

Interpretatie van stoornissen in het zuur-base-evenwicht

Brevet Acute Geneeskunde, 11 mei 2004



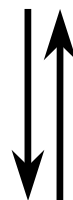
Dr Erwin Dhondt
Urgentiegeneeskunde en DGH
Universitaire Ziekenhuizen Leuven ▪ KULeuven
Centraal Hospitaal van de Basis-Koningin Astrid ▪ Defensie



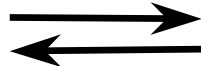
De fysiologie moet haar onderzoek richten op het intern milieu, zijn samenstelling bepalen, zijn natuur achterhalen, en dit zowel onafhankelijk bekeken als in zijn samenhang met de levende eenheden van het lichaam – de cellen.

Claude Bernard, 1878

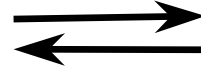
HERSENEN



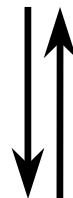
**WEEF-
SELS**



***INTERN
MILIEU***



LONGEN



NIEREN

Zuur-base evenwicht

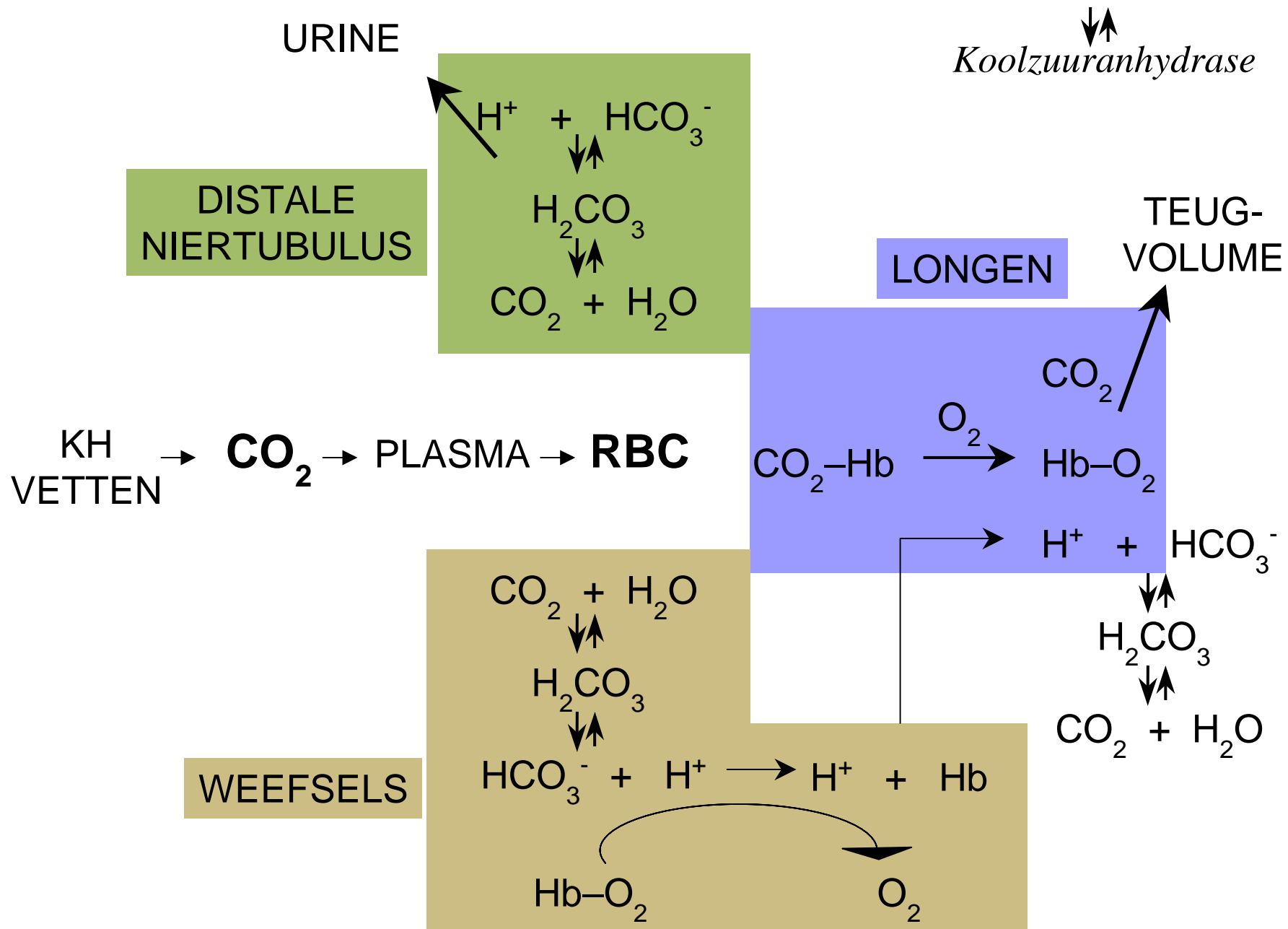
- *beheerst het cellulair chemisch gebeuren*
- *wordt gemakkelijk gestoord bij uitvallen van vitale functies (oxygenatie, ventilatie, ...)*
- *kan ingrijpend beïnvloed worden door therapeutische ingrepen*

Interpretatie van stoornissen in het **zuur-base-evenwicht**

- pH ?
- Regeling van de pH
 - buffermechanismen
 - ventilatie
 - hersenen
 - renale compensatie
- Spelregels - Definities
- Z-B afwijkingen: acidose / alkalose
metabole / respiratoire
- Oefeningen

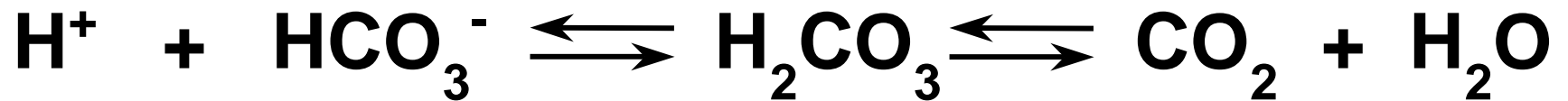
pH

- Bloedaciditeit bepaald door $[H^+]_{\text{arterieel bloed}}$
- $pH = -\log [H^+]_{\text{arterieel bloed}}$
- normaal: 40 nEq / L \sim $pH_{EC} 7.40$
($pH_{IC} 7.00$)
- $7.35 \leq \text{normale pH} \leq 7.45$
- $pH \geq 7.45$ '**Alkalemie**'
- $pH \leq 7.35$ '**Acidemie**'



Reactie / Vergelijking van Henderson - Hasselbach

NIEREN



+

Buffer⁻



H — *Buffer*



LONGEN

Reactie / Vergelijking van Henderson - Hasselbach



$$v_1 = k_1 [HA]$$

$$v_2 = k_2 [H^+] [A^-]$$

$$k_1 [HA] = k_2 [H^+] [A^-]$$

$$K_a = k_1 / k_2 = [H^+] [A^-] / [HA]$$

$$[H^+] = K_a \times [HA] / [A^-]$$

$pH = -\log [H^+]$
 $pH = \log 1 / [H^+]$

$$-\log [H^+] = -\log K_a - \log [HA] / [A^-]$$

$$pH = pK_a + \log [A^-] / [HA]$$

$$pH = pK_a + \log [\text{base}^-] / [\text{zuur}]$$

Reactie / Vergelijking van Henderson - Hasselbach

$$[H^+] = K_a \times [HA] / [A^-]$$

$$[H^+] = 24 \times \frac{p_a \text{CO}_2}{[\text{HCO}_3^-]}$$

$$\text{pH} = 6.1 + \frac{\log [\text{HCO}_3^-]}{0.03 \times p_a \text{CO}_2}$$

Definitities

7.35 ≤ normale pH ≤ 7.45

'Acidemie'

$[H^+] \uparrow$

$p_aCO_2 \uparrow$ **'Acidose'**

$p_aCO_2 \downarrow$ **'Alkalose'**

$$[H^+] = 24 \times \frac{p_aCO_2}{[HCO_3^-]}$$

R

M

$[H^+] \downarrow$

'Alkalemie'

$[HCO_3^-] \uparrow$ **'Alkalose'**

$[HCO_3^-] \downarrow$ **'Acidose'**

Spelregels

- *Een **primaire afwijking** shift de pH weg van de Normale waarde als resultaat van een ziekte of een abnormale fysiologische respons.*
- *De **secundaire afwijking** shift de pH terug naar de Normale waarde als poging tot **compensatie** voor de primaire stoornis.*

Spelregels

- *Elke primaire afwijking van één component (R of M) lokt een compensatoire afwijking uit van de andere component (M of R) in dezelfde richting.
⇒ pH verandering blijft beperkt*
- *Het compensatoir manoeuvre corrigeert de afwijking van de $[H^+]$ meestal niet volledig en de pH is zelden normaal.*

Definities

- **Enkelvoudige ZB-afwijking**

primaire unidirectionele verandering van de R of M component met een compensatoire - te voorspellen - respons door de andere component.

- **Gemengde 'complexe' ZB-afwijking**

- *primaire unidirectionele veranderingen van **beide** componenten of*

- ***bidirectionele** primaire veranderingen in de componenten of*

- ***combinatie** van deze;*

pH, $p_a\text{CO}_2$ en $[\text{HCO}_3^-]$ niet voorspelbaar.

Aniongap

- Plasma anionen
(eiwit, sulfaat, anorganisch fosfaat, organische anionen)
NIET gemeten door routine laboscreening
- **AG** = $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) = 10 - 19 \text{ mEq/ L}$
of $\text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) = 6 - 15 \text{ mEq/ L}$
- *DD van metabole acidose*
 - **Metabole Acidose met HOGE AG**
(*NORMO*chloremische Ac) niet HCl: ureum, ASA, ...
 - **Metabole Acidose met NORMALE AG**
(*HYPER*chloremische Ac) gastro-intestinaal of renaal verlies van base; HCl

Interpretatie van stoornissen in het zuur-base-evenwicht

	pH	pCO₂	HCO₃⁻
Metabole Acidose	↓	↓*	↓
Metabole Alkalose	↑	↑*	↑
Respiratoire Acidose	↓	↑	↑*
Respiratoire Alkalose	↑	↓	↓*

* richting van de compensatoire verandering

ALKALOSE

↑ H^+ verlies uit ECW

HCl

K⁺ depletie

Tr. Dig.

H^+ → cel

H^+ → urine

METABOOL

H^+ ↓ bic^- ↑ pCO_2 ↑

↑ bic^- pool

↑ **expiratie zuren**

Kunstm Ventilatie
receptoren CZS
hypoxie
receptoren LONG

RESPIRATOIR

H^+ ↓ pCO_2 ↓
 bic^- ↓

ACIDOSE

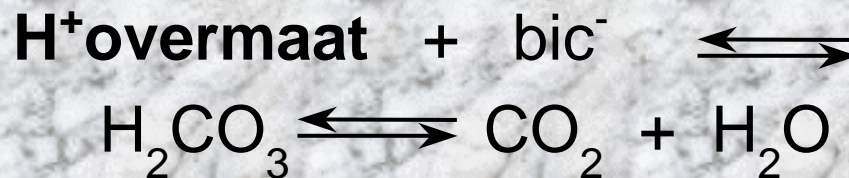
↑ **generatie zuren**
(weefsels)

↓ **bic⁻ pool**
(plasma)

↓ **excretie zuren**
(nieren)

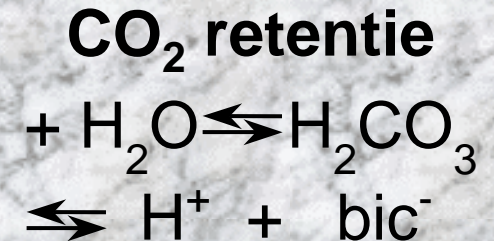
↓ **expiratie zuren**
(longen)

METABOOL



H⁺ ↑ bic⁻ ↓ pCO₂ ↓

RESPIRATOIR



H⁺ ↑ pCO₂ ↑
bic⁻ ↑

Metabole Acidose met \uparrow AG

- **Lactaatacidose**

KUSMALE

- **Ketoacidose**

- diabetes
- starvation
- alcoholisch (**E**thanol)

- **Intoxicaties**

- **M**ethanol
- (di-) **E**thyleenglycol
- **S**alicylaten
- (par-) **A**ldehyde

- **Uremie**

Metabole Acidose met \uparrow AG

- **Lactaatacidose**

- **slechte weefseloxygenatie**

- shock, anemie, hypoxemie,
darmischemie, Met Hb^{emie},
CO-, CN-intoxicatie

- diabetes,

- **leverfalen,**

- **spierinspanning,**

- infecties (malaria, AIDS),

- lymfoom, leukemie, sarcoom,

- resp. alkalose (**hyperventilatie**),

- enzymdeficiënties,

- **medicamenteus** (biguaniden, ASA,
isoniazide, streptozotocine)

- Ketoacidose

- diabetes

- starvation

- alcoholisch (ethanol)

- Intoxicaties

- methanol

- (di-)ethyleenglycol

- salicylaten

- (par-)aldehyde

- Uremie

Metabole Acidose met \uparrow AG

KUSMALE

DR MAPLES

D iabetic ketoacidosis

R enal Failure

M ethanol

A lcoholic ketoacidosis

P araldehyde

L actic acidosis

E thylene glycol

S alicylate intoxication

Metabole Acidose met Normale AG

USED

U retero-enterostomy

S mall bowel fistula

E xtra chloride

D iarrhea

CARP

C arbonic anhydrase inhibitors

A drenal insufficiency

R enal tubular acidosis

P ancreatic fistula

Opm: *Therapie bij Metabole Acidose*

- BEST aan dezelfde snelheid als diegene waarmee de primaire stoornis is ontstaan
- BEHALVE: gevarenzone $\text{pH} \leq 7.10$
- Voorbeeld: *bij langbestaande Metabole Acidose*

snel en veel *bic*⁻ toevoegen



'overshoot' (respiratoire) alkalose !

- Voorbeeld: toegevoegde *bic*⁻



CO₂ vorming !

Besluit

- ZB-evenwicht analyse is deel van de besluitvorming m.b.t. **intern milieu**,
- gekoppeld aan de evaluatie van **O₂-transport** en **waterhuishouding**
- trio **pH - p_aCO₂ - [HCO₃⁻]**
- interpretatie met behulp van de **kliniek**
- “*primum non nocere*”
- behandeling van de **onderliggende aandoening** is belangrijker dan de blinde correctie van de ZB-stoornis
- **therapie monitoring** a.h.v. kliniek en biochemie