Präanalytik

G. Togni, C. Volken, G. Sabo

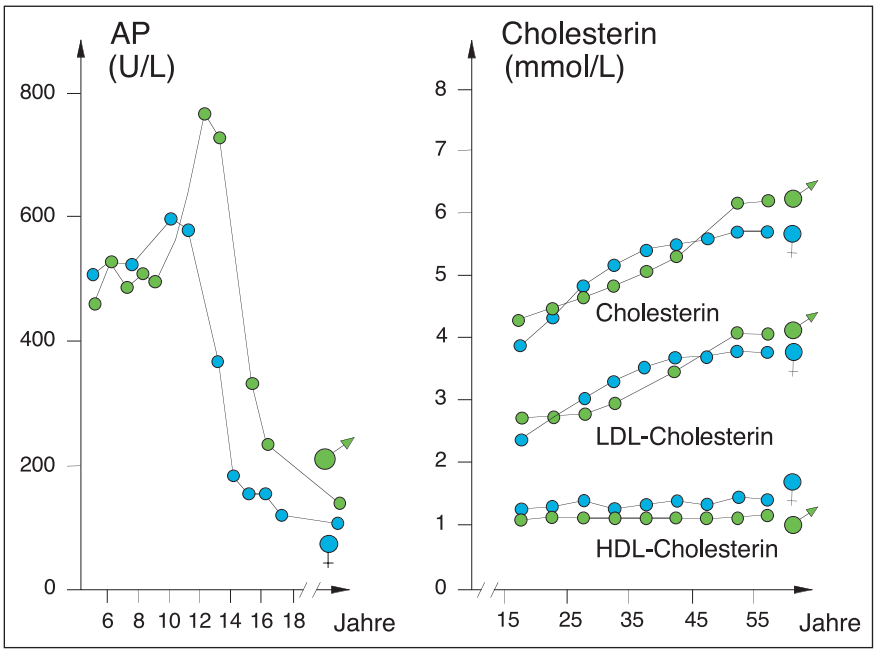
Korrespondenz:
Dr. phil. Il Giovanni Togni
Institut Dr. Viollier
Spalenring 145/147
CH-4002 Basel

g.togni@viollier.ch

Gut vorbereitet ist halb gewonnen

Zuverlässige Laborresultate hängen nicht nur von einer korrekten Analytik ab, sondern setzen eine sachgemässe Vorbereitung vor der eigentlichen analytischen Phase voraus. Diese Phase wird Präanalytik genannt. Sie umfasst die Vorbereitung des Patienten, die Wahl des richtigen Zeitpunktes der Probengewinnung, die einwandfreie Identifikation und Zuordnung der Patientenprobe und des Auftragsformulars, die Wahl eines geeigneten Entnahmegefässes (inkl. Stabilisator oder andere Zusätze), die Probengewinnung selbst, die geeignete Aufbewahrung bis zur Analytik auch während des Transportes, die Stabilität der Proben für nachträglich angeforderte Analysen, die Beurteilung der Probenqualität auf Auffälligkeiten sowie die Vorbereitung für die Analyse.
Sowohl der verordnende Arzt als auch die Praxisassistentin sollten die wichtigsten Einflussgrössen und Störfaktoren der Präanalytik kennen, um eine optimale Labordiagnostik sicherzustellen. Im Folgenden werden wichtige Aspekte der Präanalytik vor allem für klinisch-chemische und hämatologische Analysen besprochen.

Abbildung 1.
Geschlechts- und Altersunterschiede für alkalische Phosphatase (AP) und Cholesterin (Gesamt-, LDL- und HDL-Cholesterin) (modifiziert aus [1]).



Die Präanalytik beginnt beim Patienten

Man unterscheidet zwischen Einflussgrössen, die sich *in vivo* manifestieren, und Störfaktoren, die sich *in vitro* auswirken.
Die **Einflussgrössen** können unterteilt werden in:
- unveränderlich (unbeeinflussbar) wie Geschlecht, Rasse, Alter, Schwangerschaft und Erbfaktoren und
- veränderlich (beeinflussbar) wie tageszeitliche Schwankungen, Nahrung, Körpergewicht, körperliche Aktivität, Genussmittel, Medikamente, die Körperlage während der Probengewinnung usw.

Diese Grössen müssen bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden (Abb. 1).
Zu den **Störfaktoren** zählen die Kontamination der Proben, die *in-vitro*-Hämolyse durch Schütteln des Probenmaterials, die Kontamination der Proben mit Infusionslösungen, Zentrifugation der Proben mit ungenügenden oder übermässigen Umdrehungszahlen, die Verwendung eines inkorrekten Entnahmegefässes, die Nichteinhaltung der Nahrungskarenzzeit vor der Entnahme usw. Zur Vermeidung von Störfaktoren ist eine genaue Instruktion des Patienten und des Personals unerlässlich.
Die Störung durch die Einnahme von Nahrung manifestiert sich oft als Lipämie, welche manche *in-vitro*-Reaktionen stört. Andere Parameter sind direkt von der Nahrungsaufnahme betroffen. Das Ausmass der Störung hängt von der Zusammensetzung der Nahrung und von der Zeit bis zur Probenentnahme ab. Eine fettreiche Nahrung bewirkt eine Zunahme der Triglyzeridkonzentration. Hohe Harnstoff- und Harnsäurekonzentrationen werden nach Einnahme von proteinhaltiger und nukleotidhaltiger Nahrung gefunden (Abb. 2).
Auf der anderen Seite lassen erniedrigte Konzentrationen von Präalbumin und Retinol-bindendem Protein eine Protein-Mangelernährung bzw. Fasten erkennen.
Die Einnahme von Genussmitteln wie Kaffee oder Alkohol, sowie das Rauchen, können sich kurz- oder langfristig auf Laborresultate auswirken. Das Rauchen von 1–5 Zigaretten erhöht, mit einer einstündigen Verzögerung, die Konzentration von Fettsäuren, Adrenalin, Aldosteron und Kortisol. Chronisches Rauchen erhöht die Leukozytenkonzentration, die Lipoproteine, die Aktivität von En-

Abbildung 2.
Variationen (in %) in der Serumkonzentration von Analyten nach Einnahme einer Standardmahlzeit (700 kcal) (modifiziert aus [1]).

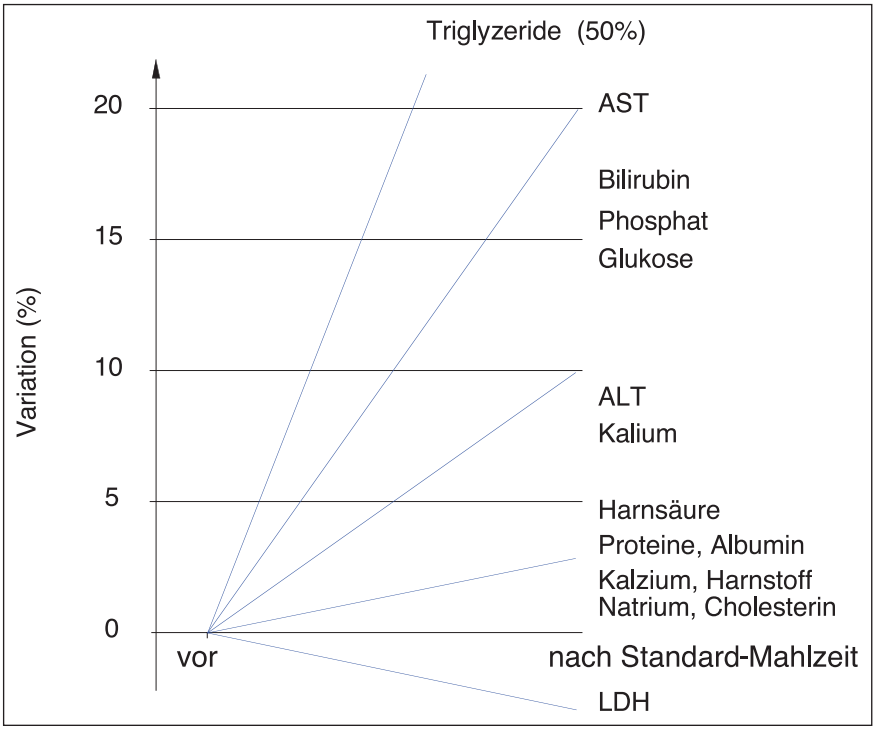
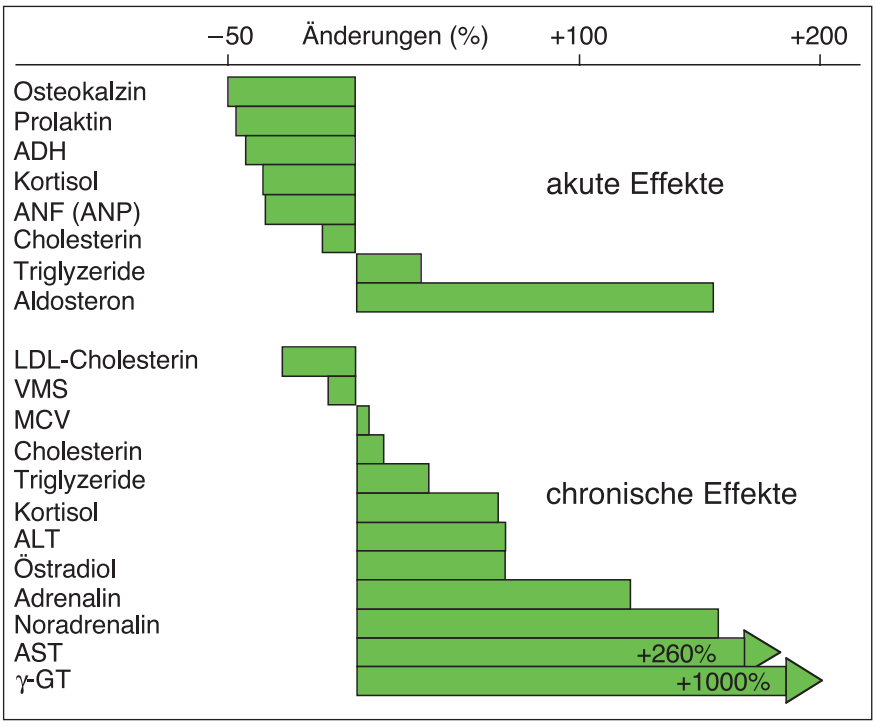


Abbildung 3.
Akute und chronische Effekte auf Laborparameter bei Alkoholeinnahme.



zymen, Hormonen, Vitaminen, Tumormarkern und Schwermetallen (Spurenelementen). Andere Parameter wie z.B. ACE (angiotensin converting enzyme), Prolaktin und Selen werden unter dem Einfluss des Rauchens vermindert.

Innerhalb von 2–4 Stunden nach Alkoholeinnahme sinkt der Blutzucker und steigen die Laktat- und Azetatkonzentrationen, wodurch die Bikarbonatkonzentration erniedrigt wird und eine metabolische Azidose entstehen kann. Die Langzeiteffekte manifestieren sich als Erhöhung der Leberenzyme und Änderungen im Blutbild (Abb. 3).

Die körperliche Aktivität des Patienten vor der Probengewinnung kann ebenfalls zu Veränderungen der Analyten führen.

Akute Veränderungen von Analyten sind vor allem durch die Verschiebung von Flüssigkeit zwischen Interstitial- und Intravasalraum, Volumenverlust durch Schwitzen und Veränderungen im Hormonhaushalt bedingt (z.B. Erhöhungen von Adrenalin, Noradrenalin, Glukagon, Wachstumshormon, Kortisol und ACTH sowie Erniedrigungen von Insulin). Diese hormonellen Veränderungen können eine Leukozytose über 25 G/L sowie eine Erhöhung der Glukosekonzentration bewirken.

Untrainierte Personen zeigen schon nach geringer Muskelaktivität einen deutlichen Anstieg der Kreatin(phospho)kinase(CPK)-Konzentration. Personen, die gut trainiert sind, weisen bei vergleichbarer Aktivität tiefere CPK-Werte bei gleichzeitiger Erhöhung der CK-MB-Fraktion auf (Abb. 4). Starke körperliche Anstrengung bewirkt eine Ausscheidung von Erythrozyten und Leukozyten im Urin.

Bei der Interpretation der Resultate sollte immer auch der Einfluss einer eventuellen Medikation des Patienten in Betracht gezogen werden. Viele Medikamente können beispielsweise durch Induktion oder pathologische Wirkung zu Enzymerhöhungen führen (Tab. 1).

Bei der Vorbereitung des Patienten zur Probengewinnung spielt die Körperlage eine wichtige Rolle, weil manche Parameter dadurch beeinflusst werden, ob der Patient liegt, sitzt oder steht. Der Wechsel von einer liegenden zu einer stehenden Position erniedrigt das Plasmavolumen um etwa 12%. Die Beeinflussung verschiedener Analyten durch die Körperlage ist aus Abbildung 5 ersichtlich.

Wann ist der richtige Zeitpunkt der Probengewinnung?

Manche Laborparameter, vor allem klinisch-chemische, unterliegen tageszeitlichen Schwankungen, die bei der Resultatinterpretation berücksichtigt werden müssen (Tab. 2).

Da die Referenzwerte häufig in Studien ermittelt werden, für welche die Probenentnahmen zu standardisierten Entnahmezeiten stattfinden, sollten diagnostische Untersuchungen unter ähnlichen Bedingungen erfolgen (z.B. morgens zwischen 7 und 9 Uhr). Ausser den tageszeitlichen Schwankungen sind auch saisonale und periodische Schwankungen zu berücksichtigen. Triiodthyronin (T3) ist im Sommer etwa 20% tiefer als im Winter, 25-OH-Cholekalziferol (25-OH-Vitamin D3) ist im Sommer höher als im Winter. Die Aldosteronkonzentration ist in der präovulatorischen Phase des Menstruationszyklus doppelt so hoch wie in der postovulatorischen Phase. Die Reninkonzentration zeigt einen ähnlichen Verlauf.

Zweifelsfreie Zuordnung von Patient, Probe und Auftragsformular

Organisatorisch-administrative Fehler stellen die wichtigste Ursache für falsche Laborresultate dar. Die komplette Angabe von Name, Vorname und Geburtsdatum auf dem Auftragsformular und auf dem Entnahmegefäss ist die Voraussetzung für eine zweifelsfreie Zuordnung der Laborresultate zum Patienten, zu den spezifischen Referenzwerten und zu Vorwerten desselben Patienten. Zusätzliche Angaben wie Geschlecht oder Therapie tragen oft zur korrekten Interpretation der Resultate bei.
Die Bezeichnung des Probenmaterials und v.a. für Biopsien, Punktionen oder Abstriche, des Entnahmeortes, sind insbesondere bei Erregernachweisen in der Infektdiagnostik unverzichtbar. Davon hängen die Wahl der geeigneten Nachweistechnik und die Interpretation der Resultate ab.

Die Wahl des Entnahmegefässes: die Qual der Wahl

Die Verwendung des richtigen Entnahmegefässes ist sehr kritisch, weil je nach Zusatz Interferenzen auftreten können. Nicht alle Entnahmegefässe sind für alle Analysen geeignet. Viele Blutentnahmeröhrchen enthalten Stabilisatoren, gerinnungsaktivierende Substanzen oder Trenngele und sind dadurch für bestimmte Analysen optimiert. Häufig zu diesem Zweck verwendete Antikoagulanzien können in zwei

Tabelle 1. Pharmaka als Einflussgrösse auf Enzymaktivitäten.

Enzym	Arzneimittelwirkung
Alkalische Phosphatase (AP)	*Erhöhend* Allopurinol, anabole Steroide, Carbamazepin, Cotrimoxazol, Cyclophosphamid, Disopyramid, Erythromycin, Isoniazid, Ketoconazol, Mercaptopurin, Methotrexat, α-Methyldopa, Oxacillin, Papaverin, Penicillamin, Phenobarbital, Phenylbutazon, Phenytoin, Propylthiouracil, Trimethoprim/Sulfamethoxazol, Sulfasalazin, Valproinsäure
	Vermindernd Clofibrat, orale Kontrazeptiva
Transaminasen (ALT, AST)	*Erhöhend* Amiodaron, Carbamazepin, Disopyramid, Oxacillin, Papaverin, Paracetamol (Acetaminophen), Penicillamin, Phenylbutazon, Phenytoin, Salizylsäure, Streptokinase, Valproinsäure
	Vermindernd Allopurinol
Kreatin(phospho)kinase (CK oder CPK)	*Erhöhend* Clofibrat, Digoxin, Phenothiazin, Succinylcholin (Suxamethonium), Theophyllin
γ-Glutamyltransferase (γGT)	*Erhöhend* Carbamazepin, Erythromycin, orale Kontrazeptiva (ausgenommen Mikropille), Phenytoin
	Vermindernd Clofibrat
Laktatdehydrogenase (LDH)	*Erhöhend* anabole Steroide, Aspirin/Salizylate, Chlorpromazin, Ketokonazol, Penicillamin, Propylthiouracil, Valproinsäure
	Vermindernd Antikonvulsiva

Abbildung 4.
Erhöhung verschiedener Parameter nach einem Marathonlauf. Blut wurde vor und 45 Minuten nach dem Rennen abgenommen (modifiziert aus [1]).

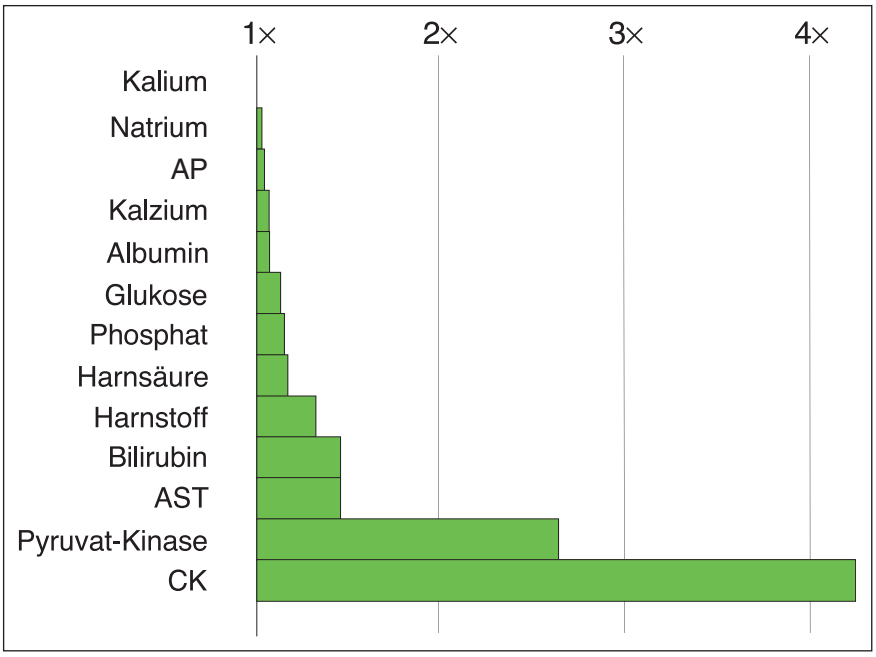
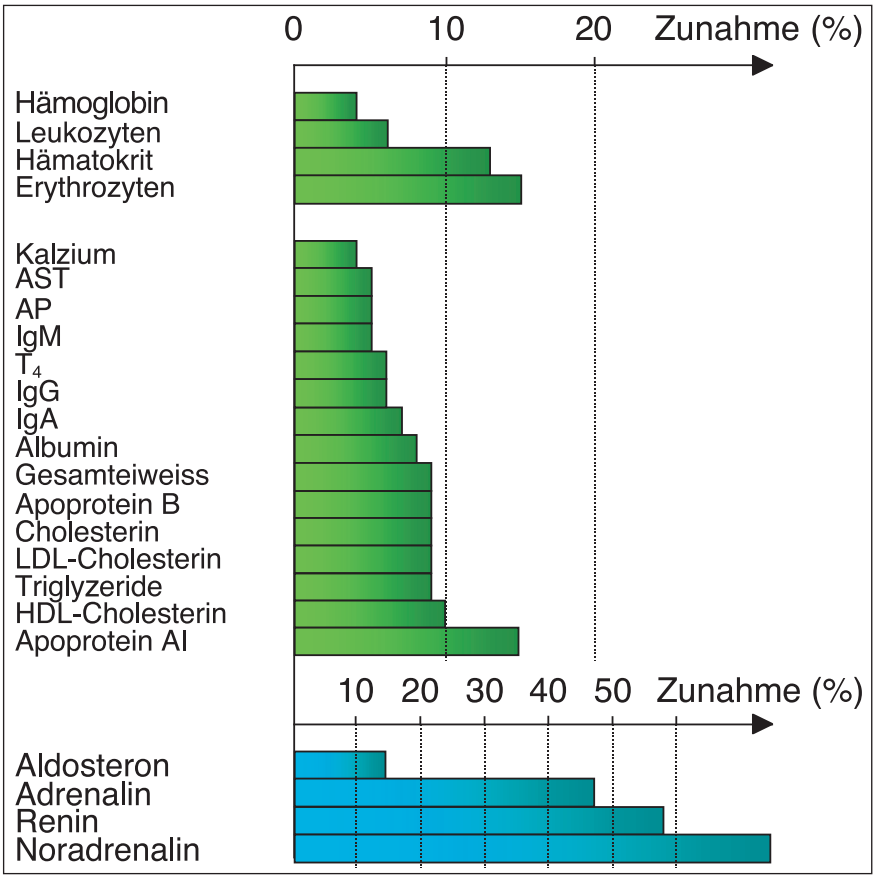


Abbildung 5.
Prozentuale Erhöhung von Plasmaanalyten beim Wechsel von einer liegenden zu einer stehenden Position (modifiziert aus [1]).



Klassen eingeteilt werden:
1. kalziumbindende Substanzen wie EDTA, Zitrat, Oxalat;
2. enzymhemmende Substanzen wie Heparin.

Kalziumbindende Substanzen sind nicht geeignet zur Bestimmung von Kalzium, von Elektrolyten sowie von Enzymen, welche Kalzium als Kofaktor benötigen (z.B. alkalische Phosphatase, α-Amylase). Heparin als Antikoagulans kann in verschiedenen Formen vorliegen wie z.B. als Ammonium-, Lithium- oder Natrium-Salz. Das Ammonium-Salz ist zur Bestimmung von Harnstoff, das Lithium-Salz zur Bestimmung von Lithium und das Natrium-Salz zur Bestimmung von Natrium nicht geeignet. Alle Formen von Heparin hemmen die Polymerase-Kettenreaktion und sind für solche Analysen nicht geeignet; stattdessen ist EDTA-Blut oder -Plasma zu verwenden. Die häufigsten Entnahmegefässe sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die einheitliche Farbkodierung der Entnahmegefässe ist nicht bei allen auf dem Markt befindlichen Herstellern gewährleistet.

Probengewinnung

Bei der Blutentnahme ist darauf zu achten, dass die Blutentnahmemanschette nicht zu lange und unter zu hohem Druck angelegt wird, da eine unsachgemässe Stauung zur Verfälschung der Analysenresultate führen kann (Abb. 6).
Bei der Urinsammlung ist das geeignete Konservierungsmittel vor Beginn der Sammlung ins Gefäss zu geben.
Die 24-Stunden-Urinsammlung wird üblicherweise am Morgen begonnen. Der 1. Morgenurin wird dabei verworfen und danach alle Urine bis am nächsten Tag um die gleiche Zeit gesammelt, inklusive 1. Morgenurin. Die Sammelzeit und das Urinvolumen sind anzugeben. Wenn die Analytik nicht vor Ort stattfindet, reicht es im allgemeinen, 10–20 mL Urin zu versenden anstatt der kompletten Sammlung (gesamten Urin gut mischen).

Was kann nach der Entnahme noch schiefgehen?

Die korrekte Aufbewahrung spielt vor allem für den Versand von Proben oder für nachträglich angeforderte Analysen eine zentrale Rolle. Im allgemeinen sollte Vollblut für das Blutbild ohne automatisierte Leukozytendifferenzierung innerhalb von 24 Stunden analysiert werden. Für die automatisierte Leukozytendifferenzierung hängt die Zuverlässigkeit der Resultate auch vom Messprinzip des Gerätes ab. Das Aufbewahren von Vollblut für die Glukosebestim-

mung verfälscht das Resultat, indem die Zellen Glukose weiter metabolisieren. Proben für klinisch-chemische und Gerinnungsparameter sollten innerhalb von 45 Minuten zentrifugiert werden. Insbesondere für Kalium, Phosphat, LDH, AST, Homocystein ist die Abtrennung des Serums empfehlenswert. Für die Messung von lichtempfindlichen Analyten wie Bilirubin, Vitamine, Porphyrine oder Kreatinkinase (CK) sollten die Röhrchen nach der Blutentnahme vor Licht geschützt werden.

Die Entnahmegefässe müssen geschlossen bleiben. Einerseits stellen alle biologischen Materialien ein Kontaminationsrisiko dar und andererseits muss eine Kontamination der Proben durch andere Proben oder durch Mikroorganismen aus der Umwelt vermieden werden. Ausserdem können Blutkomponenten durch Sauerstoffzufuhr oxidiert werden und die Verdunstung von Wasser hat eine Konzentration derselben zur Folge. Vollblut sollte nicht im Kühlschrank aufbewahrt werden, da die Zellen bei tiefen Temperaturen lysieren können.

Bei Lagerung von Urin im Kühlschrank können Salze auskristallisieren (Kalzium- und Magnesium-Phosphat und Harnsäure). Die Kühlung beeinträchtigt auch morphologische Untersuchungen, weil sie eine Lyse der Zellen bewirkt.

Tabelle 2. Tageszeitliche Rhythmik für einige Laborparameter (S = Serum; U = Urin) (modifiziert aus [1]).

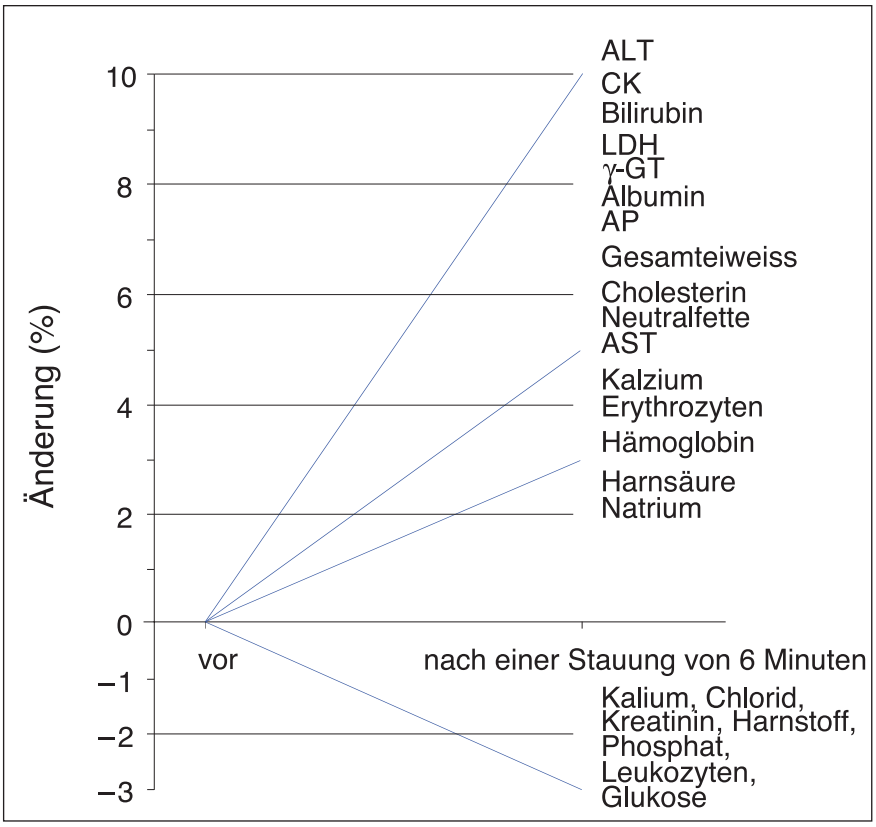
Parameter	Maximum (Tageszeit)	Minimum (Tageszeit)	Amplitude (% vom Tages-Mittelwert)
ACTH	6–10	0–4	150–200
Cortisol	5–8	21–3	180–200
Testosteron	2–4	20–24	30–50
TSH	20–2	7–13	5–15
T_4	8–12	23–3	10–20
Somatotropin	21–23	1–21	300–400
Prolaktin	5–7	10–12	80–100
Aldosteron	2–4	12–14	60–80
Renin	0–6	10–12	120–140
Adrenalin (S)	9–12	2–5	30–50
Noradrenalin (S, U)	9–12	2–5	50–120
Hämoglobin	6–18	22–24	8–15
Eosinophile	4–6	18–20	30–40
Eisen	14–18	2–4	50–70
Kalium (S)	14–16	23–1	5–10
Phosphat (S)	2–4	8–12	30–40
Natrium (U)	4–6	12–16	60–80
Phosphat (U)	18–24	4–8	60–80
Volumen (U)	2–6	12–16	60–80
Körpertemperatur	18–20	5–7	0,8–1,0°C

S = Serum, U = Urin

Tabelle 3. Blutentnahmen für routinemässige Laboruntersuchungen.

Parameter	Blutentnahmetechnik/Untersuchungsmaterial	Stopfenfarbe
Klinische Chemie, Serologie	venöses Blut ohne Zusatz	rot
Klinische Chemie im Plasma	Heparinplasma	grün
Glukose (nüchtern)	venöses Blut mit dem Glykolysehemmer Natriumfluorid (NaF)	grau
Hämatologie	EDTA-Blut venös oder kapillär	lila
Gerinnung	Zitratblut (kein Kapillarblut)	hellblau

Abbildung 6.
Prozentuale Abweichung der Serumkonzentration verschiedener Analyten nach 6minütiger Applikation einer Blutentnahmemanschette (modifiziert aus [1]).



In Tabelle 4 sind allgemeine Angaben über die Stabilität und Lagerbedingungen analytischer Proben zusammengefasst.

Beurteilung der Probenqualität: das Resultat der bisherigen Bemühungen

Eine *in-vitro*-Hämolyse führt zur Freisetzung von Erythrozyten-Bestandteilen. Dies zeigt sich als rötliche Verfärbung des Plasmas oder Serums nach der Zentrifugation des Blutes. Die Abwesenheit einer Verfärbung schliesst eine Hämolyse nicht aus, da von Auge nur Hämoglobinkonzentrationen über etwa 0,3 g/L (0,03 g/dL) erkennbar sind. Eine Hämolyse ist nicht ausschliesslich von einer Hämoglobin-Freisetzung begleitet. Wird das Blut bei zu tiefen Temperaturen aufbewahrt, können Zellkomponenten freigesetzt werden (Kalium, Phosphat, LDH usw.). Interferenzen entstehen auch aus der Lyse von Thrombozyten oder Granulozyten.
Die Folgen einer Hämolyse sind:

- Erhöhungen der intrazellulären Bestandteile in der extrazellulären Flüssigkeit (Kalium, Phosphat, AST, LDH, usw.);
- Optische Interferenz des Hämoglobins mit Messmethoden, bei welchen die entsprechende Wellenlänge verwendet wird;
- Interferenz der intrazellulären Bestandteile mit den chemischen Messreaktionen.

Tabelle 4. Aufbewahrung von Proben für häufige Laboruntersuchungen. Allgemeine Richtlinien.

Analytik	Probenmaterial	Aufbewahrungszeit	Temperatur
Blutgruppen	EDTA-Vollblut[1]	1 Woche	Kühlschrank
Gerinnung	Zitratblut	bis 1 Tag[2]	RT
Hämatologie	EDTA-Vollblut	1 Tag[3]	Raumtemperatur
Klinische Chemie	Heparin-Plasma, Serum	1 Woche	Kühlschrank
Serologie	Serum	6 Wochen	Kühlschrank
Toxikologie	Serum	6 Wochen	Kühlschrank

[1] Gilt für die automatisierte Blutgruppenbestimmung. Für die manuelle Blutgruppenbestimmung kann auch ein Röhrchen ohne Zusatz (auch ohne Trenngel) verwendet werden.
[2] Gilt für die Screeninguntersuchungen wie Quick, PTT und Fibrinogen aus einem nicht-geöffneten und nicht-zentrifugierten Zitratröhrchen.
[3] Gilt für das Blutbild ohne Leukozytendifferenzierung.

Tabelle 5. Zentrifugationsbedingungen.

Material	Zentrifugalkraft (x g)	Zeit (Minuten)
Serum oder Plasma	1000–1300	10–15
Gerinnung	2000	15
Urin	400	5

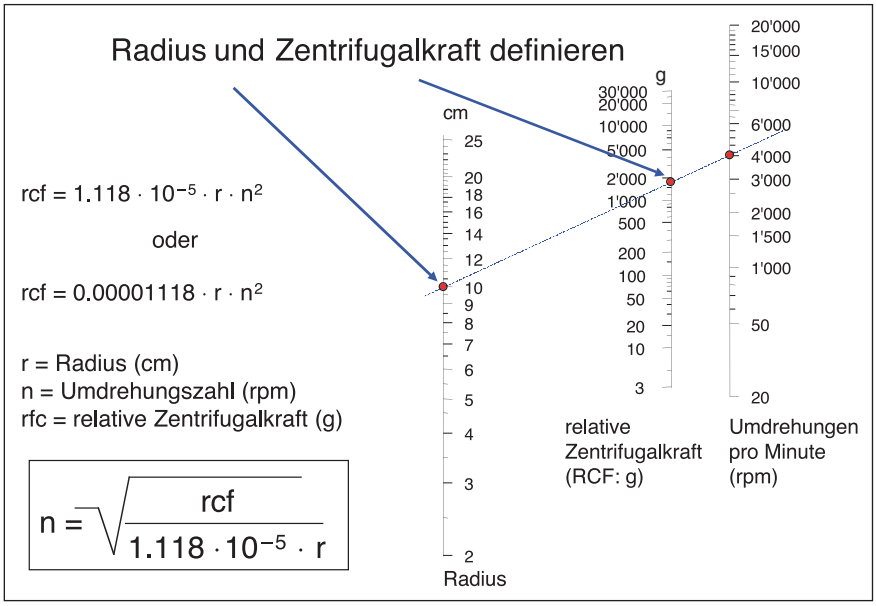
Die Beurteilung der Proben auf Lipämie, Hämolyse oder sonstige ungewöhnliche Verfärbungen muss im Laborprotokoll vermerkt und sollte auf dem Befund angegeben werden, damit die Interpretation der Resultate erleichtert wird.

Probenvorbereitung: welche Verarbeitungsschritte sind dringend?

Die Probenvorbereitung ist der letzte Schritt vor der Analytik. Vollblutproben zur Bestimmung des Blutbildes müssen gleich nach der Blutentnahme mehrmals gekippt werden, damit durch das Antikoagulans die Gerinnung vollständig verhindert wird. Dafür sind mechanische Mischer geeignet, welche die Probengefässe in der Röhrchenachse oder radial bis zur Analyse ständig mischen, ohne die Probe zu schütteln.
Für andere Analysen gilt auch das mehrmalige Umkippen der Probengefässe; danach müssen diese zentrifugiert werden. Für Plasmaproben können die Röhrchen gleich nach der Blutentnahme und dem Mischen zentrifugiert werden. Für die Gewinnung von Serumproben muss 20 bis 45 Minuten gewartet werden, bis der Gerinnungsprozess abgeschlossen ist. Bei Patienten unter Medikation mit Blutverdünnern kann es länger dauern, bis das Blut geronnen ist. In diesen Fällen empfiehlt sich die Verwendung von Heparinplasma (Ausnahme: Eiweisselektrophorese) anstelle von Serum. Kritisch für die Gewinnung eines zellfreien Überstands ist die korrekte Zentrifugationgeschwindigkeit der Proben (Tab. 5).

Werden die Proben zu schwach zentrifugiert, können Zellen in der flüssigen Phase verbleiben und lysieren (Erythrozyten oder Thrombozyten). Thrombozyten, welche aufgrund einer ungenügenden Zentrifugation nicht abgetrennt wurden, setzen Kalium, Phosphat, LDH, SP, usw. frei. Anderseits kann eine zu starke oder zu lange Zentrifugation die Zellen lysieren.
Da die Zentrifugen keinen einheitlichen Zentrifugalradius besitzen, muss die relative Zentrifugalkraft (× g) in Rotationen pro Minute (rpm) umgerechnet werden. Dies erleichtern Nomogramme aufgrund von Formeln zur Berechnung der korrekten Geschwindigkeit in rpm. Man benötigt dazu den Radius der Zentrifuge, gemessen als Distanz zwischen dem Rotationszentrum und dem Boden des Röhrchens in der Zentrifugationsposition (Abb. 7).

Abbildung 7.
Nomogramm und Formel zur Ermittlung der Umdrehungszahl (Rotationsgeschwindigkeit in rpm) ausgehend vom Radius der Zentrifuge (cm) und relativer Zentrifugalkraft (x g).



Fachspezifische Schwerpunkte

Hämatologie

Für hämatologische Analysen wie Erythrozytenzahl, Hämoglobin, Hämatokrit, Leukozyten (inklusiv Differenzierung), Thrombozyten gilt EDTA (K_2-EDTA; Dikaliumsalz) als Antikoagulans der Wahl. Die Verwendung vom K_3-EDTA (Trikaliumsalz) wird wegen der Beeinflussung des Zellvolumens (und dementsprechend des Hämatokrits) nicht mehr empfohlen. Vollblutröhrchen müssen nach der Entnahme mehrmals umgekippt werden, ohne zu schütteln. Im Entnahmeröhrchen sollte eine Luftblase das optimale Mischen erlauben (Gefäss etwa zu 80% füllen). Schütteln bewirkt eine Hämolyse, welche die Resultate verfälscht.
Es wird empfohlen, das EDTA-Vollblut innerhalb von 24 Stunden nach Entnahme zu analysieren (besser innerhalb 1 bis 2 Stunden). Ist dies nicht möglich, muss für die Leukozytendifferenzierung innert 2 Stunden nach der Entnahme ein Blutausstrich angefertigt werden, da bei längerer Lagerung morphologische Veränderungen eintreten.

Klinische Chemie

Blut
Für die meisten Routineparameter ist Serum geeignet. Die Blutentnahme in Röhrchen mit einem Trenngel ist erlaubt, wenn das Serum nach vollständiger Gerinnung von den Blutzellen getrennt wird. Die Analytik im Heparinplasma ist zwar teurer, hat im Vergleich zum Serum jedoch den Vorteil, dass:
- die Zentrifugation der Röhrchen unmittelbar nach der Blutentnahme erfolgen kann;
- die Resultate repräsentativer sind als im Serum;
- keine potentielle *in-vitro*-Hämolyse stattfindet.

Quintessenz

- Die sorgfältige Beachtung der präanalytischen Bedingungen vermindert die Zahl von nicht interpretierbaren Resultaten und Wiederholungen sowie unnötigen Zeitverlust.
- Wichtige Bedingungen für eine optimale Blutentnahme: nüchtern (Nahrungskarenz von mindestens 12–14 Stunden), am frühen Morgen (zwischen 7 und 9 Uhr), nicht traumatisch, möglichst immer in der gleichen Körperlage, keine Entnahme am Arm, an dem eine Infusionslösung angelegt ist.
- Um Proben- und Patientenverwechslungen zu vermeiden: Beschriftung des Auftragsformulars **und** der Probe mit Name, Vorname und Geburtsdatum.
- Andere wichtige Hinweise: richtige Zentrifugationsgeschwindigkeit und -zeit, Proben nicht schütteln, richtige Konservierungsmittel bzw. Stabilisatoren wählen, vor Licht schützen, auf geeignete Temperaturen achten.

Gerinnung

Für Gerinnungsabklärungen sind Zitratröhrchen Mittel der Wahl. Die korrekte Zitratkonzentration ist 3,8% (0,129 mMol/L). Dabei ist zu beachten, dass das ideale Verhältnis zwischen Antikoagulans und Blut eingehalten wird (1:9). Die Röhrchen sind deswegen bis zur Marke aufzufüllen. Die Röhrchen sollten sofort mehrmals umgekippt werden, ohne zu schütteln.
Wenn mehrere Röhrchentypen benötigt werden, sollte die Entnahme in das Zitratröhrchen erst nach derjenigen in die Röhrchen ohne Zusatz erfolgen. Wenn das Zitratröhrchen zuerst gefüllt wird, kommt es zur Aktivierung der Gerinnungskaskade durch Gewebsthromboplastin, was den PTT-Wert verfälscht.
Bei Patienten, die einen bekannten tiefen oder hohen Hämatokrit (<20% oder >50%) haben, muss man die Zitratmenge im Röhrchen anpassen, bis ein optimales Verhältnis erreicht wird.

Urin

Die Urinanalytik kann unterschiedliche Informationen liefern, je nachdem wie der Urin gesammelt wurde.

- Spontanurinproben ergeben qualitative Resultate. Die Analyse des Sediments sollte spätestens 1 Stunde nach der Urinsammlung erfolgen.
- Für bakteriologische Untersuchungen sind Mittelstrahl-, Katheter- oder Punktionsurinproben geeignet. Der Patient ist bei der Mittelstrahlurinsammlung genau zu instruieren.
- Für qualitative Untersuchungen werden Spoturinproben verwendet (Resultat kreatininbezogen).
- Für quantitative Untersuchungen werden 24-Stunden-Urinsammlungen bevorzugt. Der Patient ist genau zu instruieren.

Literatur

1 WG Guder, S Narayanan, H Wisser, B Zawta. Samples: from the patient to the laboratory. Darmstadt: GIT Verlag; 2001.
2 DS Young. Effects of drugs on clinical laboratory tests. Washington DC: AACC Press. 5th edition; 1999.
3 Beck EA, Mertz E, Gianella M, Dall'Acqua A, Vallet V, Sabo G, Knecht H (Lugano, Basel). Stability of coagulation factors VIII an V in a one day public transportation system: whole citrate blood is superior to plasma. Schweiz Med Wochenschr 2000;130 (Suppl 115).