

# Čo by sme mohli vedieť o vnútornom prostredí

MUDr. Jakub Vallo, MUDr. Romana Blašková  
KAIM SZU, UNB, Nemocnica akad. Dérera



# Čo by sme mohli vedieť o vnútornom prostredí

MUDr. Jakub Vallo, MUDr. Romana Blašková  
KAIM SZU, UNB, Nemocnica akad. Dérera

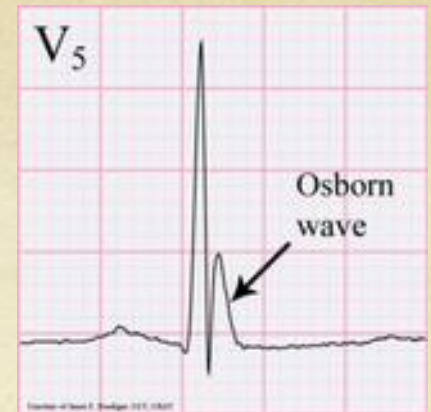
# Vnútorne prostredie

- Claude Bernard – fyziológ
- Extracelulárna tekutina
- Ovplyvňuje činnosť bunkových štruktúr
- Homeostáza udržiava stabilitu determinantov VP:  
objem, osmolarita, koncentrácia iónov, teplota, pH



# Hypothermia

- pod 35 st. Celzia
- vyššia šanca komorovej fibrilácie
- Charakteristická Osbornova J vlna
- Hyperglykémia? Hypoglykémia? – často diabetici, alkoholici
- ↓ spotreba glukózy, inzulínová rezistencia
- Chladová diuréza – celkový deficit tekutín !!!
- ↑ viskozita séra, osmolarita, natrémia
- Znížená agregácia trombocytov a tvorba Fbg
- Riziko hyperkalémie



# Hypothermia

- 30 st. Celzia - stupor, 25% ↓spotreby O<sub>2</sub>, Fi pľadsiení
- 28 st. Celzia - 50% ↓spotreby O<sub>2</sub>, Fi komôr
- 26 st. Celzia - váŹne poruchy ABR, CBF na 33%
- 22 st. Celzia - kulminuje riziko Fi komôr, 75% ↓spotreby O<sub>2</sub>
- 19 st. Celzia - EEG silence
- 18 st. Celzia - asystólia
- 16 st. Celzia - rekord preŹitia dospelého
- 15 st. Celzia - rekord preŹitia detí
- 9 st. Celzia - rekord preŹitia terapeutickej hypotermie

# Hypertermia

- Malígna hypertermia - sukcinyl, inhalačné anestetiká
- Porucha RYR1 génu
- Central core, King-denborough, Evans
- Porucha sarkoplazmatického retikula, Ca metabolizmu
- Hyperkalémia, metabolická acidóza

# Osmolarita

- 280 - 295 mosml/kg
- Pod 280 mosml/l potláča ADH
- Vzostpu tonicity o 1-2% stimuluje ADH
- V2 v zbernom kanáliku - aquaporin2
- **2(Na) + Glukóza + Urea**
- 1,86 (Na + K) + glukóza + urea +10
- Osmolarity gap: viac ako 15 mmol/l naznačuje prítomnosť ethanolu, methanolu, etylénglykolu, acetónu



# Hyponatrémia

- Populácia: 1,4% vs ICU: 25-37%
- Hodnoty pod 135 mmol/l
- Najčastejšie SIADH
- ↑glykémia o 1mmol/l - ↓natrémiu o 0,4 mmol/l
- Pseudohyponatrémia - lipidy, proteíny, tonicita plazmy je v norme.
- Sústredíme sa na neurologické symptómy



# Hyponatrémia

## Klinika:

- Bolesti hlavy, vracanie, kŕče, slabosť!
- Poruchy vedomia rôzneho stupňa - edém mozgu !!!

## Terapia:

- Rýchly terapeutický zásah **2 ml/kg 3% NaCl (2mmol/l x 3)**
- V tomto štádiu sa vyhýbame 0,9% NaCl a vaptanom
- Nie je presne určená hodnota pre takýto agresívny prístup, rozhoduje klinika a absolútna hodnota poklesu

# Hyponatrémia

- Vyhnúť sa príliš rýchlej korekcii
- Možná komplikácia: osmotická demyelinizácia pri korekciách nad 12 mmol/l/24hod
- 8 mmol/l/1/24 hod, 14/48 hod, 16/72 hod

# Hypernatrémia

- Rádovo zriedkavejšia ako hypo
- Asociovaná so zvýšenou mortalitou
- Deti, geriatrickí pacienti
- Hnačky, vracanie, nedostatočný príjem tekutín
- Kľúčkové diuretiká
- Osmotická diuréza (hyperglykémia, manitol)

# Hyperkalémia

- Incidencia do 5% out, až cez 10% inhospital

Asociované s:

- poruchy obličkových funkcií
- tvorba - rhabdomyolýza, hemolýza, trauma
- Nekontrolovaný DM I
- Atb, ACEi, K-šetriace diuretiká, doplnky



# Hyperkalémia

- Nad 5 - 5,5 mmol/l
- Vážna až nad 6,5 - 7 mmol/l

Terapia:

- K do bunky - **inzulín** v kombinácii 10% G
- Kalcium má kardio stabilizačný efekt (CaCl<sub>2</sub>)

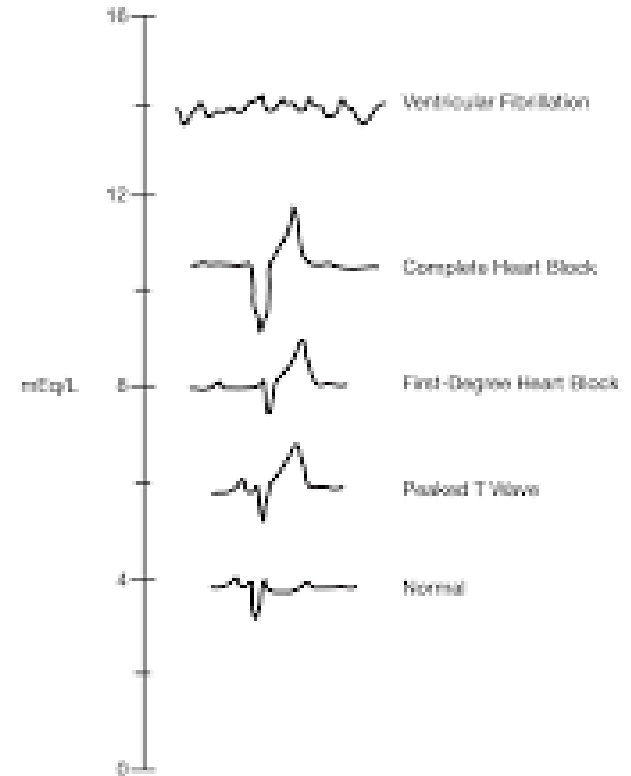
3x efektívnejšie ako Ca gluconicum)

Beta 2 agonisty (shift K)

Diuretiká

Liečba acidózy - (shift K)

ECG changes in hyperkalemia



# Hypokalémia

- Pod 3,5 mmol/l, až 20% hospitalizovaných (4-5%)
- 80% pac. s diuretikami sú hypokalemickí
- Častejšie straty GIT
- **Hypomagnezémia** - častý jav, ak je prítomná, ťažko terapeuticky ovplyvniteľná podávaním K.
- Zabrániť stratám K, adekvátna substituícia

# Hypo/hyperglykémia

- Zvýšená mortalita v skupine s 1 hypoglykemickou epizódou
- 7,7 - 10 mmol/l vs 7 - 8 mmol/l vs 4,4 - 6,1 mmol/l
- Vyhnúť sa kolísaniu glykémii (zvyšuje mortalitu)

# pH

- ECT obsahuje organické a anorganické molekuly rozpustené vo vode
- schopné prijať/uvolniť vodíkový ión (kyseliny/zásady)
- pH – vyjadruje aktivitu vodíkových iónov v roztoku, resp. kyslosť/zásaditosť vodného roztoku
- $\text{pH} = \text{záporný dekadický logaritmus aktivity } \text{H}^+ \text{ (40nmol/l)}$
- Ideálne pH vnútorného prostredia (ECT) – 7,4
- V ľudskom tele neustále vznikajú kyslé produkty (normálny metabolizmus, príjem potravou, ochorenia).
- Stálosť pH zabezpečujú nárazníkové systémy, obličky a pľúca.



## Klinické dôsledky acidózy:

KVS	pH 7,2-7,4 - nepriamy centrálny stim. účinok sympatika so ↑ srdcovou kontraktilitou
	pH < 7,2 - priamy inhibičný účinok na srdcovú kontraktilitu
	prevodové poruchy
	↓ účinok katecholamínov
	vazodilatácia rezistentných ciev
	hypotenzia nereagujúca na katecholamíny
DO <sub>2</sub>	posun disociačnej krivky Hb doprava
	(neskôr) ↓ 2,3-BPG - disociačná krivka Hb sa posúva doľava
Metabolizmus	Inhibícia glykolýzy
	↓ tvorba ATP
	inzulínová rezistencia
	↑ sekrécia kortikoidov a prozápalových cytokínov - imunosupresia
	demineralizácia kostí
Elektrolyty	hyperkalémia
	hyperkalcémia

## Klinické dôsledky alkalózy:

KVS

↓ inotropia

konstrikcia koronárnych artérií - ↓ koronárny prietok

venodilatácia - ↓ CVT - hypotenzia

artymie

NS

↑ nervovosvalová dráždivosť, kŕče

vazokonstrikcia CNS so ↓ ICP

Metabolizmus

↑ glykolýza

DO<sub>2</sub>

posun disociačnej krivky Hb doľava

(neskôr) ↑ 2,3-BPG

Elektrolyty

hypokalémia

hypokalcémia

hypofosfatémia

## Normálne hodnoty krvných plynov:

	Arteriálna krv	Kapilárna krv	Venózná krv
pH	7,4 (7,37 - 7,44)	7,4 (7,35 - 7,4)	7,36 (7,31 - 7,41)
pO <sub>2</sub> [kPa] (vekom klesá)	10,66 - 13,33	6 - 8,8	4 - 6,66
pCO <sub>2</sub> [kPa]	4,8 - 5,9	5,3 - 6	5,3 - 6,9
Saturácia O <sub>2</sub> (vekom klesá)	> 95	> 70 akceptovateľné	60 - 85
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mmol/l]	22 - 26	22 - 26	22 - 28
BE (deficit/excess báz)	-2 - +2	-2 - +2	-2 - +2

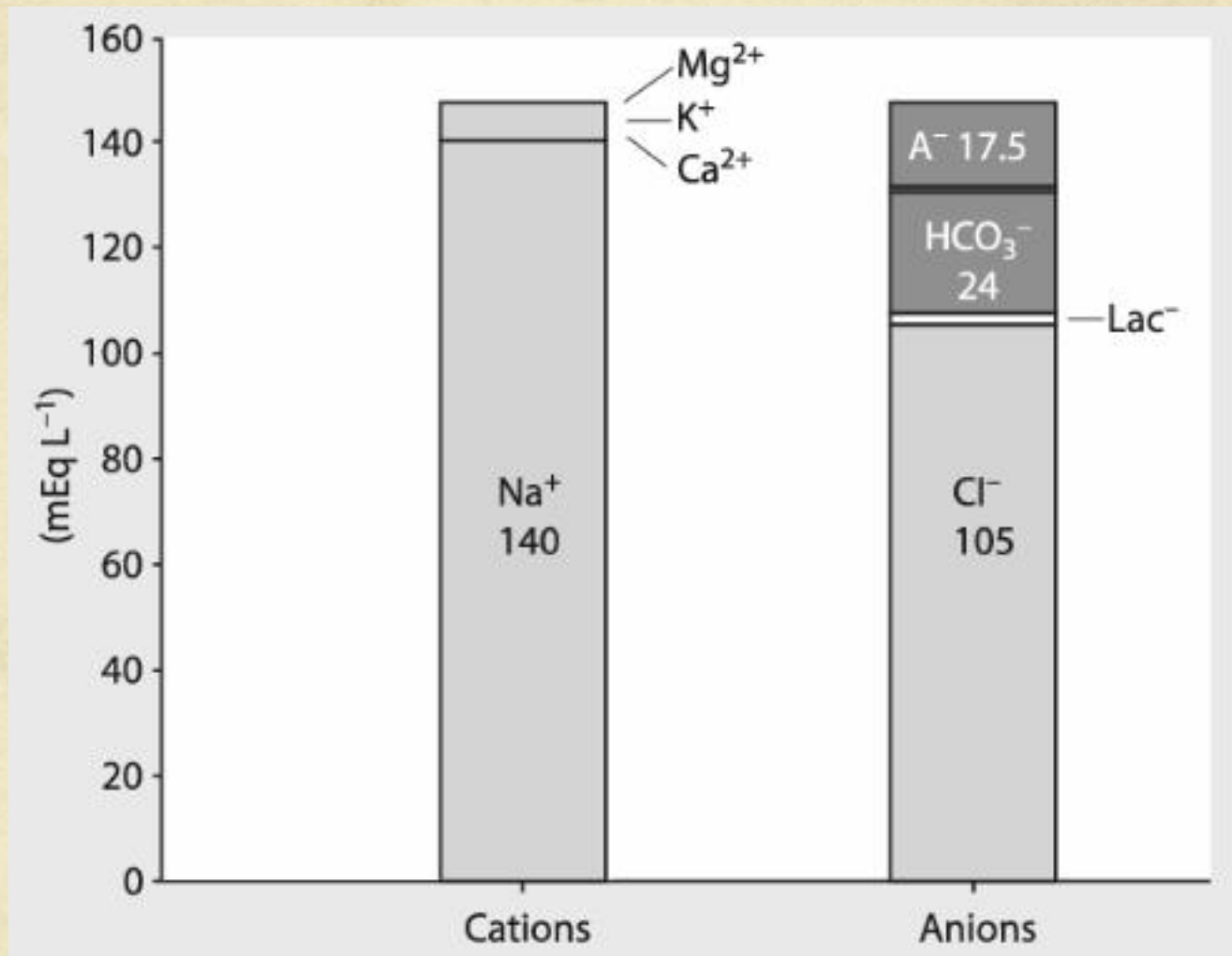
- definícia porúch ABR na základe zmien  $p\text{CO}_2$  a  $\text{HCO}_3^-$

Acidóza	Respiračná	↓ pH	↑ $p\text{aCO}_2$
Acidóza	Metabolická	↓ pH	↓ $\text{HCO}_3^-$
Alkalóza	Respiračná	↑ pH	↓ $p\text{aCO}_2$
Alkalóza	Metabolická	↑ pH	↑ $\text{HCO}_3^-$

- Respiračná alebo metabolická porucha +/- kompenzácia
- žiadna ABR porucha nebýva úplne kompenzovaná - výnimka: niekedy chron. RAC



V diferenciálnej diagnostike porúch ABR potrebné poznať ešte AG.



Gamblegram – stĺpcový diagram rozloženia katiónov a aniónov v krvi – princíp elektroneutrality

# Anion gap

- $AG = [Na^+] - [(Cl^- + HCO_3^-)]$  ..... norma 12 +/- 4 mmol/l
- na ICU častá hypoalbuminémia - znižuje hodnotu AG - preto potrebná korekcia AG na albumín
- $AG_c = \text{aktuálny AG} + 2,5x ([\text{normálny albumín}] - [\text{aktuálny albumín}])$
- Sulfáty, laktát,  $\beta$ -hydroxy butyrát, etylénglykol, metanol, salicyláty

# Metabolická acidóza

- Nadbytok  $H^+$ , nedostatok  $HCO_3^-$
- Normochloremická - ↑Anion gap, sem patrí najčastejšie: ketoacidóza, laktátová acidóza, otrava, renálne zlyhanie, sepsa
- Hyperchloremické - normálny AG, sem patrí aj iatrogénna, pri vysokom prijme nebalansovaných roztokov
- Bikarbonát? Hrozí objemové preťaženie, hyperosmolarita a paradoxná tvorba laktátu!!!

# Metabolická alkalóza

Vzniká pri:

- nadbytku  $\text{HCO}_3^-$  (zvýšená renálna reabsorpcia bikarbonátu napr. pri kontrakcii objemu, deplécii kálie, hyperkapnii, pri nadmernej sekrécii aldosterónu)
- stratách  $\text{H}^+$  (z GIT: vracanie, nazogastrické odsávanie; v obličkách: podávanie diuretík)



# Respiračná acidóza

- Vzostup  $p\text{CO}_2$  pri hypoventilácii (sledujeme konkomitantný vzostup  $\text{HCO}_3^-$  - nie je to kompenzácia)
- Nebezpečnejšia je hypoxia, ktorá vzniká
- Jediná porucha, ktorá dokáže byť úplne kompenzovaná pri chronicite
- Riešiť príčinu

# Respiračná alkalóza

- Hyperventilácia
- Tiež zhodná zmena  $\text{HCO}_3^-$
- Pseudorespiračná alkalóza - pri ťažkom cirkulačnom šoku môže byť porušený transport  $\text{CO}_2$  do pľúc. (nutná optimalizácia srdcového výdaja)

# Čo dodať:

- Vnútročné prostredie je doménou anesteziológov a intenzivistov
- Základné pochopenie a interpretácia nie je taká zložitá, ak staviame na pevných základoch



ĎAKUJEM

