

Patofyziológia vnútorného prostredia Voda a elektrolyty



Prednáška z patofyziológie
Zubné 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

3

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

4

Príjem vody

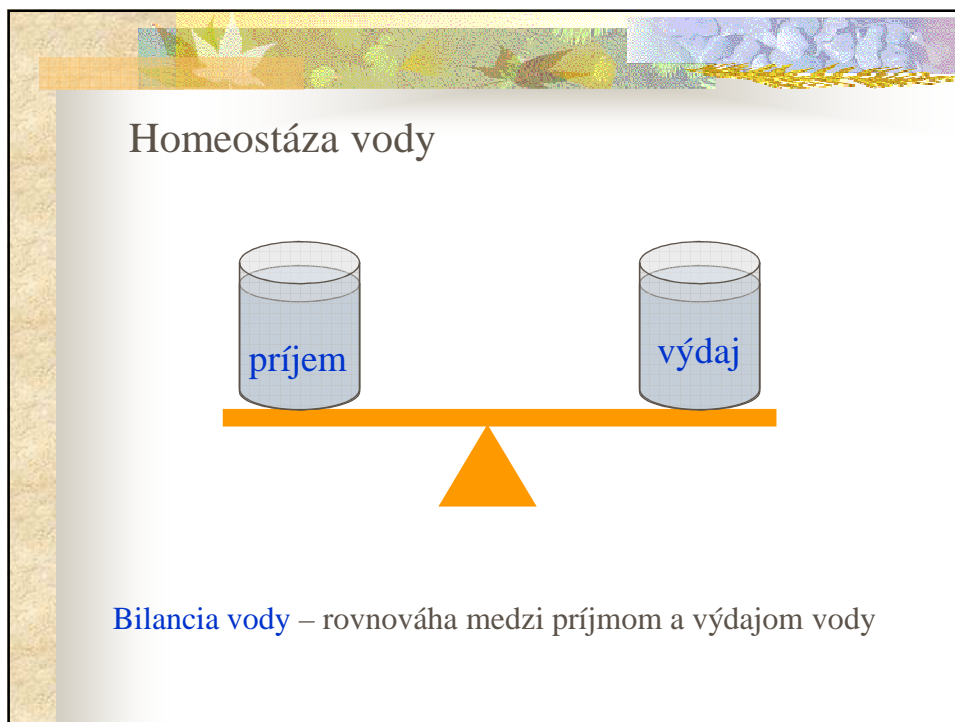
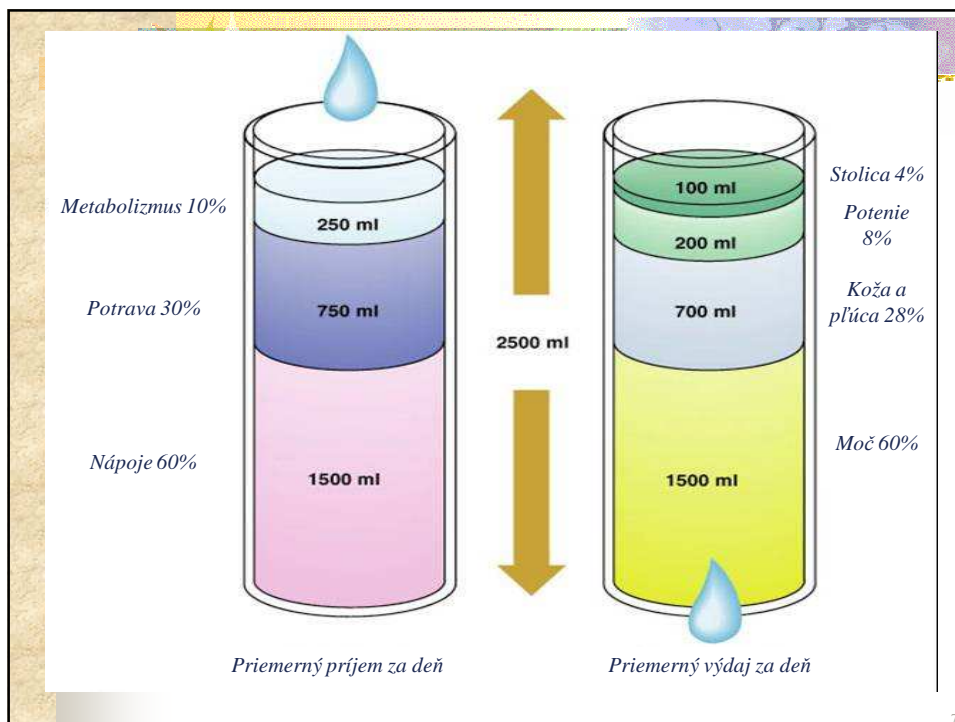
- príjem čistej vody - 1,0 až 1,5 l/d
- príjem vody potravou - asi 1 l/d
- získavanie vody z metabolizmu
 - pri oxidácii 100 g bielkovín - 35 ml vody
 - 100 g cukrov - 60 ml vody
 - 100 g tukov - 107 ml vody

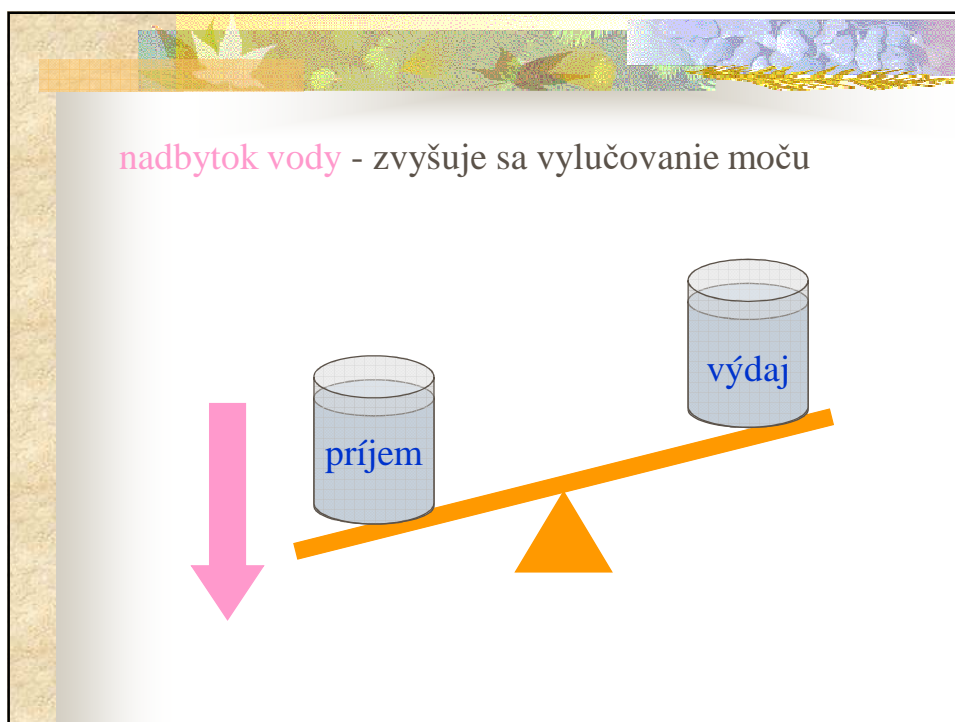
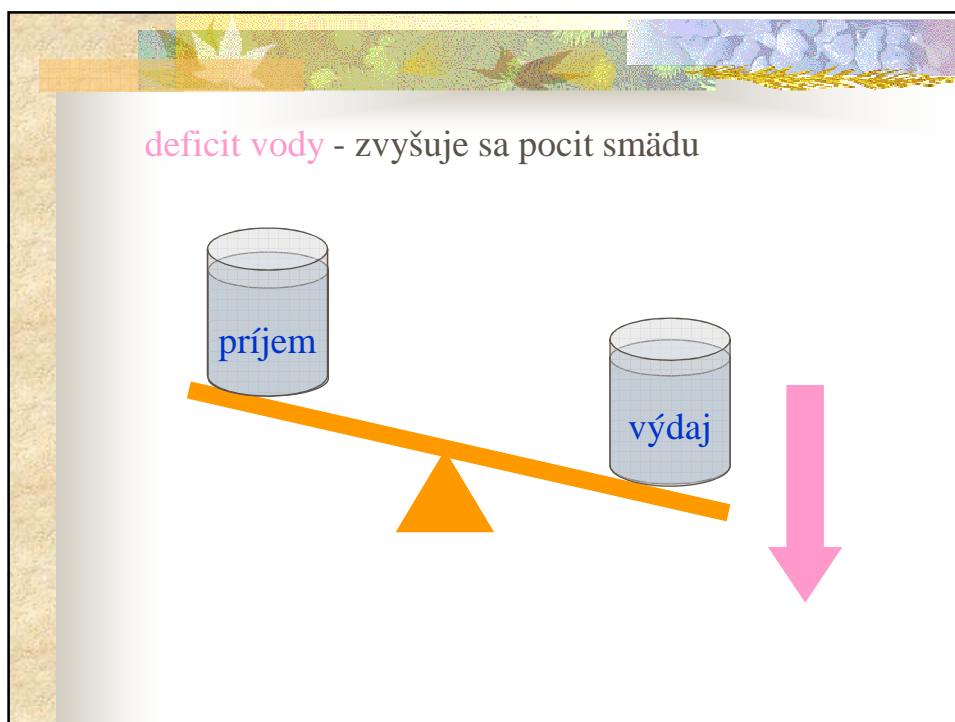
celkový príjem **asi 2,5 l/d**

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**



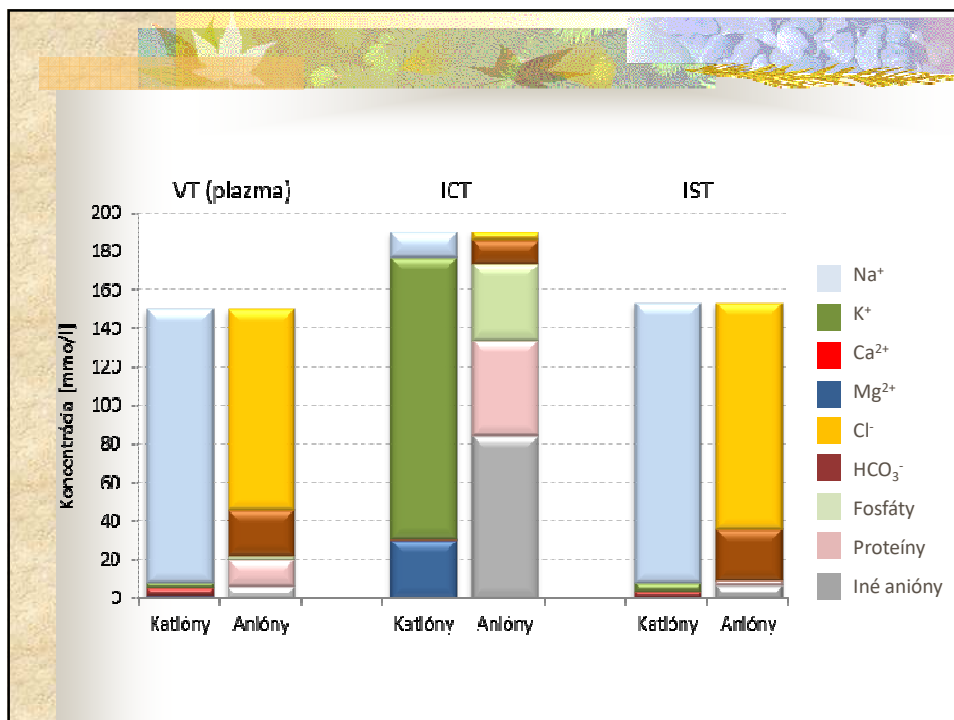


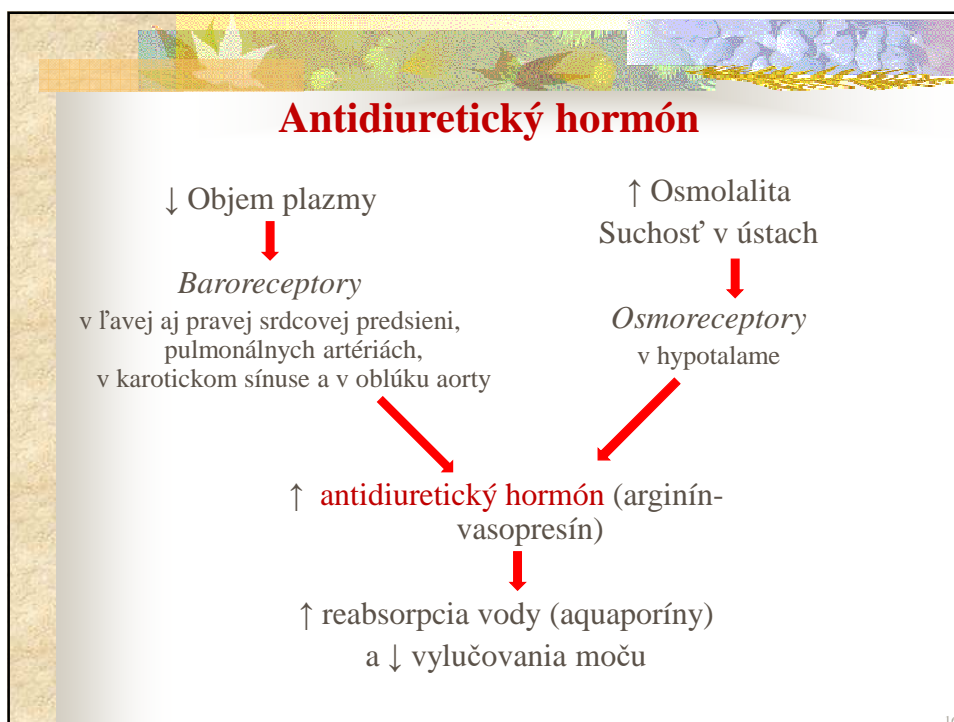
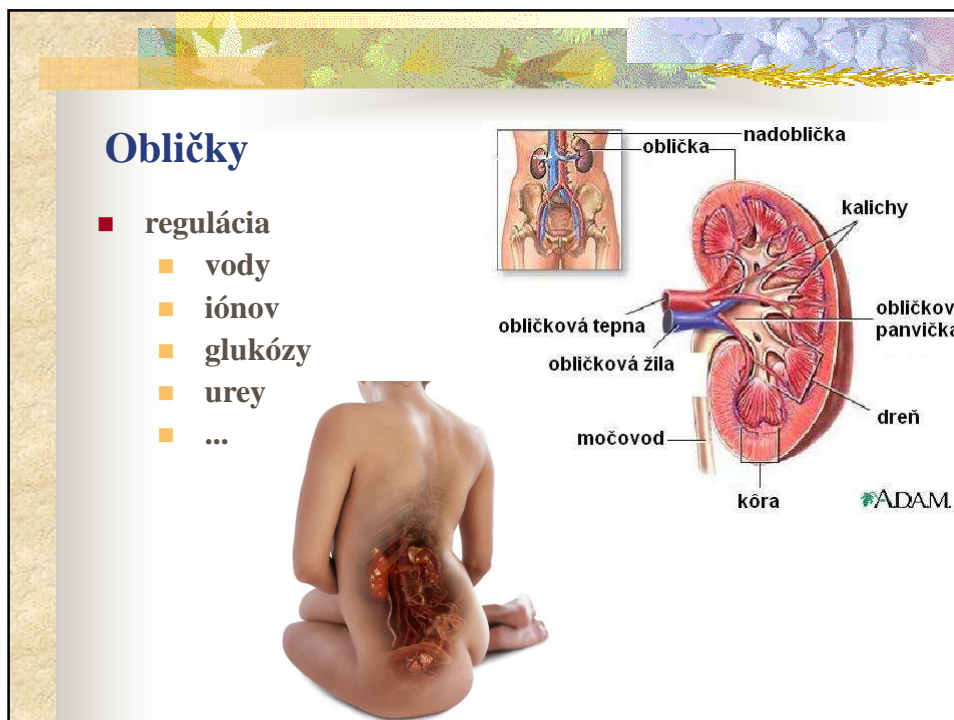
Elektrolyty

11

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

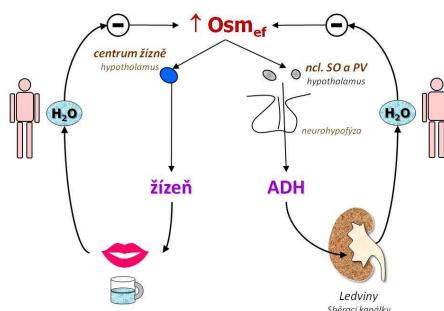
12





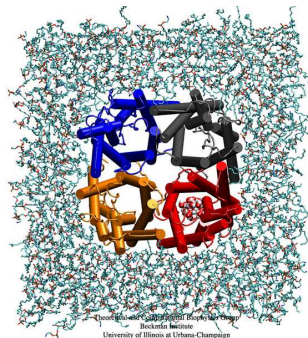
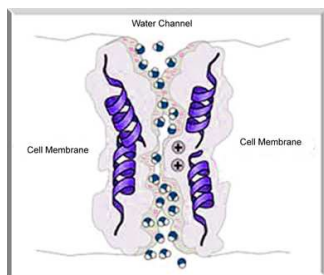
Antidiuretický hormón

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



Aquaporíny

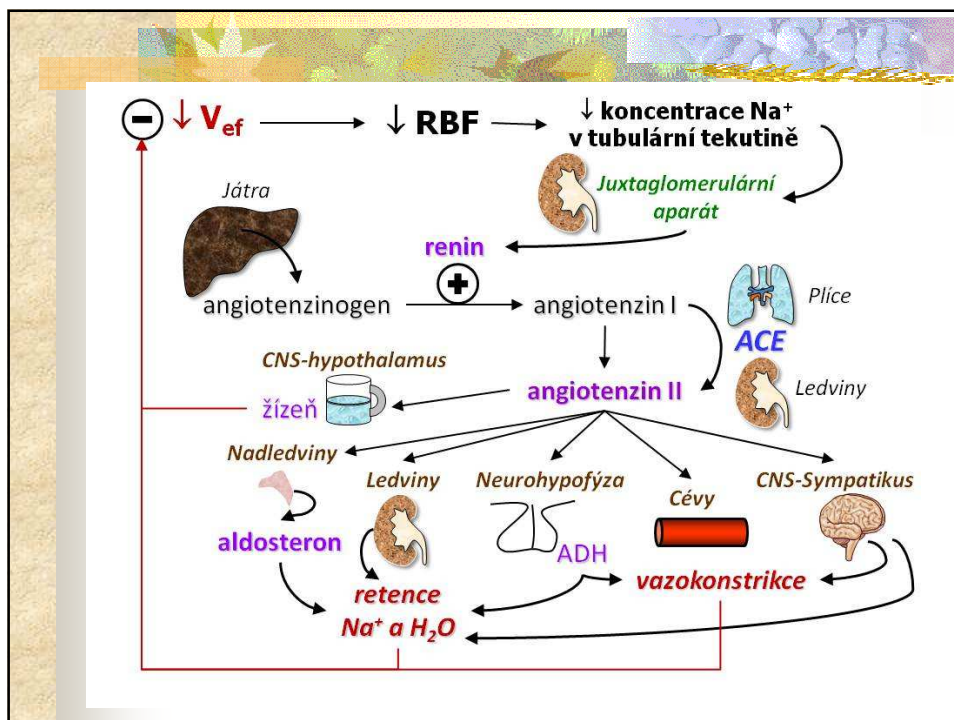
- vodné kanále
- rodina proteínov, špecializovaných na transport vody cez membránu baktérií, rastlín aj živočíchov



- 2003 – Nobelova cena za chémiu

System renín-angiotenzín-aldosterón

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



Natriuretické peptidy

- Atriový natriuretický peptid (ANP) – atrium
- Mozgový natriuretický peptid (BNP) - srdcové komory u človeka, mozog u prasťa
- 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

Osmolalita séra = 285 - 295 mmol/kg

Osmometer alebo výpočet:

$$2*[Na^+] + [glukóza] + [urea]$$

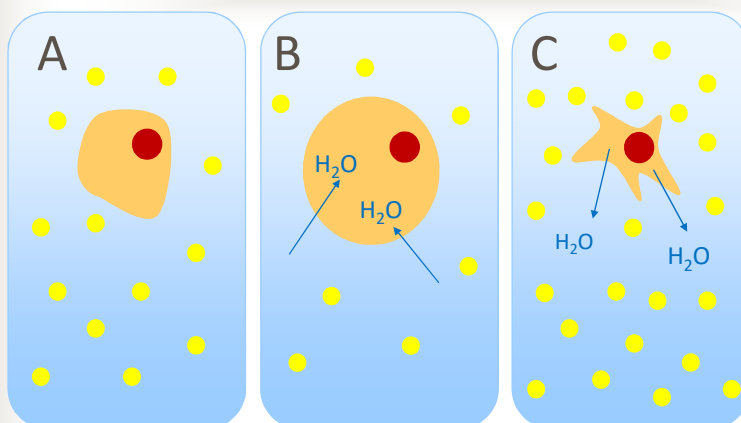
t.j.

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

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

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

Hyposmolalita 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

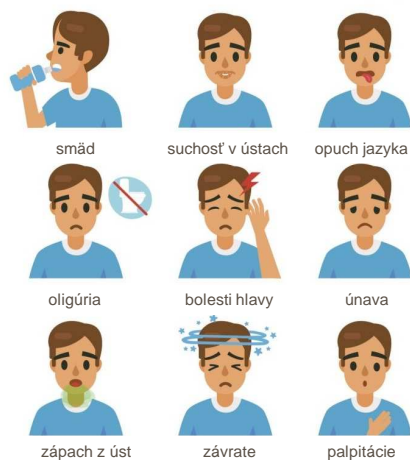
Príčiny

- 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,
- niekedy oligúria a znížené vylučovanie sodíka,
- zvýšenie hematokritu,
- zvýšená koncentrácia bielkovín



Dehydratácia

Príznaky a dôsledky v ústnej dutine

- Xerostómia
 - Znížená tvorba slín
 - Suchá koža a sliznice
 - Opuchnuté a bolestivé slinné žľazy
 - Zápalové zmeny– cheilitída, glositída
 - ↑ riziko kazu
 - ↑ riziko infekcie - kandidiáza
- Dysfágia – problémy s prehĺtaním
- Dysfonia – strata hlasu
- Dysgeusia – strata chuti



29

Hyperhydratácia

Príčiny

- ~~Nadmerný prívod tekutín (normálna regulácia)~~
- Nadmerný prívod a chybná regulácia – SIADH –
inadekvátna sekrécia ADH (chýbanie útlmu)
- obličková nedostatočnosť
- srdcová nedostatočnosť
- pečenevú 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 ± 5 mmol/l

ICT: 10 - 14 mmol/l

vyučovanie - 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 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

Vnútorná a vonkajšia bilancia draslíka

vnútorná – 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, KA
- 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

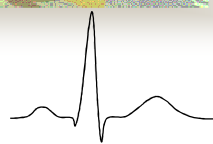
- acidóza
- rozpad buniek pri rhabdomyolýze, popáleninách, cytostatickej liečbe malignít
- predávkovanie digitalisu
- hyperkaliemická periodická obrna (dedičná)
- malígna hypertermia (dedičná)

Hyperkaliémia

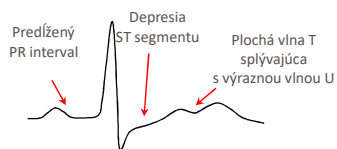
Príznaky

- Nízky kľudový, 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

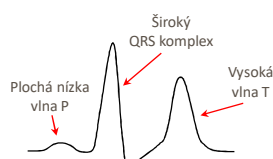
EKG zmeny pri hypo- a hyperkaliémii



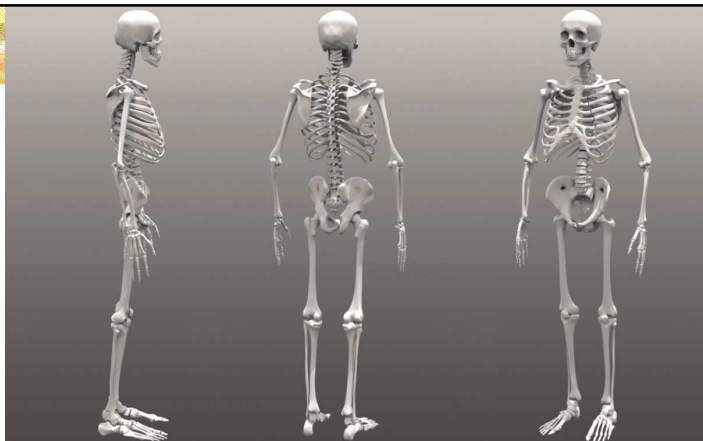
Normokaliémia



Hypokaliémia



Hyperkaliémia



Poruchy homeostázy vápnika a fosfátov

Vápnik

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

plazma 2,2 - 2,8 mmol/l

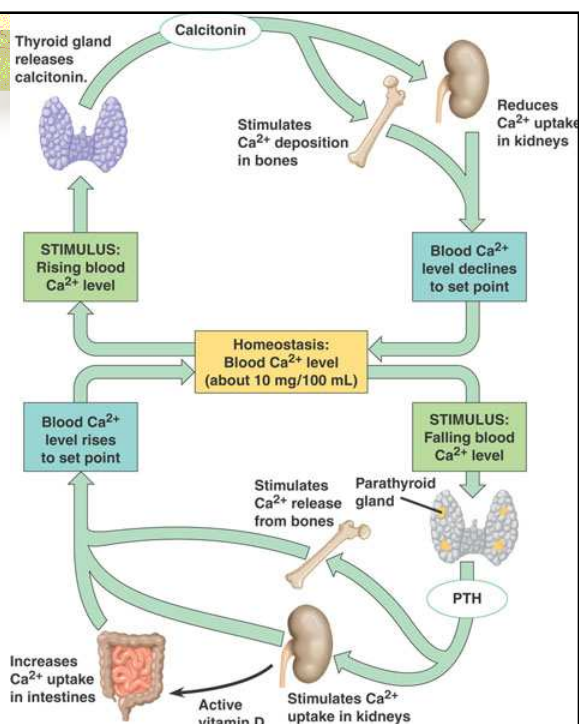
(v plazme $\sim 10^{-3}$ mol/l, v bunkách $\sim 10^{-7}$ mol/l)

Funkcie

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

Regulácia homeostázy vápnika a fosfátov

- Parathormón
- Kalcitriol (vit. D)
- Kalcitonín



HYPOKALCÉMIA < 2.2 mmol/l

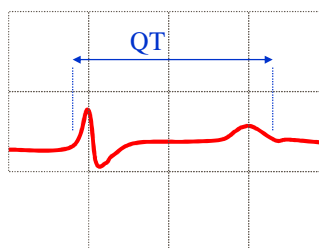
Príčiny

- Hypoparatyreoidizmus
 - Vrodený
 - Získaný – autoimúnny, 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 hyperparatyreoidizmus
- 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

Hyper- a hypokalcémia v ústnej dutine

■ Hyperkalcémia

- Demineralizácia kosti sánky
- Osteitis fibrosa cystica – zvýšená rezorpcia kosti, hemorágie, tvorba cýst



■ Hypokalcémia

- Hypoplázia a zmena sfarbenia zubov
- Tetanické kŕče – Chvostekov príznak

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

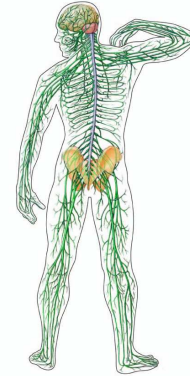
Hyperfosfatémia > 1.6 mmol/l

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 ⁺	135 - 145 mmol/l
K ⁺	3,8 - 5,5 mmol/l
Ca ²⁺	2,2 - 2,8 mmol/l
Mg ²⁺	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

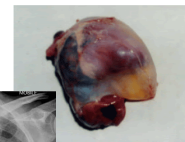
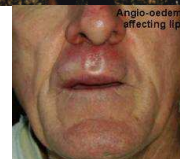
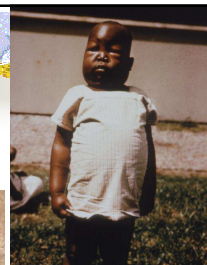
Delenie podľa lokalizácie

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

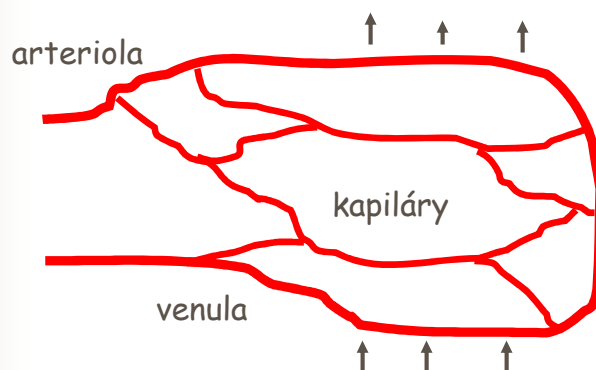


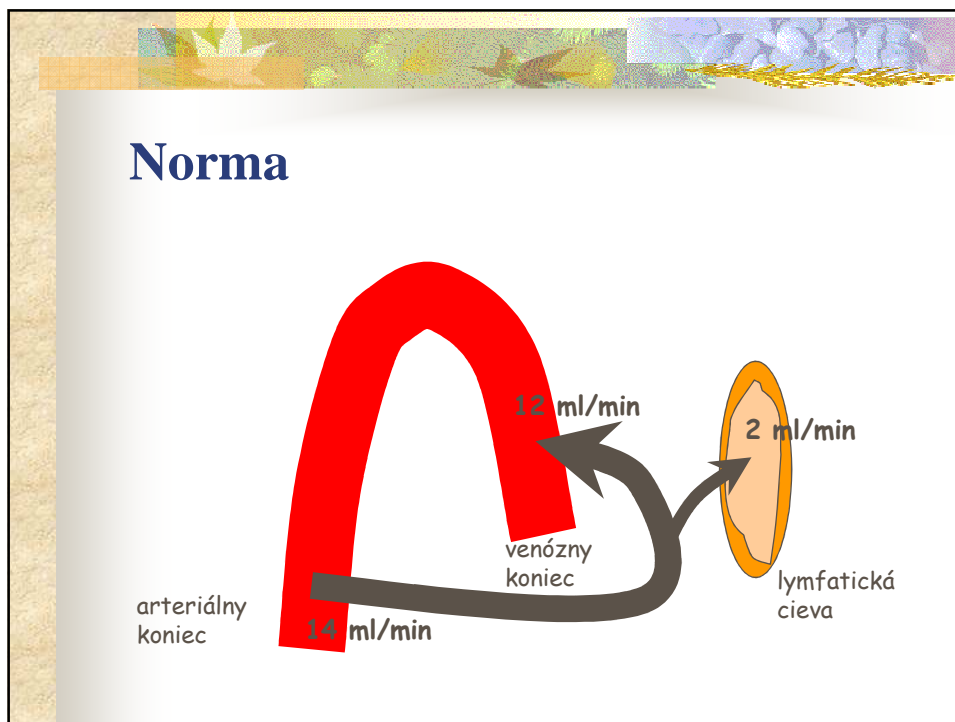
Starlingove sily

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



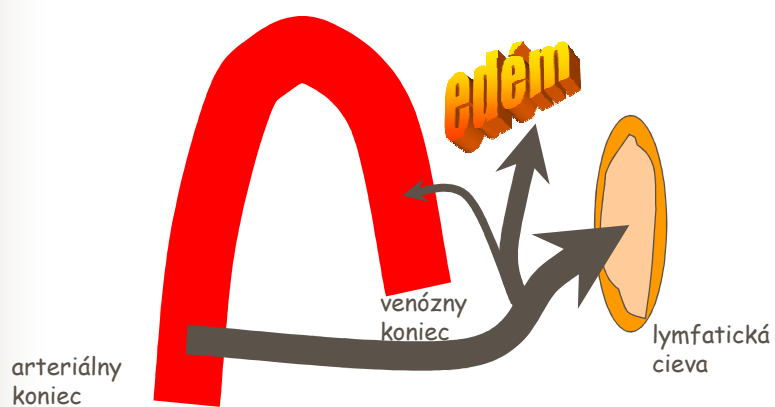


↑ Hydrostatický tlak

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



Edém zo ↓ onkotického tlaku plazmy

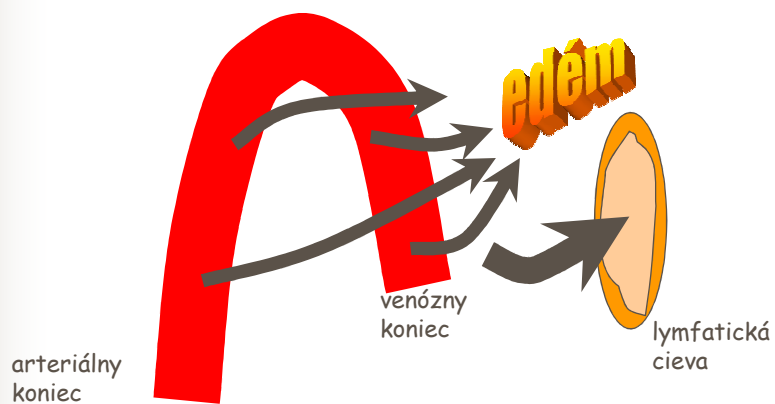


↓ Onkotický tlak

- 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

