



**Vermeidung
präanalytischer Fehler**
– in der arteriellen Blutgasanalyse

By Gitte Wennecke and Gitte Juel, Radiometer Medical ApS.

Copyright © 2012 Radiometer Medical ApS, Denmark. Reproduktion von Inhalten mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt in Dänemark von Radiometer Medical ApS, 2700 Brønshøj, 2012.

ISBN87-88138-94-1

995-617. 201203C.



In vitro Diagnostik Medizinprodukt.

Änderungen vorbehalten.

Radiometer, das Radiometer Logo, ABL, AQT, TCM, RADIANCE, AQUIRE, PICO, CLINITUBES und QUALICHECK sind Marken von Radiometer Medical ApS.

Wie Sie präanalytische Fehler in der Blutgas-analyse vermeiden können

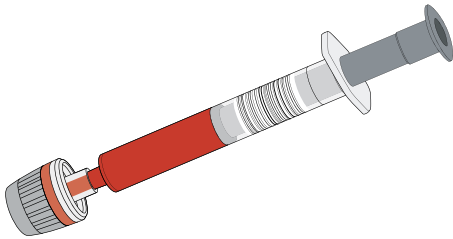
Bis zu 60 % aller Fehler in der Blutgasanalyse treten in der präanalytischen Phase auf. Viele davon können jedoch vermieden werden.

In dieser Broschüre werden die gängigsten Fehler während der präanalytischen Phase kurz und prägnant beschrieben. Außerdem erfahren Sie, wie Sie diese Fehler vermeiden können.

Das kompakte Format erlaubt es Ihnen, das Handbuch immer bei sich zu tragen. So wird es in Ihrem Arbeitsalltag zu einem wertvollen Begleiter.

Weitere Informationen zur Vermeidung präanalytischer Fehler erhalten Sie bei Ihrer Radiometer Vertretung.

Patienten-Identifikation



Eine fehlende oder falsche Identifikation einer Patientenprobe stellt den wahrscheinlich häufigsten Fehler in der Präanalytik dar.

Die Konsequenzen

Eine fehlende oder falsche Patienten-Identifikation ist einer der kritischsten Fehler in der präanalytischen Phase der Blutgasanalyse.

Dieser sowie alle folgenden Fehler in der präanalytischen Phase der Blutgasanalyse können folgende Konsequenzen haben:

- Fehldiagnose
- Falsche Behandlung
- Erneute Probenentnahme

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

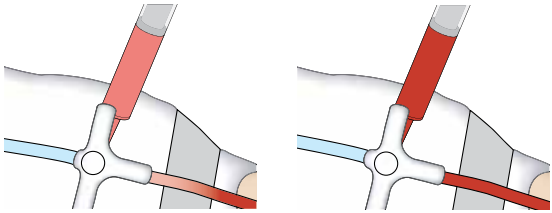
Radiometer empfiehlt:

- Verwenden Sie bei jeder arteriellen Probenentnahme mindestens zwei Arten der Patienten-Identifikation
- Versichern Sie sich, dass der Probenehmer mit einem ID-Etikett versehen ist
- Geben Sie die Patienten-ID immer in den Analysator ein
- Arterielle Blutgas-Probenehmer sind auch mit Strichcode erhältlich

Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

Probenverdünnung (Dilution)



Während der Entnahme aus arteriellen Kathetern besteht das Risiko, dass die Probe mit Spüllösung verdünnt wird.

Eine solche Verdünnung (Dilution) tritt auch auf, wenn der Probenehmer Flüssigheparin enthält.

Effekt

$\uparrow pO_2$	$\downarrow pCO_2$	$\downarrow cK^+$	$\uparrow cNa^+$	$\downarrow cCa^{2+}$
$\uparrow cCl^-$	$\downarrow cGlu$	$\downarrow cLac$	$\downarrow ctHb$	

Beispiel

Das Beispiel zeigt eine Verdünnung mit NaCl- Spüllösung. Die Bediener entfernen jeweils das 1-fache bzw. das 6-fache Totraum-Volumen des Katheters.

Entfernen des Totraums:
1-fach

Patientenbericht

cK⁺ 4,1 mmol/L [3,5–5,0]
cNa⁺ 141 mmol/L [136–146]
cCl⁻ 100 mmol/L [98–106]

Entfernen des
Totraums: 6-fach

Patientenbericht

cK⁺ 3,4 mmol/L [3,5–5,0]
cNa⁺ 147 mmol/L [136–146]
cCl⁻ 110 mmol/L [98–106]

Konsequenz bei unzureichender Entfernung von Spüllösung: NaCl-Lösung verursacht eine positive Abweichung von cNa⁺ und cCl⁻. Inwiefern sich diese Abweichung auf pO₂ auswirkt, hängt vom aktuellen Sauerstoff-Partialdruck des Patienten ab. Alle anderen Parameter werden negativ beeinflusst.

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

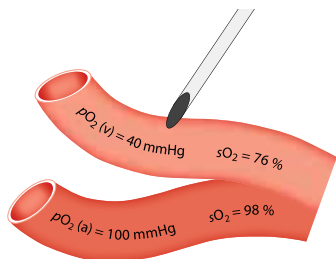
Radiometer empfiehlt:

- Entsorgen Sie mindestens das 3-fache Totraumvolumen, wenn Sie Proben aus Kathetern entnehmen
- Entnehmen Sie der Produktbeschreibung des Katheters, welches Volumen der Katheter und die Zuleitung bis zur Entnahmestelle aufweist
- Entnehmen Sie die Blutprobe mit einem entsprechenden Blutgas-Probenehmer mit elektrolytkompensiertem Trockenheparin
- Falls Zweifel über die Qualität der Probe bestehen, erwägen Sie eine erneute Probenentnahme

Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

Positionierung der Nadel



Während einer arteriellen Punktion besteht das Risiko einer versehentlichen Venenpunktion.

Schon ein paar Tropfen venösen Blutes in einer arteriellen Blutprobe verfälschen die Ergebnisse.

Effekt

$\downarrow pO_2$ $\uparrow pCO_2$ $\downarrow sO_2$

Konsequenzen

Zwei Proben wurden durch arterielle Punktion entnommen. Eine wurde versehentlich mit ein paar Tropfen venösem Blut kontaminiert, bevor die Nadel korrekt in der Arterie positioniert wurde.

Rein arterielle Probe

Patientenbericht

pO_2	100 mmHg	[83–108]
pCO_2	41 mmHg	[35–48]
sO_2	98 %	[95–99]

Kontaminierte Probe

Patientenbericht

pO_2	90 mmHg	[83–108]
pCO_2	41,5 mmHg	[35–48]
sO_2	97,4 %	[95–99]

Konsequenz venöser Kontaminierung

Eine Vermischung venösen und arteriellen Blutes verursacht eine Abweichung bei O_2 - und CO_2 - Parametern.

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

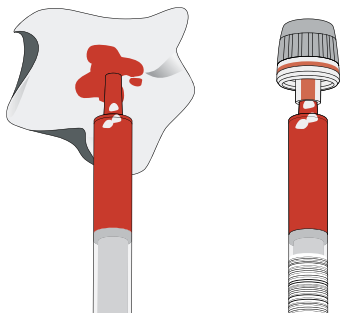
Radiometer empfiehlt:

- Verwenden Sie selbstfüllende Probennehmer – diese füllen sich bei der Punktion einer Arterie, nicht jedoch aus einer Vene
- Verwenden Sie kurz angeschrägte Nadeln - sie sind leichter innerhalb der Arterie zu positionieren, ohne die gegenüberliegende Arterienwand zu durchstechen
- Eine bessere Spritzen-positionierung stellen Sie sicher, wenn Sie die Punktion in einem 45° - Winkel durchführen

Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

Luftblasen



Luftblasen können arterielle Blutproben kritisch beeinflussen, insbesondere verursachen sie Abweichungen bei pO_2 -Parametern.

Effekt

$\uparrow pH$ $\uparrow pO_2$ $\downarrow pCO_2$ $\uparrow sO_2$

Konsequenzen

Es werden zwei Proben von demselben Patienten entnommen und nach 5 Minuten gemessen. Eine Probe wird gemischt, bevor die Luft entfernt wurde.

Ohne Luft

Patientenbericht

pO_2	70 mmHg	[83–108]
pCO_2	45,6 mmHg	[35–48]
sO_2	94,0 %	[95–99]

Mit Luft

Patientenbericht

pO_2	90 mmHg	[83–108]
pCO_2	45,4 mmHg	[35–48]
sO_2	96,9 %	[95–99]

Beispiele für nicht entfernte Luftblasen:

Die Abweichung ist abhängig vom pO_2 -Wert der Probe, von der Größe der Luftblase, der Mischdauer und der Dauer der Kontamination mit Luft.

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

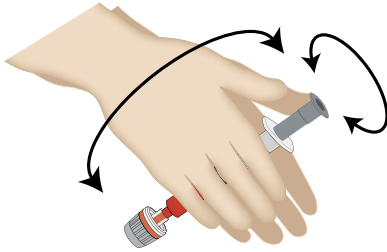
Radiometer empfiehlt:

- Untersuchen Sie die Probe auf Luftblasen
- Entfernen Sie eventuelle Luftblasen, indem Sie leicht auf die Seiten des Probenehmers klopfen
- Stoßen Sie Luftblasen –
 - unmittelbar nach der Probenentnahme
 - und vor dem Mischen aus
- Es sind auch arterielle Blutgas-Probenehmer mit Verschlusskappen zum Ausleiten von Luft und Versiegeln des Probenehmers ohne Blutkontakt erhältlich. (*safeTIPCAP*)

Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

Gerinnselformung



Blutproben koagulieren, wenn sie nicht unmittelbar nach Entnahme gründlich mit Heparin vermischt werden.

Eine Blutprobe mit Gerinnselformung ist nicht homogen, und die Ergebnisse sind nicht zuverlässig.

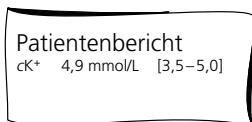
Effekt

↑CK⁺

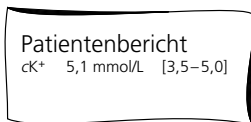
Konsequenzen

Zwei Proben werden von demselben Patienten entnommen. Eine wird unmittelbar nach Entnahme mit Heparin gemischt, die andere wird nicht gemischt. 20 Minuten später werden die Proben gemischt und analysiert.

Gemischt



Nicht gemischt



Konsequenzen von Gerinnselfbildung:

Gerinnsel können den Probenfließweg des Blutgas-Analysators blockieren und die aktuelle sowie zukünftige Proben beeinträchtigen. Die Probe gibt keine repräsentative Aussage über den Patientenzustand und sollte daher nicht gemessen werden. Da Kalium aus den Zellen freigesetzt wird, ist der cK^+ -Wert erhöht.

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

Radiometer empfiehlt:

- Verwenden Sie Probenehmer, die bereits mit elektrolytkompensiertem Trockenheparin ausgestattet sind. So vermeiden Sie:
 - Gerinnselfbildung
 - Abweichungen von Elektrolyt-Parametern
- Vermeiden Sie die Verwendung von Flüssigheparin, da es die Probe verdünnt
- Mischen Sie die Probe zweidimensional, indem Sie sie sowohl zwischen den Händen rollen als auch vertikal wenden
- Es sind arterielle Blutgas-Probenehmer mit einer Mischkugel (*safePICO*) für ein vereinfachtes Mischen erhältlich

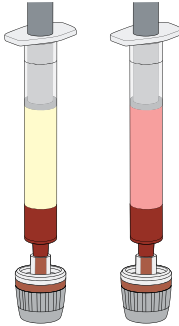
Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

Hämolyse

Keine
Hämolyse

cK^+ : 4 mmol/L



0,5 % Hämolyse

cK^+ : 4,5 mmol/L

Wenn Blutzellen direkt auf Eis gekühlt oder
Schwerkraften ausgesetzt werden, können die
Zellwände zerstört werden.

Effekt

$\uparrow cK^+$ $\downarrow cNa^+$ $\downarrow cCa^{2+}$

Konsequenzen

Es werden zwei Proben von demselben Patienten entnommen. Eine wird unmittelbar analysiert, die andere 25 Minuten auf Eiswürfeln gelagert. Resultat: 5 % Hämolyse.

Unmittelbar

Patientenbericht

cK⁺ 4,0 mmol/L [3,5–5,0]
cNa⁺ 140 mmol/L [136–146]
cCa²⁺ 1,21 mmol/L [1,15–1,29]

Nach 25 Minuten

Patientenbericht

cK⁺ 7,0 mmol/L [3,5–5,0]
cNa⁺ 136 mmol/L [136–146]
cCa²⁺ 1,11 mmol/L [1,15–1,29]

Konsequenzen einer Hämolyse:

5 % Hämolyse, wie oben beschrieben, wirkt sich kritisch auf cK⁺ und andere Elektrolyte aus; Aber selbst 0,5 % Hämolyse zieht eine kritisch positive Abweichung auf cK⁺ nach sich.

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

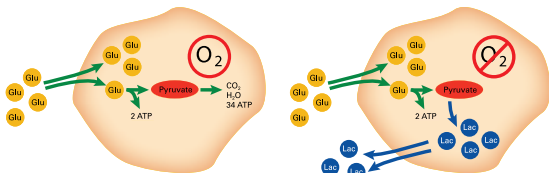
Radiometer empfiehlt:

- Lagern Sie die Probe nicht direkt auf Eis
- Mischen Sie die Probe nicht zu heftig
- Vermeiden Sie Turbulenzen innerhalb der Probe verursacht durch
 - einen zu geringen Nadeldurchmesser
 - Blockierungen im Probenfließweg
 - zu schnelle manuelle Aspiration
 - alte pneumatische Rohrpostsysteme

Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

Lange Lagerung



Der Zellmetabolismus setzt sich auch dann noch fort, wenn sich das Blut bereits im Probennehmer befindet.

Effekt

$\downarrow pH$ $\downarrow pO_2$ $\uparrow pCO_2$ $\uparrow cCa^{2+}$
 $\downarrow cGlu$ $\uparrow cLac$

Konsequenzen

Zwei Proben werden von demselben Patienten entnommen. Eine wird unmittelbar nach Entnahme analysiert, die andere zunächst 60 Minuten bei Raumtemperatur gelagert.

Sofort gemessen

Patientenbericht		
pH	7,41	[7,35–7,45]
cGlu	5,4 mmol/L	[3,9–5,8]
cLac	1,5 mmol/L	[0,5–1,6]

Nach 60 Minuten gemessen

Patientenbericht		
pH	7,39	[7,35–7,45]
cGlu	4,9 mmol/L	[3,9–5,8]
cLac	2,0 mmol/L	[0,5–1,6]

Konsequenzen langer Lagerung:

Je länger sich die Analyse verzögert, desto größer ist das Risiko, dass das Messergebnis nicht mehr dem aktuellen Patientenzustand entspricht.

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

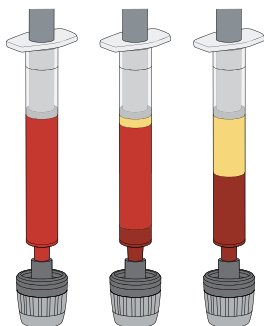
Radiometer empfiehlt:

- Messen Sie die Probe unmittelbar nach Entnahme
Wenn eine Lagerung unvermeidbar ist:
- Analysieren Sie die Probe innerhalb von 30 Minuten
- Analysieren Sie bestimmte Proben innerhalb von 5 Minuten
 - hoher pO_2 , hohe Leukozyten- oder Thrombozytenrate oder für spezielle Untersuchungen, z.B. Shunt-Berechnung
- Lagerung länger als 30 Minuten
 - Verwenden Sie eine Glasspritze und lagern Sie die Probe in Eiswasser
- Es sind Blutgas-Analysatoren erhältlich, mit denen sich das Probenalter rückverfolgen lässt

Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

Mischen



Blutproben separieren sich bei Lagerung, d.h. die roten Blutkörperchen sedimentieren.

Die Probe muss daher vor der Analyse gründlich durchgemischt werden, damit sie homogen ist.

Effekt

↓↑ctHb

Konsequenzen

Zwei Proben werden vor der Messung 10 Minuten gelagert. Die Sedimentierung der roten Blutkörperchen ist deutlich sichtbar. Eine Probe wird nun gründlich gemischt, die andere nur solange, bis sie homogen erscheint.

Gründlich gemischt

Patientenbericht

ctHb 6,2 mmol/L [8,4–10,9]

Kurz gemischt

Patientenbericht

ctHb 4,5 mmol/L [8,4–10,9]

Konsequenzen unzureichenden Mischens vor der Probenanalyse:

Eine Abweichung für Hämoglobin, ctHb, ist zu erwarten, wobei die genaue Abweichung davon abhängt, welcher Teil der Probe gemessen wurde, d.h. der sedimentierte Teil oder der Plasmaanteil. Von ctHb abgeleitete Parameter werden eine Abweichung aufweisen.

Wie Sie diese Fehler vermeiden können

Radiometer empfiehlt:

- Mischen Sie die Probe zweidimensional, indem Sie sie sowohl zwischen den Händen rollen als auch vertikal wenden
- Ist eine Sedimentierung der Probe sichtbar, muss die Probe mehrere Minuten lang gemischt werden
- Es sind Blutgas-Analysatoren mit effektivem Mischverfahren vor der Probenmessung erhältlich
- Es sind arterielle Blutgas-Probenehmer mit einer Mischkugel (*safePICO*) für ein vereinfachtes Mischen erhältlich

Richtlinien Ihres Krankenhauses:

-
-

ACUTE CARE TESTING