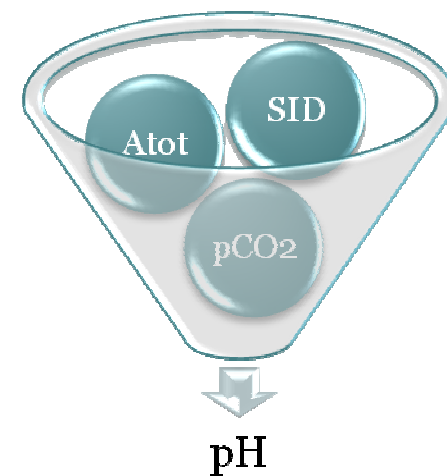


Stewart - Fenclův koncept hodnocení poruch ABR

František Duška

Klinika anesteziologie a resuscitace
a Ústav lék. chemie a biochemie 3. LF UK





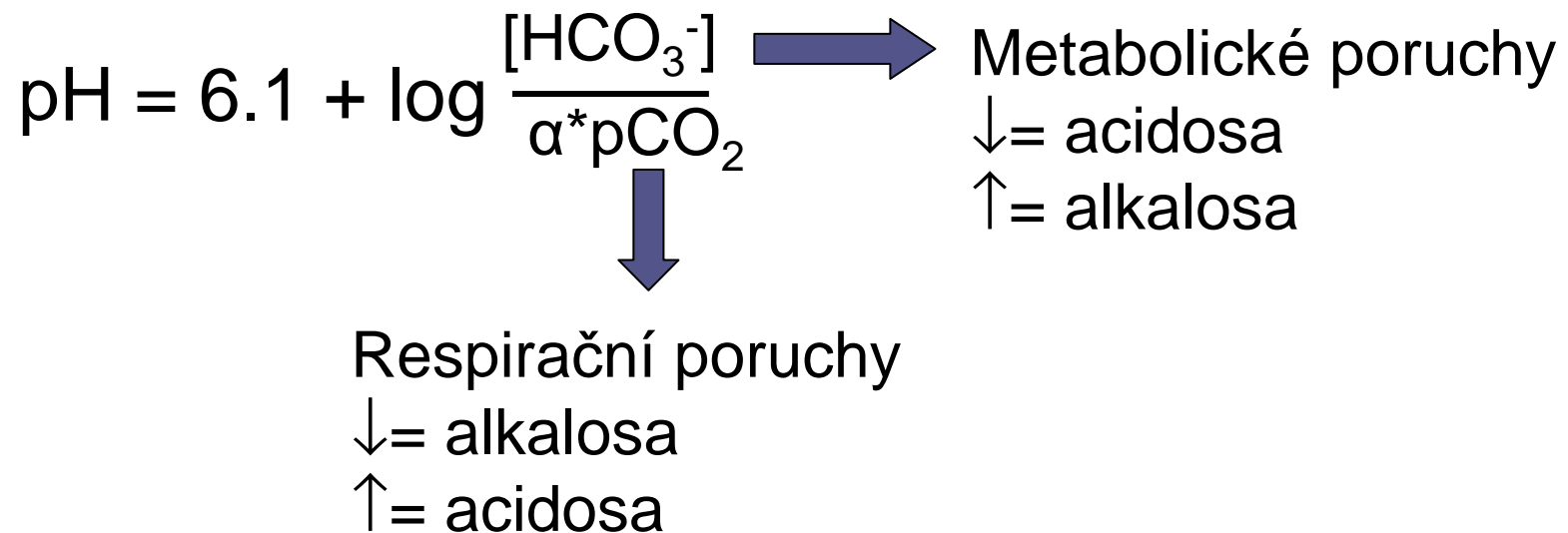
Motto:

„Republika nepotřebuje chemiky!“

*Robespierre při vynášení trestu smrti
nad Lavoisierem, 8. května 1794*

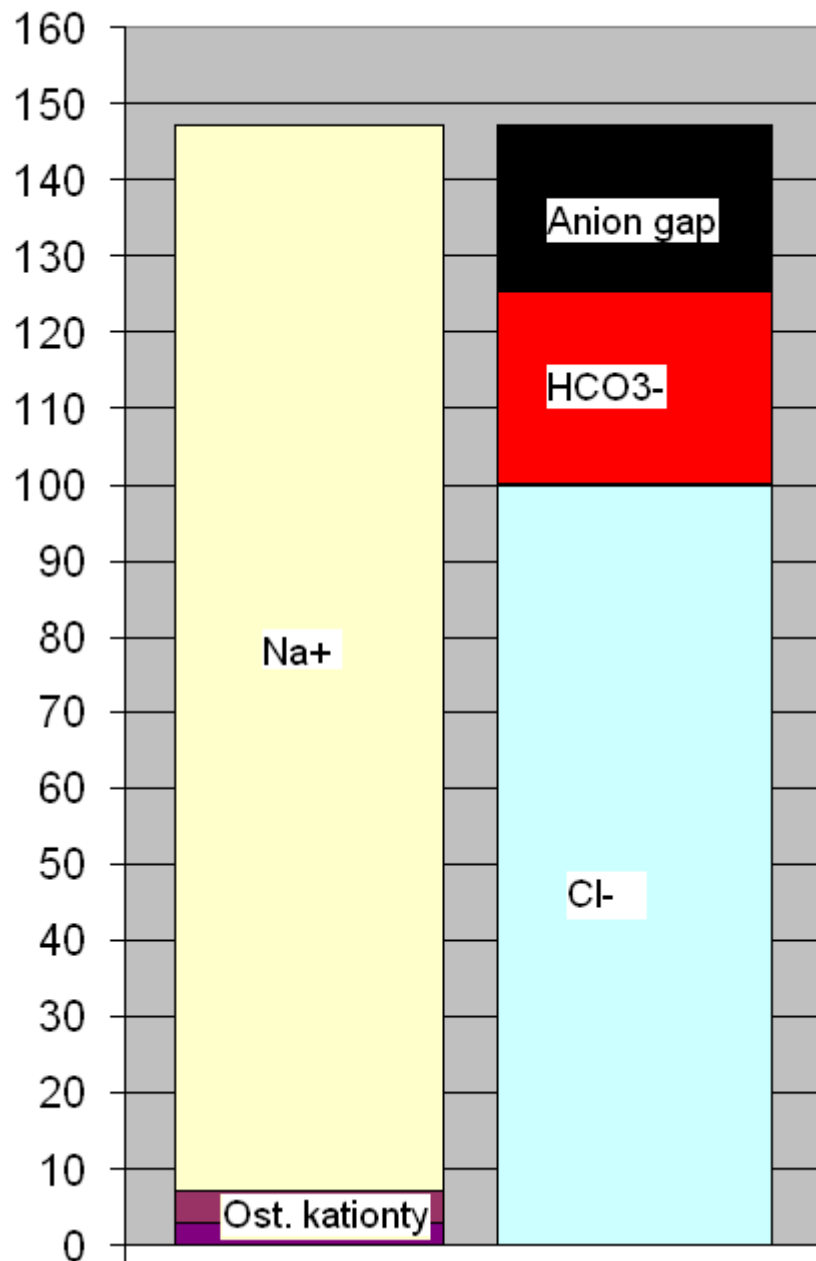
Klasický „dánský“ model ABR

- Posuzuje stav ABR podle stavu bikarbonátového pufru
- Vychází z Henderson-Hasselbalchovy rovnice:



Koncept „base excess“ (BE)

- BE ukazuje metabolickou složku poruchy po „očištění“ od respirační kompenzace“
 - Vychází z faktu, že $[\text{HCO}_3^-]$ není nezávislá na $p\text{CO}_2$: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
- Negativní BE definuje metabolickou acidosu, pozitivní BE definuje metabolickou alkalosu



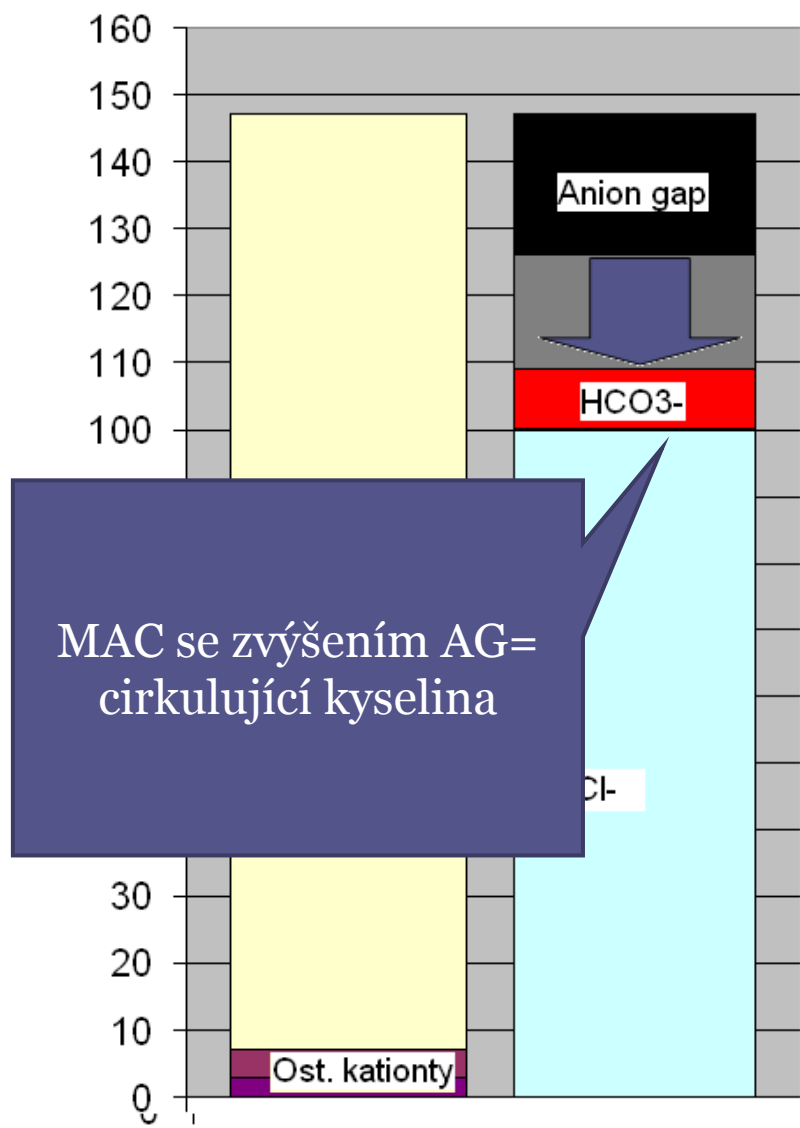
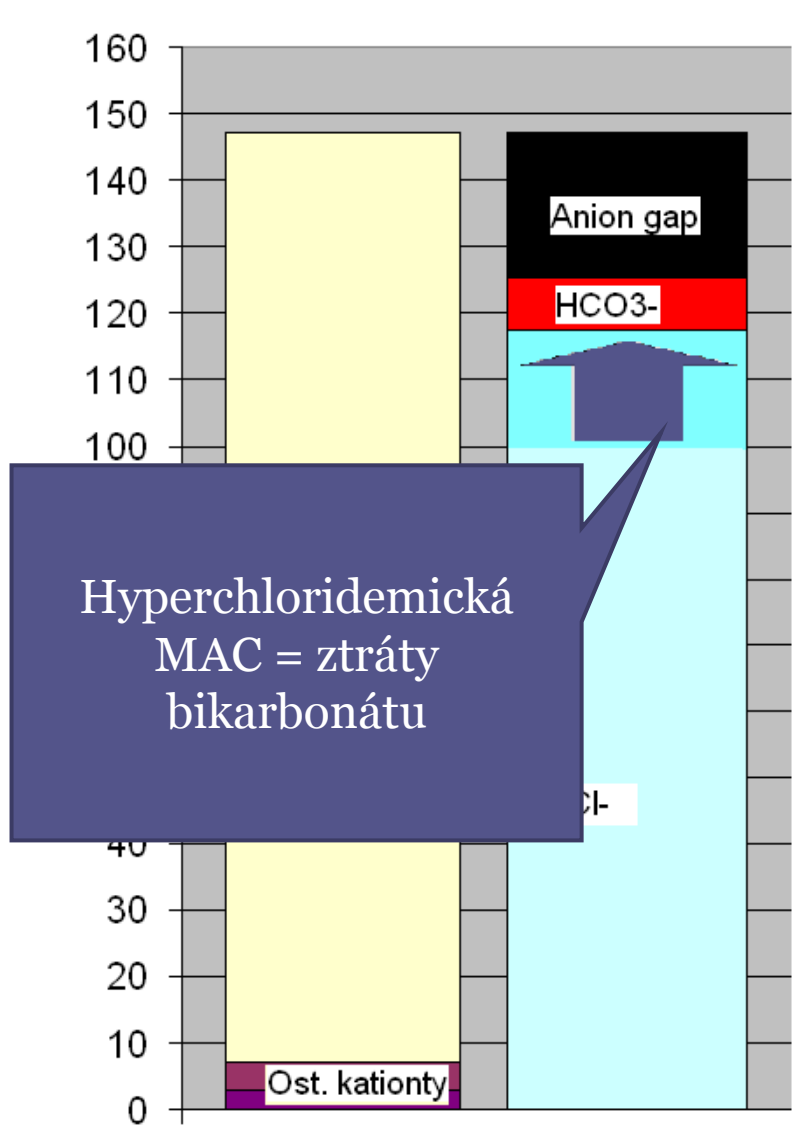
Princip elektroneutritivity v dánském modelu:

$$AG = (Na^+ + K^+) - (HCO_3^- + Cl^-)$$

Fyziologické součásti anion gapu ($\Sigma < 16 \text{ mM}$):

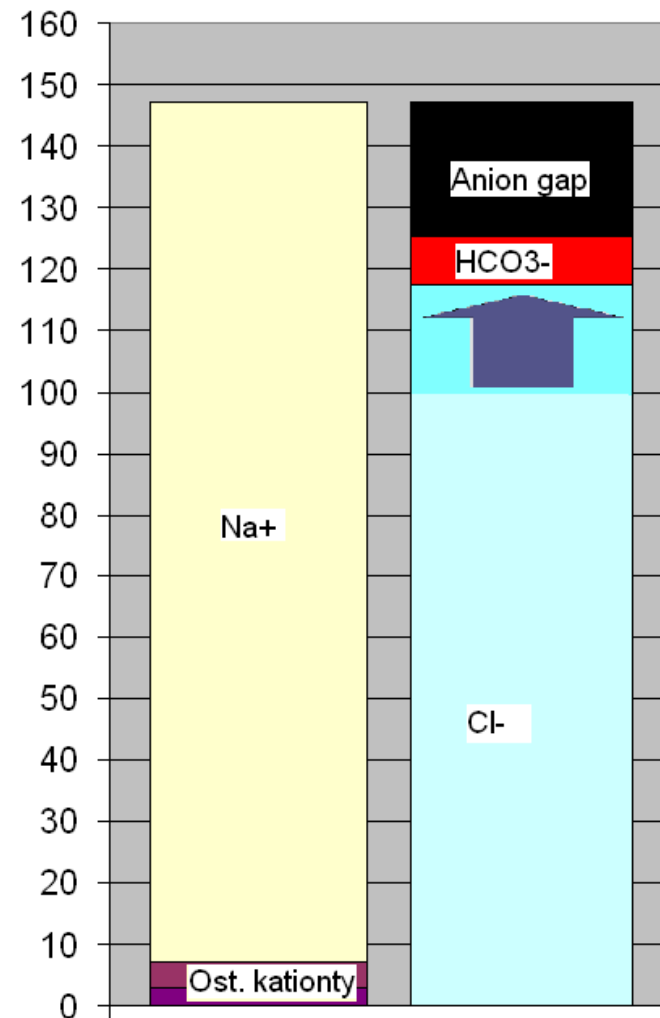
- organické anionty: laktát, ketolátky
- anorganické anionty: fosfáty, sulfáty
- neg. náboje na albuminu

Metabolická acidosa v klasickém modelu = pokles $[\text{HCO}_3^-]$



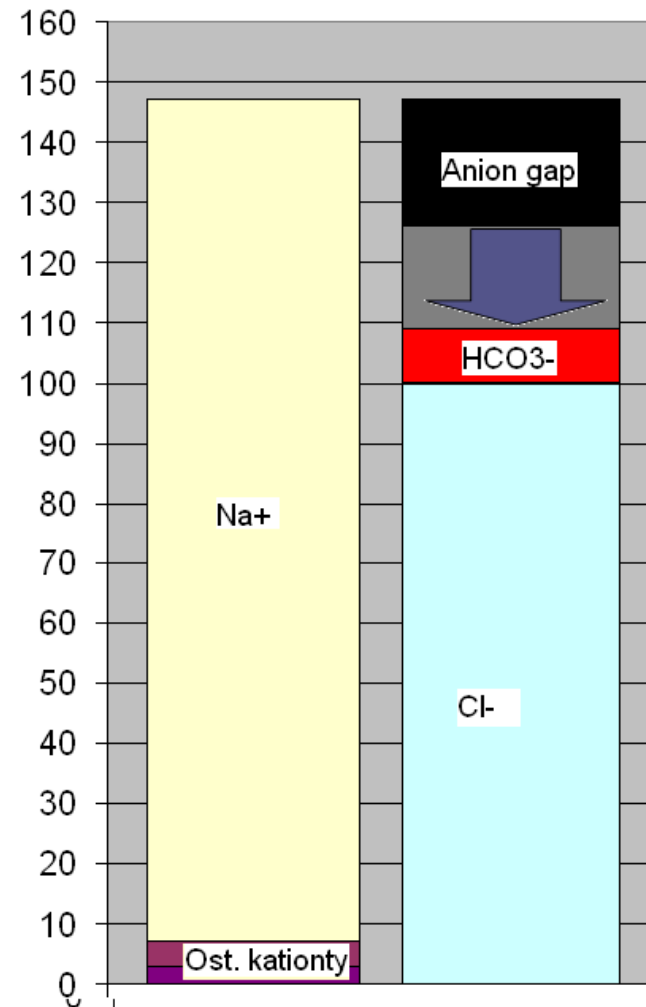
Metabolická acidosa v klasickém modelu

- Hyperchloridemická MAC (=s normálním AG)
- Způsobena ztrátami HCO_3^-
 - ledvinami: např. RTA
 - GIT: např. pankr. píštěle
- Přetížení chloridy
 - např. resuscitace velkými objemy FR



Metabolická acidosa v klasickém modelu

- MAC se zvýšeným AG (=normochloridemická)
- Způsobená cirkulující kyselinou
 - organickou: laktát, ketony
 - anorganickou: fosfáty
 - jiné: např. u intoxikací



Kazuistika

- 76 letá žena s peritonitidou a septickým šokem přijímaná za sálu po revizi insuficientní anastomosisy. UPV s FiO₂ 0,5. NIBP 78/48...

pH	7,438
pCO ₂	4,75 kPa
pO ₂	22,1 kPa
HCO ₃ ⁻	23,5 mM
BE	-0,6mM

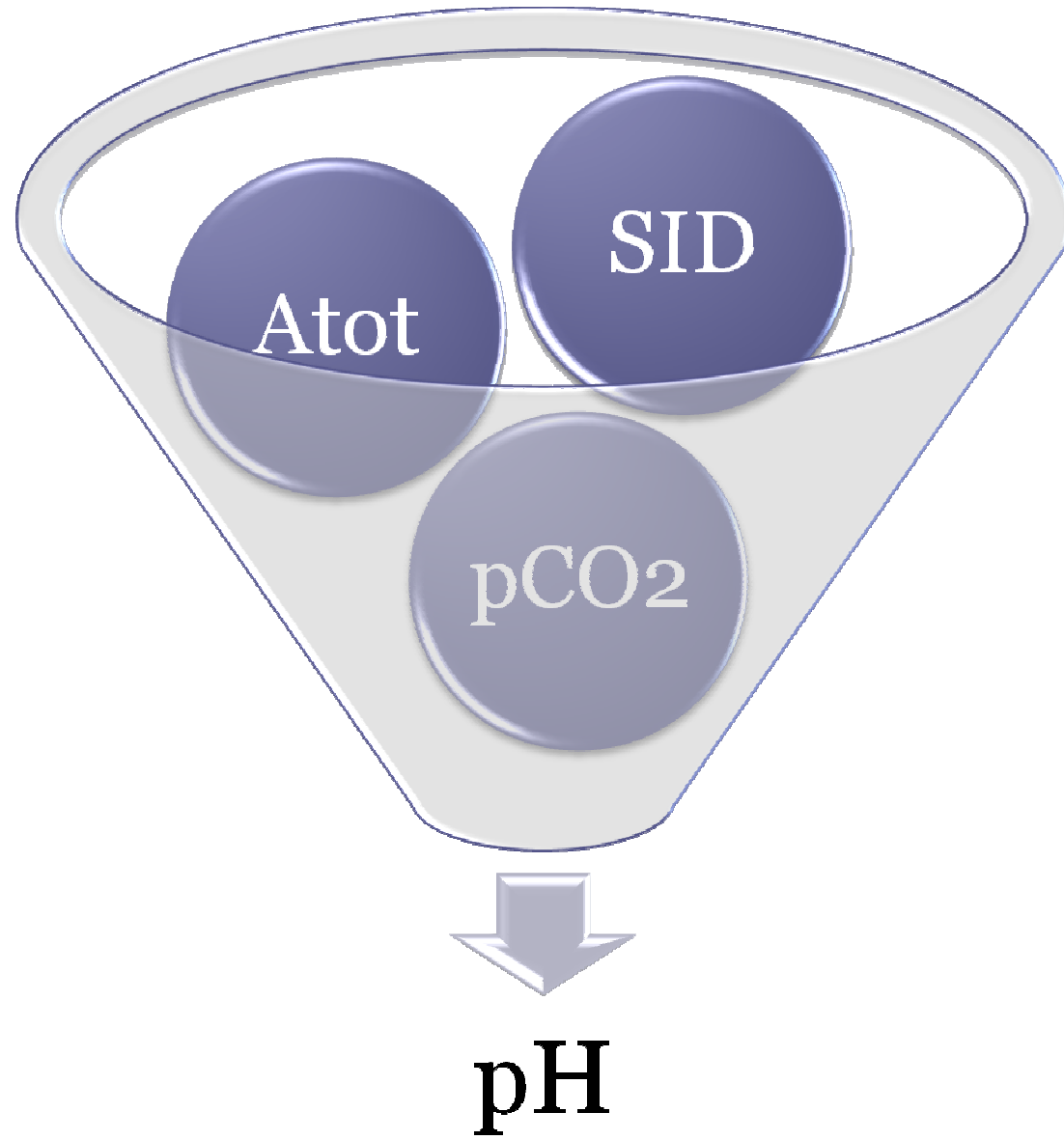
Na+	138mM
K+	3,6mM
Cl-	103mM
P-	1,08 mM
Alb	10 g/l

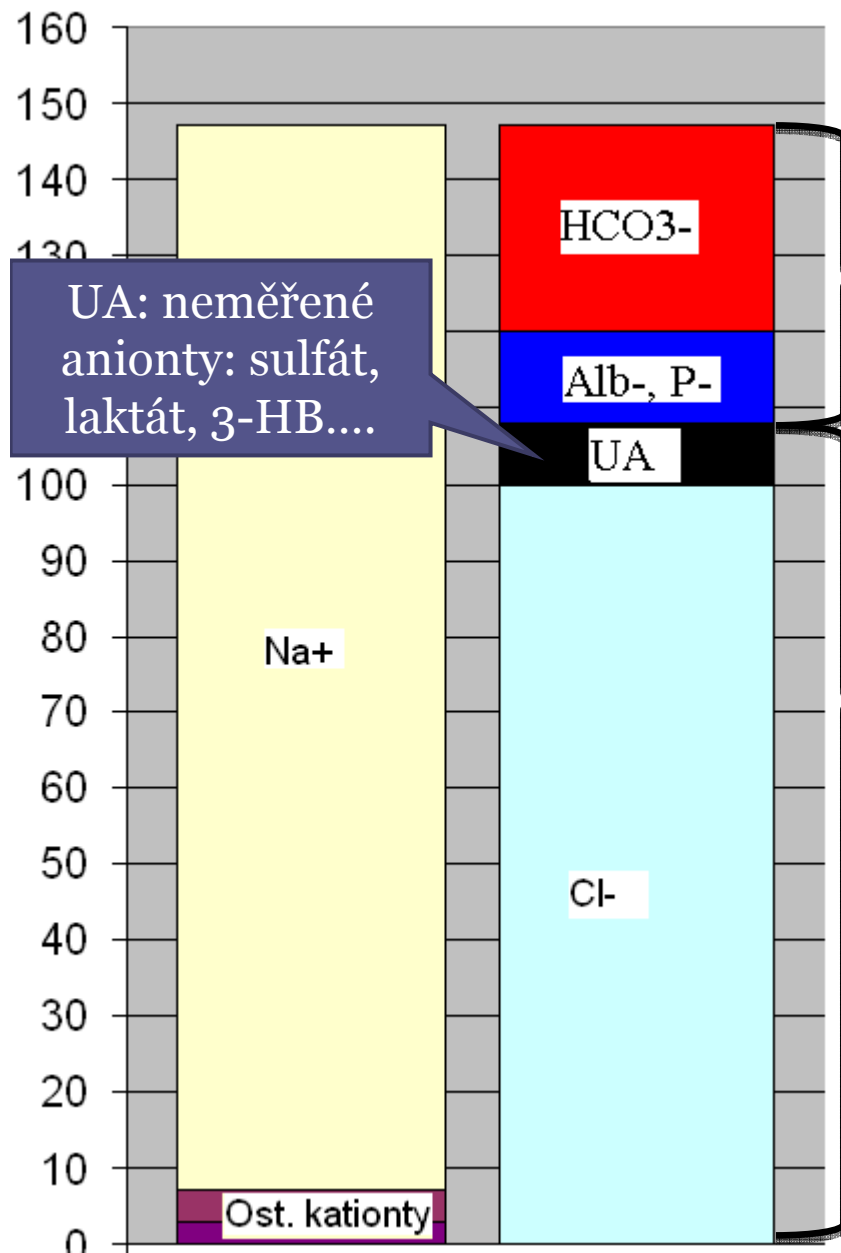
- AG = 15,1mM

... normální ABR???

Stewart-Fenclův model ABR

- Teoretická východiska:
 - pH, HCO_3^- , ani BE jsou závislé veličiny, které organismus nemá možnost přímo regulovat
- Nezávislými veličinami, diktujícími stav ABR jsou:
 1. difference silných iontů (strong ion difference, SID)
 2. Atot: součet molárních koncentrací nábojů na fosfátu a albuminu
 3. pCO_2 (není rozdíl oproti klasickému modelu)





SID

Elektroneutralita plasmy v pojetí dle Stewart a Fencla:

Silné ionty: jejich náboje jsou nezávislé na pH:

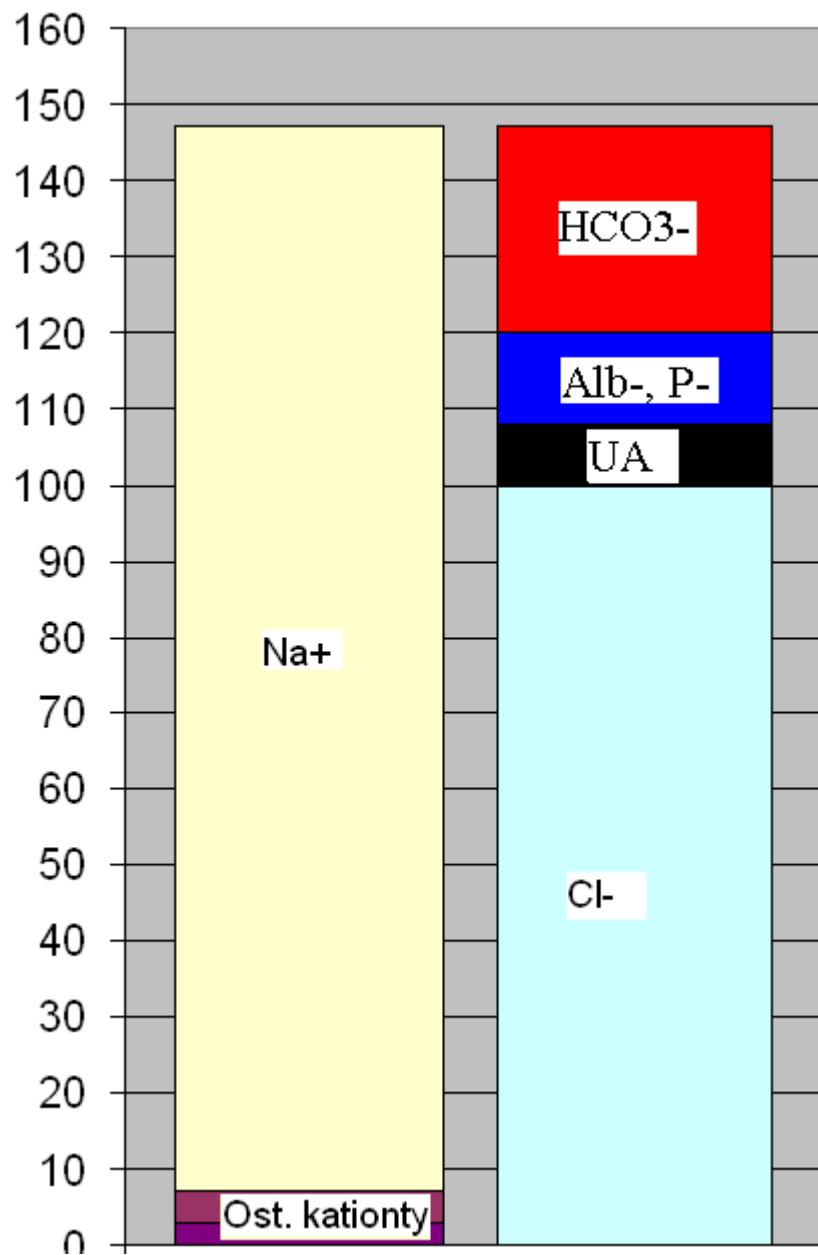
-kationty, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

-anionty: Cl⁻, neměřené anionty (UA)

Jejich rozdíl = SID, strong ion difference

$$\text{SID} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - (\text{Cl}^- + \text{UA})$$

$$\text{SID} = \text{HCO}_3^- + \text{Alb}^{x-} + \text{P}^{y-}$$



Atot

Atot: netěkavé slabé kyseliny
 = suma neg. nábojů na albuminu
 a fosfátu (lze vypočítat)

$$\text{Atot} = \text{Alb}^{x-} + \text{P}^{y-}$$

$$\text{Alb}^{x-} = \text{Alb} (0,123 \text{ pH} - 0,631)$$

$$\text{P}^{y-} = \text{Pi} (0,309 \text{ pH} - 0,469)$$

SID

norma:
37-41mM

↓=acidosa

↑=alkalosa

Atot

norma:
14mM

↓=alkalosa

↑=acidosa

pCO₂

norma:
4,8-5,3 kPa

↓=alkalosa

↑=acidosa

Praktický postup hodnocení:

- Je třeba stanovit: pH, pCO₂, Cl⁻, hladinu albuminu a fosfátu
- Výpočet:

$$A_{tot} = Alb^{x-} + P^{y-}$$

$$Alb^{x-} = Alb (0,123 \text{ pH} - 0,631)$$

$$P^{y-} = Pi (0,309 \text{ pH} - 0,469)$$

1. A_{tot} = přepočet koncentrací albuminu a fosfátu na náboje
2. výpočet SID = $A_{tot} + HCO_3^-$
3. výpočet UA = $(Na^+ + K^+ + 3) - (Cl^- + A_{tot} + HCO_3^-)$
4. při poruchách Na⁺ korigovat UA a Cl⁻ na natremii 140mM

$$Cl_{corrig} = Cl^* (140 / Na^+)$$
$$UA_{corrig} = UA^* (140 / Na^+)$$

Abnormální SID (norma= 37-41mM)

- a) Přebytek či nedostatek volné vody
 - i. diluční acidosa: \downarrow SID, \downarrow Na⁺
 - ii. koncentrační alkalosa: \uparrow SID, \uparrow Na⁺
- b) Přebytek či nedostatek chloridů
 - i. hyperchloridemická acidosa: \downarrow SID, \uparrow Cl
 - ii. hypochloridemická alkalosa: \uparrow SID, \downarrow Cl
- c) Acidosa z přebytku neidentifikovaného aniontu (\downarrow SID, \uparrow UA)

Abnormální Atot (norma = 14mM)

- a) Abnormální náboj na albuminu (norma = 12mM)
 - i. hypoalbuminemická alkalosa: ↓Atot, ↓alb
 - ii. (hyperalbuminemická acidosa – raritně)

- b) Abnormální náboj na fosfátu (norma = 2mM)
 - i. hyperfosfatemická acidosa: ↑Atot, ↑Pi

Kazuistika

- 76 letá žena s peritonitidou a septickým šokem přijímaná za sálu po revizi insuficientní anastomosisy. UPV s FiO₂ 0,5. NIBP 78/48...

pH	7,438
pCO ₂	4,75 kPa
pO ₂	22,1 kPa
HCO ₃ ⁻	23,5 mM
BE	-0,6mM

Na+	138mM
K+	3,6mM
Cl-	103mM
P-	1,08 mM
Alb	10 g/l

Kazuistika: S-F přístup

- Výpočty:

- $Atot = Alb^{x-} + Py^{-} = 2,8 + 2 = 4,8\text{mM} (\downarrow)$
- $SID = HCO_3 + Atot = 23,5 + 4,8 = 28,3\text{mM} (\downarrow)$
- $UA = (Na^{+} + K^{+} + 3) - (Cl^{-} + Atot + HCO_3^{-}) = 13,3 \text{ mM} (\uparrow)$

- Interpretace:

- Hypoalbuminemická alkalosa ($\downarrow Atot$)
- Acidosa ze snížení SID při \uparrow neměřených aniontů, pravděpodobně laktátu
- Tyto dvě protichůdné poruchy se vzájemně korigují, to ale neznamená, že nejsou přítomny

Výhody Stewart-Fenclova přístupu

- Pomůže v diagnostice kombinovaných protichůdných metabolických poruch ABR
- Pomáhá porozumět vztahům ABR s ostatními komponentami vnitřního prostředí (zejm. osmolaritou) a predikovat vliv infúzní terapie
 - viz přednáška prof. Jabora
- Jeho studium přispívá k hlubšímu vhledu do patofyziologie vnitřního prostředí

Nevýhody S-F přístupu

- Vyžaduje složité kalkulace
- Kontraintuitivní
 - ve výpočtech se někdy nezávislé veličiny vypočítávají ze závislých
 - diluce (SID více než Atot)
- Mnoho teoretických výhrad:
 - zpochybňována nezávislost veličin, smísení matematických vztahů s kauzalitou, popření významu pH .. atp
 - viz např. Kurtz I.: Am J Physiol 2008

Comparison of three different methods of evaluation of metabolic acid-base disorders*

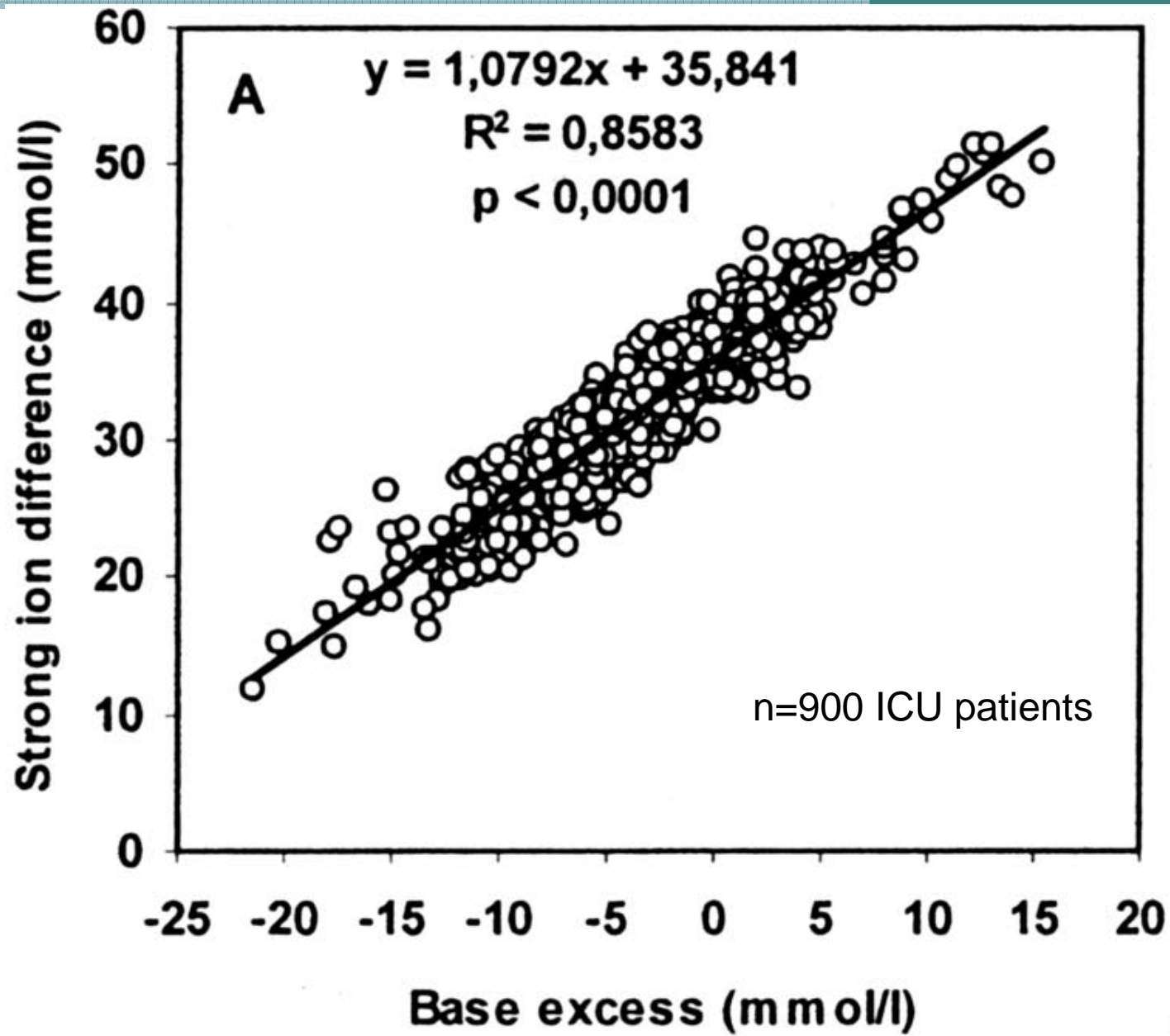
The Stewart approach permitted the additional diagnosis of metabolic acidosis in only 12 (1%) patients with normal HCO_3^- , BE, and $\text{AG}_{\text{corrected}}$. On the other hand, the Stewart approach failed to identify 27 (3%) patients with alterations otherwise observed with the use of HCO_3^- , BE...

Design: Prospective
Setting: A university-affiliated intensive care unit (ICU).
Patients: Nine hundred and thirty-one patients admitted to the ICU.
Interventions: None.
Measurements and Main Results: The Stewart approach detected an arterial metabolic acidosis in 131 (14%) of patients with normal HCO_3^- and BE, including 120 (92%) patients with metabolic acidosis. However, 108 (90%) of these patients had an increased $\text{AG}_{\text{corrected}}$. The Stewart approach permitted the additional diagnosis of metabolic acidosis in only 12 (1%) patients with normal

day mortality were 0.00, 0.02, 0.01, 0.00, 0.01, 0.00, and 0.01 for Sepsis-related Organ Failure Assessment (SOFA) score, SIG, $\text{AG}_{\text{corrected}}$, SID, BE, HCO_3^- , and lactates, respectively (SOFA vs. the rest, $p < .0001$).

Conclusions: In this large group of critically ill patients, diagnostic performance of the Stewart approach exceeded that of HCO_3^- and BE. However, when $\text{AG}_{\text{corrected}}$ was included in the analysis, the Stewart approach did not offer any diagnostic or prognostic advantages. (Crit Care Med 2007; 35:1264–1270)

KEY WORDS: anion gap; base excess; bicarbonate; strong ion difference; unidentified strong anions



Závěr

- Dánský a Stewart-Fenclův model nejsou antagonistické, ale komplementární přístupy
- Stewart-Fenclův model by měl být záložním přístupem intenzivisty ke vzácným a komplikovaným případům
- Rozhodně není čas opouštět klasický dánský model...

Máme se bát Stewart Fenclova přístupu?

- Nikoli, ale rozhodně kvůli němu neopouštět klasický dánský model...

~~„The old gods are gone... there is a new way to see the world. (Crit Care Resusc 2004)~~

~~„...Další hřebík do rakve tradičního přístupu k hodnocení ABR...“ (Int Care Med, 2009)~~



Děkuji za pozornost

- Deklarace střetu zájmů: 0
- Prezentace ke stažení na www.duska.eu