

# **MINERÁLNÍ LÁTKY VE VÝŽIVĚ, DENNÍ POTŘEBA. NORMÁLNÍ HODNOTY LABORATORNÍCH VYŠETŘENÍ. VODNÍ A ACIDOBAZICKÁ ROVNOVÁHA**

**MUDr. Jana Křivánková  
IHOK FN Brno**

# VODNÍ ROVNOVÁHA



# SLOŽKY TĚLESNÝCH TEKUTIN

## ✧ Extracelulární tekutina

- ✧ Hlavní zástupci: *tkáňový mok a krevní plazma*
- ✧ Odděluje je od sebe kapilární membrána (vysoce propustná, neprochází bílkoviny, které mají negativní náboj)
- ✧ Hlavní ionty:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ 
  - ✧ Koncentrace kationtů v plazmě je o 2% vyšší než v tkáňovém moku kvůli negativně nabitým bílkovinám

## ✧ Intracelulární tekutina

- ✧ Plazmatická semipermeabilní membrána, existence aktivních transportérů v membráně
  - ✧ Propustná pro vodu, relativně nepropustná pro ionty
  - ✧ Vzrušivé tkáně (myokard, neurony, svalstvo)- propustnost závislá na klidovém membránovém potenciálu či akčním potenciálu
- ✧ Hlavní ionty:  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , fosfáty, sulfáty, organické anionty

<b>Rozložení</b>	<b>Tělesná voda (ml/kg)</b>	<b>Podíl z tělesné hmotnosti (%)</b>	<b>Podíl z tělesné vody (%)</b>
<b>celková tělesná voda</b>	<b>600</b>	<b>60</b>	<b>100</b>
<b>intracelulární</b>	<b>330</b>	<b>33</b>	<b>55</b>
<b>extracelulární</b>	<b>270</b>	<b>27</b>	<b>45</b>
<b>intersiciální</b>	<b>120</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Lymfa-pojiva</b>	<b>45</b>	<b>4,5</b>	<b>7,5</b>
<b>chrupavky-kosti</b>	<b>45</b>	<b>4,5</b>	<b>7,5</b>
<b>transcelulární prostor</b>	<b>15</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>
<b>intravaskulární</b>	<b>45</b>	<b>4,5</b>	<b>7,5</b>



# TEKUTINOVÁ BILANCE

<i>Zdroj příjmu</i>	<i>Příjem (ml)</i>	<i>Cesta vylučování</i>	<i>Ztráta (ml)</i>
<i>Pití</i>	<b>1100-1400</b>	<i>moč</i>	<b>1200-1500</b>
<i>Potrava</i>	<b>800-1000</b>	<i>stolice</i>	<b>100-200</b>
<i>Oxidace živin</i>	<b>300</b>	<i>plíce</i>	<b>400</b>
		<i>kůže</i>	<b>500-600</b>

# VODA VZNIKAJÍCÍ OXIDACÍ NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ

<i>Substrát</i>	<i>Množství</i>	<i>Voda z oxidace</i>
<i>tuk</i>	<b>100g</b>	<b>107ml</b>
<i>cukr</i>	<b>100g</b>	<b>55ml</b>
<i>protein</i>	<b>100g</b>	<b>41ml</b>

## MNOŽSTVÍ CTV JE ZÁVISLÉ NA:

- ✿ **Věku:** čím mladší, tím vyšší podíl CTV
  - ↳ stárnutí- ubývá aktivní svalová hmota a přibývá tuk
- ✿ **Pohlaví:** ženy mají menší podíl CTV
  - ↳ Je to dáno vyšším podílem tuku a menším podílem svalové hmoty
  - ↳ Ovlivňují estrogeny a androgeny
- ✿ **Množství tělesného tuku:** tuk obsahuje málo vody



# CELKOVÁ TĚLESNÁ VODA VE VZTAHU K VĚKU, POHLAVÍ A NETUKOVÉ TĚLESNÉ HMOTNOSTI

<b>Věk</b>	<b>Celková tělesná voda (%tělesné hmotnosti)</b>
<i>nedonošené dítě</i>	<b>80</b>
<i>dítě 3měsíce</i>	<b>70</b>
<i>dítě 6 měsíců</i>	<b>60</b>
<i>dítě 10-18let</i>	<b>muži 59, ženy 57</b>
<i>dospělý normální hmotnosti</i>	<b>muži 60, ženy 50</b>
<i>dospělý hubený</i>	<b>muži 70, ženy 60</b>
<i>dospělý obézní</i>	<b>muži 50, ženy 42</b>
<i>jedinec nad 60let</i>	<b>muži 52, ženy 46</b>
<i>kachektický nemocný</i>	<b>70-75</b>



# FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POTŘEBU TEKUTIN

<i>Faktor</i>	<i>Zvýšení</i>
<i>Teplota</i>	<b>12,5% na 1st C nad normál</b>
<i>Pocení</i>	<b>10-20%</b>
<i>Hyperventilace</i>	<b>10-60%</b>
<i>Hyperthyreóza</i>	<b>25-50%</b>

## DENNÍ ZTRÁTA VODY

- ✧ Celkové denní ztráty: 2000-2500ml
- ✧ Ztráty močí: 1000-1500ml
- ✧ Ztráty plícemi: 400ml
- ✧ Ztráty pokožkou za tělesného klidu a pokojové teploty 600ml
- ✧ Ztráty stolicí 100-200ml
  
- ✧ při ztrátě 10% procent vody se již mohou projevit příznaky zmatenosti
- ✧ ztráta více než 20% hrozí smrtí

## DODATEČNÁ POTŘEBA TEKUTIN V AKUTNÍM STAVU NA 24H

- ✿ Zvýšení teploty o 1C: 100-300ml
- ✿ Středně silné pocení: 500ml
- ✿ Silné pocení, vysoká horečka: 1000-1500ml
- ✿ Hyperventilace: 500ml
- ✿ Hyperventilace ve velmi suchém prostředí: 1000-1500ml
- ✿ Otevřené povrchy ran, tělesné dutiny: 500-3000ml
- ✿ Ztráty píštělemi, drény, žaludeční sondou: 100ml až mnoho litrů

# SLOŽKY TĚLESNÝCH TEKUTIN

- ✧ obsahují specifické koncentrace rozpuštěných látek
  - ✧ neelektrolyty- nedisociují v roztoku (glukóza, urea, kreatinin)
  - ✧ elektrolyty- disociují v pozitivně a negativně nabitě částice a způsobují elektrickou vodivost
    - ✧ Sodík- hlavní kation extracelulárních tekutin
    - ✧ Draslík- primárně kation intracelulárního prostoru
    - ✧ Chloridový iont- extracelulární
    - ✧ Organický fosfát- hlavní intracelul. iont



# REGULAČNÍ MECHANISMY VODNÍ ROVNOVÁHY

- ✦ Rozhodující role- ledviny (vylučují hypoosmotickou x hyperosmotickou moč)
- ✦ **Antidiuretický hormon (vazopresin)**
  - 🔗 Tlumí diurézu, vylučuje se v hypotalamu při zvýšeném osmotickém tlaku plazmy
  - 🔗 Tlumí zpětnou resorpci vody
- ✦ **Renin-angiotenzinový systém**
  - 🔗 Aldosteron- kůra nadledvin
  - 🔗 Zvyšuje zpětnou resorpci sodíku v ledvinách- snižuje vylučování vody
- ✦ **Atriální natriuretický peptid**
  - 🔗 Vznik v srdci, uvolňuje se při zvýšeném objemu krve v síních
  - 🔗 Zvyšuje vylučování sodíku a tím i vody



# TRANSPORT ROZPUŠTĚNÝCH LÁTEK

## ✧ **Prostá difuze** dle koncentračního gradientu

↳ Malé částice, lipofilní částice

## ✧ **Poporovaná (facilitovaná) difuze**

↳ Velké hydrofilní částice (glukoza) vyžadují přenosový systém, dle elektrochemického gradientu

## ✧ **Aktivní transport**

↳ Při nepřítomnosti gradientu (transport proti spádu)

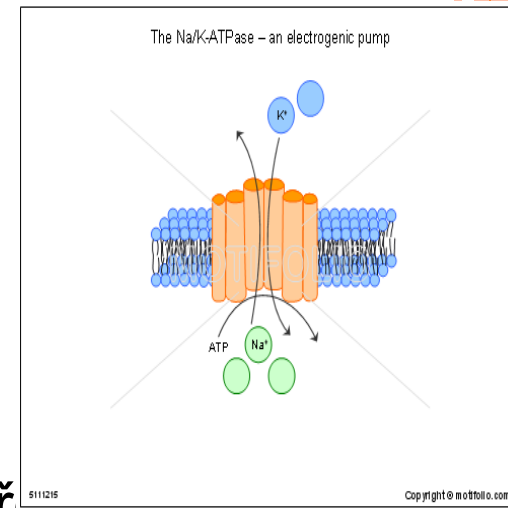
↳ Vyžaduje ATP (př. Na-K-ATPáza)

## ✧ **Filtrace**

↳ Hydrostatický tlak

## ✧ **Osmotický transport**

↳ Voda přechází do prostoru s vysokou koncentrací rozpuštěných látek



# OSMOTICKÁ ROVNOVÁHA

- ✿ Nezbytný předpoklad pro udržení vody v těle= sůl
- ✿ Sůl a ostatní soluty díky osmotické aktivitě urdžují vodu v organismu, určují přesuny vody mezi tělními oddíly
- ✿ Rovnováha mezi příjmem a ztrátami vody a soli
- ✿ Rovnováha poměru tělesné soli k tělesné vodě (osmotická rovnováha)



# OSMOLALITA

- ✧ Molární koncentrace částic (molekul, atomů, iontů) rozpuštěných látek v 1kg tekutiny (vody)
- ✧ **Celková osmolalita =  $2 \times \text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{urea} + \text{glukoza}$**
- ✧ Jednotka: mosmol/kg H<sub>2</sub>O
- ✧ Krevní plazma:
  - ✧ osmolalita 290 mosmol/kg
  - ✧ Osmolarita 270 mosmol/l
- ✧ Dle osmolality plazma se roztoky označují jako:
  - ✧ Izotonické
  - ✧ Hypertonické
  - ✧ hypotonické





# PORUCHY OBJEMU A SLOŽENÍ TĚLESNÝCH TEKUTIN

✧ Dehydratace

✧ Hyperhydratace



# DEHYDRATACE

✧ Dělí se na 3 skupiny podle toho, zda současně došlo ke ztrátě elektrolytů ve vnitřním prostředí:

✧ Izotonická hypovolémie

✧ Hypotonická hypovolémie

✧ Hypertonická hypovolémie



# IZOTONICKÁ HYPOVOLÉMIE

- ✿ Souběžný deficit vody a deficit sodíku
- ✿ Zachování koncentrace sodíku a tím normální osmolalita
- ✿ Hlavní rys: zmenšení objemu ECT
- ✿ Zvracení, průjmy, ztráty izotonické tekutiny pístělemi, diuretiky, drenáž ascitu, popáleniny
- ✿ Klinika: známky hypovolémie při zachování iontového složení ECT
- ✿ Terapie: substituce izotonické tekutinami (př. Izotonický roztok NaCl, balancované rotoky-Ringer, Hartman)



# HYPOTONICKÁ HYPOVOLÉMIE

- ✧ Ztráta čisté vody i sodíku, přičemž ztráty sodíku převažují
- ✧ Vznik při hrazení extracelulární tekutiny pitím čisté vody nebo infuzemi glukózy při nedostatečném přívodu sodíku (iatrogenní!)
- ✧ Projevuje se hypovolemií současně se snížením natriémie
- ✧ Nízký Na, zvýšený hematokrit, celková bílkovina
- ✧ Terapie: substituce izo až mírně hypertonickými roztoky NaCl



# HYPERTONICKÁ HYPOVOLÉMIE

- ✧ Izolovaný deficit čisté vody, chybějí ztráty  $\text{Na}^+$
- ✧ Voda difunduje z ICT do hypertonické ECT, turgor tkání se zmenšuje, zvýšená konc.  $\text{Na}^+$ , osmolalita
- ✧ Vznik: zvýšené ztráty vody pocením (pot je hypotonický), hyperventilace (ztráta vody), diabetes insipidus, osmotická diuréza (manitol, glykosurie), trosečníci, pití izotonické nebo hypertonické tekutiny u zvýšených ztrát vody
- ✧ Cave: Centrální žilní tlak může být falešně normální při výrazné vazokonstrikci v plicním řečišti- poklesne až po prvních dávkách tekutin

# HYPERHYDRATACE

- ✧ Izotonická hypervolémie
- ✧ Hypotonická hypervolémie
- ✧ Hypertonická hypervolémie



## IZOTONICKÁ HYPERVOLÉMIE

- ✿ Nadbytek vody i sodíku v izotonickém poměru, normální osmolalita séra a konc. sodíku
- ✿ Vznik: podáváním nadměrného množství izotonických infuzí při oligurii nebo anurii
- ✿ kardiální selhání, chronické renální selhání, cirhoza jater)
- ✿ Klinika: dominují otoky, výpotky, dušnost, oběhové selhání, vzestup CŽT, pokles plazmatických proteinů (albumin)
- ✿ Terapie: omezení soli a tekutin, diuretika, hemofiltrace



# HYPOTONICKÁ HYPERVOLÉMIE

- ✧ Nadbytek čisté vody spojený se zvětšením ECT i ICT prostoru, osmolalita séra a konc.  $\text{Na}^+$  je snížena
- ✧ Vznik: nadměrné podávání hypotonických roztoků, gastrická laváž vodou, zvýšená sekrece antidiuretického hormonu, selhání jater, selhání energetiky organismu v kritických stavech (nefunguje Na-K-ATPáza, sodík vstupuje do buňky), riziko edému mozku
- ✧ Klinika: pocit slabosti, svalové křeče, nauzea, otoky až anasarka, poruchy vědomí, dušnost, oběhové selhání
- ✧ Terapie: restrikce bezsolutové vody, hemodiafiltrace, osmotická diuretika, zlepši oxygenaci, přívod energ. Substrátů





# AKUTNÍ INTOXIKACE VODOU

- ✦ Např. u psychiatrických pacientů
- ✦ Přetížení normálních regulačních mechanismů
- ✦ Zředění rozpuštěných látek
  - ✦ **Hyponatrémie**
- ✦ Přesun vody z extracelulárního prostoru do intracelulárního
  - ✦ **Edém mozkových buněk** (pevnost lebky, zvýšený nitrolební tlak)
- ✦ Neurologické příznaky- bolest hlavy, poruchy vědomí, kóma až smrt



# HYPERTONICKÁ HYPERVOLÉMIE

- ✧ Nadměrný přívod nebo retence sodíku i vody, přívod sodíku převažuje
- ✧ Voda přechází z ICT do ECT, dochází k IC dehydrataci se zmenšením objemu buněk
- ✧ Vznik: nadměrné podání hypertonických roztoků NaCl, hypersekrece steroidních hormonů kůry nadledvin s mineralokortikoidním účinkem (Cushingův syndrom, Connův syndrom), mořská voda a tonutí v moři
- ✧ Klinika: oběhové selhání, plicní edém, zvracení, delirium
- ✧ Terapie: omezení soli a tekutin, diuretika, Manitol, hemodiafiltrace (nesprávný postup: korekce hypernatremie bezsolutovou vodou!)



# MINERÁLNÍ LÁTKY VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

## ✿ Makroelementy

- × vápník, fosfor, hořčík, draslík, sodík, chlor, síra

## ✿ Mikroelementy

- × železo, jód, zinek, měď, mangan, chróm, selen

## ✿ Stopové prvky

- × křemík, vanad, nikl, bor



## Minerální látky

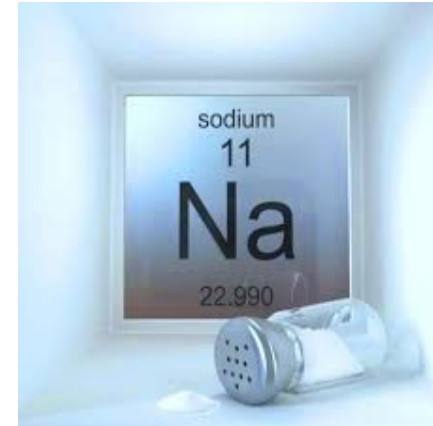
Prvek	Zdroj	Funkce
<b>Vápník, Ca</b>	Mléčná jídla, zelenina, ryby	Tvorba kostí a zubů, podílí se na nervové činnosti
<b>Chlor, Cl</b>	Kuchyňská sůl, ryby, mléko, maso, vejce	Udržuje rovnováhu iontů v těle, tvoří v žaludku kyselinu chlorovodíkovou
<b>Měď, Cu</b>	Játra, maso, ryby, obilniny, houby	Podílí se na tvorbě kostí a produkci hemoglobinu
<b>fluor, F</b>	Ryby, mořská sůl, pitná voda	Posiluje zuby a kosti
<b>Jod, I</b>	Ryby, koryši, mořská sůl	Nezbytný pro thyroxin (hormon štítné žlázy)
<b>Železo, Fe</b>	Červené maso, játra, listová zelenina, zrní, ořechy	Nezbytná část hemoglobinu
<b>Hořčík, Mg</b>	Maso, listová zelenina, celozrnné obilniny	Pomáhá při tvorbě kostí, podílí se na nervové činnosti
<b>Mangan, Mn</b>	Zelenina, ořechy, zrní	Aktivuje mnohé enzymy
<b>Fosfor, P</b>	Maso, mléko, ryby, obilniny	Pomáhá při tvorbě kostí, součást DNA a ATP
<b>Draslík, K</b>	Maso, mléko, obilniny, ovoce a zelenina	Udržuje rovnováhu iontů, podílí se na nervové činnosti
<b>Sodík, Na</b>	Většina potravin s výjimkou ovoce	Udržuje rovnováhu iontů, podílí se na nervové činnosti
<b>Síra, S</b>	Maso, mléko, vejce, ořechy	Nezbytná část některých bílkovin
<b>Zinek, Zn</b>	Maso, vejce, ryby, obilniny	Nezbytná část některých enzymů



# OBSAH IONTŮ V SEKRETECH GIT TRAKTU

<i>Zdroj</i>	<i>Na (mmol/l)</i>	<i>K (mmol/l)</i>	<i>Cl (mmol/l)</i>	<i>HCO<sub>3</sub> (mmol/l)</i>
<i>Sliny</i>	<b>10</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>30</b>
<i>Žaludek</i>	<b>60</b>	<b>10</b>	<b>130</b>	<b>0</b>
<i>Duodenum</i>	<b>140</b>	<b>5</b>	<b>80</b>	<b>0</b>
<i>Ileum</i>	<b>140</b>	<b>5</b>	<b>105</b>	<b>30</b>
<i>Kolon</i>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>
<i>Žluč</i>	<b>145</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>35</b>
<i>Pankreas</i>	<b>140</b>	<b>5</b>	<b>75</b>	<b>115</b>

# SODÍK



- ✧ Normální koncentrace v séru 135-145mmol/l
- ✧ Funkce: Udržuje rovnovážné osmotické poměry
- ✧ Zdroj: kuchyňská sůl a solené pokrmy
- ✧ Sodík: denní příjem by neměl přesáhnout 5 g



# SODÍK

- ✿ Velmi pevná vazba vody na sodíkový iont v roztoku
  - ✿ Změna obsahu sodíku v daném kompartmentu při dostatku vody nevede nikdy ke změně jeho koncentrace, ale vždy ke změně v objemu!
- ✿ Změna koncentrace sodíku se vyvine pouze při zvýšení či snížení dostupnosti bezsolutové vody
- ✿ Zvýšený obsah sodíku v ECT vede k hypervolémii, nikdy ne k hypernatremii a naopak
- ✿ Naopak vznik hypernatremie při nedostatku vody (trosečník na moři), hyponatremie při nadbytku vody (otrava vodou) nebo při ztrátě sodíku a současném hrazení tekutin pitím bezsolutové vody



# PORUCHY METABOLISMU SODÍKU

- ✧ Zvětšení tělesných zásob sodík
- ✧ Hypernatremie
- ✧ Deficit sodíku
- ✧ Hyponatremie





# HYPONATRÉMIE

- ✿ Pokles koncentrace v  $\text{Na}^+$  v séru pod 135mmol/l
- ✿ Mírná hyponatrémie je často asymptomatická
- ✿ Klinické projevy při poklesu pod 125mmol/l
- ✿ Rizikovní pacienti: alkoholici, chronická malnutrice, diuretika
- ✿ Rozdělení hyponatrémie:
  - ✿ **Hypovolemická**
  - ✿ **Hypervolemická**
  - ✿ **Euvolemická**



# HYPONATRÉMIE- KLINICKÉ PROJEVY

- ✿ Chronická hyponatrémie bývá často dobře tolerovaná a klinicky se může projevit až při poklesu pod 110mmol/l
- ✿ Akutní se projeví při poklesu pod 125mmol/l
- ✿ Klinické projevy vyvolány edémem mozku při poklesu osmolality
- ✿ Bolesti hlavy, apatie, zmatenost, křeče, kóma
- ✿ Laboratorní vyšetření: osmolalita, koncentrace Kalia a Magnezia (deficity stimulují výdej ADH), osmolalita moči, ztráty sodíku močí (nízké-extrarenální ztráty, vysoké u SIADH), TSH (hypotyreoza), kortizol (Addisonova choroba)



# HYPOVOLEMICKÁ HYPONATRÉMIE

✧ Ztráty sodíku vyšší než ztráta vody

## ✧ Renální ztráty

↳ Diuretika

↳ Osmotická diuréza (glc)

↳ Chronická intersticiální nefritida (salt wasting nephropathy)

↳ Addisonova choroba

## ✧ Extrarenální ztráty

↳ Průjem

↳ Pocení

↳ Ztráty do třetího prostoru- popáleniny, pankreatitida, střevní obstrukce)



# HYPERVOLEMICKÁ HYPONATRÉMIE

- ✿ Retence vody je vyšší než retence sodných iontů
  - ✿ Chronické srdeční selhání
  - ✿ Ascitická jaterní cirhoza
  - ✿ Nefrotický syndrom a selhání ledvin



# EUVOLEMICKÁ HYPONATRÉMIE

- ✿ Syndrom nepřiměřené sekrece antidiuretického hormonu (SIADH)
  - ✂ Plicní onemocnění (pneumonie, CHOPN, TBC)
  - ✂ Malignity (malobuněčný ca plic, tumory hlavy a krku)
  - ✂ Léky- antipsychotika, antidepresiva, nesteroidní antirevmatika
  - ✂ Bolest, opiáty, stres
- ✿ Hypotyreoza



# TERAPIE HYPONATRÉMIE

- ✿ Vysazení diuretik, léků, které mohou způsobit SIADH, zastavení hypotonických infuzí, korekce hypokalémie, hypomagnezemie
- ✿ Kauzální řešení u SIADH- podávání inhibitorů receptorů pro vazopresin (vaptany)
- ✿ Riziko ireverzibilní centrální pontinní myelinolýzi při rychlé korekci
- ✿ Stoupání natrémie o 2mmol/l/hodinu u akutní a 0,5mmol/l/h u chronické. Ne více než o 10mmol/l/d



# ZVĚTŠENÍ TĚLESNÝCH ZÁSOB SODÍKU

- ✦ Zvýšený přívod sodíku (dieta, infuze)
- ✦ Snížené vylučování sodíku
  - ⌘ sekundární hyperaldosteronismus
    - ✦ Jaterní cirhóza, srdeční dekompenzace, hypovolemie, poruchy ledvin
  - ⌘ porucha tubulárních funkcí, snížení onkotického tlaku při hypoalbuminémii
  - ⌘ Energetická nedostatečnost a katabolizmus (selhání Na-K-ATPazy)
  - ⌘ Dg: vzestup tělesné hmotnosti, pokles vylučování sodíku močí



# HYPERNATRÉMIE

- ✧ Vzestup koncentrace Na<sup>+</sup> nad 145mmol/l
- ✧ Klinicky se manifestuje již při vzestupu nad 150mmol/l
- ✧ Příčiny:
  - ↳ Nadbytek hypertonických tekutin
    - ✧ Infuze (např. ATB)
    - ✧ PEV, EV
    - ✧ Vysoký příjem soli v dietě
    - ✧ Stav po tonutí ve slané vodě
  - ↳ Zvýšené ztráty vody
    - ✧ Renální
      - ✧ Diabetes insipidus, diuretika, osmotická diuréza
    - ✧ Střevní- průjmy, laxativa
    - ✧ Kožní- pocení, popáleniny
  - ↳ Snížený pocit žízně
    - ✧ Starší pacienti, psychotropní léky





# HYPERNATRÉMIE

- ✦ Hypernatrémie a s ní spojená hyperosmolarita ECT vede k buněčné dehydrataci, která se projevuje v CNS
- ✦ Klinika: žízeň, poruchy CNS, cefalea, zvracení, křeče a kóma (vznik v závislosti na rychlosti rozvoje)
- ✦ Smykové napětí v cévách při dehydrataci- riziko krvácení, trombóz
- ✦ Rychlá korekce může vést k vývoji **mozkového edému**
- ✦ Terapie: přívod hypotonických roztoků (5% glukoza). Pomalá korekce u chron hypernatrémie (o 10mmol/l den)

# DRASLÍK

- ✿ Draslík najdeme v zelenině, ovoci, luštěninách, ořeších.
- ✿ Doporučená denní dávka Draslík: 2,5–4,0 g.



# PORUCHY METABOLISMU DRASLÍKU

✿ Hyperkalémie

✿ Hypokalémie



# HYPOKALÉMIE

- ✿ Nejčastější elektrolytická porucha
- ✿ Nejčastěji u pacientů léčených diuretiky
- ✿ 3,5-5,1 mmol/l norma
  
- ✿ Mírná hypokalémie 3-3,5 mmol/l
- ✿ Těžká hypokalémie pod 2,5 mmol/l
  
- ✿ Cave: u pacientů s chronickým srdečním selháním je i mírná hypokalémie pod 4 mmol/l spojena s vyšší kardiovaskulární mortalitou



# PŘÍČINY HYPOKALÉMIE

- ✦ **Nedostatečný příjem kalia** (dietou nebo infúzemi- méně než 25mmol/den)
- ✦ **Zvýšené ztráty kalia do střeva**
  - ↳ Zvracení
  - ↳ Průjmy nebo abúzus laxativ
  - ↳ Tumory GIT produkující gastrin nebo VIP
  - ↳ Ileostomie, střevní píštěl, vilozní adenom tlustého střeva
- ✦ **Přesun kalia z ECT do buněk**
  - ↳ Zvýšený tonus sympatiku- stres, delirium
  - ↳ Beta-sympatomimetika (bronchodilatancia, tokolytika)
  - ↳ Inzulin, teofylin, kofein (aktivují Na-K-ATPázu)



# PŘÍČINY HYPOKALÉMIE

✿ **Primární hyperaldosteronismus (Connův syndrom)**

✿ **Sekundární hyperaldosteronismus**

↳ srdeční selhávání

↳ Ascitická jaterní cirhoza

✿ **Ztráty kalia ledvinami**

↳ Diuretika

↳ Tubulární syndromy (Bartterův..)

↳ Tubulotoxické léky (aminoglykosidy, amfotericin B)

↳ Glukokortikoidy



# KLINICKÝ OBRAZ HYPOKALÉMIE

✦ Únava

✦ Zácpa

✦ Slabost

✦ Snížený svalový tonus

✦ arytmie



# TERAPIE HYPOKALÉMIE

- ✧ Mírná hypokalémie nad 2,5mmol/l- perorální substituce (př. Kalnormin) ve formě kalium chloridu 50-150mmol/den. 1mmol= 75mg KCl
- ✧ Dieta
- ✧ Kálium šetřící diuretika (verospiron)
- ✧ Parenterální substituce- 7,45% KCl 20-30ml
- ✧ Kontraindikace infuzí glukózy (zvyšuje vstup K do buňky) a hydrogenkarbonátu (alkalizace zhoršuje hypokalémii)



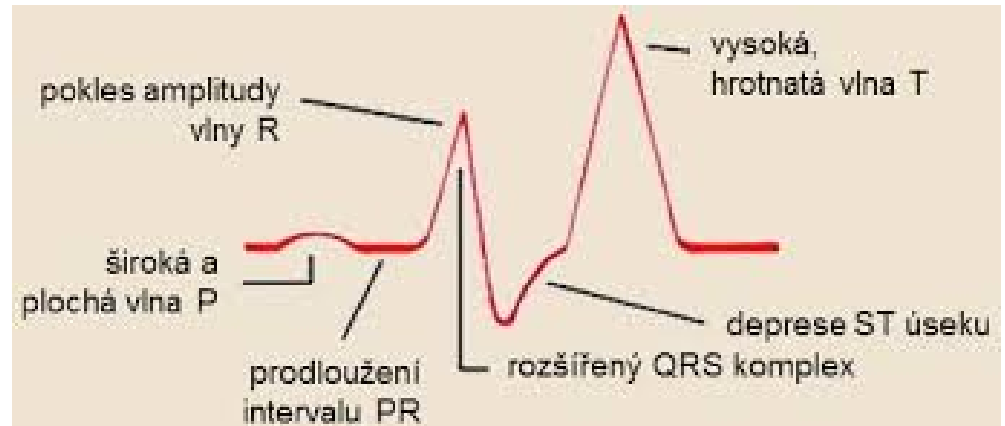


# HYPERKALÉMIE

- ✧ Sérové kálium nad 5,4mmol/l
- ✧ Závažná hyperkalémie nad 6,5mmol/l

## ✧ Změny na EKG:

- ✧ Hrotnaté vlny T
- ✧ Oploštění vlny P
- ✧ AV blok I.stupně
- ✧ Rozšiřování QRS komplexu
- ✧ FIKO, asystolie



# PŘÍČINY HYPERKALÉMIE

- ✧ Chronické selhání ledvin (oligoanurie)
- ✧ Léky:
  - ↳ Kalium šetřící diuretika (amilorid, verospiron)
  - ↳ ACE-i, sartany
  - ↳ Nesteroidní antirevmatika (omezují průtok krve ledvinou)
  - ↳ LMWH- inhibují výdej aldosteronu
  - ↳ Cyklosporin
  - ↳ BB
- ✧ Katabolismus
  - ↳ Acidóza
  - ↳ Deficit inzulínu (diabetická ketoacidoza)
  - ↳ Rabdomyolýza, rozpad nádoru, cvičení
- ✧ Addisonova choroba
- ✧ Hypoaldosteronismus

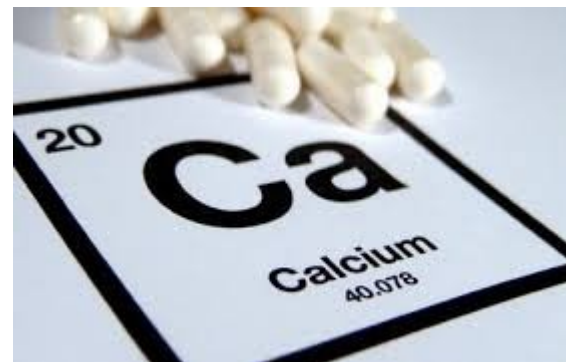


# TERAPIE HYPERKALÉMIE

- ✧ i.v. podání kalcia
  - ↳ Antagonizuje membránové účinky
  - ↳ 10ml 10% kalcium glokonátu
- ✧ Podání glukózy s inzulinem
  - ↳ Vstup kalia do buněk
- ✧ Alkalizace
- ✧ Diuretika
- ✧ Pryskyřice vyvazující kalium ve střevě
  - ↳ Kalcium polystyren sulfát, 15g p.o., klyzma
- ✧ Dialýza
- ✧ Vysazení nebezpečných léků



# VÁPŇÍK



# VÁPNIK

- ✧ V organismu je ho asi 1200 g, hlavně v kostech. Jeho koncentrace **v séru je 2,4–2,7 mmol/l** a je důsledkem rovnováhy mezi absorpcí z potravy, exkrecí močí a ukládáním (uvolňováním) do kostí. Jeho metabolismus je regulován PTH, hormony štítné žlázy a nadledvin, pohlavními hormony a vitaminem D.
- ✧ Funkce vápníku v těle Vápník je součástí kostí a zubů, snižuje nervosvalovou dráždivost, je důležitý pro správnou funkci převodního systému srdečního, nutný pro srážlivost, má význam v prevenci kolorektálního karcinomu (vazba žlučových kyselin).



# VÁPNIK

✦ Zdroj vápníku mléko a mléčné výrobky, cereálie, luštěniny, zelenina, mák, tvrdá pitná voda.

✦ 100g mléka = 120mg vápníku

✦ Denní potřeba 1000 mg/den, u těhotných a kojících 1800 mg/den.

✦ Nedostatek

↳ Důsledkem

je osteomalacie, osteoporóza, rachitis,

zvyšuje nervosvalovou

dráždivost, tachykardie, poruchy srážlivosti

krve, zvyšuje riziko karcinomu tlustého

střeva.



# PORUCHY METABOLISMU VÁPŇÍKU

✿ Hyperkalcémie

✿ Hypokalcémie



# HYPERKALCÉMIE

- ✿ Vzestup sérové koncentrace nad 2,6mmol/l
- ✿ Vazba na albumin (cave hypoalbuminemie)
  - ✿ Pseudohyperkalcémie- zvýšená koncentrace albuminu při dehydrataci zvyšuje kalcémii, ionizované kalcium bývá normální)
  - ✿ Vzestup albuminu o 10g/l = vzestup kalcémie o 0,2-0,25mmol/l
  - ✿ Nejčastější etiologie: primární hyperparatyreoza a malignity (90%)





# PŘÍČINY HYPERKALCÉMIE

## ✦ **Hyperkalcémie závislá na parathormonu:**

✧ Primární hyperparatyreoza

✦ adenom

✦ osteoklastická resorpce, zvýšená absorpce kalcia střevem, často mírná hyperkalcémie. nefrolitiáza

✧ Sekundární hyperparathyreoza

✦ Po transplantaci ledviny. Zvýšená produkce kalcitriolu transplantátem

✧ Terciální hyperparathyreoza (autonomie, vznik ze sekundární HPT)

✧ Familiární hyperparatyreoza (MEN I, MEN II)

✦ **Parathormon**-příštítná tělíska. Zvyšuje osteoklastickou resorpci, absorpci kalcia v ledvinách, synt. Vit. D



# HYPERKALCÉMIE- PŘÍČINY

## ✧ **Hyperkalcémie nezávislá na PTH**

### ✧ Malignity

- ✧ Zvýšená kostní resorpce u kostních meta
- ✧ Mnohočetý myelom
- ✧ Lymfomy (produkce kalcitriolu)
- ✧ Solidní nádory- PTHrp

### ✧ intoxikace vitaminem D

### ✧ Chronická granulomatózní onemocnění (sarkoidozá- endogenní produkce)

### ✧ Léky- lithium, thiazidy

### ✧ Hyperthyreoza (kostní resorpce), PEV

### ✧ milk-alkali syndrom- abnormálně vysoký příjem mléka nebo kalcium karbonátu. Alkalizace stimuluje resorpci kalcia a hyperkalcémie snižuje GF

# KLINICKÉ PROJEVY

- ✧ Mírná- asymptomatická
- ✧ Deprese
- ✧ Zácpa
- ✧ Těžká hyperkalcémie- polyurie, polydipsie, dehydratace, anorexie, nauzea, svalová slabost, neuropsychiatrické příznaky (letargie, zmatenost, kóma)
- ✧ Terapie:
  - ✧ Rehydratace a forzírovaná diuréza
  - ✧ Bisfosfonáty parenterálně
  - ✧ hemodialýza



# HYPOKALCÉMIE

✧ Pokles sérového kalcia pod 2,1mmol/l

✧ Příčiny:

✧ Hypoparatyreoza

✧ Chirurgická, aktinoterapie krku

✧ Autonomní polyglandulární syndrom

✧ Sekundární hyperparathyreoza

✧ Nedostatek vitamínu D nebo rezistence na vit D

✧ Chronické renální selhání

✧ Ztráty kalcia z cirkulace ( hyperfosfatémie, rozpad tumorů, akutní pankreatitida, osteoblastické meta)

✧ Hypomagnezémie- rezistence na účinek PTH

✧ Léky

✧ Inhibitory kostní resorpce (bisfosfonáty)

✧ Kalciové chelátory (fosfáty)

✧ Foscarnet (antivirotikum, komplexy s kalcíem)



# KLINICKÉ PROJEVY

- ✧ Závisí na tíži, rychlosti a trvání
- ✧ Zvýšená nervosvalová dráždivost (tetanie)
  - ✧ Tuhnutí v okolí úst, parestezie rukou, křeče
  - ✧ Karpopedální spasmy, laryngospasmus, generalizované křeče
  - ✧ Zhoršuje současné hypomagnezemie, alkalóza, hypokalémie
  - ✧ Chvostkův příznak (kontrakce svlů tváře při poklepu na n. facialis před boltcem)
  - ✧ Hypotenze, prodloužení QT intervalu na EKG
  - ✧ Poruchy srdečního rytmu, psychické změny



## TERAPIE

- ✿ Těžké formy: i.v. aplikace 10% kalcium glukonicum
- ✿ Lehké formy: p.o. aplikace kalcia a vit D (calcichew)
- ✿ Chronická renální insuficience: substituce aktivní formy (kalcitriol)



# FOSFOR



# FOSFOR

- ✧ Spolu s vápníkem tvoří skelet a zubní tkáň, je součástí fosfolipidů, fosfoproteinů, nukleových kyselin, enzymů a nositel makroergních vazeb.
- ✧ Doporučená denní dávka 1200 mg/den.
- ✧ Zdroj: Mléko a mléčné výrobky, kvasnice, maso (parenchym, orgány), luštěniny.
- ✧ Nedostatek
  - ✧ Většinou je jeho nedostatek spojen s nedostatkem vápníku (onemocnění jako osteoporóza, rachitis, dysbalance biotransformačních procesů, poruchy přenosu energie).





# PORUCHY METABOLISMU FOSFORU

✿ Normální hodnoty 0,87- 1,67mmol/l

✿ Hyperfosforémie

✿ Hypofosforémie



# HYPERFOSFATÉMIE

- ✧ Schopnost ledvin zvýšit vylučování fosfátů za norm. okolností (v důsledků zvýšené sekrece PTH)
- ✧ Hyperfosfatémie se vyskytuje u pacientů s renální insuficiencí či při extrémním zvýšení fosfátů příjmu fosfátů v dietě
- ✧ Tumor lysis syndrom (leukémie, lymfomy)
- ✧ Rhabdomyolýza
- ✧ Masivní hemolýza
  
- ✧ Terapie: hemodialýza
- ✧ Dietní omezení u pac. s CHRI , vazače fosfátů



# HYPOFOSFATÉMIE

✧ Sérová hladina pod 0,8mmol/l

✧ Alkoholici, sepse, traumata

✧ Příčiny:

↳ Redistribuce z ECT do ICT

✧ inzulin, akutní respirační alkalóza, syndrom hladové kosti

↳ Snížená střevní absorpce fosfátů

✧ Nedostatečný příjem v dietě

✧ Antacida obsahující aluminium, magnezium

✧ Průjmy, steatorea

✧ Deficit vit D

↳ Zvýšená renální exkrece fosfátů

✧ Primární nebo sekundární hyperparatyreoza

✧ Osmotická diuréza



# KLINICKÉ PROJEVY A TERAPIE HYPOFOSFATÉMIE

- ✿ Symptomatická je pouze těžká hypofosfatémie pod 0,3mmol/l
- ✿ Encefalopatie, paresterzie, zmatenost, křeče, snížená kontraktilita myokardu, srdeční selhání, slabost dýchacích svalů, dysfagie, ileus, proximální myopatie, hemolýza, snížená chemotaxe, fagocytoza,
- ✿ Hyperkalciurie, osteomalacie
- ✿ Terapie: suplementace vitamínu D
- ✿ P.o. substituce u lehčí formy
- ✿ i.v. kalium hydrogenfosfát



# HOŘČÍK



# HOŘČÍK

- ✦ Mg je důležitý nitrobuněčný kationt, je součástí mnoha enzymových systémů, snižuje neuromuskulární dráždění.
- ✦ Hladina hořčíku v krvi je v rozmezí 0,66–0,94 mmol/l
- ✦ Zdroj Zelenina (součást chlorofylu), brambory, luštěniny.
- ✦ Doporučená denní dávka 300–400 mg/den.
- ✦ Nedostatek
  - ✦ Poškození a spazmy cévní stěny, poruchy elasticity membrán, zvyšuje nervosvalovou dráždivost, tetanie, zvyšuje citlivost k hlukovým podnětům.



# PORUCHY METABOLISMU HOŘČÍKU

✿ Hypermagnezémie

✿ Hypomagnezémie



# HYPOMAGNEZÉMIE

✧ Normální hodnoty 0,7-1mmol/l

✧ Příčiny:

## ✧ **Střevní**

- ✧ Chronické průjmy
- ✧ Odsávání z NGS
- ✧ Malabsorpce
- ✧ Akutní pankreatitis
- ✧ Abuzus alkoholu

## ✧ **Renální**

- ✧ Diuretika
- ✧ Deplece fosfátů a hyperkalciurie
- ✧ Nefrotoxické léky
- ✧ Vrozené tubulopatie





# KLINICKÝ OBRAZ A TERAPIE HYPOMAGNEZÉMIE

- ✦ Často provázená hypokalémií, hypokalcémií
- ✦ Svalová slabost, spazmy, křeče, arytmie
- ✦ Terapie: p.o. substituce ve formě laktátu, oxidu, sulfátu
- ✦ i.v. podání
- ✦ Často nutné opakované k doplnění deficitu
- ✦ Amilorid (snižuje močové ztráty magnezia)



# HYPERMAGNEZEMIE

- ✿ Vysoký příjem (preeklampsie)
- ✿ Snížená renální fce
- ✿ Anacida, projímadla
  
- ✿ Klinika: často asymptomatická, parestezie, slabost, útlum dechového centra, bradykardie, prodloužení QT intervalu, hypotenze (nad 3,5mmol/l)
- ✿ Terapie: při celkových příznacích i.v. aplikace 10% kalcium gluconicum, hemodialýza



# ACIDOBAZICKÁ ROVNOVÁHA



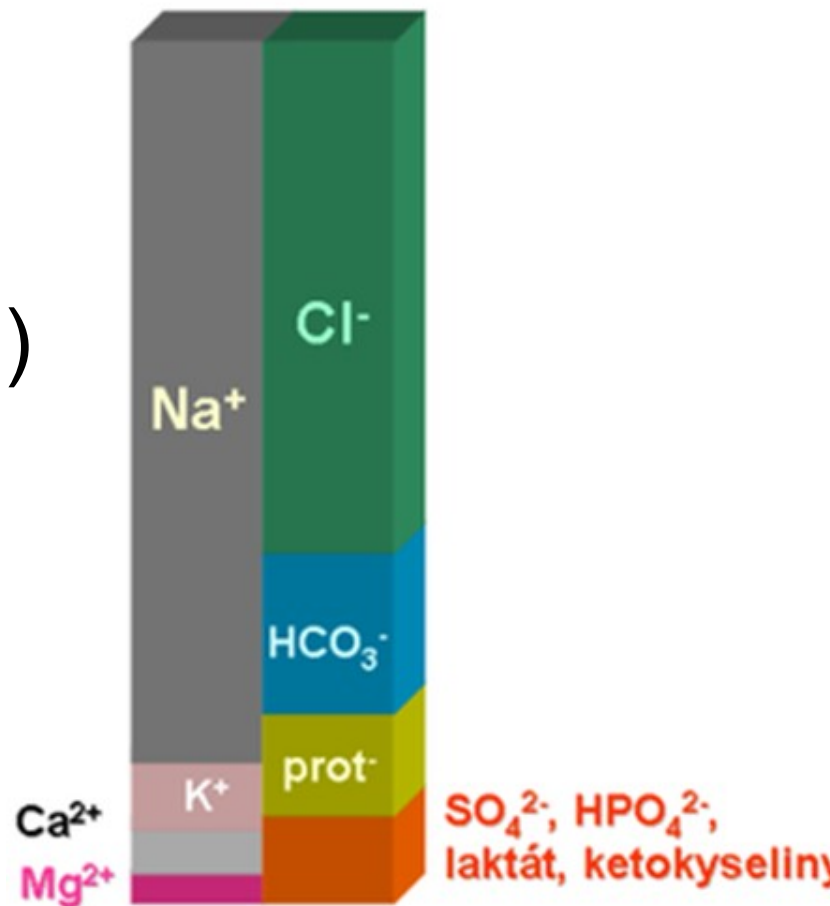
# ANION GAP

Anion gap – AG

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

$$AG = 12 \pm 2 \text{ mmol/l}$$

Důležitý pro diff.dg.



# LABORATORNÍ VYŠETŘENÍ KREVNÍCH PLYNŮ

✿ pH krve 7,36–7,44<sup>[2]</sup>

✿ parciální tlak kyslíku ( $pO_2$ )

✿ parciální tlak oxidu uhličitého ( $pCO_2$ )  $5,3 \pm 0,5$  kPa

✿ procento okysličené krve v tepnách ( $sO_2$ )

✿ Koncentrace bikarbonátů  $HCO_3^- = 24 \pm 2$  mmol/l



# METABOLICKÁ ACIDÓZA

- ✿ pokles pH krve , současný pokles sérové koncentrace hydrogenkarbonátu
- ✿  $p\text{CO}_2$  – u chron. metabol. acidózy snižené v důsledku respirační kompenzace ( hyperventilace)



# KLASIFIKACE METABOLICKÉ ACIDÓZY

## ✿ **Hyperchloremická MA s normálním AG**

✿ (vyvolány ztrátou bikarbonátu střevem nebo ledvinou )

✿ *Z extrarenálních příčin*

✿ Průjmy

✿ Zevní ztráty biliárního nebo pankreatického sekretu

✿ Vývod ureteru do GIT traktu

✿ *Z renálních příčin*- renální tubulární acidoza (ztráta bikarbonátu)



# KLASIFIKACE METABOLICKÉ ACIDOZY

## ✿ **Normochloremická MA se zvýšenou AG**

### ✿ Akumulace anorganických či organických kyselin

✿ Uremická acidoza

✿ Laktátová acidoza

✿ Diabetická ketoacidoza

✿ Ketoacidoza z hladovění

✿ Alkoholická ketoacidoza

✿ Otravy (etylenglykol, metanol, salicyláty)





# METABOLICKÁ ACIDÓZA HYPERCHLOREMICKÁ

## ✧ Etiologie:

✧ průjmy, volumová deplece, hypokalémie

✧ Renální tubulární acidóza – zvýšená ztráta hydrogenkarbonátu v proximálním tubulu, nebo poruchou sekrece vodíkových iontů v distálním tubulu



# METABOLICKÁ ACIDOZA NORMOCHLOREMICKÁ

✧ Etiologie:

## ✧ **Laktátová acidóza**

- ✧ zvýšená produkce kyseliny mléčné v hypoxických tkáních- kardiogenní, septický, hemorhagický šok, otrava CO
- ✧ méně často porucha jaterní matabolizace laktátu- selhání jater
- ✧ léky –biguanidy, salicyláty

## ✧ **Diabetická ketoacidoza**

- ✧ Kumulace k. acetoctové, betahydroxymáselné
- ✧ Volumová deplece v důsledku osmotické diurézy, deplece kálie



## TERAPIE

- ✦ Alkalizační terapie- pouze u prokázaných ztrát bikarbonátů (průjmy, renální tubulární acidoza)
  - ✧ i.v. 8,4% bikarbonát sodný
- ✦ U normochloremické MA opatrná korekce, při pH pod 7,1
- ✦ Hrozí těžká metabolická alkalóza při postupné metabolizaci ketolátek při korekci ketoacidozy
- ✦ Intenzivní rehydratace, substituce kalia
- ✦ CHRI- snaha omezit kostní resorpci, držet bikarbonát nad 18mmol/l



# METABOLICKÁ ALKALÓZA

- ✧ Vzestup pH nad 7,44 se současným vzestupem hydrogenkarbonátu nad 26mmol/l
- ✧ Těžká pH nad 7,55 mortalita až 45%
- ✧ Příčina: retence bází, nebo ztráta kyselin
- ✧ V rámci respirační kompenzace- hypoventilace, vzestup pCO<sub>2</sub> (o 0,08kPa na každý vzestup hydrogenkarbonátu o 1mmol/l)



# PŘÍČINY METABOLICKÉ ALKALÓZY

## ✧ Hypochloremické

- ✧ ztráty žaludeční tekutiny- zvracení
- ✧ diuretika – thiazidová a kličková
- ✧ průjmy – u pac. S chloridy secernujícím vilózním adenomem
- ✧ cystická fibróza

## ✧ Hypokalemické

- ✧ primární hyperaldosteronizmus
- ✧ některé léky – abúzus laxativ, lékořice, carbenoxolon
- ✧ Bartterův, Gitelmanův a Liddleuv sy (vrozené tubulopatie)

## ✧ Neadekvátní terapie bikarbonátem u MA



## ETIOLOGIE

- ✦ Při ztrátě kyselého žal.obsahu ( HCL) je stimulovaná sekrece HCL se současným uvolňováním hydrogenkarbonátu do extracelulární tekutiny – volumová deplece- stimuluje sekreci aldosteronu – zvýšení ztráty K do moči – hypokalémie
- ✦ **Hyperaldosteronizmus-** stimulace zpětné resorpce Na v dist. nefronu, zvýšená sekrece K a vodíkových iontů, tubulární sekreci vodíkových iontů stimuluje i hypokalémie



## KLINICKÉ PROJEVY A DIFERENCIÁLNÍ DG.

- ✧ Hypovolémie, hypokalémie, snižuje perfuzi mozkom a myokardem- bolesti hlavy, zmatenost, křeče, bolesti na hrudníku
- ✧ Nízká koncentrace Cl v moči  $< 10\text{mmol/l}$ - zvracení
- ✧ Vysoká koncentrace Cl v moči  $> 30\text{mmol/l}$ -
- ✧ primární močové ztráty Cl
- ✧ Vysoká koncentrace K v moči  $> 30\text{mmol/l}$ - hyperaldosteronizmus, nebo léčba diuretiky
- ✧ Nízká koncentrace K v moči  $< 20\text{mmol/l}$  – extrarenální ztráty – abusus laxativ



# RESPIRAČNÍ ACIDÓZA

- ✧ Pokles pH v krvi – vzestup pCO<sub>2</sub>- retence při alveolární hypoventilaci
- ✧ Etiologie:
  - ✧ Snížená dechová aktivita – útlum dechového centra
  - ✧ Stavby spojené se zvýšeným nárokem na dýchací systém – zvýšený odpor v dýchacích cestách, zvýšený mrtvý prostor v dýchacích cestách, zvýšená nároky na odstraňování CO<sub>2</sub> –dieta s vysokým obsahem sacharidů, peritoneální dialýza s vysokým obsahem glukózy v dialyzátu





# RESPIRAČNÍ ACIDÓZA

- ✿ Metabolické kompenzace- zmírňuje pokles pH zvýšeným vylučováním neprchavých kyselin tubulárními buňkami ledvin se současným vzestupem sérového hydrogenkarbonátu (bikarbonátu)
- ✿ Kompenzace vyžaduje déle než 24 hodin
- ✿ Chronická respirační acidoza- zvýšení sérového hydrogenkarbonátu



# PŘÍČINY RESPIRAČNÍ ACIDOZY

## ✧ Snížená alveolární ventilace

- ✧ obstrukce dýchacích cest, aspirace, bronchospasmus, CHOPN
- ✧ útlum dechového centra- léky, úrazy CNS, tumory mozku, infekce CNS
- ✧ Porucha činnosti dýchacích svalů a jejich inervace – polyradikuloneuritida, myastenia gravis, hypofosfatémie, tetanus, botulizmus
- ✧ Pneumothorax, hemothorax, vysoký stav bránice (ascites)



# PŘÍČINY RESPIRAČNÍ ACIDOZY

- ✦ Snížená kapilární výměna CO<sub>2</sub>
  - ↳ Srdeční zástava
  - ↳ Šok
  - ↳ Plicní edém
  - ↳ Plicní embolie masivní
  - ↳ Atelektáza
- ✦ Zvýšená produkce CO<sub>2</sub> v kombinaci s neadekvátní ventilací
  - ↳ Dieta s vysokým obsahem sacharidů
  - ↳ Peritoneální DH s vysokým obsahem glukózy v dialyzátu



# KLINICKÝ OBRAZ RESPIRAČNÍ ACIDÓZY

- ✿ Kombinuje se s hypoxií, lze těžko odlišit od hyperkapnie
- ✿ Akutní: Dušnost, zvýšené dechové úsilí, úzkost, porucha vědomí, desorientace, bolesti hlavy (v důsledku zvýšeného ICT při vazodilataci vyvolanou CO<sub>2</sub>)
- ✿ Chronická : únava, snížená pozornost, porucha paměti, podrážděnost, somnolence



# TERAPIE RESPIRAČNÍ ACIDÓZY

- ✦ Normalizace alveolární ventilace
- ✦ Adekvátní oxygenoterapie, umělá plicní ventilace (pCO<sub>2</sub> nad 10,6mmol/l)
- ✦ Odstranit základní příčinu
  
- ✦ Cave: oxygenoterapie u pac. S chronickou respirační acidozou může ztlumit aktivitu dýchacího centra a prohloubit hyperkapnii i acidozu



# RESPIRAČNÍ ALKALÓZA

- ✧ Vzestup pH krve v důsledku poklesu  $p\text{CO}_2$  – alveolární hyperventilace
- ✧ Etiol.
- ✧ Pobyť ve vysokých nadmořských výškách a v normální graviditě
- ✧ Hyperventilace- úzkost, bolest, hypoxie, těžká anémie, sepse, chronické jaterní onemocnění, primární plicní onemocnění



# RESPIRAČNÍ ALKALÓZA

- ✿ Metabolická kompenzace: snížené vylučování neprchavých kyselin renálními tubuly ( snížená zpětná resorpce hydrogenkarbonátu) s poklesem sérových hladin hydrogenkarbonátu a paralelním vzestupem chloridů



# PŘÍČNY RESPIRAČNÍ ALKALOZY

## ✿ **Zvýšená aktivita dechového centra**

- ✿ Úzkost, bolest
- ✿ Onemocnění CNS ( infekce, ischemie, tu, krvácení..)
- ✿ Horečka sepse, zejména G+ endotoxémie
- ✿ Těhotenství- zvýšená koncentrace progesteronu
- ✿ Onemocnění jater
- ✿ Léky salicyláty, nikotin, aminofylin





# PŘÍČINY RESPIRAČNÍ ALKALOZY

## ✿ **Zvýšená stimulace chemoreceptorů**

↳ snížená tenze O<sub>2</sub> ve vdechovaném vzduchu- vysoká nadmořská výška

↳ tkáňová hypoxie, anémie

↳ intoxikace CO

↳ plicní edém, pneumonie,

↳ plicní embolie, fibróza

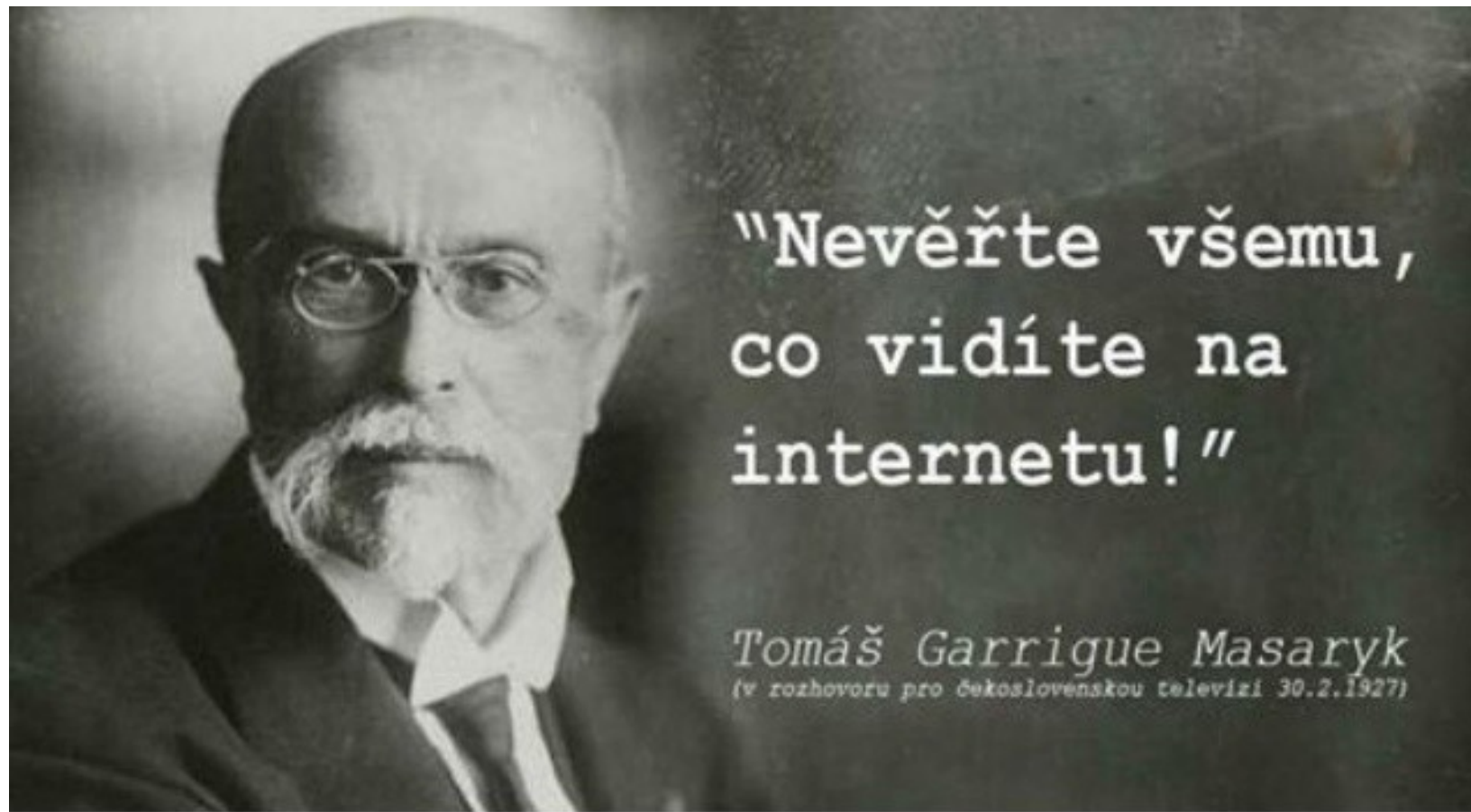
## ✿ **Neadekvátní mechanická ventilace**



# KLINICKÝ OBRAZ A TERAPIE RESPIRAČNÍ ALKALOZY

- ✿ hyperventilace, parestézie v končetinách a periorálně, svalové křeče, (mozková vasokonstrikce), hyperreflexie, arytmie
- ✿ Léčba: odstranění příčiny, igelitový sáček (uzavřený systém)





**Děkuji za pozornost**

MUDr. Jana Křivánková

