

Vnitřní prostředí

- Voda
- Ionty
- Osmolalita

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
 - Na^+ (Cl^- , 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
 - $> 10 \text{ mmol/kg}$
- Etanol: $1 \text{ g/1 liter} = 1 \text{ promile} = 23 \text{ mmol/kg}$

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, cephalea,..
- Terapie
 - Zpočátku isotonický roztok

Osmolalita v moči

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

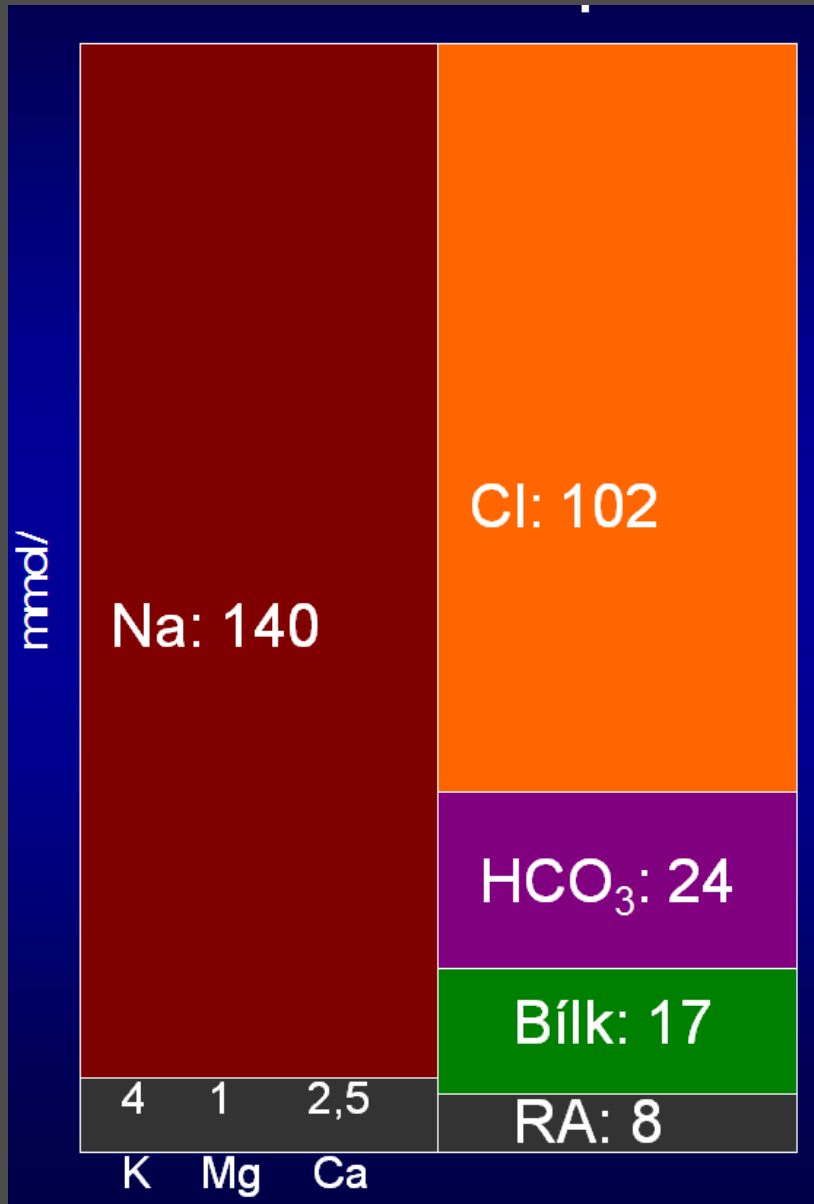
Vnitřní prostředí

- **Ionty**

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

Zastoupení hlavních iontů v krvi



koncentrace x zásoba

K⁺ extracelulárně:

$$4 \text{ mmol/l} \times 5 \text{ l} = \mathbf{20 \text{ mmol}}$$

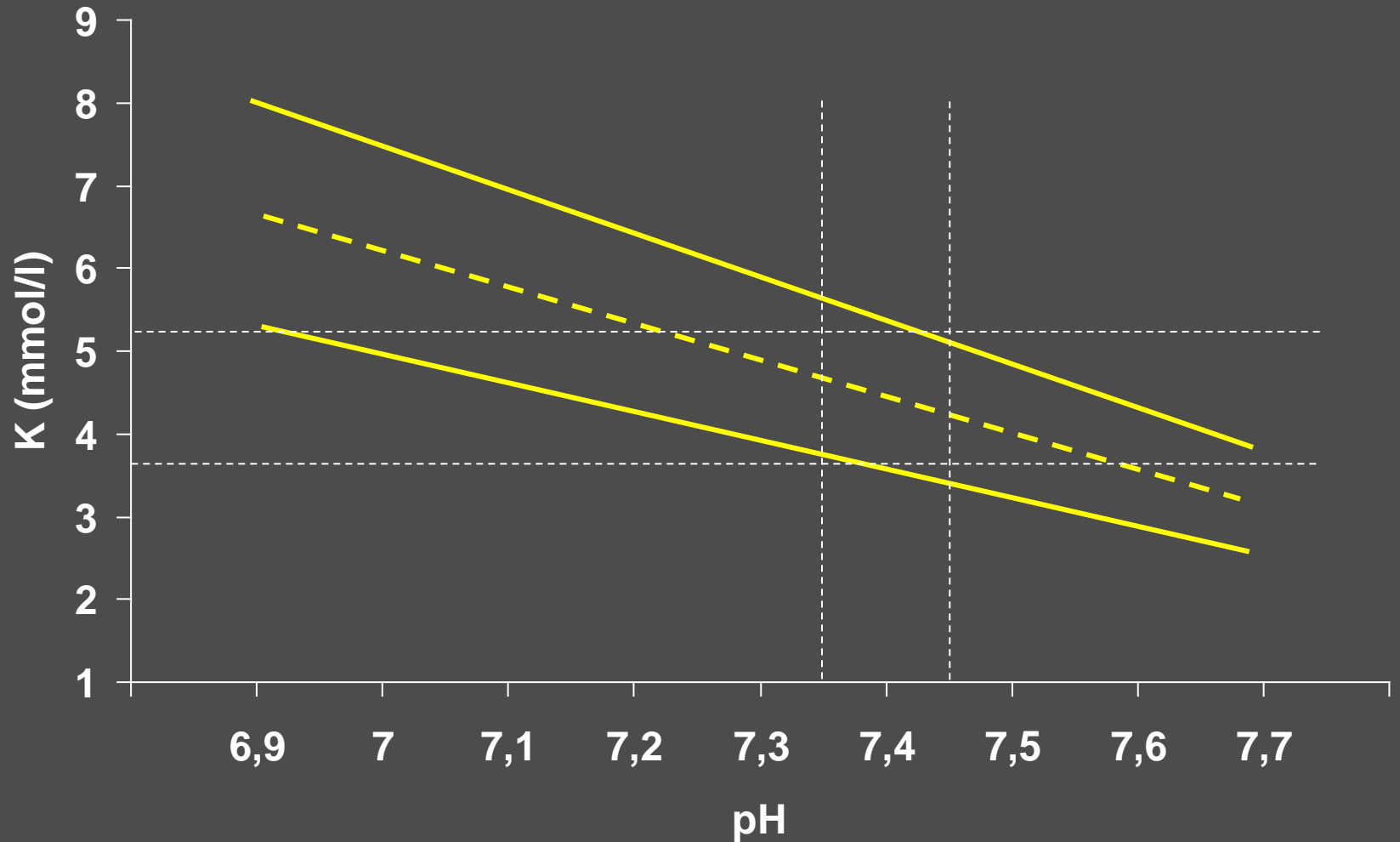
K⁺ intracelulárně:

$$155 \text{ mmol/l} \times 24 \text{ l} = \mathbf{3720 \text{ mmol}}$$

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

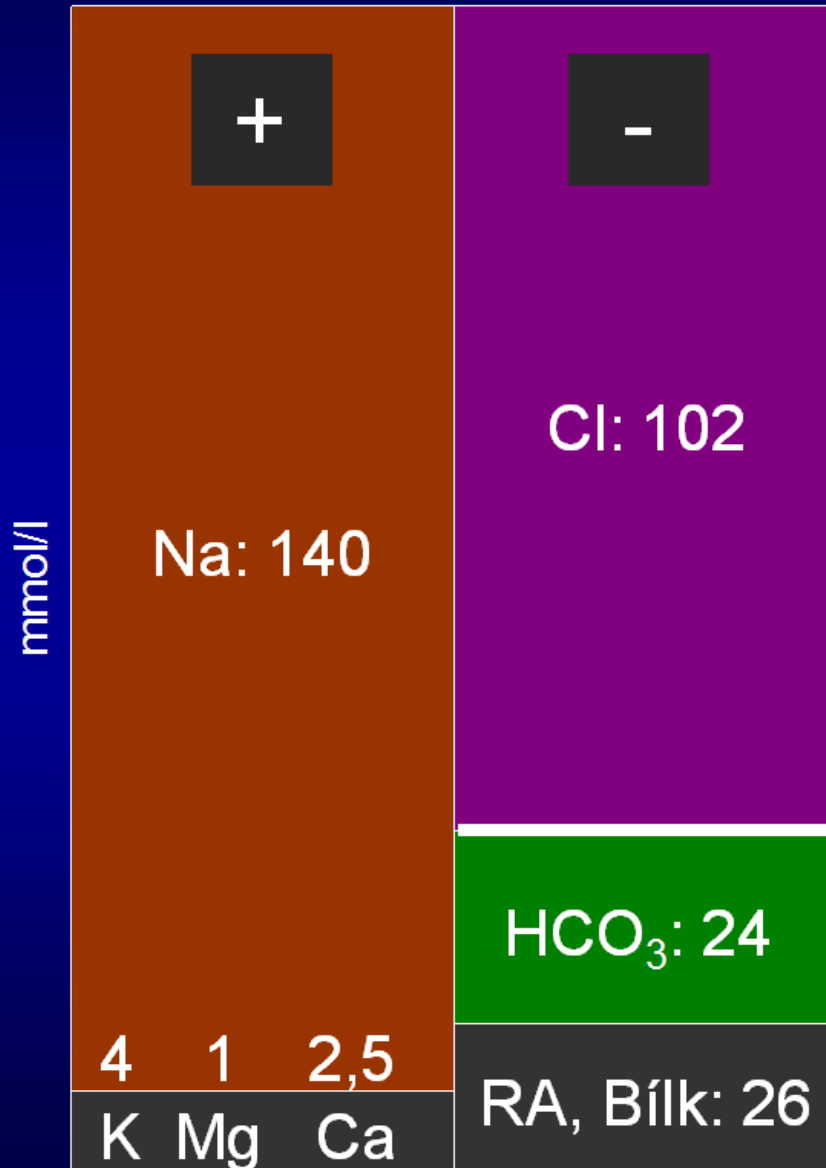
Chronická hyponatrémie

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

Chloridy: 98 - 107 mmol/l

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

Hlavní ionty v krvi



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, NH₄Cl

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 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
 - MgSO_4