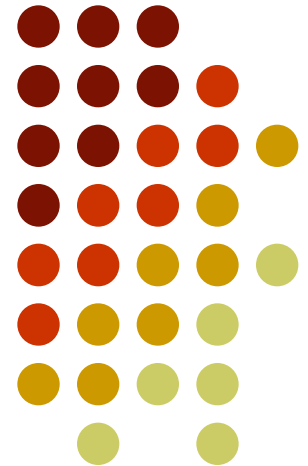


# Vodní a acidobazická rovnováha, minerály

---



# Složení lidského těla



## muži

- voda 60%
- minerály 5%
- proteiny 16%
- cukry 1,5%
- tuk 18,5%

## ženy

- voda 55%
- minerály 5%
- proteiny 15%
- cukry 1%
- tuk 25%



# Voda v lidském těle

- Celková tělesná voda 60% CTH=42 l
- intracelulární voda 40% CTH = 28 l
- extracelulární voda 20% CTH = 14 l
  - intraplasmatická 3 l (krev = 7 % CTH)
  - intersticiální 9 l
  - transcelulární 1 l
  - chrupavky, pojivo 2 l
- volně směnitelná voda = ECT

# Bilance tekutin



## příjem

- Nápoje 1000-1500ml
- pevná potrava 700-1000 ml
- metabolická voda 200 - 300 ml
- celkem 2300 ml (2100 - 2800 ml)

## výdej

- Ledviny 100 +- 400ml
- pot 100 ml
- stolice 100 - 200 ml
- kůže 350 ml
- plíce 350 ml
- celkem 2300 ml (2100 - 2800ml)

Potřeba vody u dospělého je 35-50ml/kg/den

# Změny potřeby vody



- snížená potřeba:
  - oligurické renální selhání
  - srdeční selhání
  - jaterní selhání
- zvýšená potřeba:
  - polyurie
  - extrarenální ztráty ( průjem, píštěl, pocení (1 st. Horečka + 200ml vody)

# Příznaky poruchy vodní bilance



- **Dehydratace**

- suchá kůže, suchá podpaždí
- snížený kožní turgor (cave přirozeně ve stáří)
- suché sliznice(jazykš),
- koncentrovaná (tmavá) moč, oligurie
- hypotenze, slabost, točení hlavy, bolest hlavy, spavost, zmatenost
- při klinicky jasné dehydrataci chybí 2,5-3l vody

- **Hyperhydratace**

- otoky, ascites, anasarka, vlhká kůže
- srdeční selhání - plicní edém - dušnost

# Regulace vodního hospodářství



- **Množství vody v těle**
- **přesuny iontů**, zejména  $\text{Na}^+$ , jsou spojeny s pohybem vody na principu osmózy. ( 1 molekula  $\text{Na}$  váže 10 molekul vody). Proto je regulace vodního hospodářství spojena s retencí či exkrecí iontů ( $\text{Na}^+$ )
- **aldosteron**, reabsorpce  $\text{Na}^+$  a exkrece  $\text{K}^+$  a  $\text{H}^+$  v distálním tubulu ledviny. Produkován je v kůže nadledvin. ( osa renin - angiotenzin - aldosteron (RAAS), regulována průtokem krve v ledvině)
- **antidiuretický hormon** (vasopresin), zadní lalok hypofýzy, reabsorbuje vodu přes vodní kanály v distálním tubulu a sběrném kanálku ledviny. Zvýšeně se uvolňuje při hyperosmolaritě
- **Natriuretické peptidy**, uvolňované v srdečních síních při zvýšení objemu krve. Zvyšují exkreci  $\text{Na}^+$  v ledvině

# Regulace vodního hospodářství



- Přesuny mezi tělesnými kompartmenty
- koncentrace elektrolytů (osmolalita) ICT a ECT
- **plazmatické bílkoviny** (onkotický tlak) - vznik otoků při poklesu koncentrace plazmatických bílkovin. Výměna látek v intersticiu na arteriálním a venózním konci kapilárního řečiště



# Regulace vodního hospodářství



- **Orgány podílející se na regulaci**
- **Ledviny** - cílový orgán regulačních hormonů. Renální selhávání oligurické či neoligurické má zásadní význam pro vodní bilanci. K polyurii dochází i v případě nepoškození ledvin - cukrovka, diabetes insipidus (ADH), arteficiálně po diureticích
- **GIT** obrat tekutin se pohybuje kolem 8-10 l/den. Do stolice se dostává pouze 100-200ml/d. K významným změnám ve vodní a elektrolytové bilanci proto dochází při ztrátách tekutin z GIT ( průjmy, píštěle, zvracení)
- **pľíce** - hyperventilace zvyšuje vodní ztráty
- **kůže** - pocení, zvýšená tělesná teplota popřípadě tělesná námaha zvyšuje nároky na výdej potu, zvyšuje tak vodní ztráty
- **mozek** reguluje pocit žízně v hypotalamu, význam u centrálních poruch příjmu tekutin

# Acidobazická rovnováha



- $\text{pH ECT} = 7,4 \pm 0,04$
- $\text{pH} = -\log\text{H}^+$
- udržení konstantního pH je důležité pro optimální chod metabolismu, propustnost buněčných membrán, rozložení elektrolytů a vody, integrity organismu

# Acidobazická rovnováha



- Krátkodobá regulace
  - pufrovací systémy plazmy a ECT
  - bikarbonátový systém  $\text{HCO}_3/\text{CO}_2$
  - fosforečnanový systém
  - hemoglobin
  - amoniak (moč)
  - bílkoviny

# Acidobazická rovnováha



- **Dlouhodobá regulace** - úprava koncentrace komponenty pufrovacího systému :  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , fosfát,  $\text{NH}_2$ ,  $\text{H}^+$
- ledviny - zvýšení nebo snížení exkrece  $\text{HCO}_3^-$  a  $\text{H}^+$  ( reaguje ve dnech)
- plíce - zvýšení nebo snížení vylučování  $\text{CO}_2$  (hyperventilace, hodiny)

# Acidobazická rovnováha- poruchy



- **metabolické**
  - alkalóza - ztráta  $H^+$  (zvracení, píštěle)
  - acidoza - retence  $H^+$ , ztráta  $HCO_3^-$  (selhání ledvin, nadprodukce kyselin (laktát, ketolátky))
- **respirační**
  - alkalóza - ztráta  $CO_2$  při hyperventilaci (hysterie)
  - acidoza - retence  $CO_2$  (hypoventilace, respirační selhání)

# Rozdělení minerálních látek



- Makroelementy - potřeba více jak 100mg/den (g)
- mikroelementy - potřeba méně jak 100mg/den (mg) (Fe, J, Zn, Cu, Se, Mn, Cr, Co, Mo, F)
- stopové prvky (ng) často synonymum pro mikroelementy

# Makroelementy - sodík



- Hlavní extracelulární kationt
- hlavní podíl na udržení vodní rovnováhy
- šíření nervových vzruchů, membránový potenciál
- dodávka energie při kotransportu s řadou substrátů (glu, AK) - koncentrační gradient=E
- normální plasmatická koncentrace = 140mmol/l

# Makroelementy - sodík



- Příjem
  - minimálně 500mg/d, doporučená dávka 5-7,5g, skutečná 10-15g/d
  - zvýšení příjmu při zvýšeném pocení, ztráty potem mohou být až 10g/d
- Výdej
  - ledviny - ztráty asi 90% denního příjmu
  - pot - ztráty asi 10% denního příjmu



# Makroelementy - sodík



- **Regulace**
  - příjem je dostatečný, ovlivnění exkrece či retence Na ledvinami a potními žlázami prostřednictvím hormonů
  - úzký vztah k vodnímu hospodářství
  - hormony - aldosteron, natriuretický peptid
- **Omezení příjmu**
  - hypertenze
  - městnavé srdeční selhání
  - otoky
  - jaterní cirhoza
  - ledvinné selhání

# Makroelementy - draslík



- hlavní intracelulární iont
- v těle 2x více K než Na ( ICT 2/3 CTH)
- membránový potenciál, šíření nervového vzruchu
- koncentrace v plazmě 4mmol/l, v ICT 140 mmol/l
- syntéza proteinů, glykogenu
- **Příjem**
- jako intracelulární iont je obsažen ve všech potravinách
- minimální příjem 2g/den
- při hrazení E potřeby vždy dostatečný přísun K (TPN)

# Makroelementy - draslík



- Výdej, regulace, poruchy
- plasmatická hladina draslíku 3,5 - 6mmol/l
- regulovaný výdej ledvinami (aldosteron, plasmatická koncentrace K - GF - primární moč, ABR)
- aktivita membránových pump (Na/K ATPáza) - snižují plasmatickou hladinu
- katabolismus - uvolnění z bb. - hyperkalemie
- anabolismus - retence v bb. - hypokalemie (hrazení K<sup>+</sup>)
- dehydratace - ztráty močí při směně za Na<sup>+</sup> (hyperaldosterinismus) - hypokalemie
- zvracení průjmy - hypokalemie

# Makroelementy - draslík



- Omezení příjmu
  - selhání ledvin
- hyperkalemie - arytmie, svalová slabost
- hypokalemie - arytmie, svalová slabost

# Makroelementy - chlor



- Hlavní extracelulární aniont
- koncentrace v ECT 105 - 110 mmol/l
- udržení osmotické rovnováhy, ABR
- nejsou známy karence pro jeho ubikviterní přítomnost

# Makroelementy - vápník



- 99% jako kalciumfosfát v kostech, 1% je volné jako součást enzymů, regulačních cest
- svalová kontrakce, srážení krve, přenos nervového vzruchu, druhý messenger v transdukci signálu do bb., struktura kostí a zubů
- v plazmě volná (ionizovaná) frakce a frakce vázaná na alb
- denní potřeba 800 - 1200 mg
- oxaláty a fytáty z listové zeleniny tvoří soli s Ca a omezují resorpci, také nadbytek vlákniny a tuků

# Makroelementy - vápník



- Regulace hladiny v plazmě
- úzké rozmezí hodnot pro důležitost funkce vápníku
- kalcitonin z C bb. štítnice snižuje hladinu vápníku v krvi přesunem do kostí ( aktivace osteoblastů)
- parathormon z příštítných tělísek zvyšuje hladinu vápníku v krvi: uvolněním z kostních depozit (aktivace osteoklastů), zvýšením resorpce z GIT, zvýšením exkrece fosfátů močí
- vit D3 (1alfa,25 dihydroxycholekalCIFerol) zvyšuje hladinu vápníku v krvi: zvýšenou absorpcí z GIT. Zvyšuje ukládání Ca do kostí
- ledvinami je vylučováno minimum Ca

# Makroelementy - vápník



- **Nedostatek**
- dětství - křivice ( při nedostatku vit D)
- dospělost - osteomalacie, osteoporóza
- snížení hladiny ionizovaného kalcia - tetanie (Chvostkův, a Trousseauův příznak), hyperventilace u hysterie



# Makroelementy - fosfor



- Nejvíce zastoupený aniont v těle spolu s Ca - kosti, zuby
- 98% kosti, 1,9% ICT, 0,1% ECT
- základní metabolismus, aktivace substrátů, makroergní fosfáty
- výdej močí, kde tvoří významný nárazníkový systém
- potřeba 800 - 1200mg/den,
- regulační systém udržení hladiny a rovnováhy nejasný, plazmatická hladina 1 -1,5 mmol/l
- nedostatek - svalová slabost, parestezie, zmatenost, resp. selhání, smrt (refeeding syndrom)
- nutné hrazení i.v. zvl. u malnutričních, alkoholiků, diabetiků

# Makroelementy - hořčík



- ICT 50%, kosti 50%, ECT 0,1%, 25g v těle
- katalyzátor řady enzymových reakcí (glukozový metabolismus), kofaktor
- neuromuskulární dráždivost
- regulace hladiny nejasné (0,8 -1,2 mmol/l)
- exkrece je zvýšená při zvýšení plazm. konc. volné frakce, reabsorpce v ledvinách z 94%, parathormon?
- hypomagnezemie u podvyživených a v kritickém stavu, zvýšená dráždivost NS, vazodilatace, arytmie