

# Vnitřní prostředí

- Voda
- Ionty
- Osmolalita
- *Acidobasická rovnováha*

# Distribuce látek ve vodě

- Látky volně procházející membránami
  - ▶ Urea, KM, exogenní (etanol)
- Látky vytvářející gradient na bb. membránách
  - ▶ Ionty (Na, K, Cl, Ca, Mg, P), glukóza
- Látky s gradientem cévy / intersticiium
  - ▶ Bílkoviny
    - ★ Vazba vody, onkotický tlak

# Osmolalita: 275-295 mmol/kg

- Dána počtem částic rozpuštěných v rozpouštědle
  - ▶ Bez ohledu na jejich velikost
- Hlavní podíl na osmolalitě
  - ▶  $\text{Na}^+$  ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), dále urea, glukóza
- Výpočet
  - ▶  $(2 \times \text{Na}) + \text{K} + \text{glykémie} + \text{urea}$

# Efektivní osmolalita

- Osmolalita látek, vytvářejících gradient na b. membráně
- Výpočet efektivní osmolality
  - ▶  $(2 \times \text{Na}) + \text{K} + \text{glykémie}$

# Osmolální okno

- Osmolální okno
  - ▶ Rozdíl mezi výpočtem a měřením
  - ▶  $> 10$  mmol/kg
- Etanol:  $1\text{g}/1\text{ litr} = 1\text{ promile} = 23\text{ mmol/kg}$

# Absolutní hodnota x změna osmolality

- Vyrovnávání osmotické koncentrace
  - ▶ Přestupem vody, ne iontů
- Nemocného ohrožuje
  - ▶ Rychlá změny efektivní osmolality
    - ★ Přesun vody do bb. a z bb.
- Jak rychle měnit osmolalitu?
  - ▶ 2 - 4 mmol/hod.

# Osmotický x onkotický tlak

- Onkotický tlak
  - ▶ Osmotický tlak bílkovin
- Podíl bílkovin na celkovém osmotickém tlaku
  - ▶ Zanedbatelný
- Význam onkotického tlaku
  - ▶ Udržení Na (a tím i vody) intravaskulárně

# Hyperosmolalita

- Příčiny
  - ▶ Nedostatek či ztráty vody
    - ★ Popáleniny, ztráta pocitu žízně, DM decomp.
  - ▶ Nadbytek látek
    - ★ Akut. katabol, DM decomp, intoxikace (alkohol)
- Příznaky: turgor kožní, žízeň, cephalea
- Terapie: Zpočátku isotonický roztok
- Rychlá korekce hyperosmolality
  - ▶ Riziko otoku mozku



# Hypoosmolalita

- Příčiny
  - ▶ Nadbytek vody
    - ★ RI, hypersekrece ADH, nevhodná p.v.
  - ▶ Chronický katabolizmus
- Příznaky
  - ▶ Otoky? Křeče, cephalaea,..
- Terapie
  - ▶ Zpočátku isotonický roztok

# Osmolalita v moči

- Fyziologické hodnoty ?
  - ▶ 50 - 1400 mmol/kg
    - ★ Ve stáří: max. 800
-

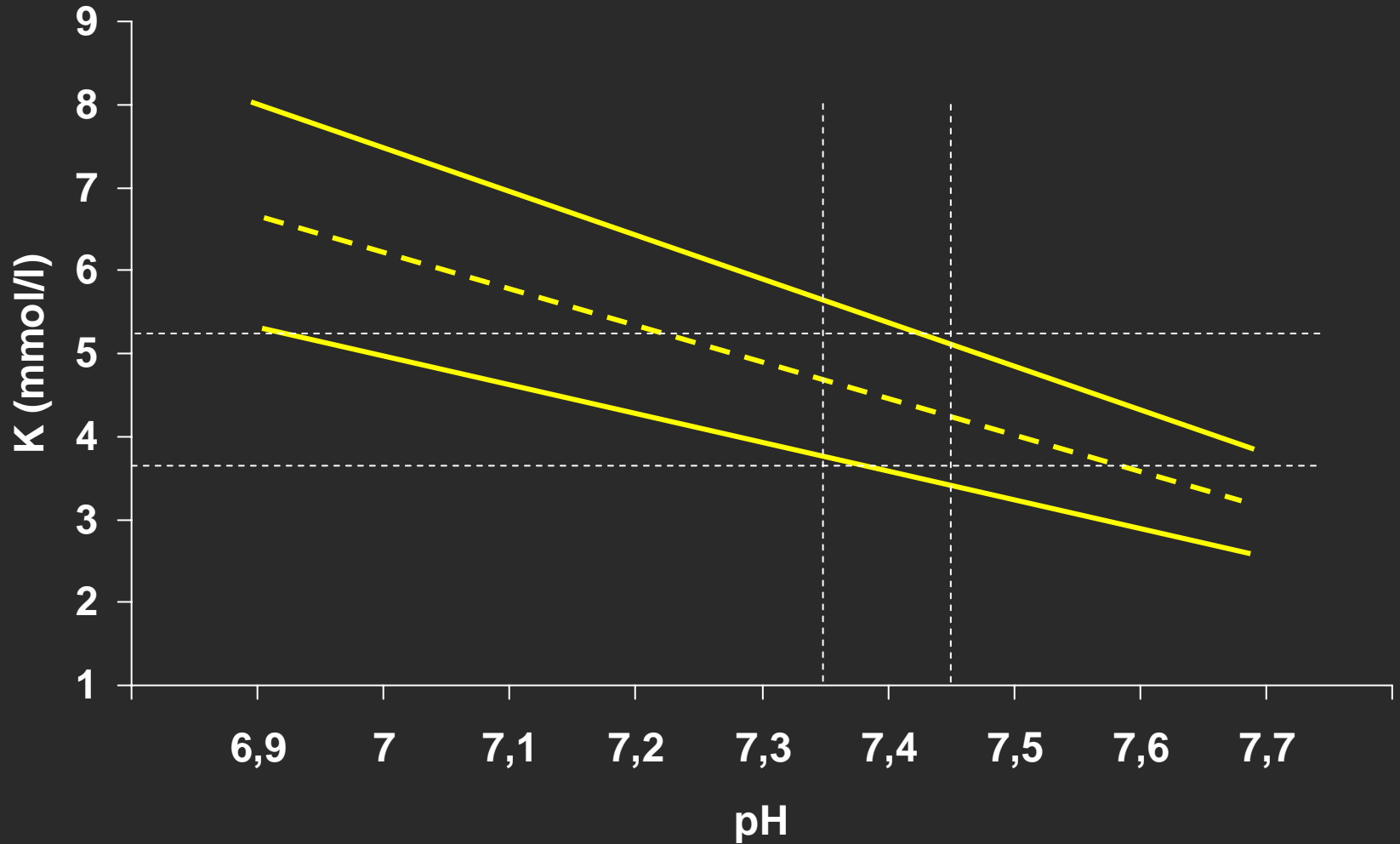
# Ionty v krvi a v buňkách

	ECT (krev) mmol/l	ICT (buňky) mmol/l
Na	140	10
Cl	102	8
K	4,0	155
Ca	2,2	0,001
Mg	1,0	15
P	1,0	65

# Kalium

- Fysiologické koncentrace
  - ▶ 3,5 - 5,1 mmol/l
- Význam stanovení K
  - ▶ ABR
  - ▶ Neuromuskulární dráždivost
- Hodnocení koncentrace K
  - ▶ Vztah k pH !

# Závislost K a pH



# Příčiny hyperkalémie

- Přesun  $K^+$  z buněk
  - Acidóza, hypoxie, hemolýza, katabolizmus
- Zvýšený přívod K
  - Za podmínky renální insuficience
- Omezené vylučování
  - RI, spirolakton, nedostatek mineralokortikoidů
- Kritické hodnoty
  - $> 6,5$  mmol/l
- MAC je provázena hyperkalémií

# Hyperkalémie - příznaky a Th

- Příznaky

- ▶ Bradykardie, hypotenze, svalová slabost
- ▶ Ekg: hrotnané T, snížení P, a-v blok, širší QRS

- Th

- ▶ Acidóza - kausální léčba
- ▶ 10 - 20% G s insulinem
- ▶ Kličková diuretika
- ▶ Iontoměniče (resonium)
- ▶ HD

# Příčiny hypokalémie

- Přesun  $K^+$  do buněk
  - ▶ Alkalóza, anabolizmus
- Zvýšené ztráty
  - ▶ Dlouhodobě diuretika, kortikoidy, průjmy, polyurické selhání ledvin
- MAL je provázena hypokalémií



# Hypokalémie - příznaky a Th

- Příznaky

- ▶ Sval. slabost, ileus, metabol. alkalóza
- ▶ Ekg: snížení T, U vlna, zástava v systole

- Th

- ▶ KCl 7,5 % (hypertonické !)
- ▶ Při alkalóze - acidifikace

# K - další poznámky

- Vyšetření K
  - ▶ Technika odběru
    - ★ Hemolýza
  - ▶ Skladování krve
    - ★ Doba
    - ★ Teplota
      - Chladnička !

# Natrium: 136-145 mmol/l

- Proč vyšetřovat Na v krvi?
  - ▶ Stav hydratace
  - ▶ Osmolalita (x onkotický tlak)
- Normální Na nemusí být vždy fysiolog. stav

# Normální koncentrace Na

- Normální Na - ne vždy fyziologický stav
  - ▶ Ztráta, nadbytek isotonické tekutiny
- Odlišení ztráty a nadbytku isoton. tekutiny
  - ▶ Laboratoř: CB, Hb, htk
  - ▶ Klinika: krční žíly, TK
- Příčiny ztráty
  - ▶ Ledviny, drény, průjmy
- Příčiny nadbytku
  - ▶ RI, mobilizace „třetího“ prostoru

# Hypernatrémie, rizika

- Příčina
  - ▶ Ztráta vody, neadekvátní příjem Na
- Kritická hodnota:  $> 155$  mmol/l
- Rizika
  - ▶ Je-li hypovolémie, pak prerenální selhání
  - ▶ Je-li hyperhydratace, pak oběhové selhání
- Th
  - ▶ Riziko - rychlá změny osmolality
  - ▶ Rychlá terapie - riziko otoku mozku
  - ▶ Při  $> 155$  mmol/l stačí pro zahájení FR

# Hyponatrémie, rizika

- Příčina

- ▶ Nadbytek vody (RI, hypersekrece ADH)
- ▶ Cirrhosis hepatis, CHSS, deficit kortikoidů

- Rizika

- ▶ Otoky, edém plic
- ▶ Encefalopatie

# Hyponatremická encefalopatie

- Změny osmolality v CNS
- Encefalopatie = klinický projev hypoNa
- HypoNa v CNS
  - ▶ Pokles průtoku krve - pokles tenze  $O_2$
  - ▶ *Vyšší riziko ženy než muži*
    - ★ *Estrogeny*

# Hyponatrémie - terapie

- Nedostatečná = riziko encefalopatie
- Příliš rychlá = riziko myelinolýzy
  - ▶ Pontinní, extrapontinní
- Th: Pozvolná !
  - ▶ Cílové Na je mezi současným a 140 mmol/l  
Rozložit na asi 8 hodin
  - ▶ Riziko - rychlá změny osmolality



# Chronická hyponatrémie

- Chronicky nemocní s hypoproteinémií
  - ▶ Katabolizmus
  - ▶ Posun citlivosti osmoreceptorů
    - ★ Není utlumena sekrece ADH
- Terapie? Doplnovat Na ?
  - ▶ Riziko otoků, edému plic
  - ▶ Nutno navodit anabolizmus !

# Chloridy: 98 - 107 mmol/l

- Proč vyšetřovat Cl v krvi?
  - ▶ Stav hydratace
  - ▶ ABR
    - ★ Acidóza, alkalóza

# Změny koncentrace Cl

- Hyperchloridémie
  - ▶ Zvýšený přívod FR, RI
  - ▶ Provázena acidózou
  - ▶ Th - kličková diuretika
- Hypochloridémie
  - ▶ Zvracení, kličková diuretika, insuf. nadledvin
  - ▶ Provázena alkalózou
  - ▶ Th - NaCl, KCl, Arginin-Cl, NH<sub>4</sub>Cl

- FR = acidifikace !

# Fosfor - P: 0,9 – 1,5 mmol/l

- Zásoba v kostech přes 20 000 mmol
- Význam
  - ▶ Enzymy, energetický metabolismus, ....
  - ▶ Tvorba kostní hmoty

# Zvýšení koncentrace P

- Příčiny
  - ▶ Snížení vylučování (chronické selhání ledvin)
  - ▶ Hypoparathyreóza
  - ▶ Osteolýza
- Příznaky
  - ▶ Extraoseální kalcifikace
  - ▶ Zvýraznění příznaků hypoCa (tetanie)
- Léčba
  - ▶ U renální insuficience  $\text{CaCO}_3$

# Snížení koncentrace P

- Příčina

- ▶ Poruchy vstřebávání, anacida

- Příznaky

- ▶ Změny chování

- ▶ Parestezie až svalové parézy

- ▶ Hemolýza

# Magnézium: 0,7-1,1 mmol/l

- Distribuce

- ▶ Kost (60 %), ICT (38 %), ECT (2 %)

- ★ECT - vázaný, ionizovaný



# Hypermagnezémie

- Příčiny
  - ▶ RI, nekróza svalů
- Příznaky
  - ▶ Svalová slabost, hypotenze, arytmie, a-v blok
  - ▶ > 6 mmol/l - srdečná zástava, apnoe
- Th
  - ▶ G s inzulinem, HD

# Hypomagnezémie

- Příčina
  - ▶ Malnutrice, průjmy, ci. hepatitis, ak. pankreatitis
- Příznaky
  - ▶ Tetanie, křeče, nausea, poruchy rytmu, deprese
- Th
  - ▶  $\text{MgSO}_4$

# Metabolická acidóza

- ↑ RA
  - ▶ ↑ syntéza kyselin
    - ★ Ketoacidóza, intoxikace
  - ▶ Retence kyselin
    - ★ Renální selhání
  - ▶ Laktátová acidóza
- Hyperchloremie
- Ztráta  $\text{HCO}_3^-$
- Diluce vnitřního prostředí

# Metabolická alkalóza

- Ztráta kyselin ( $H^+$ )
  - Zvracení, drenáž žaludeční šťávy
- Ztráta chloridů
  - Zvracení, drenáž žaludeční šťávy
  - „alkalizující“ diuretika
- ↑ přívod  $NaHCO_3$
- Hypoalbuminemická alkalóza
- Koncentrační alkalóza