

# Patofyziológia vnútorného prostredia Voda a elektrolyty



Prednáška z patofyziológie  
Všeobecné lekárstvo  
2021/2022  
Eva Lovásová a Oliver Rác



**Voda**



## VEKOVÁ ZÁVISLOSŤ HOMEOSTÁZY TEKUTÍN

Vek	Celkové množstvo vody %	Denná výmena %
Novorodenec	79	
3-6 mes.	70	14-16
7-12 mes.	60	12-15
Dospelý muž	60	2-4
Dospelá žena	51	2-4

**Novorodenci:** ECT > ICT, nebezpečenstvo dehydratácie

**V staršom veku:** zmeny v adaptačných mechanizmoch (nebezpečenstvo dehydratácie)  
+ menej svalov a často aj viac tuku (menšie percento vody)

**Muži:** viac svaloviny – viac vody (bunky), **ženy:** viac tuku, menej vody

**Obézni:** viac tuku a menej vody ako štíhli

## DISTRIBÚCIA VODY V ĽUDSKOM ORGANIZME

Kompartiment	Objem v litroch	% hmotnosti	% celkovej vody
ICT	28	40	67
ECT	14	20	33
IST	11	15,7	26
IVT	3	4,3	7
SUMA	42	60	100

Rozdelenie tekutín v organizme muža s hmotnosťou cca 70 kg

## Príjem vody

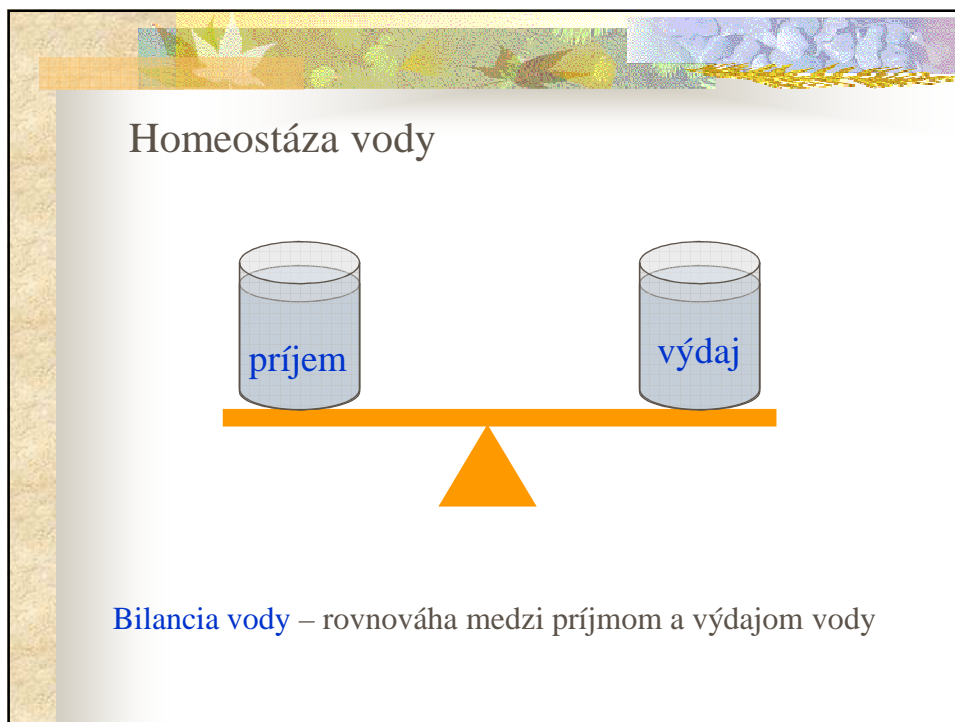
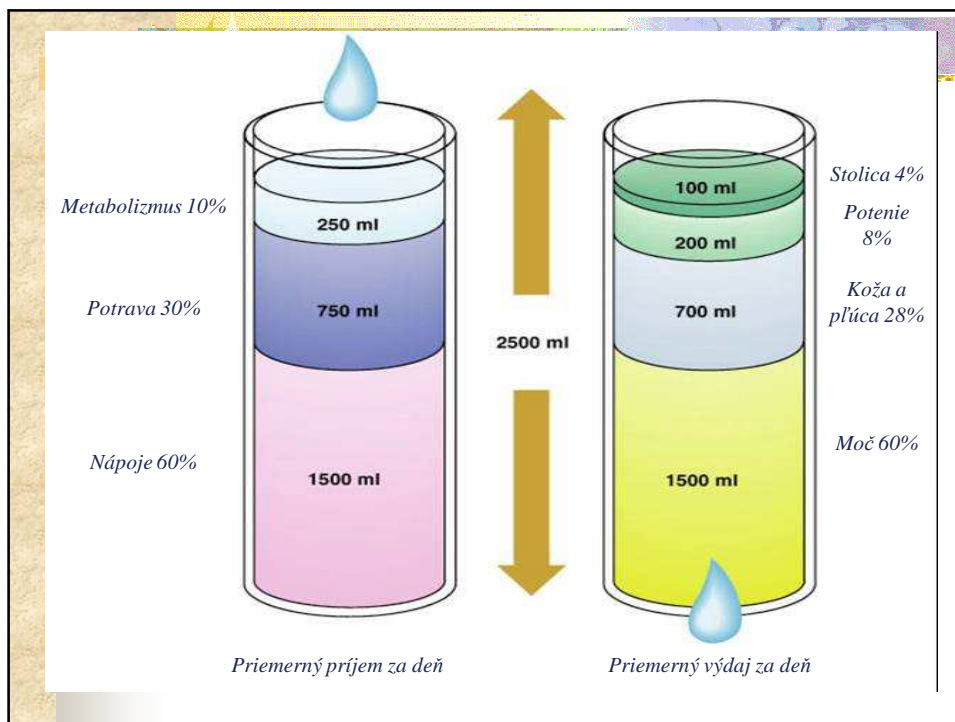
- príjem čistej vody - 1,0 až 1,5 l/d
- príjem vody potravou - asi 1 l/d
- získavanie vody z metabolizmu
  - pri oxidácii    100 g bielkovín - 35 ml vody
  - 100 g cukrov - 60 ml vody
  - 100 g tukov - 107 ml vody

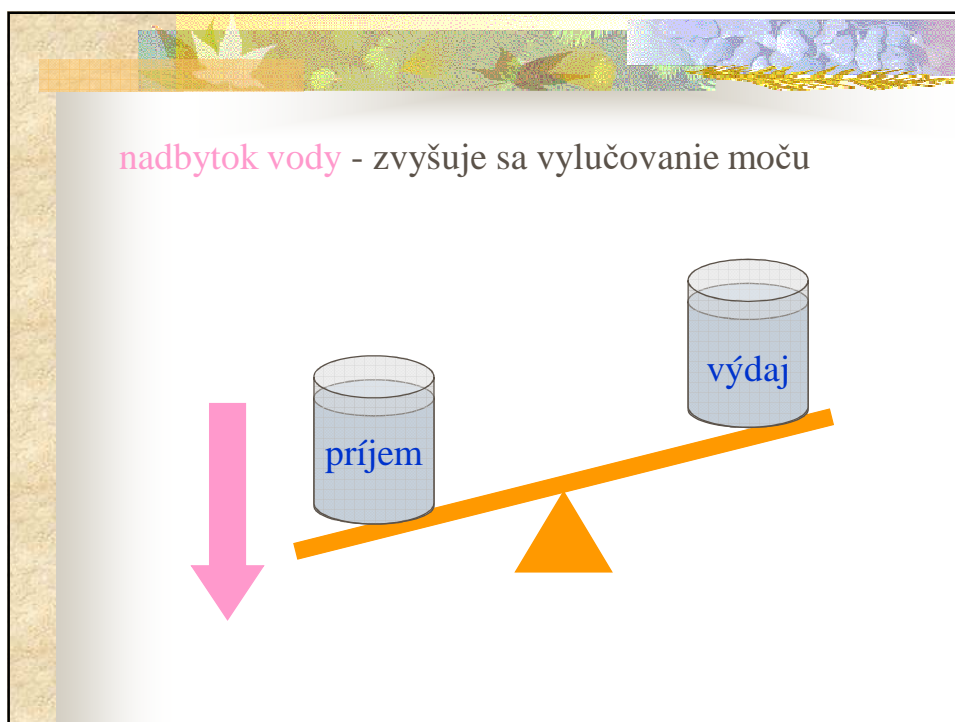
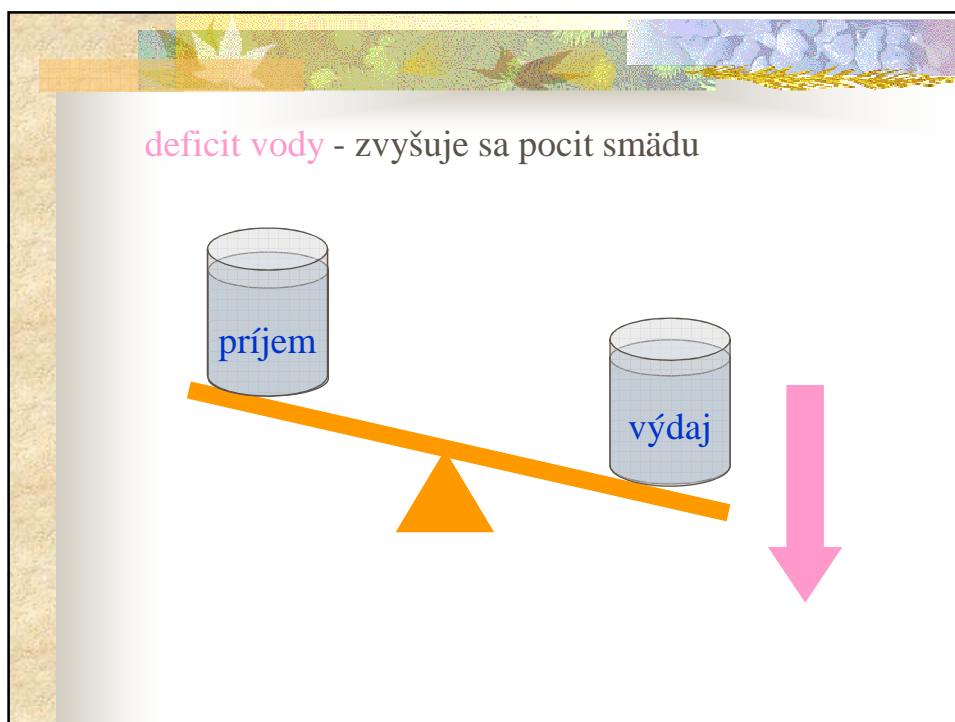
celkový príjem **asi 2,5 l/d**

## Výdaj vody

- moč - 1,2 až 1,5 l/d
- perspirácia - 0,6 až 0,8 l/d (viac pri extrémnych klimatických podmienkach, horúčke a pod.)
- respirácia - 0,4 až 0,5 l/d
- stolica - 0,1 l/d (viac pri hnačkách)
  - zvracanie
  - krvácanie
  - redistribúcia vody - edémy

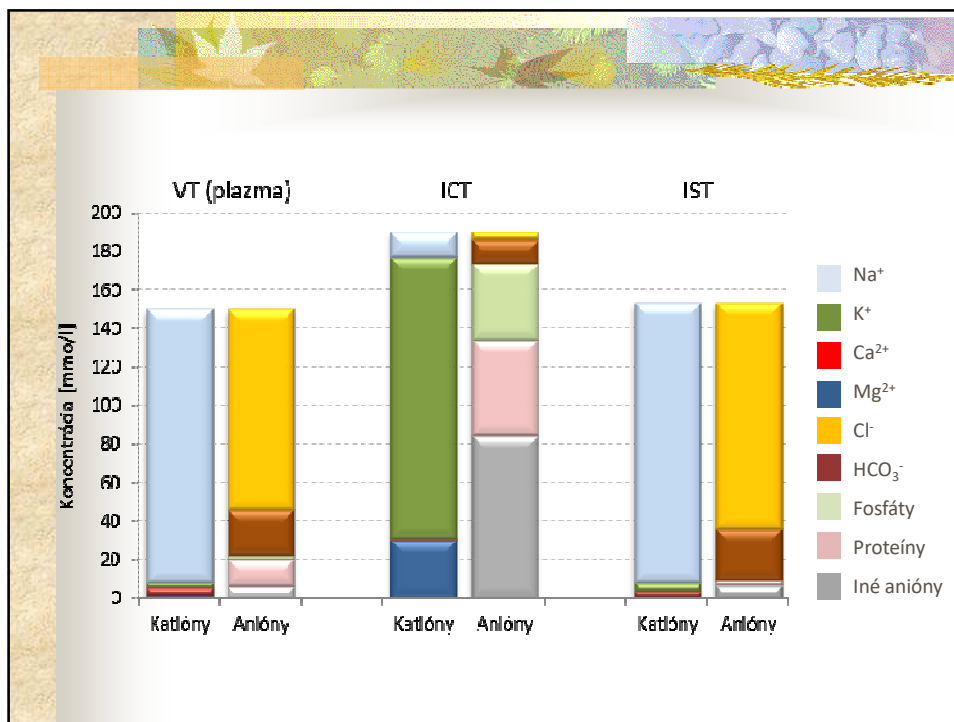
celkový výdaj **asi 2,5 l/d**

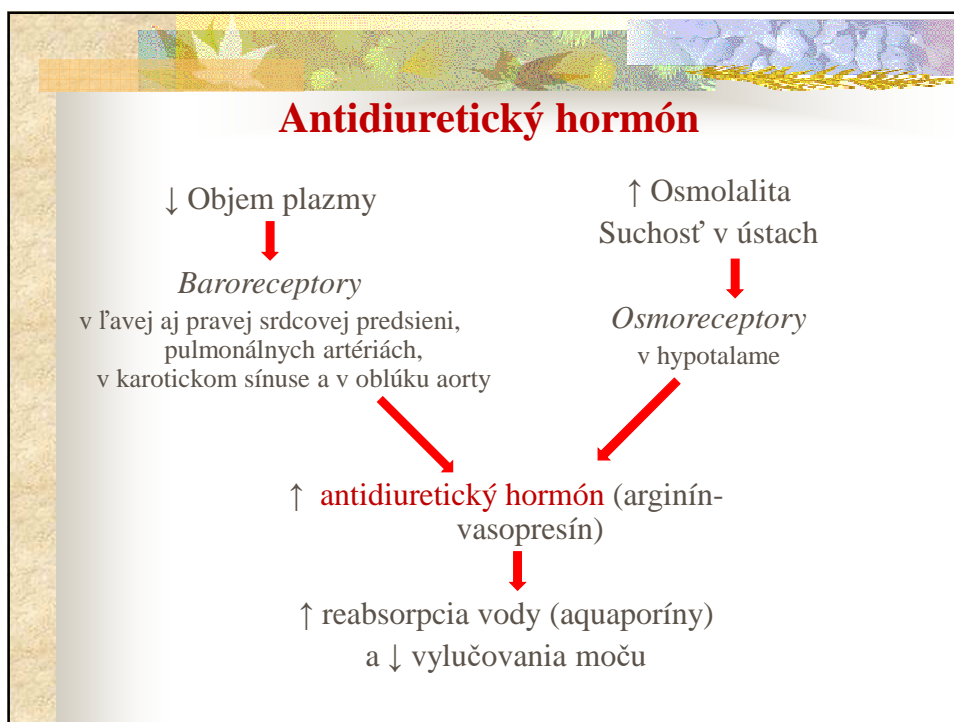
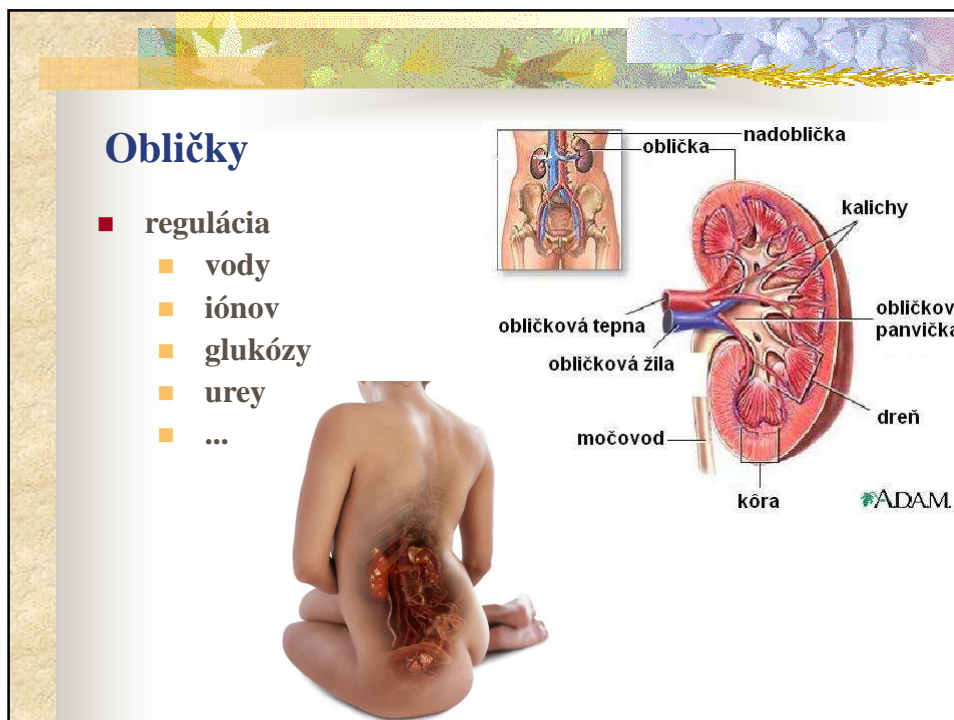




# Elektrolyty

Ión	Množstvo v tele	Plazma mmol/l	Bunky mmol/l
Sodík, Na <sup>+</sup>	92 g 4 mol	<b>141</b>	10
Draslík, K <sup>+</sup>	100-140 g 2,5-3,5 mol	<b>4</b>	155
Vápnik, Ca <sup>2+</sup>	1200 g 30 mol	<b>2,5</b>	< 0,001 (zásoby v organelách)
Horčík, Mg <sup>2+</sup>	26,5 g 1,1 mol	<b>1</b>	15
Chloridy, Cl <sup>-</sup>	50 g 1,4 mol	<b>103</b>	8
Fosfáty	775 g 25 mol	<b>1</b>	65

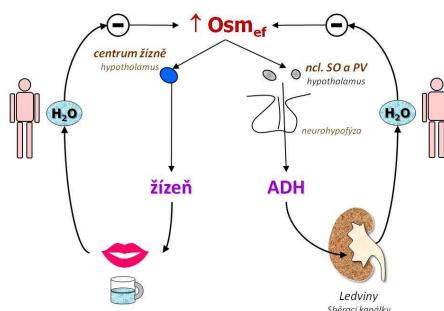






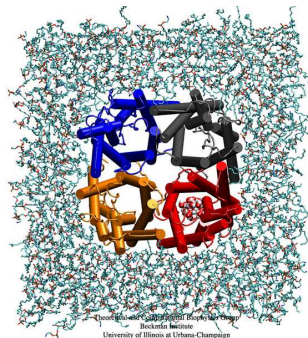
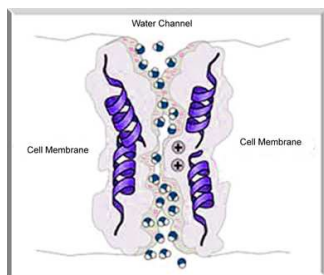
## Antidiuretický hormón

- retencia vody v obličkách
- vazokonstrikcia
- ovplyvňuje syntézu prostaglandínov a prostacyklínov
- ovplyvňuje sekréciu kortikotropínu
- zmeny emócií



## Aquaporíny

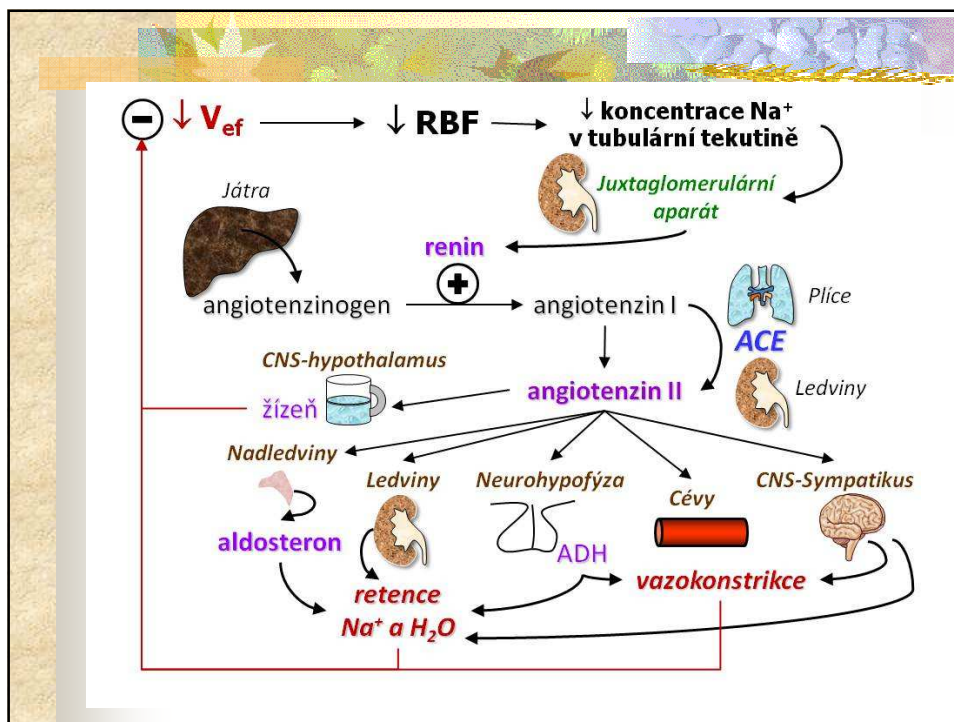
- vodné kanále
- rodina proteínov, špecializovaných na transport vody cez membránu baktérií, rastlín aj živočíchov



- 2003 – Nobelova cena za chémiu

## System renín-angiotenzín-aldosterón

- RAAS
- angiotenzín II
  - zmena cievneho tonusu – zvyšuje krvný tlak
  - prozápalový účinok
- aldosterón
  - zvýšenie spätného vstrebávania sodíka
  - zvýšenie vylučovania draslíka



## Natriuretické peptidy

- Atriový natriuretický peptid (ANP) – atrium
- Komorový (mozgový) natriuretický peptid (BNP) - srdcové komory u človeka, mozog u prasat'a
- C-typ natriuretickýho peptidu (CNP)
- Dendroaspis natriuretický peptid (DNP)
- Urodilatin – obličky
  
- Atriový natriuretický peptid (ANP)
  - produkovaný v srdcových predsieňach
  - vazodilatácia
  - diuréza, natriuréza
  - inhibícia sekrécie aldosterónu



## Patofyziológia homeostázy vody a sodíka

## OBJEM A OSMOLALITA = VODA A SODÍK

Osmolarita séra = 285 - 295 mmol/l

Osmometer alebo výpočet:

**Osmolarita plazmy =  $2 * [Na^+] + [glukóza] + [urea]$**

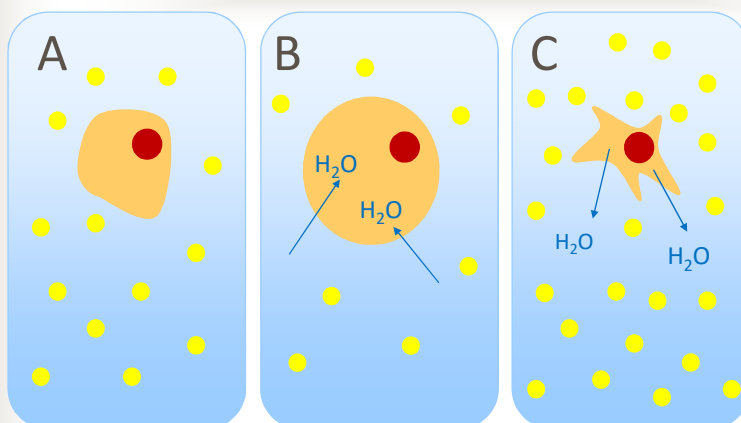
t.j.

$[katióny 140 \text{ mmol/l}] + [anióny 140 \text{ mmol/l}] + [glukóza 5 \text{ mmol/l}] + [urea 5 \text{ mmol/l}]$

Nie každá hyperosmolalita je daná Na a iónmi, ale napr. ureou, glukózou, cudzími látkami („osmotic gap“)

Hyperosmolarita ECT vedie k presunu vody z ICT do ECT  $\Rightarrow$  zmenšenie buniek, neurologická symptomatológia

Hyposmolarita ECT vedie k presunu vody z ECT do ICT  $\Rightarrow$  opuch buniek, edém mozgu



### VPLYV ZMIEN OSMOLALITY EXTRACELULÁRNEJ TEKUTINY NA BUNKU

- Izotonická ECT – nemení sa veľkosť bunky,
- Hypotonická ECT – voda prechádza z ECT do bunky, vzniká intracelulárny edém, môže dôjsť k prasknutiu - lýze bunky (napr. erytrocytu),
- Hypertonická ECT – voda prechádza z bunky do ECT, dochádza k zmenšeniu objemu bunky.

## PORUCHY SYSTÉMU

- Žiadne čisté formy – strata vody, sodíka, atď...
- Okamžitý nástup kompenzačných systémov.
- ECT komunikuje s vonkajším prostredím – GIT, obličky, koža a s ICT
- ICT nekomunikuje s vonkajším prostredím ale s ECT
- Koncentrácie v plazme – nie je to množstvo a nehovorí nič o dynamike

## MOŽNÉ PRÍČINY *mechanizmy*

- ✓ Extrémne výkyvy vonkajšieho prostredia

*Dehydratácia pri nedostatočnom prívode vody*

- ✓ Poruchy zapríčinené nesprávnou činnosťou efektorových systémov (obličky, GIT, atď.)

*Hnačky, zvracanie, choroby obličiek*

- ✓ Poruchy zapríčinené nesprávnou reguláciou (CNS, ADH, aldosterón)

*Diabetes insipidus, Connov sy., SIADH*

*Zlyhanie srdca a aktivácia RAA*

## Dehydratácia

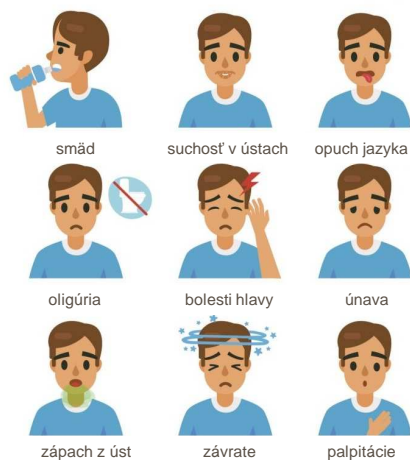
### Príčiny

- Nedostatočný prívod
- Neschopnosť prijímať vodu per os (*bezvedomie*)
- Strata tekutín GIT (*hnačky, zvracanie*)
- Strata tekutín obličkami  
(*diuretiká, osmotická diuréza, choroby obličiek, diabetes insipidus, m. Addison*)
- Strata tekutín kožou (*nadmerné potenie, popáleniny*)
- Strata do tretieho priestoru (*ascites*)
- Strata krvi (?)

## Dehydratácia

### Príznaky

- hypotenzia,
- tachykardia,
- suchá koža,
- Smäd a suchosť v ústach
  - dysfágia – problémy s prehĺtaním
  - dysfonia – strata hlasu
  - dysgeusia – strata chuti
- niekedy oligúria a znížené vylučovanie sodíka,
- zvýšenie hematokritu,
- zvýšená koncentrácia bielkovín



## Hyperhydratácia

### Príčiny

- ~~Nadmerný prívod tekutín (normálna regulácia)~~
- Nadmerný prívod a chybná regulácia – SIADH –  
**inadekvátne sekrécia ADH (chýbanie útlmu)**
- obličková nedostatočnosť
- srdcová nedostatočnosť
- pečeňová insuficiencia

**Príznaky:** Edémy

## Sodík – kuchynská soľ v našej strave

U nás	10 – 12 g/d	230 – 276 mmol/d
Doporučené	2 – 7	46 – 161
Hypertonici	do 3,5	80
Prísni vegetariáni	0,75	17

### Sodík

ECT:  $140 \pm 5$  mmol/l

ICT: 10 - 14 mmol/l

vylučovanie -  
 obličkou 120 - 240 mmol/d  
 stolicou 10 mmol/l  
 potením 10 mmol/l

## Hyponatrémia Na <135 mmol/l

### Príčiny

#### Zvýšené straty sodíka

- Addisonova choroba
- Liečba diuretikami
- Choroby GIT s vracaním alebo hnačkami

#### Nedostatočný príjem sodíka (zriedkavá príčina)

- Kombinácia prísnej diéty s nízkym obsahom sodíka a liečba diuretikami

#### Dilučná hyponatrémia – zníženie koncentrácie sodíka je dôsledkom nárastu objemu tekutiny

- Syndróm neprimeranej sekrécie antidiuretického hormónu (SIADH)
- Ochorenia charakteristické zadržiavaním vody v organizme (oligurická fáza akútneho obličkového zlyhania, zlyhanie srdca, cirhóza pečene)
- Presun vody z ICT do ECT ( hyperglykémia, hyperlipidémia, hyperproteinémia).

## Hyponatrémia

### Prejavy

- nauzea, zvracanie
- bolesti hlavy
- únava
- poruchy v dráždivosti buniek
- pri dilučnej hyponatrémii – edémy
- ak je znížená koncentrácia sodíka kombinovaná aj so znížením objemu vody - hypotenzia



## Hypernatrémia >145 mmol/l

### Príčiny

#### *Nadmerný príjem sodíka (zriedkavé)*

- Nadmerný príjem sodíka v potrave zvyčajne nevedie k hypernatrémii, pretože pri správne fungujúcej regulácii je prebytok sodíka vylúčený obličkami.

#### *Retencia sodíka*

- Connov syndróm (hyperaldosteronizmus)
- Cushingova choroba (nadprodukcia ACTH)

#### *Straty vody z organizmu*

- Diabetes insipidus (deficit ADH)
- Nedostatočný príjem vody (bezvedomie, úrazy hlavy v oblasti hypotalamu, starší ľudia môžu mať znížený pocit smädu napriek vyššej osmolalite plazmy)
- Strata vody z GIT (hnačky)
- Nadmerné potenie (horúčky)

## Hypernatrémia

### Prejavy

- pri hypernatrémii voda prechádza z ICT do ECT
- zvýšená dráždivosť
- hyperreflexia
- smäd
- hypotenzia
- tachykardia
- kóma





## Poruchy homeostázy chloridov

### Chloridy

- Hlavný ECT anión - 100 +/- 5 mmol/l

Nadbytok alebo deficit

- Najčastejšie sa spája s nadbytkom alebo deficitom  $\text{Na}^+$  a zmenami ABR
- Deficit chloridov – metabolická alkalóza
- Nadbytok chloridov – metabolická acidóza

## Hypochlorémia < 97 mmol/l

### Príčiny

- Hyponatrémia
- Metabolická alkalóza (dôsledok nárastu koncentrácie bikarbonátov)
- Cystická fibróza (dedičné ochorenie)

### Prejavy

- zväčša bez špecifických klinických príznakov
- prítomné najmä príznaky hyponatrémie
- metabolická alkalóza

## Hyperchlorémia >109 mmol/l

### Príčiny

- *Dehydratácia – straty hypotonickej tekutiny*
  - Diabetes insipidus
  - Predávkovanie diuretík
  - Nadmerné potenie (napr. pri vysokých horúčkach)
- *Hypernatrémia*
- *Metabolická acidóza (dôsledok poklesu koncentrácie bikarbonátov)*

### Prejavy

- bez špecifických klinických príznakov
- príznaky dehydratácie a hypernatrémie
- metabolická acidóza



## Poruchy homeostázy draslíka

### Draslík

- ECT: 3,8 – 5,5 mmol/l v sére
- ICT: 100 - 160 mmol/l
- Celkové množstvo závisí od množstva svalovej hmoty (mladí > starí; muži > ženy)
- Príjem: 2-6 g/d = 50-150 mmol/d
- Vylučovanie predovšetkým obličkami 10 – 20 mmol/d (0,4 – 0,8 g/d). Súvislosť s vylučovaním sodíka a protónov
- Straty GIT sú dôležité pri zlyhaní obličiek a pri patologických stavoch (hnačky)

## Úlohy draslíka a interpretačné problémy

### Úlohy

- intracelulárny osmotický tlak
- pokojový a akčný potenciál
  - (pomer  $K^+$  ICT/ECT)
- aktivita enzýmov, proteosyntéza

### Problémy:

- z extracelulárnej koncentrácie musíme posudzovať na stav v bunkách
- Zmeny pH: výmena H a K medzi ECT/ICT

## Vnútoraná a vonkajšia bilancia draslíka

### *vnútoraná – presuny medzi ECT a ICT*

- acidóza:  $H^+$  do buniek,  $K^+$  do ECT
- alkalóza:  $H^+$  do ECT,  $K^+$  do buniek
- vstup  $K^+$  do buniek: inzulín, aldosterón, katecholamíny
- liečba perniciózneho anémie vitamínom  $B_{12}$
- rozpad buniek (hemolýza, crush sy, rozpad nádorových buniek a i.),  $K^+$  do ECT

### *vonkajšia – presuny medzi ECT a prostredím*

- retencia/straty obličkami
- straty GIT
- parenterálny prívod

## Hypokaliémia < 3,5 mmol/l

### Príčiny

#### *Poruchy externej bilancie*

- GIT – hnačky, zvracanie, nádory hrubého čreva, rekta, pankreasu
- Obličky - diuretiká, polyurická fáza obličkového zlyhania, distálna a proximálna tubulárna acidóza (dedičné), Bartterov sy.
- Primárny a sekundárny hyperaldosteronizmus, Cushing, ektopická tvorba ACTH

#### *Poruchy internej bilancie*

- Liečba diabetickej hyperglykémie inzulínom ( $K^+$  s glukózou vstupuje do buniek)
- poruchy ABR (alkalóza)

## Hypokaliémia

### Príznaky

- Hyperpolarizácia membrán →
  - Svalová slabosť, obstipácia, ileus
  - Depresia, zmätenosť
  - Rezistencia na ADH, polyúria, polydipsia
  - Arytmie, extrasystoly
  - EKG - vysoká vlna P, ploché/inverzné T, predĺžené PR, depresia ST, výrazná U vlna, splýva s T

## Hyperkaliémia > 5,5 mmol/l

### Príčiny

#### *Poruchy externej bilancie*

- Znížené vylučovanie obličkami.
- Nadmerný prívod (vrátane infúzií, transfúzií, náhrady NaCl) len pri porušenej činnosti obličiek.
- m. Addison, adrenogenitálne sy., inhibítory angiotenzín konvertujúceho enzýmu

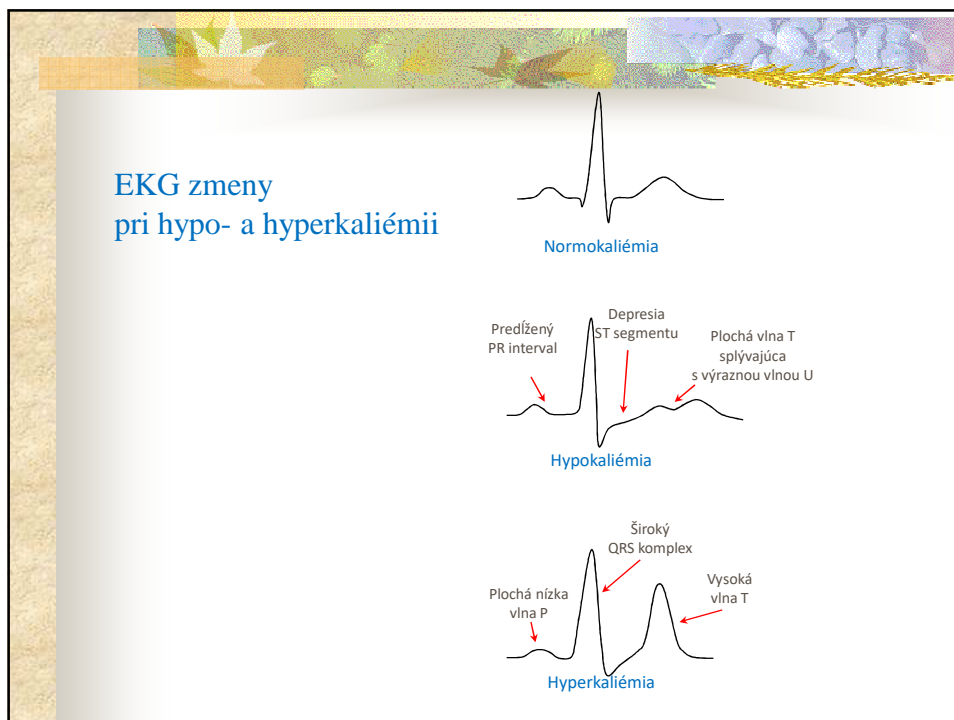
#### *Poruchy internej bilancie*

- acidóza
- rozpad buniek pri rhabdomyolýze, popáleninách, cytostatickej liečbe malignít
- predávkovanie digitalisu
- hyperkaliemická periodická obrna (dedičná)
- malígna hypertermia (dedičná)

## Hyperkaliémia

### Príznaky

- Nízky pokojový, krátky akčný potenciál, rýchla repolarizácia →
  - Často asymptomaticky - môže byť fatálna
  - Fibrilácia komôr a zástava srdca
  - EKG: Rozšírené/chýbajúce P, široké QRS, vysoké končisté T, depresia ST





## Vápnik

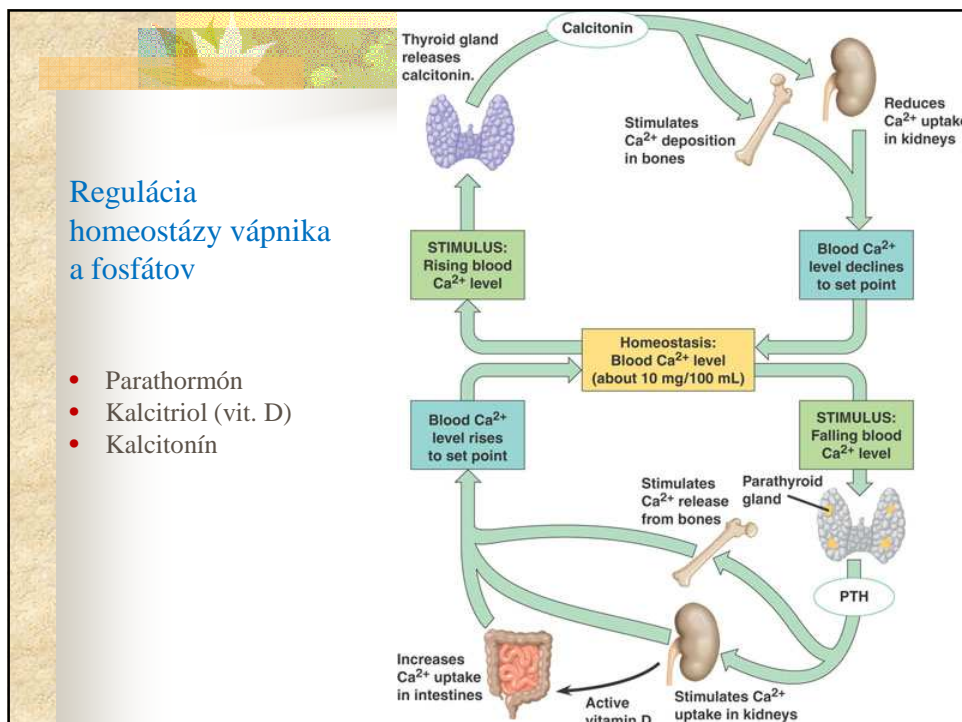
- Celkový                    1200 g                    30 mol
- ECT                            0,9 g                    22,5 mmol
- Plazma                        0,36 g                    9,0 mmol
- Výmena kostí/ECT                    500 mmol/d
- Denné straty                    25 mmol/d (1g)
  - moč 6 (240 GF – 234 reabsorbcia)
  - stolica 19 (+25 strava, -12 in, + 6 sekrécia)
  - koža 0,3
- Intenzívny obrat                    250 mmol/d (10g)

plazma 2,2 - 2,8 mmol/l

(v plazme ~  $10^{-3}$  mol/l, v bunkách ~  $10^{-7}$  mol/l)

### Funkcie

- štruktúrne - kosti, zuby
- neuromuskulárne - kontrola dráždivosti, uvoľnenie neurotransmiterov, svalová kontrakcia
- krvné - koagulácia
- signálne systémy



## HYPOKALCÉMIA < 2.2 mmol/l

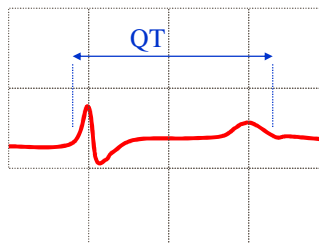
**Príčiny**

- Hypoparatyreoidizmus
  - Vrodený
  - Získaný – autoimúnnny, extirpácia, hemochromatóza, nádory
- Pseudohypoparatyreoidizmus
- Deficit vitamínu D
- Poruchy metabolismu vit.D – renálne zlyhanie
- Akútna pankreatitída, transfúzie citrátovej krvi, zvýšená potreba Ca v tehotenstve a počas laktácie

## Hypokalcémia

### Príznaky

- stupor, otupelosť, paraestézie
- svalové kŕče „tetánia“
- laryngospazmus
- celkové kŕče
- EKG - dlhé QT
- Pozitívny Chvostekov a Trousseauov príznak



A. Chvostekov príznak je pozitívny, keď pri poklopaní na vetvenie nervus facialis sa vybaví homolaterálny záškľb hornej pery.  
 B. Trousseauov príznak – pri nafúknutí manžety tlakomera nad hodnotu systolického tlaku sa do 3 min. objaví typické držanie ruky.

- Katarakta pri chronickej hypokalcémii
- Rachitída pri deficite vitamínu D



Trousseauov príznak



Chvostekov príznak

## HYPERKALCÉMIA > 2.7 mmol/l

### Príčiny

ČASTÉ (90%)

- Primárny hyperparatyroidizmus
- Maligné nádory – osteolýza pri kostných metastázach

MENEJ ČASTÉ

- Tyreotoxikóza, sarkoidóza

ZRIEDKAVÉ

- Liečba lítiom, tbc, imobilizácia, zlyhanie obličiek, nadobličiek, dedičné

## Hyperkalcémia

### Príznaky

- slabosť, únavnosť, strata na váhe
- zhoršená koncentrácia, ospalosť (kóma)
- anorexia, nauzea, zvracanie, zápcha
- polyúria/polydipsia, dehydratácia
- obličkové kamene, nefrokalcinóza
- krátke QT, arytmie, zástava srdca

## Fosfáty

- 85 % v kostiach
- V bunkách aj v plazme
- Regulácia – PTH, vit. D a kalcitonin (spolu s Ca)

### Funkcie

- osifikácia kostí
- pufrovací systém
- metabolizmus -fosfoproteíny, fosfolipidy, nukleové kyseliny

## Hypofosfatémia < 0.8 mmol/l

- Častý biochemický nález bez príznakov
- < 0,3 mmol/l svalová slabosť, rabdomyolýza, zhoršená funkcia Er, Leu, Th

### Príčiny

- Poruchy vstrebávania
  - Deficit vit.D
  - Mg- and Al- soli
  - Alkoholizmus
  - Malabsorpcia
- Zvýšená renálna sekrécia
  - Hyperparatyroidizmus

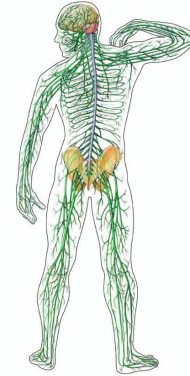
## Hyperfosfatémia > 1.6 mmol/l

### Príčiny

- Obličkové zlyhanie
- Hypoparatyroidizmus
- Katabolické stavy – maligné nádory, diabetická ketoacidóza
- Nadmerný prívod – kravské mlieko u malých detí parenterálne, predávkovanie vitamínu D

### Prejavy

- Inhibuje premenu vitamínu D na kalcitriol
- Metastatické ukladanie Ca v tkanivách
- Symptómy hypokalcémie - tetánia



## Poruchy homeostázy horčíka

### Magnézium - horčík

- Až 60 % v kostiach, veľa v ICT
- Len 0,3 % je v krvi, z toho 30% vo väzbe na proteíny,
- Koncentrácia v sére 0,7 – 1,0 mmol/l
- Nie je známy regulátor ! *dreň nadobličiek, inzulín, parathormón ???*
- Vylučovanie močom i stolicou

## Magnézium - horčík

- Regulácia nervovej a svalovej dráždivosti
- Stavba kostí
- Aktivita enzýmov, tvorba energie, transportné mechanizmy
- Účasť v regulácii hemokoagulácie a činnosti membrán
- Kardioprotektívny účinok, antiischemický, antihypoxický
- Sedatívny účinok na nervový systém
- Antihypertenzívny
- Antitrombotický

## Hypomagneziémia < 0.7 mmol/l

### Príčiny

- *Podvýživa a alkoholizmus*
- *Obličkové ochorenia*
- *Užívanie niektorých liekov, ktoré zvyšujú straty horčíka obličkami (napr. niektoré diuretiká).*

### Prejavy

- podobné príznakom hypokalcémie – zvýšená dráždivosť, tetánia a poruchy srdcového rytmu.

## Hypermagneziémia > 1 mmol/l

### Príčiny

- veľmi zriedkavá, môže byť spôsobená zlyhaním obličiek, alebo užívaním liekov obsahujúcich horčík

### Prejavy

- zníženie neuromuskulárnej dráždivosti, svalová slabosť, bradykardia a hypotenzia

## Referenčné hodnoty

Na <sup>+</sup>	135 - 145 mmol/l
K <sup>+</sup>	3,8 - 5,5 mmol/l
Ca <sup>2+</sup>	2,2 - 2,8 mmol/l
Mg <sup>2+</sup>	0,7 - 1,0 mmol/l
chloridy	97 - 109 mmol/l
fosfáty	0,8 - 1,45 mmol/l



## Edémy



## Edém

- patologické nahromadenie tekutiny v tkanivách, v intersticiálnom priestore, v dutinách...
- symptóm základnej choroby
- najnižšie položené miesta (stojaci členky, ležiaci lumbosakrálna oblasť)
- riedke tkanivá - málo elastického väziva (mihalnice, skrótum vulva)

## Klinicko-etioopatogenetická klasifikácia edémových stavov

### Generalizované edémy

1. Kardiálny (kardiogénny) edém
2. Renálny (nefrogénny)
3. Hepatálny (hepatogénny)
4. Hypoproteinemický
5. Endokrinný
6. Quinckeho angioalergický (angiotoxický)
7. Angiodysfunkčný
8. Trofický hypoxický
9. Liekový (iatrogénny)
10. Idiopatický

## Klinicko-etiotopatogenetická klasifikácia edémových stavov

### Lokalizované (regionálne) edémy

1. Zápalový (inflamačný), traumatický edém
2. Vénový (vénovohypertenzný) edém (flebedém)
3. Lipedém
4. Lymfový edém (lymfedém)
5. Statický „fyziologický“ edém

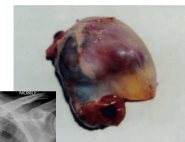
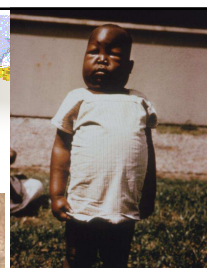
### Delenie podľa lokalizácie

**1. Systémové – generalizované - celkové**  
kardiálny, renálny, hepatálny, endokrinný  
liekový, hypoproteinemický, idiopatický

**2. Lokálne - regionálne**  
mihalnice, genitálie, dolné končatiny, zápalové  
asymetrické

**3. V serózných dutinách**  
Ascites - hromadenie tekutiny v brušnej dutine  
Hydrotorax - hromadenie tekutiny v pleurálnej dutine  
Hydroperikard - hromadenie tekutiny v perikarde

**4. vo vnútorných orgánoch**  
pľúca, mozog, laryng

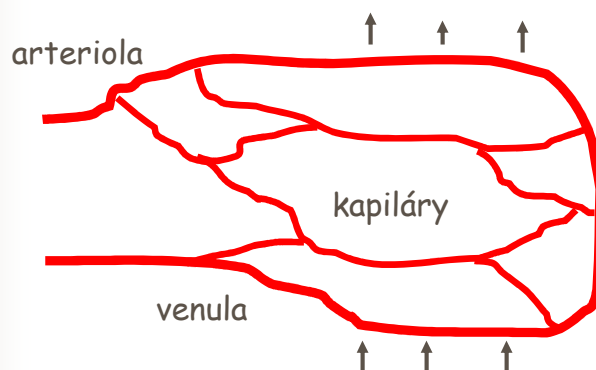


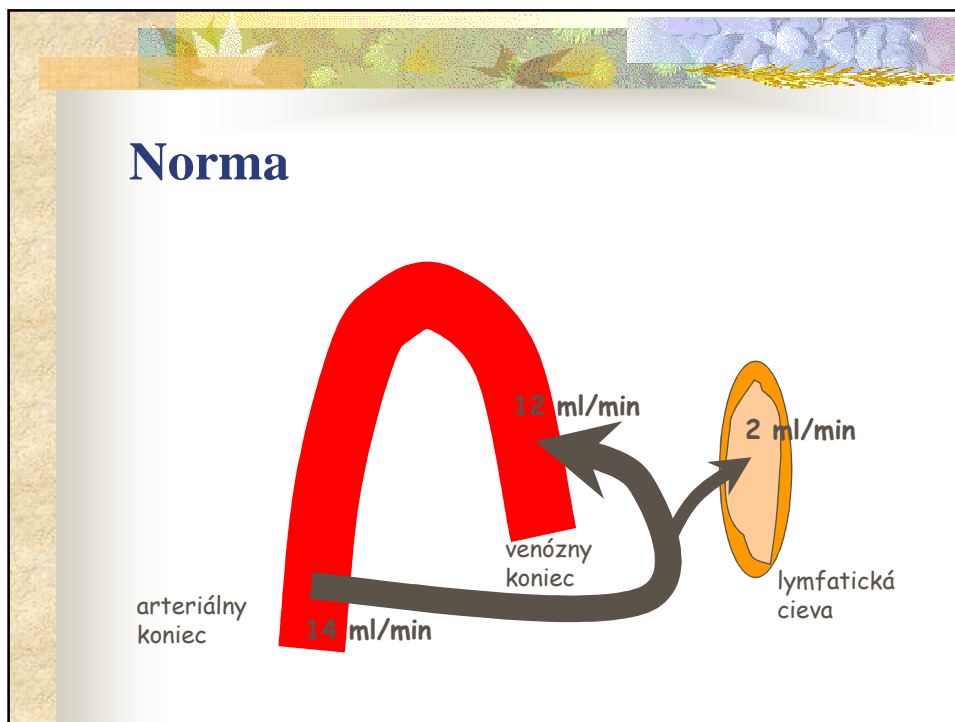
## Starlingove sily

1. Hydrostatický tlak v kapilárach - priemer 20 – 25 mmHg
  - arteriálny koniec 30 – 35 mmHg
  - venózný koniec 15 – 20 mmHg
2. IST hydrostatický tlak  
→ transmuralný hydrostatický tlak
3. Plazmatický koloidný osmotický (onkotický) tlak 28 mmHg
4. IST koloidný osmotický tlak 4.5 mmHg  
→ onkotický transmuralný tlak

Drenáž tekutiny z IST lymfatickými cievami

## Starlingova rovnováha



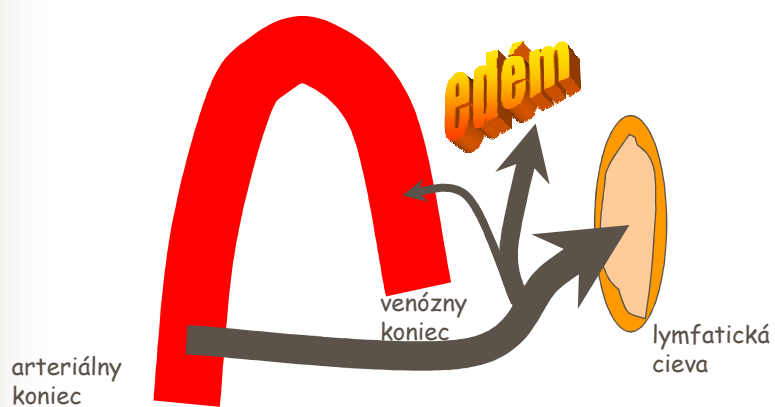


## ↑ Hydrostatický tlak

- Obštrukcia vén
- Zlyhanie srdca
  - ľavostranné – pľúcny edém
  - pravostranné – periférne edémy oedema
- Posturálne edémy



## Edém zo ↓ onkotického tlaku plazmy

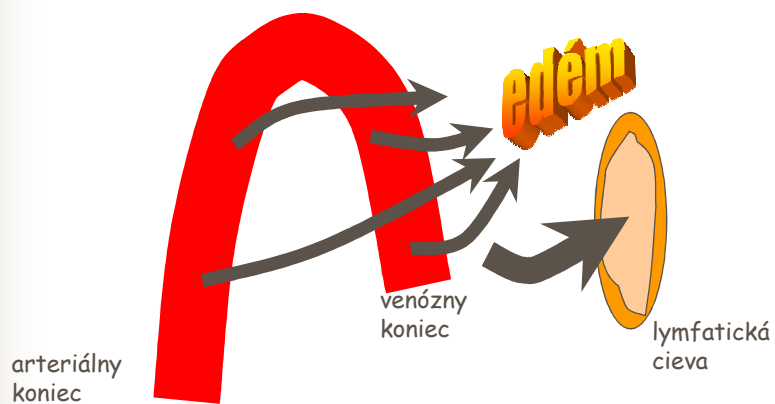


## ↓ Onkotický tlak

- Hypoproteinémia
  - Ochorenia pečene
    - cirhóza
      - ↓ onkotický tlak + ↑ hydrostatický tlak (portálna hypertenzia)
  - Nefrotický syndróm
  - Proteínová malnutrícia – kwashiorkor
  - Niektoré metabolické ochorenia



## Edém zo ↑ kapilárnej permeability



## ↑ permeabilita

- Zápal – mediátory zápalu
- Alergia - histamín
- Hypoxia - ↓pH (výšková choroba)
- Toxické




## Obštrukcia lymfatických ciev

lymfedémy

- Parazity (filarióza)
- Nádory lymfatických uzín
- Chirurgické odstránenie alebo ožarovanie lymfatických uzlín pri nádoroch
- Zápaly - lymfangitídy

