

# Präanalytik in der Hämatologie - Tipps & Tricks Teil I

Eine optimale Qualität des Befundes kann nur dann erreicht werden, wenn der gesamte diagnostische Prozess in Betracht gezogen wird. Dieser Prozess lässt sich in eine präanalytische, eine analytische und eine postanalytische Phase aufteilen. Verschiedene Veröffentlichungen und Publikationen zeigen auf, wie gross die Bedeutung der präanalytischen Phase für eine präzise und aussagefähige Labordiagnostik ist.



## Was ist Präanalytik?

Unter Präanalytik versteht man alle Prozesse, die vor der eigentlichen Laboranalyse ablaufen.

Sowohl die unveränderlichen, nicht beeinflussbaren wie auch die veränderlichen, beeinflussbaren patientenbezogenen Einflussgrössen spielen in der Präanalytik eine grosse Rolle. Die patientenbezogenen Einflussgrössen [1, 2] werden in folgende Gruppen unterteilt:

| <b>Permanent</b> | <b>Langfristig</b> | <b>Kurzfristig</b>            |
|------------------|--------------------|-------------------------------|
| Population       | Lebensalter        | Körperlage                    |
| Geschlecht       | Gravidität         | Körperliche Belastung         |
|                  | Meereshöhe         | Psychischer Stress            |
|                  | Nikotin            | Tagesrhythmische Schwankungen |
|                  | Alkohol            | Nahrung                       |
|                  | Drogen             |                               |
|                  | Nahrung            |                               |

**Tabelle 1** Patientenbezogene Einflussgrössen

Einige der patientenbezogenen Faktoren haben in der Hämatologie einen Einfluss auf die Laborresultate, z. B.:

### **Population**

Signifikante Unterschiede findet man bei beiden Geschlechtern der schwarzen Bevölkerung im Gegensatz zur weissen Bevölkerung. Die Leukozytenwerte sind zum Beispiel bei farbigen Menschen markant tiefer.

### **Geschlecht**

Ausser geschlechtsspezifischen Komponenten wie Hormonen sind die Erythrozytenzellzahl und der Hämoglobinwert bei Frauen tiefer als bei Männern.

### **Lebensalter**

Erst mit der Pubertät erreichen die meisten Messgrössen die Erwachsenenwerte.

### **Gravidität**

Obwohl die meisten Schwangerschaften komplikationslos verlaufen, gibt es immer wieder Fälle, bei denen kleinere oder grössere Probleme auftreten können. Bei der Vorsorgeuntersuchung wird unter anderem das Körpereisen in Form von Hämoglobin gemessen, da Hämoglobin der Eisenträger im Körper ist. Meist sinkt das Hämoglobin in der Schwangerschaft unter den Normalbereich. Sinkt der Wert aber unter 100 g/L, sollte die Schwangere ihrem Körper zusätzliches Eisen zuführen.

### **Meereshöhe**

Ab 3600 Meter ü. M. sind Hämoglobin- und Hämatokritwerte erhöht.

### **Nikotin**

Der Patient soll immer danach gefragt werden, ob er Raucher oder Nichtraucher ist. Ein chronischer Nikotingenuss erhöht nämlich die Anzahl der Leukozyten.

### **Körperlage**

Zwischen beiden Körperlagen, sitzend oder liegend, können erhebliche Ergebnisunterschiede gefunden werden. Beim Wechsel von der liegenden in die aufrechte Position kann zum Beispiel der Hämatokrit bis zu 15% höher ausfallen.

Gewinnung des Untersuchungsmaterials, Transport und Aufbewahrung der Proben, Beurteilung des Untersuchungsmaterials (hämolytisch, ikterisch, lipämisch) wie auch Probenvorbereitung (z. B. Zentrifugation) sind die weiteren wichtigen präanalytischen Teilschritte.

## Welcher Zeitpunkt ist der richtige für eine Blutentnahme?

Um vergleichbare Werte erzielen zu können, sind möglichst konstante Bedingungen für die Blutentnahme einzuhalten. Die Zellzahlen hängen von den Zirkulationsverhältnissen ab. Das heisst, dass die Blutentnahme jeweils zur gleichen Tageszeit erfolgen soll. Der Organismus muss sich im Laufe des Tages den sich verändernden Umweltbedingungen sowie seinen sich durch den individuellen Tagesablauf ergebenden Schwankungen anpassen. So beträgt im Tagesverlauf die maximale Abweichung der Leukozyten-, Hämoglobin und Hämatokritwerte im Blut bis zu 20 % [2].

In der Regel wird die Blutentnahme morgens zwischen 7 und 9 Uhr am nüchternen Patienten vorgenommen. Wenn strenge Vergleichswerte benötigt werden, sollte auch vor der Blutentnahme eine halbstündige Bettruhe erfolgen, was jedoch nur im Krankenhaus praktizierbar ist. Beim Patienten im Wartezimmer wird empfohlen, mit dem Blutentnahmetablett zum ruhig sitzenden Patienten zu kommen [3].

## Welchen Einfluss hat die Art der Blutentnahme auf die Ergebnisse der Hämatologie?

Ziel einer jeden Untersuchung ist die Gewinnung einer für den Zustand des Patienten repräsentativen Probe, die für die angeforderte Untersuchung geeignet ist und nur minimal durch Einflüsse während der Probennahme, durch zugesetzte Antikoagulantien, den Transport oder die Lagerung verändert wird. Für hämatologische Routineuntersuchungen kommen grundsätzlich zwei Arten von Untersuchungsmaterial in Frage: Das Venenblut und das Kapillarblut, das aus Finger, Ohr oder Ferse gewonnen werden kann [4].

Die Blutzusammensetzung in den verschiedenen Gefässgebieten ist sehr unterschiedlich. Etwa 65 % des Gesamtblutvolumens befinden sich in den Venen, nur 20 % in den Kapillaren, die restlichen 15 % füllen die arteriellen Schenkel. Kapazitätsänderungen im Venen- und Kapillarsystem haben erhebliche Auswirkungen auf die Verteilung und Zusammensetzung des Blutes. Im kapillaren System erhöht sich mit abnehmender Gefässweite der Plasmaanteil zum Nachteil der zellulären Bestandteile bzw. der hochmolekularen Substanzen, da Plasmawasser und niedrigmolekulare Stoffe verstärkt in den perikapillaren Raum abströmen. Während in den arteriellen und venösen Gefässgebieten die Zusammensetzung des Blutes weitgehend konstant ist, wirken im Kapillarbereich Stoffwechsel- und Stoffaustauschprozesse, die zu sehr schnellen zeitlichen Veränderungen führen können. Andererseits kommt es in der typischen Stress- bzw. Schocksituation zum umgekehrten Phänomen, dass die kapillare Peripherie schlecht durchblutet wird und für den Gesamtkreislauf erst recht keine repräsentativen Resultate erbringt. Diese physiologischen Gegebenheiten qualifizieren die venöse Blutentnahme deutlich gegenüber der Kapillarentnahme.

Eine Kapillarblutentnahme ist die bevorzugte Methode der Probenentnahme für Neugeborene und Kleinkinder. Unter Umständen kann auch bei Erwachsenen die Kapillarblutentnahme die Methode der Wahl sein, wie beispielsweise bei:

- Patienten mit schwierigen Venenverhältnissen
- Patienten mit Verbrennungen oder Narben an Blutentnahmestellen für venöses Blut
- adipösen Patienten
- Patienten, bei denen häufig Bluttests durchgeführt werden müssen
- Patienten, die in beiden Armen oder Händen einen IV-Zugang haben
- Patienten, bei denen nur ein Test durchgeführt werden muss, für den eine Kapillarblutentnahme genügt
- Patienten, deren Venen für eine intravenöse Gabe oder Chemotherapie vorgesehen sind
- patientennaher Sofortdiagnostik (POCT), wofür nur wenige Tropfen Blut benötigt werden [5]

## Die letzten Vorbereitungen vor der Blutentnahme

### 1. Vorbereitung des Patienten

- a. Informieren Sie den Patienten auf verständliche Weise über die Massnahme und deren Sinn und Zweck. Das hilft, Angst und Stress abzubauen.
- b. Bitte beachten Sie die Einnahme von Arzneimitteln, Einhaltung bestimmter Diäten und dass die Blutentnahme nüchtern (ausser Notfalldiagnostik) erfolgen soll.
- c. Die Punktionsstelle auswählen. Gegebenenfalls die Durchblutung der Punktionsstelle durch Erwärmung fördern.

### 2. Identifikation des Patienten

- a. Eine korrekte Patientenidentifikation ist oberstes Gebot: Name, Vorname, Geburtsdatum, evtl. Station, Zimmernummer usw. Denn Verwechslungen geschehen nicht nur bei häufig vorkommenden Namen.
- b. Ein Patient sollte sich stets nach einer direkten Frage selbst identifizieren. Denn der Patient, der auf dem angegebenen Platz sitzt, könnte auch ein Besucher sein.

### 3. Identifikation der Probe

- a. Proben ohne eindeutige Identifikation sollten niemals analysiert werden. Die Barcode-Etiketten auf den Primärgefäßen sorgen für eine sichere Identifikation.
- b. Für Glas- oder Kunststoffgefäße nur wasserfeste Filzstifte verwenden.
- c. Zusätze wie Gerinnungshemmer, Gerinnungsaktivatoren oder Gel sind durch einen Farbcode der Probengefäße gekennzeichnet.

| Europäischer Farbcode | Präparierung     | Amerikanischer Farbcode |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
| ■                     | Serum            | ■                       |
| ■                     | Serum-Gel        | ■                       |
| ■                     | Lithium-Heparin  | ■                       |
| ■                     | Glukose          | ■                       |
| ■                     | EDTA             | ■                       |
| ■                     | Citrat BSG       | ■                       |
| ■                     | Citrat-Gerinnung | ■                       |

Abb. 2 Farbcode der Entnahmesysteme

### Worauf ist bei der Gewinnung des Untersuchungsmaterials zu achten? [1,2,4]

Als Erstes vergessen Sie bitte nicht, sich selbst zu schützen. Das Tragen der Handschuhe bei der Blutentnahme ist Pflicht.

Die zu entnehmenden Probengefäße in der richtigen Reihenfolge bereit legen:

1. Blutkulturen
2. Nativblut
3. Citratblut
4. Heparinblut
5. EDTA-Blut
6. Fluoridblut

Das Gerinnungsröhrchen sollte nie am Anfang stehen, weil das erste Röhrchen zwangsläufig mit Gewebssaft kontaminiert ist. Röhrchen mit Additiven (Antikoagulantien) kommen nach Nativröhrchen, um eine Kontamination zu verhindern. Der Einfluss von Kreuzkontaminationen unter Additiven ist bei der beschriebenen Reihenfolge am geringsten.

## Die venöse Blutentnahme

Grundsätzlich sind alle oberflächlich liegenden Venen der Ellenbeuge, des Unterarms und des Handrückens geeignet.

1. Desinfektion der anvisierten Punktionsstelle
2. Nach ca. 30 – 60 Sek. Einwirkzeit mit trockenem Tupfer abwischen
3. Die Venenstaubinde eine Handbreite proximal (oberhalb) der Punktionsstelle anbringen
4. Der Puls muss fühlbar sein: 50 – 100 mm Hg
5. Visuell die Lage, Verlauf und Beschaffenheit der Vene begutachten und abtasten
6. Die Vene ein letztes Mal desinfizieren und die Punktionsstelle nicht mehr abtasten
7. Die Schutzhülle über der Kanüle entfernen und die Schliffseite der Kanüle nach oben halten
8. Einstichwinkel unter 30° beachten, die Haut gegen die Stichrichtung spannen
9. Patienten kurz vor dem Einstich auf den Vorgang aufmerksam machen
10. Sobald das Blut fließt, die Stauung lösen
11. Ist das gewünschte Blutvolumen erreicht, Tupfer auf die Einstichstelle legen, die Kanüle rasch zurückziehen, unmittelbar danach Tupfer fest anpressen
12. Der Patient kann, soweit er dazu in der Lage ist, mit einem Tupfer die Punktionsstelle abdrücken, dabei sollte der Arm gestreckt bleiben und nach oben gehalten werden
13. Röhrchen mit Antikoagulantien müssen sofort mehrmals sorgfältig gekippt werden
14. Einen Schnellverband anbringen

## Tipps und Tricks – venöse Blutentnahme

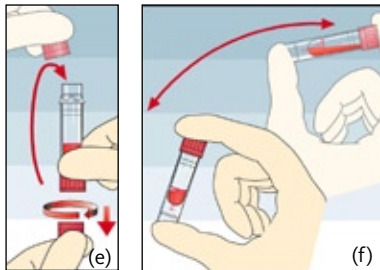
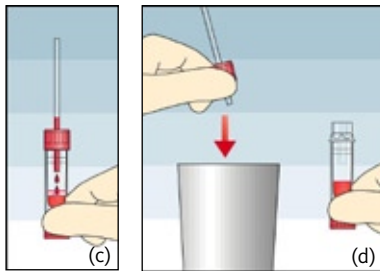
- Das »Pumpen« mit der Faust vermeiden. Es führt zu beträchtlichem Kalium-Anstieg.
- Zu lange Stauung vermeiden. Die dadurch verursachte Hämokonzentration führt zu falsch hohen Werten, z. B. bei den Zellzahlen.
- Hämolyse kann durch angemessene Stauung, scharfe Kanüle, sanftes Aufziehen, Aspirationsog ohne Unterbrechung vermieden werden. Auch zu starkes Mischen (Schütteln) führt zu Hämolyse.
- Zu beachten ist auch die Blutentnahme aus intravenösem Katheter. Diese ergibt häufig nicht nur eine Kontamination des Spezimens, z. B. mit Heparin, und falsche Gerinnungsergebnisse, sondern führt auch zu Verdünnungseffekten.
- Röhrchen so etikettieren, dass man den Inhalt noch sieht und den Füllstand kontrollieren kann. Der Stopfen muss sich leicht entfernen lassen und das Röhrchen sollte sich ungehindert in der Zentrifuge oder im Probenrack platzieren lassen.

## Die kapillare Blutentnahme

Das Kapillarblut ist eine Mischung von Blut aus Arteriolen, Venolen und Kapillaren. Die relative Zusammensetzung hängt u.a. von der Durchblutung der Einstichstelle ab. Es gibt zwei Entnahmetechniken:

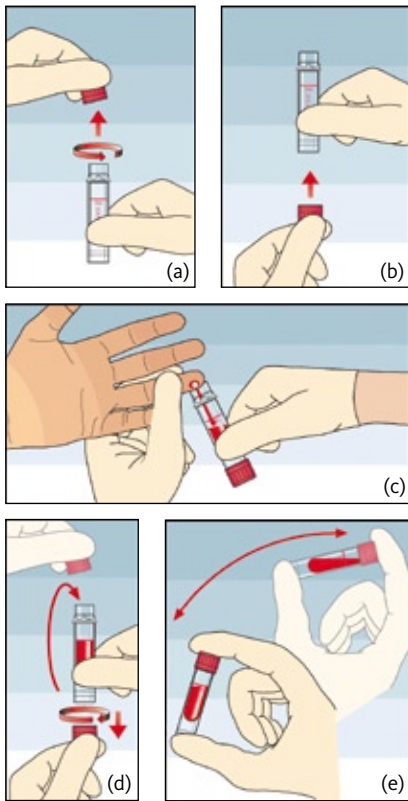
1. Die Kapillartechnik mit der End-to-End-Kapillare
2. Blutentnahme mit dem Abnahmerand

### Beispiel einer Kapillartechnik mit Microvette [1]



1. Die Punktionsstelle auswählen, gegebenenfalls die Durchblutung der Punktionsstelle durch Erwärmung fördern
2. Desinfektion der anvisierten Punktionsstelle
3. Warten, bis das Desinfektionsmittel vollständig getrocknet ist
4. Richtiger Handgriff zur Fixierung des Fingers bzw. des Fusses oder des Ohrläppchens
5. Patienten kurz vor dem Einstich auf den Vorgang aufmerksam machen
6. Den ersten Tropfen verwerfen
7. Microvette horizontal oder leicht geneigt halten und die Bluttröpfchen mit der End-to-End-Kapillare aufnehmen (Abb. a)
8. Die Blutentnahme ist beendet, wenn die Kapillare vollständig mit Blut gefüllt ist (Abb. b)
9. Microvette senkrecht halten, so dass das Blut in das Auffanggefäß laufen kann (Abb. c)
10. Durch ein leichtes Drehen Kappe inklusiv Kapillare entnehmen und als Einheit verwerfen (Abb. d)
11. Die aufgesteckte Verschlusskappe vom Gefäßboden entnehmen und Gefäß verschliessen (»Klick«-Position) (Abb. e)
12. Proben gründlich, aber schonend mischen! (Abb. f)
13. Ein Pflaster an der Punktionsstelle anbringen

## Beispiel einer Blutentnahme mit dem Abnahmerand [1]



1. Die Punktionsstelle auswählen. Gegebenenfalls die Durchblutung der Punktionsstelle durch Erwärmung fördern
2. Desinfektion der anvisierten Punktionsstelle
3. Durch leichtes Drehen die Verschlusskappe abnehmen (Abb. a)
4. Verschlusskappe auf den Gefässboden aufstecken (Abb. b)
5. Warten, bis das Desinfektionsmittel vollständig getrocknet ist
6. Richtiger Handgriff zur Fixierung des Fingers bzw. des Fusses oder des Ohrläppchens
7. Patienten kurz vor dem Einstich auf den Vorgang aufmerksam machen
8. Das tropfenweise austretende Blut mit dem Abnahmerand aufnehmen (Abb. c)
9. Verschlusskappe vom Gefässboden abnehmen und das Proberröhrchen verschliessen (»Klick«-Position) (Abb. d)
10. Probe gründlich, aber schonend mischen! (Abb. e)
11. Ein Pflaster an der Punktionsstelle anbringen



## Tipps und Tricks – kapillare Blutentnahme [4,5]

- Bestimmte Desinfektionsmittel (z. B. Perchloressigsäure) können die Zellmorphologie erheblich verändern. Ein ungenügendes Abtrocknen an der Einstichstelle kann zur Hämolyse bzw. einer Verdünnung der Bluttropfen führen.
- Den ersten Tropfen Blut verwerfen. Denn sofort nach der Punktion beginnt der Gerinnungsprozess, Blutplättchen (Thrombozyten) sammeln sich an der Punktionsstelle und bilden einen Pfropfen. Wenn der Pfropfen nicht weggewischt wird, kann der Blutfluss stoppen, bevor die Blutentnahme beendet ist. Unter Umständen muss der Patient nochmals gestochen werden. Des Weiteren enthält der erste Bluttropfen Gewebsflüssigkeit, was die Probe verfälschen oder zu Hämolyse oder Gerinnung führen kann.
- Denken Sie daran, dass die im Kapillarblut gemessenen Zellkonzentrationen wenig repräsentativ für den Gesamtkreislauf sind. Grundsätzlich gilt: venöses Blut ist besser geeignet als kapillares Blut aus der Ferse oder der Fingerbeere, dieses wiederum besser als Ohrläppchenblut. Im direkten Vergleich lässt sich eine selektive Anreicherung von Leukozyten im Kapillarbereich nachweisen. Klinisch bedeutsame Differenzen – Kapillarblut > Venenblut – von 1000 bis 4000 Leukozyten/L finden sich sehr häufig. Unter diesen Bedingungen kann eine schwere Leukopenie als zu leicht eingeschätzt werden, eine leichte Leukopenie übersehen oder ein Wert im oberen Normalbereich als Leukozytose verkannt werden. Die exakte Bestimmung des Hämoglobins und des Hämatokrits aus dem Ohrläppchenblut von Kindern hat sich ebenfalls als sehr ungeeignet erwiesen.
- Trotz Hyperämisierung und genügend tiefen Einstiches ist der Blutfluss meist nicht ausreichend, so dass gerieben und gequetscht wird. Durch die Beimengung von Gewebssaft wird das Blut verdünnt und die Konzentrationsverhältnisse ändern sich (bis zu 15 %). Das Quetschen kann auch zur Hämolyse führen. Durch Stress und dessen schnelle Folgereaktionen im kapillaren Bereich sowie die bei zu langsamem Blutfluss einsetzende Gerinnung sind die nacheinander gewonnenen Bluttropfen in der Zellkonzentration oftmals nicht vergleichbar.
- Nehmen Sie die Probe zügig ab, um Thrombozytenaggregationen und die Bildung von Mikrogerinnseln zu minimieren.
- Die Röhrcchen sollten bis zum empfohlenen Volumen gefüllt werden. Unterfüllte Sammelgefäße führen zu falschen MCV- und Erythrozytenwerten. Sie können aber auch morphologische Veränderungen bei den Leukozyten und Erythrozyten hervorrufen. Überfüllte Sammelgefäße haben niedrigere EDTA-Konzentrationen, was zu Gerinnseln führen kann.

- Kapillarentnahmegefäße ausreichend mischen – nicht schütteln!  
Adäquates Mischen ist wichtig, um die Bildung von Mikrogerinnseln und Thrombozytenaggregationen zu vermeiden. Diese können nämlich zu falschen Testergebnissen bei der Thrombozyten-, Erythrozyten- und Leukozytenzellzahl sowie dem Thrombozyten- und Erythrozytenvolumen führen.
- Bei sehr kleinen Kindern ist das Anbringen eines Pflasters wegen der Verschluckungsgefahr nicht ratsam.

Im Teil II »Präanalytik in der Hämatologie – Tipps & Tricks« erfahren Sie z. B., welche Rahmenbedingungen für das Untersuchungsmaterial oder welche Toleranzgrenzen für die Verarbeitung von EDTA-Blut gelten. Denn wir wissen: Die Grundvoraussetzung für eine präzise und aussagekräftige Labordiagnostik ist eine optimale Präanalytik.

## Literatur

- [1] Sarstedt AG: *Tipps und Tricks in der Präanalytik*, 2008
- [2] Marlis Walser, Becton Dickinson AG: *Grundlagen der Präanalytik, Praxisbezogene Tipps und Hinweise*, 2001
- [3] Harald Theml: *Taschenatlas der Hämatologie, 4. vollständig überarbeitete Auflage*, Georg Thieme Verlag, 1998
- [4] Sysmex Deutschland GmbH: *Hämatologische Untersuchungsergebnisse unter dem Einfluss der präanalytischen Phase*, Sysmex Xtra 2/1998
- [5] Becton Dickinson GmbH: *Blutbild*, Ausgabe 16, April 2010
- [6] Peter B. Lippa, Harald Schlebusch: *POCT – Patientennahe Labordiagnostik*, Springer Medizin Verlag, 2008