POCT voor bloedgassen

Nick Verougstraete
Klinisch Bioloog
19/10/2026

Bloedgasmeters









- Bloedgassen
- Zuur-basen
- Elektrolyten
- Berekende parameters

→ nauw verweven met elkaar

Vereisten POC analyser

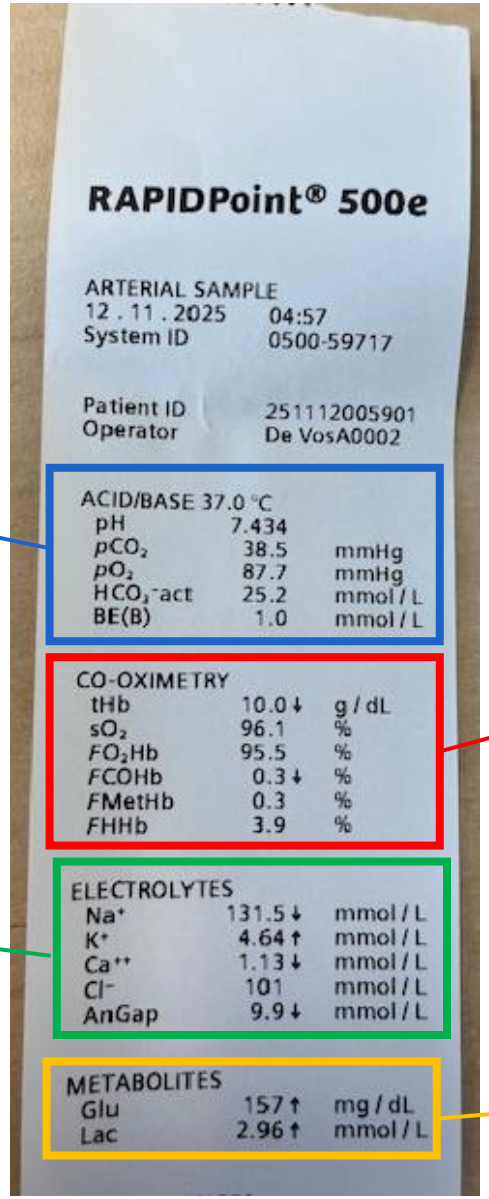
- Snel resultaat (max enkele minuten)
- Stalen onmiddellijk analyseren zonder staalvoorbereiding
  → volbloed en urine meest gebruikte staalmatrices voor POC
- Gemakkelijk en intuïtief te bedienen zonder specifieke labo skills
- Analytisch even performant als labo methodes
- Geïntegreerde kalibratie en IQC opties
- Bewaring reagentia op kamertemperatuur
- Resultaten meteen zichtbaar voor operator
- Connecteerbaar aan LIS voor doorsturing resultaten
- Draagbare toestellen (indien van toepassing)

Van toepassing op bloedgasmeters??

Parameters bloedgasmeter

Zuur-base / bloedgassen

Elektrolyten / ionen



Co-oximetrie parameters
(Hb afgeleiden)

Metabolieten

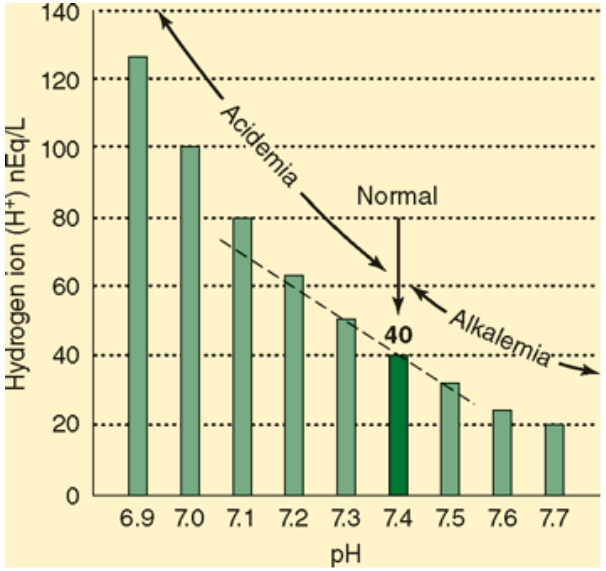
pH

Maat voor zuurtegraad bloed, gemeten via H+ concentratie

pH= -log [H^+]

Fysiologische pH= 7.40; RI 7.35-7.45

- Acidemie= pH bloed <7.35 → acidose
- Alkalemie= pH bloed >7.45 → alkalose
- Gemengd zuur-base onevenwicht



Source: Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD: *Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology*, 5th Edition: www.accessmedicine.com

Abnormale pH invloed op centraal zenuwstelsel (van CZS depressie tot hyperexciteerbaarheid van neuronen)

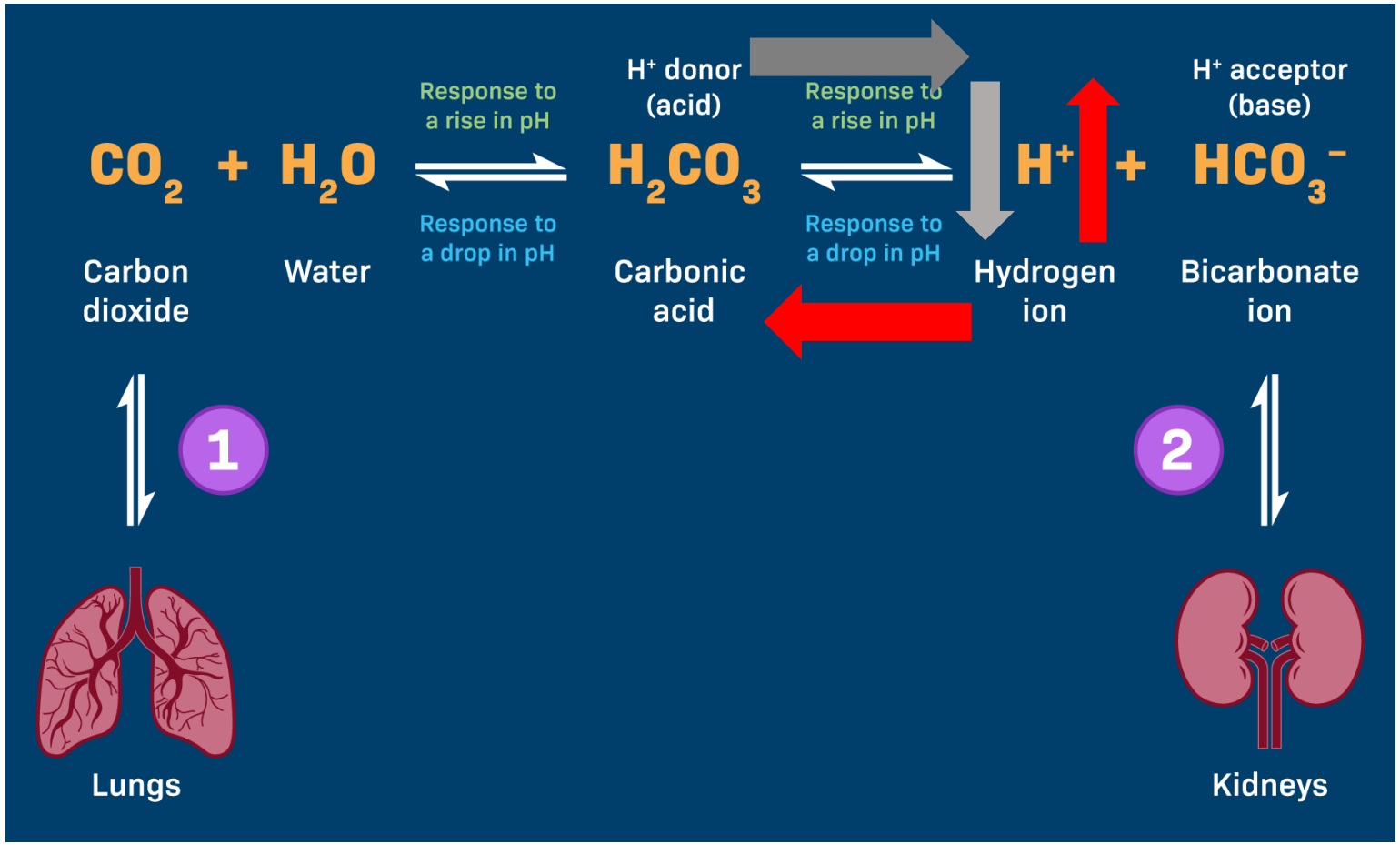
Nauwe regeling zuur-base evenwicht via

1. buffer-capaciteit van bloed
2. respiratoire (pCO_2 regeling via longen)
3. renale reguleringsmechanismen

Buffersysteem in bloed

Buffer= oplossing die de pH vrijwel constant houdt door zuur of base te neutraliseren via een evenwicht tussen een zwak zuur en zijn geconjugeerde base

Bicarbonaat/CO_2-buffersysteem



Respiratoire mechanisme

- Respiratie= uitwisseling van O_2 en CO_2 in de longen tussen alveolaire lucht en bloed
- Zuur-base imbalans → snelle compensatie door aanpassing van de ademhaling om het bloed-pH te herstellen via eliminatie (acidose) of retentie (alkalose) van CO_2
- Snelheid en diepte van ademhaling geregeld door respiratoir centrum in hersenen → stimulatie door chemoreceptoren:

  daling in pH door accumulatie van CO_2: hyperventilatie (snellere en diepere ademhaling) waardoor CO_2 wordt uitgeademd en $pCO_2\downarrow$ en pH ↑



  hypoventilatie (tragere en oppervlakkerige ademhaling) zodat CO_2 ophoopt en $pCO_2\uparrow$ en $pH\downarrow$

Renale mechanisme

Trager mechanisme op langere termijn

Regeling via aanpassing H^+-excretie en HCO_3^- reabsorptie:

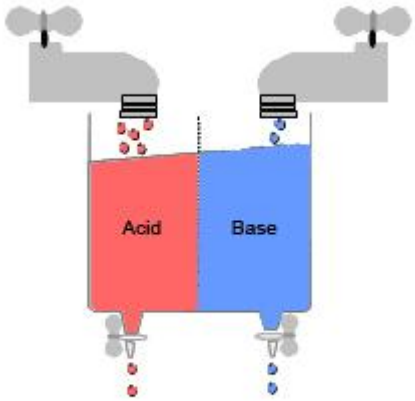
1. Na^+-H^+ uitwisseling in renale tubuli (↑ bij acidose en ↓ bij alkalose)
2. Productie ammoniak (NH_3) uit glutamine met binding H^+ en excretie als NH_4^+
3. Reabsorptie gefilterd bicarbonaat in proximale tubulus

Condities geassocieerd met zuur-base imbalans

Imbalans in zuur-base evenwicht steeds geassocieerd met elektrolyt veranderingen in bloed
→ elektrolytsamenstelling van bloed wordt vaak bepaald samen met metingen van bloedgassen en pH om zuur-basestoornissen te beoordelen

1. Metabole acidose
   ↓[HCO_3^-] door productie organische zuur (bv ketonen of lactaat), ↓H^+-excretie bij renaal falen
2. Metabole alkalose
   HCO_3^- overmaat bij hypovolemie (contractie alkalose) of exogene basen
3. Respiratoire acidose
   ↓CO_2 eliminatie via longen: COPD, depressie ademhalingscenter (drugs of trauma)
4. Respiratoire alkalose
   ↑ CO_2 eliminatie via longen: hyperventilatie bij stress/angst

Figure 1



© 2006 AACC, Contemporary Practice in Clinical Chemistry, William Clarke and D. Robert Dufour, editors.

Voorbeeld casus 1

- pH 7.28 (7.35-7.45)
- pCO_2 62 mmHg (32-45 mmHg)
- HCO_3^- 25 mmol/L (22-26 mmol/L)
- pO_2 54 mmHg (75-100 mmHg)

→ pH ↓: acidose
→ pCO_2 ↑: respiratoire component
→ HCO_3^- =: geen metabole compensatie
→ pO_2 ↓: hypoxemie

Conclusie: respiratoire acidose zonder metabole compensatie
Oorzaak: Hypoventilatie (COPD exacerbatie, spierzwakte, opiaat intoxicatie)

Voorbeeld casus 2

- pH 7.36 (7.35-7.45)
- pCO_2 60 mmHg (32-45 mmHg)
- HCO_3^- 33 mmol/L (22-26 mmol/L)
- pO_2 58 mmHg (75-100 mmHg)

→ pH: (laag) normaal
→ pCO_2 ↑: respiratoire component
→ HCO_3^- ↑: metabole (renale) compensatie
→ pO_2 ↓: hypoxemie

Conclusie: chronische respiratoire acidose met renale compensatie
Oorzaak: chronisch CO_2-retentie bij (stabiele) COPD patiënt

Voorbeeld casus 3

- pH 7.25 (7.35-7.45)
- pCO_2 26 mmHg (32-45 mmHg)
- HCO_3^- 15 mmol/L (22-26 mmol/L)
- pO_2 90 mmHg (75-100 mmHg)

→ pH ↓: acidose
→ pCO_2 ↓: respiratoire compensatie
→ HCO_3^- ↓: metabole oorzaak
→ pO_2 =: normaal

Conclusie: metabole acidose met respiratoire compensatie (diepere en snellere ademhaling)
Oorzaak: lactaatacidose, ketoacidose, nierfalen, diarree (verlies HCO3 via stoelgang)

Voorbeeld casus 4

- pH 7.50 (7.35-7.45)
- pCO_2 49 mmHg (32-45 mmHg)
- HCO_3^- 32 mmol/L (22-26 mmol/L)
- pO_2 71 mmHg (75-100 mmHg)

→ pH ↑: alkalose
→ pCO_2 ↑: respiratoire compensatie
→ HCO_3^- ↑: metabole oorzaak
→ pO_2 ↓: lichte hypoxemie door hypoventilatie

Conclusie: metabole alkalose met (gedeeltelijke) respiratoire compensatie
Oorzaak: braken (toename bicarbonaat door verlies H^+), diuretica

Elektrolyten

Na^+, K^+, Cl^- en HCO_3^-

Functies:

- Water huishouding
- Regulatie extracellulair volume
- Osmotische druk
- Zuur-base balans
- Kationen – anionen evenwicht in extracellulaire vloeistof
- Spierwerking
- Cofactoren voor enzymen
- Verstoring in K spiegels vnl cardiale effecten
- …

iCa^{2+}

Calciumonevenwichtigheden verstoren de normale neuromusculaire prikkelbaarheid: tetanie, spasmen, hartritmestoornissen

Calcium in bloed aanwezig als

- Gebonden aan plasma eiwitten (cfr albumine)
- Gebonden aan kleine ionen (cfr citraat)
- Ongebonden / geïoniseerd

  → Geïoniseerd calcium= fysiologisch actief

Labo methodes meten totaal Ca^{2+} ↔ bloedgastoestellen iCa^{2+}

Specifieke indicaties iCa^{2+}:

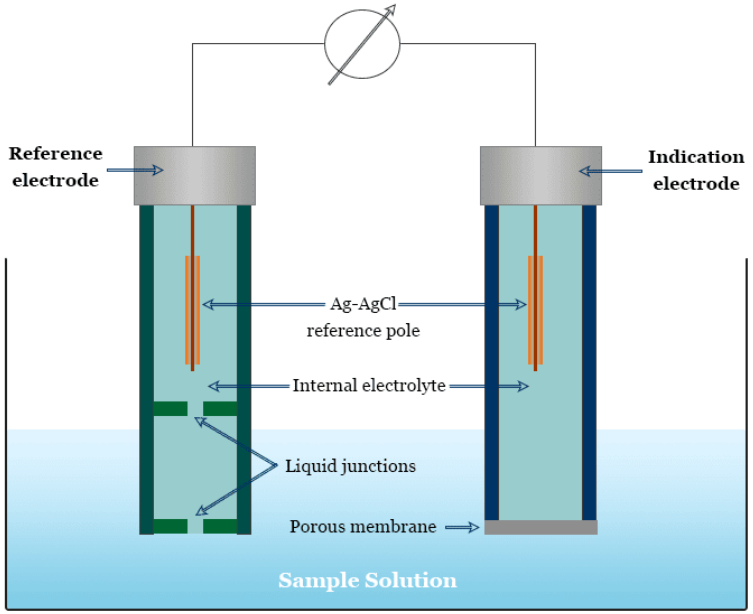
- Afwijkende/schommelende albumine levels
- Alkalose of acidose (pH beïnvloedt de eiwitbinding)

  → patiënten op IZ
- Bloedtransfusies (citraat gebufferde producten)
- Citraat-anticoagulatie bij (continue) dialyse

ISE

Meetmethode elektrolyten= directe ion-selectieve elektrodes (ISE)

- Elektrode die een potentiometrische meting uitvoert van een specifiek ion in oplossing
- Bevat een ion-selectief membraan dat selectief permeabel voor specifiek te meten ion
- Potentiaalverschil tussen meet-elektrode (ISE) en referentie-elektrode
- Nernst-vergelijking: potentiaalverschil evenredig met de logaritme van de ionactiviteit ≈ concentratie

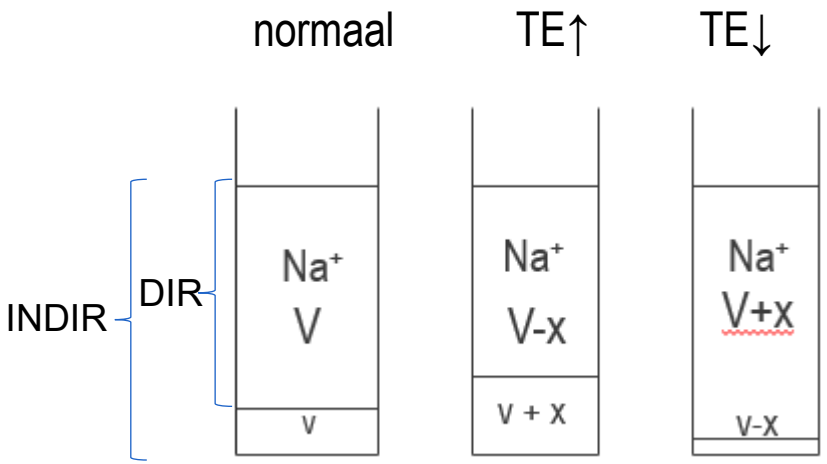


Direct vs indirecte ISE: “exclusie effect”

Indirect: staal verdund (1/31) bufferoplossing vooraleer analyse
→ high-troughput chemie analyzers in labo

Direct: staal aanbieden aan elektrodes zonder verdunning
→ POCT toestellen

Verdunning stap: rekening houden met fractie van plasma volume ingenomen door vaste stoffen (eiwitten en lipiden) van 7% ↔ elektrolyten bevinden zich in waterfase



	INDIR	DIR
Normaal :	$\frac{mNa^+}{V+v}$ ~	$\frac{mNa^+}{V}$
Bij TE ↑:	$\frac{mNa^+}{V+v+x}$ <	$\frac{mNa^+}{V-x}$ = pseudohypoNa
Bij TE ↓:	$\frac{mNa^+}{V+v-x}$ >	$\frac{mNa^+}{V+x}$ = pseudohyperNa

HCO_3^-

- Meerderheid van CO_2 in lichaam getransporteerd als bicarbonaat-ion in buffersysteem

$$CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

- Buffer in het bloed betrokken bij zuur-base evenwicht
- Berekend op bloedgasmeter (adhv pH en pCO_2 waarde, via Henderson-Hasselbalch vergelijking):

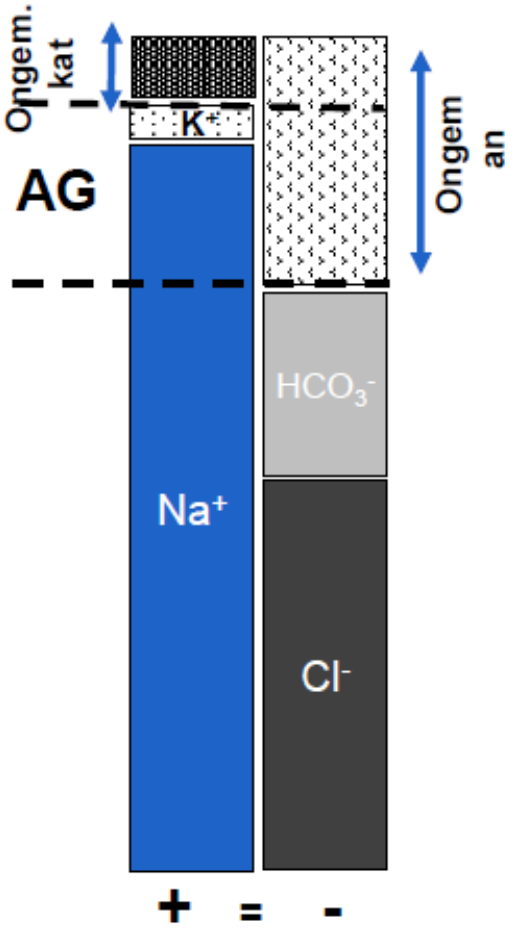
$$HCO_3^-act = 0.0307 \times pCO_2 \times 10^{(pH(37) - 6.105)}$$

- Base excess (BE): indicatie voor hoeveelheid zuur of base nodig is om 1 L bloed op normale pH van 7.40 te brengen

$$BE(B) = (1 - 0.014 \times tHb) \times [(HCO_3^-act - 24.8) + ((7.7 + 1.43 \times tHb) \times (pH(37) - 7.40))]$$

Anion gap

- Berekende parameter
- In lichaam: aantal positieve ladingen = aantal negatieve ladingen
- Maat voor aanwezigheid van **ongemeten anionen** in bloed
- AG= ongemeten anionen – ongemeten kationen =
  $[Na^+] + [K^+] – [Cl^-] – [HCO_3^-]$
  Ref: 8 – 16 mmol/L
- Aanwezigheid extern anion (bv formaat): ongemeten anionen ↑
  $[HCO_3^-]$↓ owv bufferende werking en $[Cl^-]$= door extern anion → AG ↑
- Etiologie van metabole acidose:
  AG ↑: aanwezigheid (exogeen) zuur (EG, lactaat, ketonen)
  AG =: verlies van HCO_3^- dat gecompenseerd wordt door stijging Cl^- (hyperchloremische acidose) bij bv. diarree of renale tubulaire acidose



Bloedgassen: O_2 en CO_2

Hoeveelheid aanwezig in bloed uitgedrukt in **partieeldruk (mmHg of kPa)**

Partiele druk ~ opgelost in bloed, diffusie doorheen lichaam (hoog → laag), fysiologische beschikbaarheid

Indicaties meten **pO_2** (evaluatie efficiëntie van gasuitwisseling)

- Beoordelen van respiratoire insufficiëntie (dyspneu, vermoeden hypoxemie, astma- of COPD-exacerbatie)
- Monitoring zuurstoftherapie
- Situaties met verminderde weefseloxygenatie (sepsis, shock)
- Evaluatie van gasuitwisseling bij verdenking ventilatie-perfusie mismatch
- Neonatologie: monitoring respiratoire ondersteuning

Indicaties meten **pCO_2**

- Evaluatie zuur-base evenwicht
- Beoordeling ventilatie-stoornissen (hypo- $pCO_2 \uparrow \leftrightarrow$ hyper-ventilatie $pCO_2 \downarrow$) gezien longen verantwoordelijk voor controle pCO_2 levels

Meetmethode: pH, O_2 en CO_2

Geminiaturiseerde elektroden gebaseerd op elektrochemische principes
→ meting van stroom of spanning in een elektrochemische cel ~ hoeveelheid analyt in staal
Elektrochemische cel bestaat uit twee of meer elektroden die een wisselwerking aangaan met een chemische stof en die zijn verbonden met een elektrisch systeem.

Siemens RapidPoint:

Table F-1: Sensor Measurement Method

Sensor	Measurement Technology
pH, Na^+, K^+, Ca^{++}, Cl^-	potentiometric method using standard ionselective electrode (ISE) technology[1]
reference	silver/silver electrode in potassium chloride and silver chloride
pCO_2	modified potentiometric method based on the principles of the Severinghaus electrode[2]
pO_2	amperometric measurement based on the principles of the Clark electrode[3]

Elektrodes niet lang stabiel → frequente kalibraties vereist

Temperatuur correctie

- pH, pO_2 en pCO_2-waarden afhankelijk van temperatuur
- Chemische evenwichten en gasoplosbaarheid veranderen met temperatuur
- Staalanalyse in bloedgasmeters op 37°C ≈ lichaamstemperatuur
- Temperatuurcorrecties berekenen bij patiënten met hypothermie, hartchirurgie, ECMO,…

$$\text{pH correction} = \Delta pH / \Delta T = -0.0147 + 0.0065(7.4 - pH)$$

$$pCO_2 \text{ correction} = \frac{\Delta \log pCO_2}{\Delta T} = 0.019$$

$$pO_2 \text{ correction} = \frac{\Delta \log pO_2}{\Delta T} = \frac{5.49 \times 10^{-11} \times pO_2^{3.88} + 0.071}{9.72 \times 10^{-9} \times pO_2^{3.88} + 2.30}$$

Hemoglobine

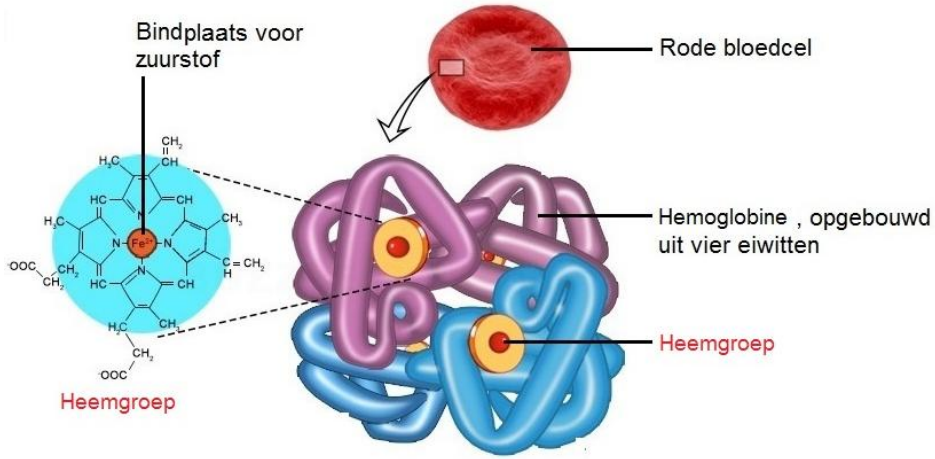
= zuurstof-dragende eiwit aanwezig in rode bloedcellen bestaande uit 4 globines
Elke Hb molecule kan 4 zuurstof molecules binden met Fe^{2+}-ion in de heemgroep

Functie in het transport van zuurstof van de longen naar de weefsels

Oxyhemoglobine (O_2Hb)= zuurstof gebonden aan heemgroep
Deoxyhemoglobine (HHb)= zuurstof losgelaten in de weefsels

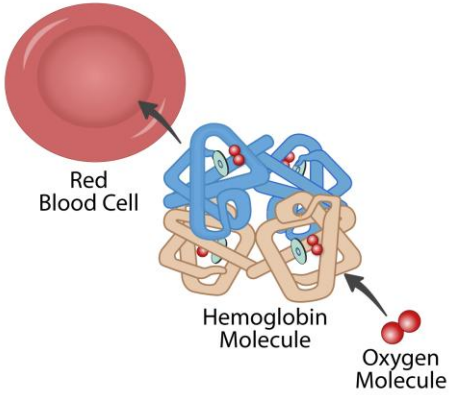
Meting in bloedgasanalysers als maat voor aantal RBC

Resultaat in g/dL



Zuurstof - hemoglobine

- O_2 inhoud bloed= Hb-gebonden O_2 + opgeloste O_2
- O_2Hb= hemoglobine met O_2 reversibel gebonden aan Fe^{2+} van de heem-groep
- O_2 opgenomen door bloed in longen uit alveolaire lucht
- Afgifte van O_2 vanuit bloed naar de weefsels



Eigenschappen van arterieel bloed die O_2 aflevering garanderen:

1. pO_2 arterieel bloed voldoende hoog zodat diffusie gradiënt van arterieel bloed naar weefselcellen ($\downarrow P_aO_2 \rightarrow$ hypoxie)
2. Normale O_2-bindingscapaciteit van bloed ($\downarrow$ Hb concentratie $\rightarrow$ anemische hypoxie)
3. Normale O_2-affiniteit: Hb moet O_2 binden in de longen + loslaten in de weefsels

Hemoglobine zuurstof saturatie (sO_2)

Berekende parameter:

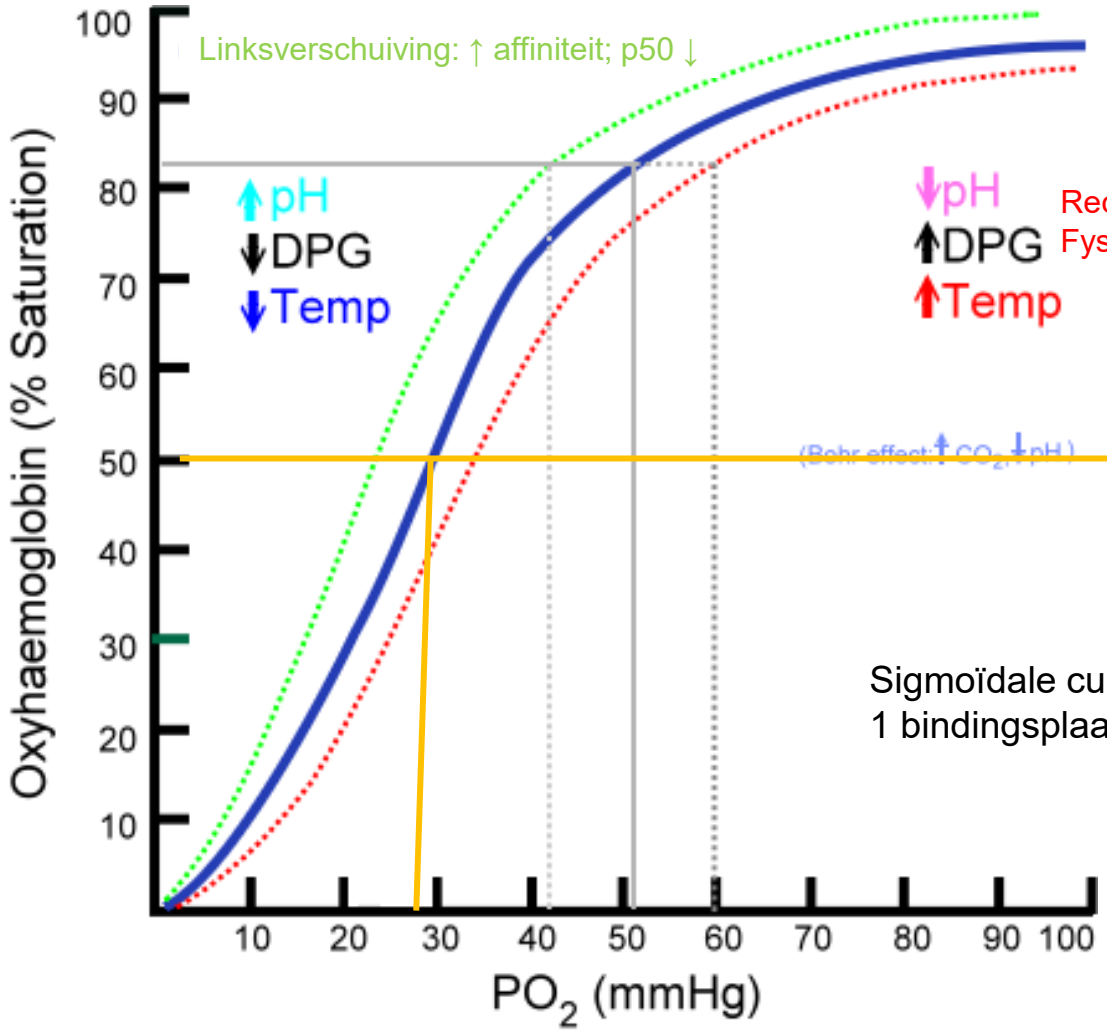
fractie/percentage van functionele hemoglobine dat gesatureerd is met zuurstof

$$sO_2 = FO_2Hb / (FO_2Hb + FHHb)$$

Referentie interval: 94-98%

Houdt geen rekening met dyshemoglobines

Hemoglobine-zuurstof dissociatie curve



p_{50}= pO_2 in bloed wanneer 50% van Hb is gesatureerd
→ indicator voor Hb affiniteit voor O2

Sigmoïdale curve: ↑ efficiëntie waarmee HHb O_2 bindt vanaf er 1 bindingsplaats bezet is (*hemoglobin cooperativity*)

COHb

- Carboxyhemoglobine
- Hb affiniteit: CO >>>> O_2
- CO in competitie met O_2 en verdringt O_2 van Hb (zelfs bij heel lage Pa)
- Binding site voor O_2 op Hb is “geblokkeerd”
  → (ernstige) weefselhypoxie ondanks normale pO_2 (hersenen: bewustzijnsverlies)

- CO= reuk- en smaakloos gas ontstaat bij onvolledige verbranding van koolstofhoudende stoffen

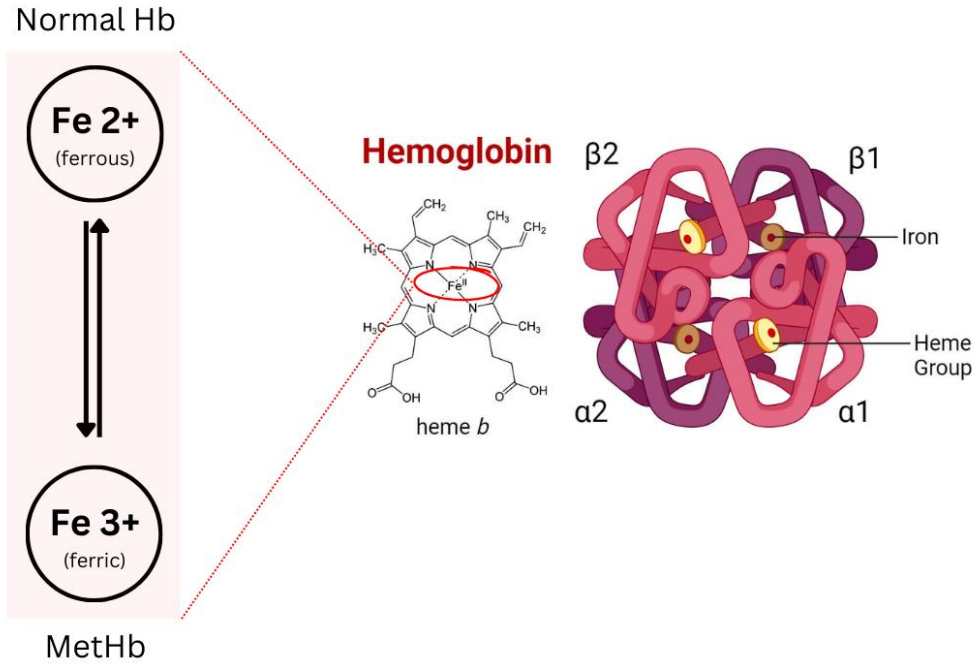
- Defecte of slecht geventileerde verwarmingstoestellen, uitlaatgassen, brand in gesloten ruimte

- Behandeling: hyperbare zuurstoftherapie



MetHb

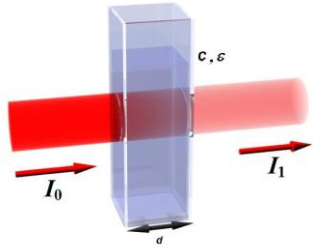
- Oxidatie heem: Fe^{2+} (ferro) → Fe^{3+} (ferri)
- Fe^{3+} kan geen zuurstof binden ≈ functionele anemie
- Linksverschuiving in dissociatiecurve: ↑ affiniteit voor O_2
  → O_2 kan niet afgegeven worden aan weefsels
- Ontstaat na inname: nitraten/nitrieten, bepaalde medicatie en drugs
- Cyanose
- “Chocolate-brown” bloed
- Behandeling: methyleenblauw als elektronendrager die het lichaam helpt om Fe^{3+} terug om te zetten naar Fe^{2}

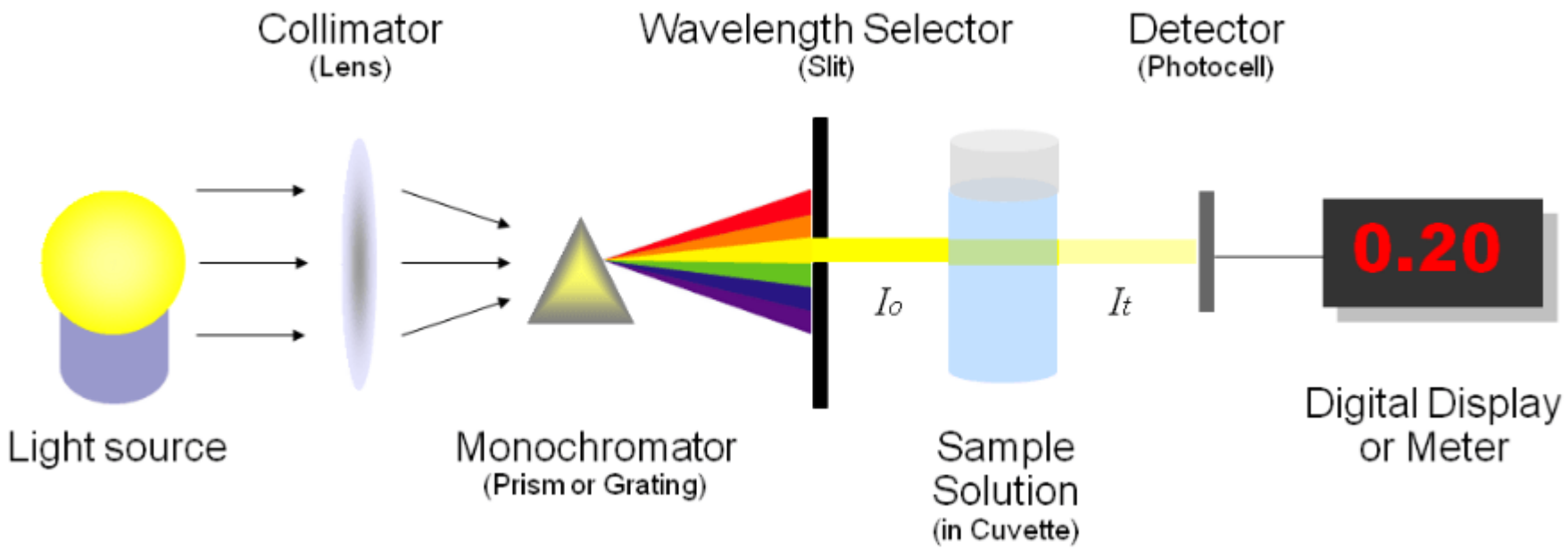


Co-oximetrie

Techniek om via spectrofotometrie concentraties van verschillende soorten hemoglobine in het bloed te meten:

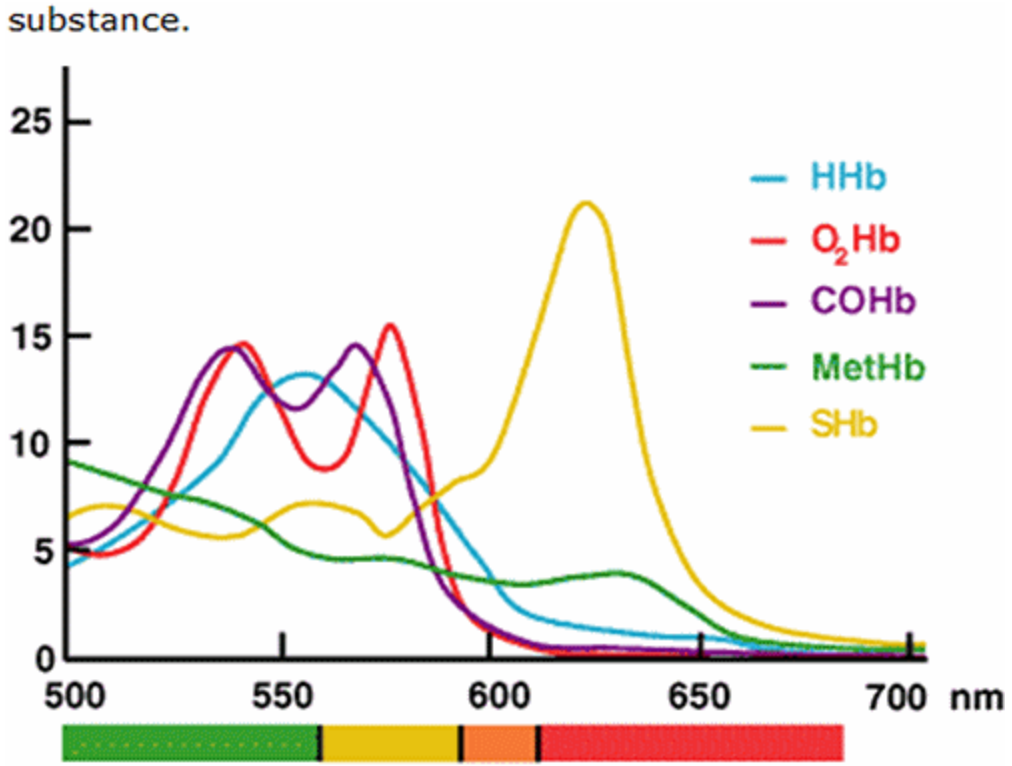
- Licht met welbepaalde golflengte door staal zenden
- Hoeveelheid licht dat wordt geabsorbeerd ~ concentratie (wet van Lambert-Beer)
- Elke stof heeft een uniek patroon van lichtabsorptie (/transmissie)





Co-oximetrie

Elke hemoglobinevorm heeft een eigen absorptiespectrum:

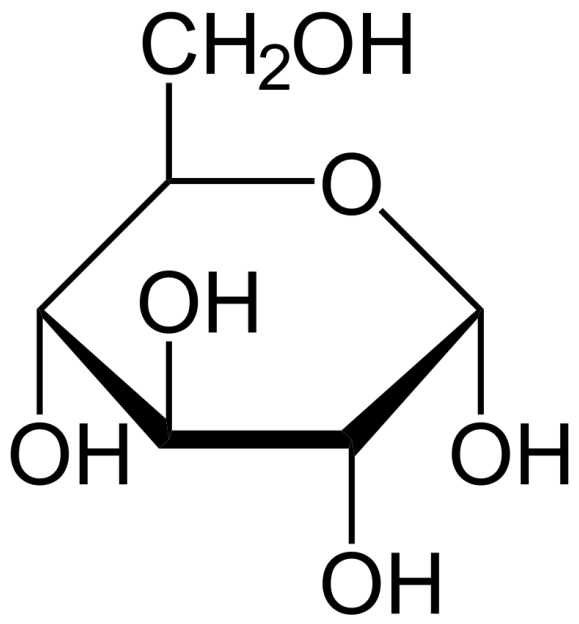


- Meerdere golflengtes worden door staal gestuurd
- Fotodetector meet intensiteit van elk lichtsignaal
- Via wiskundig algoritme totale absorptie splitsen in bijdragen van specifieke Hb-vormen (spectrale deconvolutie)

Glucose

- Monosacharide $C_6H_{12}O_6$
- Centrale energiebron: vorming ATP
- Glycemie geregeld door hormonen insuline en glucagon

- Heel veel uitgevoerd in POC-setting
- Indicaties:
  - Diabetes mellitus
  - Syndroom van Cushing
  - Hyperthyreoïdie
  -



CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

CLINICIAN'S CORNER

Benefits and Risks of Tight Glucose Control in Critically Ill Adults

A Meta-analysis

Renda Soylemez Wiener, MD, MPH
Daniel C. Wiener, MD
Robin J. Larson, MD, MPH

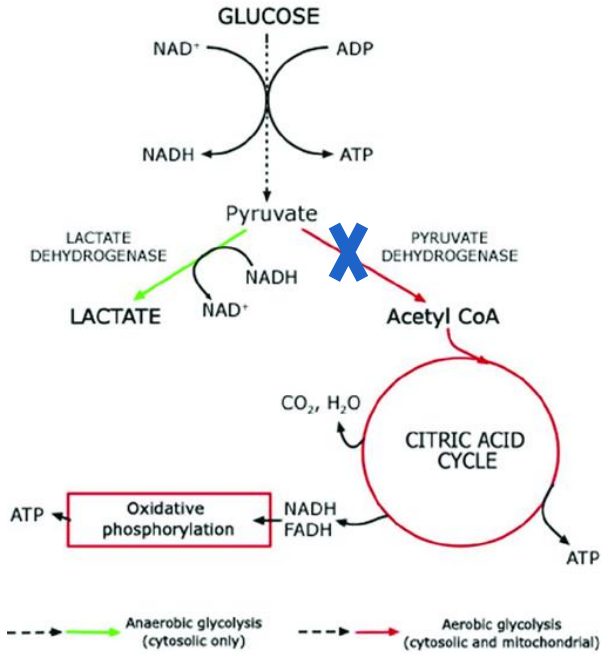
Context The American Diabetes Association and Surviving Sepsis Campaign recommend tight glucose control in critically ill patients based largely on 1 trial that shows decreased mortality in a surgical intensive care unit. Because similar studies report conflicting results and tight glucose control can cause dangerous hypoglycemia, the data underlying this recommendation should be critically evaluated.

Objective To evaluate benefits and risks of tight glucose control vs usual care in critically ill adult patients.

IN 2001 VAN DEN BERGHE ET AL[1] PUBlished a randomized controlled trial of critically ill surgical patients

Lactaat

Eindproduct van anaeroob metabolisme (als er geen zuurstof beschikbaar is):
pyruvaat (product van glycolyse) wordt omgezet in lactaat (↔ omzetting acetyl-CoA in citroenzuurcyclys)

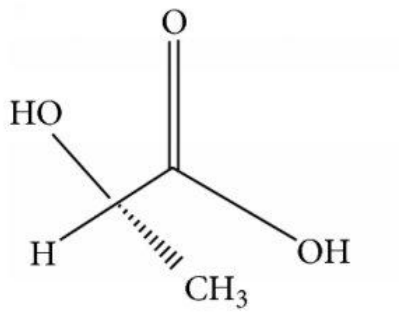


Lactaat gevormd bij: zware inspanning, ischemie van weefsel bij obstructie of shock, hypoxemie, epileptisch insult (hoge E behoefte), respiratoir falen, mitochondriële ziekten, sepsis,…

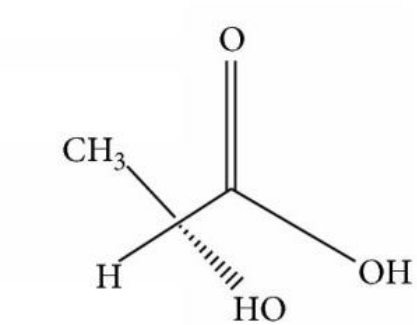
Opstapeling lactaat in bloed → lactaatacidose
= metabole ontregeling tgv weefsel hypoperfusie en hypoxie

L- vs D-lactaat

Enantiomeren: zelfde molecuulformule met verschillende ruimtelijke structuur; spiegelbeeld



L-lactic acid



D-lactic acid

- Gevormd in lichaam via L-LDH (cfr vorige slide)
- Anaerobe glycolyse
- Standaard gemeten via bloedgasanalyse
- Merker: shock, hypoperfusie, sepsis, inspanning

- Niet gevormd door menselijke enzymen
- Ontstaat door bacteriële fermentatie in darm
- Short Bowel Syndrome, overgroei D-lactaat producerende bacteriën, darmoperaties,…
- Klinisch beeld ~ lactaat acidose + neurologische symptomen
- Niet gemeten via bloedgasanalyses → specifieke chromatografische test

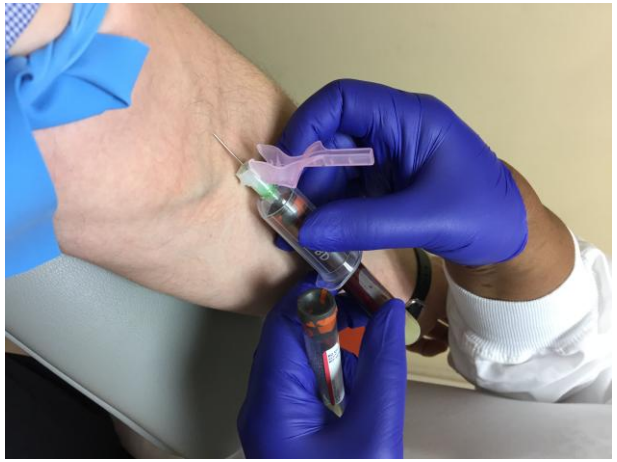
Berekende parameters

Other Reported Parameters

The RAPIDPoint 500e system also reports the following parameters:

- bicarbonate ion
- base excess
- total carbon dioxide
- temperature-corrected pH, pCO_2, and pO_2
- hemoglobin oxygen saturation
- oxygen content of hemoglobin
- oxygen capacity of hemoglobin
- oxygen tension at 50% saturation
- oxygen saturation (estimated)
- pO_2/F_IO_2
- Ca^{++} adjusted to pH 7.4
- anion gap
- osmolality
- hematocrit (determined from total hemoglobin)
- alveolar-arterial oxygen tension difference
- arterial-alveolar oxygen tension ratio
- respiratory index
- arterial blood oxygen content
- mixed venous blood oxygen content
- arterial-venous oxygen content difference
- a-v extraction index
- oxygen consumption rate
- oxygen delivery
- physiologic shunt
- estimated physiologic shunt

Pre-analytische fase: staalname



Veneus:
- Afname uit vene (ader)
- O_2-arm bloed
- Hb, elektrolyten, pH, glucose,..
- Technisch vrij eenvoudig
- Laag risico op complicaties



Arterieel:
- Afname uit arterie (slagader), vaak arteria radialis
- O_2-rijk bloed → pO_2!
- Beoordeling van ventilatie, oxygenatie en zuur/base-evenwicht
- Technisch moeilijker en pijnlijker
- Groter risico op complicaties



Capillair:
- Afname uit capillair (haarvat), vaak vingertop of hiel
- Mengsel van arterieel + veneus + interstitieel vocht
- Glucose, lactaat, pH
- Minimaal invasief

Pre-analytische fase

Pseudo-hyperkaliëmie (cfr labo analyse):

- Hemolyse: vrijstelling intracellulair K^+
- Koude bewaring zonder hemolyse: gedaalde Na-K-ATPase
- Verhoogde trombocytse: bij stolling komt K^+ vrij

Pre-analytische fase

Bloedgasspuiten en -capillairen

- Heparine gecoat aan binnenwand *vs* heparine vrijstelling via *schijfje* in spuit
  - Beide geen dilutie van staal

- Geanticoaguleerd met gebalanceerde heparine
  - Heparine bindt positief geladen elektrolyten in bloed → foutief verlaagde resultaten
  - Elektrolyt gebalanceerde heparine= heparine getitreerd met positieve ionen zodat negatieve bindingsplaatsen geblokkeerd → Ca (en overige pos elektrolyten) concentratie in staal niet wordt beïnvloed
  - Zelfde soort spuiten gebruiken in één centrum
  - Cave: bias in zeer lage of hoge Ca concentraties

cium ions. To compensate for biases on electrolytes, Radiometer uses electrolyte-balanced heparin consisting of:

Na-heparin
Li-heparin
Triton CF⁻10
$CaCl_2$-$2H_2O$
KCl
NaOH

Pre-analytische fase

Bloedgasspuiten en -capillairen

- Na afname staal ontluchten

→ nieuw evenwicht met omgevingslucht vermijden
pCO_2 lucht <<< bloed → pCO_2 bloed ↓ → pH ↑
pO_2 lucht >>> bloed → pO_2 bloed ↑ (↔ O_2-therapie: pO_2 >150 mmHg → pO_2 bloed ↓)





Extra's

- Geprebarcodeerde spuiten (voorwaarde compatibiliteit LIS)



Prebarcoded syringe

- Automatische opmenging van staal net voor analyse (*mixing ball*)



Pre-analytische fase

Glazen *vs* plastieken capillairen voor BGA

Voordeel plastiek: flexibeler voor afname, kunnen niet breken



Acta Pædiatrica ISSN 0803-5253

REGULAR ARTICLE

Non-reassuring results in agreement trial comparing glass and plastic capillary tubes for neonatal blood gas sampling

Kristin Tanney (kristin.tanney@mft.nhs.uk)[1], Ajit Mahaveer[1], Karen Dockery[1], Nicola Booth[1], Carol A. Chadwick[2], Chris M. Chaloner[2], Azita Rajai[3,4]

1.Newborn Intensive Care Unit, St. Mary's Hospital, Manchester University NHS Foundation Trust, Manchester, UK
2.Department of Clinical Biochemistry, Manchester University NHS Foundation Trust, Manchester, UK
3.Faculty of Medical and Human Sciences, Institute of Population Health, University of Manchester, Manchester, UK
4.Department of Research & Innovation, Manchester University NHS Foundation Trust, Manchester Academic Health Sciences Centre, Manchester, UK

Key notes

- Many neonatal units have empirically made the switch from glass to plastic capillary tubes, but little evidence exists to support this change.
- This study demonstrates poor agreement between glass and plastic capillary tubes for several blood gas parameters, alongside a significant increase in plastic tube sample failures.
- Although staff safety is paramount, we must have confidence in the equipment involved in making (sometimes major) clinical interventions.

→ voor evt. switch: interne studie uitvoeren

Pre-analytische fase

Impact transport buizenpost BGA?

SUMMARY

The validity of using PTS to transport samples for blood gas analysis has been tested in a number of studies over 30 years. The main findings are:

- PTS has no effect on pH or pCO_2 [6, 9,10,11,12,13]
- PTS does not affect pO_2 so long as pO_2 is close to that of ambient air (20 kPa / 150 mmHg) [17]
- PTS can cause an increase in pO_2 for samples whose pO_2 is less that 20 kPa (150 mmHg) and a decrease in pO_2 for samples whose pO_2 is greater than 20 kPa (150 mmHg) [17]
- The main cause of the change in pO_2 induced by PTS is contaminating air [15,17]
- Clinically significant aberrant pO_2 results can occur if samples are not purged of air before transport via PTS [17,12,18]
- If air could be reliably excluded from an arterial sample before transport, the changes in pO_2 induced by PTS would be clinically insignificant [12,17,18]
- Protocols aimed at purging air from arterial specimens are neither 100 % effective nor universally applied [12,13,17]
- The effect of PTS on pO_2 values can be ameliorated by reducing the speed at which samples are sent via PTS [17] and by sending samples in pressure-sealed containers [13].

Although PTS has been widely used for the transport of specimens to the laboratory for more than 25 years, there remains no consensus about the advisability of using PTS to transport samples for blood gas analysis.

There is, however, consensus that where PTS systems are used, every effort must be made to ensure that protocols for the elimination of air from arterial blood specimens, prior to transport, are as effective as possible and rigorously enforced.

PTS= pneumatic tube transport

The effects of PTS on pO_2 have been assumed to be the result of the increased agitation of samples that occurs during transport.

https://acutecaretesting.org/en/articles/pneumatic-tube-transport-of-samples-for-blood-gas-analysis

Pre-analytische fase

Tijd tussen afname en analyse

Celmetabolisme blijft doorgaan in staal (leukocyten, rode bloedcellen en plaatjes)

- pH ↓ 0.04-0.08/h 37°C; 0.02-0.03/h 22°C; <0.01/h 4°C
- Glucose ↓ wordt verbruikt via glycolyse waarbij lactaat ↑ (anaeroob) en CO_2 ontstaan
- pCO_2 ↑ met ≈ 5 mmHg/h 37°C; 1 mmHg/h 22°C; 0.5 mmHg/h 4°C
- pO_2 (anaerobe bewaring) ↓ met ≈ 2 mmHg/h KT; 5-10 mmHg/h 37°C owv celademhaling
  (=proces in mitochondriën waar glucose wordt omgezet in ATP als energiebron)

→ preventie: analyse binnen de 30 minuten

↔ effecten ↑↑ bij hoog aantal WBC (leukemie)

Analytisch: validatie

- Cfr labotoestellen: analytische kwaliteit minstens even goed
  - Reproduceerbaarheid – juistheid
  - Methodevergelijking tov labo methode (indien van toepassing)
  - Methodevergelijking tov zelfde toestellen
  - Interferenties
  - …
- Evt. evaluatie pre-analytisch device
- Controle doorsturing resultaten: toestel → middleware → LIS → resultatenviewer
- Deelname EKE programma's

Analytisch: validatie

Voorbeeld interferentie: lactaat

Short Communication

Relationship Between Serum Glycolate and Falsely Elevated Lactate in Severe Ethylene Glycol Poisoning

Alex F. Manini[1,2,*], Robert S. Hoffman[1,2], Kenneth E. McMartin[3], and Lewis S. Nelson[1,2]
[1]New York City Poison Control Center, Department of Health and Mental Hygiene, New York, New York; [2]Division of Medical Toxicology, Department of Emergency Medicine, New York University School of Medicine, New York, New York; and [3]Louisiana State University Health Sciences Center, Shreveport, Louisiana

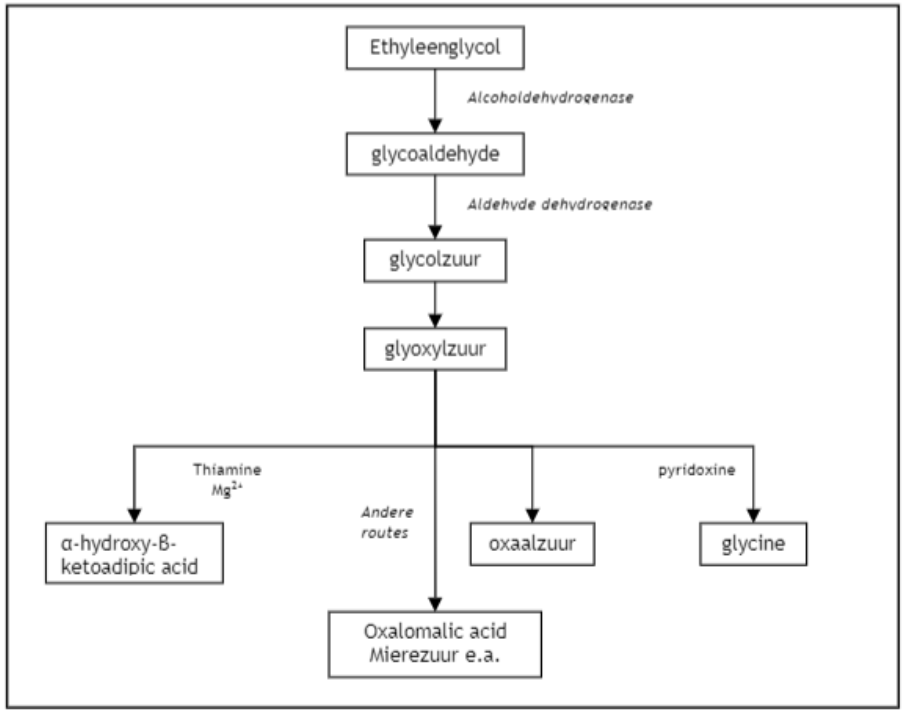
- Aspecificiteit van lactaat oxidase enzym:

$$\text{L-Lactate} + O_2 \xrightarrow{\text{Lactate Oxidase}} \text{Pyruvate} + H_2O_2$$

- Zowel bloedgas als labo-analyser
- Lactaat dehydrogenase geen interferentie

Interference of ethylene glycol with L-lactate measurement is assay-dependent

Andrei Tintu[1], Ellen Rouwet[2] and Henk Russcher[1]
[1]Department of Clinical Chemistry; [2]Department of Surgery, Erasmus Medical Center, PO Box 2040, 3000 CA Rotterdam, The Netherlands
Corresponding author: Andrei Tintu. Email: a.tintu@erasmusmc.nl



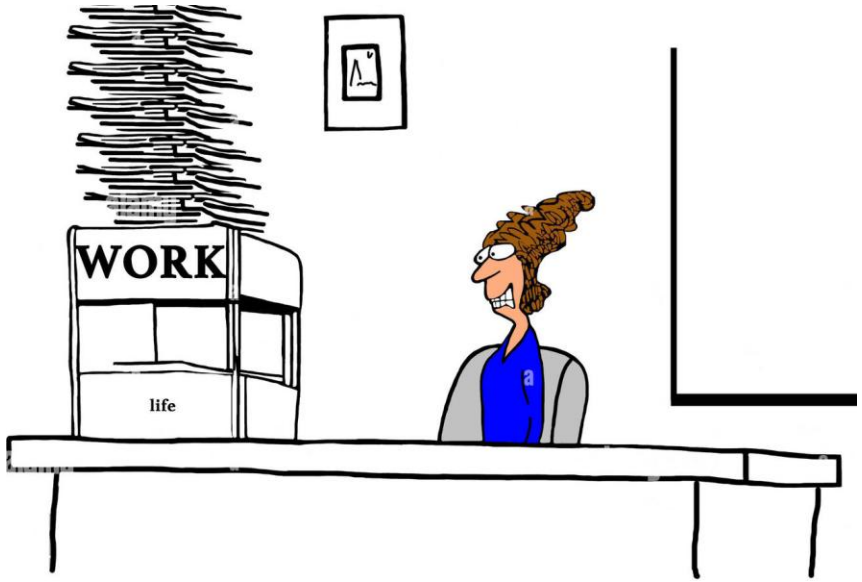
Analytisch: validatie

Reproduceerbaarheid – bias – totale fout:

- Per gemeten parameter op elk toestel
- 5x5 experiment (cfr CLSI EP5-A3 protocol)
- Within-, between- en totale CV
- Beoordelingscriteria obv biologische variatie + RCPA

Methodevergelijking *oude* vs *nieuwe* BGA

- Alle gemeten parameters
- Op elk nieuw toestel tov voorgaand
- 20 stalen per toestel/parameter
- Restmateriaal bloedgasspuiten IZ
- Evaluatie adhv regressie- en Bland-Altman analyse (TEa als criterium)

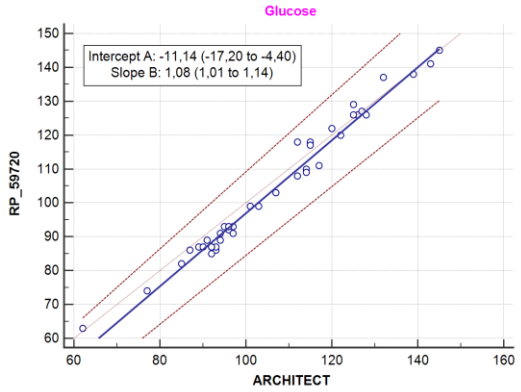


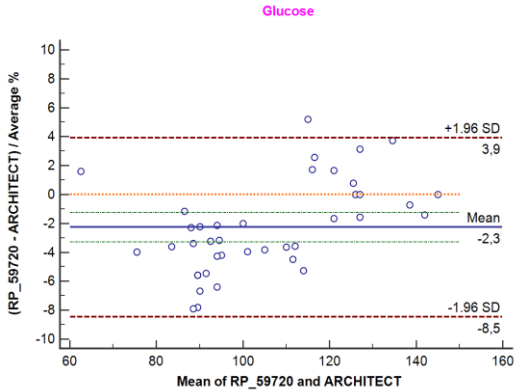
Methodevergelijking BGA vs labo-methode

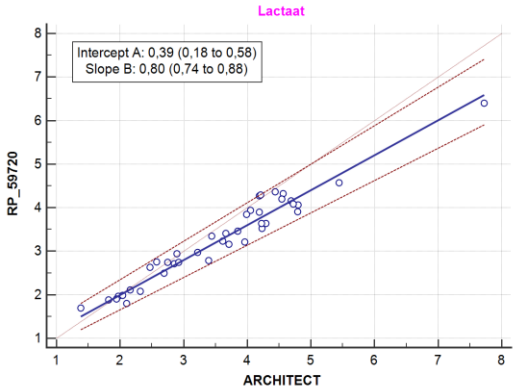
- Indien core-lab analyse beschikbaar (Hb, Na^+, K^+, Cl^-, glucose, lactaat en bilirubine)
- Op één BGA tov core-lab analyser
- 40 stalen per parameter

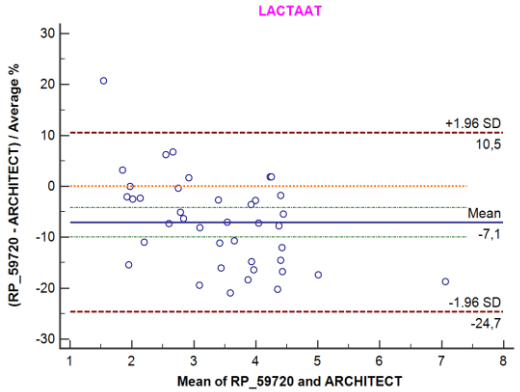
Analytisch: validatie

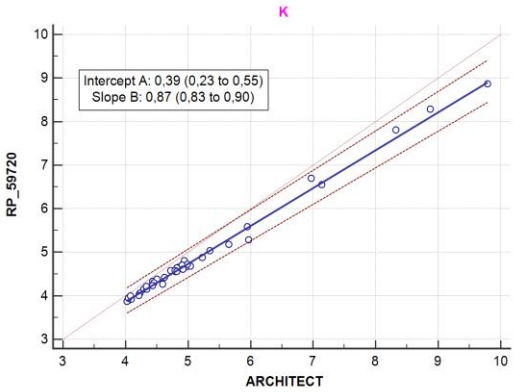
Methodevergelijking RP500e *vs* labo-methode

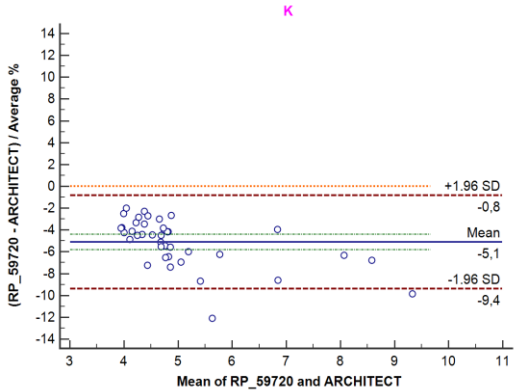


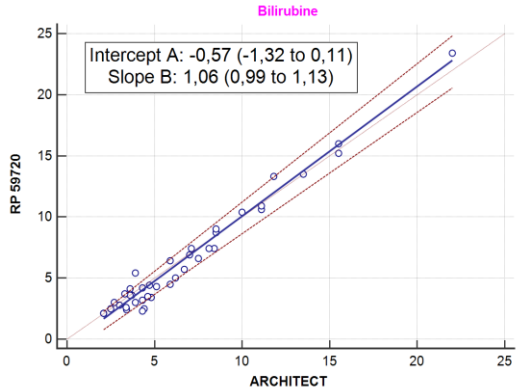


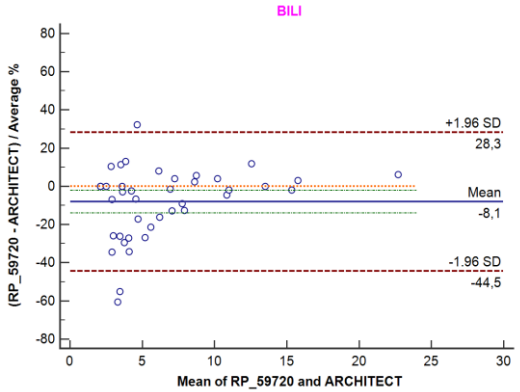








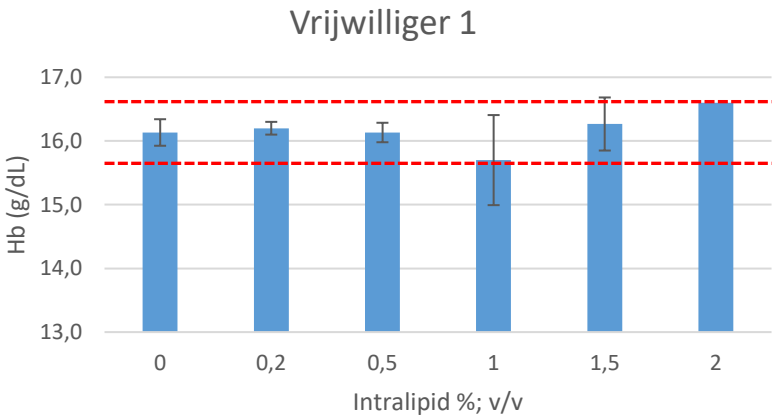




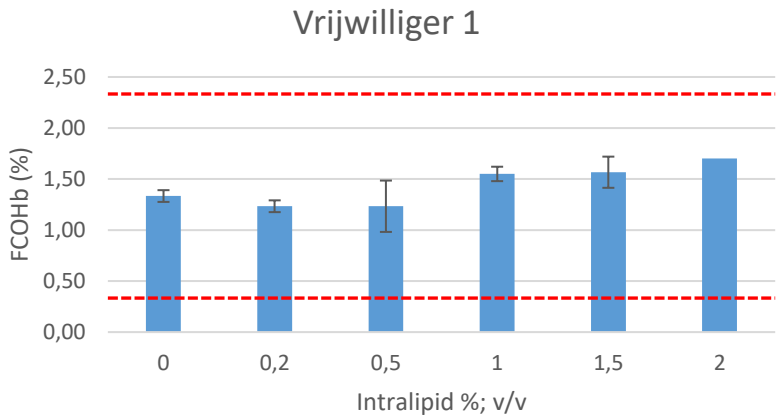
Interferentiestudies

Lipemie

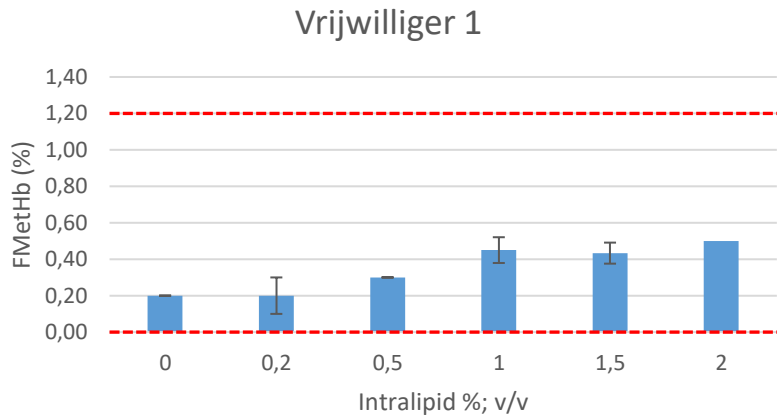
- Owv veranderen kleur/turbiditeit effect op co-oximetrie metingen
- Patiënten met lipidenstoornis, toediening parenterale voeding of na eten vetrijke maaltijd
- Heparine bloedstalen van 3 vrijwilligers spiken met oplopende concentratie Intralipid
- Analyses uitgevoerd in 3-voud



Rood aangeduide grenzen= ±3% totale fout criterium cfr RCPA 2012 guidelines.



Rood aangeduide grenzen= ±1% absolute totale fout criterium cfr Operator's Guide RapidPoint 500e.



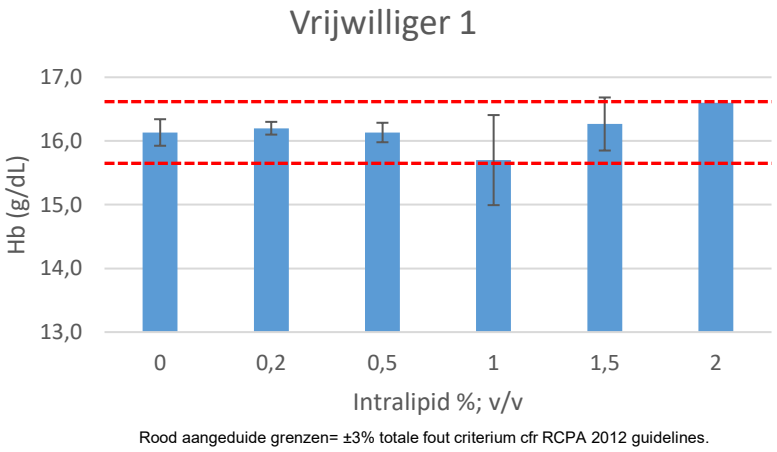
Rood aangeduide grenzen= ±1% absolute totale fout criterium cfr RCPA 2012 guidelines.

Lipemische stalen hebben geen invloed op co-oximetrie resultaten.

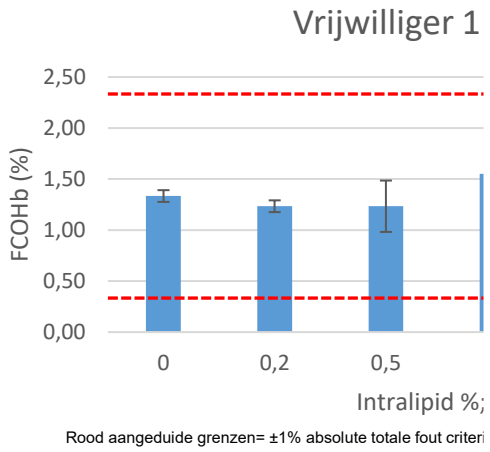
Interferentiestudies

Lipemie

- Owv veranderen kleur/turbiditeit effect op co-oximetrie metingen
- Patiënten met lipidenstoornis, toediening parenterale voeding of na eten vetrijke maaltijd
- Heparine bloedstalen van 3 vrijwilligers spiken met oplopende concentratie Intralipid
- Analyses uitgevoerd in 3-voud



Rood aangeduide grenzen= ±3% totale fout criterium cfr RCPA 2012 guidelines.



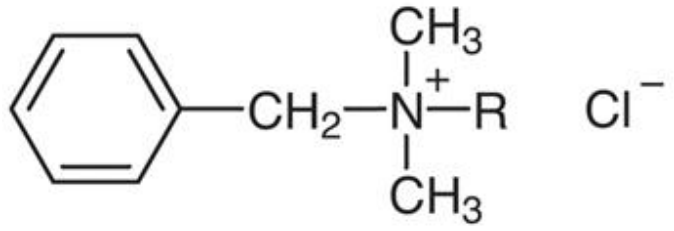
Rood aangeduide grenzen= ±1% absolute totale fout criteri

Table E-24: CO-ox: Substances Showing No Detectable Interference

Substance	Level
Beta carotene	0.40 mg/dL
Hemolysis	10% volume
Lipid	5% intra-lipid in serum
Indocyanine Green	5 mg/L
Bilirubin	40 mg/dL
Fetal Hemoglobin	20%, 40%, 85%
Cyanmethemoglobin	10%
Evans Blue	5 mg/L

Lipemische stalen hebben geen invloed op co-oximetrie resultaten.

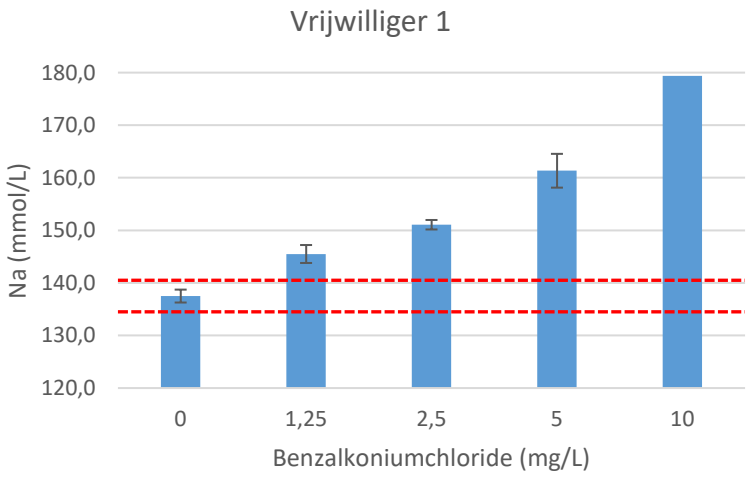
Interferentiestudies

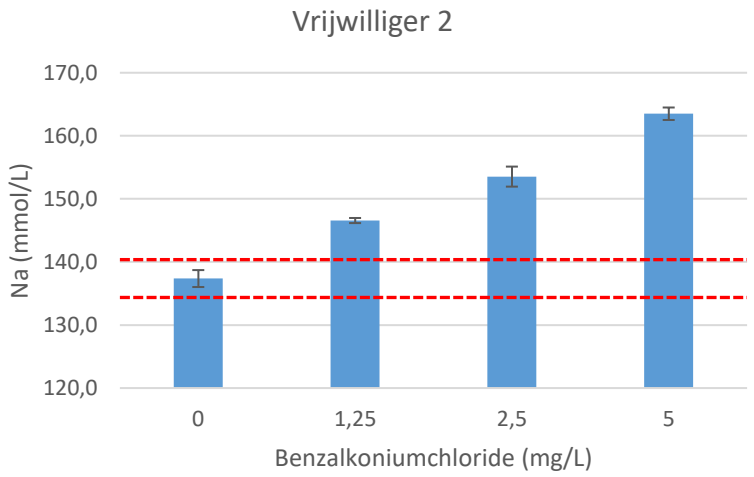


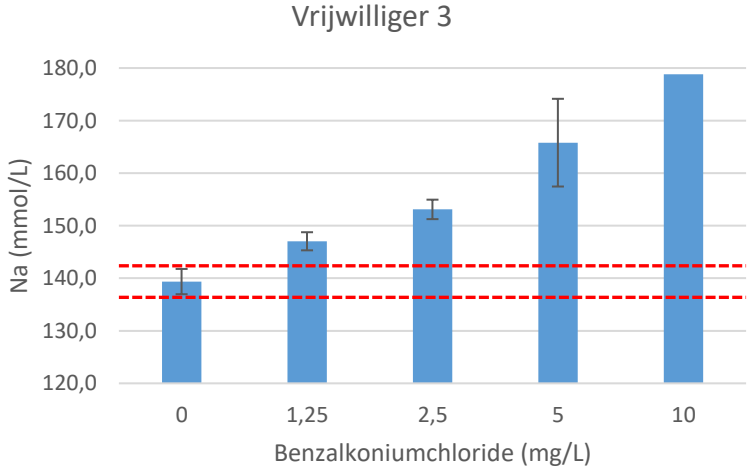
Benzalkoniumchloride

- Quaternair ammoniumderivaat met antiseptische werking
- Invloed op Na-resultaten (mechanisme onbekend)
- Heparine bloedstalen van 3 vrijwilligers spiken met oplopende concentratie benzalkonium chloride
- ↔ realistisch scenario







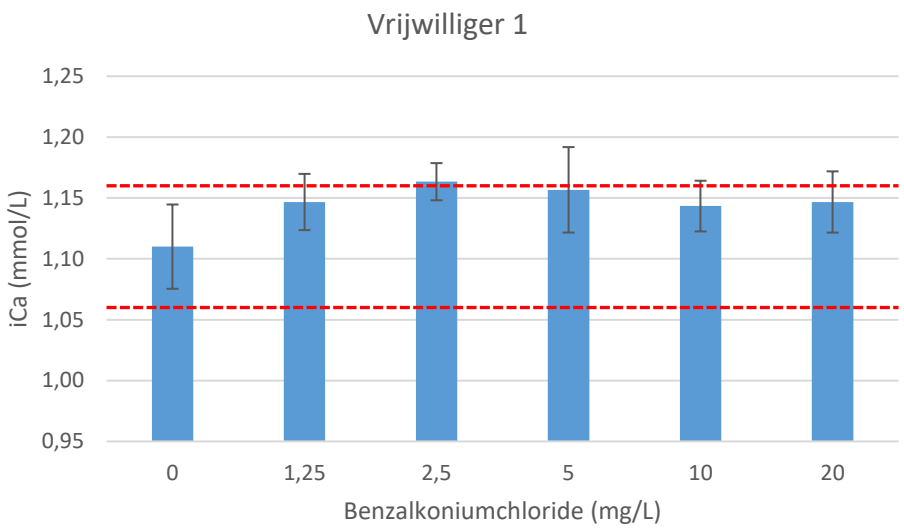


Rood aangeduide grenzen= ±3 mmol/L totale fout criterium cfr RCPA 2012 guidelines. Foutvlaggen= ±1SD van de 3 uitgevoerde metingen.

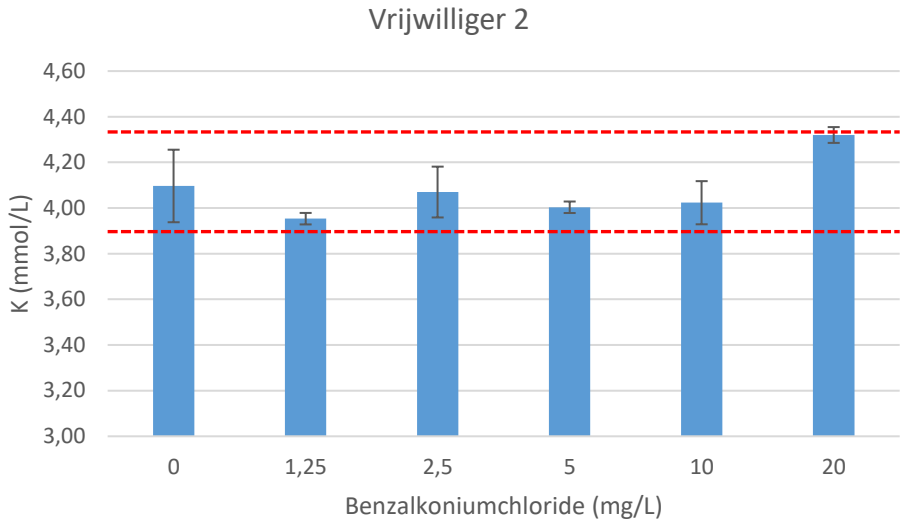
Vanaf 5 mg/L: *question result* zonder Na-concentratie; vanaf 20 mg/L geen kwantitatieve waarde gerapporteerd

Validatie bloedgastoestellen – interferentiestudies

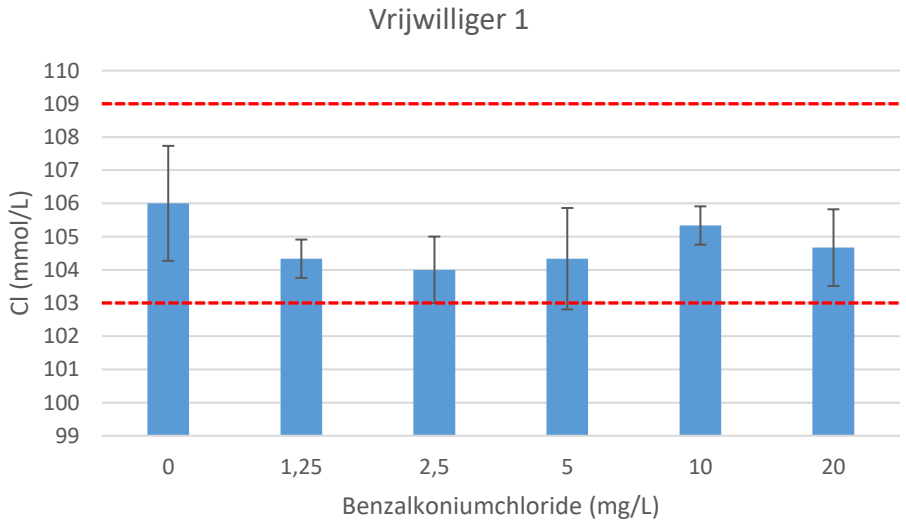
Benzalkoniumchloride



Rood aangeduide grenzen= ±0.05 mmol/L totale fout criterium cfr RCPA 2012 guidelines.



Rood aangeduide grenzen= ±0.2 mmol/L totale fout criterium cfr RCPA 2012 guidelines.



Rood aangeduide grenzen= ±3 mmol/L totale fout criterium cfr RCPA 2012 guidelines.

Toevoeging van benzalkoniumchloride heeft geen invloed op iCa, K of Cl resultaten

Vragen?

Nick.Verougstraete@uzgent.be
09/332.03.55

UZ GENT

UNIVERSITEIT GENT