

## BLOEDGASSEN

Birgit Nienhaus  
Arts-assistent SEH

## WAT MEET JE IN EEN BLOEDGAS?

- pH                    zuurgraad bloed
- pCO<sub>2</sub>                maat voor partiële koolzuurspanning (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
- pO<sub>2</sub>                    partiële zuurstofspanning
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>                bicarbonaat
- BE                    base excess
- SaO<sub>2</sub>                arteriële zuurstofsaturatie (O<sub>2</sub>-verzadiging van Hb)

## DEFINITIES

- pH in bloed
  - Directe invloed op intracellulair pH: celmetabolisme → enzymen functioneren alleen bij een optimale pH
- Voeding: zuren en basen                    **Goed regelmechanisme noodzakelijk!**
- Stofwisseling: vorming van zuren
- Afwijkende pH
  - < 7.35 (acidose/acidaemie)
  - > 7.45 (alkalose/alkaliaemie)

## DEFINITIES

- Buffersystemen
  - Hb, eiwitten, fosfaat, bicarbonaat



- We kijken naar het bicarbonaatsysteem omdat:
  - HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> absoluut gezien de grootste bijdrage levert
  - HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> eenvoudig meetbaar is
  - het HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> systeem het snelste systeem is
  - de intensiteit pH-correctie overeenkomstig andere systemen is
  - het HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> systeem een vluchtig systeem: kan door de longen als CO<sub>2</sub> uit het lichaam verwijderd worden

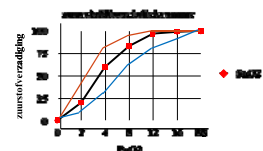
## OXYHAEMOGLOBINEDISSOCIATIECURVE

- 1 erythrocyt = ca. 640 miljoen Hb-moleculen
- Hb-affiniteit voor O<sub>2</sub>: aan Hb gebonden O<sub>2</sub> laat los in het bloedplasma en wordt door weefsels geabsorbeerd
  - Longen: ↑ pO<sub>2</sub> zodat O<sub>2</sub> gemakkelijk aan Hb bindt
  - Weefsels: ↓ pO<sub>2</sub> zodat O<sub>2</sub> gemakkelijk loslaat



## OXYHAEMOGLOBINEDISSOCIATIECURVE

- O<sub>2</sub> bindt makkelijker, laat makkelijker los (↓ pO<sub>2</sub> nodig)
  - ↓ temperatuur, ↓ pCO<sub>2</sub>, ↓ DPG, ↑ pH
- O<sub>2</sub> bindt moeilijk, laat makkelijker los (↑ pO<sub>2</sub> nodig)
  - ↑ temperatuur, ↑ pCO<sub>2</sub>, ↑ DPG, ↓ pH

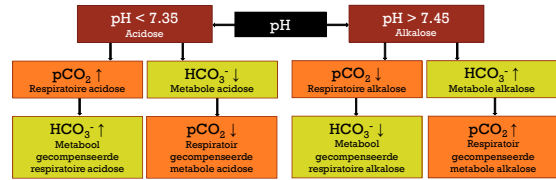


## INTERPRETATIE

Stap 1	pH
Stap 2	pCO <sub>2</sub>
Stap 3	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Stap 4	BE (eventueel overslaan)
Stap 5	pO <sub>2</sub> <small>Los van zuur-base regulatie</small>
Stap 6	SaO <sub>2</sub>

## INTERPRETATIE

	Normalwaarde
pH	7.35 – 7.45
pCO <sub>2</sub>	4.7 – 6.0 kPa
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22 – 26 mmol/l
BE	-2 – +2 mmol/l
pO <sub>2</sub>	10.0 – 13.0
SaO <sub>2</sub>	95.0 – 98.0



• Overcompenseren kan niet !

## CASUS 1

- 64-jarige patiënt
- VG: DM type 2
- Sinds 4 dagen koorts (39,1°C), dyspnoe, hoesten, groen sputum
- Vochtige rhonchi rechts basaal

### BLOEDGAS

pH	7.42
pCO <sub>2</sub>	4.9
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25
BE	+0.3
pO <sub>2</sub>	8.9
SaO <sub>2</sub>	92

- Interpretatie: hypoxaemie met ondersaturatie
- Conclusie: partiele respiratoire insufficiëntie
- Respiratoire insufficiëntie:
  - Partieel: ofwel lage pO<sub>2</sub> ofwel hoge pCO<sub>2</sub>
  - Totaal: zowel lage pO<sub>2</sub> als hoge pCO<sub>2</sub>

## CASUS 1

- Herhaling van bloedgas na 2 uur

### BLOEDGAS

pH	7.47
pCO <sub>2</sub>	4.2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25
BE	+0.6
pO <sub>2</sub>	8.0
SaO <sub>2</sub>	91

- Interpretatie: respiratoire alkalose, niet gecompenseerd
- Conclusie: geringe alkalose door hyperventilatie, ter compensatie van hypoxaemie met ondersaturatie

## CASUS 1

- Beleid:
  - Ruim infuus
  - Zuurstofoediening
  - Antibiotica na afnemen kweken
  - Controle labwaarden

### BLOEDGAS

pH	7.40
pCO <sub>2</sub>	4.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25
BE	0
pO <sub>2</sub>	10.8
SaO <sub>2</sub>	96

## DEFINITIES – VERVOLG

- Respiratoire regulatie (pCO<sub>2</sub> als maat voor H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
  - ↓ pCO<sub>2</sub> hyperventilatie (hypocapnie)
  - ↑ pCO<sub>2</sub> hypoventilatie (hypercapnie)

Respiratoire acidose		Respiratoire alkalose	
Luchtwegobstructie	Astma, COPD, pneumothorax	Hypoxie	Pneumonie
Pneumothorax			↓ cardiac output
Musculair/thoraxwand	Spierziekte, scoliose		Decompensatio cordis
↓ ademhalingscentrum	Neurologisch, intoxicatie		Verblijf op grote hoogte
Mechanisch	Beademing	↑ perfusie	Longembolie
		↑ ademhalingscentrum	Psychogeen (pijn, angst)
			Sepsis
			Neurologisch: CVA, tumor
		Mechanisch	Beademing

- Voor een pH van 7.10 – 7.35 kan worden aangehouden dat dit respiratoir gecompenseerd kan worden met een pCO<sub>2</sub> dat gelijk is aan het getal achter de komma

## CASUS 2

- 53-jarige patiënte
- VG: COPD Gold III
- Sinds 1 week toename van dyspnoe en opgeven van sputum. Door HA gestart met Augmentin en prednison zonder effect.
- AF 25/min, gebruik hulpademhalingspijpen, verlengd piepen expirium, saturatie 77% zonder O<sub>2</sub>

### BLOEDGAS

pH	7.33
pCO <sub>2</sub>	7.6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	33.0
BE	+5.8
pO <sub>2</sub>	5.5
SaO <sub>2</sub>	76.8

- Interpretatie: partieel metabool gecompenseerde respiratoire acidose
- Conclusie: partieel metabool gecompenseerde respiratoire acidose bij chronische hypoventilatie (totale respiratoire insufficiëntie)

## CASUS 3

- 49-jarige patient
- 1 ½ mnd geleden in Turkije geweest waarna dyspnoe klachten. Na 1 mnd ook T 38,5°C en op X-thorax een pneumonie vv AB. 3 wkn na start AB: subfebriel, 'niet lekker', dyspnoe d'effort.
- VAG bdz zonder bijgeluiden, saturatie 92%
- X-thorax: beiderzijds infiltraten

### BLOEDGAS

pH	7.59
pCO <sub>2</sub>	3.2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	23.0
BE	+2.0
pO <sub>2</sub>	7.4
SaO <sub>2</sub>	95.4

- Interpretatie: respiratoir alkalose, niet gecompenseerd
- Conclusie: respiratoire alkalose bij bilaterale pneumonie

## DEFINITIES – VERVOLG

- Metabole regulatie door de nieren: H<sup>+</sup> kwijtraken, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> vasthouden
- Verwijderen van H<sup>+</sup>-ionen:
  - Aldosteron: uitwisseling van H<sup>+</sup> en K<sup>+</sup> tegen Na<sup>+</sup> in verzamelbuis
  - Productie van NH<sub>3</sub> in tubuluscellen waaraan een extra H<sup>+</sup> wordt gebonden en met urine wordt uitgescheiden als NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (ammonia)
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> vasthouden via 2 processen in proximale tubulus
  - Terugresorptie van HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - Enzym **carbo-anhydrase** zet CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O om in H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dat direct uiteenvalt in H<sup>+</sup> en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
    - vrijkomende H<sup>+</sup> bindt aan fosfaat:  $Na_2HPO_4 + H^+ \rightleftharpoons NaH_2PO_4 + Na^+$
    - Na<sup>+</sup> gaat dan met een HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> weer het bloed in

## DEFINITIES – VERVOLG

- Anion gap: verschil in positief en negatief geladen ionen
  - $([Na^+] + [K^+]) - ([HCO_3^-] + [Cl^-])$ , normaal 9-14 mEq/l
- Onderscheiden van oorzaken metabole acidose m.b.v. aniongap
  - 9-14 mEq/l → oorzaak is verlies van HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - > 14 mEq/l → oorzaak is teveel aan H<sup>+</sup> (verbruik HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Metabole acidose		Metabole alkalose
Verlies van HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , normale aniongap	Teveel aan H <sup>+</sup> , verhoogde aniongap	Verlies van H <sup>+</sup> (HCl)
Gastro-intestinaal: diarree (dunne darm)	Lactatacidose anaerobe verbranding	Gastro-intestinaal: braken, maaghevel, diarree (colon)
Renaal: renale tubulaire acidose, hypoadosteronisme	Ketoacidose verbranding vetzuren	Renaal: gebruik van lis-/thiazidediuretica, hyperaldosteronisme
Nierinsufficiëntie	Nierinsufficiëntie Intoxicaties	Hypokaliëmie (waardoor H <sup>+</sup> /K <sup>+</sup> shift)
		Renaal verlies van H <sup>+</sup> gaat gepaard met een verminderde excretie van HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> door hypo-Cl

## CASUS 4

- 82-jarige patiënt
- Recent gediagnosticeerd coloncarcinoom vv OK. Nu buikpijn, misselijkheid en braken. 5 dgn geen ontlasting gehad.
- Bolle buik, hypertympan, afwezige peristaltiek → diagnose?
- Opname, NPO, maaghevel

### BLOEDGAS

pH	7.48
pCO <sub>2</sub>	4.9
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	31
BE	-1.2
pO <sub>2</sub>	10.9
SaO <sub>2</sub>	99%

- Interpretatie: metabole alkalose, niet gecompenseerd
- Conclusie: metabole alkalose t.g.v. verlies van H<sup>+</sup> via maaghevel

## CASUS 5

- 21-jarige patiënte
- VG: DM type I
- Sinds puberteit slechte therapietrouw waardoor regelmatig ontregeling van glucosewaarden
- Acetongeur bij ademhaling, langzame diepe ademhaling

### BLOEDGAS

pH	7.05
pCO <sub>2</sub>	3.7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8.0
BE	-11
pO <sub>2</sub>	11.3
SaO <sub>2</sub>	90%

- Interpretatie: partieel respiratoir gecompenseerde metabole acidose
- Conclusie: diabetische ketoacidose met Kussmaul ademhaling
- pH < 7.20 bewustzijnsdaling, pH < 7.00 coma

**CASUS 5**

- **Diabetische ketoacidose:** stapeling van ketonen bij DM
- Door gebrek aan insuline kan glucose niet gebruikt worden als brandstof
- Overgegaan op verbranding van vetten door coenzym-A-moleculen
- Bij anaerobe vetverbranding komen ketonen (zuur) vrij
- Ketonen normaal 'hergebruikt' als brandstof voor vetverbranding → niet mogelijk zonder glucose
- Stapeling van ketonen

**DEFINITIES – VERVOLG**

- **Base excess (BE):** maat voor hoeveelheid titreerbaar base in het bloed
  - Berekening uit pH,  $pCO_2$  en  $pO_2$
  - Positieve (+) waarde: base-overschot
  - Negatieve (-) waarde: basetekort
- De BE is een uitslag die bij bloedgasinterpretatie strikt genomen niet noodzakelijk is; de uitslag kan dus genegeerd worden!
- Bruikbaar voor inschatten hoeveel  $NaHCO_3$  gegeven moet worden voor correctie van een metabole acidose

**CASUS 6**

BLOEDGAS	
pH	7.56
$pCO_2$	1.8
$HCO_3^-$	25
BE	+2.2
$pO_2$	16.8
$SaO_2$	99

- Interpretatie: respiratoire alkalose, niet gecompenseerd
- Oorzaak: hyperventilatie bij bv. pijn/psychogeen

**CASUS 7**

BLOEDGAS	
pH	7.1
$pCO_2$	2.1
$HCO_3^-$	4.7
BE	-19.8
$pO_2$	15.6
$SaO_2$	99
Lactaat	4.2

- **Sepsis** =  $\geq 2$  SIRS criteria met sterke verdenking op/bewezen infectie
  - Lichaamstemperatuur  $< 36.0^\circ C$  of  $> 38.0^\circ C$
  - Hartfrequentie  $> 90/min$
  - Ademhalingsfrequentie  $> 20/min$  of  $pCO_2 < 4.3$
  - Leukocyten  $< 4$  of  $> 12$
- **Septische shock** = door sepsis veroorzaakte hypotensie ondanks adequate volumeresuscitatie
- Interpretatie: metabole acidose (lactatacidose), partieel gecompenseerd
- Oorzaak: ernstige sepsis

**CASUS 8**

BLOEDGAS	
pH	7.30
$pCO_2$	8.5
$HCO_3^-$	32
BE	+4
$pO_2$	3.7
$SaO_2$	76

- Interpretatie: respiratoire acidose, partieel metabool gecompenseerd
- Oorzaak: exacerbatie COPD (chronische gecompenseerde respiratoire acidose met nu acute verslechtering)

**CASUS 9**

BLOEDGAS	
pH	7.50
$pCO_2$	2.6
$HCO_3^-$	24
BE	+1
$pO_2$	8.0
$SaO_2$	88

- Interpretatie: respiratoire alkalose, niet gecompenseerd
- Oorzaak: hyperventilatie t.g.v. hypoxie (bv. pneumonie, longembolie)

**CASUS 10****BLOEDGAS**

pH	7.58
pCO <sub>2</sub>	4.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	32.6
BE	+9.4
pO <sub>2</sub>	12.9
SaO <sub>2</sub>	98

- Interpretatie: metabole alkalose, niet gecompenseerd
- Oorzaak: braken, diarree (vanuit colon)

**CASUS 11****BLOEDGAS**

pH	7.33
pCO <sub>2</sub>	3.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15.3
BE	-9.2
pO <sub>2</sub>	10.2
SaO <sub>2</sub>	97

- Interpretatie: metabole acidose, partieel respiratoir gecompenseerd
- Oorzaak: acute nierinsufficiëntie

