

Sav-bázis háztartás

Ökrös Ilona

B-A-Z Megyei Kórház és Egyetemi

Oktató Kórház

Miskolc

Debrecen, 2006.12.06.

Sav-bázis háztartás

Jelentősége:

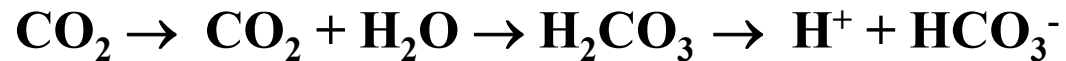
- a sejt szintű folyamatok egyik alapfeltétele
- az enzimek szűk pH-n működnek
- a vízterek ion-összetételét befolyásolja (K^+)

H^+ forgalom:

- termelés: energiatermelés (citrátkör, glukóz-lebontás)
- $C_6H_{12}O_6$

a H^+ energiává alakul! (a pl. H^+ a CO_2 származéka)

a CO_2 vízoldékony



szabad víz

- ürítés: vesén át
(- gyomornedv?)

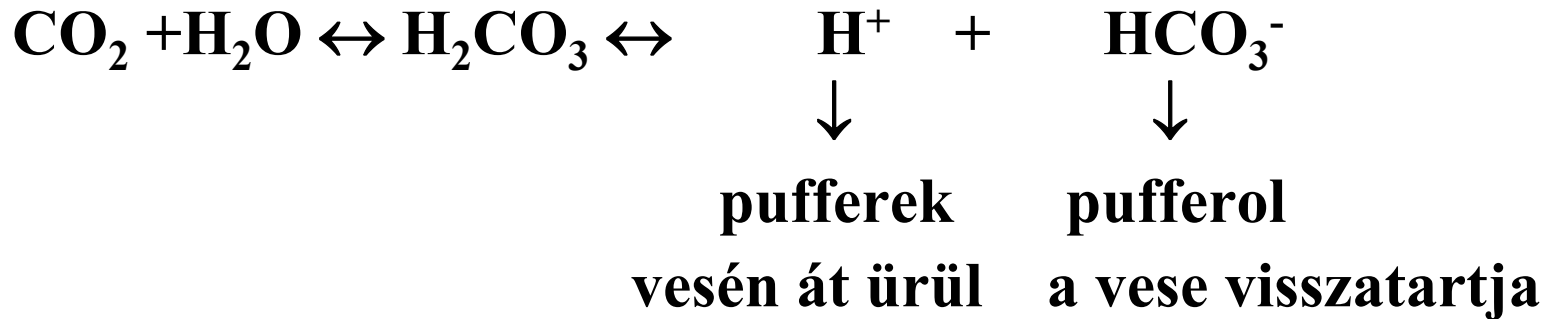
Mi történik a CO₂-vel?

1. A Hb szállítja - carboxyHb
2. Egy része fizikailag oldódik p_aCO₂- kevés

1-2. ürül a tüdőn át

3. A vérben szénsavvá alakul ... és ez a döntő folyamat

Mi történik a CO_2 -vel? CO_2 , H^+ , szénsav, HCO_3^- ?



H_2CO_3 nehezen mérhető, nem meghatározható

- a $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{CO}_3$ egyensúlyban van - a képződő H^+ cc-ja a pH
- mivel a szénsav könnyen bomlik, a tüdőben, ha jó a ventiláció, sok CO_2 -t üríthetünk

A pH értéke tehát végső soron a CO_2 (tüdő) és a HCO_3^- (vese) közötti balance-t mutatja.

A H^+ -ion

**H^+ : cc. alacsony
ionok mmol/l (10^{-3})
 H^+ -ion: nmol/l (10^{-9})**

**EC térben 0,000 000 040 mmol/l (40 nmol/l) H^+
súlyos acidosisban 160 nmol/l
súlyos alkalosisban 16 nmol/l**

Sorensen, 1904.

- pH (potentia hydrogenii) = a H^+ ion 10-es alapú
logaritmusának negatív hatványkitevője**
- pH 6,8-7,8 között változhat (csak EC-re vonatkozik!)
fiziológiás: 7,35 –7,45**

Puffer-rendszerek

1. Bicarbonát:

- a legfontosabb és a legnagyobb tömegű
- a máj termeli, a vese visszatartja

2. Foszfát:

- jelentős, de a bicarbonat-nál kisebb
- a H^+ kiválasztást segíti (a bicarbonátnál jobban köti, a veséhez transzportál)

3. Ammónium:

- a vesében H^+ terhelés után NH_3 (ammónia) termelődik
- H^+ -t akkumulál $\rightarrow NH_4$ (ammónium) \rightarrow vizelettel ürül

4. Protein:

- intracellularis, plazma, vér
- legfontosabb a Hb (megköt, szállít az Fe-rész, de a fehérje maga is H-t köt meg)

A H^+ körforgása

- 1. Képződés (mindig metabolikus – a tüdő nem képez!)**
- 2. Elsődleges közömbösítés → vérpufferek**
 - normális sav:bázis arány 1:20 (a szervezet túlbiztosít)
- 3. Elimináció →**

	respiráció	- CO_2
	vese	- H^+

Pufferek

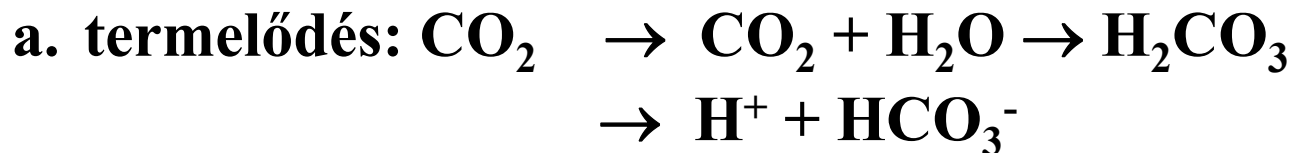
Bázispárok:

- gyenge savak, melyek képesek H^+ -t leadni



- ezek erős kationokkal képzett sói

Szénsav / bicarbonat rendszer



b. a HCO_3^- K^+ -hoz (i.c) vagy Na^+ -hoz (e.c.) kötődik

c. plazmában $NaHCO_3$

vese Na^+ -ot ürít, HCO_3^- marad vissza

d. H^+ ion a szabad HCO_3^- -hoz kötődik

e. HCO_3^- -at a máj is termel laktátból

Sav-bázis egyensúly, laboratóriumi mérés I.

- 1. mért: pH és $p\text{CO}_2$ közvetlenül mérhető , $p\text{O}_2$ is
(aktuális hőmérsékletre korrigálható)**
- 2. számított: HCO_3 (aktuális, standard)
BE, BB, szaturáció**
- 3. a bicarbonat nagy tömegű, mmol/l, ionmeghatározással mérhető**

(Astrup – dán kémikus)

Sav-bázis egyensúly, laboratóriumi mérés II.

pH:



$$\text{pH} = \text{pK} + \log$$

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3] \times [0,03 \times \text{pCO}_2]}$$

- 0,03 a CO_2 molaris oldódási coefficiense
- pK \rightarrow 6,1
- pH a $\text{CO}_2 : \text{HCO}_3$ aránytól függ \rightarrow 1 : 20
ha együtt változnak, pH változatlan
- aktuális – adott hőmérsékleten
- standard: 37 °C-ra korrigálva

Sav-bázis egyensúly, laboratóriumi mérés II.

3. BE: bázis eltérés:

- az a sav vagy bázis mmol/l-ben, melyet a mintához adva normalizálná a pH-t (± 2 mmol/l)

4. BB: a teljes pufferkapacitás

- a bicarbonaton kívüli puffer-kapacitás
- a bicarb-ból és a BE-ből deriválva, 37 C-ra komp. érték

5. Szaturáció:

- csak azok az eszközök tudják, amelyek Hb-t is meg tudnak határozni

Laboratóriumi mintavétel

Artériás:

- releváns minta, ágymelletti meghatározással

Kapilláris:

- elméletileg arterializált vér, de szövettörmelékkel szennyezett lehet!
- ne használjuk!

Vénás nem, csak kevert vénás

- az oxigén-extractio jellemzésére!!!

Artériás, kevert vénás értékek

	fiziológias	range	kevert vénás
pH	7,4	7,35-7,45	7,33-7,43
PaCO ₂ (Hgmm)	40	35-45	41-51
PaO ₂ (Hgmm)	95	80-95	35-49
sat. (%)	95-99		70-75
BE	± 2		
se HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	24	22-26	24-28

Az egyes értékek jelentősége

pH

a fiziológiás érték fontos, de nem zárja ki a sav-bázis eltérést

paCO₂

alveolaris ventiláció

paO₂

fiz. Viszonyok között sav-bázis vonatkozásban nem elsődleges szerep – anaerob viszonyok?

Az egyes értékek jelentősége

szaturáció

Befolyásolja pH, hőmérséklet, PaCO₂

PaO₂ 60 Hgmm alatt gyorsan csökken

BE

Aktuális bázishiány

BB

A Hb és a HCO₃⁻ (plazma) összes kapacitása

37 °C-ra kompenzált érték

Javasolt lépések

→ pH

→ PaCO₂

→ HCO₃⁻

→ BE

→ PaO₂

Metabolikus zavar kompenzálása

a. acidosis



Következmény: (pH ↓, HCO₃ ↓)

tüdő: CO₂-t ürít - hyperventilláció

vese: H⁺-t ürít, HCO₃⁻-at tart vissza

b. alkalosis (HCO₃⁻↑, pH↑)

vese: H⁺-t tart vissza, HCO₃⁻-at ürít (lassú)

tüdő: CO₂-t tart vissza (nem effektív)
hypoventilláció?

Metabolikus acidosis

Okai:

1. Fokozott termelés

- fokozott anyagcsere
- fix savak felszaporodása (tejsav, acetecetsav)
(anion-gap↑)

2. Csökkent kiválasztás – veseelégtelenség

(anion-gap→)

Gyors kompenzáció:

- tüdő: hyperventilláció (resp. alkalózis)
- vese bikarbonátot tart vissza

Metabolikus acidosis kezelése

Kiváltó ok megszüntetése

(diabeteses ketoacidosis, vizeletkiválasztás fokozása)

2. Alkalizálás - NaHCO_3 molos oldattal

de nem azonnal és nem teljeskörűen!

- a képződő CO_2 intracellularisan diffundál

- Na-terhelés – vízterhelés

(szívbeteg, agyoedema - ICP)

(se. osm. \uparrow fibrillációs küszöb \downarrow)

- a CO_2 -t a tüdő kilégzi-e? (respiratoricus acidosis?)

Metabolikus acidosis kezelése

Kezelendő: pH < 7,2, HCO₃⁻ < 8-10 mmol/l

- kivétel súlyos állapotban lévő beteg, veseelégtelenség

Korrekción:

- NaHCO₃ (mmol/l) = -BE x tskg x 0,2

EC térre számított érték

- a számolt mennyiség felét / harmadát beadni

Metabolikus alkalózis

Ok: H^+Cl^- vesztes (HCl) \rightarrow Cl^- csökken

HCO_3^- felszaporodás (citrát)

hypo K^+ és hyperaldosteronizmus

Tünet: $\text{HCO}_2^- \uparrow$ $\text{pH} \uparrow$

HCl vesztes (több liter) \rightarrow hypovolaemia



renin/aldosteron aktiválódás



sec. hyperaldosteronizmus



Na^+ és víz-reabszorpció

Metabolikus alkalózis kezelése

1. Belső kompenzáció

- respirációs acidosis - $p\text{CO}_2$ növelése

de ennek a hypoxia gátat szab

2. Oki terápia → HCl nem!

3. NaCl infúzió

Acidosis

		PaCO₂	pH	HCO₃⁻
Akut	resp.	50	7,15	25
	metab.	38	7,15	15
Comp.	resp.	66	7,34	34
	metab.	23	7,28	9
Kevert		50	7,20	20

Respirációs zavarok

a. hypoventilláció ($p\text{CO}_2 \uparrow$, $\text{pH} \downarrow$)



vese: bicarbonátot ürít



késői

b. hyperventilláció ($p\text{CO}_2 \downarrow$, $\text{pH} \uparrow$)



vese: bicarbonátot tart vissza



késői (3-6 nap)

Respirációs zavar kompenzálása metabolikus komponensekkel

Respirációs acidosis

Oka: CO₂ retenció - hypoventilláció



Tünet: pCO₂ ↑, pH ↓

Belső kompenzáció:

- metabolikus alkalózis

vesén át H⁺ ürítés fokozása

HCO₃⁻ visszatartás

Kezelés: lélegeztetés

Respirációs alkalózis

Ok: hyperventilláció (mérgezés, hisztéria, iatrogen)

$\text{pCO}_2 \downarrow$ $\text{pH} \uparrow$

Belső kompenzáció:

vesében H^+ ion visszatartása (lassú)

Kezelés: nyugtatás, lélegeztetés korrigálása

Akut respirációs alkalózis

Alkalózis

		PaCO₂	pH	HCO₃⁻
Akut	resp.	25	7,60	24
	metab.	44	7,54	36
Comp.	resp.	25	7,54	21
	metab.	50	7,42	31
Kevert		40	7,56	38

Az ion- és sav-bázis háztartás összefüggései (emlékeztető)

1. K^+ és H^+ -forgalom

hypokalaemia - metabolikus alkalózis

2. Cl^- és HCO_3^-

hyperchloraemia \leftrightarrow metabolikus acidózis

hypochloraemia \leftrightarrow metabolikus alkalózis

Savak

Fiziológiás: H_2CO_3 és fix savak

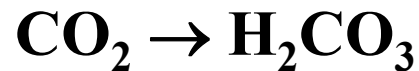
1. Fix savak: metabolikus sav

Zavara: metabolikus zavar

pl.: HCl, tejsav, piroszőlősav, acetecetsav

β -hidroxyvajsav

metabolizációval tovább bomlanak



(anorganikus fix savak \rightarrow vizelettel ürülnek)

2. $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



respiratorikus sav

Zavara: respirációs zavar