



## Bloedgasanalyse

Sacha Schellaars  
IC centrum UMC Utrecht

---

---

---

---

---

---

---

---

### Doelstelling

- De student kan de 4 stoornissen in het zuur-base evenwicht benoemen.
- De student kan compensatiemechanismen herkennen en benoemen.
- De student kan een bloedgas interpreteren in relatie tot een ziektebeeld.
- De student kan interventies uitvoeren om afwijkende bloedgaswaarden te verbeteren bij een niet beademde en beademde patiënt.

8/11/10

Sacha Schellaars, IC- Centrum UMC Utrecht

2

---

---

---

---

---

---

---

---

### Bloedgasanalyse

- Zuur – base evenwicht
- Oxygenatie

8/11/10

Sacha Schellaars, IC- Centrum UMC Utrecht

3

---

---

---

---

---

---

---

---



### Wat is een zuur

- Een zuur is een molecuul dat H<sup>+</sup> ionen kan afgeven.

Sterk zuur → maagzuur

Zwak zuur → koolzuur (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-)

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

4

---

---

---

---

---

---

---

---

### Wat is een base

Een base is een molecuul dat H<sup>+</sup> ionen aan zich kan binden.

Zwakke base → Bicarbonaat  
(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Sterke base → Chloor

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

5

---

---

---

---

---

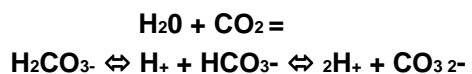
---

---

---

### Evenwicht

Een zuur is altijd in evenwicht met zijn base



8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

6

---

---

---

---

---

---

---

---



Een stoornis in het zuur-base evenwicht is in de eerste plaats een symptoom en pas in de tweede plaats een ziekte.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

7

---

---

---

---

---

---

---

---

### Beoordeling van zuur- base stoornissen

Bij de beoordeling van zuur- base stoornissen zijn drie parameters van belang:

1. De zuurgraad → pH
2. De koolzuurspanning in het arteriële bloed → pCO<sub>2</sub> in mmHg of kPa
3. De bicarbonaatconcentratie van het arteriële bloed → HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

8

---

---

---

---

---

---

---

---

### Belangrijke mechanismen in de regulatie van de zuur- base balans

- Intra- en extracellulaire buffers, bijv. Hb (H<sup>+</sup> binden), fosfaat (H<sup>+</sup> afgeven).
- Respiratoire compensatie → longen.
- Metabole compensatie → nieren.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

9

---

---

---

---

---

---

---

---



### Buffersystemen

- Buffers zijn moleculen die afhankelijk van de zuurgraad  $H^+$  afgeven of opnemen.
- Deze buffers, voor het merendeel zwakke zuren en basen vangen de eerste veranderingen in de  $H^+$  concentratie op.
- Buffers hebben beperkingen. Eerste opvang is goed maar de voorraad raakt snel op.

De belangrijkste buffer is **BICARBONAAT**

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

10

---

---

---

---

---

---

---

---

### $HCO_3^-$ / $CO_2$ buffer

- Dit is een 'open systeem' omdat het lichaam in staat is om zuur of base via de longen en de nieren af te geven.
- De nieren kunnen  $H^+$  of  $HCO_3^-$  uitscheiden met de urine.
- De longen kunnen zuur afgeven of vasthouden in de vorm van  $CO_2$ .

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

11

---

---

---

---

---

---

---

---

### Acidose versus Alkalose

- $pH < 7.35$  = Acidose
- $pH > 7.45$  = Alkalose
- Bij verandering van de pH door de  $HCO_3^-$  concentratie is de oorzaak metabool
- Bij een verandering van de pH door de koolzuurspanning ( $pCO_2$ ) is de oorzaak respiratoir.

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

12

---

---

---

---

---

---

---

---



### Compensatie

- Een acidose cq. alkalose zal metabool of respiratoir gecompenseerd worden.
- Metabool wordt respiratoir gecompenseerd
- Respiratoir wordt metabool gecompenseerd

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

13

---

---

---

---

---

---

---

---

### Respiratoire compensatie

- Regulatie van de zuur-base balans door de longen.
- Serum pH ↓ ten gevolge van HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> tekort, ventilatie ↑ waardoor meer CO<sub>2</sub> wordt afgeblazen.
- Serum pH ↑ ten gevolge van HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> retentie, ventilatie ↓ waardoor CO<sub>2</sub> wordt vastgehouden.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

14

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metabole compensatie

- De nieren reguleren de pH door zure of basische urine uit te scheiden.
- Afhankelijk van de pH van het serum wordt er meer of minder:
  - gefiltreerde HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> teruggeresorbeerd
  - H<sup>+</sup> met de urine uit gescheiden.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

15

---

---

---

---

---

---

---

---



- Laag serum pH → lage pH van de urine (netto zuur verlies).
- Hoge serum pH → hoge pH van de urine (netto base verlies).

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

16

---

---

---

---

---

---

---

---

### Compensatie

- |        | <u>Stoornis</u>                                       | <u>Compensatie</u>                                    |
|--------|---|---|
| ● pH ↓ | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↓<br>pCO <sub>2</sub> ↑ | pCO <sub>2</sub> ↓<br>HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ |
| ● pH ↑ | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑<br>pCO <sub>2</sub> ↓ | pCO <sub>2</sub> ↑<br>HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↓ |

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

17

---

---

---

---

---

---

---

---

### Enkelvoudige versus gemengde zuur – base stoornissen

- Enkelvoudige of primaire zuur- base stoornis: indien er sprake is van één aandoening. De stoornis is in dat geval het gevolg van de primaire concentratie verandering van het HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> of van de pCO<sub>2</sub>, maar niet van beide.
- Bij een gemengde zuur- base stoornis bestaan er meerdere aandoeningen naast elkaar, metabool naast respiratoir, alkalose naast acidose.

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

18

---

---

---

---

---

---

---

---



- De pH kan bij een gemengde stoornis, verhoogd, normaal of verlaagd zijn, afhankelijk van de stoornis die het meest op de voorgrond staat.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

19

---

---

---

---

---

---

---

---

### Enkelvoudig vs. gemengd

- Een gemengde stoornis kan men op het spoor komen doordat er een discrepantie bestaat tussen de primaire afwijking en de te verwachte compensatie.
- Een gemengde stoornis voldoet niet aan de regels van een normale compensatie.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

20

---

---

---

---

---

---

---

---

### Andere hulpmiddelen bij de interpretatie van zuur- base

#### ● stoornissen

- **Anion Gap** (bij metabole acidose):  
Verschil van + en -,
- **Standaard bicarbonaat**: concentratie  $\text{HCO}_3^-$  (arterieel) welke is gecorrigeerd (gestandaardiseerd) voor een normale  $\text{pCO}_2$ .
- **Base excess**: teveel of tekort aan base ten opzichte van het actuele bicarbonaat en de  $\text{pCO}_2$ .

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

21

---

---

---

---

---

---

---

---



- Bij een normale zuur- base balans is de BE 0.0
- Negatief BE → relatief tekort aan base
- Positief BE →relatief teveel aan base

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

22

---

---

---

---

---

---

---

---

### Normaal waarden

- pH 7.35 - 7.45
- pCO<sub>2</sub> 35 - 45 mmHg  
4,5 - 6,0 kPa
- Act. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 22 - 26 mmol/ liter
  
- pO<sub>2</sub> 80 - 100 mmHg  
10,5 - 13,5 kPa
- SaO<sub>2</sub> 95 - 100%

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

23

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metabole acidose

- pH (arterieel) < 7.35
- pCO<sub>2</sub> < 35 mmHg
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> < 22 mmol/liter

#### Relatief tekort aan HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> door:

1. Verhoogde consumptie van bicarbonaat als buffer bij een overschot aan zuur (H<sup>+</sup>).
2. Verlies van bicarbonaat gastro-intestinaal of via de nieren.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

24

---

---

---

---

---

---

---

---





- Compensatie middels hyperventilatie (pCO<sub>2</sub> ↓).
- Normale compensatie is 1 mmHg pCO<sub>2</sub> daling voor iedere mmol daling van de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentratie.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

25

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metabole acidose 2

Oorzaken:

1. Gastro- intestinaal: diarree of drainage van de darminhoud via een drain of fistel.
2. Renaal: nierinsufficiëntie, renale tubulaire acidose, koolzuuranhydrase remmers (diamox), bijnierinsufficiëntie
3. Anders; post -hypocapnie, parenteralevoeding (aminozuren)
4. Lactaat acidose
5. Keto acidose

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

26

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metabole alkalose

- pH > 7.45
- pCO<sub>2</sub> > 45 mmHg
- Act. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > 26 mmol/liter

Overmaat aan bicarbonaat door:

1. Verlies van H<sup>+</sup> via het bovenste gedeelte van het maagarmkanaal
2. Retentie van biacarbonaat via de nieren.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

27

---

---

---

---

---

---

---

---



### Compensatie middels hypoventilatie ( $pCO_2 \uparrow$ )

Normale compensatie is 1 mmHg  $pCO_2$  toename voor iedere mmol toename van het  $HCO_3^-$

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

28

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metabole alkalose 2

Oorzaken:

1. Verlies van  $H^+$ : braken, maagzuigdrainage, oesofagale- of maagfistel.
2. Retentie van  $HCO_3^-$ : afname circulerend volume; hypovolemie, diuretica, hartfalen.
3. Exogeen bicarbonaat: natriumbicarbonaatsuppletie, massale bloedtransfusie (> 8 eh erythrocyten)

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

29

---

---

---

---

---

---

---

---

### Respiratoire acidose

- pH < 7.35
- $pCO_2$  > 45 mmHg
- $HCO_3^-$  > 26 mmol/ liter

Acuut optredende respiratoire acidose is een uiting van hypoventilatie en dus een falend respiratoir systeem!!! Zodanig te beschouwen als een 'medical emergency'.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

30

---

---

---

---

---

---

---

---



- Chronische respiratoire acidose wordt vooral gezien bij chronische longaandoeningen en wijst op een minimale reserve van het ademhalingsapparaat.
- Elke aandoening die leidt tot verminderde ventilatie geeft een respiratoire acidose.

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Respiratoire acidose 2

- De compensatoire stijging van het bicarbonaat is pas bij een chronische respiratoire acidose.
- Bij een kort bestaande respiratoire acidose is de concentratie bicarbonaat meestal niet hoger dan 26 mmol/ liter.
- Bij een respiratoire acidose langer dan 3 dagen is de compensatoire toename van  $\text{HCO}_3^-$  veel hoger ( 4 mmol/L voor iedere 10 mmHg  $\text{pCO}_2$ )

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

32

---

---

---

---

---

---

---

---

## Respiratoire alkalose

- pH > 7.45
- $\text{pCO}_2$  < 35 mmHg
- $\text{HCO}_3^-$  < 22 mmol/ liter
- Respiratoire alkalose duidt altijd op een toegenomen ventilatie. Wanneer de diagnose wordt gesteld moet er altijd naar een onderliggende oorzaak gezocht worden welke in veel gevallen goed behandelbaar is.

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

33

---

---

---

---

---

---

---

---



## Respiratoire alkalose 2

- De compensatoire daling van het bicarbonaat duurt dagen en zal bij een kort bestaande respiratoire alkalose geen rol van betekenis spelen.
- Bij een acute respiratoire alkalose zal de  $\text{HCO}_3^-$  concentratie maar met slechts 2 mmol/ L dalen voor iedere 10 mmHg daling van de  $\text{pCO}_2$ .

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

34

---

---

---

---

---

---

---

---

- Bij een chronische respiratoire alkalose loopt dit op tot 5 mmol/L.
- Bij onduidelijkheid over de duur van de respiratoire alkalose is het moeilijk te bepalen of er een bijkomende zuur- base stoornis is (gemengde stoornis).

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

35

---

---

---

---

---

---

---

---

## Oorzaken respiratoire alkalose

Acute alveolaire hyperventilatie kan veroorzaakt worden door een groot aantal aandoeningen:

- Hypoxie, pijn en angst zijn de meest belangrijke oorzaken.
- Ernstige infectie cq. sepsis door toename van het basaal metabolisme (hypermetabolisme).

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

36

---

---

---

---

---

---

---

---



- Invasieve beademing door een te hoog ingesteld AdemMinuutVolume
- 'psychogeen' hyperventileren of 'hyperventilatiesyndroom'. Hierbij is voorzichtigheid geboden in het stellen van de diagnose

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

37

---

---

---

---

---

---

---

---

### Gemengde zuur- base stoornissen

- Twee of meer zuur- base afwijkingen naast elkaar.
- Bij ernstig zieke patiënten komen gemengde stoornissen veelvuldig voor.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

38

---

---

---

---

---

---

---

---

### Diagnostiek:

- Anamnese en onderzoek zijn essentieel.
- Het ziektebeeld kan al wijzen in de richting van een gemengde stoornis.
- pH kan verhoogd, normaal of verlaagd zijn afhankelijk van de afwijking die het meest op de voorgrond staat.
- De mate van compensatie bepaalt of er bijkomende stoornissen zijn.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC-Centrum UMC Utrecht

39

---

---

---

---

---

---

---

---



### Oxygenatie

- Een bloedgas geeft ook informatie of de oxygenatie.
- Normale zuurstofspanning ( $pO_2$ ):  
80- 100 mmHg of 10- 13 kPa
- Normale  $SaO_2$ : 95- 100 %

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

40

---

---

---

---

---

---

---

---

### Veneus bloedgas

- Wanneer:
  - Post operatief na een cardiovasculaire ingreep
  - Hartfalen
  - Sepsis
- Belangrijke parameter:  $SvO_2$  (veneuze saturatie) die moet boven de 70 % zijn.

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

41

---

---

---

---

---

---

---

---

- De  $pCO_2$  is ongeveer gelijk aan het eindexpiratoire  $CO_2$ . Verhoogd tov arterieël.
- De  $pO_2$  is laag! (ongeveer 40 mmHg)

8/11/10

Sacha Schellebaars, IC- Centrum UMC Utrecht

42

---

---

---

---

---

---

---

---



**Wat te doen bij een lage veneuze saturatie?**

Saturatie lager dan 70%:

- Hb controle → Te laag → Transfusie
- Lage saturatie aan puls-oxymeter, O<sub>2</sub> opname verbeteren.
- Indien SpO<sub>2</sub> en Hb niet afwijkend dan moet de cardiac output verbeterd worden, het hart pompt niet goed rond, het bloed circuleert te langzaam waardoor een enorme zuurstof extractie plaats vindt en er aan het eind van de circulatie een te lage saturatie is.

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

43

---

---

---

---

---

---

---

---

- Output verbeteren middels medicatie of vulling geven indien er ondervulling (lage CVD) bestaat.

- Saturatie lager dan 50 % ⇒ Arts waarschuwen!!!!!!!!!!

8/11/10

Sacha Schellhaas, IC-Centrum UMC Utrecht

44

---

---

---

---

---

---

---

---