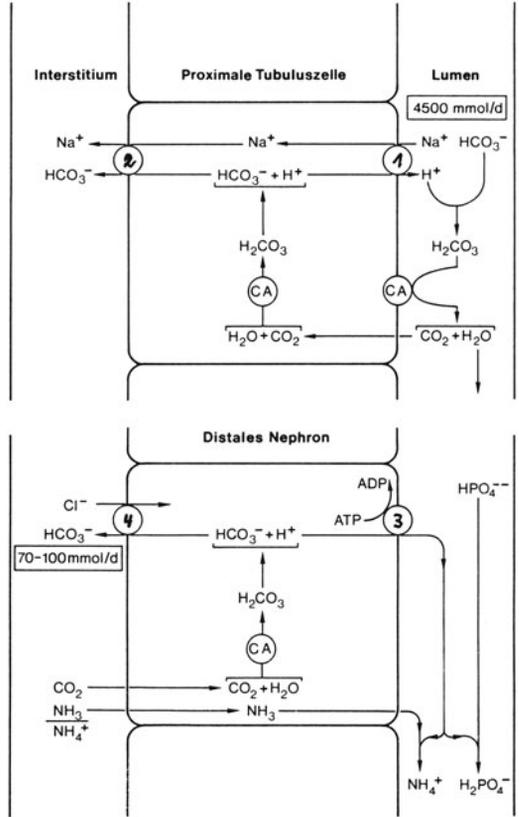
Definition. Als renale Säureausscheidung fasst man die Vorgänge in den einzelnen Abschnitten des Nephrons zusammen, die durch Reabsorption von Bicarbonat sowie durch Elimination und Pufferung nichtflüchtiger Säuren zu einem ausgeglichenen Säure-Basen-Status des Organismus beitragen.

i Die durch enterale Aufnahme oder durch Stoffwechselprozesse entstehenden nichtflüchtigen (fixen) Säuren, normalerweise 60–80 mmol/Tag, müssen vollständig durch die Nieren ausgeschieden werden (► **Säure-Basen-Stoffwechsel**). Die Nieren bewirken die Säure-Basen-Regulation mit mehreren Teilfunktionen:

1. Rückgewinnung des filtrierten Bicarbonats im proximalen Tubulus
 HCO_3^- gelangt mit 25 mmol/L ins Glomerulumfiltrat. Bei 180 L Filtrat/Tag ergibt sich eine Bicarbonatmenge von ~4500 mmol, die in 24 h zu reabsorbieren ist. Diese Leistung wird zu 80 % von den proximalen Tubuluszellen erbracht, die mit zwei Isoenzymen der Carboanhydratase (CA) ausgestattet sind. Durch den Na^+/H^+ -Antiporter NHE-3 sezerniert die Zelle Wasserstoffionen bis zu einem pH-Gradienten von 1 im Austausch mit Na^+ . H^+ tritt mit HCO_3^- zu Kohlensäure zusammen. H_2CO_3 wird durch die membranständige CA IV in CO_2 und Wasser gespalten. CO_2 diffundiert in die Zelle und wird dort durch die cytoplasmatische CA II der Bicarbonatbildung zugeführt. H^+ steht für die erneute Sekretion ins Tubuluslumen zur Verfügung. Über den Cotransporter NBC-1 kehren Na^+ und HCO_3^- in den EZR zurück (► **Abb. 1**).

Die Kapazität des gesamten Prozesses ist mit etwa 4500 mmol/Tag sehr hoch. Er wird durch extrazellulären Volumenmangel, Kaliummangel, Glukokortikoidexzess und Acidose einschließlich Hyperkapnie stimuliert. Durch Volumenüberschuss, Kaliumüberschuss, Hypokapnie, Parathormon und Acetazolamid wird er gehemmt.

2. Adaptive H^+ -Ausscheidung im distalen Nephron
 Diese und die damit verbundene Rückgewinnung von Bicarbonat finden vorwiegend in den kortikalen Anteilen der Sammelrohre statt. Deren Zellen verfügen über eine H^+ transportierende ATPase, die bis zu einem pH-Gradienten = 3, also der 1000-fachen Konzentration, H^+ sezernieren kann. Das entstehende Bicarbonat wird durch den $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ -Antiporter AE1 dem EZR zugeführt (► **Abb. 1**). Die Kapazität



Säureausscheidung, renale. Abb. 1. Proximale Bicarbonat-Reabsorption, distale H^+ -Sekretion und Harnpufferung. 1 = Na^+/H^+ -Antiporter; 2 = Cotransporter; 3 = H^+ -ATPase; 4 = $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ -Antiporter

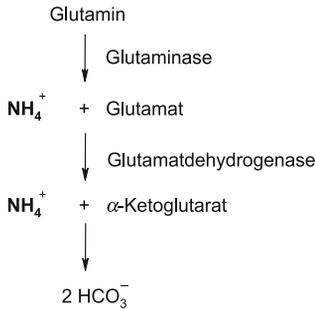
dieses der Feineinstellung und der Neubildung von HCO_3^- dienenden Mechanismus ist mit 70–100 mmol/Tag gering. Der Prozess wird durch Aldosteron und Acidose einschließlich Hyperkapnie stimuliert und durch Alkalose und Hypokapnie gehemmt.

Die Epithelzellen der kortikalen Sammelrohre sind in der Lage, bei Alkalose HCO_3^- ins Lumen auszuscheiden. Es wird angenommen, dass neben dem vorherrschenden Zelltyp mit lumenseitiger H^+ -ATPase und basalseitigem $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ -Antiporter ein weiterer Zelltyp mit entgegengesetzter Anordnung existiert.

3. Bildung und Ausscheidung von Ammonium
 Der größte Teil der Säureausscheidung entfällt auf die Exkretion von Ammonium. NH_4^+ wird in den proximalen Tubuluszellen hauptsächlich durch den Abbau von Glutamin gebildet, der wie in ► **Abb. 2** verläuft.

NH_4^+ wird in das proximale Tubuluslumen sezerniert, im medullären dicken aufsteigenden Teil der Henleschen Schleife durch einen $\text{Na}^+/\text{K}^+(\text{NH}_4^+)/2\text{Cl}^-$ -Cotransporter (Chloridionen) teilweise wieder resorbiert, dadurch im Nierenmark zu hoher Konzentration kumuliert und von dort an die benachbarten Sammelrohre abgegeben. Das beim Glutaminabbau entstehende Bicarbonat wird dem EZR zugeführt. Der Umsatz beträgt normal 20–50 mmol/Tag. Unter Acidosebedingungen können Produktion und Sekretion von NH_4^+ bis etwa 300 mmol/Tag ansteigen. Das wird unter anderem dadurch ermöglicht, dass die Leber bei Acidose weniger NH_3 ins Harnstoffzyklus abbaut und dafür mehr Glutamin synthetisiert als unter normalen Umständen.

4. Pufferung des Urins
 Schon eine Säureausscheidung von 100 mmol/Tag in Form freier Wasserstoffionen würde zu einem für Niere und Harnwege unver-



Säureausscheidung, renale. Abb. 2. Glutaminabbau

träglichen pH-Wert ~1 führen. Das wird im Wesentlichen durch zwei Puffersysteme verhindert.

- a. Ammoniakpuffer (pK = 9,4): $\text{H}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$
- b. Phosphatpuffer (pK = 6,8): $\text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-$

Phosphat stellt 90 % der titrierbaren Acidität des Urins. Bei Acidose wird vermehrt Phosphat mobilisiert und ausgeschieden.

Nettosäureausscheidung im Urin

Die Nettosäureausscheidung setzt sich wie folgt zusammen:

- Titrierbare Acidität (normal 10–40 mmol/Tag; maximal bis 100 mmol/Tag)
- + Ammonium (normal 20–50 mmol/Tag; maximal bis 300 mmol/Tag)
- Bicarbonat (normal 0 mmol/Tag; nur im neutralen und alkalischen Urin vorhanden)
- = Nettosäureausscheidung (normal 40–80 mmol/Tag; maximal bis 400 mmol/Tag).

Diagnostik

Für klinische Belange wird im Allgemeinen nur die pH-Bestimmung mit dem Teststreifen durchgeführt. Für den **Säurebelastungstest** und für wissenschaftliche Zwecke ist die Messung mit der Glaselektrode erforderlich. Referenzbereich 4,5–8,0.

Für die Bestimmung der Nettosäureausscheidung und ihrer Komponenten wird auf die spezielle nephrologische Literatur verwiesen. Der 24-h-Sammelurin muss unter Luftabschluss (Überschichtung mit Paraffinum liquidum) und Konservierung mit 10 mL einer 10-%igen Lösung von Thymol in Isopropanol gesammelt werden.

Literatur. Karim Z, Attmane-Elakeb A, Bichara M (2002) Renal Handling of NH in Relation to the Control of Acid-Base Balance by the Kidney. *J Nephrol* 15(suppl 5):128–134
 Rodriguez-Solano J (2000) New Insights into the Pathogenesis of Renal Tubular Acidosis – from Functional to Molecular Studies. *Pediatric Nephrology* 14:1121–1136

Säure-Basen-Nomogramm

► Sigaard-Andersen-Nomogramm

Säure-Basen-Modell nach Stewart

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). Stewart-Modell

Englischer Begriff. Stewart's acid base model; Stewart's approach

Definition. Alternatives Säure-Basen-Konzept, das neben Veränderungen des Kohlendioxidpartialdrucks bestimmte Konzentrationsverhältnisse im Plasma-Ionogramm zur Grundlage hat und nicht auf der Henderson-Hasselbalch-Gleichung beruht.

i Herkömmliches Konzept des Säure-Basen-Haushalts nach Sigaard-Andersen (► Säure-Basen-Stoffwechsel). Nach dem Konzept von Stewart (1983), weiterentwickelt von Figge

und Fencl (1992), wird der Säure-Basen-Status beeinflusst durch drei voneinander *unabhängige* Größen:

1. Kohlendioxidpartialdruck (pCO₂)
2. Differenz zwischen den Summen der starken Kationen und der starken Anionen, bezeichnet als SID (strong ion difference) mit dem Suffix a für apparent.

$$\text{SID}_a \text{ (mmol/L)} = \text{Na}^+ + \text{K}^+ + 2 \times \text{Ca}^{++} + 2 \times \text{Mg}^{++} - \text{Cl}^- - \text{Lactat}^-;$$

Ca⁺⁺ und Mg⁺⁺, zusammen etwa 4 mEq/L, bleiben in der Praxis oft unberücksichtigt.

3. Gesamtkonzentration der schwachen, d. h. nicht vollständig dissoziierten Säuren, bezeichnet als A_{tot}. (A_{tot} = Alb⁻ + P_i⁻)

Berechnung der negativen Ladungen:

$$\text{Alb}^- \text{ (mEq/L)} = \text{Albumin (g/L)} \times (0,123 \text{ pH} - 0,631)$$

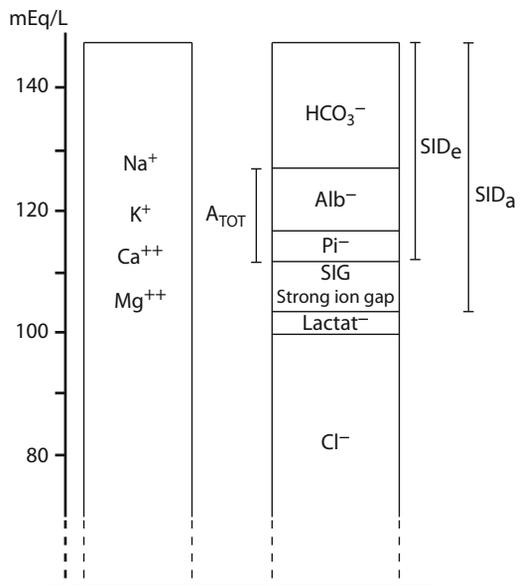
$$\text{P}_i^- \text{ (mEq/L)} = \text{Phosphat (mmol/L)} \times (0,309 \text{ pH} - 0,469)$$

Von der apparenten SID_a wird die effektive SID_e unterschieden (► Abb. 1).

$$\text{SID}_e \text{ (mmol/L)} = \text{HCO}_3^- + \text{Alb}^- + \text{P}_i^-$$

Die Differenz zwischen apparter und effektiver SID, normalerweise etwa 8 mmol/L, wird als „strong ion gap“ (SIG) bezeichnet.

$$\text{SIG (mmol/L)} = \text{SID}_a - \text{SID}_e.$$



Säure-Basen-Modell nach Stewart. Abb. 1 Plasma-Ionogramm mit Rechengrößen des Stewart-Modells. SID_a und SID_e = apparente und effektive strong ion difference. SIG = SID_a - SID_e = strong ion gap; A_{tot} = Summe der Ladungen von Albumin und Phosphat

Die Höhe von SIG ist abhängig von der Menge ungemessener Anionen, z. B. Ketosäuren oder SO₄²⁻.

SIG hat somit eine ähnliche Aussage wie die **Anionenlücke**, jedoch ohne den Einfluss des Albumins, Phosphats und Laktats.

Alle Parameter außer Albumin und Phosphat, die bei pH = 7,40 zusammen ~15 mEq/L Basenäquivalent ergeben, können mit modernen Blutgas-Elektrolyt-Automaten gemessen werden.

pH und Bicarbonat werden lediglich als *abhängige* Größen verstanden, deren Wert durch SID, A_{tot} und pCO₂ beeinflusst wird. Sie werden nicht wie im herkömmlichen System über die Henderson-Hasselbalch-Gleichung (► Säure-Basen-Stoffwechsel) zur Klassifizierung von Acidosen und Alkalosen herangezogen.

Abweichungen des pH-Werts werden als Acidämie bzw. Alkalämie bezeichnet.



Nach dem Stewart-Modell ergeben sich Acidosen durch:

- Zunahme von $p\text{CO}_2$: respiratorische Acidose
- Abnahme von SID: hyperchlorämische Acidose, Hyponatriämie (Verdünnungsacidose)
- Zunahme von A_{tot} : Hyperphosphatämie, besonders bei Nierenversagen
- Zunahme von SIG: ungemessene Anionen, z. B. Ketoacidose, Vergiftungen, Urämie, Lebersversagen
- Zunahme von Laktat: Laktatacidose durch Hypoxie, Vergiftungen und Medikamente

Alkalosen ergeben sich durch

- Abnahme von $p\text{CO}_2$: respiratorische Alkalose
- Zunahme von SID: hypochlorämische Alkalose, z. B. durch Magensaftverlust, Diuretika, oder Kompensation einer chronischen Hyperkapnie (!), Hyponatriämie (Konzentrationsalkalose)
- Abnahme von A_{tot} : hypalbuminämische Alkalose

Im Stewart-Modell werden unter Acidose und Alkalose ausschließlich pathophysiologische Vorgänge mit acidifizierender bzw. alkalisierender Wirkung verstanden, nicht aber – wie im traditionellen System – gleichzeitig die entsprechenden klinisch-chemischen Zustände. Das ist ungewohnt, beispielsweise wenn die kompensierte chronische respiratorische Acidose in der Stewart-Systematik als gleichzeitiges Vorliegen einer respiratorischen Acidose und einer hypochlorämischen Alkalose beschrieben wird, oder wenn bei der Konstellation Hyperchlorämie und Hypalbuminämie, die sich bis zur normalen Basenabweichung gegenseitig kompensieren können, im traditionellen System ein normaler Säure-Basen-Status festgestellt wird, während nach dem Stewart-Modell eine hyperchlorämische Acidose bei gleichzeitiger hypalbuminämischer Alkalose vorliegt.

Bei komplexen Säure-Basen-Störungen kann das Stewart-Konzept verdeckte Abweichungen erkennen, die mit dem traditionellen System nicht abgebildet werden.

Beispiel: Fortgeschrittenes Nierenversagen mit deutlicher Erhöhung der Retentionsparameter, aber im herkömmlichen System ohne Acidose (normale Basenabweichung). Die Stewart-Analyse ergibt eine Zunahme von SIG im Sinne einer renalen Acidose, aber zugleich Zunahme von SID durch hypochlorämische Alkalose und Abnahme von A_{tot} durch hypalbuminämische Alkalose, woraus sich durchaus therapeutische Ansätze ergeben können. Das Zusammenwirken dieser Einflüsse kann sich natürlich auch durch traditionelle Säure-Basen-Analytik, verbunden mit Elektrolytstatus, Phosphat- und Albuminbestimmung und sorgsamer Interpretation erschließen, wird aber im Stewart-Konzept besonders verdeutlicht.

Die Anwendung des Stewart-Konzepts mag sich als vorteilhaft erweisen bei der Aufklärung von komplexen Säure-Basen-Störungen (zwei oder mehr Störungen gleichzeitig) und bei komplizierten Problemen der Infusions- und Nierenersatztherapie. Es lenkt die Aufmerksamkeit auf Albumin und Phosphat, die in der traditionellen Säure-Basen-Diagnostik eine eher geringe Aufmerksamkeit erfahren.

Dem steht als Nachteil der für die Routearbeit beträchtliche analytische Aufwand gegenüber. Um die vereinfachte SID_a ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{Laktat}$) zu berechnen, braucht man bereits vier Messgrößen; die SIG-Berechnung erfordert gar 10 Parameter. Die Gefahr von Fehlberechnungen durch Addition analytischer oder präanalytischer Fehler liegt dabei auf der Hand. Hinzu kommt der hohe rechnerische Aufwand. Obwohl inzwischen einige rechnerische Vereinfachungen publiziert worden sind [Funk (2007), Story (2004)] wird daher das Stewart-Modell unter Intensivmedizinern noch immer kontrovers diskutiert. Es stellt weniger eine Alternative zum traditionellen Siggaard-Andersen-Konzept als vielmehr eine ergänzende diagnostische Maßnahme dar.

Literatur. Stewart, PA (1983) Modern quantitative acid-base chemistry. *Can J Physiol Pharmacol* 61:1444–1461

Figge J, Mydosh T, Fencel V (1992) Serum proteins and acid-base equilibria: a follow-up. *J Lab Clin Med* 120:713–719

Funk GC (2007) Das Säure-Basen-Modell nach Stewart. *Wien Klin Wochenschr* 119:390–403

Story DA, Morimatsu H, Bellomo R (2004) Strong ions, weak acids and base excess: a simplified Fencel-Stewart approach to clinical acid base disorders. *Br J Anaesth* 92:54–60

Säure-Basen-Stoffwechsel

O. MÜLLER-PLATHE

Englischer Begriff. acid-base balance

Definition. Der Säure-Basen-Stoffwechsel beschreibt die Einflüsse von Stoffwechsel-, Verteilungs- und Eliminationsvorgängen auf die Acidität des Bluts und anderer Körperflüssigkeiten, sowie die Modifikation dieser Einflüsse durch Pufferung und Kompensation. Dabei wird der Säure-Basen-Terminologie nach Brønstedt [J.N. Brønstedt (1879–1947), dänischer Chemiker] gefolgt, wonach eine Säure eine Substanz ist, die Wasserstoffionen freisetzen kann (Protonendonator) und eine Base dadurch gekennzeichnet ist, dass sie Wasserstoffionen aufnehmen kann (Protonenakzeptor).

i

Bedeutung

Für viele biochemische Prozesse und nervale Funktionen beim Menschen ist die Einhaltung des normalen pH-Werts $\sim 7,40$ im Plasma (Isohydrie) von vitaler Bedeutung. Abweichungen und Gefährdungen müssen daher frühzeitig erkannt und behandelt werden. Das gilt für die gesamte Intensivmedizin, für die Diabetologie, Nephrologie, Toxikologie und für die Überwachung besonderer Therapien wie Beatmung, Dialyse, Infusionstherapie und Medikation mit Hormonen und Diuretika.

Umsatz, Transport und Elimination

Zwei fortlaufend entstehende Metabolite wirken sich auf das Säure-Basen-Gleichgewicht aus.

- Kohlendioxid (CO_2): Bei mäßiger körperlicher Aktivität entstehen pro Minute etwa 350 mL CO_2 entsprechend einem Säureäquivalent von 17 mmol/min bzw. 2400 mmol/Tag, bei starker Belastung ein Vielfaches dieser Menge. CO_2 wird nur zu 10 % physikalisch gelöst im Plasma transportiert, 70 % werden in den Erythrozyten nach Hydratisierung durch Carboanhydratase in Form von HCO_3^- transportiert. Die dabei entstehenden H^+ werden durch das bei der Gewebspassage entstehende und basisch wirkende Deoxyhämoglobin gepuffert. Die restlichen 20 % lagern sich dem Hämoglobin reversibel als Carbaminverbindung an. Bei der Lungenpassage setzt das als Säure wirkende Oxyhämoglobin H^+ frei und alle Vorgänge laufen in umgekehrter Richtung ab. Das dabei erneut gebildete CO_2 wird durch die Lunge abgeatmet.

- Nichtflüchtige („fixe“) Säuren: Normale Mischkost führt zu einem Überschuss an fixen Säuren von 40–80 mmol/Tag, dessen H^+ durch die Nieren ausgeschieden werden. Die Säure stammt im Wesentlichen von schwefelhaltigen Aminosäuren tierischer Proteine sowie von Dihydrogenphosphat und organischen Phosphorverbindungen. Aus dem Intermediärstoffwechsel resultiert unter normalen Umständen keine zusätzliche Säurebelastung, wohl aber bei Störungen des Metabolismus, z. B. bei dekompensiertem Diabetes mellitus. Die Nieren können bei extremer Säurebelastung die Elimination bis auf etwa 400 mmol/Tag steigern. ► **Säureausscheidung, renale.**

Puffersysteme

Der Plasma-pH ist auf $7,40 \pm 0,04$ eingestellt (Isohydrie). Er wird durch Puffersysteme stabilisiert, die man unter funktionellen Aspekten unterteilen kann in den Bicarbonat-Kohlensäure-Puffer und die Gruppe der Nichtbicarbonatpuffer. Erst wenn die Pufferfähigkeit überschritten wird, tritt die Kompensation durch Lunge oder Niere in Aktion.

Bicarbonat-Kohlensäure-Puffer

Dieses System hat eine Gesamtkonzentration ($\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$) von 25,4 mmol/L, die sehr schnell variiert werden kann. H_2CO_3 und CO_2 stehen in einem Gleichgewicht, das mit einer Relation von etwa 700:1 stark in Richtung CO_2 verschoben ist. Der Wirkungsschwerpunkt liegt im Plasma und in der Extrazellulärflüssigkeit. Die Säurekomponente ist in Form von CO_2 über die Lungen rasch eliminierbar. In diesem „offenen System“ mit konstant gehaltenem $p\text{CO}_2$ beträgt die ► **Pufferkapazität** des Bicarbonatpuffers 57 mmol/l bei pH 7,40. Von der gesamten Pufferkapazität der Extrazellulärflüssigkeit einschließlich des Plasmas entfallen bei Belastung mit fixer Säure oder Base auf den Bicarbonatpuffer etwa 80 %.

Seine Funktionsweise wird durch die Henderson-Hasselbalch-Gleichung beschrieben (s. Formel 1 und 2).

$$\text{pH} = \text{pK}' + \lg \frac{c\text{HCO}_3^-}{\text{pCO}_2 \times \alpha} \quad (1)$$

$$\text{pH} = 6,105 + \lg \frac{c\text{HCO}_3^- (\text{mmol/L})}{\text{pCO}_2 (\text{mmHg}) \times 0,0307} \quad (2)$$

[pK' (negativer Exponent der scheinbaren Dissoziationskonstante) = 6,105; α (molarer Löslichkeitskoeffizient für CO_2 in Plasma) = 0,0307].

Bei pCO_2 von 40 mmHg ergibt sich im Nenner cH_2CO_3 von 1,2 mmol/L. Bei 24 mmol/L cHCO_3^- im Zähler entspricht das einem Komponentenverhältnis von 20:1, dessen dekadischer Logarithmus 1,3 beträgt und somit zu einem $\text{pH} = 7,40$ führt.

In der Henderson-Hasselbalch-Gleichung repräsentiert pCO_2 ausschließlich die respiratorische Seite, während cHCO_3^- überwiegend von nichtrespiratorischen („metabolischen“) Vorgängen bestimmt wird.

Nichtbicarbonatpuffer (NB-Puffer)

Im Gegensatz zum Bicarbonatpuffer sind die Konzentrationen der Nichtbicarbonatpuffer kurzfristig nicht variiert. Der Wirkungsschwerpunkt liegt in den Erythrozyten. Von der gesamten Pufferkapazität der Extrazellulärraumflüssigkeit und der Erythrozyten entfallen bei Belastung mit fixer Säure oder Base auf diese Puffergruppe etwa 20 %.

NB-Puffer in den Erythrozyten

- Hämoglobin. Als wichtigster NB-Puffer stellt es über 80 % der Pufferkapazität der Erythrozyten. Seine Pufferwirkung geht vorwiegend von den Imidazolgruppen einiger Histidine aus. Sowohl Oxihämoglobin ($\text{pK} = 6,95$) als auch Deoxyhämoglobin ($\text{pK} = 8,25$) wirken als Puffer. Bei der Oxygenierung (in der Lungenkapillare) wirkt Hb als H^+ -Donator, bei der Deoxygenierung (in der Gewebskapillare) als H^+ -Akzeptor

–> 2,3-Diphosphoglyzerat.

NB-Puffer im Plasma und der übrigen Extrazellulärraumflüssigkeit

- Plasmaproteine. Sie stellen bei einem pK um 7,3 etwa 95 % der Pufferkapazität des Plasmas. Auch hier sind überwiegend die Imidazolgruppen des Histidins für die Pufferwirkung verantwortlich
- Anorganisches Phosphat. Das System $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ mit einem $\text{pH} = 6,8$ spielt angesichts seiner niedrigen Konzentration im Plasma nur eine geringe Rolle. Es hat eine große Bedeutung als Puffersystem für die renale Säureausscheidung.

Interaktion der Puffersysteme

Die Pufferung bei respiratorischen Störungen wird ausschließlich von den NB-Puffern, also vorwiegend vom Hämoglobin geleistet. Zunahme von pCO_2 (Hyperkapnie) bewirkt folgende Reaktion:



Bei dieser Reaktion nimmt die Bicarbonatkonzentration auf Kosten des Hb-Puffers zu, ohne dass sich die Gesamtkonzentration der Pufferbasen ändert. Da sich das Bicarbonat jedoch auf den gesamten Extrazellulärraum verteilt, nimmt die Basenkonzentration und damit auch die auf das Blut bezogene **Basenabweichung** ab, wodurch eine zusätzliche metabolische Acidose vorgetauscht werden kann. Dem wird begegnet durch den Bezug der BA auf den Extrazellulärraum.

Säure-Basen-Störungen

Eine Acidose ist gekennzeichnet durch Zunahme an Säure oder Mangel an Base, eine Alkalose durch Zunahme von Base oder Mangel an Säure im Blut und im Extrazellulärraum.

Ist die Säure-Basen-Störung durch Veränderungen der pulmonalen CO_2 -Ausscheidung verursacht, nennt man sie respiratorisch, ist sie durch nichtrespiratorische Einflüsse hervorgerufen, wird sie als metabolisch bezeichnet. Somit resultieren vier Kategorien:

- Respiratorische Acidose (**Acidose, respiratorische**)
- Respiratorische Alkalose (**Alkalose, respiratorische**)
- Metabolische Acidose (**Acidose, metabolische**)
- Metabolische Alkalose (**Alkalose, metabolische**).

Kompensation von Säure-Basen-Störungen

Unter Kompensation versteht man die Abschwächung einer SB-Störung durch aktive Organleistungen mit dem Ziel, Abweichungen des pH möglichst klein zu halten, also dem Quotienten $\text{cHCO}_3^-/\text{cH}_2\text{CO}_3 = 20:1$ möglichst nahe zu bleiben. Deshalb werden

- Respiratorische Störungen „metabolisch“ kompensiert, durch renale Anpassung der Bicarbonatkonzentration. **Säureausscheidung, renale**
- Metabolische Störungen respiratorisch kompensiert, durch pulmonale Anpassung von pCO_2 .

Das Verhalten primär und kompensatorisch veränderter Messgrößen ist in **Abb. 1** schematisch dargestellt. Die starken Pfeile markieren die jeweiligen primären Veränderungen. Die schräg weisenden dünnen Pfeile kennzeichnen das Verhalten der kompensierenden Messgröße und des pH -Wertes. Die Richtung der Kreisbögen zeigt an, in welcher Richtung sich die Messgrößen mit fortschreitender Kompensation ändern.

Störung	Basenabweichung und Bicarbonat	pH	pCO_2
Metabolische Azidose	↓	↘	↘
Metabolische Alkalose	↑	↗	↗
Respiratorische Azidose	↘	↘	↑
Respiratorische Alkalose	↘	↘	↓

Säure-Basen-Stoffwechsel. Abb. 1. Orientierendes Schema zur Diagnostik von Säure-Basen-Störungen [aus: Müller-Plathe (1982)]

Das Diagramm **Abb. 2** dient der Diagnostik von Säure-Basen-Störungen. Der sich aus pCO_2 auf der Abszisse und cHCO_3^- auf der Ordinate ergebende Statuspunkt erlaubt die Einordnung als Normalstatus, als normal-kompensierte Störung innerhalb der unterlegten Felder oder als kombinierte bzw. dekompenzierte Störung außerhalb derselben. Liegt der Statuspunkt außerhalb, muss entschieden werden, ob

- die Störung so kurz besteht, dass noch keine vollständige Kompensation stattfinden konnte,
- die Funktion des kompensierenden Organsystems eingeschränkt ist,
- eine zweite Säure-Basen-Störung gleichzeitig vorliegt.

Literatur. Adrogué HE, Adrogué HJ (2001) Acid-Base Physiology. Respiratory Care 46:328–341

Müller-Plathe O (1982) Säure-Basen-Haushalt und Blutgase, 2. Aufl. Thieme, Stuttgart

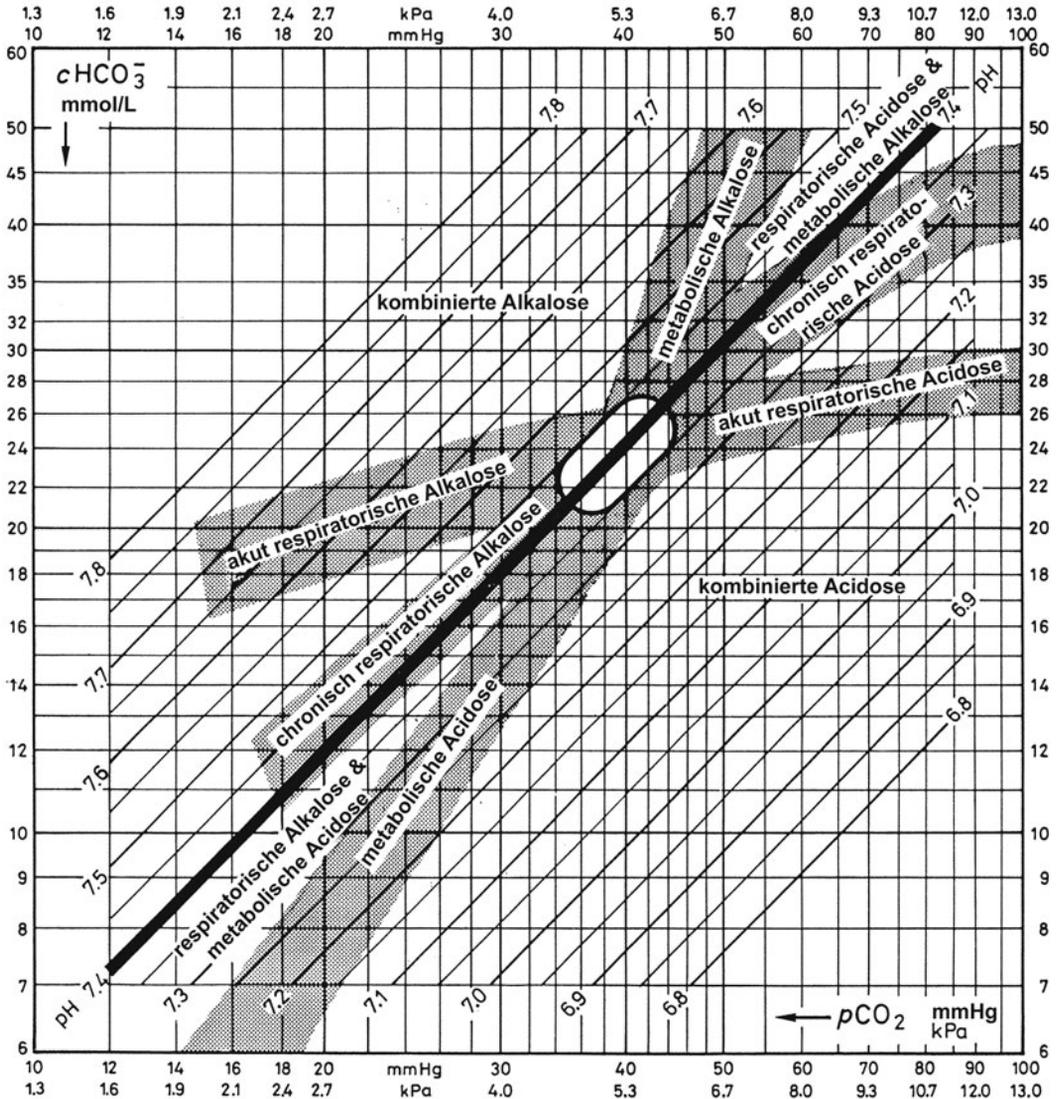
Säure-Basen-Störungen, Kompensation

–> Säure-Basen-Stoffwechsel

Säurebelastungstest

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). Ammoniumchlorid-Belastung



Säure-Basen-Stoffwechsel. Abb. 2. Diagnostik-Nomogramm für Säure-Basen-Störungen unter Berücksichtigung des Kompensationsgrades

Englischer Begriff. ammonium chloride loading test

Definition. Test zur Erkennung einer distalen renal-tubulären Acidose (RTA)



Durchführung

- Ausgangswert: pH im morgendlichen Urin nach nächtlicher Nahrungskarenz messen. Bei pH < 5,5 ist der Test nicht notwendig
- Orale Gabe von 0,1 g Ammoniumchlorid pro kg KG, in Portionen über eine Stunde verteilt
- pH-Messung in frischen stündlichen Urinproben über 8 h

Bewertung

Normalerweise fällt der pH nach 2-4 h in mindestens einer Probe auf Werte < 5,5. Bei distaler RTA bleiben die Werte deutlich darüber, meist > 6.

Ein Harnwegsinfekt durch NH₃ bildende Bakterien mit nachfolgender Alkalisierung des Urins macht den Test unzuverlässig und sollte zuvor beseitigt werden.

Kontraindikationen

Erkrankungen der Leber, globale Niereninsuffizienz

Literatur. Laski ME, Kurtzman NA (1989) Evaluation of Acid-Base Disorders from the Urine. In: Seldin DW, Giebisch G (eds) The Regulation of Acid-Base-Balance. Raven, New York

Säureelution

- ▶ Elution erythrozytärer Antikörper

Säurefestigkeit

- ▶ Ziehl-Neelsen-Färbung

Säure-Hämolyse-Test

H. BAUM

Synonym(e). Ham-Test

Englischer Begriff. acidified-serum lysis test; Ham-Test

Definition. Von Th. Ham 1937 beschriebener Test zum Nachweis einer komplementabhängigen Lyse der Erythrozyten im acidifizierten Serum zur Diagnostik der paroxysmalen nächtlichen Hämoglobinurie (PNH).

Die ▶ **Erythrozyten** von Patienten mit PNH, einer erworbenen klonalen Erkrankung der Hämatopoese, zeigen eine erhöhte Empfindlichkeit zur Lyse durch ▶ **Komplement**. Diese erhöhte Lysebereitschaft kann durch den Säure-Hämolyse-Test nachgewiesen werden. Dazu werden Patientenerthrozyten mit acidifiziertem (angesäuertem) Patienten- und Normalserum gemischt und das Ausmaß der Hämolyse photometrisch bestimmt. Durch die Zugabe von ▶ **Magnesium** im Testansatz kann die Empfindlichkeit gesteigert werden. Der Test wird nur noch selten angewandt, da durch die immunzytometrische Bestimmung des Defizits von CD55 und CD59 auf den Erythrozyten dieser Patienten eine sensitivere und einfacher durchführbare Methode zur Verfügung steht.

Literatur. Regan F, Newlands M, Bain BJ (2001) Acquired haemolytic anaemias. Paroxysmal nocturnal haemoglobinuria. In: Lewis SM, Bain BJ, Bates I (Hrsg) Practical Haematology. 9th edn. Churchill Livingstone, London, S 219–225

Säuren im Urin, organische

G.F. HOFFMANN, C.-D. LANGHANS, A. SCHULZE

Englischer Begriff. organic acids in urine

Definition. Die Bezeichnung „organische Säure“ ist ein Sammelbegriff, der Mono- und Dicarbonsäuren wie auch Keto- und Hydroxysäuren einschließt. Außerdem werden einige stickstoffhaltige Verbindungen wie ▶ **5-Oxoprolin** und ▶ **Hippursäure** dazu gezählt.

Nahezu alle Intermediärstoffwechselwege spiegeln sich im Urin in niedermolekularen, polaren Schlüsselmetaboliten. Die Untersuchung der sauren Urin-Komponenten liefert ein Profil der organischen Säuren, das qualitative bis semiquantitative Aussagen über die aktuelle Stoffwechselsituation zum Zeitpunkt der Probennahme zulässt. Ebenfalls miterfasst werden exogene Bestandteile aus besonderen Ernährungsformen sowie Medikamenten-Metabolite. Diese Komponenten können die Interpretation der endogenen Metabolite erschweren. Die Untersuchung der organischen Säuren erfordert zunächst eine Extraktion der sauren Komponenten durch ▶ **Flüssig-Flüssig-Extraktion** mit Ethylacetat oder Diethylether. Auch ▶ **Anionenaustausch** sowie ▶ **Adsorptionschromatographie** werden zur Aufreinigung eingesetzt.

Oxosäuren werden nach vorangegangener Umsetzung zu Oximen ebenfalls extrahiert. Die Gaschromatographie-Massenspektrometrie-Kopplung (▶ **GC-MS**) ist immer noch die Methode der Wahl zur weiteren Differenzierung der sauren Extrakte. Die Feinauftrennung der Organischen Säuren erfolgt als Trimethylsilyl(TMS)- oder Methyl-Derivate gaschromatographisch über Kapillarsäulen. Die Identifikation erfolgt über die ▶ **Retentionszeit** (als Retentionsindex) und durch die Aufnahme von Massenspektren mittels Quadrupol- oder Ion Trap-Massenspektrometern (▶ **Massenspektrometrie**). In den spezifischen Angaben zu den unter Kenngrößen aufgeführten Organischen Säuren ist der Retentionsindex der TMS-Derivate nach Pentafluorbenzylloximierung auf einer DB-5-Kapillarsäule (30 m × 0,25 mm) angegeben. Die Massenspektren können Software-seitig mit Datenbank-Einträgen verglichen werden. Einige Organische Säuren sind immer im Urin nachweisbar. Dominant sind z. B. Succinat, Citrat und Hippurat. In sehr geringer Konzentration treten auch ▶ **Methylmalonsäure**, ▶ **3-Hydroxyisovaleriansäure** und ▶ **2-Hydroxyglutarsäure** auf. Der pathologische Zustand einer Organoacidopathie zeigt sich dabei im Chromatogramm durch die Erhöhung eines dieser Metabolite.

Andere Stoffwechselerkrankungen wiederum führen zum Auftreten von Metaboliten, die normalerweise nicht im Urin vorkommen, wie z. B. ▶ **3-Hydroxyglutarsäure** bei der Glutaracidurie Typ I (▶ **Tab. 1**).

Säuren im Urin, organische. Tab. 1.

Organische Säure	Krankheit
2-Methyl-3-Hydroxybuttersäure	3-Ketothiolase-Mangel
2-Methylacetoacetat	3-Ketothiolase-Mangel
2-Hydroxy-3-Methylvaleriansäure	Ahornsirup-Erkrankung (MSUD)
2-Hydroxyglutarsäure	2-Hydroxyglutarazidurie, Glutarazidurie Typ II
2-Hydroxyisocaproensäure	Ahornsirup-Erkrankung (MSUD)
2-Hydroxyisovaleriansäure	Ahornsirup-Erkrankung (MSUD)
3-Hydroxypropionsäure	Propionazidurie
2-Oxo-3-Methylvaleriansäure	Ahornsirup-Erkrankung (MSUD)
2-Oxoadipinsäure	2-Oxoadipinazidurie
2-Oxoisocaproensäure	Ahornsirup-Erkrankung (MSUD)
2-Oxoisovaleriansäure	Ahornsirup-Erkrankung (MSUD)
3-Methylcrotonylglyzin	3-Methylcrotonyl-CoA-Carboxylase-, Biotinidase-, Holocarboxylase-Synthetase-Mangel
3-Methylglutaconsäure	3-Methylglutaconazidurien Typ I-IV
3-Methylglutarsäure	3-Methylglutaconazidurie Typ I
3-Hydroxy-3-Methylglutarsäure	3-HMG-CoA-Lyase-Mangel
3-Hydroxyglutarsäure	Glutarazidurie Typ I
3-Hydroxyisovaleriansäure	Isovalerianazidämie, 3-Methylcrotonyl-CoA-Carboxylase-, Biotinidase-, Holocarboxylase Synthetase-Mangel
4-Hydroxycyclohexylessigsäure	Hawkinsinurie
5-Oxoprolin	5-Oxoprolinurie (Glutathion-Synthese)
Adipinsäure	Fettsäureoxidationsdefekte, Glutarazidurie Typ II
Ethylmalonsäure	SCAD-Mangel, Glutarazidurie Typ II
Fumarsäure	Fumarazidurie, Mitochondriopathien
Glutarsäure	Glutarazidurien Typ I–III
Glycerinsäure	Glyzeratazidurie
Hexanoylglyzin	MCAD-Defekt
Homogentisinsäure	Alkaptonurie
Isovalerylglyzin	Isovalerianazidämie, 3-Methylcrotonyl-CoA-Carboxylase-, Biotinidase-, Holocarboxylase-Synthetase-Mangel
Methylcitrat	Methylmalonazidurien, Propionazidämie
Methylmalonsäure	Methylmalonazidurien, Vitamin-B12-Mangel
N-Acetylasparaginsäure	Morbus Canavan
Phenylpropionylglyzin	Mittelkettige-Acyl-CoA-Dehydrogenase-Mangel
Propionylglyzin	Propionazidämie
Sebacinsäure	Fettsäureoxidationsdefekte
Suberinsäure	Fettsäureoxidationsdefekte
Succinylaceton	Tyrosinämie Typ I
Tiglylglyzin	Propionazidämie, 3-Ketothiolase-Mangel

Literatur. Hoffmann GF, Feyh P (2003) Organic Acid Analysis. In: Blau N, Duran M, Blaskovics ME et al (eds) Physician's Guide to the Laboratory Diagnosis of Metabolic Diseases. 2nd edn. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S 27–44

Sayk-Sedimentierkammer für Liquorzellen

► Liquor-Sedimentierkammer nach Sayk

Scan

B. GÜSSREGEN

Englischer Begriff. scan

i Die kontinuierliche Aufzeichnung von Massenspektren über einen definierten Massenbereich wird in der ► **Massenspektrometrie** als Scan („full scan“) bezeichnet. Analog wird die kontinuierliche Aufzeichnung von UV-Spektren (► **UV/VIS-Spektrometrie**) in der HPLC mit UV-Detektion (► **Photo-Dioden-Array**) als Scan bezeichnet.

Scannen von Gelen

► Densitometrie

Scanner

► Densitometer; ► Dokumentscanner

SC-Antikörper

► Autoantikörper gegen Aminoacyl-tRNS-Synthetase

Scatter factor

► Hepatocyte growth factor

Scavenger-Rezeptor

K.J. LACKNER, D. PEETZ

Englischer Begriff. Scavenger receptor

Definition. Gruppe von zellulären Rezeptoren, die modifizierte Lipoproteine und Lipide binden und zu den sog. Pattern-recognition-Rezeptoren gezählt werden.

i Scavenger-Rezeptoren haben gemeinsam, dass sie modifizierte ► **Lipoproteine**, Lipide oder Zeldetritus binden können. In dieser Funktion werden sie zu den immunologisch relevanten Pattern-recognition-Rezeptoren gezählt, zu denen auch die Toll-like-Rezeptoren, Komplementrezeptoren, CD14 und andere gehören. Daneben gibt es auch einzelne Mitglieder der Scavenger-Rezeptoren, die normale Lipoproteine binden und eine Rolle im Lipidstoffwechsel spielen. Aufgrund ihrer Funktion als Rezeptoren für gestrandete und oxidativ oder anderweitig modifizierte LDL-Partikel sowie tierexperimenteller Daten wird vermutet, dass die Scavenger-Rezeptoren in die Pathogenese der Atherosklerose involviert sind. Drei Familien von Scavenger-Rezeptoren wurden beschrieben: Typ A, Typ B und Typ C. Die Scavenger-Rezeptoren des Typs A sind in die Aufnahme modifizierter LDL in ► **Makrophagen** involviert. Der Typ B ist daneben auch in die Interaktion von HDL mit Zellen involviert. Die Rezeptoren des Typs C sind bisher nur bei *Drosophila* beschrieben.

SCC, SCCA

► Squamous cell carcinoma antigen

S-CCK-Test

► Sekretin-Pankreozymin-Test

SCF

► Stem Cell Factor

Schätzer

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). Schätzung; Parameterschätzer; Parameterschätzung; Punktschätzer; Punktschätzung; Intervallschätzer; Intervallschätzung

Englischer Begriff. estimator; estimate

Definition. Ein Schätzer ist ein Näherungswert für einen unbekanntem ► **Parameter**

i Ein Schätzer für einen Parameter wird auf der Grundlage von Daten einer ► **Stichprobe** ermittelt und dient als Näherung für den unbekanntem Wert des Parameters in der ► **Grundgesamtheit**, aus der die Stichprobe stammt. Die Angabe eines Schätzwertes für einen unbekanntem Parameter der Verteilung (► **Verteilung, statistische**) in der Grundgesamtheit wird auch als Punktschätzer bezeichnet. Beispielsweise können Schätzer für den unbekanntem Mittelwert (► **Mittelwert, arithmetischer**), die ► **Varianz** oder auch den ► **Median** einer Grundgesamtheit berechnet werden. Die Bezeichnung „Schätzer“ schließt auch den Begriff des „Intervallschätzers“ mit ein, der die Bestimmung eines Vertrauensintervalls (► **Konfidenzintervall**) für den unbekanntem Wert des Parameters in der Grundgesamtheit beinhaltet.

Literatur. Hilgers R-D, Bauer P, Scheiber V (2002) Einführung in die Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Schätzung

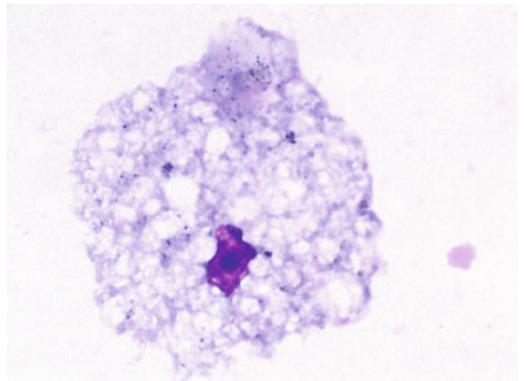
► Schätzer

Schaumzellen

H. BAUM

Englischer Begriff. foam cell

Definition. Lipidspeichernder Makrophage mit schaumig degeneriertem Zytoplasma (► **Abb. 1**)



Schaumzellen. **Abb. 1.** Schaumzelle in bronchoalveolärer Lavageflüssigkeit (630 × May-Giemsa-Grünwald-Färbung)

i Schaumzellen sind morphologisch gekennzeichnet durch ein weites Zytoplasma, das viele fetthaltige Vakuolen, die an Schaum erinnern, enthält. Sie sind eine besondere Ausprägung eines phagozytierenden ► **Makrophagen**. Ihre klinische Relevanz ist gering.

Literatur. Nerl C (1993) Monozyten-Makrophagen-System = MMS. In: Begemann H, Rastetter J (Hrsg) Klinische Hämatologie. 4. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S 87

Scherer, Johann Joseph von

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Lebensdaten. Deutscher Chemiker und Mediziner, geboren am

13. März 1814 in Aschaffenburg, gestorben am 17. Februar 1869 in Würzburg

Verdienste. Scherer studierte in Würzburg Medizin und in München Chemie und war Assistent bei Justus von Liebig in Gießen. Ab 1847 ordentlicher Professor für Organische Chemie und Leiter des klinisch-chemischen Laboratoriums am Julius-Hospital in Würzburg. Klinisch-chemische und pathologisch-chemische Arbeiten zur Analyse des Bluts in enger Verbindung mit der Klinik führten u. a. zur Entdeckung des ▶ **Hypoxanthins** und (Meso-)Inosits. Scherer gilt mit Johann Florian Heller (▶ **Heller, Johann Florian**) und Johann Franz Simon (▶ **Simon, Johann Franz**) als Begründer der ▶ **Klinischen Chemie** in Deutschland.

Literatur. Grund CR (2002) Der Würzburger Chemiker Johann Joseph von Scherer und die Begründung der Klinischen Chemie im 19. Jahrhundert. Shaker Verlag, Aachen

Schichtdicke

▶ Lambert-Beer Gesetz

Schießscheibenzelle

▶ Target-Zelle

Schilddrüsenhormon-Rezeptor β (THR β)-Genmutation

H.M. SCHULTE, J. JACOBETT

Synonym(e). THR β -Gen; Chromosom 3p24.1-p22; Refetoff-Syndrom; Familiäre Schilddrüsenhormonresistenz

Englischer Begriff. thyroid hormone receptor β (THR β); resistance to thyroid hormone

Definition. Gene map locus 3p24.3

Funktion und Pathophysiologie. Die Erkrankung ist bedingt durch eine Mutation der hormonbindenden Domäne im T3-Rezeptor- β -Gen. Der Defekt innerhalb des Gens führt zu einem verminderten Ansprechen des peripheren Gewebes auf Schilddrüsenhormone.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. EDTA-Blut

Analytik. DNA-Sequenzierung nach ▶ **Polymerase-Kettenreaktion**

Indikation.

- erhöhte T3- und T4-Werte bei erhöhter oder inadäquat normaler TSH-Konzentration
- Differenzialdiagnose vor thyreostatischer Therapie
- Hyperaktivität und Lernschwäche insbesondere bei Kindern
- Familienuntersuchungen

Interpretation. Die klinische Ausprägung der Manifestationen ist sehr variabel.

In 85 % der Fälle liegt eine Struma vor.

Darüber hinaus können sowohl Anzeichen einer Hypothyreose als auch einer Hyperthyreose vorliegen. Hyperaktivität und Aufmerksamkeitsdefizite werden bei ca. 50 % der betroffenen Erwachsenen und bei 70 % der betroffenen Kinder beschrieben.

Aufgrund der erhöhten Schilddrüsenhormonkonzentrationen im Serum wird etwa ein Drittel der Patienten irrtümlicherweise thyreostatisch behandelt und somit iatrogen eine hypothyreote Stoffwechsellage herbeigeführt. Wegen der sich meist entwickelnden Struma sind viele Patienten bereits subtotal oder total thyreidektomiert.

Diagnostische Wertigkeit. Die Erkrankung wird autosomal dominant vererbt (selten autosomal-rezessiv) und tritt mit einer Häufigkeit von etwa 1:50.000 in der Bevölkerung auf. Bisher wurde die familiäre Schilddrüsenhormonresistenz bereits in mehr als 600 Fällen beschrieben, wobei es sich in etwa 13 % um Neumutationen handelt.

Literatur. Rohrer T, Gassmann K, Pohlentz J, Dorr HG (2002) Resistance to thyroid hormone – goiter and attention deficit-hyper-

activity disorder as main manifestation. Dtsch Med Wochenschr 127(23):1250–1252

Usala SJ, Tennyson GE, Bale AE, Lash RW, Gesundheit N, Wondisford FE, Accili D, Hauser P, Weintraub BD (1990) A base mutation of the C-erbA beta thyroid hormone receptor in a kindred with generalized thyroid hormone resistance. Molecular heterogeneity in two other kindreds. J Clin Invest 85(1):93–100

Schilddrüsenperoxidase

▶ Thyreoperoxidase

Schilling, Viktor

H. BAUM

Lebensdaten. Deutscher Mediziner, geboren am 28. August 1883 in Torgau, gestorben am 30. Mai 1960 in Rostock

Verdienste. Internist und Hämatologe; arbeitete 1910–1913 im Hamburger Tropeninstitut und im ersten Weltkrieg als Hygieniker bei der Armee, ab 1919 als Internist in der Charité in Berlin. Sein Hauptinteresse galt der Hämatologie und hier insbesondere des Einsatzes der morphologischen Differenzierung zur Erkennung von Erkrankungen (▶ **Hämogramm nach Schilling**, ▶ **Zählkammer**).

Schilling-Kammer

▶ Zählkammer; ▶ Erythrozytenzählung; ▶ Leukozytenzählung

Schilling-Test

▶ Vitamin-B12-Resorptionstest

Schistozyten

▶ Fragmentozyt; ▶ Helmzellen

Schizont

H. BAUM

Synonym(e). Meront

Englischer Begriff. schizont

Definition. Ungeschlechtliche Teilungsform der Sporozoen mit mehreren Zellkernen (▶ **Abb. 1**).



Schizont. Abb. 1. Intraerythrozytärer Schizont bei Malaria quartana (1000 \times May-Giemsa-Grünwald-Färbung)

i Der Schizont ist die ungeschlechtliche Teilungsform von Sporozoen (z. B. der ▶ **Plasmodien** oder Toxoplasmen) im Zwischenwirt. Der Schizont besitzt mehrere Zellkerne. Nach dem Zerfall des mehrkernigen Schizonten werden einkernige Merozoiten freigesetzt, die wiederum neue Zellen befallen oder aber sich zu Gametozysten, den geschlechtlichen Formen differenzieren.

Literatur. Seitz HM, Maier W (1994) Parasitologie – Sporozoen. In:

Brandis H, Köhler W, Eggers HJ et al (Hrsg) Lehrbuch der Medizinischen Mikrobiologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, S 654–667

Schizocyten

► Fragmentozyt

Schlafmohn

► Mohn

Schlesinger-Probe

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Urobilin- und Sterkobilinnachweis nach Schlesinger

Englischer Begriff. Schlesinger's test

Definition. Heute obsolet, qualitativer Nachweis von Urobilin und Sterkobilin in Urin oder Faeces

i ► **Urobilin** und ► **Sterkobilin** geben mit 10-%iger alkoholischer Zinkacetatlösung (Schlesinger-Reagenz) ein grün fluoreszierendes Zinksalz, das besonders bei Betrachtung gegen einen dunklen Hintergrund deutlich wird. Interferierendes ► **Bilirubin** (Grünfärbung) sollte erst ausgefällt werden. Störungen durch fluoreszierende Medikamente (z. B. Riboflavin). Nachweisverfahren heute nicht mehr im Gebrauch.

Literatur. Hallmann L (1980) Klinische Chemie und Mikroskopie. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York

Schließende Statistik

► Induktive Statistik

Schlussbericht

► Abschlussbericht

Schmelzkurve

R. WEISKIRCHEN

Definition. Charakteristische Kurve, die man erhält, wenn man doppelsträngige ► **Nukleinsäuren** langsam erhitzt und den Anteil einzel- und doppelsträngiger Nukleinsäuren gegen die Temperatur aufträgt. Den Übergang von Doppelstrang- in den Einzelstrang nennt man Aufschmelzen.

Schmidt-Probe

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Urobilinnachweis nach Schmidt

Englischer Begriff. Schmidt's test

Definition. Heute obsolet, qualitativer Nachweis von Urobilin im Faeces.

i ► **Urobilin** reagiert mit Quecksilber-(II)-Chlorid unter Bildung von intensiv rotem Quecksilberurobin. ► **Bilirubin** ergibt eine Grünfärbung, die nach etwa 15–30 min auftritt (► **Biliverdin**bildung). Als Untersuchungsmaterial dient ein etwa haselnussgroßes Aliquot des frischen Faeces, der im Mörser mit Quecksilber-(II)-Chlorid-Lösung verrieben und mehrere Stunden zugedeckt inkubiert wird.

Literatur. Hallmann L (1980) Klinische Chemie und Mikroskopie. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York

Schmidt-Quotient

► Transaminasen-GLDH-Quotient

Schnee

T. ARNDT

Definition. Straßenname/Deckname für Kokain (► **Straßennamen** von Drogen: Kokain).

Schnelltest für Bilirubin im Liquor (CSF)

► Liquor-Bilirubin-Teststreifen-Test

Schnelltests im Urin

► Urinteststreifen

Schnepfer zur Blutentnahme

► Blutentnahme

Schnitger und Gross Methode

► Koagulometer

Schnittstelle

O. COLHOUN

Englischer Begriff. interface

Definition. Berührungspunkt von EDV-Einheiten, die miteinander kommunizieren

i Über eine Hardware-Schnittstelle wird z. B. ein Analysegerät an die ► **Labor-EDV** angeschlossen, um die Datenübertragung zu ermöglichen. Aufbau und Belegung von Hardware-Schnittstellen sind genormt. Verbundene PC-Hardware-Schnittstellen sind die parallele Centronics- und die serielle RS-232-Schnittstelle, PS/2-Anschlüsse sowie die Peripheriebusanschlüsse (USB, SCSI). Software-Schnittstellen dienen dem Datenaustausch von Anwendungen untereinander bzw. mit dem Betriebssystem. Hierzu gehört etwa die Normierung und Anpassung bzw. Übersetzung der Datenströme von der Labor-EDV zum Analysegerät und retour oder die Datenübertragung vom Labor-EDV-System zum ► **KIS**.

Schnittstellenwandler

► Adapter

Schnüffelstoffe

W.-R. KÜLPMANN

Englischer Begriff. chemicals for inhalant abuse

Definition. Leichtflüchtige organische Lösungsmittel oder Gase, die zur Erzeugung von Rauschzuständen eingeatmet werden

Bewertung. Beim „Schnüffeln“ werden leicht zugängliche, billige Produkte des privaten Konsums verwendet, z. B. Klebstoffe, Klebstoffverdüner, Fahrradschlauchkleber, Farb- und Lackverdüner, Nagellack und -entferner, Feuerzeuggas, Propangas (Campingkocher), Sprays, Benzin. Die Produkte enthalten in der Regel eine Mischung verschiedener Bestandteile wie *n*-Hexan, Cyclohexan, Benzol, Chlorkohlenwasserstoffe (z. B. Chloroform), Alkohole, Ester (z. B. Ethylacetat), Ether (z. B. Diethylether) organische Nitrite (z. B. Isoamylnitrit). Zum Nachweis wird u. a. die gaschromatographische ► **Dampfraumanalyse** eingesetzt.

Literatur. Gibitz HJ (2009) Inhalant abuse. In: Külpmann WR (ed) Clinical toxicological analysis. Wiley-VCH, Weinheim, pp 533–555

Schrader-Formel

► Organophosphate

Schrankenfunktionsstörung

► Blut-Liquor-Schranken, Funktionsteste

Schraubverschluss

► Verschlusskappe

Schrotschuss-Sequenzierung

► Schrotschussverfahren; ► Shotgun-Sequenzierung

Schrotschussverfahren

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Schrotschuss-Sequenzierung

Englischer Begriff. shot gun sequencing

Definition. Verfahren, bei dem ein gesamtes ► **Genom** durch enzymatische Behandlung oder physikalische Prozesse in kleine Bruchstücke zerlegt und sequenziert wird.

i Diese Fragmente werden dann einzeln sequenziert und anhand überlappender Bereiche zusammengesetzt. Bei den meisten Genomprojekten wird ein „geschachteltes Schrotschussverfahren“ angewandt. Dabei wird das Genom zunächst in größere Bruchstücke aufgespalten, die Marker aufweisen und deren Lage somit eindeutig zugeordnet werden kann.

Schüffner-Tüpfelung

H. BAUM

Englischer Begriff. Schüffner's dots; granules

Definition. Leicht rötliche Punktierung der Erythrozyten bei einer Infektion mit Plasmodien

i Die Schüffner-Tüpfelung (W. Schüffner, 1867–1949, Tropenarzt) ist ein nicht immer nachweisbares Begleitphänomen bei der Infektion der ► **Erythrozyten** mit den Malariaerregern *Plasmodium vivax* und *P. ovale* (► **Plasmodien**). Es handelt sich dabei um Ablagerungen von Hämозoin, der nicht-toxischen, hochmolekularen, parasitären Speicherform des nicht abgebauten, toxischen Häms aus dem Wirtzell-Hämoglobins in den befallenen Erythrozyten. Aber auch bei einer Infektion mit *Plasmodium falciparum* und *P. malariae* können der Schüffner-Tüpfelung analoge Hämозoinablagerungen gefunden werden.

Literatur. Bench Aids for the Diagnosis of Malaria, Plates No 1–8. World Health Organization

Schütteltest

► Röhrchentest

Schuller-Sagar-IgG-Formel

► Immunglobulinbestimmung, intrathekal rechnerisch

Schutzbehälter

► Nadelschutzkappen

Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien

R. WEISKIRCHEN

Definition. Vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung herausgegebene Vorgaben, in der sicherheitstechnische, arbeitsmedizinische, hygienische sowie arbeitswissenschaftliche Anforderungen für Arbeitsräume festgelegt werden, in denen Tätigkeiten mit biologi-

schen Arbeitsstoffen zu Forschungs-, Entwicklungs-, Lehr- oder Untersuchungszwecken z. B. in der Human-, Veterinärmedizin, Biologie, Biotechnologie, bei der Erzeugung von Biologika, der Umweltanalytik und der ► **Qualitätssicherung** durchgeführt werden.

i Die erforderlichen Schutzmaßnahmen für gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien sind in den sog. Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA) geregelt, die im Bundesarbeitsblatt bekannt gegeben werden. Sie werden vom Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS) aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst. Die sog. TRBA 100 in der Fassung vom April 2007 z. B. legt u. a. die baulichen, technischen und organisatorischen Mindestanforderungen an die biologische Sicherheit in Laboratorien für vier Schutzstufen fest, die für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen verschiedener Risikogruppen erforderlich sind. Humane Probenmaterialien (Körperflüssigkeiten, Gewebe, Zellkulturen, etc.) deren Infektionsstatus nicht weiter charakterisiert ist, sind als potentiell infektiös anzusehen, entsprechende Tätigkeiten werden deswegen im Allgemeinen unter den Bedingungen der Schutzstufe 2 durchgeführt. Ist der Infektionsstatus des Probenmaterials bekannt und liegt eine Infektion mit HIV, HBV, HCV oder sonstigen durch Blut übertragbaren Hepatitisserregern vor, so ist zu prüfen, ob in Abhängigkeit vom Expositionsrisiko bei den zu verrichtenden Tätigkeiten eine mit gezielten Tätigkeiten der Schutzstufe 3 vergleichbare Gefährdung vorliegt. Die Anforderungen sollen mögliche Gefährdung für Beschäftigte durch infektiöse, sensibilisierende oder toxische Wirkungen von biologischen Arbeitsstoffen auf ein Minimum reduzieren. Die Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien sind abzugrenzen von dem Gentechnikgesetz, in dem der Umgang und die Erzeugung von ► **gentechnisch veränderten Organismen** geregelt ist. Eine frühere L-Klassifizierung von Labors, in denen biologische Agenzien bearbeitet oder erzeugt werden, ist heute obsolet.

Literatur. http://www.umwelt-online.de/recht/t_regeln/trba/trba100/100.htm

Schuurs, Anton

► Engvall, Eva

Schwangerschaftsassoziertes Plasmaprotein A

► Pregnancy-associated-Plasmaprotein A

Schwangerschaftsdiagnostik

► Pränataltest; ► Schwangerschaftstest im Urin

Schwangerschaftshormon

► Relaxin

Schwangerschaftstest im Urin

W.G. GUDER

Synonym(e). Choriongonadotropintest im Urin; hCG-Test

Englischer Begriff. gravidity test in urine; human chorionic gonadotropine test in urine

Definition. Verfahren zum Nachweis von humanem ► **Choriongonadotropin** > 10 IE/L

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Humanes ► **Choriongonadotropin** ist ein Glykoproteohomon mit einer Molmasse von 36–40 kDa, das wie die hypophysären Gonadotropine aus zwei Untereinheiten aufgebaut ist, von denen die α-Einheit der des Lutropins (► **Luteinisierendes Hormon**) gleich ist und die β-Kette spezifisch für CG ist. Es wird in den Synzytiotrophoblasten der Plazenta gebildet und in das mütterliche Blut abgegeben. Dort wird es in der freien Form in den Primärharn filtriert, bei der Rückresorption abgebaut und nicht resorbiertes Hormon im Urin ausgeschieden, wo es ab der ersten Woche nach Konzeption nachweisbar wird.

Funktion und Pathophysiologie. ▶ Choriongonadotropin, humanes

Analytik. ▶ Choriongonadotropin, humanes

Konventionelle Einheit. qualitativ als + oder –

Referenzbereich — Frauen. Negativ, ab 2. Woche nach Empfängnis positiv. Quantitative Werte im Plasma ▶ Choriongonadotropin, humanes

Indikation. ▶ Choriongonadotropin, humanes

Interpretation. ▶ Choriongonadotropin, humanes

Diagnostische Wertigkeit. ▶ Choriongonadotropin, humanes

Literatur. Stieber P, Schalhorn A (2009) Malignes Wachstum. In: Gu-der WG, Nolte J (Hrsg) Das Laborbuch in Klinik und Praxis, 2. Aufl. Elsevier, Urban und Fischer, München

Schwangerschaftstest mit dem Bitterling

▶ Bitterlings-Test zum Nachweis einer Schwangerschaft

Schwangerschaftstest mit der Maus

▶ Schwangerschaftstest nach Aschheim und Zondek

Schwangerschaftstest nach Aschheim und Zondek

T. ARNDT

Synonym(e). Aschheim-Zondek-Schwangerschaftstest

Englischer Begriff. Aschheim-Zondek pregnancy reaction; Aschheim-Zondek reaction

Definition. Heute obsoletter biologischer Test zum Nachweis einer Schwangerschaft unter Einsatz von Mäusen

❗ Nach den Gynäkologen Selmar Aschheim (1878–1965) und Bernhard Zondek (1891–1966) benanntes, früher häufig verwendetes Verfahren zur Schwangerschaftsfrüherkennung. Infantilen weiblichen Mäusen wird subkutan Schwangerenarn injiziert. Wachstum der Ovarien und Ovulation nach 4–5 Tagen zeigten eine Schwangerschaft an. Die Genauigkeit der Vorhersage lag bei 98 %. Im Vergleich zum ▶ Bitterlings-Test war der Maus-Test also zuverlässiger. Die längere Ansprechzeit und die Notwendigkeit der Tötung der Versuchstiere waren Nachteile der Methode.

Varianten des Tests unter Verwendung anderer Tierespecies wie Krallenfrosch (6 h Ansprechzeit), männlichen Fröschen (Aufreten von spermhaltigem Urin 2–4 h nach Harninjektion) und der Deutschen Kröte (*Bufo vulgaris*, zur Ablösung von Krallenfroschimporten) mit Vermeidung der Obduktion waren Entwicklungsstufen auf dem Weg zum heutigen Schwangerschaftstest mit der spezifischen Bestimmung von ▶ Choriongonadotropin (HCG) im Schwangerenarn.

Anmerkung: Vor 3000 Jahren sollen die Ägypter am beschleunigten Keimen/Wachstum von mit Schwangerenarn begossenem Getreide (Weizen, Gerste) mit 75 % Treffsicherheit eine Schwangerschaftsfrühdia- gnose erreicht haben.

Literatur. Aschheim S, Zondek B (1928) Die Schwangerschaftsdiag- nose aus dem Harn durch Nachweis des Hypophysenvorderlappen- hormons. Klin Wochenschrift 7:1404–1411,1453–1457

Schwangerschaftstest nach Glaser und Haempel

▶ Bitterlings-Test zum Nachweis einer Schwangerschaft

Schwartz-Formel

W.G. GUDER

Englischer Begriff. calculation of creatinine according to Schwartz; Schwartz formula

Definition. Formel zur Berechnung der Kreatinin-Clearance bei Kin- dern.

❗ Da ▶ Kreatinin im Serum/Plasma während der kindlichen Ent- wicklung seine Konzentration verändert und Mädchen niedrigere Werte wie Jungen aufweisen, schlugen Schwartz et al. im Jahr 1976 folgende Formel vor, um die glomeruläre Clearance altersabhängig zu ermitteln:

— Neugeborene bis 1 Jahr:

$$\text{GFR} = 0,43 \times \frac{\text{Körperlänge (cm)}}{\text{Kreatinin (mg/dL)}}$$

— Kinder ab dem 1. Lebensjahr:

$$\text{GFR} = 0,55 \times \frac{\text{Körperlänge (cm)}}{\text{Kreatinin (mg/dL)}}$$

Bei auf Referenzmethode (▶ Referenzmethodenwert) bezogener Analy- tik von Kreatinin ist die Formel nicht mehr gültig, da sie 35–120 % höhere Clearance-Werte liefert (teils durch Sekretion, teils durch Wegfall der ▶ Pseudokreatinine). Daher wird empfohlen, bei Kindern ▶ Cystatin C als Marker zu verwenden.

Literatur. Delanghe JR (2008) How to establish glomerular filtration rate in children. Scand J Clin Lab Invest 68: Suppl 241:46–51
Schwartz GJ, Haycock GB, Edelmann CM, Spitzer A (1976) A simple estimate of glomerular filtration rate in children derived from body length and plasma creatinine. Pediatrics 58:259–263

Schwartz-Watson-Test

J. FRANK

Synonym(e). Modifizierte Reaktion nach Ehrlich; Watson-Schwartz- Test

Englischer Begriff. Schwartz-Watson test

Definition. Qualitativer Schnelltest/Screeningtest zur Bestimmung der Porphobilinogen-Konzentration im Urin.

Durchführung. 3–5 Tropfen Urin mit 2–3 ml frischem Ehrlich-Re- agenz (▶ Ehrlich, Paul) versetzen und kräftig mischen. Rotfärbung weist auf positives Testergebnis hin. Nach Ausschütteln mit Chloro- form unveränderte Farbe der wässrigen Phase.

Funktion und Pathophysiologie. Bei akuter Porphyrie-Attacke ist die Konzentration des Porphyrin-Vorläufers ▶ Porphobilinogen auf das 20–50fache des Normalwertes erhöht.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. 20 mL Urin, ent- weder aus dem 24-h-Sammelurin oder Spontanurin (letzteres beson- ders wertvoll unter akuter Symptomatik, dann 2–3 h nach Beginn der Beschwerden auffangen). Urin kühl und lichtgeschützt lagern.

Analytik. Qualitative Analytik auf der Basis eines Farbumschlags.

Referenzbereich — Erwachsene. Porphobilinogen nicht nachweis- bar.

Referenzbereich — Kinder. Porphobilinogen nicht nachweisbar.

Indikation. Nachweis des Porphyrinvorläufers Porphobilinogen bei Verdacht auf akute Porphyrie-Attacke.

Kontraindikation(en). Keine.

Interpretation. Bei positivem Testergebnis in Zusammenhang mit charakteristischen klinischen Symptomen ist der Verdacht auf eine akute Porphyrie/akute Porphyrie-Attacke gegeben.

Diagnostische Wertigkeit. Nur als qualitativen Schnelltest/preliminä- ren Screeningtest einsetzen. Im Anschluss stets differenzierte Porpho- bilinogen- und Porphyrinanalyse veranlassen.

Literatur. Pierach CA, Cardinal R, Bossenmaier I, Watson CJ (1977)

Comparison of the Hoesch and the Watson-Schwartz Tests for Urinary Porphobilinogen. Clin Chem 23:1666–1668

Schwefelsäure-Aufschluss

► Veraschung

Schweiß

T. ARNDT

Synonym(e). Sudor

Englischer Begriff. sweat

Definition. Von den Schweißdrüsen der Haut zu 99 % aus Wasser mit geringen Anteilen an NaCl, ► **Harnstoff**, flüchtigen ► **Fettsäuren**, ► **Cholesterin** und einem pH von ~4,5 produziertes Sekret.

i Die ► **Schweißanalytik** hat im klinisch-chemischen Labor eine untergeordnete Bedeutung, eine wichtige Ausnahme ist die Chloridbestimmung zur Diagnose einer zystischen Fibrose. Im toxikologischen Labor gewinnen Drogenuntersuchungen aus Schweiß an Bedeutung.

Literatur. Reuter P (2004) Springer Lexikon Medizin. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Schweißanalytik

T. ARNDT

Englischer Begriff. sweat analysis

Definition. Qualitative und quantitative Analysen von Schweiß.

i Schweißanalytik beschränkt sich im Wesentlichen auf die qualitative oder quantitative Chlorid-Analyse (zu Referenzwerten ► **Chlorid**).

Im **Finger-Schweißtest** (nach Shwachman und Gahm) wird die Hand des Patienten 20–30 min auf eine Sibernitrat- und Kaliumbicarbonathaltige ► **Agarplatte** gelegt. Bei pathologisch erhöhtem Chloridgehalt des Schweißes zeigt sich an den Druckstellen ein deutlicher gelb-grüner Silberchlorid-Niederschlag.

Im **Pilocarpin-Ion(t)ophorese-Test** (nach Ritter) wird die Schweißsekretion durch elektrische Reize mittels Metallelektroden auf der Haut und gleichzeitiges Befeuchten mit 2-%iger Pilocarpiniumnitrat-Lösung (Pilocarpinlösung) angeregt. Der Schweiß wird gesammelt, gewogen, verdünnt und anschließend einer titrimetrischen (► **Titration**), flammenphotometrischen (► **Flammenemissionsspektrometrie**) oder coulometrischen (► **Coulometrie**) Analyse unterzogen.

Eine Variation dieses Verfahrens (**Schweißtest**) setzt Metallelektroden an der volaren Seite des Unterarms und einen unter der Anode fixierten, mit 20 mmol/L Pilocarpinlösung getränkten, Zellstoffpuffer zur Schweißstimulation ein. Nach 10 min Stromfluss bei 2 mA werden die Elektroden entfernt, die Hautpartie gereinigt und eine Zelluloseacetatfolie mit Polyethylenfolienabdeckung gegen Verdunstung aufgelegt. Nach 30–60 min wird über elektrische Leitfähigkeitsmessung und entsprechende Kalibrationsfunktionen die Natriumchlorid-Konzentration im Schweiß ermittelt.

Der **Ninhydrin-Schweißtest** (nach Moberg) mit Schweißsammlung auf Schreibmaschinenpapier durch ca. 10-minütiges Auflegen der zu untersuchenden Körperstelle, zweimaliges Befeuchten des Papiers mit 1-%iger Ninhydrinlösung in Aceton (mit wenigen Tropfen Eisessig) und Trocknung in Heißluft, dient der qualitativen Beurteilung der Schweißsekretion einzelner Hautgebiete. Schweißhaltige Papierstellen färben sich lila, anhidrotische Stellen bleiben weiß.

Neben der Chlorid-Bestimmung gewinnt das ► **Drogenscreening** im Schweiß an Bedeutung, da es eine nicht-invasive und für Patient und Prüfpersonal weniger peinliche Probenabgabe ermöglicht. Einzelheiten unter ► **Wischtests** zum Drogennachweis.

Literatur. Hallmann L (1980) Klinische Chemie und Mikroskopie. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
Keil E, Fiedler H (2000) Klinische Chemie systematisch. UNI-MED Verlag, Bremen

Schweißgewinnung

T. ARNDT

Englischer Begriff. sweat sampling

Definition. Aufgrund der geringen Schweißsekretion je Hautsegment und der daraus resultierenden geringen Probenvolumina schwieriger präanalytischer Teilschritt der Schweißanalytik

i Neben der früher üblichen Schweißsammlung mit Filterpapier oder Agargel (► **Schweißanalytik**) erfolgen Schweißsammlung und Analyse heute zumeist in einem geschlossenen System. Moderne Armmanschetten oder spezielle, auf die Haut applizierbare, Filterscheiben mit Kapillarsystem gewährleisten heute eine weitgehend fehlerfreie Schweißsammlung und bei bestimmten Systemen eine simultane und kontinuierliche Durchfluss-Leitfähigkeitsbestimmung. Die Schweißgewinnung bei Neugeborenen, dem wichtigsten Patientenkollektiv für Untersuchungen zur Zystischen Fibrose, gestaltet(e) sich besonders schwierig. Das Nanoduct®-System der Firma Wescor erlaubt jetzt Schweißanalysen schon in den ersten Lebenstagen. Das Gerät vereinigt die klassische Methode der Pilocarpin-Ion(t)ophorese (► **Schweißanalytik**) mit verbesserter Pilocarpin-Applikation und direkter Durchfluss-Leitfähigkeitsmessung aus nativem Schweiß. Fehler durch die unter Stimulation anfänglich stets erhöhte Schweißproduktion und damit Verdünnungseffekte werden durch Ermittlung eines Leitfähigkeitsmittelwertes über die Messzeit eliminiert. Das System ermöglicht eine Schweißanalyse am Krankenbett aus 3 µL Schweiß innerhalb weniger Minuten, d. h. ohne Einschaltung eines Labors.

Literatur. Weissman N, Pileggi VJ (1974) Inorganic ions. In: Henry RJ, Cannon DC, Winkelman JW (eds) Clinical Chemistry – Principles and Technics. Harper & Row, Hagerstown
www.wescor.com

Schwellenwert

► **Cut-off-Wert**

Schwellenwert der ROC

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). Cut-off-Wert der ROC

Englischer Begriff. cut-off value; cut-off

Definition. Der Schwellenwert der ROC ist ein Wert zur Klassifizierung von quantitativen Messergebnissen einer ► **Stichprobe** in diagnostisch positive bzw. negative Fälle.

i Um zu einer Klassifizierung der Messergebnisse eines diagnostischen Testverfahrens (► **Test, diagnostischer**) in positiv, für nicht normale Werte, und negativ, für normale Werte, zu gelangen, wird der Wertebereich dichotomisiert. Dazu wird ein Schwellenwert gewählt, anhand dessen der Messbereich in zwei nicht überlappende Bereiche (positives/negatives Testresultat) geteilt wird.

Im Rahmen diagnostischer Testverfahren besteht eines der Ziele der ROC-Analyse darin, einen geeigneten Schwellenwert zu ermitteln. Aufgrund der Eigenschaften der ► **ROC-Kurve** empfiehlt sich vor allem ein Wert nahe der linken oberen Ecke der grafischen Darstellung. Sollten nicht klinische oder praktische Gründe für einen bestimmten Schwellenwert sprechen, etwa ein Schwellenwert mit einer geringen falsch-positiv oder falsch-negativ Rate, so könnte man auch alternativ den Ausdruck [Sensitivität – m × (1 – Spezifität)] maximieren. Ist m = 1, so maximiert man lediglich die Summe aus Sensitivität (► **Sensitivität, diagnostische**) und Spezifität (► **Spezifität, diagnostische**). Dies entspricht der Minimierung der Wahrscheinlichkeiten möglicher Fehlentscheidungen, was in der Praxis nicht notwendigerweise die einzig zu bevorzugende Strategie darstellt. Bei der Wahl von m können daher auch Kostenargumente für Falschentscheidungen und ► **A-priori-Wahrscheinlichkeiten** Berücksichtigung finden.

Literatur. Hilgers R-D, Bauer P, Scheiber V (2002) Einführung in die Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Zweig MH, Campbell G (1993) Receiver-operating characteristic (ROC) Plots: A fundamental evaluation tool in clinical medicine. *Clin Chem* 39:561–577

Schweres-akutes-respiratorisches-Syndrom-Corona-Viruses

► SARS-Corona-Viren

Schwerketten

H. RENZ, B. GIERTEN

Synonym(e). H-Kette

Englischer Begriff. heavy chain

Definition. Schwere Ketten der Immunglobuline (Ig), die die Ig-Klasse definieren. Nachgewiesen sind 5 Formen mit teilweise mehreren Subtypen: μ -Kette für IgM, γ -Kette mit 4 Subtypen für IgG, α -Kette mit 2 Subtypen für IgA, δ -Kette für IgD, ϵ -Kette für IgE.

i Schwerketten haben eine Molmasse zwischen 51 und 71 kDa. Anhand des konstanten C-terminalen Teils werden die Immunglobulinklassen definiert. Er enthält drei wichtige Domänen (CH1-3). CH1 und CH2 bilden die Hinge-Region, die die Molekülform in Lösung von T nach Y zur Antigenbindung verändert. Das Komplementprotein C1q bindet an der CH1-Domäne. Die CH3-Domäne vermittelt die Bindung an zelluläre Fc-Rezeptoren. Die bei zellständigen ► **Immunglobulinen** nachweisbare vierte Domäne (CH4) enthält die Transmembran-Komponente.

Der variable N-terminale Teil, ist analog dem der Leichtketten an der Bildung der Antigentasche beteiligt und wird in ähnlicher Weise genetisch variiert.

Schwermetalle

► Spurenelemente

Scienna-Blutgruppensystem

K. KLEESIEK, J. DIEKMANN, J. DREIER, CHR. GÖTTING, M. SCHMIDT

Synonym(e). Sc, Human erythroblast membrane protein (HERMAP)

Englischer Begriff. Scienna blood group system

i Die Antigene des Scienna-Blutgruppensystems sind Typ-I-Membranglykoproteine mit einer Molekularmasse von 60–68 kDa. Das Protein wird als „human erythroblast membrane protein“ (HERMAP) bezeichnet und gehört zu der Immunglobulin-Superfamilie. Das ERMAP-Gen umfasst 19 kb und ist in 11 Exons organisiert. Zum Scienna-Blutgruppensystem gehören zwei hochfrequente Antigene, Sc1 und Sc3, und zwei niedrigfrequente Antigene, Sc2 und Sc4 (Radin-Antigen).

Die Scienna-Antigene werden auf Erythrozyten und schwach auf anderen Zelltypen wie Leukozyten, Thymus, Lymphknoten und Milz exprimiert. Die transfusionsmedizinische Bedeutung ist gering. Es werden Fälle von ► **Morbus haemolyticus neonatorum** durch Anti-Radin(Rd)-Antikörper berichtet.

Literatur. Reid ME, Lomas-Francis C (2004) *The Blood Group Antigen Facts Book*. 2. Aufl. Elsevier New York

Screening-Untersuchung

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Suchtest

Englischer Begriff. screening

Definition. Orientierende Untersuchung

i Die Screening-Untersuchung wird durchgeführt, um rasch und möglichst mit geringem finanziellen Aufwand zu ermitteln, ob

vermutlich ein bestimmter Zustand, z. B. Krankheit vorliegt oder nicht. Es handelt sich meist um qualitative Untersuchungen mit geringer analytischer Spezifität. Die ► **Entscheidungsgrenze** zwischen Befund „negativ“ und Befund „positiv“ wird so gewählt, dass bezogen auf die Fragestellung ein optimales Verhältnis von falsch negativen und falsch positiven Befunden erhalten wird. Je nach Befund und Situation schließt sich ggf. an die Screening-Untersuchung eine spezifische quantitative Bestimmung oder eine spezifische qualitative Untersuchung (► **Bestätigungsuntersuchung**) an (► **Drogenscreening**).

Literatur. (2003) *Entscheidungsgrenzen*. DIN 58985. Beuth-Verlag, Berlin

Sd^a

► Tamm-Horsfall-Glykoprotein

SDH

► Sorbitdehydrogenase

SDMA

► Asymmetrisches Dimethylarginin

SDS-Behandlung

► SDS-Elektrophorese

SDS-Elektrophorese

R. WESTERMEIER

Synonym(e). Sodiumdodecylsulfat-Elektrophorese

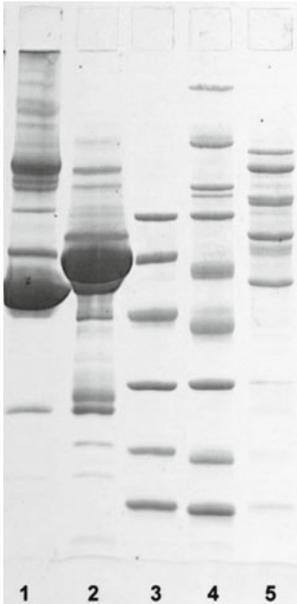
Englischer Begriff. SDS electrophoresis

Definition. SDS ist ein anionisches Detergenz. Bei der SDS-Elektrophorese werden SDS-Protein-Komplexe in einem restriktiven Polyacrylamidgel nach Molmassen getrennt.

Physikalisch-chemisches Prinzip. Natriumdodecylsulfat (SDS) ist sehr starkes anionisches Detergenz, welches fast alle Proteine in Lösung bringen kann, auch sehr hydrophobe. Es denaturiert die Proteine indem es deren ► **Wasserstoffbrückenbindungen** öffnet und die Sekundär- und Tertiärstrukturen auflöst. SDS und die Proteine bilden Komplexe mit einer halskettenartigen Struktur, die sich aus Mizellen, die mit Proteinen „dekoriert“ sind, und kurzen, flexiblen Polypeptidsegmenten zusammensetzt. In einem solchem Komplex sind 1,4 g SDS pro g Protein enthalten. Die elektrophoretische Mobilität (Beweglichkeit) eines SDS-Protein-Komplexes ist ausschließlich abhängig von der Molekülgröße; die Eigenladungen der Proteine sind durch SDS abgedeckt. Die negative Ladung pro Masseneinheit ist konstant. Wenn zusätzlich noch die Disulfidbrücken zwischen den Cysteinen mit einem Reduktionsmittel, wie β -Mercaptoethanol oder Dithiothreitol aufgelöst werden, wird die Molekülgröße direkt proportional zur Molmasse.

Bei einer Auftrennung einer Mischung von SDS-Protein-Komplexen in einem SDS-enthaltendem Polyacrylamidgel, haben die Logarithmen der Molmassen der Polypeptide eine lineare Beziehung zu ihren relativen Wanderungsstrecken. Die Molmassen werden über eine Eichkurve bestimmt, die mit Hilfe von parallel aufgetrennten Molmassestandard-Proteinen für jedes SDS-Gel erstellt wird.

Molmassen von Proteinen können mit der SDS-Elektrophorese nur dann korrekt bestimmt werden, wenn die Probe reduziert worden ist. Allerdings zerfallen dann Proteine mit Quartärstrukturen in ihre Untereinheiten; z. B. findet man von IgG nur noch die leichten und schweren Ketten, nicht aber das intakte IgG Molekül. Es gibt Anwendungen, in denen die Proben nichtreduziert aufgetrennt werden, um ► **Immunglobuline** als ganze Moleküle zu erhalten. In ► **Abb. 1** sind Serumproteinspuren reduziert und nichtreduziert nebeneinander in einem ► **SDS-Gel** zu sehen.



SDS-Elektrophorese. Abb. 1. Auftrennung von (1) Humanserum nicht reduziert, (2) Humanserum reduziert, (3) Standard für niedrige Molmassen, (4) Standard für niedrige Molmassen mit Collagenhydrolysaten versetzt, (5) Standard für hohe Molmassen. Das nichtreduzierte Albumin ist nicht komplett aufgefoldet und wandert deshalb schneller als das Albumin in reduziertem Serum und Standard. In der nichtreduzierten Probe findet man die kompletten IgG, in der reduzierten ist es in leichte und schwere Ketten zerfallen (Coomassie-Färbung)

Die SDS-Elektrophorese wird in basischen Puffersystemen durchgeführt, weil dann die SDS-Protein-Komplexe stabil und negativ geladen sind. Normalerweise werden Polyacrylamidgele verwendet; nur in Ausnahmen, z. B. zur Auftrennung des **von-Willebrand-Faktors**, kommen wegen der hohen Molmassen Agarosegele zum Einsatz. Die Trennungen können, wie bei der **Polyacrylamid-Gel-Elektrophorese**, in vertikalen oder horizontalen Systemen durchgeführt werden. In der SDS-Elektrophorese wandern alle Proteine, auch basische, in Richtung Anode. Im Gegensatz zu Nativ-**Elektrophoresen** ergibt sich nur eine Bande pro Enzym. Die Trennungen sind aufgrund der hohen Ladungsdichte der SDS-Protein-Komplexe relativ schnell. Die Trennschärfe ist aufgrund der starken Siebeigenschaften der Polyacrylamidgele und der Auffaltung der Proteinmoleküle sehr hoch, wodurch sich zudem ein hohes Auflösungsvermögen ergibt.

Die Proteine werden entweder mit **Coomassie-Färbung** oder **Silber-Färbung** visualisiert. Die SDS-Elektrophorese ist die Standardtrennmethode für Blotting-Techniken.

Interessante Anwendungen mit SDS-Substratgelen sind z. B. die zymographische Detektion von Matrix-Metalloproteinasen in SDS-Gelen, die Gelatine oder Collagen enthalten.

Einsatzgebiet. Proteinuriediagnostik, Blotting-Techniken, Zweidimensional-Elektrophorese

Untersuchungsmaterial. Sammelurin: aufkonzentriert (Coomassie-Färbung) oder nichtkonzentriert (Silberfärbung)

Blotting: z. B. Allergen-enthaltende Proben, Borellioseerreger, Bronchial Lavage

Instrumentierung.

- Elektrophoresekammer: vertikal oder horizontal (mit Umlaufkryostat)
- gegebenenfalls einen Umlaufkryostat
- Stromversorger
- Färbeschalen oder einen Färbautomaten
- unter Umständen ein Densitometer

Spezifität. Hohe Spezifität bei Blotting-Nachweisen und zymographischen Methoden.

Sensitivität. Die Nachweisempfindlichkeit liegt bei ca. 50 pg bei **Silberfärbung** und bei 5 ng bei Coomassie-Färbung.

Fehlermöglichkeit. Die meisten Fehler ergeben sich bei der Selbstherstellung von Gelen. Diese können durch die Verwendung kommerzieller Fertiggele weitgehend ausgeschlossen werden.

Praktikabilität/Automatisierung/Kosten. Mit Fertiggele und Färbautomaten ist die Polyacrylamid-Gel-Elektrophorese einfach durchzuführen. Es gibt automatisierte Elektrophoresesysteme. Die Geräte selbst sind relativ preiswert, während die Verbrauchsmaterialien wie Fertiggele, Puffer, und Färbereagenzien die meisten Kosten verursachen.

Literatur. Westermeier R (1990) Elektrophorese-Praktikum. VCH, Weinheim

Lottspeich F, Engels JW (eds) (2012) Bioanalytik, 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

SDS-Gel

R. WESTERMEIER

Synonym(e). Natriumdodecylsulfat

Englischer Begriff. SDS gel

Definition. Ein SDS-Gel ist ein Polyacrylamidgel, das 0,1 % SDS enthält, zur Auftrennung von SDS-Protein-Komplexen nach den Molmassen.

▶ SDS-Elektrophorese; ▶ Polyacrylamid-Gel-Elektrophorese

Literatur. Westermeier R (1990) Elektrophorese-Praktikum. VCH, Weinheim

SDS-PAGE

▶ SDS-Elektrophorese

Se

▶ Selen

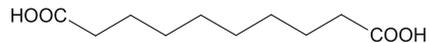
Sebacinsäure

G.F. HOFFMANN, C.-D. LANGHANS, A. SCHULZE

Synonym(e). 1,10-Decandisäure

Englischer Begriff. sebacic acid

Struktur. C₁₀H₁₈O₄ (▶ Abb. 1)



Sebacinsäure. Abb. 1. Strukturformel

Molmasse. 202,25 g

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Die im Verlauf der mitochondrialen β -Oxidation aus dem trifunktionellen Protein freigesetzten mittelkettigen Fettsäuren werden durch die mittelkettige Acyl-CoA-Dehydrogenase (MCAD) weiter verkürzt und im weiteren Verlauf zu Acetyl-CoA (geradzahlige Fettsäuren) bzw. zu Propionyl-CoA (ungeradzahlige Fettsäuren) abgebaut, welche schließlich in den Citratzyklus einfließen.

Bei Defekten der mittelkettigen Acyl-CoA-Dehydrogenase (MCAD) und in geringerem Ausmaß der überlangkettigen Acyl-CoA-Dehydrogenase (VLCAD) werden die mittelkettigen Fettsäuren alternativ durch ω -Oxidation zu mittelkettigen Dicarbonsäuren (Adipinsäure, Suberinsäure, Sebacinsäure) abgebaut. Diese werden entweder in freier Form oder als Glyzinkonjugate (▶ Hexanoylglycin, ▶ Suberylglycin) im Urin ausgeschieden.

Funktion und Pathophysiologie. Sebacinsäure hat keine bekannte Funktion im Intermediärstoffwechsel. Untersuchungen zur individuellen Toxizität der durch ω -Oxidation entstandenen Dicarbonsäuren (Adipinsäure, Suberinsäure, Sebacinsäure) liegen erst in Ansätzen vor. In der Summe hemmen diese pathologischen Metabolite und/oder ihre Konjugate den mitochondrialen Energiestoffwechsel.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Urin

Analytik.

- Durch ▶ Flüssig-Flüssig-Extraktion im sauren Medium mittels Ethylacetat oder Diethylether
- mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (▶GC-MS) als Di-Trimethylsilylester.

Retentionsindex RI:1899

M+ (m/z): 346

Quant Ion (m/z): 331

Conf. Ion (m/z): 215

Internationale Einheit. mmol/mol Kreatinin (Urin)

Referenzbereich — Kinder. < 2 mmol/mol Kreatinin

Pathologischer Bereich: 0–5000 mmol/mol Kreatinin

Indikation. Hypoketotische Hypoglykämien, rezidivierende Hepatopathien und Enzephalopathien, insbesondere Reye-Syndrom, Myopathien, Rhabdomyolyse

Interpretation. Erhöhte Sebacinsäure-Ausscheidungen im Urin werden bei zahlreichen genetischen und sekundären Störungen der Fettsäureoxidation beobachtet. Entscheidend für die Beurteilung ist zuerst die Kenntnis des aktuellen Ernährungsstatus und -modus sowie des Abstandes von der letzten Nahrungsaufnahme. Die Differenzierung erfordert ferner Kenntnisse über die Konzentrationen anderer Fettsäureoxidationsprodukte. Die Sebacinsäure findet sich zusammen mit Adipinsäure und Suberinsäure als führender Metabolit beim mittelkettigen Acyl-CoA-Dehydrogenase (MCAD). Bei Ketosen und Formula-Nahrung auf der Basis von mittelkettigen Triglyzeriden (Alfaré) tritt Sebacinsäure auch bei Normalpersonen vermehrt auf.

Diagnostische Wertigkeit. Stark erhöhte Urinausscheidungen von Sebacinsäure weisen auf eine gestörte Fettsäureoxidation hin. Die weitere Differenzierung erfordert Kenntnisse über die individuelle Stoffwechselsituation des Patienten, die Konzentrationen weiterer Metabolite und schließlich eine enzymatische oder molekularbiologische Bestätigungsdiagnostik.

Literatur. Blau N, Duran M, Blaskovics ME et al (eds) (2003) Physician's Guide to the Laboratory Diagnosis of Metabolic Diseases. 2nd edn. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Secreted protein acidic and rich in cysteine

▶ Osteonectin

Sediment

▶ Harnsediment

Sedimentum lateritium

▶ Ziegelmehlsediment

Segmentkernige Granulozyten

▶ Granulozyten, segmentkernige

Segmentmutation

R. WEISKIRCHEN

Definition. Strukturelle Abwandlung des ▶ Chromosomenbestandes einer Zelle durch Veränderung (Umlagerung, Verlust, Einbau, Verdopplung) kleinerer oder größerer, viele ▶ Gene umfassender DNA-Abschnitte. Bei einer innergenischen Segmentmutation liegen die

Bruchpunkte oder Mutationsbereiche innerhalb eines Genes (s. z. B. ▶ ABL-Gen).

⁷⁵Se-HCAT-Test

▶ Selenium-Homotaurocholsäure-Retentionstest

⁷⁵Se-Homotaurocholat-Test

R. TAUBER, F.H. PERSCHEL

Englischer Begriff. ⁷⁵Se-homocholic acid taurine test

Definition. Funktionsuntersuchung zur Diagnostik bei Malabsorption bzw. eines Gallensäureverlustsyndroms

Durchführung. Nach oraler Zufuhr der radioaktiv markierten Gallensäure ⁷⁵Se-Homotaurocholsäure wird deren Resorption im terminalen Ileum durch Messung der Ganzkörperaktivität bestimmt.

Funktion und Pathophysiologie. Die ▶ Gallensäure Homotaurocholsäure wird physiologischerweise im terminalen Ileum resorbiert. Bei gestörter Resorption wird die als Testsubstanz oral zugeführte radioaktiv markierte Gallensäure ⁷⁵Se-Homotaurocholsäure mit den Faeces ausgeschieden. Hieraus resultiert ein verminderter Anstieg der Ganzkörperaktivität.

Indikation. Maldigestion, Malabsorption, Störungen des enterohepatischen Kreislaufs, Gallensäureverlustsyndrom

Literatur. Thaysen EH, Pedersen L (1976) Idiopathic Bile Acid Catharsis. Gut 17:965–970

Sekretin

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Englischer Begriff. secretin

Definition. Von duodenalen und jejunalen Mukosazellen bei Kontakt mit Magensäure sezerniertes Polypeptidhormon, das die Produktion und Sekretion von Wasser und Bicarbonat im exokrinen Pankreas stimuliert und damit den pH im Duodenum für die optimale Wirkung digestiver pankreatogener Enzyme alkalisiert.

① Lineares, aus 27 Aminosäuren bestehendes Polypeptid mit ausgeprägten Sequenzhomologien zu ▶ Glukagon, ▶ vasoaktives intestinales Peptid wird von den Mukosa-S-Zellen des Duodenums und Jejunums als Präprohormon synthetisiert und bei Kontakt der S-Zellen mit Magensäure (pH < 4,5) sezerniert. ▶ Somatostatin ist der einzige physiologische Inhibitor der Sekretinfreisetzung. Nüchternplasmakonzentration 12–75 ng/L (methodenabhängig). Transiente Erhöhungen und Erniedrigungen in Abhängigkeit von der Nahrungsaufnahme: Anstieg im Blut innerhalb von 3 min nach duodener Acidifizierung, Rückkehr zu Basalkonzentrationen innerhalb von 60 min Halbwertszeit ca. 4 min Degradation erfolgt vorwiegend (50 %) in der Niere. Die über einen G-Protein-gekoppelten Rezeptor ausgeübten Wirkungen sind: Stimulation der Bicarbonat- und Wassersekretion des Pankreas, der Leber und Brunner-Drüsen, Gallenblasenkontraktion und Cholereise, Parathyroidhormonsekretion, Hemmung der Magen- und Duodenummotilität, der Gastrinfreisetzung und Magensäuresekretion (▶ Magensekretionsanalyse; ▶ Magensaft). Klinischer Einsatz im Rahmen des ▶ Sekretin-Gastrin-Testes bei Verdacht auf Zollinger-Ellison-Syndrom (Gastrinom): Sekretininfusion erhöht die Serum-▶ Gastrin-Konzentration und den Magensäureausstoß nur bei Zollinger-Ellison-Patienten (nicht bei gesunden Probanden). Erkrankungen mit Über- oder Unterschuss von Sekretin sind nicht bekannt.

Analysiert sehr instabil (eiskühles Aprotinin-enthaltendes Heparin-Plasma).

Konzentrationsbestimmung mit kompetitiven ▶ Radioimmunoassay.

Sekretin-Cerulein-Test

▶ Sekretin-Pankreozymin-Test

Sekretin-Cholecystokinin-Test

► Sekretin-Pankreozymin-Test

Sekretin-Gastrin-Test

H.M. SCHULTE, J. JACOBET

Synonym(e). Gastrin nach Sekretinstimulation

Englischer Begriff. secretin stimulation test

Definition. Die Injektion von ► **Sekretin** stimuliert die Gastrinsekretion der antralen G-Zellen. Vor allem bei einem Zollinger-Ellison-Syndrom findet sich eine überschießende Stimulierbarkeit von ► **Gastrin**.

Durchführung. Der Test wird am Vormittag nach Legen eines venösen Zuganges durchgeführt. Nach initialer Blutentnahme für Gastrin erfolgt die Injektion von 2 IE/kg Körpergewicht Sekretin (z. B. Secrelux Goldham) über 2 min. Danach erfolgt eine Blutentnahme in Abständen von 2, 5, 10 und 30 min, bezogen auf die initiale Blutentnahme.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum, gefroren. 24 h vor Testbeginn Antacida, Anticholinergika und H₂-Rezeptorantagonisten absetzen, Protonenpumpenblocker ca. 1 Woche vorher absetzen.

Probenstabilität. ► **Gastrin**

Präanalytik.

- 12-stündige Nahrungskarenz
- Hämolyse stört die Gastrinbestimmung
- Die meisten Kits zeigen eine Kreuzreaktion mit Cholecystokinin

Analytik. s. Gastrin

Indikation. Der Sekretin-Provokationstest wird zur Diagnose des Zollinger-Ellison-Syndroms und zur Therapiekontrolle desselben eingesetzt. Auch bei der Differenzialdiagnostischen Abklärung erhöhter basaler Gastrinspiegel wird die Gastrinsekretion nach Stimulation gemessen. Der Test wird auch zur postoperativen Kontrolle nach Gastrinom-Entfernung durchgeführt.

Kontraindikation(en). Frühestens 2 Wochen nach akuter Pankreatitis oder akuter Schub einer chronischen Pankreatitis.

Nebenwirkung(en). Keine bekannt

Interpretation. Ein Anstieg der Serum-Gastrinkonzentration um mehr als 100 % des Ausgangswerts gilt als beweisend für ein Zollinger-Ellison-Syndrom.

Bei etwa 10 % der Patienten ist der Test negativ. Postoperativ zeigt eine Normalisierung und fehlende überschießende Stimulierung die vollständige Entfernung des Gastrinoms an.

Kein Anstieg von Gastrin:

- Antrale G-Zell-Überfunktion
- Antrumschleimhautrest nach Billroth-II-Magen-OP
- Vagotomie

Diagnostische Wertigkeit. Kommt es zu einem Abfall oder nur zu einem geringen Anstieg der Gastrin-Konzentration im Serum, muss beachtet werden, dass der Test bei etwa 10 % der Patienten mit Zollinger-Ellison-Syndrom negativ sein kann. Differenzialdiagnostisch kommen dann auch ein Ulcus duodeni oder eine chronisch-atrophische Gastritis in Betracht.

Literatur. Wolfe MM, Jensen RT (1987) Zollinger-Ellison Syndrome. Current Concepts in Diagnosis and Management. N Engl J Med 317:1200–1209

Tartaglia A, Bianchini S, Vezzadini P (2003) Biochemical Diagnosis of Gastroenteropancreatic Endocrine Tumors. Minerva Med 94:1–7

McGuigan JE, Wolfe MM (1980) Secretin Injection Test in the Diagnosis of Gastrinoma. Gastroenterology 79:1324–1331

Deveney CW, Deveney KS, Jaffe BM et al (1977) Use of Calcium and Secretin in the Diagnosis of Gastrinoma (Zollinger-Ellison Syndrome). Ann Intern Med 87:680–686

Sekretin-Pankreozymin-Test

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Sekretin-Cholecystokinin-Test; S-CCK-Test; Sekretin-Caerulein-Test; Sekretin-Takus-Test

Englischer Begriff. secretin-pancreozymin-test; secretin-CCK-test

Definition. Invasiver Sondentest zur Diagnostik der exkretorischen (digestiven) Pankreasinsuffizienz, bei dem nach sequentieller intravenöser Gabe von ► **Sekretin** und Pankreozymin (Caerulein) (► **Cholecystokinin**) der Sekretionsausstoß von ► **Bicarbonat** und einiger repräsentativer Pankreasenzymaktivitäten im aspirierten Pankreas- bzw. Duodenalsaft quantitativ bestimmt wird.

Durchführung. Nach 12-stündiger Nahrungskarenz Einführung einer doppelläufigen Lagerlöf-Sonde in Rechtsseitenlage unter Röntgenkontrolle, Positionierung im Duodenum auf Höhe des Sphinkter Oddi (► **Abb. 1** im Stichwort ► **Lundh-Test**). Absaugen und Verwerfen des 1. Aspirates. Es schließen sich an:

30-minütige Basalphase mit Messung des sezernierten Volumens, der Bicarbonat- und Enzymsekretion, 30- bis 60-minütige ► **Sekretin**-Infusionsphase (1 CU/kg KG/h), Messung von sezerniertem Volumen, Bicarbonat- und Enzymsekretion, 30-minütige Phase zusätzlicher Caerulein (► **Cholecystokinin**)-Infusion (75 ng/kg KG/h): Duodenalsaftaspiration in 15-minütigen Intervallen und Messung von sezerniertem Volumen, Bicarbonat- und Enzymsekretion (► **Trypsin**, ► **Chymotrypsin**, ► **Amylase**, ► **Lipase**, pankreatische). Aspirat muss eisgekühlt gesammelt und gelagert werden.

Funktion und Pathophysiologie. Unter Sekretin-Infusion erhöht sich der Volumen- und Bicarbonatausstoß, unter zusätzlicher CCK(Caerulein)-Infusion wird die Enzymsekretion stimuliert. Erniedrigungen der gesamten Messwerte gelten als empfindlichste Indikatoren einer exkretorischen Pankreasinsuffizienz.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Aspirierter Duodenalsaft bzw. Pankreassekret nach Sondierung des Ductus pancreaticus. Probensammlung in eisgekühlten Messzylindern.

Präanalytik. Absetzen oraler Enzymsubstitutionspräparate mindestens 3 Tage und 12-stündige Nahrungskarenz vor dem Test. Eisgekühlte Asservierung des Duodenalsafts bis zu 8 h.

Analytik. Messung von sezerniertem Volumen/30 min, Bicarbonatmenge/30 min, Bicarbonatkonzentration sowie ► **Amylase**-, ► **Lipase**-, ► **Trypsin**- und ► **Chymotrypsin**aktivitätsmengen/30 min

Referenzbereich — Erwachsene. Testdurchführung ist nicht standardisiert, weshalb keine allgemein verbindlichen Referenzbereiche existieren (Richtwerte ► **Tab. 1** und ► **Tab. 2**)

Sekretin-Pankreozymin-Test. Tab. 1. Referenzbereich Erwachsene

Richtwerte 30 min nach Sekretin	
Volumen	> 67 mL/30 min
Bicarbonatkonzentration	> 70 mmol/L
Bicarbonatausstoß	> 6,5 nmol/30 min

Sekretin-Pankreozymin-Test. Tab. 2. Referenzbereich Erwachsene

Richtwerte 30 min nach Caerulein	
	pro 30 min (U)
Lipase	> 65.000
Trypsin	> 30
Chymotrypsin	1.200–6000
Amylase	> 12.000

Indikation. Diagnostik der exokrinen Pankreasinsuffizienz

Interpretation. Der aufwendige, invasive Funktionstest gilt als Goldstandard (Referenztest) der exokrinen Pankreasinsuffizienz. Nachteil besteht in der fehlenden Standardisierung der Testdurchführung. Entsprechend dem Testergebnis des S-CCK-Tests lässt sich die Pankreasinsuffizienz in folgende Schweregrade einteilen:

- leichte Pankreasinsuffizienz:
 - Bicarbonatkonzentration normal
 - Sekretion eines oder mehrerer Enzyme erniedrigt
 - Stuhlfettausscheidung normal.
- mittelschwere Pankreasinsuffizienz:
 - Bicarbonatkonzentration erniedrigt
 - Sekretion aller Enzyme erniedrigt
 - Stuhlfettausscheidung normal.
- schwere Pankreasinsuffizienz:
 - Bicarbonatkonzentration erniedrigt
 - Sekretion aller Enzyme erniedrigt
 - Steatorrhoe.

Diagnostische Wertigkeit. Sensitivität beträgt im Mittel 92 % (80–90 %), Spezifität 94 %. Damit ist der S-CCK-Sondentest sensitiver als indirekte Pankreasfunktionsteste wie ▶ Pankreolauryltest, ▶ PABA-Test, ▶ Stuhlfett, ▶ Stuhlgewicht und Chymotrypsin im Stuhl. Die fäkale Elastase-1-Ausscheidung (▶ Elastase, pankreasspezifische, PE) soll ähnliche Sensitivitäten und Spezifitäten wie der S-CCK-Test haben.

Literatur. Otte M (1979) Pankreasfunktionsdiagnostik. Internist 20:331–340

Sekretin-Takus-Test

▶ Sekretin-Pankreozymin-Test

Sekretoreigenschaft

▶ Sekretorstatus

Sekretorstatus

K. KLEESIEK, J. DIEKMANN, J. DREIER, CHR. GÖTTING, M. SCHMIDT

Synonym(e). Sekretorsystem; Sekretoreigenschaft

Englischer Begriff. secretor system; secretor status

Definition. Klassifizierung der Enzymaktivität der Se-Transferase, die entscheidend ist für die Fähigkeit, lösliche H-Antigene zu synthetisieren

i Der Sekretorstatus ist ein Begriff aus der Transfusionsmedizin, der dadurch bestimmt wird, ob bei einer Person H-Antigene sowohl auf der Erythrozytenmembran als auch lösliche H-Antigene in Saliva und Körperflüssigkeiten nachweisbar sind (Sekretoren) oder ob ▶ H-Antigene ausschließlich in der Erythrozytenmembran verankert vorkommen (Non-Sekretoren). Der Sekretorstatus einer Person wird bestimmt über die Aktivität der Fukosyltransferase 2 (Se-Transferase), die vom FUT2-Gen auf Chromosom 19q13.3 kodiert und in sekretorischen Drüsen exprimiert wird. Dieses Enzym katalysiert die Addition einer Fukose auf ein terminales Galaktosemolekül einer Oligosaccharidstruktur unter Ausbildung einer α 1,2-glykosidischen Bindung. Durch die Aktivität der Se-Transferase wird ein lösliches H-Antigen synthetisiert, welches in Saliva und anderen Körperflüssigkeiten nachweisbar ist (▶ Salivatestung). Personen, die mindestens eine funktionsfähige Kopie des FUT2-Gens aufweisen, können die lösliche Form des H-Antigens bilden und werden als „Sekretoren“ (Se/Se oder Se/se) bezeichnet. „Non-Sekretoren“ (se/se) hingegen produzieren kein lösliches H-Antigen, da sie aufgrund von Mutationen im FUT2-Gen keine aktive Se-Transferase bilden können. Der Anteil der Non-Sekretoren in der europäischen Bevölkerung beträgt ~20 %. Der Sekretorstatus einer Person beeinflusst auch dessen Lewis-Phänotyp (▶ Lewis-Blutgruppensystem), da die Se-Transferase neben der Le-Transferase an der Synthese der unterschiedlichen Lewis-Antigen-

Strukturen beteiligt ist. Die Zugehörigkeit zu den Blutgruppen A, B, 0 oder AB ist unabhängig vom Sekretorstatus.

Literatur. Dean L (2005) Blood groups and red cell antigens. National Library of Medicine, NCBI
Mueller-Eckhardt C, Kiefel V (Hrsg) (2004) Transfusionsmedizin: Grundlagen – Therapie – Methodik. 3. Aufl. Springer Berlin Heidelberg New York

Sekretorsystem

▶ Sekretorstatus

Sektorfeldgeräte

▶ Massenspektrometrie

Sekundärelektronenvervielfacher

▶ Photomultiplier

Sekundärfollikel

H. BAUM

Englischer Begriff. secondary follicle

Definition. Ansammlung von B-Lymphozyten mit Zonen aktiver Proliferation im Kortex von Lymphknoten und anderen lymphatischen Geweben.

i Im Kortex des Lymphknotens sind Ansammlungen von reifen ▶ B-Lymphozyten nachweisbar, die als Primärfollikel bezeichnet werden. Nach Antigenstimulation werden in den Primärfollikeln aktivierte B-Lymphozyten nachweisbar, die morphologisch in ▶ Zentrozyten und ▶ Zentröblasten differenziert werden können. Diese Zone aktiver Proliferation wird als ▶ Keimzentrum bezeichnet, die Follikel dann als Sekundärfollikel.

Literatur. Sagaert X, De Wolf-Peeters C (2003) Classification of B-cells according to their differentiation status, their micro-anatomical localization and their development lineage. Immunol Lett 90:179–186

Sekundärgefäß

O. COLHOUN

Englischer Begriff. secondary specimen container

Definition. Bezeichnung des Probengefäßes (▶ Probenröhrchen), welches im medizinischen Laboratorium mit einem Aliquot der ▶ Primärprobe befüllt und identifiziert wurde.

i Sekundärgefäße finden z. B. bei der Probenverteilung eines ▶ Primärgefäßes in einer zentralen Labor-Annahme an verschiedene Laborbereiche Anwendung.

Sekundärmessnormal

▶ Sekundärnormal

Sekundärmetabolite

▶ Sekundärstoffwechsel

Sekundärnormal

W.-R. KÜLPANN

Synonym(e). Sekundärmessnormal

Englischer Begriff. secondary measurement standard; secondary standard

Definition. Normal, das durch Kalibrierung gegen ein Primärnormal für eine Größe gleicher Art geschaffen ist [VIM (2010)]. Für Anmerkungen s. Literatur.

Literatur. BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML (2010) Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM) Deutsch-englische Fassung. ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. 3. Aufl. Beuth-Verlag, Berlin

Sekundärprobe

W.G. GÜDER

Synonym(e). Analytische Probe

Englischer Begriff. analytical sample

Definition. In allen Fällen, wo die Patientenprobe (► **Probe**, z. B. Blut) aufgearbeitet oder geteilt wird, spricht man von einer Sekundärprobe oder sekundären Probe, aus der dann die Analyse mit der analytischen Portion entnommen wird (z. B. Serum oder Plasma).

ⓘ Sekundärproben (s. a. ► **Sekundärgefäß**) werden immer dann benötigt, wenn die Analyse nicht aus dem vom Patienten gewonnenen Material (► **Primärprobe**, ► **Patientenprobe**), sondern aus daraus hergestellten Anteilen oder Extrakten durchgeführt wird. Beispiele für Sekundärproben dieser Art stellen Serum, Plasma, aber auch Blutausstrich, Harnsediment oder Extrakte dar. Auch eine Verteilung des primären Materials auf mehrere Labors oder Adressen kann als Sekundärprobe bezeichnet werden. Diese werden als analytische Proben bezeichnet, aus denen die Analyse (und auf die sich die Konzentrationsangabe bezieht) durchgeführt wird.

Literatur. Dybkaer R (1997) Vocabulary for use in measurement procedures and description of reference materials in laboratory medicine. Eur J Clin Chem Clin Biochem 35:141–173

Sekundärstoffwechsel

T. ARNDT

Synonym(e). Sekundärmetabolite; Phytamine

Englischer Begriff. secondary metabolites

Definition. Sekundäre Metabolite sind Substanzen, die auf anderen als den normalen Stoffwechselwegen zumeist nach der Phase des aktiven Wachstums und unter Bedingungen des Mangels hergestellt werden. Die biologische Bedeutung vieler sekundärer Metabolite ist noch unklar (IUPAC-Definition).

ⓘ Das Verständnis o. g. Definition wird bei Kenntnis der Definition des Primärstoffwechsels (normaler Stoffwechsel) bzw. primärer Metabolite (normaler Metabolite) einfacher: Nach IUPAC-Definition umfasst der (normale) Stoffwechsel die Gesamtheit der physikalischen und chemischen Prozesse, die zu Erhalt und Reproduktion des Lebens erforderlich sind. In diesen Prozessen werden Nahrungstoffe zur Energiegewinnung und zur Bildung einfacherer Moleküle abgebaut (Katabolismus), wobei letztere wiederum Ausgangsstoffe zur Synthese komplexerer Moleküle (Anabolismus) sind.

Stoffe des Sekundärstoffwechsels sind also für die Zelle selbst entbehrlich. Sie können für den Organismus als Ganzes jedoch nützlich sein. Beispiele für Sekundärstoffe wären u. a. Farb- und Duftstoffe oder Stoffe mit pharmakologischer Wirkung wie z. B. ► **Alkaloide**. Tatsächlich sind die Grenzen zwischen Primär- und Sekundärstoffen fließend. Neuere Überlegungen bewerten deshalb die Trennung zwischen Primär- und Sekundärstoffwechsel als eher historisch und schlagen andere Systematiken vor.

Literatur. Nagel B, Dellweg H, Gierach LM (1992) Glossary for chemists of terms used in biotechnology (IUPAC Recommendations 1992). Pure & Appl Chem 64:143–168

Firn DR, Jones CG (2009) A Darwinian view of metabolism: molecular properties determine fitness. J Exp Bot 60:719–726

SELDI-TOF

T. ARNDT

Synonym(e). Surface Enhanced Laser/Desorption Ionization Time of Flight Massenspektrometrie

Englischer Begriff. SELDI-TOF; Surface Enhanced Laser/Desorption Ionization Time of Flight Mass Spectrometry

ⓘ Ist eine Variante der MALDI-TOF (► **Massenspektrometrie**). Es werden sog. Chips mit funktionalisierten Oberflächen (unpolares, sog. „reversed phase material“ oder Ionenaustauscher) zur Proteinanreicherung und -reinigung eingesetzt. Diese absorbieren jeweils eine bestimmte Klasse von Proteinen. Daneben finden auch spezifischere, biochemische, z. B. mit Antikörpern behandelte Oberflächen, welche nur mit dem Target-Protein reagieren, Anwendung. Typischerweise werden die zu analysierenden Gemische auf die Chips aufgetragen und verschiedenen Waschschritten unterzogen. Nach dem Trocknen des Chips wird eine Matrix (EAM, „energy absorbing molecule“) zugesetzt. Diese soll die Laserenergie gleichmäßig verteilen und überschüssige Laserenergie aufnehmen, um die Analyte vor Zerstörung zu schützen. Nach Laser-induzierter Desorption der Proteine aus dem Chip, wird deren Molekülmasse anhand ihrer Flugzeit im TOF-Massenspektrometer ermittelt (s. MALDI-TOF unter Massenspektrometrie). Anwendung findet SELDI-TOF z. B. bei der Identifikation von Markern für bestimmte Tumorarten oder der Alzheimer Krankheit.

Literatur. Issaq HJ, Veenstra TD, Conrads TP, Felschow D (2002) The SELDI-TOF MS Approach to Proteomics: Protein Profiling and Biomarker Identification. Biochem Biophys Res Commun 292:587–592

Selektivität

T. ARNDT

Englischer Begriff. selectivity

Definition. Maß für die Eignung einer Analysenmethode zur Bestimmung von bestimmten Analyten in Substanzgemischen oder Probenmatrices ohne Interferenzen durch andere Komponenten mit ähnlichen (physikochemischen) Eigenschaften (IUPAC-Definition).

ⓘ Häufig werden die Begriffe Selektivität und Spezifität irrtümlich synonym verwandt. Spezifität ist jedoch ein absoluter Begriff, der keiner Graduierung im Sinne von z. B. „spezifisch“, „besonders spezifisch“ oder „spezifischer“ und „am spezifischsten“ unterliegt und auch nicht in Zahlenwerten ausgedrückt werden kann. Selektivität ist dagegen ein Maß für die o. g. Eigenschaft eines Analyseverfahrens, das als verbale Graduierung, z. B. „weniger selektiv“ oder „sehr selektiv“ oder unter bestimmten Bedingungen auch als Zahlenwert angegeben werden kann.

Danach erfassen spezifische Reaktionen oder Analyseverfahren nur die interessierenden Analyte. Selektive Reaktionen oder Analyseverfahren **bevorzugen** die interessierenden Analyte, andere Komponenten mit ähnlichen Eigenschaften können jedoch interferieren. Das Maß für die Bevorzugung der Analyte ist die Selektivität. Spezifität ist also das höchste, nicht zu übertreffende Maß an Selektivität.

Nach dieser Definition sind nur wenige Reaktionen oder Analyseverfahren spezifisch, während viele ein bestimmtes Maß an Selektivität besitzen.

Für Aussagen bezüglich der Leistungsfähigkeit eines Analysensystems ist deshalb der Begriff Selektivität exakter und anstelle von Spezifität zu verwenden.

Anmerkung: Von der analytischen Spezifität ist die diagnostische Spezifität (► **Spezifität, diagnostische**) als ein Maß für die diagnostische Leistungsfähigkeit eines Laborparameters klar abzutrennen. Diese unterliegt gewöhnlich einer Graduierung, z. B. in % von 100 (als Bestwert).

Literatur. Vessman J et al (2001) Selectivity in analytical chemistry (IUPAC Recommendations 2001). Pure Appl Chem 73:1381–1386

Selen

D. MEISSNER

Englischer Begriff. selenium

Definition. Selen (chemisches Symbol: Se) ist ein Halbmetall mit der Ordnungszahl 34. Es gehört zu den essenziellen Spurenelementen. In hohen Konzentrationen ist es toxisch.

Struktur. Selen tritt in den Oxidationsstufen -2, +2, +4 und +6 auf. Die biologisch wirksamen Formen sind Se(VI) und Se(IV), wobei letztere die stabile Form ist. Im Organismus ist Selen vorwiegend an Proteine oder Aminosäuren gebunden.

Molmasse. Relative Atommasse: 78,96

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Die Zufuhr von Selen und infolge dessen der Versorgungsgrad, der Körperbestand und die Normalwerte sind in Abhängigkeit vom Selengehalt des Bodens und damit vom Selengehalt des Trinkwassers und der pflanzlichen und tierischen Kost regional sehr unterschiedlich verteilt. Der Selengehalt des Bodens nimmt von Süd nach Nord deutlich ab. Die Bundesrepublik Deutschland gehört zu den Regionen, in denen die Selenversorgung nicht ausreichend gesichert ist.

Die Zufuhr des Se erfolgt hauptsächlich über die Nahrung, die intestinale Absorption liegt bei durchschnittlich 80 %. Im Plasma liegt Se an die Plasmaproteine Albumin, Selenoprotein P und ▶ **Glutathionperoxidase** gebunden oder als Selenoamino-säure (Selenomethionin, Selenocystein), als Selenit oder Selenat vor. Speicherorte sind Schilddrüse, Niere, Leber, Milz, Herz. Absolut gesehen ist auch der Skelettmuskel selenreich. Der Selenhaushalt wird über die renale Ausscheidung geregelt, 50–60 % der zugeführten Menge werden mit dem Urin ausgeschieden.

Körperbestand: 10–15 mg, Bedarf: Männer 25 µg/Tag, Frauen 20 µg/Tag. Empfohlene Zufuhr: 30–50 µg/Tag, zusätzlich am Ende der Schwangerschaft 18 µg/Tag und in der Stillzeit 16 µg/Tag. Tolerierbare Aufnahme pro Tag: 6 µg/kg KG. Selenreich sind Fleisch, Leber, Eier, Meerestiere, Nüsse. Pflanzliche Nahrungsmittel und Hefen enthalten Selenomethionin.

Funktion und Pathophysiologie. Aus klinischer Sicht hat die ausreichende Selenzufuhr Priorität, da dieses Element an wichtigen biochemischen Prozessen beteiligt ist, u. a. im Lipidstoffwechsel, in der Kardiologie, in der Intensivmedizin oder im Tumorgeschehen. Als Ursachen für einen Selenmangel kommen die nutritive Unterversorgung (Nahrungsmittel in selenarmen Gegenden), ungeeignete Angebotsformen, Selenantagonisten (Schwermetalle), erhöhter Bedarf, erhöhte Verluste, intensivmedizinische Therapien (totale parenterale Ernährung) oder angeborene Fehler in Betracht.

Selen übt seine physiologische Funktion als Bestandteil von etwa 30 Enzymen oder anderen Selenoproteinen aus. Am besten studiert sind die vier Glutathionperoxidasen (Schutz vor Radikalen, Abbau von Lipidperoxiden), die drei Deiodasen Typ I–III (Aktivierung und Inaktivierung von Schilddrüsenhormonen), Thioredoxinreduktasen (Regulation des zellulären Redoxstatus), Selenophosphat-synthetase (Selenoprotein-Synthese), die Selenoproteine P und W und weitere Selenoproteine, die u. a. in Reproduktion, Spermatogenese und Tumorgenese eine Rolle spielen und deren Funktion noch untersucht wird. Weitere Funktionen: Entgiftung von Schwermetallen (Cd, Hg u. a.) durch Bildung und Ausscheidung schwerlöslicher Selenide und die Stärkung der Immunabwehr durch Stimulierung von Makrophagen. Bei schwerem Selendefizit treten Kardiomyopathien, Leberschädigungen und Myopathien der Skelettmuskulatur auf. Als Selenmangelkrankheiten sind die Keshan-Krankheit, eine in China endemisch auftretende Kardiomyopathie und die Kashin-Beck-Krankheit, eine ebenfalls endemisch auftretende Osteoarthropathie mit starker Verformung der Gelenke beschrieben.

Die Gefahr einer Selenvergiftung ist gering, jedoch sind akute und chronische Intoxikationen bei erhöhter Selenzufuhr bekannt. Als Belastungsquellen kommen neben dem Arbeitsplatz die falsche Dosierung oder versehentliche Zufuhr von selenhaltigen Medikamenten sowie der Genuss von extrem selenreichen Nahrungsmitteln oder Trinkwasser (z. B. Venezuela) in Betracht.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Blut, Plasma, Urin

Probenstabilität. Blut: 20 °C 2 Tage, Plasma, Urin: 20 °C 7 Tage, 4–8 °C 14 Tage, –20 °C 1 Jahr

Präanalytik. Besonders gereinigte Abnahmegeräte und Aufbewahrungsgefäße verwenden. Als Koagulans ist Li-Heparin oder EDTA geeignet. Kontamination vermeiden. Zertifizierte Referenzmaterialien verwenden. Vermeidung von Matrixeinflüssen durch Matrixmodifizier.

Analytik. Atomabsorptionsspektrometrie mit Graphitrohr- oder Hydridtechnik, Fluorometrie, Neutronenaktivierungsanalyse (NAA)

Konventionelle Einheit. µg/L, µg/d

Internationale Einheit. µmol/L, µmol/d

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit.

µmol/L (d) = 0,01266 × µg/L (d); µg/L (d) = 78,96 × µmol/L (d)

Referenzbereich — Erwachsene. Im Mittel ergibt sich für Erwachsene in Deutschland: Vollblut: 0,75–1,57 µmol/L (59–124 µg/L), Plasma/Serum: 0,70–1,30 µmol/L (55–103 µg/L), Urin: 0,06–0,38 µmol/L (5–30 µg/L)

Referenzbereich — Kinder. Serum in µmol/L (µg/L) ▶ Tab. 1.

Selen. Tab. 1. Altersabhängige Referenzbereiche (nach Rückgauer und Kruse-Jarres)

Alter (Jahre)	µmol/L	µg/L
0–1	0,20–0,61	16–48
1–2	0,29–0,78	23–62
2–4	0,37–1,25	29–99
4–6	0,35–1,45	28–114
6–10	0,46–1,42	36–112
10–14	0,46–1,36	36–107
14–18	0,56–1,24	44–98

Indikation. Verdacht auf Unterversorgung oder Überladung, intensivmedizinische Behandlung, Kontrolle der Selen-therapie, Niereninsuffizienz, arbeitsmedizinische Überwachung.

Interpretation. Kurzzeitparameter: Urin, Plasma; mittelfristiger Parameter: Blut (bester Parameter zur Statusbestimmung); Langzeitparameter: Haare, Nägel. Die Referenzwerte sind regional stark unterschiedlich und von der Zufuhr abhängig. Es ist sinnvoll, dass sich jedes Labor an eigenen Referenzwerten orientiert. Zusätzliche Informationen sind durch die Se-Bestimmung in Erythrozyten (Langzeitparameter) zu erhalten. Niedrige Selenwerte sind bei einer großen Zahl von Krankheiten beobachtet worden. Bei Unterversorgung wird Substitution empfohlen.

MAK-Wert: SeH₂ 0,17 mg/m³, sonstige Se-Verbindungen 0,1 mg/m³, Grenzkonzentration im Trinkwasser: 10 µg Se/L

Diagnostische Wertigkeit. Bestimmung des Selenstatus, Diagnose des Se-Mangels, der Se-Exposition oder der Se-Intoxikation.

Literatur. Köhrle J (2002) Selen. In: Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K (Hrsg) Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York, S 161–172

Köhrle J (2004) Selenium in biology and medicine – further progress and increasing interest. J Trace Elem Med Biol 18:61–63

Rückgauer M, Kruse-Jarres JD (2002) Normalwerte für Mengen- und Spurenelemente. In: Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K (Hrsg) Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York, S 704

Selenium-Homotauracholsäure-Retentionstest

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). ⁷⁵SeHCAT-Test

Definition. Der zur Diagnostik der Gallensäuremalabsorption eingesetzte nuklearmedizinische Funktionstest beruht auf der oralen Aufnahme der ⁷⁵Selenium (⁷⁵Se)-markierten konjugierten Gallensäure Homotauracholsäure, die im terminalen Ileum aktiv resorbiert und

mit der ► **Galle** sezerniert wird, deren Menge an festgelegten Zeitpunkten mit einem Ganzkörper-Counter oder einer Gamma-Kamera quantitativ bestimmt wird.

i Die synthetische, in Position 24-C mit ⁷⁵Selen-markierte konjugierte ► **Gallensäure** wird nach Ermittlung des Nüchternnullwertes oral appliziert (37 kBq bzw. 10 µCi). Nach 6 h wird die Ausgangsaktivität über dem Abdomen mit einer γ-Kamera bestimmt. Weitere Messungen erfolgen an den nachfolgenden Tagen (Tage 1, 2, 4 und 7). Die radioaktive Gallensäure wird aktiv im Ileum resorbiert und durchläuft etwa drei- bis zwölfmal pro Tag den enterohepatischen Kreislauf. Die Gallensäureausscheidung wird somit mehrfach reproduziert. Eine Quantifizierung ihrer Ausscheidung im Stuhl ist nicht notwendig. Retentionsnormwerte in der Gallenblase sind in ► **Tab. 1** zusammengefasst.

Selenium-Homotauracholsäure-Retentionstest. Tab. 1. Retentionsnormwerte

Zeitpunkt (Tag)	Retention (%)
1	> 80
2	> 65
3	> 50
7	> 19

Der ⁷⁵SeHCAT-Test stellt ein sehr sensibles Verfahren zur Diagnostik (► **Sensitivität, diagnostische**) einer Gallensäuremalabsorption dar und ist dem ► ¹³C-Glykocholat-Atemtest überlegen.

Literatur. Stein J, Wehrmann T (Hrsg) (2002) Funktionsdiagnostik in der Gastroenterologie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Seliwanoff-Test

A.M. GRESSNER

Synonym(e). Fruktosenachweis nach Seliwanoff; Seliwanoff-Probe

Englischer Begriff. Seliwanoff's test

Definition. Heute obsoleter, semiquantitativer Nachweis von Fruktose im Urin.

i Aus ► **Fruktose** bildet sich bei Erhitzen mit konzentrierter Salzsäure Oxymethylfurfuro, das mit Resorzin eine Rotfärbung ergibt. Eine sofortige Rotfärbung mit Niederschlag, der sich nach Zusatz von Methanol löst und verstärkt wird positiv bewertet. Wegen Unspezifität heute nicht mehr zur Diagnostik der Fruktosurie in Gebrauch.

Literatur. Hallmann L (1980) Klinische Chemie und Mikroskopie. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York

Seltene Antigene, erythrozytäre

K. KLEESIEK, J. DIEKMANN, J. DREIER, CHR. GÖTTING, M. SCHMIDT

Synonym(e). Private Antigene; niedrigfrequente Antigene

Englischer Begriff. private antigens; low incidence antigens; low frequency antigens

Definition. Die Häufigkeit eines seltenen Antigens liegt unter 1 % (meist < 0,01 %) und wird auch bei nicht verwandten Individuen gefunden. Solche niedrigfrequente Antigene, die bisher nicht bekannten Blutgruppensystemen zugeordnet werden konnten, wurden zu der numerischen 700er-Serie zusammengestellt.

Einige Beispiele für seltene erythrozytäre Antigene sind die Antigene Ahonen (Ana), Swann (Swa), Batty (By), Biles (Bi), Box (Bxa), Christiansen (Chra), HJK, HOFM, JFV, JONES, Jensen (Jea), Katagiri (Kg), Livesay (Lia), Milne, Oldeide (Ola), Peters (Pta), Rasmussen

(RASM), Reid (Rea), REIT, SARA, Torkildsen (Toa) oder Wulfsberg (Wu). Das Vorliegen von Anti-private-Antikörpern ist aufgrund der Vielzahl kompatibler Blutkonserven transfusionsmedizinisch nicht von Bedeutung. In seltenen Fällen können diese Antikörper einen ► **Morbus haemolyticus neonatorum** verursachen. Wenn ein seltenes Antigen nur in einer Familie gefunden wird, spricht man von Familienantigen.

Literatur. American Association of Blood Banks (1999) Technical Manual 13th edition, S. Karger, Basel
Reid ME, Lomas-Francis C (2004) The Blood Group Antigen Facts Book. 2. Aufl. Elsevier, New York

SEM

► Standardfehler des Mittelwerts

Seminalflüssigkeit

A.M. GRESSNER

Synonym(e). Seminalplasma

Englischer Begriff. seminal fluid; seminal plasma

Definition. Von den Samenblasen des Mannes sezernierte Flüssigkeit spezifischer chemischer Zusammensetzung, die der Aufnahme und Ernährung der Spermien dient und mit diesen das Ejakulat bildet, welches ein wichtiges Untersuchungsmaterial für die männliche Fertilitätsdiagnostik darstellt.

i Die nach Abzentrifugation der Spermien/Spermatozyten aus dem milchig-trüben Ejakulat gewonnene zähflüssige, schwach alkalische Seminalflüssigkeit ist mit ihrem relativ hohen Fruktosegehalt ein wichtiger Energielieferant für die Motilität der Spermien. Neben ► **Fruktose** sind ► **Citrat**, ► **Zink**, ► **Magnesium**, Inositol (► **Inosin**), saure Prostata-Phosphatase (► **Phosphatase, prostataspezifische saure**), Glukosidase, ► **Prostaglandine E1, E2**, Geruchsstoffe u. a. in ihren jeweiligen Konzentrationen typische, diagnostisch teilweise relevante Bestandteile (► **Tab.1**).

Zur Nomenklatur, Analytik und Bewertung der Veränderungen der Spermatozytenzahl, -morphologie und -motilität wird auf die andrologische Spezialliteratur und auf das aktuelle WHO-Laborhandbuch (2010) verwiesen. Die darin genannten Richtlinien müssen bis 2013 verbindlich eingeführt sein. Pathologische Ergebnisse des immunologischen MAR-Testes weisen auf das Vorliegen von Antikörpern gegen Spermatozyten hin.

Literatur. WHO Laboratory Manual for the Examination of Human Semen and Sperm-Cervical Mucus Interactions (2003) 4th ed, Churchill Livingstone, 285–315

WHO Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen, 5th ed. (2010) ISBN 9789241547789 (deutsche Übersetzung liegt vor)

Seminalplasma

► Seminalflüssigkeit

Seneszenz

► Zellalterung

Senkspindel

► Urometer

Sensitivität, analytische

► Messempefindlichkeit

Sensitivität, diagnostische

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). Diagnostische Sensitivität

Seminalflüssigkeit. Tab. 1. Referenzwerte wichtiger Kenngrößen der Seminalflüssigkeit (nach WHO-Angaben)

Kenngröße	Referenzwert
Volumen	≥ 2,0 mL
pH	7,2–8,0
Spermienkonzentration	≥ 20 Millionen/mL
Spermiengesamtzahl	≥ 40 Millionen/Ejakulat
Motilität	≥ 50 % mit Vorwärtsprogression oder 25 % mit schneller Progression innerhalb von 60 min
Morphologie	≥ 30 % mit normaler Gestalt
Vitalität	≥ 75 % lebensfähig (Farbstoffausschluss)
Leukozyten	< 1,0 Million/mL
MAR-Test	zum Nachweis von IgG-Antikörpern auf den Spermatozyten mittels IgG-beschichteter Latexpartikel; < 10 % der Zellen sind adhärent
Alpha-Glukosidase	≥ 20 mU/Ejakulat
Zink	≥ 2,4 µmol/Ejakulat
Citrat	≥ 52 µmol/Ejakulat
Saure Phosphatase	≥ 200 U/Ejakulat
Fruktose	≥ 13 µmol/Ejakulat

Englischer Begriff. diagnostic sensitivity

Definition. Die diagnostische Sensitivität (Sensitivität eines diagnostischen Tests) bezeichnet die (bedingte) Wahrscheinlichkeit für ein positives Testergebnis unter den tatsächlich Kranken (► **Testergebnis, richtig-positives**).

i Die diagnostische Sensitivität lässt sich verstehen als Empfindlichkeit des Testverfahrens, da sie die Wahrscheinlichkeit für die richtige Testentscheidung unter den Kranken angibt. Die Sensitivität ist ein Maß für die diagnostische Accuracy (► **Accuracy, diagnostische**) eines Tests bzw. für die Validität (► **Validität, diagnostische**) eines diagnostischen Tests (► **Test, diagnostischer**), wenn als Referenz ein **Goldstandard** verwendet wird. Die Sensitivität wird geschätzt durch den Quotienten aus der Zahl der Erkrankten mit positivem Test dividiert durch die Gesamtheit der Erkrankten [d. h. der Quotient $a / (a + c)$; s. Tab. 2 im Stichwort ► **Vierfeldertafel**]. Ist die Sensitivität des Tests hoch, so wird der Test kaum Kranke übersehen. Ein hoch sensibler Test ist besonders dann hilfreich, wenn ein negatives Testresultat beobachtet wird.

Literatur. Hilgers R-D, Bauer P, Scheiber V (2002) Einführung in die Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Sensitivitäts-Spezifitäts-Diagramm

► ROC-Kurve

Sensoren, biologische

► Biosensoren

Sepsiskenngrößen

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Kenngrößen der Sepsis

Englischer Begriff. sepsis marker

Definition. Laborkenngrößen mit den relativ besten Kriterien für die Diagnostik, Phasendifferenzierung, Verlaufskontrolle und Prognosebeurteilung der Sepsis.

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Laborkenngrößen ►Tab. 1 und ► Tab. 2.

Pathophysiologie. Definition der Sepsis [Levy (2003)]: Systemische, entzündliche Reaktion des Organismus auf eine Infektion, die eine Invasion in normalerweise sterile Gewebe oder Körperflüssigkeiten durch obligat oder fakultativ pathogene Keime darstellt. Der Nachweis einer Infektion ist obligat.

Pathogenese

Im Zentrum einer generalisierten, überschießenden Entzündungsreaktion im Rahmen der Sepsis steht die Aktivierung entzündungs- und immunkompetenter Zellen wie ► **Granulozyten**, ► **Monozyten**, ► **Lymphozyten**, ► **Makrophagen** und Endothelzellen, die im aktivierten Zustand eine Vielzahl von Mediatoren freisetzen. Auslösend sind Infektionen mit gramnegativen Keimen in 57–64 %, mit grampositiven Keimen in 35–40 %, mit Pilzen in 3–10 %. Wichtige Mediatoren sind Interleukine (IL) wie ► **Interleukin-1**, ► **Interleukin-6**, ► **Interleukin-8**, ► **Tumornekrosefaktor-α**, ► **Interleukin-10**, ► **Transforming Growth Factor-β**, Gerinnungsmediatoren wie ► **An-**

Sepsiskenngrößen. Tab. 1. Laboratoriumsuntersuchungen bei Sepsis

Untersuchung	Hinweis
Blutkultur	mindestens zweimal innerhalb von 24 h unter aeroben und anaeroben Bedingungen
Blutbild	Leukozyten > 12 oder < 4 G/L und > 10 % Vorstufenleukozyten > 12 oder < 4 G/L und > 10 % Vorstufen
C-reaktives Protein (CRP)	Anstieg nach 6 h, Maximum bei ~48 h, Halbwertszeit ~48 h, kein Hinweis auf Sepsisgrad, aktiviert klassischen Komplementweg
Interleukin-6 (IL-6)	Frühmarker (3–4 h), besonders bei CRP-negativer Neonatalsepsis (Sensitivität 60–97 %), Abfall innerhalb von 48 h
Interleukin-8 (IL-8)	Bei CRP-negativer Neonatalsepsis (Sensitivität 83–91 %), alternativ zu IL-6
Interleukin-10 (IL-10)	fakultativ, erhöht bei Immunparalyse
Procalcitonin (PCT)	hoher und plötzlicher Anstieg bei bakterieller Sepsis (Spezifität 80–100 %, Sensitivität 70–100 %), guter Verlaufspareparameter (Halbwertszeit ~24 h), Prognoseparameter
Lipopolysaccharidbindungsprotein (LBP)	hoher Anstieg bei bakterieller Infektion (in Verbindung mit IL-6 bewerten)
HLA-DR auf CD 14(+) Monozyten	Nachweis der Immunparalyse (späte Sepsisphase) bei Abnahme
Ex-vivo-LPS-Vollblutstimulation und TNF-α-Bestimmung	Funktionsreserve der Monozyten, Nachweis der Immunparalyse (späte Sepsisphase)

Sepsiskenngößen. Tab. 2. Frühdiagnostik der Sepsis mittels Interleukin-6 (IL-6) und Lipopolysaccharidbindungsprotein (LBP)

IL-6	LBP	Interpretation
↑↑↑↑	±	systemische Entzündungsreaktion, ohne bakterielle Infektion (Endotoxinämie [SIRS], z. B. Hypoxie, Gewebeuntergang)
↑↑↑↑	↑↑↑↑	systemische Entzündungsreaktion, mit bakterieller Infektion/Endotoxinämie (Sepsis)
±	↑↑↑↑	schwere lokale bakterielle Infektion (z. B. Pneumonie, Pyelonephritis)

tithrombin-3, aktiviertes ▶ Protein C, ▶ D-Dimere, ▶ Plasminogen-aktivatorinhibitor (PAI-1), systemisches Thrombin u. a.

Stadien der Sepsis:

Im Sepsisverlauf kann sich eine Phase der generellen Hyperinflammation durch Ausschüttung mehrerer proinflammatorischer ▶ Zytokine mit einer Phase der ausgeprägten Immunparalyse durch Überschusssekretion antiinflammatorischer und immunsuppressiver Zytokine abwechseln (▶ Abb. 1). Die pathogenetisch relevanten Zytokine können im Serum bestimmt und als phasenabhängige Kenngrößen eingesetzt werden. Neueste (Limulus-System-basierte) Biomarker wie plasmatische LPS-Reaktivität oder plasmatische β-Glukan-Reaktivität diagnostizieren eine schwere Sepsis sehr frühzeitig und kontrollieren den Therapieerfolg.

Untersuchungsmaterial. Serum, Plasma

Analytik. s. Einzelkenngrößen

Referenzbereich. s. Einzelkenngrößen

Bewertung. ▶ Tab. 1 und ▶ Tab. 2

Literatur. Wahl HG, Herzum I, Renz H (2003) Sepsis und Sepsismarker – Update. J Lab Med 27:431–439
 Levy MM et al (2003) International Sepsis Definitions Conference. Int Care Med 29:530–538

Grimminger F, Mayer K, Seeger W (1997) Gibt es eine gesicherte Immuntherapie bei der Sepsis? Internist 38:541–552
 Remick DG (2007) Biological perspectives – pathophysiology of sepsis. Am J Pathol 170:1435–1444
 Zanetti G, Baumgartner JD, Glauser MF (1997) Sepsis and septic shock. Schweiz Med Wochenschr 127:489–499

Septin-9-Hypermethylierung

▶ Septin-9-Test

Septin-9-Test

A.M. GRESSNER, S. HOLDENRIEDER

Synonym(e). Septin-9-Hypermethylierung

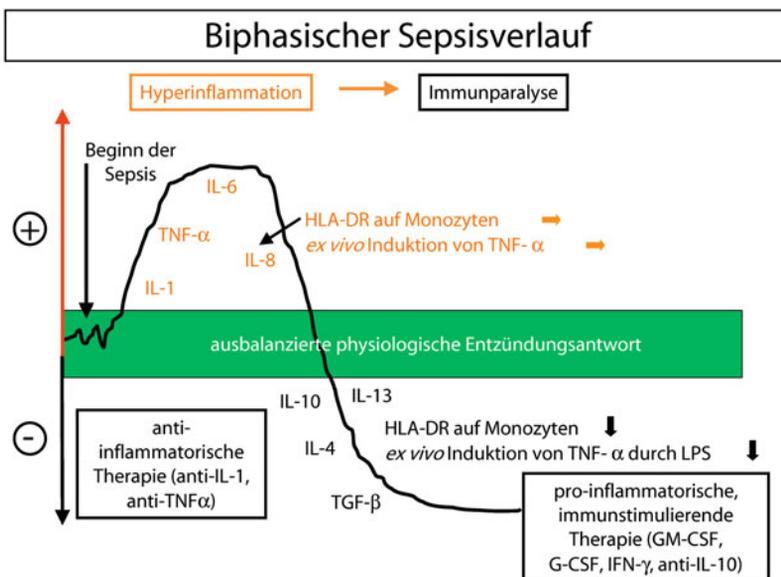
Englischer Begriff. septin9-(gene)-test/assay

Definition. Im Plasma nach DNA-Isolierung und PCR-Amplifikation geführter Nachweis auf zellfreie, zirkulierende, methylierte Sequenzen des Septin-9-Gens, der als spezifische und sensitive diagnostische Kenngröße für Dickdarm(adeno)karzinom gilt.

❗ Im Rahmen von Tumorerkrankungen wurden einerseits Fusionen des Septin-9 mit dem Protoonkogen MLL, andererseits ein vermehrter Verlust der Heterozygotität der Genregion von Septin-9 z. B. beim Ovarialkarzinom beschrieben. Somit ist eine Funktion von Septin-9-Isoformen als Onkogen oder Suppressorgen vorstellbar.

Einige Septin-9-Subtypen wie z. B. v2 beim kolorektalen Karzinom und v4 beim Ovarialkarzinom sind durch Hypermethylierung der Promotorregion reguliert. Assays zur Detektion der Septin-9-Hypermethylierung des v2-Transkripts wurden zur frühzeitigen Diagnose des kolorektalen Karzinoms entwickelt und in mehreren Fallkontrollstudien ausgetestet. Hierbei wurden Sensitivitäten (▶ Sensitivität, diagnostische) von etwa 70 % bei einer Spezifität (▶ Spezifität, diagnostische) von 90 % erzielt. Da aufgrund der geringen Prävalenz kolorektaler Karzinome bei asymptomatischen Personen zahlreiche falsch-positive Befunde zu erwarten sind, wird derzeit geprüft, ob die Septin-9-Teste im Präscreening von Risikogruppen vor der Koloskopievorsorgeuntersuchung einen Stellenwert erhalten werden.

Literatur. Vos T de et al (2009) Circulating methylated SEPT9 DNA



Sepsiskenngößen. Abb. 1. Biphasischer Sepsisverlauf (leicht modifiziert nach Grimminger et al. 1997)



in plasma is a biomarker for colorectal cancer. Clin Chem 55:1337–1346

Grützmann R et al (2008) Sensitive detection of colorectal cancer in peripheral blood by septin-9 DNA methylation assay. PLoS One 3:e3759.

Sequenz

► Nukleotidsequenz

Sequenz, autonom replizierende

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). ARS

Englischer Begriff. autonomously replicating sequence; autonomously replicating segment; ARS

Definition. Genetische Bezeichnung für eine DNA-Sequenz, die ursprünglich in der Hefe entdeckt wurde und die unabhängige Replikation eines ► Plasmids fördert

ⓘ Einige ARS können aus Hefezellen oder auch aus einigen anderen Organismen gewonnen und kloniert werden. Man vermutet, dass es sich um Startpunkte der ► DNA-Replikation handelt. Die Bezeichnung lässt sich auf alle Sequenzen, die in beliebigen Organismen die Replikation von Plasmiden stimulieren, erweitern.

Sequenz, lytische

► Membran Attack Komplex

Sequenz, intervenierende

► Intron

Sequenzierung

R. WEISKIRCHEN

Englischer Begriff. sequencing

Definition. Sammelbezeichnung für Verfahrenstechniken für die Bestimmung einer DNA-, RNA- oder Proteinsequenz

- ⓘ
- Die DNA-Sequenzierung kann mit zwei verschiedenen Methoden durchgeführt werden:
 - a) chemische Spaltung nach Maxam und Gilbert (► Gilbert, Walter) und
 - b) die kontrollierte Unterbrechung der enzymatischen ► Replikation nach Sanger (► Sanger, Frederick), (► Didesoxysequenzierung). An die Sequenzierung schließt sich in der Regel die DNA-Sequenzanalyse an.
 - Die Nukleotidabfolge innerhalb einer RNA kann durch chemische oder enzymatische Verfahrenstechniken ermittelt werden.
 - Die Protein-Sequenzierung erfolgt in der Regel nach dem sog. Edman-Abbau, bei dem das zu analysierende Protein vom Amino-terminus Schritt für Schritt sequenziert wird.

Ser

► Serin

Serie

► Analysenserie

Serielle Datenübertragung

► Analysegeräte-Anschluss

Serieller diagnostischer Test

► Test, serieller diagnostischer

Serin

A.C. SEWELL

Synonym(e). Ser

Englischer Begriff. serine

Definition. Eine nichtessenzielle, proteinogene α -Aminosäure, die erstmals im Jahr 1865 aus Seidenleim (Sericum) isoliert wurde.

Struktur. ► Aminosäuren

Molmasse. 105,1 g

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Serin wird ausgehend von 3-Phosphoglyzerat durch Reduktion mit nachfolgender ► Transaminierung synthetisiert. Im Körper wird Serin zu ► Glyzin abgebaut und durch Transaminierung zu ► Pyruvat umgewandelt.

Funktion und Pathophysiologie. Ser ist Bestandteil der Synthese von ► Purinen und ► Pyrimidinen und Präkursor in der Sphingolipid-synthese. Darüber hinaus spielt Ser eine wichtige Rolle in der katalytischen Funktion verschiedener Enzyme (z. B. ► Chymotrypsin, ► Trypsin). Nervengase und einige Insektizide wirken erst durch Kombination mit Ser mit Hemmung der Acetylcholinesterase.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Plasma, Serum, Urin, Liquor, Trockenblut

Analytik. ► Aminosäuren

Referenzbereiche. ► Aminosäuren

Diagnostische Wertigkeit. Niedrige Serin-Konzentrationen in Plasma und Liquor weisen auf einen 3-Phosphoglyzerat-Dehydrogenasemangel oder Phosphoserin-Phosphatase-mangel hin.

Literatur. Duran M (2008) Amino acids. In: Blau N, Duran M, Gibson KM (eds) Laboratory Guide to the Methods in Biochemical Genetics, Springer pp53–90

Jaeken J, Dethoux M, Van Maldergem L et al (1996) 3-Phosphoglycerate dehydrogenase deficiency: an inborn error of serine biosynthesis. Arch Dis Child 74: 542–545

Serologische Verträglichkeitsprobe

K. KLEESIEK, J. DIEKMANN, J. DRIER, CHR. GÖTTING, M. SCHMIDT

Synonym(e). Kreuzprobe; Majorkreuzprobe; Minorkreuzprobe; kälteabhängige Kreuzprobe

Englischer Begriff. crossmatch

Definition. Die serologische Verträglichkeitsprobe ist die unerlässlich notwendige Sicherung der Verträglichkeit vor jeder Transfusion von Erythrozytenpräparaten (► AB0-Kompatibilität/-Inkompatibilität).

ⓘ Die serologische Verträglichkeitsprobe dient der Erkennung blutgruppenserologischer Unverträglichkeiten zwischen Spender und Empfänger.

Sie ist eine Technik, die im Rahmen blutgruppenserologischer Untersuchungen eingesetzt wird. Die Prüfung der Verträglichkeit zwischen Empfängerenserum und Spendererythrozyten (Majorkreuzprobe) wird von den Richtlinien gefordert und vor jeder Transfusion durchgeführt. Die Minorkreuzprobe, bei welcher die Überprüfung der Verträglichkeit zwischen Empfängererythrozyten und Spenderenserum festgestellt wird, ist nicht mehr Bestandteil der Richtlinien zur Anwendung von Blutprodukten. Die Durchführung der Minorkreuzprobe ist seltenen Einzelfällen vorbehalten und gilt in der Regel als obsolet.

Der indirekte Antihumanglobulintest (indirekter ► Coombs-Test) ist Bestandteil der serologischen Verträglichkeitsprobe. Der indirekte Antihumanglobulintest stellt eine empfindliche Methode zum Nachweis von Antikörpern gegen Erythrozytenantigene (► Alloantikörper) dar. Alternativ können auch weitere Testverfahren angewendet werden, die nach dem jeweiligen Stand des Wissens eine vergleichbare

Sensitivität (► **Sensitivität, diagnostische**) und Spezifität (► **Spezifität, diagnostische**) aufweisen.

Durch die serologische Verträglichkeitsprobe sollen auch Verwechslungen und Fehlbestimmungen aufgedeckt werden. Aus jeder neu abgenommenen Probandenblutprobe ist eine Kontrolle der ABO-Merkmale durchzuführen. Um transfusionsrelevante Antikörper infolge einer Sensibilisierung innerhalb der letzten 3 Monate (auch bei einer fraglichen Transfusions- und Schwangerschaftsanamnese) zu erfassen, ist die serologische Verträglichkeitsprobe für weitere Transfusionen nach spätestens 3 Tagen mit einer frisch entnommenen Empfängerprobe erneut durchzuführen. Das Ergebnis der serologischen Verträglichkeitsprobe ist zu dokumentieren.

In Notfällen kann von den Richtlinien abgewichen werden, soweit dies in der gegebenen Situation zur Abwendung von Lebensgefahr oder eines ernststen Schadens für den Empfänger notwendig ist.

Eine Sonderform der serologischen Verträglichkeitsprobe ist die kälteabhängige Kreuzprobe, die fakultativ zur Technik des indirekten Antihumanglobulintests durchgeführt und nur bei entsprechender Indikation eingesetzt wird. Kälteabhängige Kreuzproben sind dann erforderlich, wenn ein kältereaktiver Antikörper (► **Kälteantikörper**) oder ► **Autoantikörper** vorliegt (in der Regel der Immunglobulinklasse IgM zugehörig) und im Zuge einer Patientenversorgung therapeutische Maßnahmen unter Hypothermiebedingungen notwendig sind (z. B. bei Herzoperationen), die systemische Temperaturen von < 28 °C erfordern). Um eine Spontanaagglutination der patienteneigenen oder fremden (Spender-)Erythrozyten aufgrund des kältereaktiven (Auto-)Antikörpers zu verhindern, muss eine kälteabhängige Kreuzprobe durchgeführt werden. Mit dieser Vorgehensweise wird der Temperaturschwellenwert ermittelt, welcher im Rahmen der Hypothermiemaßnahme nicht unterschritten werden darf. Die Einhaltung bzw. Nichtunterschreitung des Temperaturschwellenwerts ist sowohl für das Abkühlen des Patienten als auch für die Transfusion von Blutprodukten geboten.

Die Durchführung einer kältereaktiven Kreuzprobe wird als direkter Agglutinationstest im Kochsalzmilieu (physiologische Kochsalzlösung) durchgeführt. Ausgehend von 37 °C wird in 2–3 °C Abstufungen die Temperatur der Kreuzprobe schrittweise erniedrigt bis zu jener Temperatur, bei der die ersten Anzeichen einer Agglutination nachweisbar sind. Dieser Temperaturwert gilt als Schwellenwert für Blutprodukte und Probanden, der bei therapeutischen Interventionen unter hypothermen Bedingungen nicht unterschritten werden sollte.

Literatur. Mueller-Eckhardt C, Kiefel V (Hrsg) (2004) Transfusionsmedizin: Grundlagen – Therapie – Methodik. 3. Aufl. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York
Eckstein R (2005) Immunhämatologie und Transfusionsmedizin, 5. Aufl. Gustav Fischer, Stuttgart
Bundesärztekammer (2005) Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Hämotherapie), Aufgestellt gemäß Transfusionsgesetz von der Bundesärztekammer im Einvernehmen mit dem Paul-Ehrlich-Institut. Gesamt-novelle, Deutscher Ärzteverlag, Köln

Serotonin

H.M. SCHULTE, J. JACOBET

Synonym(e). 5-Hydroxytryptamin; 5-HT

Englischer Begriff. serotonin

Definition. Serotonin ist ein biochemischer Messenger und Regulator, beim Menschen finden sich nachweisbare Konzentrationen im ZNS, Gastrointestinal-Trakt und in den Thrombozyten. Serotonin vermittelt eine Vielzahl physiologischer Funktionen z. B. als ► **Neurotransmitter**. Serotonin ist u. a. verantwortlich für die gastrointestinale Motilität, Homöostase und kardiovaskuläre Integrität.

Struktur. 3-(2-Aminoethyl)-1H-indol-5-ol; 5-Hydroxytryptamin, C₁₀H₁₂N₂O

Molmasse. 176,21 g

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Serotonin, auch 5-Hydroxytryptamin genannt, wird aus der Aminosäure ► **Tryptophan** über

5-Hydroxytryptophan durch Hydroxylierung synthetisiert und nach Decarboxylierung überwiegend als ► **5-Hydroxy-Indolessigsäure** (5-HIES, 5-HIAA) im Urin ausgeschieden. Ein anderer Stoffwechselweg führt z. B. in der Zirbeldrüse (Epiphyse) zur Bildung des Neurohormons ► **Melatonin**. Der Abbau erfolgt auf verschiedenen Wegen u. a. unter oxidativer Desaminierung (die NH₂-Gruppe wird abgespalten) unter vielen anderen Substanzen neben Melatonin auch zu sekundären oder tertiären Aminen.

Halbwertszeit. Sehr kurz und instabil

Funktion und Pathophysiologie. Serotonin dient als Transmitter für serotoninerge Neurone, ist ein Stimulator der glatten Muskulatur (Vasokonstriktor) und auch an der Blutstillung beteiligt.

Bereiche der Verhaltensmuster wie z. B. Aggression, Sexualverhalten und Thermoregulation werden durch Serotonin ebenso beeinflusst wie motorische Aktivität und das Schlafverhalten. Zusammenhänge mit Angstzuständen, Depressionen, Schizophrenie und Karzinoid-Tumoren sind ebenfalls gut untersucht.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen.

- Vollblut, versetzt mit EDTA (10 mg) und Ascorbinsäure (75 mg)
- Serum/Plasma (EDTA) oder
- Urin (aus 24-h-Sammelurin, angesäuert, gekühlt).

Für die Bestimmung von Serotonin und 5-Hydroxy-Indolessigsäure muss mindestens 2 Tage vor der Probenahme eine Karenz bestimmter Serotonin-haltiger Nahrungsmittel und Medikamente eingehalten werden. Diese sind im Einzelnen:

Nahrungsmittel:

Bananen, Walnüsse, Tomaten, Ananas, Johannisbeeren, Zwetschgen, Stachelbeeren, Mirabellen, Melonen, Avocados, Auberginen, Kiwis.

Medikamente:

Methocarbamol, Mephesisin, Guaifenesin, Paracetamol, Salizylsäure.

Probenstabilität. EDTA-Blut zur Serotonin-Bestimmung muss sofort weiterverarbeitet werden; das Thrombozytenpellet kann tiefgefroren längere Zeit aufbewahrt werden.

(5-HIES ist im auf pH 2–3 angesäuerten Urin bei 4 °C bis zu 2 Wochen stabil).

Analytik. HPLC

Konventionelle Einheit. ng/mL (µg/L)

Internationale Einheit. µmol/L

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit.

ng/mL × 0,00568 = µmol/L

Referenzbereich — Erwachsene. Serum: 40,0–200 µg/L

Plasma (EDTA): 50,0–330 µg/L

Urin: < 200 µg/24 h

Referenzbereich — Kinder. Serum: 40,0–200 µg/L

Plasma (EDTA): 50,0–330 µg/L

Urin: < 200 µg/24 h

Indikation. Hauptindikation ist der Verdacht auf Karzinoid (Foregut-, Midgut-, Hindgut-Karzinoid) bzw. ein Screening bei MEN I

Interpretation. Veränderte Konzentrationen von zirkulierendem Serotonin bzw. dem Metaboliten 5-HIES im Urin findet man bei: Karzinoid-Tumoren (Foregut-, Midgut-, Hindgut-Karzinoid) Heparin-induzierter Thrombozytopenie (HIT, s. a. ► **Serotonin Release Assay**)

Depression/Schizophrenie

Duchenne-Muskeldystrophie

Primärem Bluthochdruck

Autistischen Kindern (infantil)

Präeklampsie-Schwangerschaften

Niedrige Serotonin-Konzentrationen finden sich bei Migräne, Angstzuständen, Depressionen und gesteigerter Schmerzempfindlichkeit. Karzinoid produzierenden erheblich gesteigerte Werte. Auch Menschen, die sich ausschließlich vegetarisch ernähren, haben eine erhöhte

Serotonin-Blutkonzentration. Eine Erhöhung des Serotonin-Wertes scheinen neben anderen Gemüsen und Früchten besonders Bananen, Walnüsse, Tomaten, Ananas, Melonen, Auberginen und Kiwis zu bewirken.

Diagnostische Wertigkeit. Serotonin dient als Neurotransmitter für serotoninerge Neurone, ist ein Stimulator der glatten Muskulatur (Vasokonstriktor) und auch an der Blutstillung beteiligt.

Bereiche der Verhaltensmuster wie z. B. Aggression, Sexualverhalten und Thermoregulation werden durch Serotonin ebenso beeinflusst wie motorische Aktivität und das Schlafverhalten. Zusammenhänge mit Angstzuständen, Depressionen, Schizophrenie und Karzinoid-Tumoren sind ebenfalls gut untersucht.

Literatur. Chauveau J, Fert V, Morel AM et al (1991) Rapid and Specific Enzyme Immunoassay of Serotonin. Clin Chem 37:1178–1184

Serotonin Release Assay

P. KIEFER, T. STIEF

Synonym(e). SRA

Englischer Begriff. serotonin release assay

Definition. SRA wird eingesetzt, um die Aktivierung von Thrombozyten durch Antikörper zu testen, die gegen einen Komplex von Heparin und Plättchenfaktor 4 gerichtet sind. Der SRA wird mit Spenderthrombozyten durchgeführt und gilt als Goldstandard der Heparin-induzierten Thrombozytopenie (HIT)-II-Testung. Der SRA ist wegen seiner Komplexität Speziallaboren vorbehalten.

ⓘ Spenderplättchen werden mit radioaktiv markiertem (^3H oder ^{14}C) Serotonin beladen. Die Aktivierung der Plättchen durch Antikörper im Serum des Probanden ist der Freisetzung des markierten **Serotonin** aus den Granula der Thrombozyten proportional. Alternativ wurden SRA entwickelt, bei denen das aus den Granula freigesetzte Serotonin durch einen **Enzymimmunoassay** (EIA-SRA) oder durch **Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie** (HPLC-SRA) bestimmt wird.

Der SRA gilt als **Goldstandard** zur Erfassung von HIT-II-induzierenden Antikörpern. Sensitivität (**Sensitivität, diagnostische**) und Spezifität (**Spezifität, diagnostische**) werden mit 90 % bzw. mit bis zu 100 % angegeben. Häufig wird der Test auch eingesetzt, um schwache Ergebnisse des hochsensitiven Screeningtests (PF4/ELISA) zu bestätigen. HLA-Class-I-Autoantikörper oder Antikörper gegen Plättchen-spezifische Antigene können zu einer Heparin-unabhängigen Freisetzung von Serotonin führen.

Literatur. Fouassier M, Bourgette E, Libert F, Pouplard C, Marques-Verdier A (2006) Determination of serotonin release from platelets by HPLC and ELISA in the diagnosis of heparin-induced thrombocytopenia: comparison with reference method by [^3H]-serotonin release assay. J Thromb Haemost. 4:1136–1139

Serpin E1

▶ Plasminogen-aktivator-Inhibitor 1

Serum

W.G. GÜDER

Synonym(e). Blutserum

Englischer Begriff. serum

Definition. Partikelfreier Überstand des Vollblutes nach vollständiger Gerinnung

ⓘ Serum stellt das traditionell am meisten verwendete Untersuchungsmaterial dar. Es wird aus **Vollblut** durch Zentrifugation über 10 min bei $2000 \times g$ gewonnen, nachdem die Gerinnung zu einer Retraction des Blutkuchens geführt hat, der neben den Blutzellen alle **Gerinnungsfaktoren** enthält, die mit Fibrin bei der Zentrifugation ausfallen. Bei diesem Vorgang werden **Thrombozyten** aktiviert und verlieren den größten Teil ihrer Inhalte in das Serum.

Unterschiede zwischen **Plasma** und Serum sind überwiegend durch den natürlichen Gerinnungsvorgang bedingt. So nehmen Gesamtprotein ab und **Phosphat**, **Kalium**, **Laktatdehydrogenase** und andere Bestandteile der Thrombozyten (z. B. Neuronenspezifische Enolase, Saure Phosphatase, Dopamin, Serotonin) im Serum gegenüber Plasma zu.

Literatur. Guder WG, Ehret W, daFonseca-Wollheim F, Heil W, Müller-Plathe O, Töpfer G et al (1998) Serum, Plasma or Whole Blood? Which Anticoagulant to Use? J Lab Med 22:297–312

Serum- oder Plasmatrenngel

▶ Trenngel

Serum-Amyloid A

G. TÖPFER

Synonym(e). SAA

Englischer Begriff. serum amyloid A

Definition. Wird bei **Akute-Phase-Reaktionen** wie Entzündungen und Abstoßreaktionen schneller gebildet und langsamer abgebaut als **C-reaktives Protein** (CRP), ist strukturell bei einer Molmasse von 12 kDa an HDL gebunden und stellt das Vorläuferprotein des Gewebe-Amyloid-AA-Proteins dar, das bei chronischen Entzündungen abgelagert werden kann.

Struktur. SAA enthält 104 Aminosäuren, wobei N-terminal die **Aminosäuren** 45–83 mit jenen des Protein-AA extrahiert aus den Fibrillen von Amyloid-A identisch sind. Die Aminosäuren 38–58 sind in allen Spezies, in denen es vorkommt, gleich. Ratten haben kein messbares Serum SAA wegen Fehlens der genetischen Kodierung von Teilen des Gens, so dass sich bei Entzündungen Teilstücke in der Leber ansammeln. Eine andere Form des SAA, die auch bei Tieren vorkommt, hat ein zusätzliches Oktapeptid zwischen Aminosäuren 70 und 77, es verhält sich nicht als **Akute-Phase-Protein**. Nach seiner Sekretion aus der Bildungszelle assoziieren alle Formen des SAA auf der hydrophoben N-terminalen Seite mit HDL. Der Haupt-Träger für SAA ist HDL-3, auch andere HDL-Fraktionen sowie LDL- und VLDL binden SAA. Während der Akute-Phase-Reaktion kann SAA in der HDL-Fraktion um das 1000fache ansteigen, wobei Apolipoprotein-A-I, Apolipoprotein-A-II und Apolipoprotein-C-III aus dem Komplex verdrängt werden.

Molmasse. 12 kDa

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Die Leber ist der Hauptsyntheseort, extrahepatische Synthese erfolgt noch in Fibroblasten und Makrophagen. **Interleukin-1**, **Interleukin-6** und **Tumornekrosesfaktoren** induzieren die Synthese, wobei Kortikosteroide diesen Effekt auf zellulärer Ebene verstärken. Bei Gesunden ist SAA nur in sehr geringen Konzentrationen im **Plasma** vorhanden ($< 10 \text{ mg/L}$). Der Abbau geschieht in der Leber möglicherweise durch die Aufnahme der HDL-Partikel von den Hepatozyten. Während der Akute-Phase-Reaktion ist der Abbau um etwa 30 % reduziert. Das könnte die Ursache für Steigerung der Konzentration bei der Akute-Phase-Reaktion um das 2000-Fache sein (CRP-Steigerung dabei nur um das 1000-Fache bei verstärktem Abbau des CRP in der akuten Phase). Peak-Werte werden für SAA etwa 50 h nach dem akuten Ereignis erreicht.

Funktion und Pathophysiologie. Chronisch erhöhte Serum-Konzentrationen des SAA sind eine der notwendigen Voraussetzungen zur Bildung von AA-Amyloid. Bei Tieren gibt es Isoformen des SAA, die mehr zur Amyloid-Ablagerung neigen, dies ist beim Menschen nicht der Fall. Die Prävalenz einer derartigen Amyloidose beträgt bei Autopsien 0,5–0,7 %. Bei Patienten mit rheumatischen Erkrankungen beträgt die Prävalenz der Amyloidose 4,5 %. Die bisherigen Erkenntnisse zur Funktion und Pathophysiologie des Lipidstoffwechsels und der Abwehrfunktion im Zusammenhang mit SAA befinden sich noch im Stadium des Tierexperiments.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum aus Vollblut

Probenstabilität. Proben möglichst frisch analysieren.
Serum bei 2–8 °C 8 Tage stabil, bei –20 °C 3 Monate stabil.

Präanalytik. Trübungen in den Proben stören bei ▶ **Immunnephelometrie**/▶ **Immunturbidimetrie**. Entfernung von Partikeln oder Lipidtrübungen bei 15000 × g über 10 min, dann noch trübe Proben werden nicht analysiert. Frier-Tau-Zyklen sind zu vermeiden.

Analytik. ▶ **Radioimmunoassay** (RIA), Latexverstärkte Immunnephelometrie, ▶ **Enzyme-linked Immunosorbentassay** (ELISA), Dot blot. Internationaler (WHO-)Standard ist seit 1998 verfügbar. Bei der Latexverstärkten Immunnephelometrie beträgt das Messbereich 3–200 mg/L (Verdünnung 1/400) bzw. bis 1000 mg/L bei Verdünnung des Serum von 1/2000.

Konventionelle Einheit. mg/dL

Internationale Einheit. mg/L

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit. mg/dL × 10 = mg/L

Referenzbereich — Erwachsene. Latexverstärkte Immunnephelometrie: < 6,4 mg/L
Median: 1–2 mg/L

Referenzbereich — Kinder. s. Erwachsene

Indikation.

- Entzündungsmarker, Aktivitätsmarker bei rheumatoider Arthritis
- Marker für Transplantatabstoßung
- Abklärung einer Amyloidose
- Indikationen ähnlich dem CRP wie Diagnostik von Herzattacken, Neugeboreneninfektionen.

Interpretation. SAA zeigt auch bei Virusinfektionen in der Regel Anstiege über den Referenzbereich, beispielsweise bei zwei Drittel der gewöhnlichen Erkältungskrankheiten, während das bei CRP nur in etwa der Hälfte der Virusinfektionen beobachtet wird. Allerdings fehlen diese Anstiege des SAA bei Hepatitis B- und C-Infektionen. Auch Lupus erythematodes und ulcerative Kolitis zeigen keine SAA-Erhöhungen.

Bei malignen Tumoren steigt SAA an, wobei metastasierende Tumoren höhere Konzentrationen aufweisen.

Besondere Bedeutung weist SAA bei der Beurteilung des Aktivitätsgrades der Rheumatoiden Arthritis auf, wo es den anderen Akute-Phase-Proteinen überlegen scheint, auch im Hinblick auf die Abschätzung des Risikos, bei hohen SAA-Serumkonzentrationen A-Amyloid abzulagern. Allerdings ist die hohe Konzentration nur eine Voraussetzung für die Amyloid-Ablagerung.

Etabliert hat sich SAA zur Erkennung von Abstoßungsreaktionen von transplantiert Niere, Leber, Niere/Pankreas. Bedeutung kommt dem SAA auch für die Erkennung der Abstoßung transplantiert Herzen zu, allerdings nur mit einer ▶ **diagnostischen Sensitivität** von < 70 %. Zur Differenzialdiagnostik von Virusinfektionen und Rejektionskrisen wird vielfach ▶ **Neopterin** im Urin und/oder Serum empfohlen. Gleichzeitig mögliche bakterielle Infektionen stellen zusätzlich weiterhin ein Differenzialdiagnostisches Problem dar, welches allerdings möglicherweise über die ▶ **Procalcitonin**-Bestimmung abklärbar ist (allerdings fehlen bisher dazu Publikationen).

Bei stabiler Angina pectoris und Herzinfarkt weist SAA eine ähnliche, wenn nicht bessere Empfindlichkeit wie CRP (im unteren Messbereich) auf. Arbeiten über die Bedeutung bei Neugeboreneninfektionen sollten den diagnostischen Wert von SAA für diese Fragestellung klären, zumal der Parameter SAA nunmehr besser verfügbar und seit der Einführung eines internationalen Standards 1998 gut vergleichbar zu messen ist.

Diagnostische Wertigkeit. Die Hoffnung, dass sowohl virale als auch bakterielle Infektionen vollständig erfassbar sind, hat sich nicht erfüllt. Da der Anstieg bei Akute-Phase-Reaktionen, Abstoßungskrisen und chronischen Entzündungen besser diagnostisch nutzbar erscheint als der des CRP, sollte ein breiterer Einsatz an der Stelle oder zusätzlich zu CRP (und u. a. von ▶ **Zytokinen**) erfolgen.

Literatur. Whicher JT, Chir B (1996) Serum Amyloid A In: Ritchie RF, Navolotskaia O (eds) Serum Proteins in Clinical Medicine. Vol 1 Laboratory section. 1st edn. S 02:1–5

Serumcholinesterasen

▶ Pseudocholinesterase

Serum-Pool

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Poolserum

Englischer Begriff. serum pool

Definition. Serum, das durch homogene Mischung von Serum verschiedener Probanden erhalten wird

❗ Serum-Pools werden hergestellt z. B. als Ausgangsmaterial für Kontrollseren.

Serumproteinelektrophorese

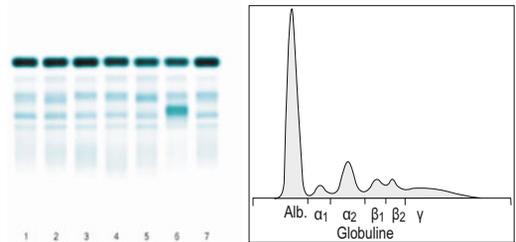
R. WESTERMEIER, A.M. GRESSNER

Englischer Begriff. serum protein electrophoresis

Definition. Spezielle Anwendung der Zonenelektrophorese in nicht-restriktiven Medien, wie Celluloseacetatfolien oder Agarosegelen, zur Trennung von Serumproteinen in die fünf Fraktionen Albumin, α_1 -, α_2 -, β - und γ -Globuline.

Physikalisch-chemisches Prinzip. Für die Trennung von Serumprotein wird meist die ▶ **Celluloseacetatfolien-Elektrophorese** oder die etwas höher auflösende ▶ **Agarosegelelektrophorese** eingesetzt. In vielen Laboratorien wird bereits mit der ▶ **Kapillarelektrophorese** experimentiert, weil diese besser zu automatisieren ist.

Im Verlauf von Erkrankungen ergeben sich Konzentrationsänderungen von Serumproteinen (▶ **Akute-Phase-Proteine**), die bei der Serumproteinelektrophorese zu qualitativen und quantitativen Abweichungen im ▶ **Elektropherogramm** und ▶ **Densitogramm** vom normalen Proteinmuster führen. Die Patientenserum werden mit Probenstempeln auf eine puffergetränkte Celluloseacetatfolie oder ein Agarosegel appliziert, im elektrischen Feld getrennt (▶ **Elektrophorese**) und – je nach Medium – mit Ponceaurot-Färbung oder Amidoschwarz-Färbung nachgewiesen. Die Elektropherogramme werden mit einem ▶ **Densitometer** ausgewertet und z. B. mit Hilfe von geeigneten Programmen in einen Befund integriert (▶ **Abb. 1**).



Serumproteinelektrophorese. Abb. 1. Beispiel einer Serumproteinelektrophorese im Agarosegel. Elektropherogramm und Densitogramm einer Trennspur. Alb. = Albumin (Mit freundl. Genehmigung von SEBIA, Issy-les-Moulineaux, Frankreich)

Einsatzgebiet. Serumproteintrennungen zum Nachweis der Akute-Phase-Reaktion (▶ **Akute-Phase-Protein**), Hypoglobulinämien, monoklonalen Gammopathien (▶ **Immunglobulin, monoklonales**), Bisalbuminämie (▶ **Albumin**).

Es handelt sich lediglich um eine Übersichtsanalyse, die bei abnormalem Befund durch diagnostisch validere Untersuchungen, z. B. Einzelproteinbestimmungen, ergänzt werden muss.

Untersuchungsmaterial. Serum

Instrumentierung.

- Elektrophoresekammer
- Stromversorger
- Färbeschalen
- Densitometer

Sensitivität. Die Empfindlichkeit liegt im µg-Bereich.

Referenzbereiche. Die Angaben gelten für die Serumproteinelektrophorese auf Celluloseacetatfolie. In Abhängigkeit von der Färbemethode (► **Amidoschwarz-Färbung**, ► **Ponceaurot-Färbung**) der Proteinfractionen ergeben sich im Einzelnen etwas unterschiedliche relative Verteilungen. Da es sich nicht um eine streng quantitative Methode handelt, sind die Angaben der absoluten Konzentrationen (g/L) als Richtbereiche zu verstehen (► **Tab. 1** und **2**).

Anfärbung	Globuline				
	Albumin	α ₁	α ₂	β	γ
Amidoschwarz* (Thomas 1981)	60,6–68,6	1,4–3,4	4,2–7,6	7,0–10,4	12,1–17,7
Ponceaurot s* (Grabner et al. 1970)	55,3–68,9	1,6–5,8	5,9–11,1	7,9–13,9	11,4–18,2

*Angaben der 5- und 97,5-Perzentile

Fehlermöglichkeit. Vielfältige Fehlerquellen beim Selbstgießen von Agarosegelen wie z. B. falsches Einwiegen von Agarosepulver, Verwenden von Agarose mit falscher Elektroendosmose oder zu hohem Wasseranteil, zu kurzes Aufkochen, mechanische Belastung der Agarosemoleküle durch Mischer, ungleichmäßige Gelschicht, falsche Pufferzusammensetzung. Kommerzielle Systeme schließen diese Fehlerursachen weitgehend aus. Celluloseacetatfolien müssen durch planes Auflegen („Floaten“) auf

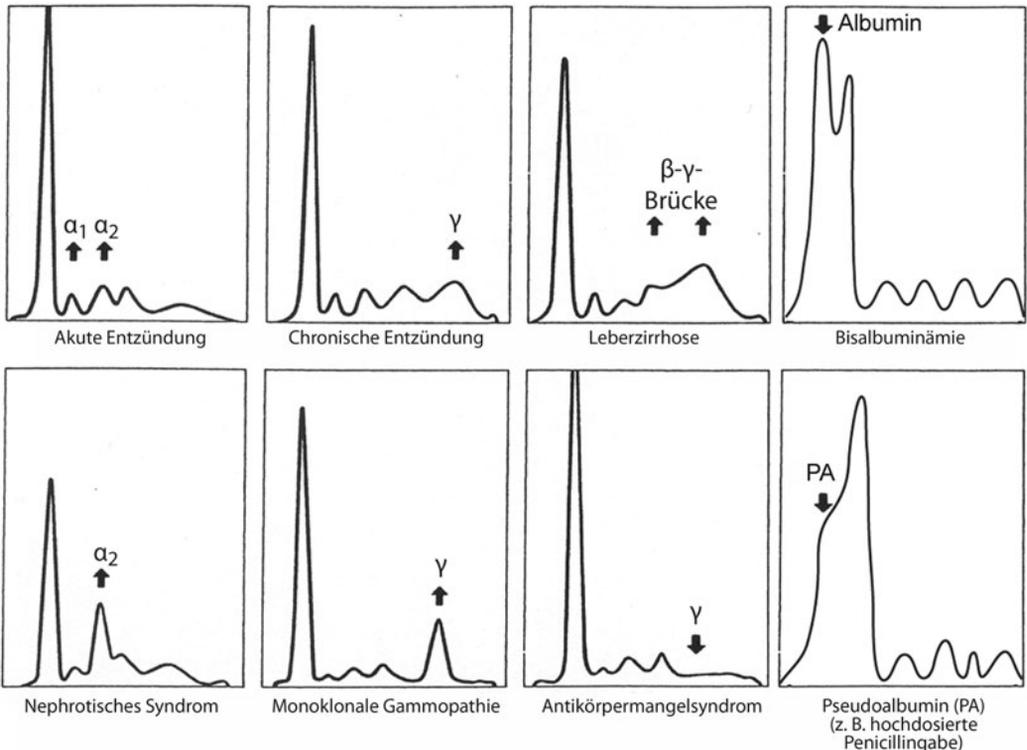
Serumproteinelektrophorese. Tab. 2. Konzentrationsverteilungen der getrennten Ponceaurot-gefärbten Proteinfractionen (g/L) für Kinder und Erwachsene [Gressner u. Thomas (1995)]

	Neugeborene	Säuglinge ≤ 1 Jahr	Kleinkinder < 6 Jahren	Schulkinder	Erwachsene
Albumine	32,7–45,3	35,7–51,3	33,1–52,2	40,0–52,5	35,2–50,4
α ₁ -Globuline	1,1–2,5	1,3–2,5	0,9–2,9	1,2–2,5	1,3–3,9
α ₂ -Globuline	2,6–5,7	3,8–10,8	4,3–9,5	4,3–8,6	5,4–11,3
β-Globuline	2,5–5,6	3,5–7,1	3,5–7,6	4,1–7,9	5,9–12,4
γ-Globuline	3,9–11,0	2,9–11,0	4,5–12,1	5,9–13,7	5,8–15,2

die Pufferoberfläche gleichmäßig mit Puffer getränkt werden und sind nur mit Pinzette und Gummihandschuhen zu berühren.

Praktikabilität/Automatisierung/Kosten. Es werden von mehreren Firmen Fertiggele und -folien, Färbekits, und automatisierte Elektrophoresysteme für die klinischen Anwendungen angeboten. Daneben stehen bedienungsfreundliche Densitometer-Steuerungsprogramme und Auswertungsprogramme zur Verfügung.

Interpretation. Die Serumproteinelektrophorese ist eine wenig sensitive, semiquantitative Methode, die nur starke Veränderungen innerhalb der einzelnen elektrophoretischen trennbaren Fraktionen zu erfassen erlaubt. In manchen Fällen liefert ein ausgewähltes Proteinprofil ergänzende diagnostische Aussagen (► **Abb. 2**).



Serumproteinelektrophorese. Abb. 2. Typische elektrophoretische Konstellationen bei erworbenen oder genetischen Dysproteinämien (modifiziert nach Thomas 1981)

Literatur. Grabner W, Bergner D, Wermuth G (1970) Mikrozonenelektrophorese auf Membranfolien. *Ärzt Lab* 16:193–201
 Thomas L (1981) Serumweißelektrophorese. Urban & Schwarzenberg, München
 Gressner AM, Thomas L (1995) Proteinstoffwechsel. In: Greiling H, Gressner AM (Hrsg) *Lehrbuch der Klinischen Chemie und Pathobiochemie*, 3. Aufl. Schattauer, Stuttgart

Serumprotein-Labilitätsreaktionen

A.M. GRESSNER

Synonym(e). Trübungsteste; Labilitätsreaktionen der Serumproteine

Englischer Begriff. serum protein flocculation (turbidity) tests

Definition. Heute obsoleete chemische Fällungsreaktionen der Proteine im Serum durch Zugabe von Salzen oder Säuren zum Nachweis von Verschiebungen des Globulin-Albumin(G/A)verhältnisses im Rahmen von akuten und chronischen Entzündungen, Leber-, Lungen-, Nierenerkrankungen und multiplen Myelomen.

i Verschiebungen des G/A-Verhältnisses bei chronischen Erkrankungen der genannten Organe und bei multiplen Myelom (Plasmazytom) werden je nach Test durch definierte Zugabe von Quecksilberchlorid (► **Takata-Reaktion**), einer Thymollösung (► **Thymol-Trübungstest nach MacLagan**) oder Aqua bidest (► **Sia-Waldenströme-Test**, ► **Euglobulin-Test**) und damit einsetzender Trübungsreaktion visuell qualitativ nachgewiesen. Eine semiquantitative (Stufen-) Bewertung der Trübung kann vorgenommen werden.

Literatur. MacLagan NF, Martin NH, Lunnon JB (1952) The mechanism and interrelationships of the flocculation tests. *J Clin Pathol* 5:1–9

Server

O. COLHOUN

Englischer Begriff. server

Definition. Computer, der in einem Netzwerk seine Dienste anderen Computern (den sog. Clients) zur Verfügung stellt

i In Netzwerken unterscheidet man File Server zum Speichern von Daten und Application-Server, die Anwendungsprogramme zur Verfügung stellen; ferner werden oft Druck-Server und Fax-Server verwendet. In Weitbereichsnetzen oder einem Verbund von Netzen wie dem Internet werden Server i. d. R. als Mail-Server zum Versenden, Empfangen und Speichern von Emails, Web-Server für die Bereitstellung von Content via Internet sowie als File-Server zum Download von Daten eingesetzt.

Ein Computer, der als Server dient, muss i. d. R. sehr große Datenmengen speichern, verwalten und übertragen. Daher benötigt er eine Hardware-Ausstattung, die auf seine besonderen Aufgaben zugeschnitten ist:

- hohe Ausfall- und Datensicherheit, etwa durch das Spiegeln von Festplatten und durch eine USV,
- schnelle Festplatten hoher Speicherkapazität, häufig als RAID-System ausgeführt,
- großer Arbeitsspeicher
- leistungsfähiger Prozessor (bzw. Doppelprozessoren)

Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Viruses

► SARS-Corona-Viren

Severinghaus-Elektrode

► Kohlendioxidpartialdruck

Sexualhormon-bindendes Globulin

H.M. SCHULTE, J. JACOBETT

Synonym(e). SP-2; SHBG

Englischer Begriff. sex hormone binding globuline

Definition. Die Mehrzahl der zirkulierenden gonadalen ► **Steroidhormone** ist proteingebunden. ► **Testosteron**, ► **Dihydrotestosteron** und ► **Estradiol** sind an das Sexualhormon-bindende Globulin (SHBG) oder an das Testosteron-bindende Globulin (TeBG) gebunden, beide werden in der Leber synthetisiert.

Molmasse. 52 kDa

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. SHBG ist ein Protein, das in der Leber gebildet wird. Die SHBG-Synthese und -Sekretion ist ein Estrogen-abhängiger Prozess. SHBG-Erhöhungen findet man als Folge einer Estrogeneinwirkung auf die Leber. SHBG-Konzentrationen sind deshalb ein sehr sensibler Parameter der ► **Estrogeneinwirkungen** auf die Leber. Die Konzentration des SHBG hängt von Ausmaß, Zeitspanne der Estrogeneinwirkung und der Art des einwirkenden Estrogens ab. Ethinylöstradiol hat einen besonders starken Einfluss auf die SHBG-Synthese und -Konzentration im Serum. ► **Androgene** oder ► **Gestagene** mit androgener Restwirkung verhalten sich diesbezüglich gegenseitig. SHBG bindet mit höchster Affinität Dihydrotestosteron (DHT) und in abfallender Reihenfolge der Affinität Testosteron, Estradiol und nur in geringem Maße Estron, DHEA, Androstendion und Estriol. Künstliche Gestagene binden in variabler Weise ebenfalls SHBG, und zwar in abfallender Reihenfolge sind dies Gestoden, Levonorgestrel, Norethisteron und 3-Ketodesogestrel; Dienogest bindet nicht an SHBG.

Funktion und Pathophysiologie. Bei allen Zuständen, die mit erhöhten Androgenkonzentrationen oder exzessiven Androgenwirkungen an den Androgenzielorganen einhergehen, kann man erniedrigte SHBG-Konzentrationen finden. Dies erklärt auch die geschlechtsspezifischen Unterschiede bei Mann und Frau. SHBG-Messungen sind also ein wichtiger Hinweis auf chronisch-exzessive Androgenwirkungen, wenn die Androgenwerte noch normal sind, die klinische Symptomatik jedoch für einen Androgenexzess spricht. Die Bindung von Sexualsteroiden an SHBG ist reversibel.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum

Analytik. Immunoassays

Konventionelle Einheit. nmol/L

Internationale Einheit. nmol/L

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit. nmol/L

Referenzbereich — Frauen. 18,0–114 nmol/L

Referenzbereich — Männer. 13,0–71,0 nmol/L

Indikation. Als Zusatzuntersuchung zur Bestimmung der Androgene ist SHBG dann ein nützlicher Parameter, wenn Verdacht besteht, dass relativ hohe Konzentrationen an freien Androgenen (z. B. Testosteron) vorliegen. Aus dem Quotienten zwischen Gesamttestosteron und SHBG kann man näherungsweise auf den Anteil des freien Testosterons schließen.

Interpretation. Erhöhungen:

- Hyperthyreose
- orale Kontrazeptiva
- Antiepileptika
- Leberzirrhose
- Alkoholismus
- Schwangerschaft
- testikuläre Feminisierung

Erniedrigungen:

- Hypothyreose
- Fettsucht
- Hirsutismus
- erhöhte Androgenspiegel (auch bei exogener Androgentherapie oder Abusus)
- Alopezie
- Akromegalie

Diagnostische Wertigkeit. Bestimmung ist nur sinnvoll in Kombination mit Testosteron und/oder Estradiol.

Literatur. Elmlinger MW, Kuhnel W, Ranke MB (2002) Reference Ranges for Serum Concentrations of Lutropin (LH), Follitropin (FSH), Estradiol (E2), Prolactin, Progesterone, Sex Hormone-Binding Globulin (SHBG), Dehydroepiandrosterone Sulfate (DHEAS), Cortisol and Ferritin in Neonates, Children and Young Adults. Clin Chem Lab Med 40:1151–1160

Pugeat M, Cousin P, Baret C et al (2000) Sex Hormone-Binding Globulin during Puberty in Normal and Hyperandrogenic Girls. J Pediatr Endocrinol Metab 13(Suppl 5):1277–1279

Pugeat M, Crave JC, Tourniaire J et al (1996) Clinical Utility of Sex Hormone-Binding Globulin Measurement. Horm Res 45:148–155

sFlt-1

► Fms-like Tyrosine Kinase 1, lösliche

SGOT

► Aspartat-Aminotransaminase

S-G-Qu

► Szent-Györgyi-Quotient

SHb

► Sulfhämoglobin

SHBG

► Sexualhormon-bindendes Globulin

Sheddase

► Disintegrin-Metalloproteasen

Shewhart-Kontrollkarte

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. Shewhart chart; Shewhart control chart,

Definition. Die Shewhart-Kontrollkarte stellt den Zeitverlauf (z. B. in Stunden, Tagen oder Arbeitsschichten) der für die Präzisionskontrolle ermittelten Messwerte dar.

Die Shewhart-Kontrollkarte ist die im Rahmen der ► **Präzisionskontrolle** am häufigsten eingesetzte Kontrollkarte. Die mittlere horizontale Linie dieser grafischen Darstellung fasst die im Zeitverlauf beobachteten Messergebnisse durch den arithmetischen Mittelwert (► **Mittelwert, arithmetischer**) zusammen. Im Allgemeinen werden vier zusätzliche horizontale Linien als Warn- bzw. Kontrollgrenzen in die Shewhart-Kontrollkarte eingezeichnet. Die Berechnung dieser Warn- und Kontrollgrenzen basiert dabei auf der ► **Standardabweichung** der im Zeitverlauf beobachteten Messwerte. Die untere Warn- und Kontrollgrenze liegt um die zweifache Standardabweichung unterhalb, die obere Warn- und Kontrollgrenze um die zweifache Standardabweichung oberhalb der Mittellinie, während die beiden Kontrollgrenzen drei Standardabweichungen von der Mittellinie entfernt liegen.

Literatur. Nebel C (1969) Statistische Qualitätskontrolle – das Handbuch der Western-Electric-Company für den Praktiker. Berliner Union, Stuttgart.

Shielded twisted pair

O. COLHOUN

Synonym(e). Twisted-Pair-Kabel

Englischer Begriff. STP, shielded twisted pair

Definition. Netzwerkkabel zur Verbindung von Computern

Die „abgeschirmtes verdritteltes Kabelpaar“: Das Kabel besteht aus mindestens zwei verdrittelten Leitungen und ähnelt dem einer Telefonleitung. Beim STP-Kabel ist jede Ader einzeln abgeschirmt; dies im Gegensatz zum UTP (Unshielded-twisted-pair-Kabel).

Shit

T. ARNDT

Definition. Straßename/Deckname für Haschisch (► **Straßennamen von Drogen**: Cannabinoide).

Shotgun-Sequenzierung

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Schrotschuss-Sequenzierung

Definition. Bezeichnung für eine Verfahrenstechnik für die Bestimmung einer DNA-, RNA- oder Proteinsequenz, bei der das zu analysierende Makromolekül zunächst in einzelne sich überlappende Teilstücke zerlegt wird, die dann getrennt sequenziert werden. Die komplette Sequenz wird aus den Resultaten der Einzelsequenzierungen (► **Sequenzierung**) ermittelt.

SHOX2-Test

A.M. GRESSNER

Synonym(e). SOX2-Gen-Test

Englischer Begriff. SOX2(-gene)-test/assay

Definition. Ein mittels PCR in der bronchoalveolären Spüllüssigkeit bzw. im Bronchialaspirat geführter Nachweis von methylierter SHOX2-DNA, die als spezifische diagnostische Kenngröße für Lungenkarzinom gilt.

In der Lungenspüllüssigkeit wird die isolierte DNA nach Bisulfitkonvertierung und Amplifikation des methylierten SHOX2-Gens mittels PCR nachgewiesen. Ein positives Testergebnis besitzt im Mittel eine diagnostische Sensitivität (► **Sensitivität, diagnostische**) von bis zu 78 % und diagnostische Spezifität (► **Spezifität, diagnostische**) von 95 % für maligne Lungentumoren, wobei für die einzelnen Tumortypen geringe Unterschiede bestehen (am höchsten für kleinzelliges Lungenkarzinom und Plattenepithelkarzinom). Ein positives Ergebnis (► **Testergebnis, richtig-positives**) verlangt weitere Bestätigungsdiagnostik.

Literatur. Schmidt B, Lieberberg V, Dietrich D et al (2010) SHOX2 DNA methylation is a biomarker for the diagnosis of lung cancer based on bronchial aspirates. BMC Cancer 10:600

Shunt-Bilirubin

► Bilirubin

SI

► SI-Einheiten

Si

► Silicium

Sia-Ib-Antigen

K. KLEESIEK, J. DIEKMANN, J. DREIER, CHR. GÖTTING, M. SCHMIDT

Synonym(e). Gd-Antigen

Englischer Begriff. sialo-linear-branched antigen

Definition. Die antigene Determinante stellt eine NeuNAc-Alpha2-3Gal-Domäne dar, wie sie in Sialyllactose, sLewis(Le)(x) und sLe(a), Sialyllaktosamin, Sialyl-Fukosyllaktose vorkommt. Diese sialysierten Kohlehydrate kommen auf adulten und neonatalen Erythrozyten,

kernhaltige Zellen und in löslichen krebsassoziierten Mucinen vor. Sie werden von ► **Kälteautoantikörpern** (► **Kälteagglutinine**) erkannt. Durch Sialidase-Behandlung werden die Antigene zerstört. Zu den sialysierten Kohlenhydratantigenen, die durch Kälteagglutinine erkannt werden, gehören Sia-11- (früher Vo) und Sia-b1-Antigene (früher F1).

Literatur. Gallart T, Roelcke D, Blay M, Pereira A, Martínez A, Massó O, Viñas O, Cid M, Esparza J, Molina R, Barceló J (1997) Anti-Sia-lb (anti-Gd) cold agglutinins bind the domain NeuNAc alpha2-3Gal in sialyl Lewis(x), sialyl Lewis(a), and related carbohydrates on nucleated cells and in soluble cancer-associated mucins. *Blood* 90:1576–1587
König AL, Kref H, Hengge U, Braun RW, Roelcke D (1988) Coexisting anti-I and anti-F1/Gd cold agglutinins in infections by *Mycoplasma pneumoniae*. *Vox Sang* 55:176–180

Sialinsäure, lipidgebundene

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). N-Acetylneuraminsäure, lipidgebundene; Lipid-assoziierte Sialinsäure; LSA; LASA

Englischer Begriff. lipid-bound sialic acid; lipid-associated sialic acid; lipid-associated sialate; lipid-bound neuraminic acid

Definition. Glykosidisch gebundener, endständiger Bestandteil von Glykolipiden (und Glykoproteinen), die u. a. als Komponenten der Zellmembran wesentliche zelluläre Funktionen übernehmen und deren Serumkonzentration bei malignen (und einigen benignen) Erkrankungen oftmals signifikant erhöht ist.

i Unter den Sialinsäuren ist die N-Acetylneuraminsäure am weitesten verbreitet. Sie ist endständiger Bestandteil von Glykolipiden und ► **Glykoproteinen**, u. a. auf der Zellmembran und reguliert Zell-Zell-, Zell-Virus- oder Zell-Wirkstoff-Interaktionen. Neuraminidasen führen zur hydrolytischen Abspaltung. Konzentrationserhöhungen im Serum finden sich bei Mamma- (63 %), gastroenterologischen (65 %), pulmonalen (79 %) und ovariellen (94 %) Neoplasien. Leukämien (86 %), Lymphome (87 %), Melanome (84 %), Sarkome (97 %) und Hodgkin-Lymphom (91 %) weisen ebenfalls erhöhte LSA-Konzentrationen auf, die sich jedoch auch bei benignen Erkrankungen, z. B. akuten Entzündungsreaktionen, finden. ► **Spezifität** und/oder Sensitivität (► **Sensitivität, diagnostische**) als alleiniger Tumormarker sind unzureichend, jedoch wurden Konzentrationsbestimmungen früher zum Nachweis einer therapeutischen Ansprechbarkeit empfohlen (Abfall unter Therapie). Heute ist LSA als Tumormarker nicht mehr im Gebrauch. Die Bestimmung erfolgt nach Extraktion der Sialo-Lipid-Fraktion des Serums oder Plasmas mit organischem Lösungsmittel und Fällung mit Phosphorwolframsäure photometrisch mit der ► **Bial-Probe**: Sialinsäure bildet beim Erhitzen mit Salzsäure und Resorcinol bzw. Orcinol sowie Fe^{3+} -Ionen einen violetten, photometrisch bei 580 nm quantifizierbaren Farbstoff.

Literatur. Dnistrian AM, Schwartz MK (1983) Lipid-bound sialic acid as a tumor marker. *Annals Clin Lab Science* 13:137–142

Sialinsäure-defizientes Transferrin

► Carbohydrate-deficient transferrin

Sia-Waldenström-Test

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Euglobulin-Test

Englischer Begriff. Sia-test

Definition. Heuter obsoletter Suchtest auf hochmolekulare Paraproteine im Serum, die im elektrolytarmen Wasser zur Präzipitation gebracht werden.

i Bei dem von R.H. Sia (1895–1970) entwickelten Test lässt man in einem Reagenzglas zu Aqua bidest (!) 1–2 Tropfen des zu untersuchenden Serums hineintropfen, wobei sich bei positivem Ergebnis ein deutliches weißes, schlierenförmig und schnell absinkendes Präzipitat

unter leichter Trübung des Wassers bildet („Sia“ = „Serum in Aqua“). Schlierenbildung ohne Eintrübung des Wassers bedeutet negatives Ergebnis (► **Testergebnis, richtig-negatives**). Da der Test (► **Test, diagnostischer**) weder spezifisch noch empfindlich ist, hat er seine Bedeutung als Suchtest bei Verdacht auf Makroglobulinämie Waldenström (IgM-Plasmazytom) verloren und wird heute nicht mehr eingesetzt.

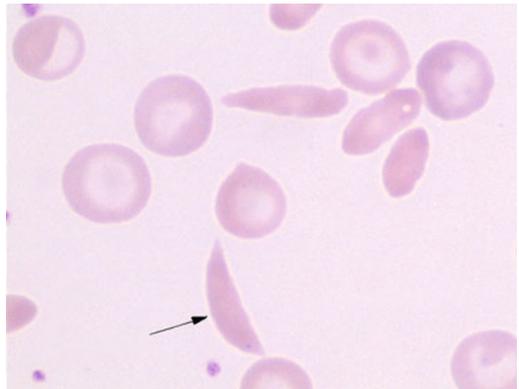
Literatur. Hallmann L (1980) *Klinische Chemie und Mikroskopie*. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York

Sichelzelle

H. BAUM

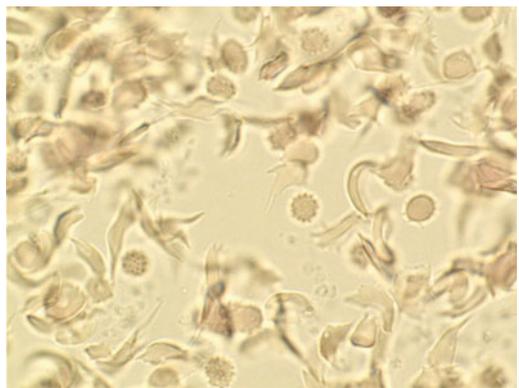
Englischer Begriff. sickle cell

Definition. Morphologisch sichelförmiger ► **Erythrozyt** bei der Sichelzellanämie (► **Abb. 1**)



Sichelzelle. Abb. 1. Sichelzelle (Pfeil; 1000 × May-Giemsa-Grünwald-Färbung)

i Der Nachweis von Sichelzellen im ► **Blutausstrich** ist ein spezieller Hinweis auf das Vorliegen einer Sichelzellanämie. Die Sichelzellanämie ist eine angeborene, autosomal dominant vererbte hämolytische Anämie, wobei die β -Kette des Hämoglobins den Strukturdefekt β^6 Glu \rightarrow Val aufweist (Sichelzellhämoglobin). Unter Sauerstoffmangel zeigt HbS eine Aggregationsneigung, wobei die Erythrozyten dann die typische Sichelform annehmen. Der Nachweis der Sichelzellen gelingt bei heterozygoten Merkmalsträgern häufig erst bei Auswertung eines unter Sauerstoffabschluss angefertigten Blutausstrichs (► **Abb. 2**).



Sichelzelle. Abb. 2. Nachweis der Sichelzellen im Sichelzelltest mit verminderter Sauerstoffspannung (1000 × Phasenkontrastaufnahme)

Literatur. Huber H, Nachbaur D, Pohl P, Pastner D (1991) Diagnose und Differentialdiagnose hämolytischer Anämien – Hämoglobin S.

In: Huber H, Löffler H, Pastner D (Hrsg) Diagnostische Hämatologie Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S 49–54

Sicherheitsbehälter

W.G. GÜDER

Synonym(e). Entsorgungsbbox für Nadeln und andere scharfe und infektiöse Gegenstände

Englischer Begriff. sharps container; sharps disposal box; safety-box

Definition. Behälter, die eine sichere Entsorgung von Nadeln und anderen scharfen Gegenständen (Lanzetten, Injektionskanülen, aber auch infektiös verunreinigten Haltern, Spritzen und Röhrchen) erlaubt.

i Sicherheitsbehälter sind für die Entsorgung von verletzenden und infektiösen Materialien aus dem medizinischen Bereich vorgeschrieben. Diese müssen einen leichten Einwurf erlauben, verschließbar sein und eine nicht penetrierbare Wand haben, so dass die darin gesammelten Gegenstände sicher entsorgt werden können.

Sicherheitsmaßnahmen für Labor- und Produktionsbereich

R. WEISKIRCHEN

Definition. Bewertungsskala, nach der Arbeitsbereiche und Labore, in denen gentechnische Arbeiten durchgeführt werden, entsprechend dem sich einstellenden Gefährdungspotenzial eingeteilt werden

i **► Gentechnikrechtlicher Begriff.** Die Verordnung über die Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen (Gentechnik-Sicherheitsverordnung – GenTSV), in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1995 (BGBl. I S. 297) und durch Artikel 4 der Verordnung vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768) geändert, sieht eine Einteilung der Arbeitsbereiche, in denen gentechnischer Arbeiten durchgeführt werden, vor. So werden insgesamt vier Sicherheitsbereiche (S1, S2, S3, S4; **► Sicherheitsstufe**) unterschieden. Die dort einzuhaltenden Sicherheitsmaßnahmen richten sich zusätzlich danach ob der Arbeitsbereich ein Labor-, ein Produktions-, ein Gewächshaus oder ein Tierhaltungsbereich ist. Die Sicherheitsmaßnahmen beinhalten Kennzeichnungspflichten, bauliche Auflagen, Zugangsbestimmungen, einzuhaltende Unfallvorkehrungen, Hygienevorschriften und vieles mehr. Die einzuhaltenden gesetzlichen Auflagen steigen dabei mit Zunahme des Gefährdungspotenzials.

Literatur. Buschhausen-Denker G, Deitenbeck D (Hrsg) (1995) Sicherheit in der Gentechnik, Handbuch für Projektleiter und Mitarbeiter in gentechnischen Anlagen. Ed. Temmen, Bremen

Sicherheitsstämme

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Sicherheits-Wirtsstämme

Englischer Begriff. containment host

Definition. Generelle Bezeichnung für genetisch manipulierte (veränderte) **► Mikroorganismen**, die als Wirtsstämme für die Vermehrung von **► Plasmiden** und **► Expressionsvektoren** in der **► Gentechnik** eingesetzt werden

i Diese Organismen sind so verändert, dass ein Überleben außerhalb des Labors ausgeschlossen werden kann. Die Verwendung solcher (anerkannten) Stämme mit geringem Gefährdungspotenzial für die Umwelt, wird für die Gentechnologie als Sicherheitsauflage vom Gesetzgeber im § 6 der Verordnung über die **► Sicherheitsstufen** und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen (**► Sicherheitsmaßnahmen für Labor- und Produktionsbereich**) vorgeschrieben.

Literatur. Buschhausen-Denker G, Deitenbeck D (Hrsg) (1995) Si-

cherheit in der Gentechnik, Handbuch für Projektleiter und Mitarbeiter in gentechnischen Anlagen. Ed. Temmen, Bremen

Sicherheitsstufe

R. WEISKIRCHEN

Definition. Bewertungsskala, nach der gentechnische Arbeiten entsprechend ihrem Gefährdungspotenzial eingeteilt werden.

i **► Gentechnikrechtlicher Begriff;** Die Verordnung über die Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen (**► Sicherheitsmaßnahmen für Labor- und Produktionsbereich**) bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen sieht eine Einteilung gentechnischer Arbeiten in vier Sicherheitsstufen, die sich nach dem Risiko für die menschliche Gesundheit und der Umwelt richten:

- Stufe 1: kein Risiko
- Stufe 2: geringes Risiko
- Stufe 3: mäßiges Risiko
- Stufe 4: hohes Risiko oder begründeter Verdacht eines hohen Risikos

Literatur. Buschhausen-Denker G, Deitenbeck D (Hrsg) (1995) Sicherheit in der Gentechnik, Handbuch für Projektleiter und Mitarbeiter in gentechnischen Anlagen. Ed. Temmen, Bremen

Sicherheitsuntersuchungen

R. WEISKIRCHEN

Definition. Gesetzlich vorgeschriebene Untersuchungen, die notwendig sind, bevor ein **► gentechnisch veränderter Organismus** oder aus ihm gewonnene Substanzen in Verkehr gebracht werden dürfen.

i Aus der gentechnologischen Forschung hervorgehende, neue Nutzpflanzen und die daraus hergestellten Lebensmittelzutaten werden sehr umfangreichen Sicherheitsuntersuchungen unterzogen, bevor sie zugelassen werden. Neben einer genauen Untersuchung sämtlicher Inhaltsstoffe wird hier auch eine Analyse sog. antinutritiver Substanzen (ungenießbare Inhaltsstoffe) durchgeführt, die natürlicherweise z. B. in Tomaten, Kartoffeln oder Soja vorkommen. Desweiteren werden mögliche Allergierisiken sorgfältig untersucht.

Sicherheits-Wirtsstämme

► Sicherheitsstämme

Sicherheitszeichen

► Gefahrstoffpiktogramme

Sid-Antigen

► Tamm-Horsfall-Glykoprotein

Sideroblast

H. BAUM

Englischer Begriff. sideroblast

Definition. Normoblast mit in der Berlinerblau-Färbung (**► Eisenfärbung**) nachweisbaren eisenhaltigen Granula

i Sideroblasten sind **► Normoblasten**, bei denen mit o.g. Färbung wenige blaue (1–4) Granula darstellbar sind. Dabei handelt es sich um nicht an **► Hämoglobin** gebundene Eiseneinlagerungen. Der Anteil der Sideroblasten im Knochenmark ist stark von der Serum-Eisenkonzentration abhängig. Normalerweise sind 20–40 % der Normoblasten im Knochenmark Sideroblasten. Verminderungen sind auf einen Eisenmangel zurückzuführen, Vermehrungen sind ein Hinweis auf eine Eisenverwertungsstörung.

Literatur. Enne W (1993) Zellen der Erythropoese. In: Begemann H, Rastetter J (Hrsg) Klinische Hämatologie. 4. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S 36–37

Siderocalin

▶ Neutrophilen-Gelatinase-assoziiertes Lipocalin

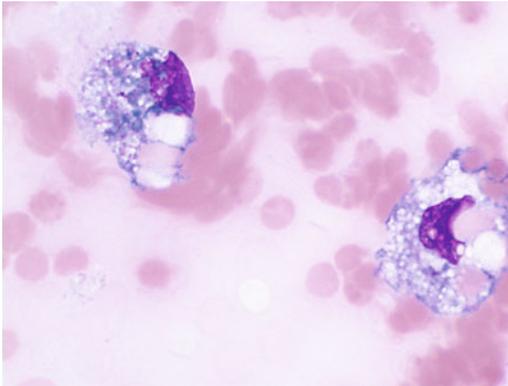
Siderophagen

H. BAUM

Synonym(e). Erythrosiderophage

Englischer Begriff. siderophage

Definition. Aktivierter Makrophage, der Hämosiderin aus zerfallenen oder phagozytierten Erythrozyten enthält (▶ Abb. 1).



Siderophagen. Abb. 1. Erythrosiderophagen in einer Pleuraflüssigkeit (1000 × May-Giemsa-Grünwald-Färbung)

i Siderophagen sind aktivierte gewebeständige ▶ Makrophagen, die aus ▶ Erythrozyten stammendes ▶ Hämosiderin enthalten. Sie sind ein Hinweis auf eine schon längere Zeit zurückliegende Blutung in ein Gewebe oder eine Körperhöhle. Häufig sind jedoch in den Siderophagen auch Erythrozyten oder Erythrozytenfragmente nachweisbar. Diese Makrophagen werden dann als Erythrosiderophagen bezeichnet. Nachgewiesen werden kann das intrazelluläre Hämosiderin mit der ▶ Berlinerblau-Reaktion.

Siderophilin

▶ Transferrin

Siderosom

▶ Pappenheim-Körper

Siderozyten

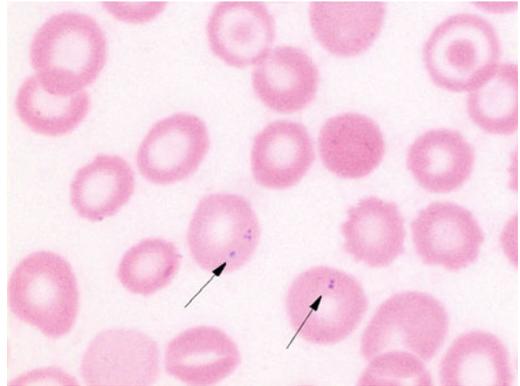
H. BAUM

Englischer Begriff. siderocyte

Definition. Erythrozyten mit in der Berlinerblau-Reaktion nachweisbaren eisenhaltigen Granula (▶ Abb. 1)

i Siderozyten sind ▶ Erythrozyten, in denen mit der ▶ Berlinerblau-Reaktion meist 1–4 kleine Granula (▶ Pappenheim-Körper) nachweisbar sind. Es handelt sich dabei um nicht an ▶ Hämoglobin gebundenes ▶ Eisen (Siderosome). Der Nachweis einer Vermehrung der Siderozyten im peripheren Blut > 3 % deutet auf eine Eisenverwertungsstörung hin und kann vor allem bei Alkoholikern, schweren Infekten, nach Milzexstirpation und bei einer refraktären Anämie mit Ringsideroblasten (RARS) gefunden werden.

Literatur. Enne W (1993) Zellen der Erythropoese. In: Begemann H, Rastetter J (Hrsg) Klinische Hämatologie. 4. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S 36–37



Siderozyten. Abb. 1. Zwei Siderozyten (Pfeile) im peripheren Blut (1000 × Berlinerblau-Färbung)

Siedepunktserhöhung

T. ARNDT

Synonym(e). Ebullioskopie

Englischer Begriff. boiling point elevation; ebullioscopy

Definition. In Abhängigkeit von der Konzentration der gelösten Stoffe in einer Lösung wird deren Siedepunkt gegenüber jenem des reinen Lösungsmittels erhöht (z. B. um 0,51 °C je 1 mol osmotisch wirksamer Substanz in 1 kg reinem Wasser).

i Bei vollständig dissoziierten Substanzen in einer verdünnten Lösung hängt die Siedepunktserhöhung allein von der ▶ Molalität des Gelösten und nicht von dessen chemischer Natur ab. Sie ist also ein Maß für die Molalität einer Lösung. Verfahren zur Ermittlung der Molalität einer Lösung über die Bestimmung der Siedepunktserhöhung werden unter dem Begriff Ebullioskopie zusammengefasst. Im Vergleich zur Kryoskopie (▶ Gefrierpunktniedrigung) oder ▶ Osmometrie hat die Ebullioskopie im klinisch-chemischen Labor keine Bedeutung.

Die Ebullioskopie kann genutzt werden, um aus bekannten Einwaagen einer Substanz in eine definierte Menge Lösungsmittel die Molmasse (▶ Masse, molare) der Substanz zu ermitteln.

Literatur. Näser KH, Peschel G (1986) Physikalisch-chemische Meßmethoden. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig

SI-Einheiten

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Internationales Einheitensystem; SI; Système international d'unités; SI-System

Englischer Begriff. SI units

Definition. Das von der Generalkonferenz für Maße und Gewichte (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM) angenommene und empfohlene kohärente Einheitensystem.

i Aus den sieben Basiseinheiten (▶ Tab. 1) werden alle anderen Einheiten des SI-Systems abgeleitet. Bei abgeleiteten, kohärenten SI-Einheiten tritt kein von 1 verschiedener Umrechnungsfaktor auf (▶ Tab. 2). Für bestimmte abgeleitete kohärente Einheiten werden eigene Namen benutzt (▶ Tab. 3). Zur einfacheren Darstellung von extremen Wertebereichen sind bestimmte Vorsilben zugelassen (▶ Tab. 4).

Bei Umrechnung von Nicht-SI Einheiten in SI-Einheiten ergeben sich in der Regel von 1 verschiedene Faktoren (▶ Tab. 5).

Literatur. WHO (1977) The SI for the health professions. WHO, Geneva

SI-Einheiten. Tab. 1. Basiseinheiten und deren Definition

Basisgröße	Basiseinheit	Symbol
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	Ampère	A
Thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
Lichtstärke	Candela	cd
Stoffmenge	Mol	mol

Ein Meter:

Das 1/1650763,73-Fache der Wellenlänge der von Atomen des Nuklids ^{86}Kr beim Übergang vom Zustand 5 d5 zum Zustand 2p10 ausgesandten, sich im Vakuum ausbreitenden Strahlung.

Ein Kilogramm:

Die Masse des Internationalen Kilogrammprototyps.

Eine Sekunde:

Das 9192631770-Fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids ^{133}Cs entsprechenden Strahlung.

Ein Ampère:

Die Stärke eines zeitlich unveränderlichen elektrischen Stromes, der, durch zwei im Vakuum parallel im Abstand 1 Meter voneinander angeordnete, geradlinige, unendlich lange Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigen Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern je 1 Meter Leiterlänge die Kraft 2×10^{-7} Newton hervorrufen würde.

Ein Kelvin:

Der 1/273,16te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunktes des Wassers.

Ein Mol:

Die Stoffmenge eines Systems, das aus ebensoviel Einzelteilchen besteht, wie Atome in 12/1000 Kilogramm des Kohlenstoffnuklids ^{12}C enthalten sind. Bei Verwendung des Mols müssen die Einzelteilchen des Systems spezifiziert sein und können Atome, Moleküle, Ionen, Elektronen sowie andere Teilchen oder Gruppen solcher Teilchen genau angegebener Zusammensetzung sein. Ein Mol enthält stets $6,0221367 \times 10^{23}$ Teilchen (Avogadro-Konstante).

Ein Candela:

Die Lichtstärke, mit der 1/600000 Quadratmeter der Oberfläche eines Schwarzen Strahlers bei der Temperatur des beim Druck 101325 Newton durch Quadratmeter erstarrenden Platins senkrecht zu seiner Oberfläche leuchtet.

SI-Einheiten. Tab. 2. Abgeleitete kohärente Messgrößen und -einheiten (Auswahl)

Messgröße	Name der Maßeinheit	Symbol der Maßeinheit
Fläche	Quadratmeter	m ²
Volumen	Kubikmeter	m ³
Stoffmengenkonzentration	Mol/Kubikmeter	mol/m ³

SI-Einheiten. Tab. 3. Abgeleitete kohärente SI-Messgrößen und -einheiten mit eigenem Namen (Auswahl)

Messgröße	Name der Maßeinheit	Symbol der Maßeinheit	Ableitung der Maßeinheit
Frequenz	Hertz	Hz	s ⁻¹
Kraft	Newton	N	m × kg × s ⁻²
Druck	Pascal	Pa	N/m ²
Energie/Arbeit	Joule	J	N × m
Leistung	Watt	W	J/s
elektrische Ladung	Coulomb	C	A × s
elektrische Kapazität	Farad	F	C/V
elektrischer Widerstand	Ohm	W	V/A
elektrische Leitfähigkeit	Siemens	S	A/V
Aktivität eines Radionuklids	Becquerel	Bq	s ⁻¹
Enzymaktivität	Katal	kat	mol × s ⁻¹
Celsius-Temperatur	Grad Celsius	°C ¹⁾	K
Absorbierte Dosis	Gray	Gy	J × kg ⁻¹

¹⁾ Umrechnung: (°C) in (K): x (°C) + 273,15

SI-Einheiten. Tab. 4. Zulässige SI-Präfixe

Faktor	Praefix	Symbol für Praefix
10 ¹⁸	Exa	E
10 ¹⁵	Peta	P
10 ¹²	Tera	T
10 ⁹	Giga	G
10 ⁶	Mega	M
10 ³	Kilo	k
10 ²	Hekto	h
10 ¹	Deca	da
10 ⁻¹	Dezi	d
10 ⁻²	Centi	c
10 ⁻³	Milli	m
10 ⁻⁶	Mikro	μ
10 ⁻⁹	Nano	n
10 ⁻¹²	Pico	p
10 ⁻¹⁵	Femto	f
10 ⁻¹⁸	Atto	a

SI-Einheiten. Tab. 5. Nicht SI-kohärente Messgrößen und -einheiten

Messgröße	Maßeinheit	Symbol der Maßeinheit	Angabe in SI-Einheiten
Zeit ¹⁾	Minute	min	60 s
	Stunde	h	3600 s
	Tag	d	86400 s
Volumen ¹⁾	Liter	L	10 ⁻³ m ³ oder 1 dm ³
Katalytische Aktivität ²⁾	Int. Enzymeinheit	U	16,67 nkat
Masse ¹⁾	Tonne	t	1000 kg
Druck ²⁾	Bar	bar	100000 Pa
	Bar	bar	100 kPa
	phys. Atmosphäre	atm	101325 Pa
Druck ³⁾	mmHg	Torr	133,222 Pa
	mmWS	mmH ₂ O	9,80665 Pa
	techn. Atmosphäre	at	98066,5 Pa
Länge ²⁾	Ångström	Å	10 ⁻¹⁰ m; 0,1 nm
	nautische Meile	sm, NM	1852 m
Fläche ²⁾	Ar	a	100 m ²
	Hektar	ha	10000 m ²
	Barn	b	10 ⁻²⁸ m ² , 100 fm ²
Geschwindigkeit ²⁾	Knoten	kn	0,514 m × s ⁻¹
Beschleunigung ²⁾	Gal	Gal	10 ⁻² m × s ⁻²
Radionuklidaktivität ²⁾	Curie	Ci	3,7 × 10 ¹⁰ Bq (3,7 × 10 ¹⁰ s ⁻¹)
Absorbierte Dosis ²⁾	Rad	rad/rd	10 ⁻² Gy (10 ⁻² J/kg)
Strahlenexposition ²⁾	Röntgen	R	2,58 × 10 ⁻⁴ C/kg

¹⁾ Zeitlich unbefristet neben den SI-Einheiten verwendbare Nicht-SI-Einheiten

²⁾ Zeitlich befristet neben den SI-Einheiten verwendbare Nicht-SI-Einheiten

³⁾ Nicht-SI-Einheit, die nicht verwendet soll; darf nur in Klammern in Ergänzung zur SI-Einheit zur Erleichterung deren Einführung angegeben werden

Siggaard-Andersen-Nomogramm

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). Säure-Basen-Nomogramm; Kurvennomogramm

Englischer Begriff. Acid-base nomogram; curve nomogram.

Definition. Nomogramm zur Berechnung von $p\text{CO}_2$ und Basenparametern aus zwei pH-Bestimmungen im Rahmen der „Äquilibriummethode“.

Bei der von P. ▶ Astrup beschriebenen Äquilibriummethode werden die pH-Werte von zwei auf $p\text{CO}_2$ -Werte um 20 und 60 mmHg äquilibrierten Blutproben (▶ Partialdruck) in ein Koordinatensystem mit pH auf der Abszisse und $\lg p\text{CO}_2$ auf der Ordinate eingetragen, die Punkte durch eine Gerade verbunden und $p\text{CO}_2$ aus dem aktuellen pH der Blutprobe durch Interpolation abgelesen. Die Position der Geraden hängt von der Bicarbonatkonzentration, ihre Steilheit vom Hämoglobingehalt ab. Ihr Schnittpunkt mit der Ordinate $p\text{CO}_2$ 40 mmHg entspricht dem ▶ Standardbicarbonat. Der Schnittpunkt mit zwei von Siggaard-Andersen (Ole Siggaard-Andersen, geboren am 10. Dezember 1932, Professor für Klinische Chemie an der Universität Kopenhagen) konstruierten Kurven (▶ Abb. 1) gestattet die Ablesung der Basenabweichung des Blutes und der Gesamtkonzentration der Pufferbasen im Blut.

Das Kurvennomogramm hat keine messtechnische Bedeutung mehr, da $p\text{CO}_2$ inzwischen nicht mehr durch Interpolation, sondern mit einer spezifischen Elektrode gemessen wird und die Basenparameter im Blutgasgerät elektronisch berechnet werden. Außerdem wird heute dem Bezug der ▶ Basenabweichung auf die Extrazellulärlöslichkeit anstelle von Blut der Vorzug gegeben. Das Kurven-Nomogramm (wie auch das ebenfalls von Siggaard-Andersen publizierte Leiter-Nomogramm C2) hat aber weiterhin einen hohen didaktischen Wert, da es die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Größen des Säure-Basen-Status (▶ Säuren-Basen-Stoffwechsel) sehr gut veranschaulicht.

Literatur. Siggaard-Andersen O, Engel K (1960) A new acid-base nomogram. An improved method for the calculation of the relevant blood acid-base data. Scand J Clin Lab Invest 12:177–186

Siggaard-Andersen O (1963) Blood acid-base alignment nomogram: scales for pH, $p\text{CO}_2$, base excess of whole blood of different hemoglobin concentrations, plasma bicarbonate, and plasma total CO_2 . Scand J Clin Lab Invest 15:211–217

Signal/Rausch-Verhältnis

▶ Grundrauschen

Signifikanzniveau

▶ Irrtumswahrscheinlichkeit α

Silber

D. MEISSNER

Englischer Begriff. silver

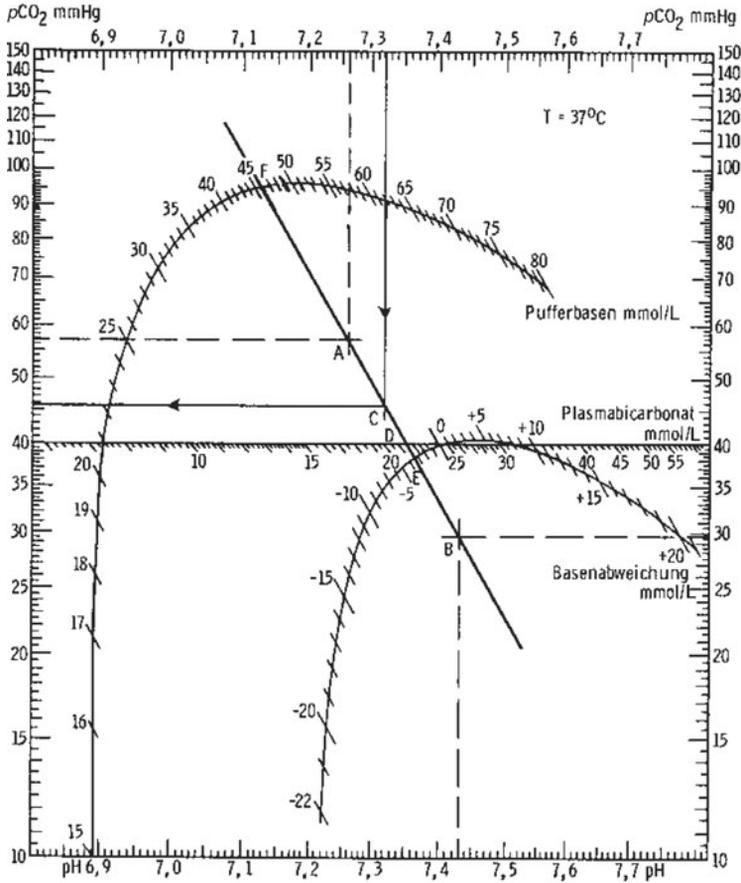
Definition. Silber (chemisches Symbol: Ag) ist ein Edelmetall mit der Ordnungszahl 47 und der relativen Atommasse von 107,868. Es ist ein nichtessenzielles Spurenelement.

Silber hat keine physiologische Funktion. In der Medizin findet es Anwendung in Dentallegierungen und zur Desinfektion, früher auch als Bakterostatikum. Intensiver Kontakt mit Silberverbindungen führt zur Ablagerung von Silbersalzen in Haut (schiefergraue Verfärbung), Schleimhäuten und Organen (Argyrie = Argyrose). Indikationen zur Bestimmung von Silber bestehen in der Toxikologie, um den Missbrauch von Silbersalzen nachzuweisen, und in der Arbeitsmedizin.

Referenzwerte: Serum < 0,3 µg/L, Urin etwa 2 µg/L.

MAK-Wert: 0,01 mg/m³

Literatur. Doherty PJ, Williams DF (1994) Silver. In: Seiler G, Sigel A,



Siggaard-Andersen-Nomogramm. Abb. 1. Kurven-Nomogramm mit Beispielen A, B pH-Werte der äquilibrierten Blutproben, C aktueller pH mit interpoliertem pCO_2 , D Standardbicarbonat, E Basenabweichung, F Pufferbasen

Sigel H (eds) Handbook on Metals in Clinical and Analytical Chemistry. Marcel Dekker, New York Basel Hong Kong, S 563–569

Silberfärbung

R. WESTERMEIER

Englischer Begriff. silver staining

Definition. Hochempfindliche Nachweismethode für Proteine oder Nucleinsäuren nach ihrer Auftrennung in einem Elektrophoresegel oder in einem Gewebeschnitt.

i Bei der Silberfärbung wird Silbernitrat oder – alternativ – Silberdiamin in metallisches Silber überführt. Dabei bildet das Silber mit Proteinen, Nucleinsäuren, Polysacchariden und Lipopolysacchariden unlösliche Komplexe. Die Entwicklung wird mit Formaldehyd ausgelöst. Die gesamte Prozedur ist dem photographischen Entwicklungsprozess sehr ähnlich. Die Elektrophoresemuster zeigen dann dunkelbraune Banden oder Flecken auf transparentem bis hellgelbem Hintergrund. Silberfärbung funktioniert besonders gut in Polyacrylamidgelen; es gibt aber Varianten für Agarosegele. Auch für Polyacrylamidgele gibt es eine hohe Anzahl von unterschiedlichen Varianten die optimiert sind für unterschiedliche Anwendungen für Proteine und Nucleinsäuren.

Die Technik benötigt viele Schritte, die Zeiten sind exakt einzuhalten. Alle Varianten beinhalten im Prinzip all diese Schritte:

- Fixierung
- Sensibilisierung
- Mehrere Waschschrte
- Silberbad
- Entwicklung
- Stoppbad
- Mehrere Waschschrte

Für diese Methode sind Färbautomaten sehr praktisch. Mit Silberfärbung erreicht man sehr hohe Nachweisempfindlichkeit, leider sind die Färbekurven nicht linear, der dynamische Bereich ist sehr eng, wodurch sich die Methode nicht gut zu Quantifizierungen eignet.

Literatur. Kerenyi L, Gallyas F (1972) A highly sensitive method for demonstrating proteins in electrophoretic, immunoelectrophoretic and immunodiffusion preparations. Clin Chim Acta 38:465–467
 Westermeier R (1990) Elektrophorese-Praktikum. VCH, Weinheim

Silberimprägnierung nach Gomori

► Gomori-Färbung

Silber/Silberchlorid-Elektrode

► Referenzelektrode

Silencer

R. WEISKIRCHEN

Definition. Negativ wirkendes, regulatorisches DNA-Element, das die Expression eines ▶ **Gen**s unterdrücken kann, wenn es mit diesem Gen zusammen auf dem gleichen DNA-Molekül liegt. Sowohl der Abstand der Silencer-Sequenz als auch ihre Orientierung bezüglich des Gens spielen hierbei keine Rolle. Die genaue Wirkung von Silencer ist unbekannt, doch ist gezeigt worden, dass sie Erkennungssequenzen für DNA-bindende Proteine enthalten, die an der Wirkung der Silencer-Funktion beteiligt sind.

Silicium

D. MEISSNER

Englischer Begriff. silicon

Definition. Silicium (chemisches Symbol: Si) ist das zweithäufigste Element der Erdkruste. Es ist ein Element der IV. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente mit der Atomnummer 14 und gehört zu den essenziellen ▶ **Ultraspurenelementen**.

Struktur. Silicium liegt in der Oxidationsstufe +4 als Silikat oder Monokieselsäure vor. Es kann an organische Verbindungen, speziell an ▶ **Glykosaminoglykane**, gebunden sein. Es bildet stabile Ringstrukturen, wobei die Si-O- und Si-C-Bindungen stabil, die Si-Si- und die Si-H-Bindungen weniger stabil sind.

Molmasse. Relative Atommasse: 28,0855

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Man nimmt an, dass der Mensch aus Nahrungsmitteln, Getränken und Atemluft 9–14 mg Si pro Tag resorbiert, den größten Teil des aufgenommenen Si jedoch unverändert über den Stuhl wieder ausscheidet. Über das Blut wird das Si in die Gewebe verteilt, wobei es sich besonders im Bindegewebe, in Blutgefäßen, Trachea, Sehnen, Haut und Knochen, u.U. auch in Lunge und Lymphknoten anreichert. Die Ausscheidung erfolgt über den Urin und die Muttermilch.

Bedarf: 3–4 mg/Tag. Empfohlene Zufuhr: > 10 mg/Tag. Siliciumreich sind Muskelfleisch, Leber, Lunge, Hirn, Hafer, Hirse.

Funktion und Pathophysiologie. Si kommt in allen Lebewesen vor. Si-Mangel ist beim Menschen nicht bekannt, jedoch nimmt der Si-Gehalt in Körperflüssigkeiten und Organen mit dem Alter ab. Wichtige Funktionen sind die Förderung des Wachstums (nur im Tierversuch nachgewiesen), die Verbesserung der Struktur von Epithelien und Bindegewebe (Einbau von Si in Mukopolysaccharide von Haut, Haaren, Nägeln), die Förderung der Knochenbildung und -reifung (Wirkung an den Epiphysenenden des Knochens, Quervernetzung der Proteine und Mukopolysaccharide) und die Förderung von Elastizität und Stabilität der Arterienwände. Möglicherweise wird der Stoffwechsel der Lipoproteine durch organische Si-Verbindungen günstig beeinflusst. In der ersten Hälfte des 20. Jh. wurden anorganische und einfache organische Si-Verbindungen in der Tuberkulose-, Arteriosklerose- und Tumorthherapie verwendet. An die damaligen Ergebnisse wurden große Hoffnungen geknüpft, die sich bis heute nicht erfüllt haben. Die Toxizität von Si ist gering. Gefährlich ist das Einatmen von Si-Verbindungen, besonders Asbest, oder von SiO₂-haltigem Staub (Silikose bei exponierten Arbeitern).

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum, Urin

Probenstabilität. 20 °C: 7 Tage, 4–8 °C: 14 Tage, –20 °C: 1 Jahr

Präanalytik. Spurenelementfreie Abnahmegeräte und Gefäße verwenden. Jeglicher Kontakt mit Glas ist zu vermeiden, auch bei der Reagenzien- und Wasserherstellung.

Analytik. ▶ **Atomabsorptionsspektrometrie** (Zeeman-Technik), ▶ **Inductively Coupled Plasma**, Neutronenaktivierungsanalyse

Konventionelle Einheit. µg/L (d)

Internationale Einheit. µmol/L (d)

Umrechnungsfaktor zw. konv. u. int. Einheit.

µmol/L (d) = 0,0356 × µg/L (d); µg/L (d) = 28,0855 × µmol/L (d)

Referenzbereich — Erwachsene. Standardisierte Referenzwerte sind nicht bekannt. Serum: 500 µg/L (17,8 µmol/L); Urin: 9000 µg/Tag (320 µmol/Tag)

Referenzbereich — Kinder. s. Erwachsene

Indikation. Verdacht auf unzureichende Zufuhr oder verminderte Versorgung.

Interpretation. Der Gehalt in Körperflüssigkeiten ist von der Art der zugeführten Si-Verbindungen und der Nahrungszusammensetzung abhängig.

▶ **MAK-Wert** (SiC): 4 mg/m³

Diagnostische Wertigkeit. Die Si-Bestimmung spielt in der Diagnostik nur gelegentlich eine Rolle, wobei die Bedeutung einer ausreichenden Si-Versorgung sicherlich unterschätzt wird.

Literatur. Anke M (2002) Silicium. In: Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K (Hrsg) Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York, S 237–238

siL-2R

▶ **Interleukin 2-Rezeptor, löslicher**

SIM

B. GÜSSREGEN

Englischer Begriff. selected ion monitoring

i SIM (selected ion monitoring) ist eine Technik in der ▶ **Massenspektrometrie** durch welche die Empfindlichkeit bei einer ▶ **GC-MS-** oder ▶ **LC-MS-**Methode enorm gesteigert werden kann. Beim SIM werden nur bestimmte Ionen der Masse m/z aufgezeichnet. Die Steigerung der Empfindlichkeit kommt dadurch zustande, dass die tatsächliche Messzeit und damit die Zahl der registrierten Ionen bei vorselektierten m/z Werten erheblich erhöht wird.

Simon, Johann Franz

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Lebensdaten. Deutscher Pharmazeut, geboren am 25. August 1807 in Frankfurt/Oder, gestorben am 23. Oktober 1843 in Wien

Verdienste. Simon hatte ein zusätzliches Studium der Chemie absolviert und sich zunächst mit der toxikologischen Analytik befasste. Im Jahr 1840 erhielt er in der Klinik von Johann Lucas Schönlein (1793–1864) an der Charité in Berlin die Stelle eines „chemischen Assistenten“ in einem für chemisch-diagnostische Untersuchungen eigens eingerichteten Laboratorium. Simon gab als erster 1842 ein umfassendes zweibändiges Handbuch der angewandten medizinischen Chemie (1840–1842) mit einer umfassenden Darstellung der ▶ **Klinischen Chemie** heraus sowie eine Zeitschrift („Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Mikroskopie“) dieses neuen Fachgebietes. Seine Arbeiten beruhen auf einer Vielzahl eigener Beobachtungen und Analysen, die erstmalig eine systematische Darstellung der diagnostisch bedeutsamen pathologischen Veränderungen wiedergeben. Simon erarbeitete erfolgreich die Beziehungen zwischen chemischen und morphologischen Veränderungen des menschlichen Blutes und definierten Erkrankungen und stellte damit die medizinische Interpretation klinisch-chemischer Befunde auf eine wissenschaftliche Basis. Er organisierte einen „Verein für physiologische und pathologische Chemie“ in Berlin, der als erste wissenschaftliche Vereinigung der Klinischen Chemie angesehen werden kann. Zusammen mit Scherer (▶ **Scherer, Johann Joseph von**) und Heller (▶ **Heller, Johann Florian**) gehört er zu den Begründern der Klinischen Chemie.

Literatur. Büttner J (1977) Geschichte der Klinischen Chemie. Med Welt 28:1238–1243

Büttner J (1985) Die Entwicklung der Klinischen Chemie im Spannungsfeld zwischen Medizin und Chemie. J Clin Chem Clin Biochem 23:797–804

Single Nucleotide Polymorphism

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). SNP

Definition. SNPs, gesprochen „Snips“, sind die bei weitem häufigsten ▶ **Mutationen**, bei denen eine einzige ▶ **Base** ausgetauscht ist. Weit mehr als 1 Million von ihnen treten in mehr als 1 % der Bevölkerung auf, sind also womöglich medizinisch und gesundheitsökonomisch relevant.

Single Quadrupol

B. GÜSSREGEN

Englischer Begriff. Single Quadrupole

i Bei einem Single Quadrupol handelt es sich um ein Massenspektrometer mit einem Quadrupol (im Gegensatz zum Triple Quadrupol, bei dem 3 Quadrupole nacheinander stehen; ▶ **Massenspektrometrie**).

Single strand confirmation polymorphism analysis

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). SSCP-Analyse

Definition. Bezeichnung für eine ▶ **Elektrophoresetechnik** zur Identifizierung einzelner ▶ **Basenpaar** austausche

Physikalisch-chemisches Prinzip. SSCP beruht darauf, dass lokal auftretende, einzelne Basenaustausche innerhalb eines DNA-Fragmentes unter geeigneten Bedingungen eine Konformationsänderung des DNA-Fragmentes bewirken. Bei der SSCP werden in der Regel die zu untersuchenden DNA-Fragmente mittels PCR (▶ **Polymerase-Kettenreaktion**) unter Verwendung markierter Primer amplifiziert und nach ▶ **Denaturierung** in speziell konzipierten Gelen aufgetrennt. Weisen die zu untersuchenden DNA-Fragmente einzelne Basenpaar-austausche auf, so besitzen sie unterschiedliche ▶ **Konformationen** und wandern folglich mit unterschiedlichen Wanderungsgeschwindigkeiten.

Einsatzgebiet. Die Methode dient der ▶ **Mutationsanalytik** oder dem Nachweis von Polymorphismen (z. B. SNPs).

Untersuchungsmaterial. Eingesetzt wird genomische DNA, die über PCR zunächst amplifiziert wird.

Instrumentierung. Die Methode ist eine Kombination aus PCR-Technologie und ▶ **Gelelektrophorese** und benötigt entsprechende Gerätschaften.

Spezifität. Die Spezifität ergibt sich aus den verwendeten ▶ **Primern**. Die Methode wird so eingestellt, dass nur eine 100 % ▶ **Homologie** des Primers zu der template DNA zu einem PCR-Produkt führt. Es lassen sich mit dieser Methode ▶ **heterozygote** und homozygote Merkmalsträger voneinander unterscheiden.

Sensitivität. Wie alle auf der PCR-Technologie basierenden Verfahrenstechniken lässt sich eine hohe Sensitivität erreichen.

Fehlermöglichkeit. s. PCR

Praktikabilität/Automatisierung/Kosten. s. PCR

Bewertung/Methodenhierarchie (allg.). Die Methode erfordert genaue Kenntnisse über die zu analysierende Mutationsstelle. Aufgrund der Fehleranfälligkeit sollte sie durch weniger empfindlichere Methoden (z. B. ASO) ersetzt werden.

Literatur. Orita M, Suizuki Y, Sekiya T, Hayashi K (1989) A Rapid and Sensitive Detection of Point Mutations and Genetic Polymorphisms Using Polymerase Chain Reaction. Genomics 5:874–879

Hayashi K (1992) PCR-SSCP: A Method for Detection of Mutations. Gen Anal Tech Appl 73–79

Singulett-Zustand

▶ **Lumineszenz**

siRNA

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Small interfering RNAs

Definition.

A 21–28 ▶ **Nukleotide** lange RNAs, die von einer spezifischen zytoplasmatischen RNase, die als Dicer bezeichnet wird, aus langen doppelsträngigen RNAs herausgeschnitten werden.

B Kleine, synthetisch hergestellte, einzelsträngige RNA-Moleküle, die in der RNA-Interferenz(RNAi)-Technik zur spezifischen Inhibition von endogenen RNAs eingesetzt werden.

i Kurze interferierende RNA-Moleküle sind in der Lage innerhalb der Zelle homologe mRNA-Bereiche (▶ **Messenger RNA**) zu binden und ihre Translation zu inhibieren. Die komplementäre Bindung induziert eine komplexe biochemische Maschinerie, die dazu führt, dass die entsprechende zelleigene mRNA abgebaut wird.

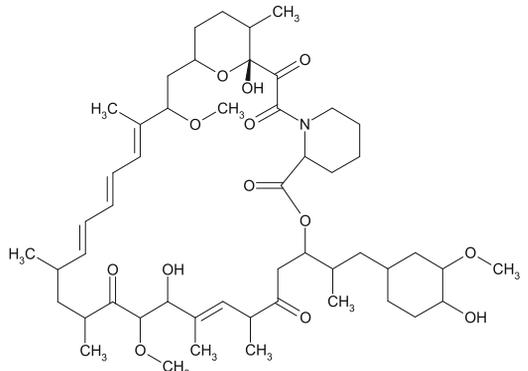
Literatur. Scherr M, Eder M(2007) Gene silencing by small regulatory RNAs in mammalian cells. Cell Cycle; 6:444–449

Sirolimus

H.-D. HAUBECK

Englischer Begriff. sirolimus; rapamycin

Definition. Sirolimus und sein Derivat ▶ **Everolimus** sind zyklische Makrolide mit potenter immunsuppressiver Wirkung, deren Mechanismus sich von dem der Calcineurin-Inhibitoren Ciclosporin und Tacrolimus unterscheidet (▶ **Abb. 1**).



Sirolimus. Abb. 1. Strukturformel

Molmasse. 914,2 g

Halbwertszeit. 57–63 h

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Sirolimus ist ein zyklisches Makrolid, das aus Actinomyceten (*Streptomyces hygroscopicus*) isoliert wurde. Sirolimus besitzt eine starke immunsuppressive Wirkung, deren Mechanismus sich von dem der Calcineurin-Inhibitoren ▶ **Ciclosporin** und ▶ **Tacrolimus** unterscheidet. Sirolimus hemmt die Aktivierung von T-Lymphozyten durch ▶ **Antigene** und ▶ **Zytokine** und ihre Proliferation über eine Blockade von mTOR (mammalian target of rapamycin). Hierfür bindet Sirolimus zunächst an das zytosolische Immunophilin FKBP12. Dieser Komplex, der Calcineurin nicht inhibiert, wird dann an mTOR gebunden, das als Schlüssel-Kinase den Übergang von der G1- in die S-Phase des Zellzyklus reguliert.

Immunsuppressive Wirkung

Die immunsuppressive Wirkung von Sirolimus ist nach den vorliegenden Studien bezüglich der Rate akuter Abstoßungen, aber auch bezüglich des Patienten- bzw. Transplantat-Überlebens, vergleichbar mit den Calcineurin-Inhibitoren. Als wichtigster Vorteil von Sirolimus, im Vergleich zu den Calcineurin-Inhibitoren, wird die fehlende Nephrotoxizität angesehen. Diese Nephrotoxizität bildet eine wichtige Ursache der chronischen Transplantat-Abstoßung und ist für die Langzeitergebnisse der Transplantation von entscheidender Bedeutung. Ein weiterer Vorteil von Sirolimus liegt in seiner ausgeprägten antiproliferativen Wirkung, durch die auch eine Hemmung der Tumorentstehung bzw. des Tumorwachstums (vor allem Lymphome und Hauttumoren) bei transplantierten Patienten zu erwarten ist. Daneben wird auch über die Hemmung der Proliferation von Endothelzellen und glatten Muskelzellen eine Verminderung atherosklerotischer Gefäßveränderungen erwartet. Bei den Nebenwirkungen von Sirolimus stehen die myelosuppressive Wirkung mit einer Leukopenie und Thrombopenie und die Auswirkungen auf den Lipidstoffwechsel (Hypercholesterinämie und Hypertriglyceridämie) im Vordergrund. Darüberhinaus führt die antiproliferative Wirkung häufig zu Wundheilungsstörungen.

Pharmakokinetik

Sirolimus wird bei oraler Gabe schnell resorbiert, besitzt jedoch eine geringe Bioverfügbarkeit. Sirolimus hat mit ca. 60 h eine sehr lange Halbwertszeit und zeigt große intra- und interindividuelle Schwankungen in der Pharmakokinetik. 95 % des Sirolimus liegen intrazellulär vor. Die Metabolisierung erfolgt in der Leber über das Cytochrom P450 3A (CYP3A)-System. Außerdem ist Sirolimus ein Substrat des P-Glykoproteins, durch das Moleküle aus den Zellen heraustransportiert werden. Dementsprechend, aber auch wegen des relativ kleinen therapeutischen Bereichs, ist ein Drug-Monitoring notwendig.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. EDTA-Blut; Probenstabilität bei 4 °C 7 Tage, lichtempfindlich

Präanalytik. Inhibitoren und Induktoren des CYP3A-Systems beeinflussen die Sirolimus-Konzentration. Dementsprechend führen z. B. Ketoconazol und Ciclosporin zu deutlich erhöhten Sirolimus-Konzentrationen. Die Resorption von Sirolimus wird durch fettreiche Mahlzeiten beeinflusst, d. h. die Resorption wird verzögert und die Peak-Konzentration reduziert. Die resorbierte Sirolimus-Gesamtmenge (AUC, area under the curve) wird dagegen erhöht. Dementsprechend sollte die Sirolimus-Talkonzentration immer unter gleichen Bedingungen, entweder nüchtern oder postprandial, bestimmt werden.

Analytik. ▶ LC-MS, ▶ LC-MS/MS, ▶ Immunoassay

Interpretation. Therapeutischer Bereich: Die Konsensus-Empfehlung des (vorläufigen) therapeutischen Bereichs von Sirolimus bei Patienten nach Nierentransplantation liegt für die Kombination mit Steroiden und Mycophenolat Mofetil (MMF) bei 5–10 ng/mL und ohne MMF bei 8–12 ng/mL.

Literatur. Flechner SM, Goldfarb D, Modlin D et al (2002) Kidney transplantation without calcineurin inhibitor drugs: a prospective, randomized trial of sirolimus versus cyclosporine. *Transplantation* 74:1070–1076
Armstrong VW, Streit F (2003) Drug monitoring of sirolimus and everolimus. *J Lab Med* 27:222–227

SI-System

▶ Einheitensystem, internationales; ▶ SI-Einheiten

Sitosterin

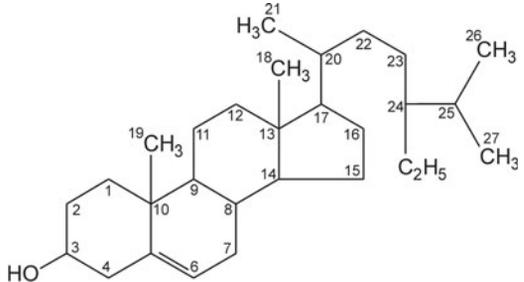
K.J. LACKNER, D. PEETZ

Synonym(e). β-Sitosterol; 22:23-Dihydrostigmasterol

Englischer Begriff. sitosterol

i Sitosterin ist ein pflanzliches Sterol, das vom Menschen intestinal kaum resorbiert wird (▶ Abb. 1). Es unterscheidet sich vom ▶ Choles-

terin durch eine Ethylgruppe am Kohlenstoff 24 der Seitenkette. Für die selektive Resorption und Ausscheidung ist die normale Funktion der ATP-binding cassette (ABC) Transporter G8 und/oder G5 erforderlich. Defekte eines dieser Gene führen zur Sitosterolämie, einer Erkrankung mit erhöhtem Serum- und Gewebegehalt von Sitosterin, Xanthomen und frühzeitiger Atherosklerose. Die Konzentrationsbestimmung von Sitosterin erfolgt meist mittels ▶ GC-MS oder ▶ LC-MS/MS. Die Bedeutung von Sitosterin als Risikofaktor für Atherosklerose ist momentan in der Diskussion.



Sitosterin. Abb. 1. Strukturformel

β-Sitosterol

▶ Sitosterin

Skala, metrische

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Kardinalskala

Englischer Begriff. metric scale

Definition. Oberbegriff für Differenzskala (▶ Intervallskala) und Ratio-Skala (▶ Verhältnisskala)

Literatur. DIN 55350, Teil 12 (1989) Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik. Merkmalsbezogene Begriffe. Beuth-Verlag, Berlin

Skala, topologische

W.-R. KÜLPMANN

Englischer Begriff. topological scale

Definition. Oberbegriff für ▶ Nominal-Skala und ▶ Ordinal-Skala

Literatur. DIN 55350, Teil 12 (1989) Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik. Merkmalsbezogene Begriffe. Beuth-Verlag, Berlin

Skeggs, Leonhard Tucker Jr.

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Lebensdaten. Amerikanischer Mediziner, geboren am 09. Juni 1918 in Fremont, Ohio/USA, gestorben am 04. Dezember 2002 in Cleveland, Ohio/USA. Studium an der Youngstown State University, OH. Master's Degree (1941) und Doktorand (1948) in Biochemie an der Western Reserve University, Cleveland (WRU). Direktor des Hypertensionslabors am Cleveland Veterans Affairs Hospital. 1992 Gründung der Leonard und Jean Skeggs Stiftungsprofessur für Biochemie. Im Jahr 1997 Aufnahme in die Cleveland Medical Hall of Fame.

Verdienste. Skeggs und sein Kollege Jack Leonards entwickelten im Jahr 1948 den als „künstliche Niere“ bezeichneten ersten Plattenhämodialysator. Ebenfalls wurde durch Skeggs der Grundstein für die Entwicklung der ACE-Hemmer im Jahr 1956 mit der bahnbrechenden Aufklärung der Funktion des ▶ Angiotensin Converting Enzyms (ACE) gelegt, wofür er 1968 mit dem Vernon Stouffer Award ausgezeichnet wurde.

Skeggs ist jedoch v. a. für die erste Konzeption eines teilautomatisierten ▶ Analysengeräts für die Laboratoriumsdiagnostik Ende der

1940er Jahre bekannt, durch dessen Schlauchsystem ein kontinuierlicher „Strom von Reagenzien“ geschickt wurde, welche photometrisch analysiert und über einen Rechner ausgewertet werden konnten. Dieses Verfahren wurde jedoch erst 1954 durch die New Yorker Firma Technicon Corp. weiter kommerzialisiert. Der hieraus hervorgegangene Prototyp des „Autoanalyzer Technicon“ konnte 12 Parameter des Bluteserums bestimmen und war bis 1970 in zahlreichen Laboratorien in Gebrauch.

Literatur. Skeggs LT (1957) An automatic method for colorimetric analysis. *Amer J Clin Pathol* 28:311–322

Skleroprotein

► Protein, fibrillär

SLA-Antikörper

► Autoantikörper gegen SLA

SLC14A1 und SLC4A1

► Kidd-Blutgruppensystem

S1-S4-Labor

► Sicherheitsmaßnahmen für Labor- und Produktionsbereich

Slippage

R. WEISKIRCHEN

Definition. Artefakt bei der PCR-Vermehrung durch die DNA-Polymerase („Verrutschen“), kann u. a. bei STR-Systemen zum Entstehen artifizierender Zusatzbanden führen.

Slot blot

► Dot-Blot

SMA

► Autoantikörper gegen glatte Muskeln

Sm-Antikörper

► Autoantikörper gegen Sm

Small interfering RNA

► siRNA

Smooth muscle antibodies

► Autoantikörper gegen glatte Muskeln

sMRP

► Mesothelin-related peptide

Sn

► Zinn

Snellius-Brechungsgesetz

► Refraktion

Snief

T. ARNDT

Definition. Straßenname/Deckname für Kokain (► [Straßennamen von Drogen](#): Kokain).

Snow

T. ARNDT

Definition. Straßenname/Deckname für Kokain (► [Straßennamen von Drogen](#): Kokain).

SNP

► Single Nucleotide Polymorphism

snRNPs

► Small nuclear ribonuclear particles

S/N-Verhältnis

► Grundrauschen

sO₂

► Sauerstoffsättigung

Sodiumdodecylsulfat-Elektrophorese

► SDS-Elektrophorese

SOFA-Score

O.A. GRESSNER

Englischer Begriff. sequential organ failure assessment score

Definition. Von der European Society for Intensive Care Medicine festgelegter klinisch-labor diagnostischer Konsens für die objektive Beurteilung des Schweregrads eines Multiorganversagens.

i Der SOFA-Score erfasst die wichtigsten Organfunktionen mit jeweils einem Parameter und teilt den Schweregrad der Organdysfunktion entsprechend der Abweichung dieses Parameters von der Norm ein. Grundlage der täglichen Erhebung (24-h-Zeiträume) sind die jeweils schlechtesten Werte für jedes Organsystem, wobei im Einzelnen die Organsysteme Niere, Leber, Lunge, zentrales Nervensystem, Herz-, Kreislauf- und Gerinnungssystem in die Bewertung einbezogen werden (► [Tab. 1](#)). Für jedes einzelne Organsystem werden zwischen 0 (normale Funktion) und 4 (deutlich eingeschränkte Funktion bzw. Einsatz eines Organersatzverfahrens) Punkte vergeben. Alle Organsysteme fließen zu gleichen Teilen in die Gesamtbewertung ein.

Bestimmt werden die ► [Kenngrößen](#):

- ► Kreatinin oder Ausfuhrmenge,
- ► Bilirubin (gesamt),
- Blutdruck,
- ► Katecholamine (semiquantitativ),
- ► Thrombozytenzahl
- Glasgow Coma Scale Score.

Zur Einschätzung der respiratorischen Leistung wird der Oxygenierungsindex nach Horovitz zur Quantifizierung der pulmonalen Gasaustauschstörung [Horovitz (1974)] verwendet. Die Berechnung dieses Oxygenierungsindex erfolgt durch Bildung des Quotienten aus arteriellem Sauerstoffpartialdruck (pO_2) und inspiratorischem Sauerstoffanteil (F_iO_2).

Interpretation. Studien konnten zeigen, dass eine Zunahme der Score-Werte für jedes einzelne Organsystem mit einer erhöhten Mortalität verbunden ist. Sowohl die an einem einzelnen Tag erreichte absolute Punktzahl als auch die Differenz zum Aufnahmewert erwies sich als prognostisch bedeutend.

Literatur. Horovitz JH et al (1974) Pulmonary response to major injury. *Arch Surg* 108:349–355
Vincent JL et al (1996) The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intens Care Med* 22:707–710

SOFA-Score. Tab. 1. Bewertung des Schweregrads der Organdysfunktion mittels SOFA-Score

Organ	Parameter	Punkte			
		1	2	3	4
Respiration	pO_2/F_iO_2 [mmHg]	< 400	< 300	maschinelle Beatmung < 200	< 100
Niere	Kreatinin [mg/dL] oder Urinmenge [mL/Tag]	1,2–1,9	2,0–3,4	3,5–4,9 < 500	> 5,0 < 200
Leber	Bilirubin [gesamt; mg/dL]	1,2–1,9	2,0–5,9	6,0–11,9	> 12,0
Herz-Kreislauf	Blutdruck [mmHg] Katecholamine [μ g/kg/min]	MAD < 70 mmHg	Dopamin \leq 5 Dobutamin	Dopamin > 5 Adrenalin \leq 0,1 Noradrenalin \leq 0,1	Dopamin > 5 Adrenalin \leq 0,1 Noradrenalin \leq 0,1
Gerinnung	Thrombozyten [1000/mm ³]	< 150	< 100	< 50	< 20
ZNS	Glasgow Coma Scale Score	14–13	12–10	9–6	< 6

F_iO_2 inspiratorischer Sauerstoffanteil; MAD mittlerer arterieller Druck; pO_2 arterieller Sauerstoffpartialdruck

Sofortdiagnostik, immunologische

W. STÖCKER, C. KRÜGER

Synonym(e). Immunschnelltests

Englischer Begriff. rapid immunotests

Definition. Patientennahe qualitative oder quantitative immunologische Einzelmessungen von Antigenen oder Antikörpern ohne aufwändige Probenvorbereitung, unter Verwendung gebrauchsfertiger Reagenzien.

Einsatzgebiete. Patientennahe, von ungeschultem Personal oder vom Patienten selbst ausführbare immunologische Analytik, die innerhalb weniger Minuten zu leicht interpretierbaren Ergebnissen führt. Der Nachweis des humanen **Choriogonadotropins** (HCG) im Urin (Schwangerschaftstest) war einer der ersten verfügbaren kommerziellen Schnelltests. Mittlerweile gibt es in der Human- und Veterinärmedizin eine Vielzahl immunologischer Schnelltestsysteme. Zum direkten Nachweis von Viren (z. B. **HIV**, **Influenza-Viren** und **Hanta-Viren**), Bakterien (*Legionellen*, *Helicobacter*, *Streptokokken*), Pilzen (*Candida albicans*) oder Parasiten (*Plasmodium falciparum*) oder zur Untersuchung von Antikörpern bei Autoimmun- und Infektionserkrankungen und Allergien (rheumatoide Arthritis, Zöliakie, Borreliose, allergische Diathese). In der Landwirtschaft weist man mit immunologischen Schnelltests Pestizide nach, bei Verkehrskontrollen Drogen, wie **Amphetamine** und Tetrahydrocannabinol (**Cannabinoide**), in der Lebensmittelindustrie **Histamin** im Fisch.

Analytik. Die Testsysteme für die immunologische Sofortdiagnostik basieren größtenteils auf den gleichen Prinzipien wie konventionelle Assays (**Enzyme-linked Immunosorbent Assay**, **indirekte Immunfluoreszenz**, **Western Blot** usw.). Ein Beispiel ist das sogenannte Lateral-flow-Prinzip: Die zu untersuchende Probe wird durch Kapillarkräfte über eine Nitrocellulosemembran gezogen, um dort mit gebundenen Antikörpern (oder Antigenen) zu reagieren. Als Nachweisreagenzien dienen in der Regel mit Gold oder farbigen Latexpartikeln markierte Antigene (oder Antikörper), die in einem zweiten Inkubationsschritt eine visuell identifizierbare Reaktionsbande erzeugen. Bei anderen Tests wird durch die immunologische Reaktion eine Enzymaktivität beeinflusst, was, über Biosensoren vermittelt, elektrochemische Signale hervorruft. Es gibt auch „homogene Immunschnelltests“, bei denen Probe, Konjugat und Substrat in einem Schritt gemeinsam inkubiert werden.

Probenmaterial. Serum, Plasma, Vollblut, Kapillarblut, Speichel, Stuhl, Urin, Liquor.

Diagnostische Wertigkeit. Für einige Analyte sind sehr empfindliche immunologische Schnelltests mit Sensitivitäten (**Sensitivität, diagnostische**) über 98 % verfügbar, z. B. Schwangerschaftstest, HIV-Nachweis. Oft leidet aber die entsprechende Spezifität aufgrund der sehr kurzen Reaktionszeiten, so dass positive Reaktionen nach Möglichkeit in etablierten kompetenten Laboratorien mit konventionellen Testsystemen bestätigt werden sollten. Unentbehrlich sind immunologische Schnelltests unter anderem bei Verdacht auf lebensbedrohliche Erkrankungen, die rasches Handeln erfordern, wie Myokardinfarkt oder Sepsis.

Literatur. Luppá PB, Schlebusch H (Hrsg) (2008) POCT – Patientennahe Labordiagnostik. Springer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, S 382

Stürenburg E, Junker R (2009) Point-of-care testing in microbiology: The advantages and disadvantages of immunochromatographic test strips. In: Dtsch Ärztebl 106:48–54

Sofortdiagnostik, patientennahe

► Patientennahe Sofortdiagnostik

Software

O. COLHOUN

Englischer Begriff. software

Definition. Die „immateriellen“ Komponenten eines Computersystems, im Unterschied zur „greifbaren“ Hardware

i Nach DIN 44300 die „Gesamtheit oder Teil der Programme für Rechensysteme, wobei die Programme zusammen mit den Eigenschaften der Rechensysteme den Betrieb der Rechensysteme, die Nutzung der Rechensysteme zur Lösung gestellter Aufgaben oder zusätzliche Betriebs- und Anwendungsarten der Rechensysteme ermöglicht“.

Solid-phase Micro-Extraction

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Festphasen-Mikroextraktion; SPME

Englischer Begriff. solid phase micro-extraction

Definition. Verfahren der Probenvorbereitung für gaschromatographische Analysen (**Gaschromatographie**).

i Bei der SPME findet sich die feste Probe (z. B. eingedampfter Extrakt) in einem gasdichten Probengefäß, das erhitzt wird. Über die Kanüle einer Spritze wird eine Faser in den Gasraum des Probengefäßes eingebracht, die flüchtige Verbindungen aufnimmt. Anschließend wird die Faser zur Analyse der absorbierten Bestandteile über die Kanüle in das Einlasssystem des Gaschromatographen verbracht. s. a. ▶ **Festphasenextraktion**, ▶ **Mikrosäulen**

Literatur. Pawliszyn J (1997) Solid Phase Microextraction. Wiley-VCH, New York

Sollwert

W.-R. KÜLPMANN

Englischer Begriff. method dependent assigned value

Definition. Ohne Anwendung eines ▶ **Referenzmessverfahrens** ermittelter Zielwert
 Anmerkung: Der Sollwert kann gegenüber dem wahren Wert (▶ **wahrer Wert**) eine nicht vernachlässigbare systematische ▶ **Messabweichung** enthalten.

Literatur. Qualitätsmanagement in der Laboratoriumsmedizin (2000) Teil 1: Grundbegriffe. DIN 58936-1, 3.1.9.2. Beuth-Verlag GmbH, Berlin.
 Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen (2008) Dt Ärztebl 105:C301-C315

Sollwertermittlung

W.-R. KÜLPMANN

Englischer Begriff. procedure for the determination of method dependent assigned values

Definition. Verfahren zur Bestimmung von ▶ **Sollwerten** in ▶ **Kontrollmaterial**

i Für die Beurteilung der Richtigkeit im Rahmen der internen ▶ **Qualitätssicherung** werden ▶ **Kontrollmaterialien** benötigt, die vorgeben, welcher ▶ **Messwert** mit einem bestimmten Analyseverfahren gefunden werden sollte. Dieser Sollwert ist nur für das genau angegebene Analyseverfahren gültig, muss aber soweit als technisch möglich metrologisch rückführbar sein. Das Verfahren wird eingesetzt, wenn ▶ **Referenzmethodenwerte** nicht zur Verfügung stehen.

Literatur. Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen (2008) Dt Ärztebl 105:C301-C315

Somaklonale Variation

▶ **Variation, somaklonale**

Somatokrinin

▶ **Wachstumshormon-Releasingshormon**

Somatoliberin

▶ **Wachstumshormon-Releasingshormon**

Somatomedin C

▶ **Insulin-Like Growth Factor 1**

Somatostatin

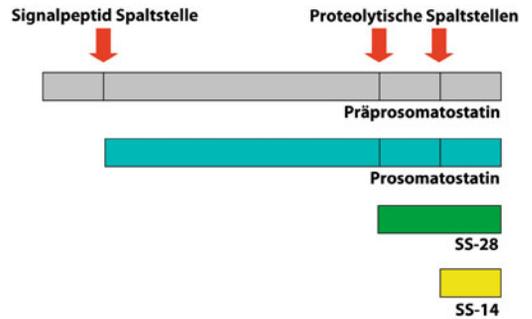
A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Englischer Begriff. somatostatin; somatotropin release inhibiting hormone (factors); SRIF

Definition. Ein in mehreren Organen und Geweben (Magen, Duode-

num, Pankreas, Darmtrakt, Hypothalamus, ZNS) synthetisiertes, lineares Peptidhormon mit breiter inhibitorischer Wirkung auf Hormon-, Magen- und exokrine Pankreassekretion.

i Das in den D-Zellen des Magenantrums, in Duodenum, Langerhans-Inseln des Pankreas, Intestinaltrakt, Hypothalamus und ZNS als Präprosomatostatin synthetisierte, nachfolgend proteolytisch prozessierte Somatostatin kommt in zwei Formen mit 14 Aminosäuren (SS-14, SRIF₁₄) und 28 Aminosäuren (SS-28, SRIF₂₈) vor, deren relative Verteilung gewebeabhängig verschieden ist (▶ **Abb. 1**): SS-14 vorwiegend in ZNS und alleinig im Pankreas, SS-28 in Magen-Darm-Trakt. Sekretionsstimuli sind Nahrungsaufnahme und Magensäure im Duodenallumen. Wirkungen werden über fünf Subtypen G-Proteingekoppelter Rezeptoren vermittelt und betreffen: Hemmt die Sekretion von ▶ **Somatostatin**, ▶ **Wachstumshormon**, ▶ **Thyreotropin**, ▶ **Insulin**, ▶ **Glukagon**, ▶ **Gastrin**, ▶ **Cholecystokinin**, ▶ **Sekretin**, ▶ **Pankreatisches Polypeptid**, ▶ **Vasoaktives intestinales Polypeptid**, ▶ **Gastroinestinales Peptid**, ▶ **Motilin**, ▶ **Calcitonin**, ▶ **Triiodthyronin**, ▶ **Tyroxin**, ▶ **Aldosteron** und anderen Hormonen. Damit Inhibitor der Magensäure-, Pankreassaft- und Gallesekretion. Zusätzlich neuromodulatorische Aktivität. Halbwertszeit in der Zirkulation 1-4 min
 Nüchternkonzentration im EDTA-Plasma methodenabhängig verschieden, Richtwert für Normalpersonen: < 25 ng/L.
 Analyt instabil (eiskühles Plasma mit Aprotininzusatz)
 Konzentrationsbestimmung mit kompetitivem ▶ **Radioimmunoassay** oder ▶ **Enzymimmunoassay** nach Säulenextraktion.
 Konzentrationserhöhungen: Somatostatin-produzierender Tumor (Somatostatinom), Phäochromozytom, alkoholische Lebererkrankungen, Colitis ulcerosa.



Somatostatin. Abb. 1. Struktur und Prozessierung

Literatur. Weckbecker G, Lewis I, Albert R, Schmidt HA, Hoyer D, Bruns C (2003) Opportunities in somatostatin research: biological, chemical and therapeutic aspects. Nat Rev Drug Discov 2:999-1017

Somatotropes Hormon

▶ **Wachstumshormon**

Somatotropin

▶ **Wachstumshormon**

Sonata

▶ **Zaleplon**

Sonde

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Gensonde; Hybridisierensonde

Englischer Begriff. probe

Definition. DNA- oder RNA-Fragment bekannter Sequenz, welches radioaktiv oder enzymatisch markiert wird und zur Sichtbarmachung

von DNA-Fragmenten im ▶ **Southern Blot** dient; die Sonde lagert sich bei der ▶ **Hybridisierung** an die ▶ **komplementäre Zielsequenz** auf dem Blot an.

SOP

▶ **Standardarbeitsanweisung**

Sorbens

▶ **Stationäre Phase**

Sorbitdehydrogenase

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Iditol-Dehydrogenase; EC 1.1.1.14; SDH

Englischer Begriff. sorbitol dehydrogenase; L-Iditol dehydrogenase

Definition. SDH ist ein für den Fruktosestoffwechsel der Leber wichtiges, rein zytoplasmatisch lokalisiertes und mit hoher spezifischer Aktivität nur in der Leber (Hepatozyten) vorkommendes Enzym, dessen Aktivität im Serum früher zur Diagnose nekrotisierender Leberparenchymschäden bestimmt wurde.

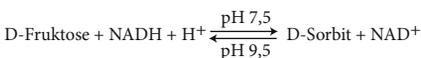
Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. SDH katalysiert die reversible Umwandlung von D-Fruktose zu D-Sorbit in Anwesenheit von $\text{NADH} + \text{H}^+$. Die Organgehalte an SDH-Aktivität in Leber, Niere und Prostata verhalten sich wie 200:50:1, die mit Abstand höchste spezifische Aktivität besitzt die Leber. Muskel und Erythrozyten enthalten nur sehr geringe oder keine SDH-Aktivitäten.

Funktion und Pathophysiologie. SDH im Serum ist ausschließlich hepatischen Ursprungs (hohe Organspezifität). Extrazellulär verliert SDH rasch an Aktivität.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum, Heparin-Plasma

Probenstabilität. SDH ist sehr instabil. Bei Raumtemperatur 25 % Aktivitätsabnahme pro Tag, bei 4–8 °C und bei –20 °C ebenfalls Aktivitätsverluste.

Analytik. Die Aktivitätsbestimmung erfolgt im einfachen optischen Test gemäß folgender Reaktion:



Die Oxidationsrate von $\text{NADH} + \text{H}^+$ gemessen an der Absorptionsabnahme bei 334, 340 oder 366 nm pro Zeiteinheit entspricht der SDH-Aktivität.

Referenzbereich — Erwachsene. 37 °C Messtemperatur: 0–2,6 U/L (44 nkat/L)

Im gesunden Serum ist (nahezu) keine SDH-Aktivität nachweisbar.

Indikation. Diagnose und Verlaufskontrolle von Leberparenchymschädigungen.

Interpretation. Aktivitätsanstiege sind spezifisch für Parenchymszellnekrosen im Rahmen akuter infektiöser Hepatitiden, toxischen Leberzellschädigungen, hypoxischen Leberschäden (z. B. akute Rechtsherzinsuffizienz nach Herzinfarkt), primären und sekundären Lebertumoren und Traumatisierungen. Die Verwendung des Enzyms ist heute obsolet, da Anstiege relativ flüchtig und inkonstant sind.

Sotalol

▶ **β-Rezeptorenblocker**

Southern Blot

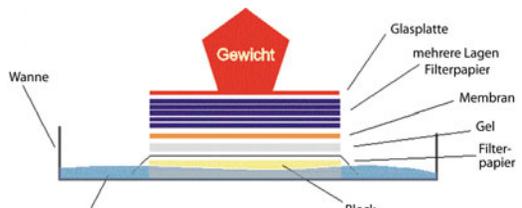
R. WEISKIRCHEN

Englischer Begriff. Southern blot

Definition. Verfahren zur Analyse von elektrophoretisch aufgetrennten und auf ein Trägermaterial (Membran) transferierten DNA-Fragmenten

Physikalisch-chemisches Prinzip. Die Methode wurde 1975 von Southern (▶ **Southern, Edwin Mellor**) entwickelt und umfasst fünf Schritte:

- Auftrennung von (meist mit Restriktionsenzymen geschnittene) DNA in einem Agarosegel, Färbung der DNA mit Ethidiumbromid und Photographieren des gefärbten Gels
- Denaturierung der DNA durch Alkalibehandlung und anschließende Neutralisation des Gels in einer gepufferten Salzlösung
- Kapillartransfer (▶ **Abb. 1**) der DNA-Fragmente auf eine Membran (Nylon, Nitrocellulose) mit anschließender Fixierung (mittels Hitze oder UV-Strahlung)
- Prähybridisierung und Hybridisierung mit einer komplementären einzelsträngigen (markierten) Gensonde
- Analyse der Hybridisierungsorte (homologen Nukleotidsequenzen) auf der Membran mit geeigneten Nachweisverfahren (z. B. mittels Autoradiographie im Falle einer radioaktiv markierten Gensonde).



Southern Blot. **Abb. 1.** Beim Kapillartransfer wird das DNA-Muster des Agarosegels in dem gezeigten Aufbau auf eine geeignete Trägermembran übertragen

In der Vergangenheit wurden Modifikationen dieser Methode entwickelt. Bei dem sog. alkalischen Southern Blot wird die DNA ohne vorherige Neutralisation in einer basischen, konzentrierten Salzlösung auf die Membran transferiert. Andere Methoden ersetzen den Kapillartransfer durch einen Vakuumtransfer (sog. Vakuumblot). Die Größe des detektierten Fragmentes wird durch Größenvergleich mit entsprechenden Markerbanden bestimmt.

Einsatzgebiet. Bestimmung des Vorkommens, der Größe und Kopienzahl von elektrophoretisch aufgetrennten DNA-Fragmenten. Bei einem sog. genomischen Southern Blot wird die zu analysierende DNA mit geeigneten Restriktionsenzymen gespalten und separiert. In der nachfolgenden Hybridisierung mit einer spezifischen ▶ **Sonde** kann die Größe des zu analysierenden Fragmentes als auch die Kopienzahl, mit der das Fragment im ▶ **Genom** vorkommt, abgeschätzt werden. In einem Zoo-Blot wird DNA verschiedener Spezies vergleichend analysiert, die erhaltene Signalstärke erlaubt Aussagen über den Verwandtschaftsgrad der einzelnen Spezies bzw. ob eine entsprechende Sequenz konserviert ist. Nahe verwandte Spezies besitzen in der Regel höhere Homologien, die sich in stärkeren Hybridisierungssignalen widerspiegeln. Die Southern Blot Methode kann desweiteren zur Genkartierung (Bestimmung der relativen Lage einzelner Sequenzen zueinander) und zum Nachweis bestimmter Mutationen (z. B. RFLP-Analyse) ausgenutzt werden.

Untersuchungsmaterial. Jedliche Form von DNA (Genomische DNA, ▶ **cDNA**, ▶ **Plasmid-DNA**, ▶ **Bakteriophagen-DNA**, Virale DNA)

Instrumentierung. Für diese Methode werden die für eine ▶ **Gelelektrophorese** (siehe dort) üblichen Gerätschaften benötigt. Werden die Membranen mit radioaktiven Gensonden hybridisiert so sind desweiteren Arbeitsbereiche mit einer Genehmigung für den Umgang mit Radioisotopen (insbesondere ^{32}P) erforderlich.

Spezifität. Die Spezifität (▶ **Spezifität, diagnostische**) der Methode ergibt sich über die eingesetzte Gensonde und die Bedingungen (Salzkonzentrationen, Temperatur) unter denen die Hybridisierung stattfindet. In Abhängigkeit der gewählten Bedingungen können sequenzverwandte DNA-Fragmente nachgewiesen werden.

Sensitivität. Die Southern Blot-Analyse ist sensitiv genug, um Einzelkopiensequenzen (sog. „single copy“ ▶ **Gene**) in einem Mikrogramm DNA eines Genoms mit großer Komplexität (z. B. des Menschen) nachweisen zu können.

Fehlermöglichkeit. Bei vorhergehender Behandlung mit Restriktionsendonukleasen ist es wichtig, eine vollständige Spaltung der DNA zu erreichen, da bei unvollständiger Spaltung schwächer hybridisierende Banden, die durch nicht vollständig gespaltene DNA-Fragmente hervorgerufen werden, irrtümlich für verwandte Gene gehalten werden können.

Praktikabilität/Automatisierung/Kosten. Die Methodik ist einfach, jedoch zeitaufwendig. Viele Fragestellungen, die ursprünglich mittels dieser Methode untersucht wurden, werden heute durch schnellere Verfahrenstechniken, die z. B. auf ▶ **Polymerase-Kettenreaktion** beruhen, analysiert.

Bewertung/Methodenhierarchie (allg.). Die Southern-Blot-Analyse stellt in der ▶ **Molekularbiologie** eine wichtige Methode zur Beantwortung hauptsächlich Grundlagen-orientierter Fragestellungen dar.

Literatur. Southern EM (1975) Detection of Specific Sequences among DNA Fragments Separated by Gel Electrophoresis. *J Mol Biol* 98:503–517
Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T (1989) *Molecular Cloning – A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York

Southern, Edwin Mellor

R. WEISKIRCHEN

Lebensdaten. Britischer Molekularbiologe, geboren am 7. Juni 1938 in Burnley, Lancashire (UK). Nach Besuch der Lanehead Primary School (1943–1948) und der Burnley Grammar School (1948–1954) studierte er Chemie an der Universität Manchester (1954–1958) und Glasgow (1958–1962). Nach wissenschaftlicher Tätigkeit in Cambridge (1963–1967) und Edinburgh (1967–1985) leitet er seit 1985 das Department of Biochemistry in Oxford.

Verdienste. Er hat wesentliche Beiträge zur Identifikation und Analyse von Satelliten-DNA geliefert, setzte erstmalig ▶ **Restriktionsenzyme** zur Analyse eukaryontischer DNA ein, entwickelte die Methode des sog. ▶ **Southern Blot**, erforschte die Genstruktur ribosomaler ▶ **Gene** und Histone, entwickelte Methoden zur gelelektrophoretischen Separation von Restriktionsfragmenten, und beschäftigte sich mit der Erstellung therapeutisch verwendbarer ▶ **antisense-Konstrukte**.

Literatur. <http://www.bioch.ox.ac.uk/>

SOX1-Autoantikörper 2

▶ Autoantikörper gegen Gliazell-Nuclei

SOX2-Gen-Test

▶ SHOX2-Test

SP

▶ Phosphatase, prostataspezifische saure; ▶ Phosphatase, saure; ▶ Phosphatase-Reaktion

SP-2

▶ Sexualhormon-bindendes Globulin

Sp100-Antikörper

▶ PBC-assoziierte antinukleäre Autoantikörper

Spannweite

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). Range

Englischer Begriff. range

Definition. Die Spannweite ist definiert als die Differenz zwischen dem kleinsten (▶ **Minimum**) und dem größten (▶ **Maximum**) ▶ **Messergebnis**

i Die Spannweite ist ein ausreißerempfindliches Maß für die ▶ **Variabilität** der Messergebnisse. Während eine Addition bzw. Subtraktion einer Konstanten zu bzw. von allen Messwerte den Wert der Spannweite nicht beeinflusst, wirken sich eine Multiplikation bzw. Division aller Messwerte mit bzw. durch einen konstanten Faktor derart auf die Spannweite aus, dass sich dieser gemäß derselben mathematischen Operation ändert. Die letztgenannte Eigenschaft der Spannweite findet insbesondere bei einer Änderung der Skala, in der die Werte gemessen wurden, Verwendung.

Literatur. Hilgers R-D, Bauer P, Scheiber V (2002) Einführung in die Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

SPARC

▶ Osteonectin

SPE

▶ Mikrosäulen

Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient

▶ Korrelationskoeffizient nach Spearman

Special-K

T. ARNDT

Definition. Straßenname/Deckname für ▶ **Ketamin**

Specimen

▶ Spezimen

Speciociliatin

▶ Kratom

Speciogynin

▶ Kratom

Speed

T. ARNDT

Definition. Straßenname/Deckname für Amphetamine (▶ **Straßennamen von Drogen**: Amphetamine)

Speichelamylase

▶ Amylase

Speicheldrüsendangepithel-Antikörper

▶ Autoantikörper gegen Speicheldrüsenausführungsgänge

Speichelgewinnung

W.G. GUDER

Synonym(e). Probengewinnung von Speichel; Speichel als Probe

Englischer Begriff. saliva collection; collection of saliva as sample (specimen)

Definition. Alle Arten der Gewinnung von Speichel als Untersuchungsmaterial für diagnostische Zwecke.

i Speichel als Untersuchungsmaterial hat die Vorteile der nichtin-

vasiven Gewinnung und zuweilen der spezifischeren Information über „freie“ Konzentrationen z. B. von Medikamenten und Drogen im Körper, verglichen mit Plasma. Die Gewinnung der Probe wird mit einer der kommerziell erhältlichen Speichelsammelvorrichtungen empfohlen, die auf folgenden Prinzipien beruhen:

- Watterollen, die in den Mund eingelegt werden (z. B. Sarstedt Salivette, Clin Rep Recipe)
- Polymerschäumstoff (Accusorb oder Oral Screen von Avitar Technologies)
- Kunstseide oder Baumwolltupfer am Stiel (Orapette von Trinity Biotech, Saliva Alcohol Test von STC-Technologies, Omni Sal saliva sampler von Saliva diagnostic systems, Abusa-Stick von Chem Elec)
- Polster am Lollipop-Stiel (Ora Sure = Epi-Screen von Epitope).

Die Speichelgewinnung erfolgt normalerweise aus gemischtem Speichel der Parotis und Submandibulardrüsen. Durch Einlegen von Absorbent unter die Ausführungsgänge der jeweiligen Speicheldrüsen können aber auch gezielt Speichelproben der seitlich getrennten und nach Drüsen getrennten Arten gewonnen werden. Die Absorber werden durch Zentrifugation in einem speziellen Probengefäß vom klaren Speichel befreit, der dann als Untersuchungsmaterial dient.

Literatur. Guder WG, Narayanan S, Wisser H, Zawta B (2009) Diagnostic Samples: From the Patient to the Laboratory. 4th edn. Wiley-Blackwell, Weinheim
Haeckel R, Colic D (1988) Verfahren zur Speichelgewinnung. In: Haeckel R (Hrsg) Speicheldiagnostik. GIT-Verlag, Darmstadt, S 1–8

Speicheltest

► Kaugummitest

Speicheltestung

► Salivatestung

Spektralphotometer

T. ARNDT

Synonym(e). Spektrophotometer

Englischer Begriff. spectrophotometer

Definition. Umgangssprachliche Bezeichnung für ein Spektrometer zur bildlichen Darstellung eines ► **Spektrums**

i Nach den Empfehlungen der IUPAC soll der Begriff nicht mehr für spektrochemische Methoden und Verfahren verwendet werden, da ► **Photometrie/Photometer** die rein visuelle Auswertung einer Strahlung beschreiben und nicht die Aufzeichnung von Intensitäten von Spektralbanden mit Hilfe eines oder mehrerer Detektoren, wie es in der analytischen Chemie heute üblich ist.

Literatur. Inczedy J, Lengyel T, Ure AM (1998) Compendium of Analytical Nomenclature (definitive rules 1997). 3rd edn. Blackwell Science (online frei zugänglich unter www.iupac.org/publications/analytical_compendium)

Spektralphotometrie

T. ARNDT

Synonym(e). Spektrophotometrie

Englischer Begriff. spectrophotometry

Definition. Umgangssprachliche Bezeichnung für eine Analyse zur bildlichen Darstellung eines ► **Spektrums**

i Nach den Empfehlungen der IUPAC soll der Begriff nicht mehr angewandt werden, weil die heute üblichen Methoden und Verfahren nicht auf einer visuellen Beobachtung und Auswertung beruhen, sondern gewöhnlich Intensitäten von Spektralbanden aufzeichnen und danach per definitionem zur ► **Spektrometrie** gehören.

Literatur. Inczedy J, Lengyel T, Ure AM (1998) Compendium of Analytical Nomenclature (definitive rules 1997). 3rd edn. Blackwell Science (online frei zugänglich unter www.iupac.org/publications/analytical_compendium)

Spektrbibliothek

► Bibliotheksuche

Spektrvergleich

► Bibliotheksuche

Spektrochemische Analyse

► Spektrometrie/Spektroskopie

Spektrograph

T. ARNDT

Englischer Begriff. spectrograph

Definition. Kombination eines ► **Spektroskops** oder Spektrometers (► **Spektrometrie/Spektroskopie**) mit einer Kamera, die ein Bild eines Strahlungsspektrums (► **Spektrum**) auf ein Fotogel oder eine zweidimensionale Anordnung elektronischer Bildsensoren aufnimmt (IUPAC-Definition).

Literatur. Inczedy J, Lengyel T, Ure AM (1998) Compendium of Analytical Nomenclature (definitive rules 1997). 3rd edn. Blackwell Science (online frei zugänglich unter www.iupac.org/publications/analytical_compendium)

Spektrometrie/Spektroskopie

T. ARNDT

Synonym(e). Spektrochemische Analyse

Englischer Begriff. spectrometry/spectroscopy; spectrochemical analysis

Definition. Die Begriffe Spektrometrie und ► **Spektroskopie** sind Oberbegriffe für alle ► **Messmethoden** und Verfahren, bei denen Phänomene der Lichtabsorption und Lichtemission aufgenommen und ausgewertet werden.

Beide Begriffe werden zumeist synonym verwandt. Tatsächlich werden rein spektroskopische Methoden in der Analytik immer seltener angewandt. Der Begriff Spektrometrie setzt sich deshalb immer stärker durch. Nach der gültigen IUPAC-Definition ist der Begriff Spektrometrie zu verwenden, insbesondere dann, wenn die Lichtabsorptions- und Lichtemissionsphänomene durch einen Detektor aufgezeichnet (und nicht nur visuell beobachtet) werden. Danach sind praktisch alle im klinisch-chemischen Labor eingesetzten, auf Lichtabsorption bzw. Lichtemission beruhenden Analysenverfahren spektrometrische Verfahren.

Physikalisch-chemisches Prinzip. Grundlage der Spektrometrie ist das ► **Lambert-Beer-Gesetz**. Zur Bestimmung der Konzentration (c) eines Analyten aus der Extinktion (E) wird das Gesetz in der Form $c = E_{\lambda,T} / \epsilon_{\lambda,T} \times d$ angewandt, wobei die Schichtdicke (d) und der Extinktionskoeffizient ($\epsilon_{\lambda,T}$) in Abhängigkeit von der Wellenlänge (λ) und der Temperatur (T) durch die Messbedingungen festgelegt sind.

Einsatzgebiet. Das Einsatzgebiet der Spektrometrie umfasst praktisch alle Bereiche des klinisch-chemischen Labors, also z. B. enzymatische, immunologische, elektrophoretische und chromatographische Analysen. Einige Methoden nutzen charakteristische physikochemische (spektrochemische) Eigenschaften des Analyten direkt zur Analyse (z. B. ► **Atomabsorptionsspektrometrie** und ► **Atomemissionsspektrometrie**, ► **Flammenatomabsorptionsspektrometrie**, ► **Flammenemissionsspektrometrie**, ► **UV/VIS-Spektrometrie** mit ► **Photodioden-Array Detektor**). Andere werden die in Folge von spezifischen Reaktionen eintretenden Veränderungen in den spekt-

rochemischen Eigenschaften des Analysensystems aus. Diese Veränderungen können unmittelbares Ergebnis der Umsetzungsreaktion sein [z. B. im optischen Test nach Warburg (► **Enzymaktivität**), in der ► **Immunnephelometrie** und ► **Immunturbidimetrie**] oder aus mit der Umsetzung des Analyten gekoppelten Reaktionen resultieren (z. B. im gekoppelten optischen Test nach Warburg).

Untersuchungsmaterial. Prinzipiell sind alle Untersuchungsmaterialien unabhängig vom Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig) für spektrometrische Analysen geeignet. Im klinisch-chemischen Labor handelt es sich mehrheitlich um Analysen in ursprünglich flüssigen Proben (Blut, Plasma, Serum, Urin) oder durch Flüssigextraktion gewonnene Extrakte aus festen Proben (z. B. Faeces).

Instrumentierung. Ein spektrometrisches Analysensystem zur Lichtabsorptionsmessung besteht in seiner allgemeinen Form aus einer Strahlungsquelle, z. B. einer ► **Deuteriumlampe** oder ► **Xenonlampe** zur Erzeugung von Licht im ultravioletten oder einer ► **Wolframlampe** („Glühbirne“) für den visuellen Wellenlängenbereich. Der Strahlengang wird durch ein Dispersionsystem wie z. B. ein Prisma oder ein Gitter (► **Monochromator**) geführt, um aus dem originär polychromatischen Licht, monochromatisches Licht, das heißt Licht einer bestimmten Wellenlänge (exakter eines sehr engen Wellenlängenbereiches) zu isolieren. Dieses wird durch die Messzelle (► **Küvette**) geleitet und in Abhängigkeit von der Farbe und Farbdichte der in der Messzelle vorliegenden Probe unterschiedlich stark absorbiert. Hierdurch erfolgt eine Abschwächung des Lichtes. Aus der Differenz der Intensitäten des in die Messzelle eintretenden und aus ihr austretenden Lichtes kann, unter Zugrundelegung des ► **Lambert-Beer-Gesetzes** und geeigneter Kalibrationsfunktionen, auf die Konzentration des Analyten in der Messzelle bzw. der Probe geschlossen werden.

Als Strahlungsempfänger werden photoelektrische Empfänger wie ► **Photoelement**, ► **Photozelle**, ► **Photomultiplier** (Sekundärelektronenvervielfacher, SEV) und ► **Photodioden**, aber auch thermoelektrische Empfänger, wie Thermoelemente und Widerstandsthermometer eingesetzt. Einzelheiten unten den jeweiligen Stichwörtern.

In der ► **Atomabsorptionsspektrometrie** (AAS) kann auf das Dispersionsystem zur Herstellung monochromatischen Lichts verzichtet werden, da dieses (elementspezifisch) direkt in einer sog. ► **Hohlkathodenlampe** generiert wird. Zu den Besonderheiten der ► **Atomemissionspektrometrie** (AES) s. dort.

Spezifität. Analytische Spezifität und Sensitivität spektrometrischer Methoden sind, in Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung (Untersuchungsgut, Analyt, störende Begleitsubstanzen mit ähnlichen physiko-chemischen Eigenschaften) ausreichend bis hervorragend.

Fehlermöglichkeit. Unter der Voraussetzung einer ausreichenden analytischen Validierung sind spektrometrische Analysenverfahren hinreichend richtig und präzise. Zu möglichen Fehlerquellen s. unten den speziellen Analysenverfahren.

Praktikabilität/Automatisierung/Kosten. Die Spektrometrie ist die mit großem Abstand am häufigsten eingesetzte Analysenmethode des klinisch-chemischen Labors. Dementsprechend steht eine breite Auswahl an Spektrometern vom transportablen Handgerät bis zum vollmechanisierten Analysensystem zur Verfügung. Letztere sind geeignet, Analysenserien von mehreren Hundert Proben und diese bei fast gleichzeitiger Bestimmung von teilweise mehr als 50 verschiedenen Analyten aus einer Probe zu bewältigen. Die Reagenzienkosten betragen derzeit zwischen wenigen Cent für die klinisch-chemischen Basisparameter (klinisch-chemisches Profil) und ca. 5 Euro für Spezialanalyte. Der Personalaufwand ist gering, sodass sich trotz hoher Gerätekosten (bis zu 1 Million Euro) bei hohen Analysenzahlen kurze Amortisationszeiten realisieren lassen.

Bewertung/Methodenhierarchie (allg.). Spektrometrische Analysenverfahren sind bei richtiger Durchführung und hinreichender Validation (durch den Hersteller und/oder Anwender) richtig und präzise. Variationskoeffizienten in der Analysenserie (Intra-assay CV) und zwischen den Analysenserien (Inter-assay CV) von < 10 % sind problemlos erreichbar.

Literatur. Kortüm G (1962) Kolorimetrie, Photometrie und Spektrometrie. Eine Anleitung zur Ausführung von Absorptions-, Emissi-

ons-, Fluoreszenz-, Streuungs-, Trübungs- und Reflexionsmessungen. Springer-Verlag, Berlin Göttingen Heidelberg
Näser KH, Peschel G (1986) Physikalisch-chemische Meßmethoden. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig

Spektrophotometer

► **Spektralphotometer**

Spektrophotometrie

► **Spektralphotometrie**

Spektroskop

T. ARNDT

Englischer Begriff. spectroscopie

Definition. Gerät zur visuellen Beobachtung und Auswertung von Spektren im Bereich des sichtbaren Lichts (IUPAC-Definition).

i Die Kombination eines Spektroskops mit einem oder mehreren Detektoren zur Aufzeichnung der Intensität von Spektralbanden ist ein Spektrometer. Im klinisch-chemischen Labor werden vor allem Spektrometer eingesetzt (► **Spektrometrie/Spektroskopie**).

Literatur. Inczedy J, Lengyel T, Ure AM (1998) Compendium of Analytical Nomenclature (definitive rules 1997). 3rd edn. Blackwell Science (online frei zugänglich unter www.iupac.org/publications/analytical_compendium)

Spektroskopie

T. ARNDT

Englischer Begriff. spectroscopy

Definition. Analyse physikalischer Systeme unter Zuhilfenahme elektromagnetischer Strahlung, die mit dem System in Wechselwirkung steht oder von ihm generiert wird (IUPAC-Definition).

i Dabei wird mit Hilfe eines ► **Spektroskops** die Strahlung visuell beobachtet und visuell ausgewertet. In diesem Sinne könnte ein Mikroskop auch als Spektroskop und das Mikroskopieren als Spektroskopie bezeichnet werden.

Kombiniert man ein Spektroskop mit einem oder mehreren Detektoren zur Messung der Intensität spektraler Banden, spricht man von einem Spektrometer und Spektrometrie.

Die Begriffe Spektroskopie und Spektrometrie werden häufig synonym verwandt (besonders in der englischsprachigen Literatur und deshalb zunehmend auch in Deutschland). Tatsächlich werden rein spektroskopische Methoden in der Analytik immer seltener angewandt. Der Begriff Spektrometrie sollte sich deshalb als Oberbegriff für alle auf der Messung elektromagnetischer Strahlung beruhenden Analysenmethoden stärker durchsetzen. Die für das klinisch-chemische Labor wichtigen Begriffe und Methoden werden deshalb unter dem Stichwort ► **Spektrometrie/Spektroskopie** näher vorgestellt.

Literatur. Inczedy J, Lengyel T, Ure AM (1998) Compendium of Analytical Nomenclature (definitive rules 1997). 3rd edn. Blackwell Science (online frei zugänglich unter www.iupac.org/publications/analytical_compendium)

Spektrum

T. ARNDT

Englischer Begriff. spectrum

Definition. In der Optik Darstellung von Strahlungen in Abhängigkeit von der Wellenlänge, Wellenzahl oder Schwingungsfrequenz

i Das bekannteste Spektrum ist sicher das Spektrum des Sonnenlichts (► **Abb. 1**). Im klinisch-chemischen Labor nutzt man die Aufzeichnung von Spektren in der ► **Spektrometrie/Spektroskopie**

zur qualitativen und quantitativen Analyse auf der Grundlage charakteristischer Absorptionsspektren (z. B. ▶ **Infrarot-Spektrometrie**, ▶ **UV/VIS-Spektrometrie**), Emissionsspektren (z. B. ▶ **Atomemissionsspektrometrie**, ▶ **Flammenatomemissionsspektrometrie**) oder der Absorption von Licht bestimmter Wellenlängen (z. B. optischer Test nach Warburg, ▶ **Atomabsorptionsspektrometrie**, ▶ **Flammenatomabsorptionsspektrometrie**) die substanzgruppen- oder substanzspezifisch sind.

Ultraviolett (UV)	Sichtbares Licht	Infrarot (IR)
Wellenlänge in nm		
ca. 200–380	380/400–750/780	ca. 750–2400
		

Spektrum. Abb. 1. Spektrum des ultravioletten, sichtbaren und infraroten Lichts

Spektrum-Bias

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. spectrum bias

Definition. Spektrum-Bias tritt auf, wenn die Studienpopulation ein anderes klinisches Spektrum (etwa nur schwerere Fälle) aufweist, als die Population, in welcher der Test (▶ **Test, diagnostischer**) angewandt werden soll

i Im Rahmen jeder Klinischen Studie bezeichnet man den Sachverhalt, dass die Studienergebnisse systematisch also durch bestimmte Ursachen beeinflusst werden können, als ▶ **Bias**. Spezifisch für diagnostische Studien (▶ **Studien, diagnostische**) ist der Spektrum-Bias, besonders dann, wenn die Validität des diagnostischen Tests evaluiert werden soll.

Darüber hinaus können jedoch auch andere Biasquellen die Ergebnisse eines diagnostischen Tests verzerren [Sackett (1979)].

Literatur. Kramer MS (1988) Clinical Epidemiology and Biostatistics. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
Sackett DL (1979) Bias in Analytic Research, J Chron Dis 32:51–63

Spenderorganismus

R. WEISKIRCHEN

Definition. Organismus, aus dem die bei einem gentechnischen Experiment übertragene ▶ **Nukleinsäure** ursprünglich stammt

i Gentechnikrechtlicher Begriff; Die Spenderorganismen werden den der Gentechnik-Sicherheitsverordnung entsprechenden Sicherheitsstufen zugeordnet. Demnach lassen sich in einem groben Raster vier Risikogruppen biologischer Organismen unterscheiden (▶ **Sicherheitsstufe**).

Literatur. Buschhausen-Denker G, Deitenbeck D (Hrsg) (1995) Sicherheit in der Gentechnik, Handbuch für Projektleiter und Mitarbeiter in gentechnischen Anlagen. Ed. Temmen, Bremen

Spermatozoen-Antikörper

▶ Antikörper gegen Spermatozoen

Spermatozyten

▶ Seminalflüssigkeit

Spermien

▶ Seminalflüssigkeit

Sperrflag

O. COLHOUN

Englischer Begriff. blocking flag

Definition. Sperrflags des Analysegeräts bewirken die Blockierung eines gemessenen Werts in der technischen Validation.

i Sie werden mit oder anstelle des Messwerts vom Analysegerät an die ▶ **Labor-EDV** übertragen. Für die Freigabe des Werts ist ein expliziter und sinnvollerweise protokollierter Benutzereingriff notwendig.

Sperrung von Ergebnissen

O. COLHOUN

Englischer Begriff. blocking of results

Definition. Manuelle oder automatisierte Kennzeichnung von Messwerten vor oder während der Validation im ▶ **Labor-EDV**-System, um deren Ausgabe auf den Laborbefund zu unterdrücken.

i Anhand fester Kriterien (z. B. Über/Unterschreitung des ▶ **Messbereichs**, ▶ **High-Dose-Hook-Effekt**, ▶ **Hämolyse** in der Probenmatrix etc.) kann eine Sperrung des Ergebnisses bereits durch das Analysengerät erfolgen, welches anstelle oder zusätzlich zum Messwert ein ▶ **Sperrflag** ausgibt oder überträgt. Unplausible, kontrollbedürftige Werte können durch manuelle Sperrung in der technischen oder medizinischen Validation in der Labor-EDV für die Befundaussage unterdrückt werden.

Spezialbefund

O. COLHOUN

Englischer Begriff. special interpretation

Definition. Der Spezialbefund ist eine Domäne der labormedizinischen Befundinterpretation; eine aktive, konstellations- und patientenbezogene medizinische Informationsaufbereitung mit Einbezug von klinischen Angaben und Fragestellungen, relevanten, laborintern verfügbaren Informationen und in der individuellen Konstellation enthaltenen Informationen.

i Dient zur Unterstützung und Optimierung des diagnostischen Entscheidungsvorganges. Besonders gilt dies für an sich seltene Befundkonstellationen, die vom einzelnen Stationsarzt kaum, vom befundenden Laborarzt jedoch relativ häufig beobachtet werden.

Literatur. Trendelenburg C, Colhoun O, Wormek A et al (1998) Knowledge-based test result interpretation in laboratory medicine. Clin Chim Acta 278(2):229–242

Speziationsanalyse

D. MEISSNER

Synonym(e). Spezies-Analytik

Englischer Begriff. speciation analysis

Definition. Speziationsanalyse bedeutet die eindeutige Identifizierung und Quantifizierung der Spezies (= Bindungsformen) in einer realen Probe mit analytischen Methoden.

i Die Speziationsanalyse wird u. a. in der ▶ **Spurelementanalytik** angewendet. Mit der Bestimmung der Elemente nach Zerstörung der Matrix erhält man deren Gesamtkonzentration in der Probe, jedoch keine Aussage über die biochemische Wirkung dieser Elemente, die mit den verschiedenen Bindungsformen zusammen hängt. Spezies sind in diesem Fall z. B. Metall-Organ-Komplexe, Metall-Organyl-Verbindungen oder unterschiedliche Wertigkeitsstufen der Metalle. Die analytischen Methoden dürfen die Spezies während der Proben Gewinnung, Lagerung und Analyse nicht verändern. In der Regel besteht die Speziationsanalyse aus der spezies-spezifischen Trennung und der element-selektiven Detektion. Zur Trennung werden Ultra-

filtration sowie chromatographische und elektrophoretische Verfahren zur Detektion die verschiedenen Methoden der ► **Atomabsorptionsspektrometrie**, des „inductively coupled plasma“ und der ► **Voltammetrie** angewendet. Zunehmend bedient man sich auch molekularbiologischer Methoden.

Literatur. Michalke B, Schramel P (1999) Spezies-Analytik – Theorie und Praxis. In: Meißner D (Hrsg) Spurenelemente. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, S 3–18
Rückgauer M (2003) (Hrsg) Signalwirkung von Mineralstoffen und Spurenelementen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

Spezies-Analytik

► **Speziationsanalyse**

Spezifisches Gewicht (des Urins)

► **Gewicht, spezifisches des Urins; ► Dichte, spezifische und relative**

Spezifität, analytische

G. SCHUMANN

Englischer Begriff. analytical specificity

Definition. Fähigkeit eines Untersuchungsverfahrens, nur den gesuchten Analyten zu erfassen.

i Ein Untersuchungsverfahren, das nur eine Messgröße erfasst wird als sehr („absolut“) spezifisch bezeichnet. Je mehr analytische ► **Einflussgrößen** das ► **Messergebnis** verfälschen, desto unspezifischer ist ein Verfahren. Die analytische Spezifität (Unspezifität) ist von der diagnostischen Spezifität zu unterscheiden (s. a. ► **Selektivität**).

Literatur. (2001) Qualitätsmanagement in der Laboratoriumsmedizin. Teil 2: Begriffe zur Qualität und Anwendung von Untersuchungsverfahren. Beuth-Verlag, Berlin. DIN 58936-2, 3.1.2.4

Spezifität, diagnostische

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). Diagnostische Spezifität

Englischer Begriff. specificity

Definition. Die Spezifität eines diagnostischen Tests bezeichnet die (bedingte) Wahrscheinlichkeit für ein negatives Testergebnis (► **Testergebnis, richtig-negatives**) unter den tatsächlich Gesunden.

i Die diagnostische Spezifität reflektiert die Treffsicherheit eines Tests (► **Test, diagnostischer**) insofern, als sie die Wahrscheinlichkeit für die richtige Testentscheidung unter den Gesunden quantifiziert. Dementsprechend ist die Spezifität ein Maß für die diagnostische Accuracy (► **Accuracy, diagnostische**) eines Tests. Die Spezifität wird geschätzt durch den Quotienten aus der Zahl der Gesunden mit negativem Test dividiert durch die Gesamtzahl der Gesunden [Quotient $d / (d + b)$ ► **Tab. 2** im Stichwort ► **Vierfeldertafel**]. Ein spezifischer Test wird Gesunde kaum als erkrankt fehlklassifizieren. Er ist besonders dann hilfreich, wenn ein positives Testresultat beobachtet wird.

Literatur. Hilgers R-D, Bauer P, Scheiber V (2002) Einführung in die Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Spezimen

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Englischer Begriff. specimen

Definition. Direktes, ohne weitere Vorbehandlung vom Patienten stammendes Untersuchungsmaterial

i Der im angelsächsischen Schrifttum häufiger, in Deutschland jedoch seltener verwendete Begriff des Spezimen steht für flüssiges, festes oder gasförmiges natives, d. h. direkt vom Patienten stammendes

Material, welches dem Labor zum Zwecke der Untersuchung zugeleitet wird. Der Begriff ist international nicht einheitlich und verbindlich definiert und entspricht am ehesten der Definition der ► **Primärprobe**. Gebräuchliche Spezimenarten sind ► **Vollblut**, ► **Urin**, ► **Liquor cerebrospinalis**, ► **Magensaft**, ► **Speichel(gewinnung)**, Synovialflüssigkeit (► **Synovia-Analyse**), ► **Schweiß**, ► **Fruchtwasser**, Pankreassekret, ► **Transsudate**, ► **Exsudate**, ► **Körperflüssigkeiten, extravasale**, Pleuraflüssigkeit, Zystenflüssigkeit, ► **Seminalflüssigkeit**, Konkrete (Gallen- und Nierensteine, ► **Steinanalyse**) und Faeces. Aus dem Spezimen wird vor der Untersuchung die ► **Probe** hergestellt, die denjenigen Teil des Spezimens darstellt, der für die Charakterisierung oder Untersuchung verwendet wird.

Literatur. Richterich R, Colombo JP (1978) Klinische Chemie: Theorie, Praxis, Interpretation. 4. Aufl. S. Karger, Basel

Dybkaer R (1997) Vocabulary for use in measurement procedures and description of reference materials in laboratory medicine. Eur J Clin Chem Clin Biochem 35:141–173

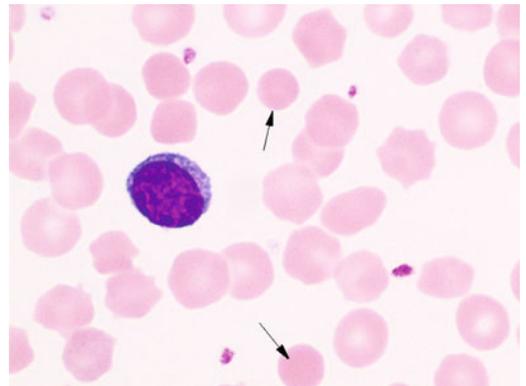
Sphärozyt

H. BAUM

Synonym(e). Kugelzelle

Englischer Begriff. spherocyte

Definition. Kleiner, kompakter, runder, stark angefarbter ► **Erythrozyt** ohne zentrale Aufhellung (► **Abb. 1**)



Sphärozyt. **Abb. 1.** Sphärozyten (Pfeile), zum Größenvergleich ist auch ein „Standardlymphozyt“ abgebildet (1000 × May-Giemsa-Grünwald-Färbung)

i Der Sphärozyt ist die charakteristische Erythrozytenform bei der hereditären Sphärozytose (Kugelzellanämie). Der Sphärozyt ist klein (5 µm), kompakt und rund. Er zeigt eine starke Anfärbbarkeit ohne zentrale Aufhellungszone. Angesichts seiner Kugelform ist das Verhältnis Oberfläche zu Volumen verändert, was mit einem erhöhten Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten (MCH) einhergeht. Dies führt zu einer Erhöhung des MCHC (► **Erythrozyten-Indices**). Pathophysiologisch liegt ein Membrandefekt zugrunde, wobei verschiedene Mutationen im Ankyrin, in den Spectrin- α - und - β -Ketten, dem Band-3-Protein, dem Protein 4.2 für die veränderten Membraneigenschaften verantwortlich sind. Allerdings kann es auch bei anderen hämolytischen Anämien zur Bildung von Kugelzellen kommen.

Literatur. Koeppen KM, Heller S (1991) Differentialblutbild (panoptische Färbung). In: Boll I, Heller S (Hrsg) Praktische Blutzell Diagnostik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S 171

Sphingomyelin

K.J. LACKNER, D. PEETZ

Englischer Begriff. sphingomyelin

Definition. Phospholipid aus Ceramid und Phosphorylcholin

i Sphingomyelin kommt in Zellmembranen von Wirbeltieren vor. Die größten Mengen finden sich in den Myelinscheiden des Nervensystems, aus denen es auch ursprünglich isoliert wurde. Der Gehalt an Sphingomyelin ist lokal unterschiedlich und beeinflusst die Membraneigenschaften signifikant. Spezialisierte Membrandomänen, sog. Rafts, weisen einen hohen Anteil von Sphingomyelin und Cholesterin auf.

Literatur. Pike LJ (2003) Lipid rafts: bringing order to chaos. *J Lipid Res* 44:655–667
Edidin M (2003) The state of lipid rafts: from model membranes to cells. *Annu Rev Biophys Biomol Struct* 32:257–283

Sphingomyelinase

K.J. LACKNER, D. PEETZ

Englischer Begriff. sphingomyelinase

Definition. Enzyme, welche die Hydrolyse von Sphingomyelin zu Ceramid und Phosphorylcholin katalysieren

i Man kann sechs Typen von Sphingomyelinasen (SPM) unterscheiden: saure SPM (lysosomal), sekretorische SPM, neutrale SPM (Mg-abhängig und unabhängig), alkalische SPM (intestinal), bakterielle SPM. Die SPM-Aktivität ist der ▶ **Phospholipase C**-Aktivität ähnlich. Da sowohl ▶ **Ceramid** als auch Phosphorylcholinsignale übertragen können, ist die SPM in die zelluläre Signaltransduktion involviert. Außerdem sind SPM für die Membranstruktur der Zelle relevant.

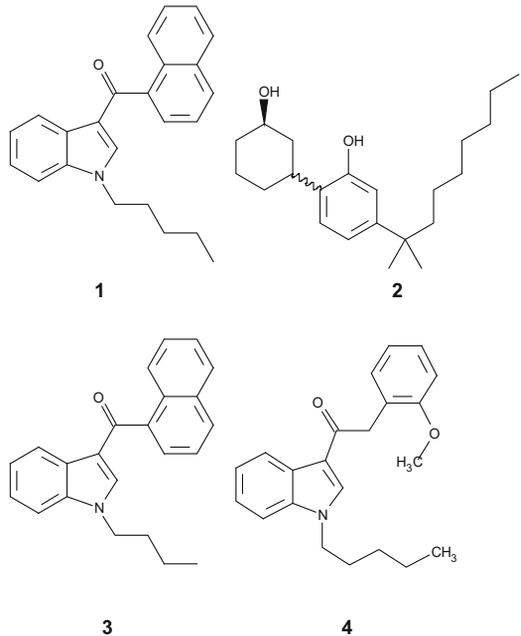
Spice

T. ARNDT

Englischer Begriff. Spice

Definition. Modedroge auf der Basis einer variablen Kräutermischung mit Zusatz von synthetischen Cannabinoiden, die geraucht oder als Räucherwerk abgebrannt wird

i Im Gegensatz zu den Produktbeschreibungen enthalten die verschiedenen Spice-Mischungen (z. B. Silver, Gold, Diamond) nicht nur Pflanzenteile beispielsweise von Läusekraut (*Pedicularis densiflora*), Meeresbohne (*Canavalia maritima*), Löwenohr (*Leonitis leonurus*), sibirischer Löwenschwanz (*Leonurus sibirica*), Zwerghelmkraut (*Scutellaria nana*), Lotosblume (*Nelumba nucifera*), weiße Seerose (*Nymphaea alba*) und „falschem Marihuana“ (*Zornia latifolia*, der breitblättrigen *Macon brava*), sondern vor allem auch den Mischungen zugesetzte synthetische ▶ **Cannabinoid**e der JWH*- und CP-Reihen (z. B. JWH-018, JWH-073, JWH-250 oder CP 47,497; ▶ **Abb.1**) und deren ▶ **Homologe**. Diese Cannabinoide, Produkte aus der pharmakologischen Forschung zu Cannabis, Cannabinoiden und Cannabinoid-Rezeptoren in der Schmerztherapie, wirken wesentlich stärker als THC. Über deren Suchtpotenzial und Nebenwirkungen gibt es keine Untersuchungen. Erste, in Kräutermischungen gefundene, synthetische Cannabinoide wurden schon im Januar 2009 verboten (JWH 018 und CP-47,497 samt seiner ▶ **Homologen**). Mit nachfolgenden Betäubungsmittelrecht-Änderungsverordnungen (BtMÄndV), zuletzt der 26. vom 20. Juli 2012, wurden weitere JWH- und CP-Substanzen, aber auch andere Modedrogen in Anlage 2 oder 1 des ▶ **Betäubungsmittelgesetzes** aufgenommen (Liste unter www.bfarm.de). Klinische Bedeutung erlangte Spice als Patienten nach dessen Konsum mit Herz-Kreislaufproblemen oder akuten Angstzuständen in Notfallambulanz vorstellig wurden. Untersuchungsmaterial bei Verdacht auf Spice-Konsum sind Urin, Serum, Plasma, Haare. Derzeit sind noch keine Schnelltests (▶ **Sofortdiagnostik, immunologische**) zum Nachweis der Spice-Inhaltsstoffe verfügbar. Die Analyse erfolgt mit ▶ **Massenspektrometrie** (Flüssigkeitschromatographie-Tandem-Massenspektrometrie oder Gaschromatographie-Massenspektrometrie). JWH-018 und die anderen synthetischen Cannabinoide unterliegen einer komplexen Metabolisierung mit Dealkylierungs-, Hydrogenierungs-, Oxidations-, Hydroxylierungs- und Glukuronid-



Spice. Abb. 1. Strukturen einiger synthetischer Cannabinoide [aus Westphal(2010)] 1 JWH-018; 2 C8-Homologes von CP 47,497; 3 JWH-073; 4 JWH-250

Konjugations-Reaktionen. Die Nachweisdauer der synthetischen Cannabinoide und ihrer Metabolite in Plasma und Urin sind noch weitgehend unklar. Der analytische Nachweis eines Konsums synthetischer Cannabinoide ist noch immer eine Herausforderung für das toxikologisch-forensische Labor: die im Urin kaum ausgeschiedenen Muttersubstanzen sind zwar z. T. kommerziell verfügbar, die im Urin hauptsächlich vorliegenden und deshalb für den Nachweis wichtigen Metabolite dagegen nicht.

Zudem wurde nach Aufnahme der o. g. Stoffe in das BtMG die Zusammensetzung der Kräutermischungen modifiziert, indem dem BtMG nicht unterstellte Derivate o. g. Substanzen oder strukturell neue synthetische Cannabinoide zugemischt werden. Schließlich wurde „Spice“ relativ schnell vom Markt genommen und durch andere Kräutermischungen mit neuen (fantasiereichen) Namen ersetzt, die noch nicht im BtMG geführt werden. Diese haben chargenabhängig nicht selten qualitativ und quantitativ stark schwankende Zusammensetzungen. Ihre Wirkungen und Nebenwirkungen sind deshalb kaum kalkulierbar, was deren Konsum besonders kritisch macht (s. a. ▶ **Kratom** und ▶ **Krypton**).

*Nach John W. Huffman, Clemson Universität, USA, der viele Analoge und Metabolite von THC (Cannabinoid) synthetisierte.

Literatur. Giebelmann R, Riedl KH, Logemann E (2010) Kulturgeschichtliches zu Pflanzen im Spice. *Toxichem Krimtech* 77:4–7
Westphal F, Junge T et al (2010) Ein neuer Wirkstoff in SPICE-artigen Kräutermischungen: Charakterisierung von JWH-250, seinen Methyl- und Trimethylsilylderivaten. *Toxichem Krimtech* 77:8–22
European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (2010) Thematic papers. Understanding the „Spice“ phenomenon. www.emcdda.europa.eu oder *Toxichem Krimtech* 77:29–45

Spiken

▶ **Standardaddition**

Spike-Versuch

▶ **Standardaddition**

Spinnwebgewebsgerinnsel im Liquor

► Liquor-Spinnwebgerinnsel

Spiritus

► Ethanol

Splanchnolith

► Darmkonkremente

SPME

► Solid-phase Micro-Extraction

Spontanurin

W.G. GÜDER

Englischer Begriff. spot urine; midstream urine

Definition. Als Spontanurin wird jeder Urin bezeichnet, der ohne Katheter durch „spontanes“ Wasserlassen gewonnen werden kann.

- i** Von den diagnostisch empfohlenen Spontanurinen werden folgende Urinproben definiert (in Klammer Beispiele für Ihre Verwendung):
- Mittelstrahlurin: Mittlere Portion eines spontan gelassenen Urins (Teststreifen, mikrobiologische Untersuchung, Drogen)
 - Erster Morgenurin (als Mittelstrahlurin): Erste spontane Urinprobe nach mindestens 8–12stündiger Ruhe und Harnkontinenz (Harnsediment, Teststreifen)
 - Zweiter Morgenurin: Spontanurin als Mittelstrahlurin nach dem ersten Morgenurin während des Vormittags = Spontanurin am Vormittag (Urinproteine und Ausscheidungsprodukte, wenn auf Konzentration, z. B. Kreatinin bezogen)
 - Sammelurin: Spontanurin als gesamte Portion über eine definierte Zeit gesammelt (quantitative Analyse von Ausscheidungsprodukten sowie Clearancemessungen).

Literatur. Kouri T, Fogazzi G, Gant V, Hallander Hofmann W, Gunder WG (2000) European Urinalysis Guidelines. Scan J Clin Lab Invest 60, Suppl 231

Spot-Blot

► Dot-Blot

Spotting

R. WEISKIRCHEN

Englischer Begriff. robotic spotting

Definition. Verfahrenstechnologie, bei der Nukleinsäuren (DNA, cDNA, Oligonukleotide) oder Proteine (Antikörper) mittels automatisierter Arbeitsschritte auf einen Chip aufgebracht werden.

i Grundsätzlich werden bei der technischen Realisierung der Microarrays zwei Herstellungsmethoden unterschieden: Robotic Spotting und In-situ-Synthese. Während die erste Methode vorsynthetisierte cDNA, Oligonukleotide oder Antikörper auf die Array-Oberfläche aufbringt, werden bei der zweiten Methode die Oligonukleotide auf dem Festphasen-Chip selber sukzessive aufgebaut.

Literatur. Auburn RP, Kreil DP, Meadows LA, Fischer B, Matilla SS, Russell S (2005) Robotic spotting of cDNA and oligonucleotide microarrays. Trends Biotechnol 23:374–379

SPP

► Phosphatase, prostataspezifische saure

Springende Gene

► Gene; ► Transposon

S100-Protein

S. HOLDENRIEDER, P. STIEBER

Synonym(e). S100

Englischer Begriff. S100 protein

Definition. S100 ist ein 21 kDa schweres, thermolabiles, saures Protein und gehört einer multigenen Familie calciumbindender Proteine an.

Struktur. S100 besteht als Dimer aus zwei isomeren Untereinheiten (α : 10,4 kDa und β : 10,5 kDa) und kann in den Isoformen S100B ($\beta\beta$), S100A ($\alpha\beta$) und S100A1 ($\alpha\alpha$) auftreten.

Molmasse. 21 kDa

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. S100B ist in hohen Konzentrationen in astroglialen Zellen des ZNS lokalisiert; in geringerem Ausmaß wird es von Schwann-Zellen des PNS, Chondrozyten, Adipozyten und Langerhans-Zellen produziert. S100A wird insbesondere auf malignen Melanomzellen exprimiert, wobei der Gehalt von S100A mit der Invasionstiefe und Tumordicke korreliert. Daneben ist S100A ebenfalls im ZNS vorhanden, trägt zum Gesamtanteil jedoch nur 5 % bei. S100A1 ist in Keratinozyten, Melanozyten, in glatter Muskulatur, Kardiomyozyten und in der Niere zu finden.

Halbwertszeit. 2–3 h

Funktion und Pathophysiologie. Bisher sind insgesamt 21 Isoformen der S100-Familie bekannt (► S100A12-Protein). Sie sind in ihrer Funktion als intrazelluläre Calciumrezeptormoleküle an der Regulation der Zellfunktion auf verschiedenen Ebenen beteiligt: So stehen sie einerseits mit zellulären Differenzierungs- und Proliferationsvorgängen in Beziehung. Darüber hinaus kann S100 in Interaktion mit dem Tumorsuppressorprotein p53 treten und dessen Phosphorylierung durch Proteinkinase C blockieren. Dadurch verliert p53 die Fähigkeit zur Oligomerisierung und kann seine Funktion bei der Regulierung des Zellzyklus, der DNA-Reparatur und der Apoptoseinduktion nicht mehr ausüben.

Neurodestruktion oder Neurodegeneration führen zu einer S100-Freisetzung aus astrozytären Gliazellen und zunächst zu einer Erhöhung der S100-Konzentration im Liquor, bei Schädigung der Blut-Hirn-Schranke später auch im Serum. Somit eignen sich S100-Bestimmungen im Serum insbesondere bei akuten Läsionen zur Beurteilung der Funktionsbeeinträchtigung der Blut-Hirn-Schranke.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum, Liquor

Analytik. ► Enzymimmunoassay (EIA), ► Radioimmunoassay (RIA), ► Immunradiometrischer Assay (IRMA), ► Lumineszenz-Immunoassay (LIA), ► Elektrochemilumineszenz-Immunoassay (ECLIA). Die meisten der kommerziell erhältlichen S100-Assays verwenden gegen die β -Untereinheit des S100 gerichtete mono- oder polyklonale Antikörper und detektieren somit die Isoformen S100A und S100B. Darüber hinaus existieren Assays, die eine detailliertere Differenzierung der S100-Subtypen erlauben.

Konventionelle Einheit. ng/mL ($\mu\text{g/L}$)

Referenzbereich — Erwachsene. Serum: Median 0,04 $\mu\text{g/L}$; 95%-Perzentile 0,1 $\mu\text{g/L}$ (methodenabhängig)

Interpretation. Die meisten S100-Methoden sind für die Anwendung im Serum ausgetestet. Aufgrund der calciumbindenden Eigenschaft können bei Messung von S100 im EDTA-, Citrat- und Heparinplasma falsch-positive oder negative Werte gemessen werden.

S100 weist eine hohe Tumorspezifität für das maligne Melanom auf. Bei sämtlichen anderen malignen Tumoren wurden vereinzelt allenfalls geringgradige Erhöhungen von S100 im Serum beobachtet. Ebenso verursachen viele differenzialdiagnostisch relevante benignen Erkrankungen keine oder nur gering erhöhte S100-Konzentrationen. An klinischen Einflussgrößen sind jedoch bakterielle Infekte zu berücksichtigen, die S100-Werte von bis zu 2,0 $\mu\text{g/L}$ hervorrufen kön-

nen. Beeinträchtigungen der Leber- und/oder Nierenfunktion können zu leichten S100-Erhöhungen führen.

Diagnostische Wertigkeit.

- Malignes Melanom: Differenzialdiagnose, Prognose, Therapiemonitoring
- Neurodestruktion und Neurodegeneration

Literatur. Trocha SD, Gupta RK, Morton DL (2002) Tumor markers in melanoma. In: Diamandis E, Fritsche HA, Lilja H et al (eds) Tumor markers. Physiology, pathobiology, technology, and clinical applications. 1st edn. AACR Press, Washington DC, S 368–369
Stieber P (2008) S100. In: Thomas L (Hrsg) Labor und Diagnose. 7. Aufl. TH-Books, Frankfurt/Main, S 1355–1358
Jäckel A, Deichmann M, Waldmann V et al (1999) S-100b-Protein im Serum als Tumormarker beim malignen Melanom. Hautarzt 50:250–256

Sprotte-Nadel

W.G. GÜDER

Synonym(e). Atraumatische Kanüle; Kanüle nach Sprotte und Whitacre; Lumbalpunktionsspritze

Englischer Begriff. atraumatic needle; canula according to Sprotte and Whitacre

Definition. Von Sprotte und Whitacre entwickelte Nadel zur „atraumatischen“ Gewinnung von Liquor cerebrospinalis

i Um eine schonende Einführung der Kanüle in den Liquorraum zu ermöglichen, entwickelten Sprotte (1979) und Whitacre (1951) eine Kanüle, die schonender („atraumatisch“) in den punktierten Liquorraum (► **Liquorgewinnung, atraumatische**) eindringt. Insbesondere wurden so Verletzungen von Gefäßen und die Blutkontamination des gewonnenen Liquors vermindert.

Literatur. Braune HJ, Huffmann G (1992) A prospective double blind clinical trial, comparing the sharp Quincke needle (22 G) with an „atraumatic“ needle (22 G) in the induction of post-lumbar puncture headache. Acta Neurol Scand 86:50–54

Spurenelementanalytik

D. MEISSNER

Englischer Begriff. analysis of trace elements

Definition. Bestimmung von Spurenelementen in verschiedenen Untersuchungsmaterialien, einschließlich Präanalytik

i Wegen der Allgegenwart der ► **Spurenelemente** und der z. T. äußerst geringen Konzentrationen sind bei der Bestimmung einige Besonderheiten zu beachten: das Untersuchungsmaterial muss für die Fragestellung repräsentativ sein, die Präanalytik bedarf höchster Aufmerksamkeit, an analytische Sensitivität und Spezifität sowie Nachweisgrenze der Messverfahren sind hohe Anforderungen zu stellen, die Interaktion ist zu beachten.

Untersuchungsmaterial

Es kommen Blut und seine Bestandteile – einschließlich Blutzellen – Urin, Faeces, Liquor, Schweiß, Speichel, Haare, Nägel, Gewebeprobe und andere Körperflüssigkeiten oder -bestandteile in Betracht. Die Auswahl der Probe hängt von der klinischen Fragestellung ab. Bei festen Proben ist zu beachten, dass die Verteilung der Spurenelemente in der Matrix häufig nicht gleichmäßig ist. Besondere Kritikfähigkeit verlangt die Analyse von Haarproben.

Präanalytik

Hauptproblem ist die Kontaminationsgefahr, die von der Vorbereitung des Patienten (Desinfektionsmittel) über Gewinnung (Entnahmegeräte und -gefäße), Transport und Lagerung der Proben bis zur Analyse (Reagenzien, Bezugslösungen, Wasser, Gefäße, Pipetten oder dgl.) und den Einflüssen aus der Umwelt (Luft, Staub) reicht. Zur Blutentnahme sind Kanülen, die keine Spurenelemente abgeben und spurenelementfreie Gefäße zu verwenden. Gegebenenfalls sind die ersten

1–2 mL Blut nicht für die Spurenelementbestimmung zu verwenden. Die Ergebnisse sind weiterhin von den Entnahmebedingungen (Körperlage, Stauung, Entnahmestelle, Hämolyse) und von individuellen Einflussgrößen abhängig. Darüber hinaus haben die Haltbarkeit verschiedener Lösungen oder die Adsorption von Spurenelementen an den Gefäßwänden sowie Matrixeinflüsse eine große Bedeutung.

Messverfahren

Im klinischen Labor ist die ► **Atomabsorptionsspektrometrie** (FAAS, ET-AAS oder Hydrid-AAS) die Methode der Wahl, gelegentlich werden Photometrie, ► **Voltammetrie**, ► **potenziometrische Stripinganalyse** oder die ICP-Technik angewendet. Spezielle Fragen können mittels Neutronenaktivierungsanalyse, Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie, ICP-MS, molekularbiologischer Methoden oder weiterer Spezialtechniken bearbeitet werden, z. B. „total reflection X-ray fluorescence (TXRF) spectroscopy“, die sich durch äußerst geringen Aufwand bei der Probenverarbeitung auszeichnen.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse müssen die genannten Einflussgrößen berücksichtigt werden. Besondere Beachtung verdient die ► **Interaktion**, da ihr Einfluss zu erheblichen Fehlinterpretationen führen kann.

Literatur. Kruse-Jarres JD (1994) Möglichkeiten und Grenzen der Spurenelementbestimmung in biologischem Material. In: Anke M, Meißner D (Hrsg) Defizite und Überschüsse an Mengen- und Spurenelementen in der Ernährung. Verlag Harald Schubert, Leipzig, S 1–15

Spurenelemente

D. MEISSNER

Synonym(e). Mikroelemente

Englischer Begriff. trace elements

Definition. Elemente, die in sehr geringen Mengen im Organismus vorhanden sind, wobei unterschiedliche Kriterien zugrunde gelegt werden, z. B. < 0,01 % der Körpermasse oder Konzentration im ppm-Bereich (µg/g bzw. µg/mL) und darunter.

i Spurenelemente werden in essenzielle und nichtessenzielle Spurenelemente unterteilt. Eine Untergruppe sind die ► **Ultraspurenenelemente**, bei denen ein klinisch signifikanter Mangel bisher nicht nachgewiesen werden konnte. Essenzielle Spurenelemente sind lebensnotwendig, ihre Anwesenheit ist die Voraussetzung für den normalen Ablauf vieler biochemischer Vorgänge. Sie unterliegen einer homöostatischen Regulierung und sind nur in einem sehr begrenzten und für jedes Element typischen Konzentrationsbereich physiologisch wirksam. Sowohl Mangel als auch Überschuss können zu Störungen führen, die sich z. T. als charakteristische Krankheiten äußern. Nicht essenzielle Spurenelemente haben keine physiologische Funktion, können aber – wenn in übermäßiger Menge aufgenommen – zu Intoxikationen führen. Für den Menschen sind Co, Cu, Fe, I, Mn, Mo, Ni, Se und Zn sowie Cr, F, Si und V (Ultraspurenenelemente) essenziell. Zu den nichtessenziellen Elementen, die in der klinischen Praxis Bedeutung haben, zählen die toxisch wirkenden Spurenelemente Ag, Al, As, Au, Bi, Cd, Hg, Pb und Tl.

Der Körperbestand ist das Ergebnis des Zusammenspiels von Zufuhr (Nahrung, Trinkwasser, Luft), Resorption (meist an Aminosäuren gebunden über Duodenum, oberes Jejunum), Transport (proteingebunden vorwiegend über die Blutbahn), Speicherung (proteingebunden in typischen Geweben/Organen) und Ausscheidung (Urin, Faeces und/oder Schweiß).

Ihre biochemische Funktion üben Spurenelemente in erster Linie als Bestandteil biochemischer aktiver Substanzen (Spezies) aus: Metalloenzyme, durch Metallionen aktivierbare Enzyme, Hormone (Zn, I), Vitamine (Co). Weitere Funktionen: Stabilisierung von Membranen oder anderen Strukturen (Zn), Wundheilung (Zn), Elektronentransport (Cu, Fe), Schutz vor Radikalen (Se, Mn, Zn, Cu), als Stimulator für immunologische (Zn, Se, Fe) und Inhibitor für neoplastische Prozesse (Pt, Se). Im Falle der Zufuhr als Substitution bei Spurenelementmangel oder wegen einer spezifischen therapeutischen Wirkung spielen zahlreiche Spurenelemente auch als Arzneimittel eine Rolle. Für das

Verständnis der biochemischen Prozesse ist die Identifizierung der Spezies von großer Bedeutung.

Erhöhte Zufuhr von Spurenelementen hat eine schädigende Wirkung. Oberhalb einer für jedes Element typischen zugeführten Menge bzw. typischen Konzentration in einzelnen Körperbestandteilen kommt es sowohl bei essenziellen als auch bei nichtessenziellen Spurenelementen zu akuten oder chronischen Vergiftungen. Darüber hinaus entfalten zahlreiche Spurenelemente eine mutagene, kanzerogene und/oder teratogene Wirkung.

Indikationen zur Bestimmung von Spurenelementen sind:

- Spurenelement-Mangel (► Tab. 1): genetisch bedingte Fehler (Absorption, Transport, Speicherung, Exkretion), unzureichende Zufuhr, unzureichende biochemische Verfügbarkeit, erhöhter Bedarf oder übermäßige Verluste
- Störungen des Spurenelement-Gleichgewichts: Transportstörungen, schwere akute Situationen wie Verbrennungen, Polytrauma, Myokardinfarkt, Schock, Stress, schwere Infektionen
- Intensive Therapieverfahren: Hämodialyse, totale parenterale Ernährung, schwere Operationen
- Übermäßige Zufuhr und Vergiftungen
- Kontrolle der Therapie mit Spurenelementen oder spurenelementhaltigen Medikamenten.

Spurenelemente. Tab. 1. Bestimmung ausgewählter Spurenelemente bei Spurenelementmangelerscheinungen		
Indikation	Element	Krankheit/Klinische Symptome
Spurenelementmangelkrankheiten	Zn	Acrodermatitis enteropathica
	Zn	Hypogonadismus
	Cu	Menke-Syndrom
	Fe	Eisenmangelanämie
	Se	Keshan-Krankheit
	I	Schilddrüsen Erkrankungen
Primärer oder sekundärer Spurenelementmangel	Zn	Appetitlosigkeit, Wachstumshemmung, verminderte Wundheilung
	Cu	Pigmentstörungen, Anämie bei Kindern, Schädigung der Arterienwände
	Se	Muskeldystrophie, verringerter Schutz gegen Radikale
	Cr	verringerte Glukosetoleranz

Literatur. Geldmacher-von Mallinckrodt M, Meißner D (1994) General aspects of the role of metals in clinical chemistry. In: Seiler HG, Sigel A, Sigel H (eds) Handbook on metals in clinical and analytical chemistry. Marcel Dekker, NewYork Basel Hong Kong, S 13–29
 Rückgauer M (2003) (Hrsg) Signalwirkung von Mineralstoffen und Spurenelementen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

SQL-Abfrage

O. COLHOUN

Englischer Begriff. SQL query

Definition. Structured Query Language, „strukturierte Abfragesprache“, enthält eine Reihe von Befehlen, mit denen komplette Datenbanken erstellt, ganz oder teilweise verändert oder gelöscht werden können.

i Für die Datenmanipulation stehen ebenfalls einige Befehle zur Verfügung, mit denen Elemente in eine Datenbank eingefügt, bereits

vorhandene aktualisiert und überflüssige gelöscht werden können. Außerdem sind mit dieser Befehlsgruppe Selektionen nach bestimmten Kriterien möglich. SQL wird häufig als Abfragesprache für Datenbanken im Internet eingesetzt.

SQL-Server

O. COLHOUN

Englischer Begriff. SQL server

Definition. Als ► Server dienende Datenbank

i Es handelt sich um eine relationale Datenbank, die als Abfragesprache SQL verwendet.

Squamous cell carcinoma antigen

S. HOLDENRIEDER, P. STIEBER

Synonym(e). SCC; SCCA

Englischer Begriff. squamous cell carcinoma antigen

Definition. Das Squamous cell carcinoma antigen ist ein 42 kDa schweres Protein und wurde durch polyklonale Antikörper aus Lebermetastasen eines Zervixkarzinoms isoliert.

Struktur. Das Squamous cell carcinoma antigen ist ein hochreines Protein mit einem Kohlenhydratanteil von nur 0,6 % und stellt eine von 14 Fraktionen des TA-4-Antigens dar. Es besteht eine enge Homologie der Aminosäuresequenz mit jener der Serinproteasen-Inhibitor-Familie, z. B. dem ► Plasminogen-Aktivator-Inhibitor.

Molmasse. 42 kDa

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. TA-4 kommt in großzelligen Zervixkarzinomen, in normalen, dysplastischen und malignen Plattenepithelgeweben des aerodigestiven Trakts mit einer hohen Expression in der Oberfläche von normalem Plattenepithel und in gut differenzierten Plattenepithelkarzinomen vor. Es ist nicht in dysplastischen Mundhöhlen-Epithelien und in schlecht differenzierten Plattenepithelkarzinomen nachweisbar. Subzellulär wird TA-4 im Zytosol gefunden und deshalb als Strukturprotein und Differenzierungsindex des Plattenepithelkarzinoms angesehen. Die Ausscheidung von SCC erfolgt vorwiegend renal. Niereninsuffizienzen können die Elimination der Cytokeratine verzögern und zu erhöhten SCC-Konzentrationen führen.

Halbwertszeit. 1 Tag

Funktion und Pathophysiologie. Die wesentliche klinische Bedeutung der SCC-Bestimmung liegt im Therapiemonitoring und der Rezidiverkennung von Plattenepithelkarzinomen der Zervix, der Lunge, des Ösophagus, des Kopf-Nacken-Karzinoms sowie des Analkanals. Bei benignen Erkrankungen dieser Organe sowie bei dermatologischen Erkrankungen können die Werte ebenfalls erhöht sein. Gegenüber CYFRA 21-1 weist SCC eine noch höhere Spezifität für Plattenepithelkarzinome auf.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum, Plasma, Liquor, Aszites-, Pleuraflüssigkeit

Analytik. ► Radioimmunoassay (RIA), ► Immunradiometrischer Assay (IRMA), ► Enzymimmunoassay (EIA), ► Elektrochemilumineszenz-Immunoassay (ECLIA)

Konventionelle Einheit. ng/mL (µg/L)

Referenzbereich — Erwachsene. Serum: Median 0,7 µg/L; 95 %-Perzentile 1,5 µg/L (methodenabhängig)

Indikation. Therapiekontrolle und Nachsorge von Plattenepithelkarzinomen der Zervix, der Lunge, des Ösophagus, des Kopf-Nacken-Karzinoms sowie des Analkanals

Interpretation. Die meisten SCC-Assays sind für die Anwendung im Serum und Plasma ausgetestet und können auch für die Bestimmung

von SCC-Fragmenten in anderen Körperflüssigkeiten eingesetzt werden.

SCC ist weder tumor- noch organspezifisch. Es wird in hohen Wertlagen ($> 10 \mu\text{g/L}$) jedoch vornehmlich von Plattenepithelkarzinomen der Zervix, der Lunge, des Ösophagus, des Kopf-Nacken-Karzinoms sowie des Analkanals, seltener von anderen gynäkologischen und gastrointestinalen Karzinomen freigesetzt.

Wichtige ► **Einflussgrößen** für die SCC-Konzentrationen sind Niereninsuffizienzen (in Korrelation zur Höhe des Kreatininwertes) und Hauterkrankungen wie Psoriasis, Ekzeme und Pemphigus, die z. T. deutliche Erhöhungen hervorrufen können. Wegen des Vorkommens von SCC im Schweiß, Speichel und anderen Körperflüssigkeiten ist außerdem eine Kontamination bei der Pipettierung unbedingt zu vermeiden.

Diagnostische Wertigkeit. Plattenepithelkarzinome der Zervix, der Lunge, des Ösophagus, des Kopf-Nacken-Karzinoms und des Analkanals: Therapiemonitoring, Rezidivverknennung

Literatur. Lamerz R (2008) SCC. In: Thomas L (Hrsg) Labor und Diagnose. 7. Aufl. TH-Books, Frankfurt/Main, S 1351–1355
Stieber P, Heinemann V (2008) Sinnvoller Einsatz von Tumormarkern. J Lab Med;32:339–360.

SRA

► Serotonin Release Assay

SRM (selected reaction monitoring)

► Massenspektrometrie

SS-A-Antikörper

► Autoantikörper gegen SS-A

SS-B-Antikörper

► Autoantikörper gegen SS-B

SSCP-Analyse

► Single strand confirmation polymorphism

ssDNA-Antikörper

► Autoantikörper gegen Einzelstrang-DNA

Stabilisatoren

W.G. GÜDER

Englischer Begriff. stabilizers

Definition. Zusätze in Probengefäßen, die der Stabilisierung der zu messenden Analyte in der Probe dienen (► **Proteinaseinhibitoren** als Stabilisatoren, ► **Probenstabilität**).

i Wenn ein Analyt in der untersuchten ► **Matrix** nicht stabil ist, so dass während der üblichen Transport- und Aufbewahrungszeit eine medizinisch relevante Veränderung der Konzentration zu erwarten ist, werden der ► **Probe** bei der Gewinnung Stabilisatoren zugesetzt, die eine ausreichende Stabilität der Analyte bis zur Analyse gewährleisten. Als Stabilisatoren dienen neben Basischemikalien (Ansäuern bis zum Enteiweißen mit scharfen Säuren), Inhibitoren des proteolytischen Abbaus (z. B. Aprotinin), Bindung von Metallen (z. B. Citrat bei Gerinnungstests, EDTA zur Stabilisation von Blutzellen und zur Hemmung von Proteinase bei labilen Peptidhormonen) sowie spezifische Hemmstoffe zur Vermeidung des Bakterienwachstums (Thymol/Borsäure, Formiat) oder Serin/Natriumborat zur Hemmung der ► **γ -Glutamyltransferase** bei der Stabilisierung von Ammoniak.

Stabilisatoren müssen nicht nur auf die erwünschte Wirksamkeit und das Fehlen von Störungen analytischer Prozesse geprüft werden, sondern auch auf ihre Ungefährlichkeit beim Umgang durch medizinisches Personal und Patienten sowie bei der Entsorgung gemeinsam mit dem Untersuchungsmaterial (z. B. Sammelurin) in die normale

Toilette oder den Verbrennungsmüll. So wurde Cäsium-Azid als Stabilisator für Urinproben erprobt und für sehr wirksam befunden. Wegen der Toxizität der Substanz und der unvorhersagbaren Folgen beim Ausgießen der Urine in die Abwässer kann dieser Stabilisator jedoch nicht empfohlen werden.

Literatur. Hagemann P, Scholer A (2011) Aktuelle Urindiagnostik. Rotkreuz, Labolife
Die Qualität diagnostischer Proben (2012) 7. Aufl. BD, Heidelberg

Stabilisatoren, biologische

► Proteinaseinhibitoren als Stabilisatoren

Stabilität der Messgröße in der Probenmatrix

► Probenstabilität

Stabilität der Probe

► Probenstabilität; ► Stabilisatoren

Stabilitätskonstante

► Assoziationskonstante

Stabkernige

► Granulozyten, stabkernige

Stahlblau

► Berlinerblau-Reaktion

Stammdaten

O. COLHOUN

Definition. Hinterlegung der individuellen Arbeitsabläufe eines medizinischen Labors im gelieferten Standard-Labor-EDV-System.

i Die Arbeit im eigenen medizinischen Laboratorium richtet sich nach bestimmten Funktionsabläufen. Die angebotenen Messgrößen wurden individuell benannt und erhalten eigene Parameter-Bezeichnungen in der ► **Labor-EDV**. Alle zu bearbeiteten Untersuchungsdaten und Arbeitsschritte, Materialien, Einsender und zugelassene Benutzer sind abzubilden.

Diese Festlegung erfolgt in den Stammdaten und ermöglicht so eine optimale Anpassung des Standard-Systems an die eigene Arbeitsumgebung und -weise. Damit werden die Stammdaten zum Gerüst des Systems. Sie müssen absolut korrekt und sorgfältig definiert und gepflegt werden, denn fehlerhafte Stammdaten führen unweigerlich zu fehlerhaften Befunden, Abrechnungen, statistischen Auswertungen etc. Änderungen an den Stammdaten werden protokolliert und sind nachvollziehbar in Bezug auf Zeitpunkt und Benutzer.

Die Hinterlegung der Stammdaten erfolgt nach Themenkreisen bzw. Bearbeitungsbereichen jeweils in Stammdateien:

Abrechnungsarten

Definition der Rechnungsarten, mit denen Aufträge abgerechnet werden können und aller zugehörigen Abrechnungs-Modalitäten und Ausnahmen. Beispiel: Definition der Abrechnungsart ► **Gebührenordnung für Ärzte** (GOÄ) mit Hinterlegung des Punktwerts, eines zugehörigen Regelwerks, evtl. fixer oder preisabhängiger Rabatte, Sonderpreise für bestimmte Analyten.

Analysen

Definition aller im Labor durchgeführten Untersuchungen. Hierzu gehören ergebnistragende Analysen (Natrium, grampositive Kokken etc.), laborinterne Analysen (Berechnungs-Zwischenergebnisse, Pseudoanalysen (Schwangerschaftswoche, Abnahmemenge etc.), Antibiotika, Befund-Überschriften und -Zwischenüberschriften. Diese Stammdatei enthält den Analysencode, verschiedene ausführliche Analysenbezeichnungen für unterschiedliche Befundarten, laborinterne Erläuterungen, die Dimension, Ergebnisart, Zuordnung der

Position bei Auftrags erfassung, -bearbeitung und Befunddarstellung, Zuordnung zu Befundart und Zwischenüberschrift, Sortierkriterien, den Arbeitsplatz, statistische Zuordnungen, die Leistungsziffer, Festlegung sämtlicher Bearbeitungsoptionen (Erfassung in Auftrags erfassung oder nur per Anforderungskarte, Darstellung in Befundauskunft oder/und Befund, Abrechenbarkeit, etc.), Festlegung der Qualitätskontroll-Vorgaben, Kriterien zur Darstellung des Parameters in der medizinischen Validation, Standardmaterial und Referenzbereiche (Standard, alters-, geschlechts- und/oder zustandsabhängig [„Marcumar“]).

Textbausteine

Definition aller Arten von Texten wie Textergebnisse, Keimnamen, Befundkommentare, Zusatzkommentare.

Arbeitsplatz

Definiert den Inhalt einer Arbeitsliste: Zuordnung zu Analysengerät, Layout der Arbeitsliste, Kontrollmaterialien.

Einsender

Definiert die Einsender an das Laboratorium, also alle Stellen, die Proben liefern, Befundempfänger und Rechnungsempfänger und ordnet diesen jeweils ein Befundlayout zu. Alle relevanten Daten des Einsenders (Anrede, Adresse, Ansprechpartner, Telefonnummer) werden hier hinterlegt.

Gebührenordnung

Hinterlegung der Abrechnungsziffern der jeweiligen Gebührenordnung mit Voll-, Sach- und Substanzkosten. Angabe der Texte für die Ausgabe auf der Rechnung.

Geräte

In der Analysengeräte-Stammdaten werden die im Labor angeschlossenen Analysengeräte erfasst, die vom EDV-System angesprochen bzw. deren Daten an das System gesandt werden. Die Stammdaten enthält Informationen über die am Gerät durchgeführten Analysen, zugehörige Kontrollmaterialien und technische Daten zum Online-Anschluss.

Kommunikationsstrukturen

Datenübertragungen an externe Anwender können nach unterschiedlichen Protokollen durchgeführt werden. Details der Übertragung (z. B. unterschiedliche „Dialekte“ eines Standardprotokolls) werden hier definiert.

Kontrollmaterialien

Alle im Labor verwendeten Kontrollmaterialien sind mit ihren Daten hier zu erfassen (Bezeichnung, Hersteller, Analysen, Sollwerte, ID-Nummer, Chargennummer, Lot-Nr., Gültigkeit, Art der Kontrolle, Vorperiode, Präzisionskontrollgrenzwerte).

Materialien

Kurz- und Langbezeichnung, Lokalisationsbeschreibung erforderlich (z. B. Punktat), Zuordnung zu Laborbereich, Eingruppierung in Statistik.

Stammzelle

R. WEISKIRCHEN

Definition. Zellen, die sich durch Teilung selbst erneuern und dabei zu verschiedenen Zelltypen mit spezifischen Funktionen ausreifen können (Differenzierung)

i Zu allem fähige (lat.: totipotent) Stammzellen sind in der Lage, einen kompletten Organismus aufzubauen. Eine befruchtete Eizelle besitzt z. B. bis zum 8-Zellen-Stadium (nach 3 Zellteilungen) Totipotenz: jede der acht Zellen hat für sich alleine das Potenzial, sich zu einem kompletten Organismus entwickeln zu können. Embryonale Stammzellen besitzen große Differenzierungsfähigkeit und können sich in alle unterschiedlichen Gewebe differenzieren, jedoch nicht zu einem kompletten Organismus. Isolieren lassen sie sich als primordiale Keimzellen (Vorläuferzellen von Ei- und Samenzellen) aus frühzeitig abgegangenen oder abgetriebenen Feten, aus Blastozysten (Embryo im 100-Zellen-Stadium) oder aus entkernten Eizellen, in denen ein somatischer Zellkern eingebracht wurde. Aus diesen Stammzellen

können in der Kulturschale gezielt ausdifferenzierte Zellen gewonnen werden, zum Beispiel Neuronen oder Muskelzellen. Adulte Stammzellen sind hingegen pluripotent (lat.: zu vielem fähig) und können nicht mehr zu allen Organtypen ausdifferenzieren. Blutbildende Stammzellen unseres Knochenmarks sind nur noch in der Lage die gesamte Palette der Blutzellen, also die roten und weißen Blutkörperchen sowie die Blutplättchen auszubilden. Aus den Stammzellen können in der Kulturschale gezielt ausdifferenzierte Zellen gewonnen werden. Als relativ neue und vielseitige Quelle verschiedener Stammzellen gilt das **► Nabelschnurblut**. Die aus ihm gewonnenen Nabelschnur-Stammzellen sind zwar schon geringfügig geprägt, entsprechen aber noch am ehesten den embryonalen Stammzellen. Sie können das gesamte blutbildende System des Menschen neu aufbauen. Aber auch Stammzellen für Leber-, Knorpel-, Muskel-, Herzmuskel- und andere Gewebe wurden gefunden. Wenn diese Zellen in die jeweiligen Organe gelangen, können sie die entsprechenden Gewebe bilden und sind flexibler als adulte Stammzellen, sind noch frei von möglicherweise krankmachenden Viren und für die Immunabwehr des Empfängers nicht so leicht als fremd zu erkennen. Das Blut aus der Nabelschnur kann nach der Geburt – ohne Beeinträchtigung des Geburtsvorganges und ohne Risiko für Mutter und Kind – gewonnen werden. Mit dem Einverständnis der Eltern kann es anonym einer Blutbank zur Verfügung gestellt werden. Mittlerweile gibt es auch die Möglichkeit, das Nabelschnurblut als „Vorsorge“ für bestimmte spätere Krankheiten individuell lagern zu lassen.

Standard, innerer

► Standard, interner

Standard, interner

T. ARNDT

Synonym(e). Standard, innerer; IS

Englischer Begriff. internal standard

Definition. Bezeichnung für jene Komponente, die der **► Probe** für die qualitative Identifizierung und/oder die Bestimmung der Analyte zugesetzt wird.

i Die häufigsten Einsatzgebiete von internen Standards (IS) im klinisch-chemischen Labor sind die **► Chromatographie**, **► Elektrophorese** und **► Massenspektrometrie**. Hier werden durch Zugabe definierter Mengen eines internen Standards sowie Berechnung und Auswertung von Signalhöhen oder -flächen-Quotienten Analyt/IS die durch die Probenvorbereitung, Dosierung und Trennung eintretenden Analytverluste kompensiert.

Die als interner Standard genutzte Verbindung sollte, auch unter pathologischen Bedingungen, nicht in der nativen Analysenprobe vorhanden sein. Weitere Voraussetzungen für die Eignung einer Verbindung als interner Standard sind: weitgehende strukturelle und physiko-chemische Ähnlichkeit mit dem oder den Analyten, ähnliches Verhalten im Analysensystem, Verfügbarkeit als Reinstsubstanz zur Einwaage. Eine definierte Menge an internem Standard wird unmitteibar vor Probenvorbereitung zur Analyse einem definierten Aliquot der Analysenprobe zugesetzt. Unter der Annahme vergleichbarer Verluste von Analyt und IS während der Probenvorbereitung heben sich diese durch Quotientenbildung von Analyt- und IS-Signalen auf und werden damit für die quantitative Analyse bedeutungslos.

Zur Kalibrierung werden Proben mit verschiedenen Konzentrationen der Analyte und konstanter Konzentration des internen Standards analysiert. Aus der Gegenüberstellung der Analytkonzentrationen (x-Achse) und der Signalhöhe- oder Flächen-Quotienten Analyt/IS (y-Achse) erhält man eine Kalibrierfunktion mit deren Hilfe die Analytkonzentration in den Patientenproben grafisch oder rechnerisch ermittelt werden kann. Man spricht auch von innerer oder interner „Eichung“ oder Kalibrierung (im Gegensatz zur äußeren „Eichung“ oder Kalibrierung anhand von Standardlösungen der Analyte).

Klassische Beispiele für den Einsatz eines internen Standards sind die Verwendung von Dihydroxybenzylamin bei der chromatographisch/elektrochemischen Bestimmung der **► Katecholamine** sowie von iso-

topenmarkierten Referenzsubstanzen in der ► **Massenspektrometrie** (z. B. mehrfach deuterierte Formen des Analyten).

Literatur. Unger KK (Hrsg) (1989) Handbuch der HPLC. Teil 1 – Leitfaden für Anfänger und Praktiker. GIT Verlag, Darmstadt

Standard, primärer und sekundärer

► Standardlösungen

Standardabweichung

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. standard deviation

Definition. Die Standardabweichung ist definiert als die Wurzel aus der ► **Varianz**:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Dabei bezeichnet \bar{x} den arithmetischen Mittelwert (► **Mittelwert, arithmetischer**) der n beobachteten Messwerte x_i .

i Die Standardabweichung ist das am häufigsten verwendete Maß für die Stärke der ► **Variabilität** zwischen den ► **Messergebnissen**. Die Standardabweichung hat die gleiche Maßeinheit wie die ursprünglichen Messergebnisse und ist ausreißeranfällig. Während eine Addition bzw. Subtraktion einer Konstanten zu bzw. von allen Messwerten den Wert der Standardabweichung nicht beeinflusst, wirken sich eine Multiplikation bzw. Division aller Messwerte mit bzw. durch einen konstanten Faktor derart auf die Standardabweichung aus, dass sich diese gemäß derselben mathematischen Operation ändert. Die letztgenannte Eigenschaft der Standardabweichung findet insbesondere bei einer Änderung der Skala, in der die Werte gemessen wurden, Verwendung.

Der zweifache Standardabweichungsbereich um den arithmetischen Mittelwert überdeckt mindestens 75 % der Messergebnisse, während der dreifache Standardabweichungsbereich um den arithmetischen Mittelwert etwa 90 % der Messwerte enthält.

Literatur. Hilgers R-D, Bauer P, Scheiber V (2002) Einführung in die Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Standardabweichung, gepoolte

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. pooled standard deviation

Definition. Die gepoolte Standardabweichung ist definiert als die Wurzel aus der gepoolten Varianz (► **Varianz, gepoolte**).

i Die gepoolte Standardabweichung misst die gemeinsame ► **Variabilität** innerhalb von zwei oder mehr ► **Stichproben**, deren Messergebnisse miteinander kombiniert werden sollen. Im allgemeinen Fall von k Stichproben mit Stichprobenumfängen n_1, \dots, n_k ergibt sich die gepoolte Standardabweichung als eine Art „fallzahlgewichtete Mittelung“ der ► **Standardabweichungen** s_1, \dots, s_k der k einzelnen Stichproben:

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{N-k} \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \times s_i^2} ; N = \sum_{i=1}^k n_i$$

Literatur. Glantz S A (1992) Primer of Biostatistics. 3rd edn. McGraw-Hill, New York.

Standardabweichung, residuale

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. standard deviation of the residuals; residual standard deviation

Definition. Die residuale Standardabweichung beschreibt die ► **Variabilität** der geschätzten ► **Residuen**.

Literatur. Hartung J, Elpelt B, Klösener K H (1995) Statistik, Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. Oldenbourg Verlag, München

Standardaddition

T. ARNDT

Synonym(e). Spiken; Spike-Versuch

Englischer Begriff. spiking

Definition. Häufig genutzte Form der Standardisierung einer Analysemethode wenn die Methode des internen Standards (► **Standard, interner**) nicht anwendbar ist.

i Die Standardisierung/Quantifizierung erfolgt durch die Zugabe einer definierten Analytmenge zu einem Aliquot des Untersuchungsmaterials, Analyse der nativen und der aufgestockten (gespikten) Probe sowie Auswertung der Analyt-Signalhöhenverhältnisse aus nativer und aufgestockter Probe unter Hinzuziehung geeigneter Kalibrierfunktionen.

Ein häufiger Anwendungsbereich im klinisch-chemischen Labor ist die ► **Atomabsorptionsspektrometrie**.

Durch Spiken können in der ► **Chromatographie** zunächst unbekannte Signale identifiziert werden, indem man die Probe vor und nach Zugabe der vermuteten Substanz analysiert. Ist das Signal im Chromatogramm nach dem Spiken größer als vorher, kann mit hoher Sicherheit darauf geschlossen werden, dass das Signal (zumindest maßgeblich) von der Verdachtsubstanz herrührt.

Standardarbeitsanweisung

A. STEINHORST, U. ZIMMERMANN

Synonym(e). Arbeitsanweisung; SAA; SOP

Englischer Begriff. operating procedure; standard operating procedure; SOP

Definition. Dokumentierte Verfahrensweise über die Durchführung bestimmter Tätigkeiten (z. B. Untersuchungsverfahren).

i Eine spezielle Form der Arbeitsanweisung ist die Standardarbeitsanweisung (SAA oder SOP).

SAAs sollen bestimmte, immer wiederkehrende Aktivitäten, Arbeitsverfahren bzw. Laboruntersuchungen beschreiben. Sie sind Beschreibungen von standardisierten Arbeitsverfahren, die es ermöglichen sollen, dass das jeweils beschriebene Untersuchungsverfahren jederzeit und von verschiedenen Personen definiert durchgeführt wird und dass später die jeweilige Vorgehensweise jederzeit rekonstruiert werden kann.

Für die SAAs gelten bestimmte formale Anforderungen. Diese müssen schriftlich genehmigt, geeignet und am Arbeitsplatz verfügbar sein. Eine gelenkte Verteilung muss sichergestellt sein.

Die formalen Anforderungen an die Dokumentation eines (medizinischen) Untersuchungsverfahrens – bzw. einer SAA für ein Untersuchungsverfahren – sind in der ISO 15189 niedergelegt. Danach soll die Verfahrensdokumentation außer den Identifikationsangaben für die Dokumentenlenkung i. a. Folgendes enthalten:

- Zweck der Untersuchung;
- Prinzip des für die Untersuchungen angewendeten Verfahrens;
- Spezifikationen der Leistungsfähigkeit (z. B. Linearität, Präzision, Genauigkeit ausgedrückt als Messunsicherheit, Nachweisgrenze, Messbereich, Richtigkeit ausgedrückt als systematischer Fehler, analytische Empfindlichkeit und analytische Spezifität);
- Primärprobensystem (z. B. Plasma, Serum, Urin);
- Art des Behälters und der Zusatzstoffe;
- erforderliche Geräte und Reagenzien oder Untersuchungssystem;
- Kalibrierverfahren (metrologische Rückführbarkeit);
- Schritte im Arbeitsablauf;
- Verfahren der Qualitätskontrolle;

- Störungen (z. B. Lipämie, Hämolyse, Bilirubinemia) und Kreuzreaktionen;
- Prinzip des Verfahrens zur Ergebnisberechnung einschließlich der Messunsicherheit;
- biologische Referenzbereiche;
- Bereich der berichtsfähigen Werte der Untersuchungsergebnisse des Patienten;
- falls zutreffend alarmierende bzw. kritische Werte;
- Befundinterpretation durch das Laboratorium;
- Sicherheitsmaßnahmen;
- mögliche Ursachen von Messabweichungen.

Literatur. Hocheimer N (2002) Das kleine QM-Lexikon. Wiley-VCH, Weinheim
DIN EN ISO 15189:2003 „Medizinische Laboratorien – Besondere Anforderungen an die Qualität und Kompetenz“

Standardbicarbonat

O. MÜLLER-PLATHE

Englischer Begriff. standard bicarbonate

Definition. Standardbicarbonat (StBK) ist die Plasmabicarbonatkonzentration nach Äquilibrierung des Vollbluts mit einem Gasgemisch von $p\text{CO}_2 = 40 \text{ mmHg}$ (5,33 kPa) und $p\text{O}_2 > 100 \text{ mmHg}$ (13,33 kPa) bei 37°C und stellt somit ein Maß für die nicht-respiratorische Seite des Säure-Basen-Gleichgewichts (► **Säure-Basen-Stoffwechsel**) dar.

ⓘ Eine pH-Messung nach vorangehender Äquilibrierung (► **Partialdruck**) erlaubt bei konstantem $p\text{CO}_2$ die Berechnung von StBK auf Grund der Henderson-Hasselbalchschen Beziehung (► **Säure-Basen-Stoffwechsel**) nach der Formel: $\lg \text{cHCO}_3^-(\text{stand}) = \text{pH} - 6,015$.

Die meisten Analysatoren berechnen StBK im Rahmen der Blutgasanalyse ohne zusätzlichen Aufwand.

StBK löste die ► **Alkalireserve** als Ausdruck der nicht-respiratorischen („metabolischen“) Komponente des Säure-Basen-Gleichgewichts ab, ist aber inzwischen überholt durch die ► **Basenabweichung**, die diese Komponente in korrekterer Weise wiedergibt.

Literatur. Jörgensen K, Astrup P (1957) Standard Bicarbonate, its Significance, and a New Method for its Determination. Scand J Clin Lab Invest 9:122–132

Standardfehler des Achsenabschnitts

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. standard error of the intercept

Definition. Der Standardfehler des Achsenabschnitts ist ein Maß für die ► **Variabilität** des ► **Schätzers** für den ► **Achsenabschnitt**.

ⓘ Der Standardfehler des Achsenabschnittes wird benötigt, um die Präzision der Schätzung des Achsenabschnittes beurteilen zu können, etwa anhand eines statistischen Tests (► **Test, statistischer**) oder eines ► **Konfidenzintervalls**.

Literatur. Hartung J, Elpelt B, Klöesener KH (1995) Statistik, Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. Oldenbourg Verlag, München

Standardfehler des Mittelwerts

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). SEM

Englischer Begriff. standard error of the mean; SEM

Definition. Der Standardfehler des Mittelwertes ist definiert als Quotient von ► **Standardabweichung** (s_x) und der Wurzel aus der Anzahl der n beobachteten Messergebnisse:

$$\text{SEM} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}$$

ⓘ Der Standardfehler des Mittelwerts (SEM) beurteilt die Stärke der

Variabilität des arithmetischen Mittelwertes (► **Mittelwert, arithmetischer**) der Messreihe. Der SEM ist kein Maß zur Beschreibung der ► **Variabilität** der Einzelbeobachtungen (► **Beobachtung**). Während eine Addition bzw. Subtraktion aller Messwerte den Wert des Standardfehlers nicht beeinflusst, wirken sich eine Multiplikation bzw. Division aller Messwerte mit bzw. durch einen konstanten Faktor derart auf den Standardfehler aus, dass sich diese gemäß derselben mathematischen Operation ändert. Die letztgenannte Eigenschaft des Standardfehlers findet insbesondere bei einer Änderung der Skala, in der die Werte (► **Messwert**) gemessen wurden, Verwendung. Der SEM nimmt bei gleicher Variabilität der Messwerte mit zunehmendem ► **Stichprobenumfang** ab.

Literatur. Glantz SA (1992) Primer of Biostatistics. 3rd edn. McGraw-Hill, New York

Standardfehler des Regressionskoeffizienten

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. standard error of the regression coefficient

Definition. Der Standardfehler des Regressionskoeffizienten ist ein Maß für die ► **Variabilität** des ► **Schätzers** für den ► **Regressionskoeffizienten**.

ⓘ Der Standardfehler des Regressionskoeffizienten wird benötigt, um die Präzision der Schätzung des Regressionskoeffizienten beurteilen zu können, etwa anhand eines statistischen Tests (► **Test, statistischer**) oder eines ► **Konfidenzintervalls**.

Literatur. Hartung J, Elpelt B, Klöesener KH (1995) Statistik, Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. Oldenbourg Verlag, München

Standardisiertes Probenarchiv

► **Biobanken**

Standardmessunsicherheit

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Standardunsicherheit

Englischer Begriff. standard measurement uncertainty; standard uncertainty of measurement; standard uncertainty

Definition. Messunsicherheit, ausgedrückt als seine ► **Standardabweichung** [VIM (2010)].

Literatur. BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML (2010) Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM) Deutsch-englische Fassung. ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. 3. Aufl. Beuth-Verlag, Berlin

Standardmessunsicherheit, kombinierte

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Standardunsicherheit, kombinierte

Englischer Begriff. combined standard measurement uncertainty; combined standard uncertainty

Definition. ► **Standardmessunsicherheit**, die man erhält, indem man die einzelnen Standardmessunsicherheiten verwendet, die den Eingangsgrößen des Modells der Messung beigeordnet werden [VIM (2010)]. Für Anmerkungen s. Literatur.

Literatur. BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML (2010) Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM) Deutsch-englische Fassung. ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. 3. Aufl. Beuth-Verlag, Berlin

Standardprobe

► **Standardlösungen**

Standard temperature and pressure, dry

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). STPD

Englischer Begriff. STPD

Definition. Internationale Konvention für die Angabe von Gasvolumina

i Nach den Gesetzen von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac hängt das Volumen einer Gasmenge vom Druck und der Temperatur ab. Um die Angaben über Gasvolumina vergleichbar zu machen, werden gemessene Gasvolumina mittels Tabellen auf folgende Standardbedingungen umgerechnet:

$t = 0\text{ °C}$ (273,16 K) und $P = 760\text{ mmHg}$ (101,3 kPa) des trockenen Gases.

O₂-Aufnahme und CO₂-Ausscheidung des Körpers werden in STPD angegeben.

Standardunsicherheit

► Standardmessunsicherheit

Standzeit

W.-R. KÜLPMANN

Definition. Längere Zeitintervalle (z. B. Zentrifugieren, Inkubieren) während einer ► **Analyse**, die für andere, nicht mit der betreffenden Analyse zusammenhängende Tätigkeiten genutzt werden können.

Literatur. Haeckel R, Fischer G, Fischer M et al (1984) Vorschläge zur Definition von Zeitbegriffen. Dt Ges Klin Chem Mitteilungen 14:187–192

Stansfeld-Webb-Methode

A.M. GRESSNER

Englischer Begriff. Stansfeld-Webb-Method

Definition. Zellzahlbestimmung im ► **Urin**

i Früher zur quantitativen Bestimmung der renalen Ausscheidung von ► **Leukozyten** und ► **Erythrozyten** eingesetzte Methode der Zellzahlbestimmung im unzentrifugierten, frischen, gut durchmischten Urin unter Benutzung einer ► **Zählkammer** nach Neubauer oder Bürker.

Pathologisch: > 5 Erythrozyten/mL, > 5 Leukozyten/mL

Stärkegelelektrophorese

R. WESTERMEIER

Englischer Begriff. starch gel electrophoresis

Definition. In der Stärkegelelektrophorese verwendet man teilweise hydrolysierte Kartoffelstärke als stabilisierendes Medium zur Auftrennung von Proteinen im elektrischen Feld. Wegen der unterschiedlichen Ladungen und/oder Molekülgrößen ergeben sich unterschiedliche Wanderungsgeschwindigkeiten; es bilden sich Zonen der Einzelsubstanzen aus.

i Das Trennprinzip ist das gleiche wie bei ► **Agarosegelelektrophorese** und ► **Polyacrylamid-Gel-Elektrophoresen**. Meist werden Serumproteine auf ca. 1 cm dicke Gele aufgetragen, die nach der ► **Elektrophorese** für verschiedene Enzymnachweise in mehrere Schichten aufgeschnitten werden. Die einzelnen Schichten werden dann mit unterschiedlichen ► **Zytogramm-Techniken** angefärbt, sodass man verschiedene Muster aus einer Trennung erhält.

Die Stärkegelelektrophorese ist fast vollständig von Agarosegel- und Polyacrylamid-Gel-Elektrophoresen verdrängt worden, weil die beiden letzteren Techniken einfacher durchzuführen sind und ihre Reproduzierbarkeit besser ist.

Literatur. Smithies O (1955) Zone electrophoresis in starch gels: group variations in the serum proteins of normal human adults. Biochem J 61:629–641

Start-Codon

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Initiationscodon

Englischer Begriff. start codon; initiation codon

Definition. Das erste 5'-AUG-3'-Codon einer mRNA, an dem die Synthese des Proteins initiiert wird. Das entsprechende ► **Codon** in der DNA ist ein 5'-ATG-3'.

STAT

W.-R. KÜLPMANN

Synonym(e). Eilanalyse

Englischer Begriff. short turn around time (STAT)

i Analysen, die besonders schnell durchgeführt werden müssen. Moderne Analysegeräte besitzen in der Regel eine STAT-Funktion. Sie erlaubt, während des Betriebs umgehend eine STAT-Probe vor allen anderen bereits im Gerät befindlichen ► **Proben** zu messen (► **STAT-Labor**).

State-Marker

T. ARNDT

Definition. Sammelbegriff für zustands- und zeitabhängige Kenngrößen eines bestimmten physiologischen oder pathologischen Prozesses

i Der Begriff findet innerhalb der Klinischen Chemie vor allem im Rahmen der Alkoholmissbrauchsdiagnostik Anwendung. Er umfasst, in Abgrenzung zu den sog. ► **Trait-Markern**, all jene klinisch-chemischen ► **Kenngrößen**, die einen akuten, kürzlich zurück liegenden oder chronischen Alkoholkonsum anzeigen, z. B. ► **Ethanol**, ► **γ-Glutamyltransferase** und ► **Carbohydrate-deficient transferrin**. s. a. ► **Alkoholmissbrauchskenngößen**. State-Marker sind für alle physiologischen und pathobiochemischen Zustände definierbar. Für den Diabetes mellitus sind z. B. die ► **Glukosekonzentration** oder das ► **Hämoglobin A1C** State-Marker.

Literatur. Arndt T (2011) Biomarker des Alkoholkonsums – eine Übersicht. Toxichem Krimtech 78:419–430

Stationäre Phase

T. ARNDT

Synonym(e). Festphase; Packungsmaterial; Sorbens; Trennflüssigkeit

Englischer Begriff. stationary phase

Definition. Neben der mobilen Phase eine der beiden Phasen, aus denen das chromatographische oder elektrophoretische System besteht (► **Chromatographie**, ► **Elektrophorese**). Die stationäre Phase ist auf einer planaren Fläche (► **Dünnschichtchromatographie**, ► **Flachbett-Elektrophorese**) oder in einer Säule (Säulenchromatographie) fixiert. Sie kann aus einem Feststoff (Sorbens), einer Flüssigkeit (Trennflüssigkeit) oder einem Gel bestehen.

i Die Trennflüssigkeit ist auf einen Festkörper (Träger) aufgezogen, der auch am Trennprozess beteiligt sein kann.

Die am häufigsten eingesetzten festen Packungsmaterialien sind kugelförmige, poröse anorganische Oxide (z. B. Kieselgel, Al₂O₃) oder organische Polymere (z. B. vernetzte Agarose, Copolymere von Styrol-Divinylbenzol, Methylmethacrylate) oder eine Kombination aus beiden (Verbund-Packungsmaterialien). Die Partikeldurchmesser betragen zumeist 3–10 µm für analytische und 10–100 µm für präparative Anwendungen.

Durch Modifikation der Porengröße und Oberfläche der Packungsmaterialien lässt sich eine enorme Vielzahl von stationären Phasen mit speziellen Trenneigenschaften herstellen. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Hydrophobizität der stationären Phase. Eine polare stationäre Phase hat funktionelle Gruppen auf der Sorbenoberfläche. Diese Materialien werden als Normalphasen bezeichnet und die mit ihnen durchgeführte Chromatographie als Normalphasen-Chromatographie. Durch chemische Modifikation der polaren Gruppen, z. B. durch Bindung von Alkylgruppen mit 8 oder 18 C-Atomen, erhält man unpolare Oberflächen. Man bezeichnet diese stationären Phasen als Umkehrphasen (RP: reversed phase) und die mit ihnen durchgeführte Chromatographie als Umkehrphasen-Chromatographie („reversed-phase chromatography“).

Literatur. Etre LS (1993) Nomenclature for Chromatography. Pure Appl Chem 65:819–872
Unger KK (Hrsg) (1989) Handbuch der HPLC. Teil 1 Leitfaden für Anfänger und Praktiker. GIT Verlag, Darmstadt

Statistik

O. COLHOUN

Englischer Begriff. statistics

Definition. Als Funktion des Labor-EDV-Systems: Zählen und Zusammenfassen von Ereignissen.

Die Statistikfunktionen der ► **Labor-EDV** sind neben der Mengenauswertung vor allem für die Gruppierung nach bestimmten Regeln notwendig.

Die Systeme unterscheiden zwischen medizinischen Statistiken (Auswertung der Analytik nach Ergebnissen, Ergebniskonstellationen) und Leistungsstatistiken (Anzahl der durchgeführten Leistungen mit preislicher Bewertung).

Statistik, deskriptive

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). beschreibende Statistik

Englischer Begriff. descriptive statistics

Definition. Unter dem Begriff „deskriptive Statistik“ werden die Verfahren der beschreibenden Statistik zusammengefasst.

Das Ziel der deskriptiven Statistik besteht darin, die im Rahmen medizinischer Erhebungen gesammelten Daten so aufzubereiten, dass sie überschaubar und interpretierbar werden. In der univariaten deskriptiven Statistik werden die erhobenen Werte einzelner ► **Merkmale** durch die Auszählung und grafische Darstellung absoluter bzw. relativer Häufigkeiten der einzelnen Merkmalsausprägungen sowie die Berechnung von Lagemaßen (z. B. ► **Mittelwert**, arithmetischer, ► **Median**, ► **Minimum**, ► **Maximum**) und Streuungsmaßen (z. B. ► **Varianz**, ► **Spannweite**, ► **Standardabweichung**) zusammengefasst. Die Verfahren der bivariaten bzw. multivariaten deskriptiven Statistik hingegen werden zu Beschreibung und Quantifizierung der Art von Zusammenhängen zwischen jeweils zwei bzw. mehreren Merkmalen verwendet. Beispiele hierfür sind die ► **Punktwolke**, die lineare Regression (► **Regression**, lineare) sowie diverse Korrelationskoeffizienten (z. B. ► **Korrelationskoeffizient nach Pearson**, ► **Korrelationskoeffizient nach Spearman**).

Literatur. Weiß C (1999) Basiswissen Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Statistik, induktive

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). Inferenzstatistik; schließende Statistik

Englischer Begriff. inductive statistics; statistical inference

Definition. Verfahren der schließenden Statistik

Ziel der induktiven Statistik ist die Verallgemeinerung von Sachverhalten, die in einer ► **Stichprobe** beobachtet wurden, auf die zugehörige ► **Grundgesamtheit**. Verfahren der induktiven Statistik sind insbesondere statistische Tests (► **Test**, statistischer) oder ► **Konfidenzintervalle**.

Literatur. Weiß C (1999) Basiswissen Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Statistik, medizinische

O. COLHOUN

Englischer Begriff. medical statistics

Definition. ► **Labor-EDV**-gestützte statistische Auswertung der Laboraufträge nach medizinischen Kriterien.

Hierzu zählen vor allem die Auswertung der Analytik nach Ergebnissen (z. B. „Alle Hämoglobin-Anforderungen der Chirurgischen Klinik des vergangenen Jahres, deren Ergebnis kleiner als 9 mg/dL betrug“) sowie die statistische Aufbereitung des generellen Einsenderverhaltens (z. B. Anzahl der Patienten, Anzahl der Patienten pro Klinik, Anzahl der Patienten pro Station, Anforderungsverhalten pro Einsender, Anforderungsverhalten pro Einsendergruppe in definiertem Zeitintervall, Anforderungsverhalten gesamt).

Statistische Korrelation

► **Korrelation**, statistische

Statistische Qualitätskontrolle

► **Qualitätskontrolle**, statistische

Statistischer Ausreißer

► **Ausreißer**, statistischer

Statistischer Test

► **Test**, statistischer

Statistisches Modell

► **Modell**, statistisches

Statistische Verteilung

► **Verteilung**, statistische

STAT-Labor

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Notfalllabor

Englischer Begriff. emergency laboratory; short-turn-around-time laboratory; instant lab; STAT laboratory

Definition. Kontinuierlich betriebene, separate Laborfunktionseinheit oder in den Routineablauf integrierte Funktion mit der Zielsetzung der Verfügbarkeit klinisch-chemischer Analysenergebnisse und Befunde von vitaler Bedeutung in einer möglichst kurzen Zeitspanne zwischen Eingang des Auftrages bzw. Untersuchungsmaterials und Verfügbarkeit des Ergebnisses (► **STAT**).

Die klinisch-chemische Notfalldiagnostik muss folgende Minimal Kriterien erfüllen:

- ständige Einsatzbereitschaft (Präsenzpflicht)
- schnelle Verfügbarkeit der Ergebnisse (short turn-around time)
- maximale Zuverlässigkeit analytischer Methoden und der mit ihnen gewonnenen Ergebnisse belegt durch ► **Qualitätssicherungsmaßnahmen**
- rasche ► **Befundübermittlung** an die Stationen bzw. Einsender.

Diesen Erfordernissen können prinzipiell drei Organisationsformen des Notfalllabors in Verbindung mit dem zentralen Routinelabor entsprechen:

- in das Zentrallabor integrierte, aber autark arbeitende, separate Funktionseinheit
- funktionell integriert in das Routinelabor, nicht autark, aber unter besonderer personeller Verantwortung stehend
- dem Zentrallabor angeschlossen, aber autark und dezentralisiert arbeitend (z. B. im Operations- oder Notfallbereich).

Hochmechanisierte Geräte bieten heutzutage fast immer eine separate STAT-Funktion an, die eine zeitlich bevorzugte, d. h. sofortige Einschleusung und Analysendurchführung von Notfallproben in den Serienbetrieb der Routinegeräte ermöglicht und somit eine Integration in das Routinelabor erlaubt.

Das Notfalluntersuchungsspektrum muss als Mindestprogramm die absoluten Vitalparameter wie ▶ **Blutbild**, **kleines**, ▶ **Thromboplastinzeit**, partielle aktivierte, ▶ **Thromboplastinzeit**, ▶ **Glukose**, ▶ **Harnstoff**, ▶ **Kreatinin**, ▶ **Kalium**, ▶ **Natrium**, ▶ **Protein**, ▶ **Calcium** und ▶ **Troponin** sowie Blutgase enthalten. Modifikationen und Erweiterungen durch spezifische Klinik- und Organisationsstrukturen sowie durch punktuelle Ergänzung mit der ▶ **patientennahen Sofortdiagnostik** (point-of-care-Diagnostik, POCT) sind ortsspezifischen Gegebenheiten vorbehalten (z. B. toxikologische Nachweisreaktionen, endokrinologische Kenngrößen).

Literatur. Gressner AM (1981) Klinisch-chemische Notfalluntersuchungen – Medizinische und organisatorische Aspekte. Krankenhausarzt 54:793–800

Staubinde

W.G. GÜDER

Englischer Begriff. tourniquet

Definition. Spezielles Gerät zur Stauung des venösen Bluts am Oberarm bei der ▶ **Blutentnahme**. Als solche verwendet werden Gummischläuche (nicht empfohlen), eigene Geräte mit Stauband aus dehnbarem Mischgewebe oder Blutdruckmessgeräte.

Literatur. Guder WG, Hagemann P, Wisser H, Zawta B (2007) Fokus Patientenprobe. Kompendium Präanalytik. BD Heidelberg, Schechat, Basel

Stauung als Einflussgröße

▶ Einflussgrößen

Steady state

▶ Fließgleichgewicht

Stearinsäure

▶ Fettsäuren

Steatokrit

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Steatokrit-Test

Englischer Begriff. steatocrit test

Definition. Semiquantitative Kenngröße der Stuhlfaustauscheidung unter Verwendung einer Hämatokritzentrifuge zur Diagnostik und Verlaufskontrolle von Malassimilationsyndromen.

Funktion und Pathophysiologie. Ausgeprägte exkretorische Pankreasinsuffizienz und/oder Malabsorption führen zu einer Steatorrhoe (> 7 g Fettsäureausscheidung/Tag), die durch quantitative Bestimmung des ▶ **Stuhlfettes** objektiviert wird.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Repräsentatives Aliquot eines 24-h-Sammelstuhls

Probenstabilität. Konservierung des Materials kurzfristig bei 4 °C oder längerfristig –20 °C.

Präanalytik. Der Proband sollte 2 Tage vor und während der Stuhlsammelperiode eine ausgeglichene Nahrungsaufnahme mit mindestens 90 und höchstens 200 g Fett/Tag haben.

Analytik. Eine Stuhlprobe von 0,5 g wird mit 2,5 ml H₂O und 0,06 g feinem Sand standardisiert verdünnt, homogenisiert und 70 µl davon werden in ein Hämatokritröhrchen aspiriert, um anschließend in einer ▶ **Hämatokritzentrifuge** bei 13.000 Upm 15 min zentrifugiert zu werden. Es ergeben sich drei Lagen: untere Partikel-, mittlere Zwischen- und obere Fettzone. Die Höhe der Fettzone wird in Prozent der Gesamthöhe angegeben. Eine Fettfärbung mit Sudan-III (▶ **Sudan-Schwarz**) ermöglicht genauere Ablesung.

Referenzbereich — Erwachsene. < 2,1 %

Indikation.

- Adjuvante Diagnostik eines Maldigestions- oder Malabsorptions-Syndroms
- Verlaufskontrolle der exkretorischen Pankreasinsuffizienz (besonders in der Pädiatrie).

Interpretation. Das semiquantitative Verfahren sollte durch eine quantitative Bestimmung des Stuhlfettes ergänzt und durch andere Kenngrößen wie ▶ **Elastase**, **pankreaspezifische** heutzutage ersetzt werden.

Diagnostische Wertigkeit. Orientierende, semiquantitative Kenngröße von Maldigestion und/oder Malabsorption.

Literatur. Colombo C, Maiavacca R, Ronchi M et al (1987) The Steatocrit: A Simple Method for Monitoring Fat Malabsorption in Patients with Cystic Fibrosis. J Pediatr Gastroenterol Nutr 6:926–930

Steatokrit-Test

▶ Steatokrit

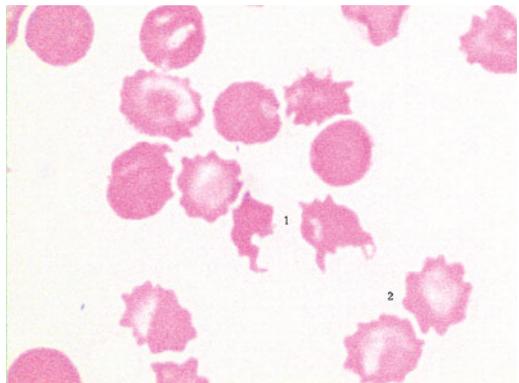
Stechapfelzelle

H. BAUM

Synonym(e). Akanthozyt; Echinozyt

Englischer Begriff. acanthocyte

Definition. Erythrozyt mit unregelmäßiger Form (▶ **Abb. 1**)



Stechapfelzelle. Abb. 1. Stechapfelzellen 1 Akanthozyten, 2 Echinozyten (1000 × May-Giemsa-Grünwald-Färbung)

Die Stechapfelzelle ist ein ▶ **Erythrozyt** mit einem unregelmäßigen Rand mit Ausziehungen. Unterschieden werden dabei runde Erythrozyten mit einem stacheligen Zytoplasmarrand (Echinozyten) und solche mit einer ungleichmäßigen Form (▶ **Akanthozyten**). Meist handelt es sich um ein Artefakt durch eine schlechte Ausstrichtechnik

oder ungeeignete Färbelösungen. Jedoch können Stechapfelformen auch bei bestimmten Fettstoffwechselstörungen, einer Leberzirrhose, bei hämolytischen Anämien oder nach einer Splenektomie im peripheren Blut vermehrt nachgewiesen werden.

Literatur. Koeppen KM, Heller S (1991) Differentialblutbild (panoptische Färbung). In: Boll I, Heller S (Hrsg) Praktische Blutzell Diagnostik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S 172

Stechinstrumente für Kapillarblutentnahme

► Lanzetten

Steel Factor

► Stem Cell Factor

Steinanalyse

W.G. GÜDER

Synonym(e). Harnsteinanalyse; Konkrementanalyse; Harnsteine

Englischer Begriff. analysis of urinary stones

Definition. Analyse der Zusammensetzung von Konkrementen des Urogenitaltraktes

Physikalisch-chemisches Prinzip. Chemische Analyse, Röntgendiffraktion, ► Infrarotspektroskopie

Einsatzgebiet. Analyse von spontan abgegangenen oder durch Extraktion und Operation gewonnenen Konkrementen der Niere und ableitenden Harnwege. Auch Gallensteine und Speichelsteine sowie andere im Körper gebildete Konkremeente können auf diese Weise analysiert werden, ihre Analyse ist jedoch selten medizinisch indiziert.

Untersuchungsmaterial. Gries aus dem Harnsediment oder sichtbare Konkremeente aus dem Urin oder aus operativ oder zystoskopisch gewonnenem Material, eventuell nach Steinzertrümmerung (Lithotripsie) in vivo.

Instrumentierung. Röntgendiffraktometer oder Infrarotspektroskop mit Spektrenatlas für Harnsteinanalyse.

Messbereich

Die Analyse der Struktur und halbquantitative Zusammensetzung von folgenden Steinen und Kristallformen sollten gewährleistet sein: Kalzium ► Oxalatsteine (► Weddellit, ► Whewellit)

Phosphatsteine (► Struvit, Carbonatapatit, Brushit)

Harnsäuresteine (Uratsteine)

Cystinsteine

Xanthin

2,8 Dihydroxyadenin

sowie Artefakte und natürliche Mineralien, die als Harnsteine deklariert werden.

Praktikabilität/Automatisierung/Kosten. Wegen der höheren Spezifität hat sich die in der Anschaffung gegenüber der chemischen Analytik teurere Methode der Infrarotspektroskopie durchgesetzt, da sie gegenüber der ebenso guten Röntgendiffraktion in der Anschaffung günstiger ist.

Bewertung/Methodenhierarchie (allg.). Von den angewandten Verfahren haben sich die Infrarotspektroskopie und die Röntgendiffraktionsanalyse als die überlegenen Methoden erwiesen. Dies wurde durch jahrelange Ringversuchsergebnisse und vergleichende Anwendung dokumentiert. Beide Methoden erlauben neben der Substanzanalyse eine Erkennung der Komponenten zusammengesetzter Steine aus mehreren Kristallformen und so oft eine Aussage über die Genese der Steine.

Literatur. Asper A (1982) Harnsteinanalytik. Habilitationsschrift Medizinische Fakultät Zürich

Hesse A, Claßen A, Röhle G (1989) Labordiagnostik bei Urolithiasis. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

Hesse A, Tiselius H-G, Jähnen A (2002) Urinary Stones, Diagnosis, Treatment and Prevention of Recurrence. A. Karger, Basel

Steinmetaphylaxe

W.G. GÜDER

Englischer Begriff. prevention of recurrence of urinary stones; follow up measures in stone formers

Definition. Untersuchungsprogramm zur Vermeidung der Neubildung von Harnsteinen bei Patienten, die Steinträger waren oder sind.

! Die Wiederholungsrate bei Steinträgern, d. h. die erneute Bildung eines Harnsteins beträgt 60–100 %. Dies machte es notwendig ein Programm zur Vermeidung erneuter Harnsteinbildung zu entwickeln. Es wurde im Zentrum für Urologie der Universität Bonn entwickelt und als Leitlinie publiziert. Neben Anweisungen für diätetische und Verhaltensmaßnahmen, enthält das Programm eine regelmäßige Untersuchung von Urin auf steinbildende oder -fördernde und Steinbildung verhindernde Bestandteile. Neben dem Harnteststreifen, Urin-pH-Wert und Urin-Sediment enthält dieses Programm die quantitative Analyse von Calcium, Harnsäure, Phosphat und Kreatinin im Plasma/Serum sowie die folgenden Messgrößen im 24-h-Sammelurin (in Klammern die Grenzwerte für den Einsatz therapeutischer Maßnahmen):

► Calcium (> 5 mmol/24 h),

► Phosphate (> 35 mmol/24 h),

► Magnesium (< 3 mmol/24 h),

► Oxalat (> 0,5 mmol/24 h),

► Citrat (< 2,5 mmol/24 h) und

► Harnsäure (> 4 mmol/24 h) im Sammelurin, der entsprechend der verschiedenen pH-Empfindlichkeit zu stabilisieren ist. Dabei werden therapeutische Zielbereiche angestrebt, die eine Steinbildung vermeiden helfen.

Literatur. Hesse A, Jähnen A, Klocke K et al (1994) Nachsorge bei Harnstein-Patienten. Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart
Weber A, Claßen A, Hesse A (1989) Harnanalyse: Probensammlung und Konservierung. In: Hesse A, Claßen A, Röhle G (Hrsg) Labordiagnostik bei Urolithiasis. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, S 103–110

Stem cell factor

H. BAUM

Synonym(e). SCF; KIT-Ligand; mast cell growth factor; steel factor

Englischer Begriff. stem cell factor

Definition. Hämatologischer Wachstumsfaktor der primär auf unreife Vorläuferzellen wirkt

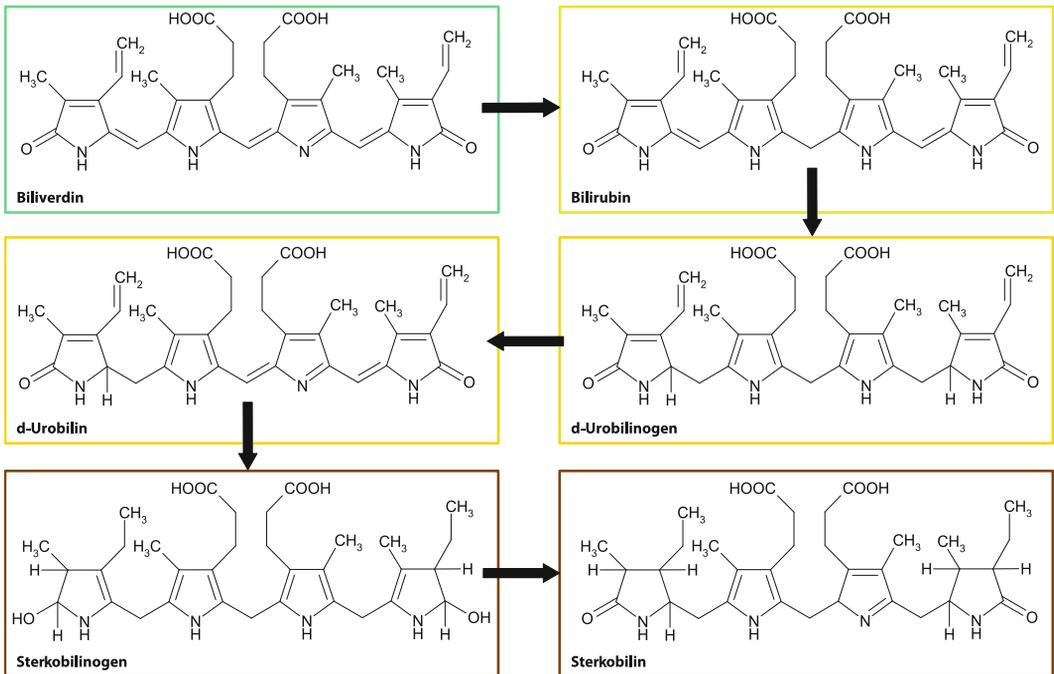
! Der humane SCF ist ein Protein, das durch alternatives Splicing in zwei Isoformen, einer löslichen Isoform bestehend aus 164 Aminosäuren und einer 157 Aminosäuren großen transmembranen Isoform, nachweisbar ist. Durch Bindung an den c-KIT Rezeptor, eine Typ III Tyrosinkinase, die auf hämatopoetischen Vorläuferzellen, aber auch Mastzellen sowie anderen Geweben exprimiert wird, werden intrazellulär verschiedene Signaltransduktionswege aktiviert. In der Hämatopoese ist der SCF wichtig als Wachstums- und Überlebensfaktor der Stamm- und Progenitorzellen. Zudem reguliert er die Mastzelldifferentenzierung, die Ausreifung der prä-B-Zelle, des frühen Thymozyten und der NK-Zellen.

Literatur. Smith MA, Pallister CJ, Smith JG (2001) Stem Cell Factor: Biology and Relevance to Clinical Practice. Acta Haematol 105:143–150

Stercobilin(ogen)

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Englischer Begriff. stercobilin; stercobilinogen



Sterkobilin(ogen). Abb. 1. Oxidoreduktiver Abbau des Bilirubins im Darm

Definition. Sterkobilinogen gehört als lineares, farbloses Tetrapyrrol zur Gruppe der Urobilinogene, welche im Intestinum durch mikrobielle enzymatische Reduktion des Bilirubins entstehen.

i Das von der Leber mit der **Galle** in das Darmlumen ausgeschiedene konjugierte **Bilirubin** wird im Darm mikrobiell zu den **Urobilinogenen** reduziert unter denen Sterkobilinogen ein Vertreter ist. Im Kolon erfolgt dessen Oxidation zu Sterkobilin, welches für die orange-braune Farbe des Stuhls (mitverantwortlich ist (tägliche Ausscheidungsmenge ~100–200 mg, **Abb. 1**).

Sternberg-Zelle

► Reed-Sternberg-Zelle

Steroide

► Steroidhormone

Steroidhormone

W. HUBB.

Synonym(e). Steroide; Mineralokortikoide; Glukokortikoide

Englischer Begriff. steroid hormones

Definition. Die Steroidhormone werden in der Nebennierenrinde, in den Hoden, im Ovar sowie der fetoplazentaren Einheit gebildet. Die Steroidgenese vollzieht sich in diesen Organen nach dem gleichen Prinzip. Unterschiedliche quantitative Enzymausstattungen bewirken Unterschiede in den produzierten Steroidprofilen und Endprodukten, die für das einzelne endokrine Organ charakteristisch sind.

Struktur. Steroide enthalten als Grundstruktur einen Cyclopentano-Perhydrophenanthren-Kern, der aus 3 Hexanringen und einem Pentanring besteht.

— C-21-Steroide sind gekennzeichnet durch zwei Methylgruppen sowie eine Seitenkette mit 2 Kohlenstoffatomen am Steranskelett: Kortikosteroide, Progesteron etc.

- C-19-Steroide entstehen durch Abspaltung der Seitenkette der C-21-Steroide mit den 2 Kohlenstoffatomen: Androgene
- C-18-Steroide werden durch Aromatisierung des A-Rings der Androgene mit Abspaltung der Methylgruppe gebildet: Estrogene.

Molmasse. s. Einzelkenngrößen: ► **Kortisol**, ► **Aldosteron**, ► **Testosteron**, ► **Dehydroepiandrosteronsulfat**, ► **17-Hydroxyprogesteron**, etc.

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Die Biosynthese der Steroidhormone erfolgt mit folgenden hochspezifischen Enzymen (**Abb. 1**):

- CYP450SCC (SCC: side chain cleavage): Cholesterin-Seitenketten-abspaltendes Enzym
- CYP450C17 α : C17-Hydroxylase
- CYP450C21: C21-Hydroxylase
- CYP450C11: C11 β -Hydroxylase
- CYP450AS: Aldosteronsynthase
- 3 β -HSD: 3 β -Hydroxysteroiddehydrogenase
- 17 β -HSD: 17 β -Hydroxysteroiddehydrogenase

Transport: Die Steroidhormone werden im Blut mit unterschiedlicher Kapazität bzw. Affinität an Transportproteine, wie z. B. an ► **Transkortin** (kortisolbindendes Globulin, CBG), ► **Albumin** etc., gebunden und zu den Zielzellen transportiert.

Abbau: Die Steroidinaktivierung erfolgt in der Leber mit einer Reduktion des A-Rings und einer Konjugation mit Glukuronsäure in Position 3. Die gebildeten wasserlöslichen Produkte werden über die Niere ausgeschieden.

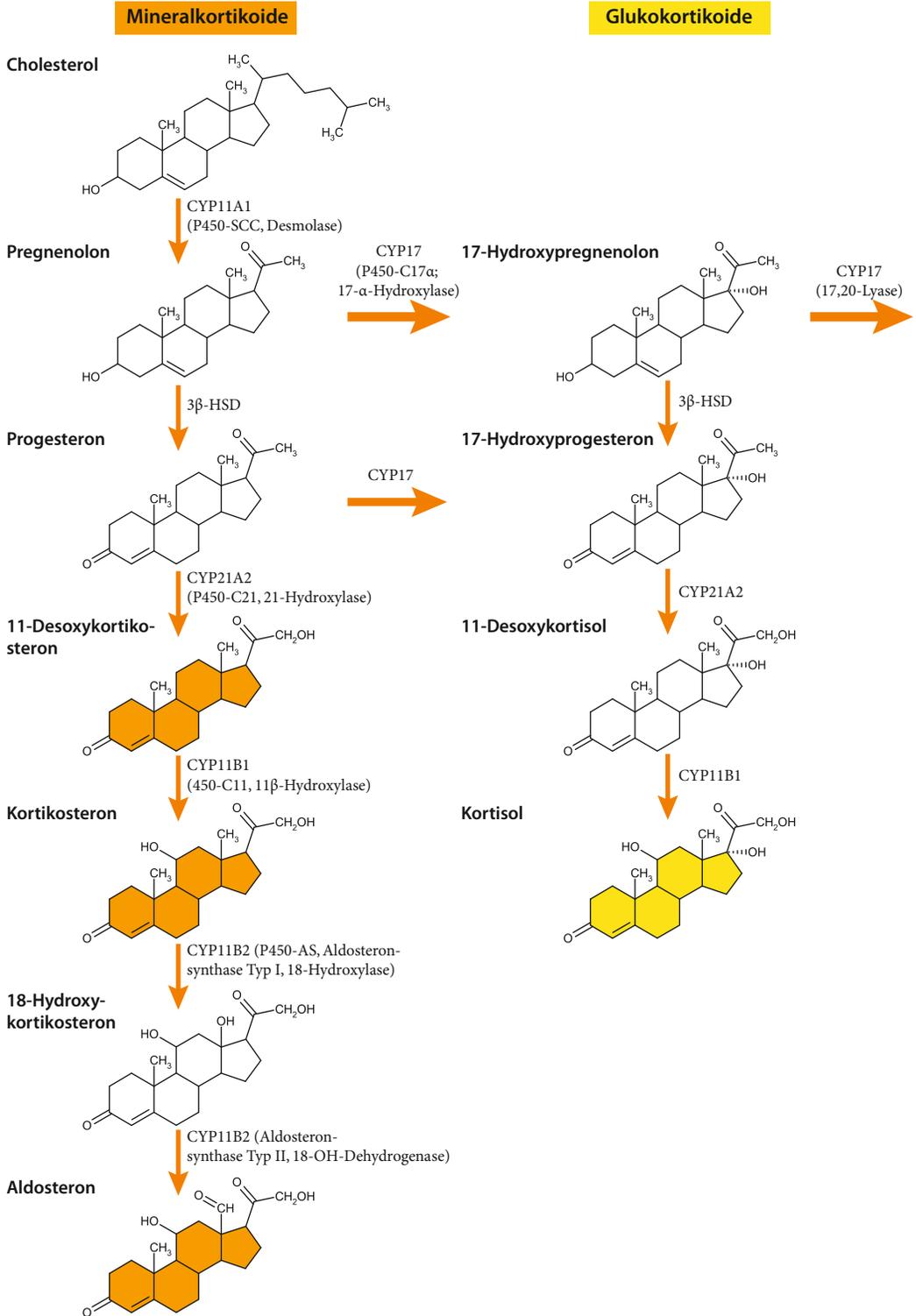
Halbwertszeit. s. Einzelkenngrößen: Kortisol, Aldosteron, Testosteron, Dehydroepiandrosteronsulfat, 17-Hydroxyprogesteron, etc.

Pathophysiologie. ► Tab. 1.

Untersuchungsmaterial. Serum, Plasma, Urin

Analytik. ► **Radioimmunoassay**, ► **Enzymimmunoassay**, ► **Lumineszenz-Immunoassay**, ► **Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie**

Referenzbereich. s. Einzelkenngrößen: ► **Kortisol**, ► **Aldosteron**,

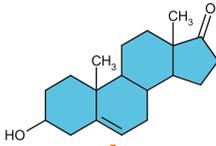


Steroidhormone. Abb. 1. Biosynthese der Steroidhormone

Androgene

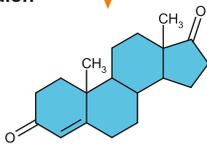
Estrogene

Dehydroepiandrosteron



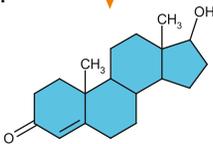
3β-HSD

Androstendion



3β-HSD

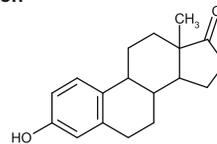
Testosteron



CYP19
(p450-aro,
Aromatase)

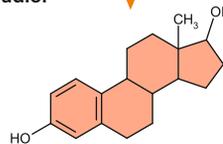


Estron



CYP21A2

Estradiol



CYP19



Steroidhormone. Tab. 1. Pathophysiologie

Steroide	Hormone	Pathophysiologie	Verweis
C-21-Steroide	Glukokortikoide	Cushing-Syndrom, Morbus Addison	Kortisol
	Mineralokortikoide	Hyperaldosteronismus, Hypoaldosteronismus	Aldosteron
C-19-Steroide	Androgene	Hyperandrogenämie, Hypogonadismus, adrenogenitales Syndrom	Testosteron, DHEAS, Androstendion
C-18-Steroide	Estrogene	Ovarialinsuffizienz, polyfollikuläres Ovar, Ovarialkarzinome	Estradiol

► Testosteron, ► Dehydroepiandrosteronsulfat, ► 17-Hydroxyprogesteron, etc.

Bewertung. Steroidhormone besitzen auf Grund ihrer vielfältigen relevanten Wirkungen eine herausragende diagnostische Relevanz, die bei den Einzelkenngrößen ausführlich beschrieben ist: Kortisol,

Aldosteron, Testosteron, Dehydroepiandrosteronsulfat, 17-Hydroxyprogesteron, etc.

Literatur. Baird DT, Schütz G, Krattenmacher R (1995) Organ-Selective Action of Steroid Hormones. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Wolson JD (1999) Endokrinologie – Praktisches Vorgehen bei Patienten mit endokrinologischen und metabolischen Erkrankungen. In: Dietl M, Dudenhausen J, Suttrop N (Hrsg) Harrisons Innere Medizin. McGraw-Hill International, Frankfurt am Main, S 2311–2319

Steroid-11-β-Hydroxylase-Gen-Mutation

► CYP45011B1-Mutation

Steroid-21-Hydroxylase-Gen-Mutation

► CYP45021A2-Mutation

Stewart-Modell

► Säure-Basen-Modell nach Stewart

stfR

► Transferrinrezeptor, löslicher



STH

▶ Wachstumshormon

STH-Stimulationstest (unter körperlicher Belastung)

▶ Exercise-Test; ▶ Wachstumshormon-Stimulationstest (GHRH-und/oder Arginin-induziert)

Stichprobe

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Synonym(e). Zufallsstichprobe**Englischer Begriff.** sample; random sample**Definition.** Zufällig gezogene Teilmenge der Grundgesamtheit

i Die Elemente der Stichprobe werden zufällig aus der ▶ **Grundgesamtheit** gezogen, d. h. jedes Element der Grundgesamtheit sollte dieselbe Chance haben, in die Stichprobe eingeschlossen zu werden. Bei ausreichender Stichprobengröße kann dann davon ausgegangen werden, dass die gezogene Stichprobe die Grundgesamtheit widerspiegelt; somit kann die gezogene Stichprobe als repräsentativ für die zugehörige Grundgesamtheit bezeichnet werden. Die Elemente der Stichprobe werden als ▶ **Beobachtungseinheiten** bezeichnet. An ihnen werden die Ausprägungen mehrerer ▶ **Merkmale** beobachtet oder gemessen. Die so erhobenen Daten werden mit den Methoden der deskriptiven Statistik (▶ **Statistik, deskriptive**) adäquat beschrieben, zusammengefasst und grafisch veranschaulicht. Anschließend können die gefundenen Ergebnisse unter Verwendung der Methodik der induktiven Statistik (▶ **Statistik, induktive**) auf die zugehörige Grundgesamtheit übertragen werden.

Literatur. Hilgers R-D, Bauer P, Scheiber V (2002) Einführung in die Medizinische Statistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Stichprobenkontrolle

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. sampling inspection**Definition.** Statistische Kontrolle von Produktionsprozessen auf der Basis geeigneter ▶ **Stichproben**

i Die Stichprobenkontrolle kommt immer dann zum Einsatz, wenn eine ▶ **Totalkontrolle** aus Kostengründen oder aufgrund fehlender materieller Ressourcen nicht realisiert werden kann.

Literatur. Büttner H (1967) Statistische Qualitätskontrolle in der Klinischen Chemie. Zeitschrift für Klinische Chemie und Klinische Biochemie 5:41–48

Stickoxid

▶ Stickstoffmonoxid

Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl

▶ Kjeldahl-Methode

Stickstoffbilanz

▶ Kjeldahl-Methode

Stickstoffmonoxid

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Stickoxid; NO**Englischer Begriff.** nitric oxide**Definition.** Extrem kurzlebiges (< 5 s), gasförmiges und frei diffusibles Signalmolekül, welches von einer der drei Isoformen der NO-

Synthesen in Endothelzellen, Neuronen, Makrophagen und anderen Zelltypen gebildet wird und starke vasodilatatorische (blutdrucksenkende), antimikrobielle und zentralnervöse Funktionen ausübt.

i NO wird in vaskulären und sinusoidalen Endothelzellen der Leber, neuronalen Zellen, Makrophagen, Muskelzellen und anderen Zelltypen durch die mischfunktionellen Oxidasen vom Typ der NO-Synthasen in Anwesenheit von molekularem Sauerstoff und unter Verbrauch von NADPH (▶ **NAD(P)**) aus ▶ **Arginin** gebildet, wobei neben dem Radikal NO die Aminosäure Citrullin entsteht. Es gibt drei, von unterschiedlichen Genen kodierte Isoformen der NO-Synthasen (NOS):

- zwei konstitutive Isoformen: Dazu gehören NOS der Endothelzellen (eNOS) und Neuronalzellen (nNOS). Die Aktivitäten dieser Isoformen hängen von dem Kofaktor Calmodulin ab und reagieren auf ▶ **Calcium**. Trotz ihrer Bezeichnung als „konstitutiv“, werden diese NOS-Isoformen in ihrer Aktivität durch Hypoxie, Scherstress und ▶ **Zytokine** moduliert
- induzierbare Isoform (iNOS): Diese Isoform wird transkriptionell reguliert durch Zytokine und/oder Lipopolysaccharide (▶ **Endotoxin**) unter Vermittlung des Transkriptionsfaktors NFκB, der die iNOS-Gentranskription stimuliert. Durch NO selbst wird die Transkription negativ reguliert (negativer „feedback“). Die iNOS befindet sich vorwiegend in Makrophagen, Kupferzellen, Hepatozyten, Lebersternzellen (ITO-Zellen) und anderen Zelltypen.

Das frei diffusible NO-Radikal vermittelt seine Wirkungen über den intrazellulären Rezeptor Guanylatcyclase, die NO bindet, aktiviert, die intrazelluläre cGMP-Konzentration erhöht und somit cGMP-gesteuerte Kinasen aktiviert, die zellspezifische Effekte auslösen:

- Relaxation der glatten Muskelzellen der Gefäßwände und der Lebersternzellen (ITO-Zellen) der Lebersinusoide durch das von Endothelzellen gebildete, parakrin wirkende NO. Folgen sind Abnahme des systemischen Blutdruckes, Regulation des regionalen Blutflusses und Reduktion des Portalvenendruckes (daher frühere Bezeichnung von NO als EDRF = „endothelial-derived relaxing factor“). In dieser Funktion ist NO Antagonist des vasokonstriktiv wirkenden Endothelins. Das therapeutisch bei Angina pectoris eingesetzte Nitroglycerin wirkt als NO-Donor und somit dilatierend auf die Koronargefäße des Herzens
- Primäre Infektabwehr durch Makrophagen aufgrund zytotoxischer, antimikrobieller Wirkungen des NO und verwandter Produkte (z. B. Peroxynitrite)
- Neuromodulatorische Wirkung durch Beteiligung an der exzitatorischen Neurotransmission.

Die quantitative Bestimmung von NO kann elektrochemisch mittels Clark-Elektrode, (▶ **Sauerstoffpartialdruck**), durch Gasphasen-Chemolumineszenzdetektion oder indirekt durch Messung der Metabolite NO₂ und NO₃ im Blut mit dem ▶ **Griess-Test** erfolgen. Gegenwärtig ist eine klinisch-diagnostische Indikation zur Bestimmung von NO und seinen Derivaten nicht gegeben, u. a. weil die Effekte lokal wirksam sind.

Literatur. Moncada S, Higgs A (1993) The L-arginine-nitric oxide pathway. N Engl J Med 329:2002–2012
Sessa WC (1994) The nitric oxide synthase family of proteins. J Vasc Res 31:131–143

Stickstoff-Oxid-Radikale im Liquor (CSF)

▶ Liquor-NOx

Stöchiometrischer Punkt

▶ Äquivalenzpunkt

Stoff**Definition.** Straßenname/Deckname für Heroin (▶ **Straßennamen** von Drogen: Opiate).**Stoffmenge**

▶ Masse, molare

Stoffmengenkonzentration

W.-R. KÜLPMANN

Englischer Begriff. amount of substance concentration

Definition. Stoffmenge eines Bestandteils geteilt durch Volumen des Systems, das den Bestandteil enthält

i Der Bestandteil ist spezifiziert durch seine relevante Struktur, z. B. Atom, Molekül, Ion. Die SI kohärente Maßeinheit lautet mol/m³, in der ► **Klinischen Chemie** wird jedoch gewöhnlich die nicht kohärente Einheit mol/L (= mol/dm³) verwendet.

Literatur. Dybkaer R (1997) Vocabulary for use in measurement procedures and description of reference materials in laboratory medicine. Eur J Clin Chem Clin Biochem 35:141–173

Stoffwechseldefekt

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Funktionsstörung

Englischer Begriff. metabolism disease

Definition. Eine (meist erbliche) Krankheit, bei dem der Organismus (bzw. einzelne Teile des Organismus) eine Defizienz innerhalb eines biochemischen Reaktionswegs besitzt, der für den Aufbau- oder den Energiehaushalt oder die Exkretion einer zellulären Verbindung notwendig ist

i Man spricht auch im Einzelnen vom Stoffwechsel eines Organs oder einer Stoffklasse (z. B. Leberstoffwechsel oder Fettstoffwechsel).

Stoffwechselscreening, selektives

G.F. HOFFMANN, C.-D. LANGHANS, A. SCHULZE

Englischer Begriff. selective metabolic screening

Definition. In Speziallabors durchgeführtes Untersuchungsprogramm zur Diagnostik angeborener Stoffwechselerkrankungen

i Das Programm des selektiven Stoffwechsel-Screenings setzt sich zusammen aus einer Reihe qualitativer, so genannter Spot-Tests (► **Metabolische Vorteste**), der Bestimmung der ► **Organischen Säuren im Urin** und der ► **Aminosäuren** im Plasma. Eine Erweiterung erfährt das selektive Screening durch Einbeziehung des ► **Acylcarnitin**-Profils aus Trockenblutkarten.

Das selektive Stoffwechselscreening wird von Speziallaboratorien durchgeführt und liefert Informationen zur Diagnostik angeborener Stoffwechselerkrankungen, wobei es den wichtigsten Krankheiten Rechnung trägt. Obwohl es manche monogene Stoffwechselerkrankungen nicht erfasst, trägt es dazu bei, den Aufwand, der mit weitergehenden sehr spezifischen enzymatischen und molekularbiologischen Analysemethoden verbunden ist, so gering wie möglich zu halten.

Als Ausgangsmaterial wird in der Regel eine Spontanurin-Probe, eine Plasma-Probe (nüchtern oder zumindest 4 h postprandial) sowie eine Trockenblutkarte benötigt. Ein 24-h-Sammelurin ist routinemäßig nicht notwendig.

Literatur. Korenke GC (2002) Laboratoriumsdiagnostik neurometabolischer Erkrankungen im Kindesalter. J Lab Med 26:324–334

Stokes-Regel

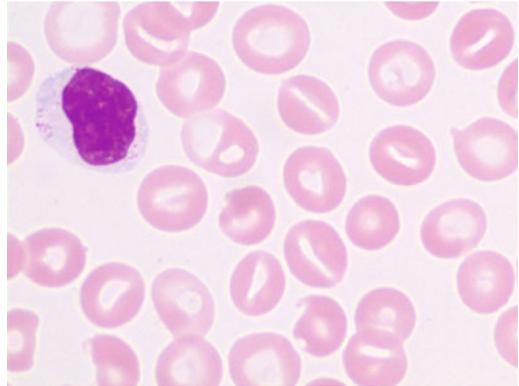
► **Lumineszenz**

Stomatozyt

H. BAUM

Englischer Begriff. stomatocyte

Definition. Erythrozyten mit maulförmiger, zentraler Aufhellungszone (► **Abb. 1**)



Stomatozyt. Abb. 1. Stomatozytose mit typischer fischmaulartiger Aufhellungszone der Erythrozyten, daneben ein großer granulierter Lymphozyt (1000 × May-Giemsa-Grünwald-Färbung)

i Stomatozyten sind ► **Erythrozyten** mit einer maulförmigen zentralen Aufhellungszone im Ausstrichpräparat. Sie sind häufig bei Alkoholikern oder Patienten mit Stoffwechselstörungen, aber auch als Artefakte nachweisbar. Sehr selten sind sie ein Hinweis auf eine hereditäre Stomatozytose.

Literatur. Koeppen KM, Heller S (1991) Differentialblutbild (panoptische Färbung). In: Boll I, Heller S (Hrsg) Praktische Blutzellendiagnostik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S 172–173

Stop-Codon

R. WEISKIRCHEN

Synonym(e). Abbruchcodon; Nonsense-Codon

Englischer Begriff. nonsense codon; terminator codon; stop codon

Definition. Bezeichnung für die drei ► **Codons** UAG (Amber), UAA (Ochre) und UGA (Opal), die nicht für Aminosäuren codieren und zum Abbruch der Proteinbiosynthese führen.

i Eine ► **Mutation**, die dazu führt, dass aus einem für eine Aminosäure codierenden ► **Triplets** in der mRNA ein Terminationscodon entsteht (sog. Nonsense Mutation), führt damit zu einem Kettenabbruch und hat in der Regel die Synthese eines verkürzten, oftmals biologisch inaktiven Proteins zur Folge.

Stopfen

► **Verschlusskappe**

Störfaktor

► **Störgrößen**

Störgrößen

W.G. GUDER

Synonym(e). Störfaktor

Englischer Begriff. interference factor; interferent

Definition. Störgrößen sind Stoffe oder Mechanismen, die das Ergebnis der Analyse eines definierten Analyten verändern durch analytische Interferenz. Sie sind Bestandteil der Matrix in der analytischen ► **Probe** und sind in ihrer Struktur verschieden vom ► **Analyten**.

i **Herkunft von Störgrößen:** Sie können nach ihrer Herkunft und/oder nach der Natur der Störung eingeteilt werden:
 — **ex vivo endogen:** Die Störgröße stellt einen normalen oder pathologischen Bestandteil der Matrix dar, der mit der angewendeten Methode positiv oder negativ interferiert. Beispiele: endogene

Antikörper, die die Messung des Antigens stören, ► **Hämolyse**, die optisch oder durch chemische Interferenz die Quantifizierung von z. B. ► **Bilirubin** stört, Lipämie, die durch Trübung oder Verminderung des Wasserraumes zu falschen Ergebnissen verschiedener Analyten führt, Ikerische Proben, die durch ihre Farbe oder durch Vorhandensein pathologisch hoher Metabolite (z. B. ► **Gallensäuren**) mit der Analytik interferiert.

- *ex vivo exogen*: Die Störgröße kommt von außen (z. B. als Nahrungsbestandteil oder als Therapeutikum) in den Patienten und so mit der Probe in die Analytik. Beispiele: Arzneimittelinterferenzen, Verfärbungen des Urins durch Nahrungsbestandteile.
- *in vitro exogen*: Die störende Substanz wird nach Gewinnung der Probe dem Untersuchungsmaterial zugesetzt und stört durch optische, chemische oder immunologische Interferenz. Beispiele: Kontamination durch Staub oder andere Fremdstoff bei Öffnung des Probenröhrchens. Störung durch Antikoagulanzen oder damit in die Probe eingebrachte endogene Stoffe (z. B. Fibrinogen bei Verwendung von Heparin) oder exogene Begleitstoffe (z. B. Zusätze von Stopfen und sog. Trenngelen).

Maßnahmen zur Vermeidung unerwünschter Störungen: Jedes unerwartete oder mit anderen Symptomen oder Befunden des Patienten nicht in Einklang befindliche Ergebnis sollte auf Störgrößen geprüft werden:

Vergleich mit dem Ergebnis, das mit einer zweiten Methode mit anderem Mechanismus gewonnen wurde. Bei Feststellung eines Unterschieds zweier Ergebnisse aus der gleichen Probe mit zwei Methoden Versuch der Aufklärung des Mechanismus und der Störsubstanz in der Probe.

Information über zum Zeitpunkt der Probengewinnung in der Probe befindliche Medikamente, die Art des Antikoagulans und des Probengefäßes und der Transportbedingungen. Überprüfung möglicher Interferenzen durch Vergleich mit vorhandenen Datenbanken.

Bei häufigem Auftreten des gleichen Störfaktors ist ein Wechsel zu einer spezifischeren Methode zu empfehlen.

Literatur. Die Qualität diagnostischer Proben (2012) 7. Aufl. BD, Heidelberg

EN ISO 15189 (2007) Medical laboratories – particular requirements for quality and competence. Brussels: European Committee for Standardization (CEN)

Guder WG, Hagemann P, Wisser H, Zawta B (2007) Fokus Patientenprobe. Kompendium Präanalytik. BD, Heidelberg. Schwechat, Basel Narayanan S, Young DS (2007) Effects of herbs and natural products on clinical laboratory tests. AACC Press, Washington DC

Young DS (2000) Effects of drugs on clinical laboratory tests. 5th edn. AACC Press, Washington DC

Stoßaktivierung

► **Massenspektrometrie**

STP

► **Shielded twisted pair**

STPD

► **Standard temperature and pressure, dry**

Strahlenschutzverordnung

T. ARNDT

Synonym(e). Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen

Definition. Zweck dieser Verordnung ist es, zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung Grundsätze und Anforderungen für Vorsorge- und Schutzmaßnahmen zu regeln, die bei der Nutzung und Einwirkung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung zivilisatorischen und natürlichen Ursprungs Anwendung finden.

Literatur. http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/strlrschv_2001/

Strahlungsfluss

► **Lambert-Beer-Gesetz**

Straßennamen von Drogen

T. ARNDT

Synonym(e). Szenennamen von Drogen; Deckname von Drogen

Englischer Begriff. street names of drugs; street terms of drugs

Definition. In der Drogenszene gebräuchliche Bezeichnungen für einzelne Drogen, Drogengemische und bestimmte Darreichungs- und Konsumformen dieser Substanzen

Straßennamen von Drogen. Tab. 1. Auswahl (die häufigsten Namen sind fett gedruckt)

Wirkstoff (-gruppe)	Straßennamen
Amphetamine (sog. Designerdrogen*)	allgemein: Bennies, Dop, Goof Balls, Pep Pills, Speed Amphetamin: A, Bennies, Crystal, Speed, Frisco Speed (mit Heroin) Methamphetamine: Meth, Crank, Speed MDA*: Love Pill, Love Drug, Speed for Lovers MDMA*: Ecstasy , Adam, XTC, Ecsta, Love Pill MDEA*: Eva, Eve DOM*: STP (Serenity, Tranquility, Peace) DOB*: 100X, Golden Eagle
Barbiturate	Babies, Balls, Barbs, Black Beauties, Downers, Down Pills
Benzodiazepine	allgemein: Benzos , Nerve Pills Bromazepam: Lexos, Wiener Mischung Flunitrazepam: Rohypts (Rohyphol als wichtigster Handelsname) Triazolam: Blue Bomb, Horror Pills
Cannabinoide	Haschisch (s. Hanf): Acapulco Gold, Bhang, Charas, Ganja, Hasch , Hemp, Joint , Sticks, Kiff, Pot, Shit, Tea, Tüte, Weed Haschischöl: Red Oil, Honey Oil Marihuana (s. Hanf): Gras , Grass, Kanten, Lady Mary Jane, Thai Stick (mit Opium getränkt)
γ-Hydroxybuttersäure	Liquid X, Liquid E, Liquid XTC, Liquid Ecstasy u. v. m.
Kokain	allgemein: C, Candy, Charley, Koks , Powder, Schnee , Snief, Snow u. v. m. Crack (s. Kokastrauch): Kokain-Stein, Volkskokain, Fast-Food-Kokain
LSD	Ace, Acid , Crackers, Frisco Speed Balls (mit Kokain und Heroin), Purple Haze , Yellow Submarine u. v. m.
Methadon	Dollies, Po
Opiate	Codein: Saft Dihydrocodein: Remmis Heroin: Brown Sugar, China White, Cocktail (mit Kokain), „H“, Hero, Hit, Junk, Powder, Stoff, Sugar, Weißes, White Stuff Morphin: Base
Phencyclidin	Angel Dust , DOA („dead on arrival“), Elephant Tranquilizer, Magic Dust, Monkey Tranquilizer, Peace Pills

i Einzelne oder ähnliche Begriffe können sich durchaus auf verschiedene Drogen(wirkstoffe) beziehen oder aufgrund geografischer und demografischer Unterschiede eine verschiedene Bedeutung besitzen. ▶ Tab. 1 zeigt eine Auswahl für die in Deutschland wichtigsten Drogen. Spätestens mit dem Vertrieb von vorgeblich drogenfreien, rein natürlichen Kräutermischungen mit oft sehr phantasiereichen Namen und mit der fortlaufenden Einführung neuer Designerdrogen wurde die Thematik des Straßennamens von Drogen, auch für den Experten, unüberschaubar.

Literatur. Dauderer M (1995) Drogenhandbuch für Klinik und Praxis: Diagnostik, Therapie, Nachweis, Prophylaxe, Recht, Drogenprofile. ecomed, Landsberg

Schütz H (1999) Screening von Drogen und Arzneimitteln mit Immunoassays. Wissenschaftliche Verlagsabteilung Abbott GmbH, Wiesbaden

Streptavidin-Biotin-Technologie

▶ Biotin-Streptavidin-Technik

Streifenfest

▶ Teststreifen

Stress, endoplasmatischer Retikulum

▶ Proteinstruktur

Stress, nitrosativer

▶ Stress, oxidativer

Stress, oxidativer

H. FIEDLER

Synonym(e). Sauerstoffspezies, reaktive

Englischer Begriff. oxidative stress; oxidative-stress related molecules

Definition. In der primären Infektabwehr förderliche, jedoch in der Pathogenese vieler Erkrankungen relevante Akkumulation hochreaktiver Sauerstoffspezies aufgrund eines Ungleichgewichtes von Synthese und Abbau, was zu oxidativen Modifikationen von Proteinen, (Zellmembran)-Lipiden und Nukleinsäuren und damit zu funktionellen Störungen, Gewebeschädigungen, Alterungsprozessen, Apoptose und Zellnekrosen führt. Andererseits können einige beteiligte Moleküle als Signaltransmitter wirken: Redox signaling über Signal transduction pathway proteins und Transkriptionsfaktoren.

i Oxidanzien umfassen reaktive Sauerstoffspezies (ROS), reaktive Stickstoffspezies (RNS) und schwefelhaltige Radikale (▶ Tab. 1). Pro-Oxidanzien induzieren die Bildung von Oxidanzien.

Stress, oxidativer. Tab. 1.

Radikale		Nichtradikale	
HO [•]	Hydroxyl	¹ O ₂	Singulett-Sauerstoff
O ₂ ^{•-}	Superoxidanion	⁻ OCl	Hypochlorit
HOO [•]	Hydroperoxyl	H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
L [•] , LO [•] , LOO [•]	Lipidradikale	ONOO ⁻	Peroxyinitrit
NO [•]	Stickstoffmonoxid		

Oxidanzien werden auf zahlreichen Wegen gebildet:

– biochemische Redoxreaktionen (in den Mitochondrien betrifft es 3–10 % der Gesamtoxidation)

Stress, oxidativer. Tab. 2. Messgrößen für oxidativen Stress

Messgröße	Methode
ROS, RNS	Redox-sensitive Fluoreszenz-Indikatoren: Dichlorodihydrofluorescein, Redox-sensitive Grüne oder Gelbe Fluoreszenzproteine
Freie Radikale	Elektronenspinresonanz
Malondialdehyd	Fluorimetrie mit Thiobarbitursäure
8-Isoprostane (8-Iso-PGF _{2α})	Gaschromatographie; guter Marker und Kontrolle der Antioxidantientherapie
Stickstoffmonoxid bzw. 3-Nitrotyrosin	Bestimmung von Nitrat/Nitrit bzw. ELISA oder HPLC für 3-Nitrotyrosin
Advanced glycation end-products (AGE)	Bestimmung von Carboxymethyllysin oder Pentosidin
8-Hydroxy-desoxyguanosin	ELISA

Stress, oxidativer. Tab. 3. Messung des Antioxidantienstatus

Messgröße	Methode
Vitamin E, Ubichinon	HPLC
β-Carotin, Vitamin A	HPLC
Vitamin C (auch pro-oxidativ)	HPLC
Superoxiddismutase, Katalase, Peroxiredoxine	Aktivitäts- oder Konzentrationsmessung
Glutathionperoxidase	Aktivitäts- oder Konzentrationsmessung
Selen	Atomabsorptionsspektrometrie
TRAP („total radical-trapping antioxidant parameter“)	Messung des Sauerstoffverbrauchs bei Lipidperoxidation

Stress, oxidativer. Tab. 4. Medizinische Bedeutung

Krankheit/Effekt	Ursache
Ischämie/Reperfusion, Insult	Oxidative Schädigung
Atherosklerose	Inflammation, Lipid(per)oxide, Autoantikörper gegen modifizierte LDL
Diabetes mellitus, Metabolisches Syndrom	Hyperglykämie erhöht ROS und Glykoxydation, endotheliale Dysfunktion
Neurodegenerative Erkrankungen	Lipidperoxidation, autoxidable Neurotransmitter, Zytotoxizität
Infektabwehr (▶ Sauerstoffradikal-Produktion)	Zytotoxische Tötung von Infektionserregern durch ROS (H ₂ O ₂ , Superoxidanion) und RNS (NO [•] , ONOO ⁻)

- durch Phagozyten und Leukozyten (► oxidativer Burst), NADPH-Oxidase und ► Myeloperoxidase
- durch ionisierende Strahlung, UV-Licht, Umweltgifte, Metallionen, Hyperoxie, Zigarettenrauch, starke körperliche Belastung und Ischämie bzw. Reperfusion (► Xanthinoxidase)
- Kombination von Glykierung und Oxidation: ► Glykoxydation, Carbonylstress (redox cycling)
- Antioxidanzien können unter bestimmten Bedingungen als Pro-Oxidanzien wirken: ► Harnsäure, ► Homocystein, ► Vitamin C (Fenton-Reaktion mit Fe^{2+})

Der oxidative Stress schädigt Lipide (oxidiertes ► Low density lipoprotein), Proteine (Bildung von Carbonylgruppen, Methioninsulfoxid) und DNA (8-Hydroxydeoxyguanosin, Strangbrüche), zelluläre Stoffwechselwege und endet in der Zerstörung von Zellen.

Das antioxidative Netzwerk verzögert oder verhindert die Bildung von ROS und RNS bzw. beschleunigt deren Abbau:

- Inaktivierung von Metallionen durch ► Chelatbildung (Transferin, Coeruloplasmin und Albumin)
- Antioxidative Enzyme: Superoxiddismutase, Katalase, ► Glutathionperoxidase, Methioninsulfoxidreduktase, Paraoxonase, Glutathion-S-Transferase, Peroxiredoxine
- Tocopherole, Ascorbinsäure, Karotinoide, Ubichinon, ► Harnsäure, ► Glutathion, ► Bilirubin, N-Acetyl-cystein
- Induktion der Hitzeschockproteine.

Reparaturenzyme beseitigen die Schädigungen.

Die Messgrößen für den oxidativen Stress fanden bisher wenig Eingang in Routinelabors. Die Entwicklung von praktikablen Testkits und immunchemischen Bestimmungen schreitet jedoch rasch voran (► Tab. 2–4).

Literatur. Jomova K, Valko M (2011) Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. *Toxicology* 283:65–87
 Murphy MP, Holmgren A, Larsson NG et al (2011) Unraveling the biological roles of reactive oxygen species. *Cell Metab* 13:361–366.
 Shah AM, Channon KM (2004) Free radicals and redox signalling in cardiovascular disease. *Heart* 90:486–487
 Wardman P (2007) Fluorescent and luminescent probes for measurement of oxidative and nitrosative species in cells and tissues: progress, pitfalls, and prospects. *Free Radic Biol Med* 43:995–1022

Streulichtmessung

- Immunnephelometrie

Streuung

- Variabilität

Streuung, biologische

- Differenz, kritische; ► Medizinisches Erfordernis; ► Longitudinalbeurteilung

Stringenz

R. WEISKIRCHEN

Englischer Begriff. stringency

Definition. Bezeichnung für eine spezifische Reaktionsbedingung bei der Anlagerung einer ► Sonde an die Zielsequenz im Rahmen der ► Hybridisierung

i Eine hohe Stringenz (= niedriger Salzgehalt und hohe Temperatur in der Waschlösung) setzt eine vollständige Übereinstimmung zwischen Sonde und Zielsequenz ohne ► Basen-Fehlpaarungen (Mismatch) voraus.

Strontium

D. MEISSNER

Englischer Begriff. strontium

Definition. Strontium (chemisches Symbol: Sr) ist ein Element der II. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente mit der Ordnungszahl 38 und einer relativen Atommasse von 87,62. Obwohl biochemische Funktionen des Sr bekannt sind, zählt es bisher nicht zu den essenziellen ► Ultraspurenelementen.

i Strontium ist in der Umwelt allgegenwärtig und relativ häufig, weshalb die ausreichende Versorgung des Menschen gegeben ist. In seinen biochemischen Eigenschaften ist Strontium dem ► Calcium sehr ähnlich. Das betrifft insbesondere den Einbau in die Strukturen des Knochens. Aus diesem Grunde wird Strontium pharmakologisch genutzt und in Form des Strontiumranelats in der Therapie der Osteoporose angewendet, da es einerseits die Synthese von kollagenen und nicht kollagenen Proteinen steigert und somit die Knochenbildung fördert und andererseits dem Knochenabbau entgegen wirkt. In Studien konnte gezeigt werden, dass sich bei Osteoporose das Risiko von Wirbelsäulen- und Hüftgelenksfrakturen verringert.

Das stabile Isotop (^{88}Sr) gilt als relativ ungiftig. Dagegen wird das radioaktive Isotop ^{90}Sr ; das bei Kernreaktionen und Atomwafferversuchen entsteht, als gefährlich eingestuft, weil es sich in Knochen einlagert und mit einer Halbwertszeit von 28,8 Jahren eine langandauernde Strahlenbelastung bewirkt.

Literatur. Kisters K, Quang-Nguyen M, Zimny G et al (2006) Strontiumranelat und Osteoporose. In: Anke M, Kisters K, Müller R, Schäfer U, Schenkel H, Seifert M (Hrsg) *Macro and Trace Elements*. Schubert-Verlag Leipzig, S. 10–12

Strukturelle Chromosomenabberation

- Chromosomenabberation, strukturelle

Struvit

W.G. GUDER

Synonym(e). Magnesium-Ammonium-Phosphat-Hexahydrat; Phosphatstein; Nierenbeckenstein; Infektstein

Englischer Begriff. phosphate stone; struvite stone

Definition. Konkrement der ableitenden Harnwege aus Magnesiumammoniumphosphathexahydrat ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \times 6 \text{H}_2\text{O}$).

i In reiner Form seltene, in gemischter Form häufige Form des Harnsteins, der bei alkalischem pH typischerweise auf der Basis einer Nierenbeckeninfektion sich entwickelt und am häufigsten als sog. Infektstein oder Nierenausgussstein in Kombination mit Carbonatapatit entsteht. Er wird durch Röntgendiffraktion oder Infrarotspektroskopie analytisch aufgeklärt und durch antibiotische Therapie der Infektion und pH-Steuerung sowie Steigerung der Harnmenge vermieden. Im ► Harnsediment auftretende Struvitkristalle, die in Sargdeckelform auftreten, weisen zwar auf alkalischen Urin hin, sind aber ohne diagnostischen Wert für die Diagnose einer Steinbildung (► Tripelphosphat-Kristalle).

Literatur. Hesse, A, Jahn A, Klocke K, Nolde A, Scharell O (1994) *Nachsorge bei Harnstein-Patienten*. Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart

Struvit-Carbonatapatit

- Apatit-Kristalle; ► Struvit

Strychnin

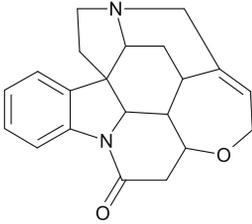
W.-R. KÜLPMANN, CHR. VIDAL

Englischer Begriff. strychnine

Definition. Hauptalkaloid der Samen der Brechnuss (*Strychnos nuxvomica*), Krampfgift (► Abb. 1)

Molmasse. 334,42 g

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Nach oraler Aufnahme



Strychnin. Abb. 1. Strukturformel

wird Strychnin rasch resorbiert und in der Leber abgebaut. Im Urin finden sich neben wenig Muttersubstanz überwiegend die Metabolite.

Halbwertszeit. 10–16 h (Plasma)

Funktion und Pathophysiologie. Bei schwerer Vergiftung kommt es zu schweren Krämpfen und Risus sardonicus (krampfhaftes Grinsen durch Lähmung der Gesichtsmuskulatur) mit Hyperthermie. Der Tod tritt ein durch Erstickung oder HerzKreislaufversagen. Für Kinder können bereits 10 mg, für Erwachsene 30 mg tödlich sein.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Urin, Serum (S), Plasma (P), Haare

Analytik. ▶ GC-MS, ▶ LC-MS/MS, ▶ Dünnschichtchromatographie

Indikation. Verdacht auf Intoxikation

Interpretation. Strychnin ist in Deutschland humanmedizinisch nur noch in homöopathischen Präparaten enthalten. Es findet sich in Tierarzneimitteln und wurde als Rodentizid eingesetzt. In Einzelfällen sollen Drogen mit Strychnin verschnitten gewesen sein. Therapeutischer Bereich (S, P): unbekannt; toxisch: > 0,075–1,0 mg/L; komatös-letal: > 0,5 mg/L.

Literatur. Geldmacher-von Mallinckrodt M, Käferstein H (2009) Strychnine. In: Külpmann WR (ed) Clnical toxicological analysis. Wiley-VCH, Weinheim, pp 642–646

Stuart-Prower Faktor

▶ Gerinnungsfaktor X

Studien, diagnostische

R.-D. HILGERS, N. HEUSSEN, S. STANZEL

Englischer Begriff. diagnostic studies

Definition. Diagnostische Studien sind Spezialformen klinischer bzw. epidemiologischer Studien mit der Zielsetzung der Bewertung unterschiedlicher Aspekte eines diagnostischen Prozesses.

i Je nach Zielsetzung sind die in der ▶ Tab. 1 aufgelisteten Studientypen zu verwenden.

Literatur. Knottnerus JA, v. Weel C, Muris JWM (2002) Evidence base of clinical diagnosis – Evaluation of diagnosis procedures. BMJ 23:477–480

Stufendiagnostik

O. COLHOUN

Englischer Begriff. reflex testing

Definition. Eine in der Labor-EDV hinterlegte, sinnvoll gestufte Arbeitsablogik für ausgewählte medizinische Fragestellungen

i Die im Konsens zwischen Labormedizin und Klinik erarbeiteten Regeln für die Stufendiagnostik bestimmter medizinischer Fragestellungen wird in einem Regelwerk im ▶ Labor-EDV-System hinterlegt

Studien, diagnostische. Tab. 1.

Allgemeine Studientypen	Fragestellung	Mögliche Studientypen
Klinische Studien	Diagnostische Accuracy	Querschnittstudie
		Fall-Kontroll-Studie
	Wertigkeit eines diagnostischen Tests für die Prognose oder das Behandlungsregime	Stichprobensammlung basierend auf Testresultaten
		Befragungen in indizierten Populationen
Zusammenfassende Bewertung	Zusammenfassung der Ergebnisse aus mehreren Studien	Randomisierte kontrollierte klinische Studie
		Kohortenstudie
	Bestimmung der kosteneffektivsten diagnostischen Strategie	Fall-Kontroll-Studie
		Vor-Nach-Vergleichsstudie
Übertragung der Ergebnisse in die Praxis	Integration der Ergebnisse aus den vorangehenden Studientypen	Systematischer Review
		Meta-Analyse
		Klinische Entscheidungsanalyse
Nutzung der Ergebnisse in der Praxis	ICT-Studien	Kosten-Effektivitäts-Analyse
		Experten-Konsensus-Konferenz
		Entwicklung von Leitlinien
		Überprüfung der Lösung des diagnostischen Problems
		Evaluation der Implementierung in die Praxis

(Beispiel: Schilddrüsen-Screening mittels TSH, bei pathologischem Ausfall Bestimmung von fT₄, bei dessen unauffälligem Ergebnis Bestimmung von fT₃).

Stuhl als Spezimen

▶ Stuhlprobe

Stuhlfett

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Fett im Stuhl

Englischer Begriff. fecal fat; stool fat

Definition. Die Stuhlfettausscheidung/Tag ist die definitive ▶ Kenngröße zum Nachweis einer Steatorrhoe (Fettstuhl) bei Malassimilation, erlaubt jedoch keine Differenzierung in Maldigestion und -absorption.

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Fäkale Lipide sind über-



wiegend freie, sowohl gesättigte als auch ungesättigte ▶ **Fettsäuren**, nur eine kleine Fraktion sind Neutralfette (▶ **Triglyzeride**), die durch Lipasen hydrolytisch gespalten werden.

Funktion und Pathophysiologie. Die normale fäkale Fettausscheidung ist konstant und relativ unabhängig von der Nahrungsaufnahme. Quelle des Stuhlfettes bei Gesunden sind intestinale Mukosazellen, die bakteriell freigesetzt werden. Da bei exokriner Pankreasinsuffizienz als erstes die Fettverdauung beeinträchtigt ist, kommt der Zunahme des Stuhlfettgehaltes für die Diagnostik der pankreatogenen Maldigestion größere Bedeutung zu. Eine selektive Erfassung von ▶ **Triglyzeriden** und freien ▶ **Fettsäuren** hat keine diagnostische Relevanz, da Triglyzeride mikrobiell im Kolon in wechselndem Ausmaß hydrolysiert werden.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Stuhlsammelmenge in 24-h-Sammelperioden an drei bis vier aufeinander folgenden Tagen. Der Proband hat zwei Tage vorher und während der Sammelperiode eine tägliche Fettzufuhr von mindestens 90 g bis maximal 200 g einzuhalten.

Präanalytik. Konservierung des Materials kurzfristig bei 4 °C oder längerfristig bei -20 °C während der Sammelperiode. Korrekte Sammlung notwendig, Kontamination mit Urin vermeiden, Absetzen interferierender Medikamente, tägliche Fettzufuhr > 90 bis < 200 g.

Analytik.

- **Titrimetrische Methode** nach van de Kamer et al (1949): Diese am häufigsten eingesetzte Methode bestimmt den gesamten Fettgehalt (Triglyzeride und freie Fettsäuren) eines Aliquots von ~5 g des homogenisierten Stuhls. Nach Verseifen mit konzentrierter Kalilauge in Ethanol, saurer Hydrolyse zur Freisetzung von Fettsäuren und Extraktion mit Petroleumether werden die Fettsäuren mit 0,1 mol/L NaOH in Anwesenheit von Thymolblau als Indikator oder mit einem pH-Titriergerät (pH-Stat) titriert. Variationskoeffizient 4,6 %. Ein Nachteil besteht in dem Verlust flüchtiger Fettsäuren und in der Variabilität des Titrationsfaktors, der von der Art der zur Kalibration verwendeten freien Fettsäure abhängt. Allgemein wird auf eine mittlere Molmasse der freien Fettsäure von 284 g/mol bezogen
- **Mikroskopische Bestimmung:** Heute obsoleter, allenfalls semiquantitative mikroskopische Bestimmung von Zahl und Größe der Fetttropfen in einem mit Sudan III, Methylenblau oder Nilblau gefärbten Ausstrich des Stuhlmaterials.
- **Gravimetrische Methode:** Nach Extraktion und Verdampfung des Lösungsmittels erfolgt direkte Wägung der extrahierten Fette.

Referenzbereich — Erwachsene. < 7 g Fettsäuren/Tag (Mittelwert von 3 Tagessühten), 15–25 % des Stuhl-Trockengewichtes, > 95 % Fettabsorptionskoeffizient

Berechnung des Fettabsorptionskoeffizienten [%]:

$$\frac{\text{Fettaufnahme [g]} \times \text{fäkale Fettausscheidung [g]}}{\text{Fettaufnahme [g]}} \times 100$$

Indikation.

- Bestätigungsdiagnose einer Steatorrhoe
- Diagnose und Verlaufskontrolle der Malabsorption
- Diagnose und Verlaufskontrolle der exkretorischen Pankreasinsuffizienz, z. B. bei Enzymsubstitution.

Interpretation. Fettausscheidung > 7 g/Tag (Steatorrhoe) tritt wegen großer Funktionsreserve des Pankreas erst bei weitreichendem (> 75 %) Parenchymuntergang auf, die Lipasesekretion muss mindestens auf ein Zehntel der Norm abgefallen sein. Deshalb ist die Stuhlfettmenge keine zur Frühdiagnose der Pankreasinsuffizienz geeignete Kenngröße.

Diagnostische Wertigkeit. In Verbindung mit dem ▶ **Stuhlgewicht** liegt der positive und negative Vorhersagewert des Stuhlfettgehaltes für die Pankreasinsuffizienz um 75 %, ▶ **Sensitivitäten** und ▶ **Spezifitäten** um 80 %. Die Spezifität für die Diagnose der exokrinen Pankreasinsuffizienz ist eingeschränkt, da verschiedene Malabsorptions-

syndrome, z. B. Dünndarmerkrankungen mit Mukosatrophy und gesteigerte Dekonjugation von Gallensäuren sowie andere Cholanopathien (Gallensäurestoffwechselstörungen) zur Steatorrhoe führen (▶ **Tab. 1**) (s. a. ▶ **Steatokrit**).

Die Bestimmung des Stuhlfettes ist heute durch die weniger aufwändige Messung der pankreasspezifischen Elastase (▶ **Elastase, pankreasspezifische**) im Stuhl (ca. 100 mg Stuhlprobe) weitgehend ersetzt.

Syndrom		Erkrankung
Maldigestion	Exkretorische Pankreasinsuffizienz	chronische Pankreatitis Teilresektion Tumoren
	Cholanopathien (Gallensäurestoffwechselstörungen)	schwere Leberzellinsuffizienz Gallengangsobstruktion (Stein- oder Tumorverschluss) Verminderung konjugierter Gallensäuren infolge mikrobieller Dekonjugation Unterbrechung der enterohepatischen Gallensäurezirkulation (z. B. Ileumresektion)
Malabsorption		Sprue, Morbus Crohn, Morbus Whipple, Amyloidose, intestinale Tuberkulose u. a.

Zur Differenzierung dienen:

- die Parameter der Malabsorption: ▶ **Xylose-Test**, ▶ **Laktosetoleranz-Test**, ▶ **Vitamin-B12-Resorptionstest**, Vitamin-A-Test und der Pankreasinsuffizienz: z. B. ▶ **Pankreolauryltest**, ▶ **Elastase** und ▶ **Chymotrypsin** im Stuhl sowie
- die Substitution mit lipasereichen Enzympräparaten, die nur bei exokriner Pankreasinsuffizienz (und nicht bei Malabsorption) eine Verringerung der Fettausscheidung herbeiführen.

Literatur. Lembcke B, Braden B, Stein J (1994) Diagnostik der Steatorrhoe. Z Gastroenterol 32:256–261

Stuhlgewicht

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Synonym(e). Stuhlmasse

Englischer Begriff. fecal weight; stool weight

Definition. Mittelwert des an drei aufeinander folgenden Tagen gemessenen Stuhlflechtgewichtes.

Funktion und Pathophysiologie. Malassimilationssyndrome, die entweder auf einer intestinalen Malabsorption oder auf einer hepatoobiliären oder pankreatogenen Maldigestion beruhen, führen zu einer verminderten Ausnutzung der Nahrung mit Ausscheidung unverdauter Zellkerne und Muskelfasern (Kreatorrhoe), erhöhter Fettausscheidung (Steatorrhoe) und erhöhter Stärkeausscheidung (Amylorrhoe), was sich bei ausgeprägteren Krankheitsstadien in einer Erhöhung des täglichen Stuhlflechtgewichtes zeigt.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. An 3 konsekutiven Tagen separat gesammelte 24-h-Stuhlmengen.

Präanalytik. Materialkonservierung kurzfristig bei 4 °C oder längerfristig bei -20 °C.

Vollständige Sammlung notwendig, Kontamination mit Urin vermeiden, ausgeglichene Ernährung.

Analytik. Gravimetrisch, es werden die Stuhlgewichte von drei aufeinander folgenden 24-h-Sammelperioden gemessen und das mittlere Stuhlflechtgewicht/Tag berechnet.

Referenzbereich — Erwachsene. 100–200 g Feuchtgewicht/Tag (abhängig von Nahrungszusammensetzung)

Referenzbereich — Kinder. Kleinkinder: < 10 g/kg KG/Tag

Indikation. Diagnostik und Verlaufskontrolle von Malassimilations-syndromen, insbesondere der pankreatogenen Maldigestion

Interpretation. Stuhlmengen > 400 g sind eindeutig pathologisch. Ein normales Stuhlgewicht schließt eine beginnende Pankreasinsuffizienz nicht aus, da erst bei einem Verlust von > 75 % der exkretorischen Pankreasfunktion ein pathologisches Ergebnis zu erwarten ist. Das Stuhlgewicht ist somit kein empfindlicher Parameter zur Frühdiagnostik der Pankreasinsuffizienz. Spezifität ist eingeschränkt, da das Stuhlgewicht auch bei nicht pankreatogener Malabsorption (Dünndarmerkrankungen) und hepatobiliären Erkrankungen aufgrund eines ▶ Gallensäuremangels erhöht sein kann. Ergänzende Untersuchungen betreffen die Bestimmung des ▶ Stuhlfettes, der ▶ Elastase, pankreaspezifische, des ▶ Chymotrypsins im Stuhl sowie Pankreasfunktionsteste.

Diagnostische Wertigkeit. Stuhlfett- und -gewichtsbestimmung weisen prädiktive Werte um 75 % für exokrine Pankreasinsuffizienz auf. ▶ Sensitivitäten und ▶ Spezifitäten liegen bei 88 bzw. 79 %. Bei 10–15 % der Patienten sind pathologische Stuhlfettausscheidung und erhöhte Stuhlgewicht nicht kongruent.

Literatur. Feurle GE, Morgenstern W, Pfaff H (1983) Diagnosis of Exocrine Pancreatic Insufficiency from Stool Fat and Weight. *Klin Wochenschr* 61:199–202

Stuhlmasse

▶ Stuhlgewicht

Stuhlprobe

W.G. GÜDER

Synonym(e). Faeces

Englischer Begriff. feces sample; part of stool

Definition. Teil oder vollständige Menge des anal oder aus künstlichem Ausgang des Colons ausgeschiedenen Exkrets mit dem Ziel der diagnostischen Untersuchung

i Stuhlproben dienen der diagnostischen Untersuchung in der Neugeborenenperiode bis ins hohe Alter. Genetische, mikroskopische, mikrobiologische oder metabolische Untersuchungen dienen dem Nachweis infektiöser (Erregernachweis bei Darminfektionen, Wurmeieridentifikation), metabolischer (▶ Elastase im Stuhl zum Nachweis einer Pankreasinsuffizienz; ▶ Elastase, pankreaspezifische), genetischer (z. B. bei genetischer Untersuchung auf Polyposis intestinalis) und zur Früherkennung von Krebserkrankungen des Darmtrakts (Blut im Stuhl; ▶ Hämoccult-Test; ▶ Okkultblut, faekales).

Literatur. Neumeister B, Besenthal I, Liebich H (2003) *Klinikleitfaden Labordiagnostik*. 3. Aufl. Urban und Fischer, München

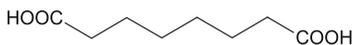
S-Typ-Cholinesterasen

▶ Pseudocholinesterase

Suberininsäure

G.F. HOFFMANN, C.-D. LANGHANS, A. SCHULZE

Synonym(e). Korksäure; 1,8-Oktandisäure (▶ Abb. 1)



Suberininsäure. Abb. 1. Strukturformel

Englischer Begriff. suberic acid

Definition. Die mittelkettige Dicarbonsäure (C₈H₁₄O₄) entsteht als

pathologischer Metabolit bei einer Reihe von Fettsäureoxidationsstörungen.

Molmasse. 174,19 g

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Die im Verlauf der mitochondrialen β-Oxidation aus dem trifunktionellen Protein freigesetzten mittelkettigen ▶ Fettsäuren werden durch die mittelkettige Acyl-CoA-Dehydrogenase (MCAD) weiter verkürzt und im weiteren Verlauf zu Acetyl-CoA (geradzahlige Fettsäuren) bzw. zu Propionyl-CoA (ungeradzahlige Fettsäuren) abgebaut, welche schließlich in den Citratzyklus einfließen.

Bei Defekten der mittelkettigen Acyl-CoA-Dehydrogenase (MCAD) und in geringerem Ausmaß der überlangkettigen Acyl-CoA-Dehydrogenase (VLCAD) werden die mittelkettigen Fettsäuren alternativ durch ω-Oxidation zu mittelkettigen Dicarbonsäuren (▶ Adipinsäure, Suberininsäure, ▶ Sebacininsäure) abgebaut. Diese werden entweder in freier Form oder als Glyzinkonjugate (▶ Hexanoylglycin, ▶ Suberylglycin) im Urin ausgeschieden.

Funktion und Pathophysiologie. Suberininsäure hat keine bekannte Funktion im Intermediärstoffwechsel. Untersuchungen zur individuellen Toxizität der durch ω-Oxidation entstandenen Dicarbonsäuren (Adipinsäure, Suberininsäure, Sebacininsäure) liegen erst in Ansätzen vor. In der Summe hemmen diese pathologischen Metabolite und/oder ihre Konjugate den mitochondrialen Energiestoffwechsel.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Urin

Analytik.

- Durch ▶ Flüssig-Flüssig-Extraktion im sauren Medium mittels Ethylacetat oder Diethylether
- mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (▶ GC-MS) als Di-Trimethylsilylester.

Retentionsindex RI: 1702

M+ (m/z): 318

Quant Ion (m/z): 303

Conf. Ion (m/z): 169

Internationale Einheit. mmol/mol Kreatinin (Urin)

Referenzbereich — Kinder. < 2 mmol/mol Kreatinin

Pathologischer Bereich:

- 0–20 mmol/mol Kreatinin (LCAD)
- 6–4000 mmol/mol Kreatinin (MCAD)
- 0–500 mmol/mol Kreatinin (VLCAD)
- 0–500 mmol/mol Kreatinin (Glutaracidurie Typ II)
- 10–620 mmol/mol Kreatinin (MCT angereicherte Ernährung)

Indikation. Hypoketotische Hypoglykämien, rezidivierende Hepatopathien und Enzephalopathien, insbesondere Reye-Syndrom, Myopathien, Rhabdomyolyse

Interpretation. Erhöhte Suberininsäure-Ausscheidungen im Urin werden bei zahlreichen genetischen und sekundären Störungen der Fettsäureoxidation beobachtet. Entscheidend für die Beurteilung ist zuerst die Kenntnis des aktuellen Ernährungsstatus und -modus sowie des Abstandes von der letzten Nahrungsaufnahme. Die Differenzierung erfordert ferner Kenntnisse über die Konzentrationen anderer Fettsäureoxidationsprodukte. Die Suberininsäure findet sich zusammen mit Adipinsäure und Sebacininsäure als führender Metabolit beim mittelkettigen Acyl-CoA-Dehydrogenase (MCAD). Bei Ketosen und Formula-Nahrung auf der Basis von mittelkettigen Triglyzeriden (Alfaré Spezialnahrung) tritt Suberininsäure auch bei Normalpersonen vermehrt auf.

Diagnostische Wertigkeit. Stark erhöhte Urinausscheidungen von Suberininsäure weisen auf eine gestörte Fettsäureoxidation hin. Die weitere Differenzierung erfordert Kenntnisse über die individuelle Stoffwechselsituation des Patienten, die Konzentrationen weiterer Metabolite und schließlich eine enzymatische oder molekularbiologische Bestätigungsdiagnostik.

Literatur. Blau N, Duran M, Blaskovics ME et al (eds) (2003)

Physician's Guide to the Laboratory Diagnosis of Metabolic Diseases. 2nd edn. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

Sublimation

T. ARNDT

Synonym(e). Vakuumsublimation; Gefriertrocknung; Dehydratisierung

Englischer Begriff. sublimation; lyophilisation; freeze-drying

Definition. Übergang einer Substanz aus dem festen in den gasförmigen Zustand und seine anschließende Ausscheidung in fester Form, ohne jeweils den flüssigen Aggregatzustand zu durchlaufen.

i Die Sublimation einer Substanz ist möglich, wenn bei einem bestimmten Druck für eine bestimmte Temperatur die sog. Sublimationsdruckkurve im Phasendiagramm der Substanz getroffen wird. Oft sind hierzu Kühlung und/oder Vakuum erforderlich. Die Sublimation wird häufig zur Reinigung und Trocknung (auch Aufkonzentrierung) von temperatur- und sauerstoffempfindlichen Substanzen genutzt. Eine typische Anwendung in der **Klinischen Chemie** ist die Gefriertrocknung (**Lyophilisation**) von wässrigen Lösungen (Serum, Plasma, Urin) zur Herstellung von Materialien für die interne vor allem aber die externe Qualitätskontrolle (käufliches Qualitätskontrollmaterial und Ringversuchsproben). Hierbei wird die wässrige Lösung bis zum Einfrieren abgekühlt und das Wassereis im Vakuum sublimiert. Die nichtflüchtigen Bestandteile bleiben in einem trockenen Pulver zurück, das bei Bedarf mit einer definierten Menge Wasser erneut gelöst werden kann (Rekonstitution).

Literatur. Falbe J, Regitz M (Hrsg) (1990) Römpp Chemie Lexikon. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York

Submolekül

► Untereinheit

Subokzipital-Punktion

► Liquorprobenahme

Substantia granulofilamentosa

H. BAUM

Englischer Begriff. substantia granulofilamentosa

Definition. Konglomerat aus Ribonukleoproteinen und einem Vitalfarbstoff in Retikulozyten

i Die Substantia granulofilamentosa ist ein morphologisch nachweisbares Produkt der Reaktion von Ribonukleoproteinen des jungen Erythrozyten (**Retikulozyten**) und einem Supravitalfarbstoff, wie z. B. **Brillantkresylblau** oder Nilblausulfat. Ihr Nachweis dient der Erkennung und Zählung der Retikulozyten.

Literatur. Enne W (1993) Zellen der Erythropoese. In: Begemann H, Rastetter J (Hrsg) Klinische Hämatologie. 4. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S 35–36

Substanz P

A.M. GRESSNER, O.A. GRESSNER

Englischer Begriff. substance P (p = pain)

Definition. Kurzkettiges, innerhalb von Nervenzellen und spezifischen endokrinen Zellen des Gastrointestinaltrakts im Körper weit verbreitetes Polypeptid mit Funktionen als sensorischer Neurotransmitter (von Schmerzreizen) und potenter Vasodilatator

i Das aus 11 Aminosäuren bestehende, als Präproprotein synthetisierte und proteolytisch prozessierte Peptid ist weit verbreitet im Gastrointestinaltrakt sowie im peripheren und zentralen Nervensystem, wo es als sensorischer Neurotransmitter, insbesondere bei Nozizeptoren wirkt. Überträgt Schmerzreize (analgetischer Faktor), stimuliert

glatte Muskelkontraktion im Gastrointestinaltrakt, Speichelsekretion, **Histamin**freisetzung, Vasodilatation und Superoxidproduktion in **Makrophagen**. Aufgrund ihrer Aminosäuresequenz H-Arg-Pro-Lys-Pro-Gln-Gln-Phe-Phe-Gly-Leu-Met-NH₂, die im Carboxy-terminalen Bereich mit der anderer amidierter Neuropeptide identisch ist (Phe-X-Gly-Leu-Met-NH₂), gehört Substanz P gemeinsam mit Neuromedin und Substanz K zur Familie der Tachykinine. Nüchternplasmakonzentration stark methodenabhängig, Richtwert < 240 ng/L, Analyt instabil (eisgekühltes, Aprotinin-versetztes EDTA-Plasma, was sofort tiefgefroren werden muss). Bestimmung mit **Enzymimmunoassay** (EIA) oder **Chemolumineszenzassay** (CLIA).

Erhöhungen der Plasmakonzentration bei Karzinoidtumor, medullärem Schilddrüsenkarzinom und weiteren hormonaktiven gastrointestinalen Tumoren.

Selektive Katheterisierung zur Bestimmung von Substanz P dient der Lokalisationsdiagnostik des Karzinoidtumors.

Substanz S

► 11-Desoxyzortisol

Substrat

► Nährmedium

Succinylaceton

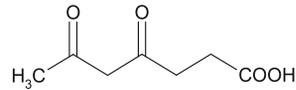
G.F. HOFFMANN, C.-D. LANGHANS, A. SCHULZE

Synonym(e). 4,6-Dioxo-Heptensäure

Englischer Begriff. succinylacetone

Definition. Dioxocarbonsäure tritt als pathologischer Metabolit im Stoffwechsel der aromatischen Aminosäure **Tyrosin** auf.

Struktur. C₇H₁₀O₄ (► Abb. 1)



Succinylaceton. Abb. 1. Strukturformel

Molmasse. 158,16 g

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Das Transaminierungsprodukt des **Tyrosins**, 4-Hydroxyphenylbrenztraubensäure, wird durch die 4-Hydroxyphenylpyruvat Dioxigenase zu Homogentisinsäure oxidativ decarboxyliert.

Im weiteren Verlauf des Abbauewegs wird durch die Homogentisat Dioxigenase Maleylacetessigsäure und weiter Fumarylacetessigsäure gebildet. Diese wird durch die Fumarylacetoacetase zu **Fumarsäure** und Acetessigsäure (**Acetoacetat**) gespalten. Ein Defekt der Fumarylacetoacetase resultiert in einer Akkumulation von Fumarylacetessigsäure und Maleylacetessigsäure, die in einer Sekundärreaktion Succinylacetessigsäure bilden. Letzteres wird zu Succinylaceton decarboxyliert.

Succinylaceton verteilt sich in allen Körperflüssigkeiten und wird renal effizient ausgeschieden.

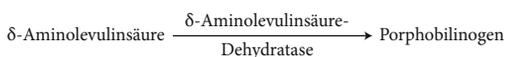
Funktion und Pathophysiologie. Succinylaceton entsteht im Abbau von Tyrosin und hat keine bekannte physiologische Funktion. Es ist ein potenter Inhibitor der 4-Hydroxyphenylpyruvat Dioxigenase wie auch der **δ-Aminolävulinat Dehydratase**. Durch die Beeinträchtigung der Häm-Synthese kommt es zu einem Anstieg von **δ-Aminolävulinat** (**Porphyrie**) mit konsekutiver Porphyrie und neurologischen Krisen.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Urin, in Ausnahmefällen Liquor, Plasma oder Trockenblut

Analytik.

– Flüssig-Flüssig-Extraktion im sauren Medium mittels Ethylacetat oder Diethylether nach vorangegangener Oximierung mit Pentafluorbenzylhydroxylamin (PFBHA)

- **Gaschromatographie-Massenspektrometrie** als Di-Pentafluorbenzoyloxim-Trimethylsilylester
 - Retentionsindex RI: 2431, 2457, 2472, 2485
 - M+ (m/z): 620
 - Quant Ion (m/z): 181
 - Conf. Ion (m/z): 620
- Enzymatisch: Der semiquantitative Bloodspot-Test basiert auf der Inhibition der δ -Aminolävulinat Dehydratase durch Succinylaceton
 - Prinzip: Endpunkt-Bestimmung der δ -Aminolevulinäure-Dehydratase Aktivität.
 - Reaktion:



- Detektion (es wird photometrisch die Absorption bei 550 nm gemessen):



- Nachweisgrenze: 0,3 $\mu\text{mol/L}$

Internationale Einheit. mmol/mol Kreatinin (Urin)
 $\mu\text{mol/L}$ (Plasma, Liquor)

Referenzbereich — Kinder. < 0,1 mmol/mol Kreatinin
Pathologischer Bereich: 0,5–1000 mmol/mol Kreatinin

Indikation. Akute oder chronische Hepatopathie bis Leberversagen im Säuglings- oder Kleinkindesalter, chronische Gedeihstörungen

Interpretation. Erhöhte Konzentrationen von Succinylaceton sind beweisend für eine Tyrosinämie Typ I, auch wenn Tyrosin selbst und andere charakteristische Metabolite wie erhöhtes ► **Methionin**, 4-Hydroxyphenylbrenztraubensäure und ihre Derivate 4-Hydroxyphenylmilchsäure und 4-Hydroxyphenyllessigsäure oder δ -Aminolävulinäure normwertig wären. Diese Metabolite sollten mit untersucht werden und eine Bestätigungsdiagnostik in Fibroblasten initiiert werden.

Diagnostische Wertigkeit. Der Nachweis von Succinylaceton ist beweisend für eine Tyrosinämie Typ I, eine Stoffwechselstörung, deren Ursache ein Defekt der Fumarylacetoacetase ist. Daneben werden vermehrt auch 4-Hydroxyphenylbrenztraubensäure, 4-Hydroxyphenylmilchsäure und 4-Hydroxyphenyllessigsäure ausgeschieden. Einige Patienten scheiden nur sehr geringe Mengen Succinylaceton aus. In diesem Fall muss Succinylaceton mittels der spezifischen Stablen-Isotopen Verdünnungsanalyse (► **Isotopenverdünnung**) exakt quantifiziert und die Diagnose durch die Bestimmung der Fumarylacetoacetase Aktivität in Leukozyten oder Fibroblasten bestätigt werden.

Literatur. Blau N, Duran M, Blaskovics ME, Gibson KM (eds) (2003) Physician's Guide to the Laboratory Diagnosis of Metabolic Diseases 2nd edn. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
Schulze A, Frommhold D, Hoffmann GF, Mayatepek E (2001) Spectrophotometric Microassay for δ -Aminolevulinat Dehydratase in Dried-Blood Spots as Confirmation for Hereditary Tyrosinemia Type I. Clin Chem 8:1424–1429

Suchfunktion

O. COLHOUN

Englischer Begriff. search function

Definition. Funktionalität des Labor-EDV-Systems für die Suche von Befunden oder Patienten

Die Suchmaske für die Befundauskunft im ► **Labor-EDV-System** benötigt folgende Funktionen: Es kann - auch in eingegrenzten Zeitintervallen - nach Patienten, Auftragsnummern, Auftragsdatum, Patientengeburtsdatum, Messgröße, Laborbereich und/oder Einsender gesucht werden. Darauf erscheint eine Auswahlliste der in Frage

kommenden Patienten, chronologisch nach deren Aufenthalt sortiert, aktuellste zuerst.

Hier soll die Befundanzeige noch weiter eingrenzbar sein: **für jede definierte Befundart** (Klinische Chemie, Hämatologie, Speziallabor/Serologie, Bakteriologie, Blutbank, Konservenstatus, Blutzucker, etc.)

zeitliche Eingrenzung der Befunddarstellung

Als Vorgabe sollen alle Bereiche angewählt und keine zeitliche Eingrenzung vorgenommen sein,

Eingrenzung auf einen Analyten

Hierauf sollen die Befunde direkt kumuliert einsehbar sein, aktuellste Aufträge zuerst. Dieser Kumulativbefund soll vor- und zurückblättern und direkt ausdrückbar sein.

Suchzellen

- **Antikörpersuchtest**

Sucrase-Isomaltase

- **Saccharase-Isomaltase**

Sudan-Schwarz

H. BAUM

Englischer Begriff. sudan black

Definition. Lipophiler Farbstoff, der irreversibel an granuläre Komponenten in neutrophilen und eosinophilen Granulozyten bindet

► **Sudan-Schwarz** ist ein lipophiler Farbstoff, der spezifisch die Granula in den myeloischen Vorläuferzellen sowie den reifen neutrophilen und eosinophilen ► **Granulozyten** anfärbt. Sudan-Schwarz kann alternativ zur ► **Myeloperoxidase-Färbung** in der Diagnostik der akuten myeloischen Leukämien verwendet werden. Dabei zeigen beide zytochemische Methoden die gleichen Ergebnisse.

Literatur. Swirsky D, Bain BJ (2001) Erythrocyte and leucocyte cytochemistry - leukaemia classification. In: Lewis SM, Bain BJ, Bates I (eds) Dacie and Lewis Practical Haematology. 9th edn. Churchill Livingstone, London, pp 279–280

Sudor

- **Schweiß**

Sugar

T. ARNTD

Definition. Straßename/Deckname für Heroin (► **Straßennamen von Drogen: Opiate**).

Sulfatstoffwechsel-Test, radioaktiv

G.F. HOFFMANN, C.-D. LANGHANS, A. SCHULZE

Englischer Begriff. [³⁵S]-sulphate accumulation by cultured human skin fibroblasts

Definition. Untersuchung des Einbaus von radioaktiv markiertem Sulfat in kultivierte Fibroblasten über einen Zeitraum von 72 h und anschließende Untersuchung des Abbaus des eingebauten radioaktiv markierten Sulfats innerhalb von 24 h.

Durchführung. Fibroblasten werden 4 Tage vor Zugabe des radioaktiv markierten Sulfats in Sulfat-freiem Medium kultiviert. Die Zugabe des radioaktiv markierten Sulfats entspricht dem Zeitpunkt 0 h für den Sulfat-Einbau. Der Einbau von radioaktiv markiertem Sulfat wird nach 24, 48 und 72 h gemessen. Nach 72 h wird das radioaktiv markierte Sulfat enthaltende Medium entfernt und durch nicht radioaktives Sulfat-haltiges Medium ersetzt. Dieser Zeitpunkt entspricht dem Zeitpunkt 0 h für den Sulfatabbau. Der Abbau von radioaktiv markiertem Sulfat wird nach 6 und 24 h gemessen. Bei diesem Funkti-

onstest müssen immer eine Normalkontrolle und eine pathologische Kontrolle neben den Patientenproben mit untersucht werden.

Funktion und Pathophysiologie. Ein Charakteristikum von Mukopolysaccharidosen ist die abnorme Speicherung bestimmter ▶ **Glykosaminoglykane**, die eine unterschiedliche Anzahl von Sulfatgruppen tragen. Liegt eine Mukopolysaccharidose vor, so kann dies durch die abnorme Speicherung von radioaktiv markiertem Sulfat, das in die Glykosaminoglykane eingebaut wird, nachgewiesen werden.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Haut-Fibroblasten Zunächst wird eine Hautstanze entnommen, aus der die Haut-Fibroblasten angezüchtet werden.

Probenstabilität. [³⁵S]-Sulfat muss für jeden Test gekauft und frisch angesetzt werden.

Präanalytik. Vor der Durchführung des Sulfatstoffwechsel-Tests muss eine Kontamination der Fibroblasten durch Bakterien, Pilze und Mykoplasmen ausgeschlossen werden.

Analytik. Flüssig-Szintillationsmessung (▶ **Szintillator**) von radioaktiv markiertem Sulfat, das in die Lysosomen eingebaut wurde.

Referenzbereich — Erwachsene. Es muss innerhalb eines Tests immer auf die mitlaufende Normalkontrolle und die mitlaufende pathologische Kontrolle bezogen werden.

Referenzbereich — Kinder. Es muss innerhalb eines Tests immer auf die mitlaufende Normalkontrolle und die mitlaufende pathologische Kontrolle bezogen werden.

Indikation. Bei Verdacht auf Vorliegen einer lysosomalen Speichererkrankung. Heute hat der Test aufgrund seiner geringen diagnostischen Aussagekraft nur noch historische Bedeutung und wurde durch die Bestimmung einzelner Enzymaktivitäten abgelöst, deren Auswahl sich nach der klinischen Symptomatik richtet.

Nebenwirkung(en). Es treten keine Nebenwirkungen durch diesen Test auf, da dieser Test in vitro erfolgt.

Nebenwirkungen können indirekt durch die Entnahme der Hautstanze auftreten, die zur Kultivierung der für den Test benötigten Fibroblasten durchgeführt werden muss.

Interpretation. Der Sulfatstoffwechsel-Test kann auch schwach positiv bei anderen lysosomalen Speichererkrankungen sein. Es kann auch ein falsch negatives Ergebnis erhalten werden, insbesondere bei Vorliegen eines Sanfilippo (MPS IIIA-D).

Diagnostische Wertigkeit. Screening-Test auf abnorme Aufnahme und verminderten Abbau sulfathaltiger Substanzen bei Verdacht auf Vorliegen einer Mukopolysaccharidose; eine Zuordnung zu einer spezifischen Mukopolysaccharidose ist jedoch nicht möglich. Daher reicht dieser Test alleine nicht zur Diagnosedstellung aus.

Literatur. Magrini U, Fraccaro M, Tiepolo L et al (1968) Mucopolysaccharidoses; autoradiographic study of sulphate-³⁵S uptake by cultured fibroblasts. *Ann Hum Genet* 31(3):231–236

Sulfhämoglobin

H. BAUM

Synonym(e). Verdogloblin; S-Hb

Englischer Begriff. sulfhemoglobin

Definition. Schwefelhaltiges, grünliches Hämoglobinderivat

ⓘ Sulfhämoglobin entsteht aus ▶ **Hämoglobin** durch irreversible Bindung eines Schwefelatoms in den ▶ **Porphyrinring** des Häms. Dadurch kann das Sulfhämoglobin keinen Sauerstoff mehr transportieren. Die gleichzeitige Verbesserung der Sauerstoffabgabe an das Gewebe durch eine Rechtsverschiebung der Sauerstoffbindungskurve mildert allerdings die klinische Symptomatik. Die Bildung von Sulfhämoglobin kann erfolgen bei gleichzeitigem Vorhandensein eines oxidativen Zustandes und einer Schwefelquel-

le. Dabei kommen vor allem Arzneimittel als Schwefelquelle in Frage (z. B. Sulfonamide, Phenacetin, Dapsone). Sulfhämoglobin ist sehr stabil und wird erst mit dem Erythrozytenuntergang freigesetzt und abgebaut.

Bestimmung von Sulfhämoglobin mit ▶ **Oximetrie**.

Referenzbereich: < 1 % des Gesamthämoglobins.

Literatur. Lu HC, Shih RD, Marcus S et al (1998) Pseudomethemoglobinemia. A case report and review of sulfhemoglobinemia. *Arch Pediatr Adolesc Med* 152:803–805

Tietz NW (ed.) (2006) *Clinical Guide to Laboratory Tests*. W. B. Saunders, Philadelphia

Sulfosalizylsäure-Test

W.G. GUDER

Synonym(e). Eiweißprobe im Urin

Englischer Begriff. sulfosalicylic acid method

Definition. Heute obsoleter Test zum Nachweis von Protein (Albumin) im Urin

ⓘ Der Sulfosalizylsäure-Test wurde als qualitatives Nachweisverfahren von Protein im Urin neben anderen Säure-Fällungsmethoden und Kochproben eingeführt und hatte gegenüber diesen den Vorteil, dass man keine Erhitzung benötigte, das Ergebnis sofort ablesbar war und auch ▶ **Bence-Jones-Proteine** damit erfasst werden konnten. Dem Urin wird dabei tropfenweise 10- bis 20-%ige Sulfosalizylsäure zugesetzt. Bei erhöhten Proteinmengen (positiv ab 150 mg/L Albumin; empfindlicher als der später eingeführte ▶ **Teststreifen** mit dem Prinzip der pH-Verschiebung eines Indikators) wurde eine quantitative Methode abgeschlossen. Henry entwickelte eine semiquantitative Methode auf dieser Basis, die aber durch die ▶ **Biuretmethode** als quantitativem Verfahren verdrängt wurde. Heute hat dieses Verfahren keine Bedeutung mehr, da sensitivere und spezifischere Methoden für ▶ **Albumin im Urin** entwickelt worden sind.

Literatur. Hallmann L (1980) *Klinische Chemie und Mikroskopie*. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart
Henry RJ, Sobel C, Segalove M (1956) Turbidometric determination of proteins with sulfosalicylic and trichloroacetic acids. *Proc Soc Exp Biol Med* 92:748

Sulkowitsch-Test

A.M. GRESSNER

Synonym(e). Sulkowitsch-Probe; Calciumreaktion nach Sulkowitsch

Englischer Begriff. Sulkowitsch's test

Definition. Heute obsolete, semiquantitative Bestimmung von Calcium im Urin (▶ **Calciumausscheidung**)

ⓘ Die mit einigen Tropfen Essigsäure angesäuerte, klare (ggf. zu filtrierende) Urinprobe zeigt ~3 min nach Mischung im Verhältnis 1:1 mit Sulkowitsch-Reagenz (Essigsäure-gepufferte Oxalatlösung) im Normalfall eine langsam zunehmende, feine, weißliche Trübung. Bei erhöhter Calciumkonzentration tritt schnell eine milchige bis flockige Trübung auf. Die Stärke der Präzipitation kann semiquantitativ ausgewertet werden. Die obsolete Methode [Barney (1937)] ist heute durch die quantitative Bestimmung von ▶ **Calcium** im (Sammel-) Urin ersetzt.

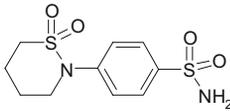
Literatur. Barney JD, Sulkowitch HW (1937) *Progress in Management of Urinary Calculi*, J. Urol. 37:746–762
Hallmann L (1980) *Klinische Chemie und Mikroskopie*. 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York

Sultiam

W.-R. KÜLPMANN, CHR. VIDAL

Englischer Begriff. sultiam; sulthiam

Definition. Antiepileptikum; Antikonvulsivum (► Abb. 1)



Sultiam. Abb. 1. Strukturformel

Molmasse. 290,36 g

Synthese-Verteilung-Abbau-Elimination. Nach oraler Gabe wird Sultiam rasch und vollständig resorbiert. Die Proteinbindung beträgt etwa 30 %. Die Ausscheidung erfolgt zu 80–90 % renal, zu 10–20 % biliär.

Halbwertszeit. 3–30 h

Pathophysiologie. Sultiam wird eingesetzt zur Behandlung der Rolando-Epilepsie, wenn die Behandlung mit anderen Antiepileptika erfolglos war. Als häufige Nebenwirkungen der Sultiamgabe sind Magenbeschwerden beschrieben. Sultiam besitzt eine geringe Toxizität, so dass Überdosierungen von 4–5 g Sultiam überlebt wurden. Ein Todesfall wurde beobachtet nach Einnahme von 20 g Sultiam in suizidaler Absicht.

Untersuchungsmaterial-Entnahmebedingungen. Serum (S), Plasma (P), Urin.

Analytik. ► Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie, ► GC-MS, ► LC-MS/MS

Indikation. Therapeutisches Drug Monitoring, Verdacht auf Intoxikation

Interpretation. Therapeutischer Bereich (S, P): 0,5–12,5 mg/L; toxisch: > 12–15 mg/L; komatös-letal: > 20–25 mg/L.

Literatur. Schulz M, Schmoldt A. (2003) Therapeutic and Toxic Blood Concentrations of More Than 800 Drugs and Other Xenobiotics. Pharmazie 58:447–474

Rote Liste (2008) Ospolot®. In: FachInfo-Service, Rote Liste Service GmbH, Berlin

Surface Enhanced Laser/Desorption Ionization Time of Flight Massenspektrometrie

► SELDI-TOF

Surfaktantfaktoren

H. FIEDLER

Synonym(e). Antiatelektasfaktor (B); Surfactantproteine (SP)

Englischer Begriff. pulmonary surfactant factor B

Definition. Surfactant ist ein Oberflächen-aktiver Lipoproteinkomplex, der in Pneumozyten II aus Phospholipiden und Proteinen im Verhältnis 10:1 gebildet und zunächst in den Lamellarkörperchen gespeichert wird.

i Surfactant besteht zu 90 % aus Lipiden, davon zur Hälfte aus Dipalmitoylphosphatidylcholin und zu ~10 % aus Phosphatidylglycerinmolekülen. Die Proteine (total ~10 %) setzen sich zusammen aus Plasmaproteinen (~50 %), den hydrophoben Surfactantproteinen B (SP B, 9 kDa) und C (SP C) sowie SP A und SP D, die immunologische und regulatorische Funktionen besitzen. Surfactant senkt den Eröffnungsdruck kleiner Alveolen, erhöht die Lungen-Compliance und verhindert den Alveolenkollaps am Ende der Ausatmung sowie die Bildung hyaliner Membranen.

Die Surfactantbildung beginnt ab der 28. Schwangerschaftswoche (SSW) und ist erst in der 34./35. SSW ausreichend. Ohne Surfactant fallen z. B. bei Frühgeburten die Alveolen zusammen, es kommt zum „newborn respiratory distress syndrome“ (Prävalenz ~50 % in 28.–33. SSW). Schädigung oder erhöhten Verbrauch von Surfactant findet man bei Diabetes der Mutter, bei Infektionen und Sepsis (auch bei

Erwachsenen) und Langzeitanwendung hoher Sauerstoffkonzentrationen (Lorrain-Smith-Effekt bei Tauchern und hyperbarer Sauerstofftherapie). Beim adulten Atemnotsyndrom (ARDS) wird außerdem Surfactant durch Proteine im Alveolarraum inaktiviert bzw. in Fibrin und hyaline Membranen eingeschlossen. Mutationen können zu einer intrazellulären SP B-Defizienz führen, wodurch die Reifung von SP C verhindert wird und die aberranten SP-Formen in den Alveolen abgelagert werden.

Die Lungenreife der Feten kann durch Messung von Surfactant im zentrifugierten (2 min bei 400 g) ► Fruchtwasser geprüft werden:

- Schaumtest (obsolet)
- ► Lecithin/Sphingomyelin-Verhältnis nach Dünnschichtchromatographie und Densitometrie
- FLM-II-Test: Der FLM-II-Test (FLM = fetal lung maturity) prüft die Bindung eines synthetischen Fluoreszenzfarbstoffs an Albumin und Surfactant mittels der Fluoreszenz-Polarisation (Albumin hoch, Surfactant niedrig). Berechnet wird die Surfactant-Albumin-Ratio. Lungenreife ist wahrscheinlich bei > 50 mg Surfactant/g Albumin.
- Amniostat-FLM prüft das Vorkommen von Phosphatidylglyzerin
- Zählung der Lamellarkörperchen

Bei drohender Frühgeburt kann die Surfactantproduktion durch Glukokortikoidgabe angeregt bzw. extrahiertes oder künstlich hergestelltes Surfactant zugeführt werden.

Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz haben einen erhöhten pulmonalen mikrovaskulären Druck, der die alveolokapilläre Schranke schädigt und den Übertritt von Surfactantprotein B ins Blut ermöglicht. Die erhöhten Plasmakonzentrationen geben Hinweise auf den Schweregrad und korrelieren weitgehend mit den

► Pro-NT-Brain-natriuretische-peptide-Konzentrationen und den NYHA-Stadien der Herzinsuffizienz.

Literatur. DePasquale CG, Anolda LF, Doyle IR et al (2004) Plasma surfactant protein B. A novel biomarker in chronic heart failure. Circulation 110:1091–1096

Waner RR (2005) Surfactanttherapie. Grundlage, Diagnostik, Therapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Suspensionsarray

► Mikropartikel-Array

Sutherland, Earl Wilbur

W. HUBL

Lebensdaten. Amerikanischer Mediziner, geboren am 29. November 1915 in Burlingame (Kansas, USA), gestorben am 9. März 1974 in Miami (Florida). Er studierte in Topeka, der Hauptstadt seines Heimatstaates, von 1933 bis 1937 Medizin, promovierte im Jahr 1942 an der Washington University in Saint Louis und wurde 1953 als Professor für Pharmakologie an die Western Reserve University in Cleveland (Ohio) berufen. Von 1963 bis 1973 lehrte Sutherland als Professor für Physiologie an der Vanderbilt University in Nashville (Tennessee) und ging dann an die Universität in Miami.

Verdienste. Sutherland entdeckte im Jahr 1957 das cyclische Adenosinmonophosphat. Er erlangte wissenschaftliche Anerkennung mit seinen Arbeiten über hormongesteuerte Zellaktivitäten. Er entwickelte das Second-Messenger-System, wobei die Wirkung der Hormone von der Zellmembran an den „second messenger“, das cyclische Adenosinmonophosphat, übertragen wird. Sutherland erhielt im Jahr 1971 den Nobelpreis für Physiologie und Medizin für seine Entdeckungen über die Wirkungsmechanismen von Hormonen.

Literatur. Lindsten J (1992) Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1971–1980, World Scientific Publishing Co., Singapore
Raju TN (1999) The Nobel chronicles. 1971: Earl Wilbur Sutherland, Jr. (1915–74). Lancet 11;354(9182):961

Sutter-Antigen

► Kell-Blutgruppensystem

Svedberg, Theodor

T. ARNDT

Lebensdaten. Schwedischer Chemiker, geboren am 30. August 1884 in Valbo, gestorben am 26. Februar 1971 in Kopparberg.

Verdienste. Svedberg begann im Jahr 1904 sein Studium an der Universität Uppsala. Bereits ab 1907 war er an der Universität als Dozent für Chemie tätig. Im Jahr 1912 wurde Svedberg im Fach Physikalische Chemie zum Professor ernannt und ein Jahr später Mitglied der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften.

Er führte vor allem Forschungen über ► **Kolloide** (Lösungen von fein verteilten Makromolekülen, z. B. von Proteinen in Wasser) durch. Dazu konstruierte er ► **Ultrazentrifugen**, mit denen er dann unter anderem die ► **Molekülmassen** von Proteinen bestimmen konnte. Svedberg erhielt für seine Arbeiten über disperse Systeme im Jahr 1926 den Nobelpreis für Chemie. Nach ihm ist die Maßeinheit des Sedimentationskoeffizienten (► **Svedberg-Einheit**) bezeichnet.

Svedberg-Einheit

T. ARNDT

Englischer Begriff. Svedberg unit

Definition. Einheit für den Sedimentationskoeffizienten, d. h. den Quotienten aus der Sedimentationsgeschwindigkeit eines Teilchens und dem Zentrifugalfeld (Winkelgeschwindigkeit² × Radius). Ein Svedberg (S) entspricht 10⁻¹³ Sekunden.

i Der Sedimentationskoeffizient eines Teilchens hängt ab: (a) von der Masse (schwerere Teilchen sedimentieren schneller als leichtere), (b) von der Dichte (dichtere Teilchen sedimentieren schneller als weniger dichte wegen der geringeren Auftriebskraft), (c) der Form (kompakte Teilchen sedimentieren schneller als großräumige wegen des geringeren Reibungskoeffizienten) und (d) von der Dichte der Lösung. Unter Konstanzhaltung der Zentrifugenparameter und Lösungsmittelseigenschaften werden die substanzspezifischen Unterschiede in den Sedimentationskoeffizienten zur Trennung von Substanzgemischen z. B. nach ihrer Masse (z. B. Plasmaproteine) oder Dichte (z. B. Lipoprotein-Subklassen) in einer ► **Ultrazentrifuge** (Beschleunigungen bis zu mehreren Hunderttausend der einfachen Erdbeschleunigung) genutzt.

Literatur. Stryer L. (1990) Biochemie. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg

Swain-Langley-Antigen

► Knops-Blutgruppensystem

Switch

O. COLHOUN

Englischer Begriff. switch

Definition. Typ eines ► **Hubs**, der verschiedene Stationen eines Netzwerks direkt miteinander verbindet.

i Ein Switching Hub ist ein spezieller Hub, der Datenpakete von einem Computer genau an den Zielcomputer weiterleitet.

Sydney-Kriterien

► Sapporo-Kriterien

Synacthen-Test

► ACTH-Test

Synaptophysin

S. HOLDENRIEDER, P. STIEBER

Englischer Begriff. Synaptophysin

Definition. Synaptophysin ist ein in synaptischen Vesikeln neuroendokriner Zellen vorkommendes Membranprotein.

Struktur. Das saure N-glykosylierte 38 kDa schwere Synaptophysin-Protein bindet Calciumionen und eignet sich für die histopathologische Diagnostik von Tumorerkrankungen.

Molmasse. 38 kDa

Indikation. Histopathologische Diagnose von kleinzelligen Bronchialkarzinomen und anderen neuroendokrinen Karzinomen (z. B. APUDome, medulläre Schilddrüsen-Karzinome)

Interpretation. Synaptophysin kommt in synaptischen Vesikeln neuroendokriner Zellen vor. Es eignet sich als immunhistologischer Marker für die Charakterisierung neuroendokrinen Gewebes und wird neben ► **Neuronenspezifischer Enolase** und ► **Pro-Gastrin Releasing Peptide** in der Diagnostik von verschiedenen neuroendokrinen Tumoren und dem kleinzelligen Bronchialkarzinom eingesetzt. Die Bestimmung von Synaptophysin im Serum oder Plasma wird zur Tumordiagnostik nicht durchgeführt.

Literatur. Fallert-Müller A (2000) Lexikon der Biochemie. Spektrum-Verlag, Heidelberg

Syndecane

H.-D. HAUBECK

Synonym(e). Fibroglycan; Ryudocan; Amphiglycan

Englischer Begriff. syndecans

Definition. Syndecane bilden eine Familie von Zellmembran-assoziierten Heparansulfat-Proteoglykanen, die durch eine Transmembran-Domäne in der Zellmembran verankert sind.

i Heparansulfat-Proteoglykane, d. h. neben den Glypicanen vor allem die Syndecane, werden auf der Zelloberfläche der meisten Körperzellen in hoher Dichte exprimiert (z. B. auf Endothelzellen bis zu 100.000 Moleküle/Zelle). Über spezifische Domänen der Heparansulfat-Ketten binden sie zahlreiche Liganden und wirken für viele dieser Liganden als Corezeptor, z. B. bei der Bindung von FGF-2 an den hochaffinen FGF-Rezeptor-1. Neben Cytokinen und Wachstumsfaktoren (u. a. EGF, FGFs, IGF-II, PDGF, TGF-β, IL-2, IL-3, IL-4, GM-CSF, Interferon-γ, TNF-α) binden Heparansulfat-Proteoglykane auch Wachstumsfaktor-Bindungs-Proteine (z. B. IGF-BP-3), Chemokine, anti-angiogene Faktoren (Angiostatin, Endostatin), Proteine der Extrazellulär-Matrix (z. B. ► **Kollagene**, ► **Laminine**, ► **Thrombospondin**, ► **Vitronectin**, ► **Fibronectin**, ► **Tenascine**), Lipoprotein-Lipase, Proteinase (Neutrophilen-Elastase, Cathepsin-G) und Gerinnungsfaktoren (z. B. Gewebsplasminogen-Aktivator, Plasminogen-Aktivator-Inhibitor, Thrombin, Antithrombin-III). Dementsprechend besitzen die Syndecane (und ► **Glypicane**) vielfältige Funktionen, z. B. trägt die Bindung von Antithrombin-III über Heparansulfat-Proteoglykane an die Oberfläche von Endothelzellen entscheidend zur gerinnungshemmenden Eigenschaft der normalen Endothelzelloberfläche bei. Aus den spezifischen Interaktionen mit den genannten Liganden ergeben sich viele weitere Funktionen der Zelloberflächen-Heparansulfat-Proteoglykane, u. a. in der Morphogenese während der Embryonalentwicklung, der Angiogenese, der Gerinnung und der Wundheilung.

Die Mitglieder der Syndecan-Familie sind strukturell verwandt und aus einem gemeinsamen Vorläufermolekül durch Genduplikation entstanden. Die Grundstruktur der Syndecane besteht jeweils aus einem Core-Protein und den kovalent gebundenen Heparansulfat-Ketten. Die Größe der Core-Proteine beträgt 69/82 kDa für Syndecan-1, 48 kDa für Syndecan-2, 125 kDa für Syndecan-3 und 35 kDa für Syndecan-4. Die verschiedenen Syndecane zeigen eine unterschiedliche Expression während der einzelnen Entwicklungsstadien aber auch in verschiedenen Zelltypen des Organismus (z. B. Syndecan-3 bevorzugt im Nervensystem), aber auch innerhalb einer Zelle, z. B. wird Syndecan-1 überwiegend auf der basolateralen Oberfläche von Epithelzellen exprimiert und Syndecan-4 in Zelladhäsions-Domänen („focal adhesions“). Charakteristisch ist für alle Syndecane die Existenz einer

Proteinase-Schnittstelle in der Ektodomäne nahe der Zelloberfläche, über die lösliche Formen der Syndecane gebildet werden können (Shedding). Im Gegensatz zu den Membran-gebundenen Formen, die als Corezeptoren für viele Zytokine und Wachstumsfaktoren wirken, sind diese löslichen Formen häufig inhibitorisch.

Für die Messung der Serumkonzentration der löslichen Syndecane steht aktuell nur für Syndecan-1 ein kommerzieller Immunoassay zur Verfügung.

Literatur. Bernfield M, Götte M, Park PW et al (1999) Functions of cell surface heparan sulfate proteoglycans. *Annu Rev Biochem* 68:720–777

Kramer KL, Yost HJ (2003) Heparan sulfate core proteins in cell signaling. *Annu Rev Genet* 37:461–484

Synkaryonten

► Hybridom

Synovia-Analyse

H.-D. HAUBECK

Synonym(e). Analyse der Synovialflüssigkeit

Englischer Begriff. analysis of synovial fluid (SF)

Definition. Ziel der Analyse der Synovialflüssigkeit ist die Differenzialdiagnose entzündlicher und degenerativer Gelenkerkrankungen.

Die Analyse der Synovialflüssigkeit (SF) ist für die Diagnose und Differenzialdiagnose der verschiedenen Gelenkerkrankungen sinnvoll (► Tab. 1). Bei den Kristall-induzierten Gelenkerkrankungen wie Gicht und Pseudogicht, aber auch bei der septischen Arthritis erlaubt sie die direkte Diagnose. Bei chronisch-entzündlichen und degenerativen Gelenkerkrankungen gibt die Analyse der SF zusätzliche differenzialdiagnostische Hinweise.

Die Analyse der SF umfasst eine Reihe von Basisuntersuchungen und

Synovia-Analyse. Tab. 1. Diagnose und Differenzialdiagnosen entzündlicher und degenerativer Gelenkerkrankungen

	Farbe	Trübung	Viskosität (mPas)	Zellzahl (n/L)	Anteil an Granulozyten (%)	Kristalle	Gesamtprotein (g/L)	Harnsäure (mg/dL)	Bakterien-nachweis
normale Synovialflüssigkeit	strohgelb	klar	30–80	< 200	< 10	–	< 20	< 7	–
nichtentzündliche Gelenkerkrankungen									
Trauma	strohgelb, evt. blutig	klar/leicht getrübt	> 30	< 2000	< 10	–	20–30	< 7	–
Arthrose	strohgelb	klar	> 30	< 2000	< 10	–/Ca-Phosphat	20–30	< 7	–
entzündliche Gelenkerkrankungen									
rheumatoide Arthritis	gelbgrün	trüb	< 20	5000–50000	> 75	–/Ca-Phosphat	40–60	< 7	–
rheumatisches Fieber	gelblich	trüb	< 30	> 5000	~50	–	30–40	< 7	–
Arthritis urica	gelblich	trüb	< 30	> 5000	> 75	Urat	30–50	> 7	–
Chondrokalzinose	gelblich	trüb	< 30	1000–5000	> 50	Ca-Pyrophosphat	30–40	< 7	–
Kollagenose (Lupus erythematoses, Sklerodermie etc.)	strohgelb	leicht getrübt	< 30	5000–10000	< 50*	–/Ca-Phosphat	30–40	< 7	–
M. Bechterew	gelb	klar/leicht getrübt	< 30	1000–5000	~50	–	30–40	< 7	–
Psoriasis-Arthritis	gelbgrün	trüb	< 30	> 5000	60–80*	–	30–50	< 7	–
aktivierte Arthrose (Osteoarthritis)	gelb	leicht getrübt	< 30	1000–5000	< 50	–/Ca-Phosphat	30–40	< 7	–
reaktive bzw. postinfektiöse Arthritis (Yersinia, Chlamydia, etc.)	gelblich	leicht getrübt	< 30	1000–5000	< 50	–	20–40	< 7	–
septische Arthritis	graugelb/evt. blutig	trüb	< 20	> 20000	> 90	–/Ca-Phosphat	40–60	< 7	+

*evt. LE-Zell-Phänomen

darüberhinaus ein Spektrum von klinisch-chemischen, serologischen und immunologischen Zusatzuntersuchungen. Für die meisten Untersuchungen ist, aufgrund der hohen Viskosität, eine Vorbehandlung der SF mit Hyaluronidase notwendig.

Zu den Basisparametern gehört:

- Die Beurteilung des Aussehens und der Menge der SF. Normale Synovialflüssigkeit ist klar und hellgelb bis strohgelb. Bei entzündlichen Erkrankungen wird die Farbe der SF grünlich-grau und, in Abhängigkeit von der Zellzahl, trübe. Das Volumen der SF im normalen Kniegelenk beträgt ~3,5 mL.
- Die Bestimmung der Gesamtzellzahl und ihre Differenzierung (Granulozyten, Monozyten, Lymphozyten). In der normalen SF und bei degenerativen Gelenkerkrankungen ist die Zellzahl niedrig ($< 200/\mu\text{L}$) und es werden überwiegend kleine Lymphozyten gefunden. Bei entzündlichen Gelenkerkrankungen werden deutlich höhere Zellzahlen und ein hoher Anteil an Granulozyten gefunden: z. B. rheumatoide Arthritis 5000–50000/ μL , Gichtarthritis $> 5000/\mu\text{L}$. Die Osteoarthritis („aktivierte Arthrose“) zeigt in der Regel leicht erhöhte Zellzahlen (1000–5000/ μL).
- Die quantitative Bestimmung der Viskosität (Viskosimeter), die bei entzündlichen Prozessen in der Regel deutlich erniedrigt ist.
- Bakteriologische Untersuchungen (Grampräparat, Kulturen) zum Ausschluss oder Nachweis einer septischen Arthritis.
- Die polarisationsmikroskopische Untersuchung zum Nachweis von Mononatriumurat-Kristallen (Gicht) und Calciumpyrophosphat-dihydrat-Kristallen (Pseudogicht bzw. Chondrocalcinose).

Neben diesen Basisuntersuchungen können noch eine Reihe von ergänzenden Untersuchungen durchgeführt werden:

- Bestimmung des Gesamtprotein-Gehalts der SF. In der normalen SF liegt die Konzentration des Proteins $< 20 \text{ g/L}$. Bei entzündlichen Gelenkerkrankungen kommt es infolge der gestörten Blut-Synovia-Schranke zu einem deutlichen Anstieg der Gesamtprotein-Konzentration.
- Als Maß für die Entzündungsaktivität können darüberhinaus noch Laktat, Glukose und die LDH bestimmt werden.
- Rheumafaktoren, weitere Autoantikörper und Zytokine. Die Bestimmung des Rheumafaktors in der SF ist nur sinnvoll bei Verdacht auf eine seronegative rheumatoide Arthritis. Die Bestimmung weiterer Autoantikörper und Zytokine in der SF ist für die Diagnose und Differenzialdiagnose der Gelenkerkrankungen von begrenztem Wert.

Literatur. Swan A, Amer H, Dieppe P (2002) The value of synovial fluid assays in the diagnosis of joint disease: a literature survey. *Ann Rheum Dis* 61:493–498

Schumacher HR Jr (1993) Synovial fluid analysis and Synovial biopsy. In: Kelley WN, Harris ED Jr, Ruddy S et al (eds) *Textbook of rheumatology*. 4th edn. WB Saunders, Philadelphia, S 541–561

Synthesizer

R. WEISKIRCHEN

Englischer Begriff. synthesizer

Definition. Laborjargon für ein Gerät, das die chemische Synthese von ▶ **Oligonukleotiden** (DNA-Synthesizer) oder eines ▶ **Peptides** (Peptid-Synthesizer) erlaubt

Synthetisches Kokain

▶ Ketamin

System

W.-R. KÜLPMANN

Englischer Begriff. system

Definition. Abgegrenztes Teil oder Phänomen des wahrnehmbaren oder vorstellbaren Universums, materiell oder immateriell, das als bestehend aus zusammengehörigen Elementen oder Beziehungen aufgefasst werden kann.

❗ Beispiele für Systeme: Eine Uhr, ein Messgerät, eine Urinportion

Literatur. Dybkaer R (1997) Vocabulary for use in measurement procedures and description of reference materials in laboratory medicine. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 35:141–173

Systematische Abweichung, Systematische Messabweichung

▶ Messabweichung, systematische; ▶ Fehler, systematischer

Systematischer Fehler

▶ Fehler, systematischer

Système International d'Unités

▶ SI-Einheiten

Systemkonfiguration

O. COLHOUN

Englischer Begriff. system configuration

Definition. Anpassung eines installierten (Standard-) ▶ **Labor-EDV-Systems** an das medizinische Labor und seine Arbeitsweise

❗ Neben der reinen Hardwarekonfiguration (Installation auf der Hardwareplattform des Laboratoriums, Einbindung in bestehende Netzwerke, Einrichtung der Serverfunktionalität für die ▶ **Clients** im Labor, Einrichtung der Onlines etc.) ist vor allem die Anpassung an die Arbeitsabläufe und Analytik des Laboratoriums mittels Anlage der ▶ **Stammdaten** von Bedeutung.

Systemstatus

O. COLHOUN

Englischer Begriff. system status

Definition. Abfragefunktion zum aktuellen Betriebszustand des Labor-EDV-Systems

❗ Hierbei kann eine Vielzahl von Parametern eingesehen werden, die Auskunft über den Betriebszustand (Hardwareauslastung, Anzahl und Übersicht aktiver User, Anzahl und Übersicht angeschlossener Online-Geräte, Speicherbelegung, Systemnutzungsgrad – auch nach Usern aufgeschlüsselt –, aufgelaufene und aktuelle Fehlermeldungen, Stand der Datensicherung) des ▶ **Labor-EDV-Systems** geben.

Szasz-Quotient

A.M. GRESSNER

Synonym(e). CK/AST-Quotient; CK/GOT-Verhältnis

Englischer Begriff. Szasz-ratio; CK/AST-ratio

Definition. Verhältnis der Enzymaktivitäten im Serum von ▶ **Kreatinkinase** (CK) und ▶ **Aspartat-Aminotransaminase** (GOT, AST) unterstützt bei einer Entscheidungsgrenze (Trennwert) von 9 (10) die Differenzialdiagnose von Herzmuskel- gegenüber Skelettmuskelschädigungen.

❗ Der von G. Szasz und E.W. Busch vor ca. 40 Jahren entwickelte Quotient aus den Aktivitäten von Gesamt-CK und GOT (AST) trennt bei einem Diskriminationswert von 9 bzw. 10 myokardiale Schädigungen (Infarkte, Entzündungen), Mittelwert 4,6 (▶ **Mittelwert, arithmetischer**); Bereich 2,2–9,67, von Skelettmuskelschädigungen, Mittelwert 19,9; Bereich 9,09–49,1. Für den Quotienten wird eine diagnostische Treffsicherheit von über 90 % (▶ **Sensitivität, diagnostische**) angegeben, wenn die CK über 160 U/L beträgt und GOT (AST)-Erhöhungen durch Lebererkrankungen auszuschließen sind. Von anderen Autoren wird ein Diskriminationswert von 10 angegeben. Der

Quotient hat nach Einführung von ▶ Troponin T und ▶ Troponin I sowie Isoenzym CK-MB seine Bedeutung weitgehend verloren.

Literatur. Schmidt E, Schmidt FW, Chemnitz G; Kubale R, Lobers J (1980) The Szasz-ratio (CK/GOT) as example for the diagnostic significance of enzyme ratios in serum. *Klin Wochenschr* 58:709–718

Szenenamen, von Drogen

▶ Straßennamen von Drogen

Szent-Györgyi von Nagrapolt, Albert

A.M. GRESSNER

Lebensdaten. Ungarischer Mediziner, geboren am 16. September 1893 in Budapest, gestorben am 22. Oktober 1986 in Woods Hole, Massachusetts.

Verdienste. Studium der Humanmedizin ab 1911 in Budapest mit anschließender wissenschaftlicher Tätigkeit in Pharmakologie, Physiologie und Biochemie an verschiedenen europäischen (Prag, Berlin, Hamburg, Leiden, Groningen, Szeged, Budapest u. a.) und amerikanischen Universitäten (Cambridge, Rochester). Seine wissenschaftlichen Verdienste liegen besonders in der Erforschung biologischer Verbrennungsprozesse, Bioenergetik, Ascorbinsäure und ▶ Vitamin C sowie ▶ Fumarsäure und ▶ Flavine. Szent-Györgyi von Nagrapolt erhielt im Jahr 1937 den Nobelpreis für Medizin. Er stellte die Identität von Vitamin C und Ascorbinsäure fest und erkannte ihre antioxidative und Skorbut-verhindernde Wirkung.

Szent-Györgyi-Formel

▶ Szent-Györgyi-Quotient

Szent-Györgyi-Quotient

O. MÜLLER-PLATHE

Synonym(e). Szent-Györgyi-Formel; S-G-Qu

Englischer Begriff. Szent-Györgyi-Ratio

i Der nach dem ungarischen Arzt und Biochemiker Albert ▶ Szent-Györgyi von Nagrapolt benannte Elektrolyt-Quotient dient der Zustandsbeschreibung der neuromuskulären Erregbarkeit:

$$\text{S-G-Qu} = \frac{[\text{K}^+] \times [\text{HCO}_3^-] \times [\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{Mg}^{2+}] \times [\text{H}^+]}$$

Eine Erhöhung des Quotienten durch Alkalose, Hyperkaliämie oder Hypocalzämie, Hypomagnesiämie zeigt eine Steigerung der neuromuskulären Erregbarkeit mit Neigung zur Tetanie an. Eine Abnahme weist entsprechend auf eine Untererregbarkeit mit Lähmungsneigungen hin.

Literatur. Szent-Györgyi A (1963) Lost in the twentieth century. *Ann Rev Biochem* 32:1–14

Szintillator

W. STÖCKER, W. SCHLUMBERGER

Englischer Begriff. scintillator

Definition. Ein Szintillator ist ein Stoff mit der Eigenschaft, nach Anregung durch ionisierende Strahlen Lichtquanten auszusenden. Er ist wesentlicher Bestandteil des Szintillationszählers, mit dem bei ▶ Radioimmunoassays die Häufigkeit radioaktiver Zerfallsereignisse gemessen wird.

i Bei Radioimmunoassays werden zur Markierung radioaktive ▶ Isotope eingesetzt, bei deren Zerfall ionisierende Strahlung freigesetzt wird. Ein bestimmter Anteil der innerhalb einer Messzeit in der Probe entstehenden Strahlen erzeugt im Szintillator Lichtblitze. Diese werden im Szintillationszähler durch einen Photomultiplier verstärkt, und jeder Impuls wird elektronisch gezählt.

Die im medizinischen Laboratorium gebräuchlichen Beta- und Gamma-zähler unterscheiden sich voneinander aufgrund der unterschiedlichen Reichweite der β- und der γ-Strahlung (▶ Radioisotope). Zur Erfassung der β-Strahlen mit ihrer Reichweite von nur wenigen Millimetern muss die radionuklidhaltige Probe in unmittelbarem Kontakt mit dem Szintillator gebracht werden: Sie wird mit einer Szintillationsflüssigkeit vermischt, die z. B. Naphthalin oder Oxazolderivate enthält. Die Messung der (weiterreichenden) γ-Strahlen ist einfacher und billiger: Der Szintillator ist fest ins Messgerät eingebaut und befindet sich außerhalb des Messröhrchens, aber in nächster Nähe. Er besteht z. B. aus Natriumiodid-Einkristallen, die geringe Spuren von Thallium aufweisen.

Literatur. Sokolowski G, Wood G (1981) Radioimmunoassay in Theorie und Praxis. Schnetztor-Verlag, Konstanz, S 27–29