

Qualitätskontrolle des Base Excess (BE, mmol/l) im Blutgasanalysator

R. Zander

Institut für Physiologie und Pathophysiologie der Universität Mainz

Fragestellung

Zur Qualitätskontrolle von Blutgasanalysatoren werden heute üblicherweise von jedem Hersteller eigene, wässrige Kontrollmaterialien in Ampullen angeboten. Diese sind für die beiden Meßwerte pH und pCO₂ durch entsprechende Zielwert-Bereiche charakterisiert, die bei Durchführung der Qualitätskontrolle zu erhalten sind. Für die entscheidende therapeutische Größe, den Base Excess (BE, mmol/l), der rechnerisch aus beiden Meßwerten erhalten wird, werden allerdings keine Zielwert-Bereiche angegeben. Diese schwanken im ungünstigsten Falle für den BE erheblich (vgl. Tab. 1), d. h. wenn nach Herstellerangaben gerade noch zulässige pH- bzw. pCO₂-Werte gemessen werden.

Für die Qualitätskontrolle des BE in Blutgasanalysatoren aller Hersteller sollte auf wässriger Basis ein synthetisches Blut entwickelt werden, das sich bezüglich des gesamten Säure-Basen-Status und somit auch des BE wie oxygeniertes Blut mit einer cHb von 15 g/dl verhält.

Methodik

Wässrige Lösungen mit unterschiedlichen Zusätzen von HEPES-Puffer, NaOH und Glycerin (zur Anpassung der effektiven CO₂-Löslichkeit an die Bedingungen des Blutes) wurden in ihrer Zusammensetzung so lange modifiziert, bis sie bei Äquilibration (IL-Tonometer 237) mit definierten pCO₂-Werten (Corning Precision Gas Mixer 192) zwischen 20 und 100 mmHg und titrimetrisch vorgegebenen BE-Werten zwischen -15 und +15 mmol/l bei 37 °C die pH-Werte (Radiometer, BMS 2 Blood Micro System) aufwiesen, wie sie unter gleichen Bedingungen für Blutplasma zu erwarten sind (Siggaard-Andersen, 1974).

Zusätzlich wurde geprüft, ob entsprechende Ampullen mit der neuen Lösung "physiologic Acid Base Control" (pABCo „normal“, Bioanalytic, Umkirch/Freiburg) nach Lagerung über mindestens 9 Monate bei Raumtemperatur präzise Werte für pH und pCO₂ in verschiedenen Blutgasanalysesystemen (Radiometer, BMS 2, Ciba Corning 178) liefern können.

Ergebnisse

Das entwickelte, bezüglich des Säure-Basen-Status, synthetische Blut verhält sich tatsächlich wie Humanblut mit der Konsequenz, daß jede Kombination von pCO₂ (mmHg) und pH einen definierten BE (mmol/l) mit einer Genauigkeit von ±2 mmol/l ergibt, wenn dieser aus beiden Meßwerten (richtig) berechnet wird.

Die Meßwerte von Ampullen (normal) für pH und pCO₂ (mmHg) mit zwei unterschiedlichen Blutgasanalysesystemen sind in Tab. 3 zusammengestellt. Für die 5 möglichen Störungen des Säure-Basen-Status sind die entsprechenden Beispiele von Wertekombinationen für Qualitätskontrollmaterialien in Tab. 2 zusammengestellt.

Tab. 1 Beispiele für die maximal zulässige BE-Differenz (mmol/l) von Qualitätskontrollmaterial (Level 2, Normalwerte) verschiedener Hersteller.

Hersteller	max. BE-Differenz
Radiometer	4,9 mmol/l
Nova biomedical	6,2 mmol/l
Ciba Corning	8,0 mmol/l

Tab. 2 Qualitätskontrollmaterialien

	pH	pCO ₂ [mmHg]	BE [mmol/l]
normal	7,40 (7,38–7,41)	40 (38–42)	0 ± 2
respiratorische Azidose	7,24 (7,23–7,26)	70 (68–72)	0 ± 2
nicht-respirat. Azidose	7,24 (7,22–7,26)	40 (38–42)	-10 ± 2
respiratorische Alkalose	7,58 (7,56–7,60)	20 (19–21)	0 ± 2
nicht-respirat. Alkalose	7,53 (7,52–7,54)	40 (38–42)	+10 ± 2

Diskussion und Schlußfolgerungen

Es wird erstmals ein bezüglich des Säure-Basen-Status synthetisches Blut ("physiologic Acid Base Control") vorgestellt, das eine optimale Qualitätskontrolle für den Base Excess (BE) verschiedener Blutgasanalysatoren mit einer Präzision von ±2 mmol/l möglich macht. Die entscheidenden Vorteile für die Qualitätskontrolle sind:

1. Aus nur einer Lösung können durch Äquilibration mit definierten CO₂-Partialdrücken bei 37 °C sowie quantitativer Vorgabe des BE (Titration mit NaOH bzw. HCl) alle denkbaren Kombinationen des Säure-Basen-Status gewonnen, in Ampullen mit möglichst kleiner Gasphase abgefüllt und bei Raumtemperatur gelagert werden.

Datum	Radiometer BMS 2	Ciba Corning 178	
	pH	pH	pCO ₂
Jul./Aug. 1994	7,396 ± 0,001 (4)	7,407 ± 0,004	39,7 ± 0,6 (30)
Sept./Okt. 1994	7,390 ± 0,001 (10)	7,404 ± 0,002	40,0 ± 0,5 (4)
Nov./Dez. 1994	7,393 ± 0,002 (9)	7,413 ± 0,005	39,3 ± 0,7 (10)
Mär./Apr. 1995	7,396 ± 0,007 (5)	7,419 ± 0,006	40,6 ± 0,6 (5)

Tab. 3 Meßwerte für pH und pCO₂ in Ampullen (pABCo, normal) als Mittelwerte mit Standardabweichung und Anzahl der verwendeten Ampullen.

- Die dem Blut direkt vergleichbaren CO₂- und HCO₃⁻-Konzentrationen sorgen dafür, daß alle Meßwerte während Lagerung sehr stabil und praktisch unabhängig von Temperaturänderungen gehalten werden. Daher ist eine Berücksichtigung der Temperatur bei der Lagerung und bei der Anwendung überflüssig, ebenso eine Äquilibration vor der Anwendung.
- Selbst falsche Handhabung einer derartigen Ampulle, d.h. Entweichen von CO₂ nach Öffnen in die Raumluft, läßt den pCO₂ zwar fallen und den pH steigen, ändert den BE aber definitionsgemäß nicht.
- Da die Lösungen die gleichen CO₂- und zusätzlich gepufferten HCO₃⁻-Konzentrationen wie Blut aufweisen, können auch für pH- und pCO₂-Elektroden verschiedenster Bauweise und Hersteller sehr stabile und präzise Meßwerte erhalten werden.
- Eine Qualitätskontrolle über den aus pCO₂ und pH berechneten BE-Wert kann als besonders empfindlich bezeichnet werden, da sich eine mögliche (ungünstige) Addition von Meßfehlern bei zwei Meßwerten besonders deutlich im BE-Wert widerspiegelt.

Literatur

Siggaard-Andersen O: The acid-base status of the blood (4th ed.). Munksgaard, Copenhagen 1974.