

2 Vnútorné prostredie, voda, ióny

Ludský organizmus – bez ohľadu na prostredie, v ktorom žije, na jeho rozličný príjem potravy, fyzickú aktivitu – si zachováva relatívne stále vnútorné prostredie, homeostázu. Pod pojmom homeostáza vnútorného prostredia rozumieme zachovanie stálej teploty, objemu telových tekutín, osmotického tlaku, pH, množstva kyslíka, ako aj vzájomného pomeru katiónov a aniónov.

Zložité regulačné mechanizmy, ktoré zabezpečujú homeostázu, sa vyvíjali v priebehu miliónov rokov a prvé živé bytosti iste neboli vybavené žiadnymi takýmito mechanizmami. Preto pravdepodobne museli žiť vo vonkajšom prostredí, ktoré malo pomerne stále vlastnosti. Ak existuje takéto vonkajšie prostredie, dá sa predpokladať, že bolo pravekým miestom vzniku života, a tento sa odtiaľ v priebehu zložitého vývoja rozšíril na celú Zem. Takéto podmienky spĺňa akýkoľvek veľký objem vody, pretože vďaka vlastnostiam vody je toto prostredie chránené pred veľkými a často náhlymi tepelnými a mechanickými zmenami, bežnými na suchej zemi. Môžeme preto predpokladať, že prvotné primitívne živé systémy mohli vzniknúť v mori, ako zrejme v jedinom prostredí, ktoré poskytovalo fyzikálno-chemickú stálosť v takom rozsahu, aby v ňom mohli prežiť a vyvíjať sa. Túto hypotézu podporuje tiež zloženie extracelulárnych tekutín, ktoré sa pomerným zastúpením iónov podobá zloženiu morskej vody (tab. 3).

Tab. 3. Pomerné zastúpenie iónov v extracelulárnej tekutine a morskej vode. Pre zjednodušenie sa množstvo sodíka berie ako 100 (podľa Baldwin, 1968)

Živočích	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺
Morská voda	100	2,16	2,27
Mäkkýše chobotnica	100	2,86	2,72
Článkovce krab	100	2,32	2,51
Ostnokožce ježovka	100	2,51	2,41
hviezdice	100	1,80	1,95
Obojživelníky žaba	100	2,41	1,42
Cicavce potkan	100	4,27	2,14
človek	100	3,51	1,72

V priebehu vývoja sa niektoré živočichy dostali z mora do ústia riek, sladkej vody až na suchú zem. Tento prechod znamenal využívanie atmosferického kyslíka, nové zdroje potravín. Ale preto, že opustili pomerne konštantné vonkajšie prostredie, museli sa prispôsobiť a vyvinúť si mechanizmy udržiavajúce stálosť vnútorného prostredia. Napriek evolúcii a sťahovaniu sa do rozličných životných prostredí si však všetky živočichy zachovali v krvi pôvodné zastúpenie iónov vody praoceánu, čo zrejme bolo pre nich nevyhnutné. Udržiava sa z veľkej časti pomocou vylučovacích orgánov. Tieto orgány museli byť zapojené do udržiavania stáleho vnútorného prostredia dávno predtým, ako sa do popredia dostala ich funkcia ako vylučovacích orgánov.

Evolúcia teda vyžadovala vznik špecializovaných funkcií orgánov, orgánových systémov a utvorenie informačných mechanizmov zabezpečujúcich koordináciu jednotlivých funkcií orgánov v záujme celku. Udržiavanie stálosti vnútorného prostredia a regulácia funkcií organizmu sú takými základnými podmienkami existencie života, že určitá miera ich narušenia znamená ohrozenie života človeka.

Zloženie extracelulárnej, intersticiálnej a intracelulárnej tekutiny u človeka je na obr. 27.

Vidíme, že zloženie intracelulárnej a extracelulárnej tekutiny je veľmi rozdielne a udržiavanie tejto dynamickej nerovnováhy je podmienkou na zachovanie funkcie a metabolických pochodov v bunkách jednotlivých tkanív, ako aj funkcií organizmu ako celku. Na zachovanie tejto nerovnováhy, ktorá je neustále narušovaná pri metabolických a funkčných procesoch, ako aj pasívnym transportom v smere koncentračného gradientu, vynakladá organizmus energiu vo forme ATP. Na zachovanie vnútorného prostredia treba prijímať kyslík a privádzať do organizmu zdroje energie a esenciálne zložky, vodu a ióny.

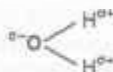
2.1 Funkcia vody, sodíka, draslíka a chloridov

2.1.1 Voda

Vnútorné prostredie organizmu obsahuje asi 60 % vody (z celkovej hmotnosti tela), a tá je zhruba rozdelená medzi intracelulárnu tekutinu (40 %) a extracelulárnu tekutinu (20 %), ktorá sa delí na intersticiálnu tekutinu (15 %) a intravaskulárnu tekutinu (krvné riečišisko – 5 %).

Voda má v organizme tieto funkcie:

a) Voda je elektrický dipól, elektronegatívny kyslík priťahuje elektróny od vodíka a v molekule vody je potom čiastkový záporný náboj na kyslíku a čiastkový kladný náboj na vodíku:



Malá časť molekuly vody je disociovaná na H^+ a OH^- . Od koncentrácie iónov vodíka závisí pH roztoku. Vďaka polárnemu charakteru vody sú látky, ktoré sa v nej rozpúšťajú, úplne alebo čiastočne disociované. Je veľa procesov, ktoré sú viazané na rozpustnosť vo vode:

- Transport polárnych látok (nepolárne látky, nerozpustné vo vode, sa musia transportovať v komplexe s polárnymi látkami alebo väzbou na ne).

- Koloidný stav makromolekúl, keď tieto vďaka utvorenému hydratačnému obalu ostávajú vo vodnom prostredí rozpustné (súčasne viažu vodu) a jednak sa vďaka disociácii ich skupín umožní ich zapojenie do metabolických a funkčných procesov.

- Priebeh biochemických reakcií – tieto katalyzujú enzýmy (sú bielkovinovej povahy), ktoré majú vo svojej molekule polárne zložky. Charakteristické zoskupenie aktívneho centra enzýmu závisí od disociácie polárnych skupín v ňom. Zmena pH, ktorá mení náboj molekúl, ovplyvní potom aktivitu enzýmu, mení funkciu receptorového miesta a pod.

- Trávenie lipidov – vzhľadom na ich nerozpustnosť vo vode sú pre tento proces potrebné emulzifikátory – žlčové kyseliny.

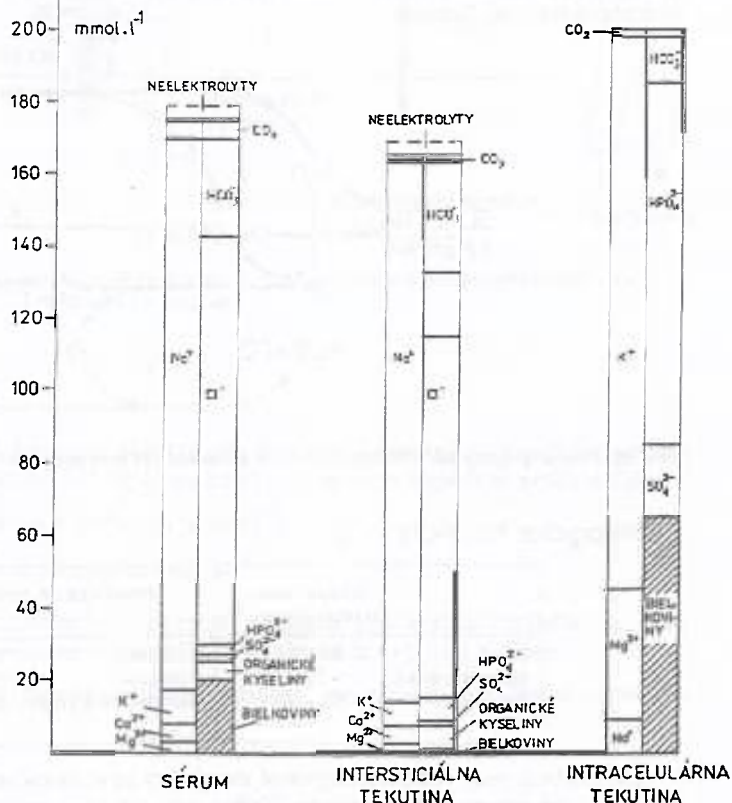
b) Voda pre svoje polárne vlastnosti, spolu s lipidmi, vzhľadom na nepolárny charakter časti molekuly, umožnila vznik membrán. Takto sa vyčlenili z prostredia ohraňované priestory (kompartmenty) obklopené membránou. Ak je totiž vo vodnom prostredí určitá koncentrácia lipidov, utvoria sa micely (obr. 28A), ktoré svojím usporiadaním sú jednoduchou formou membrány.

Membrány sú tvorené dvojvrstvou lipidov, ktoré obsahujú časť polárnu, orientovanú do vodného prostredia a časť nepolárnu, orientovanú do vnútra vrstvy (obr. 28B). Vznik membrán bol veľmi dôležitým krokom pri vzniku života, pretože umožnil vyčleniť z neorganizovaného vodného prostredia častice obklopené membránou. Takto vznikol oddelený priestor – akási „bunka“, v ktorom sa mohli postupne nahromadiť zložky vyššej organizovanosti a v priebehu času vzniknúť najjednoduchšie jednobunkové živočích.

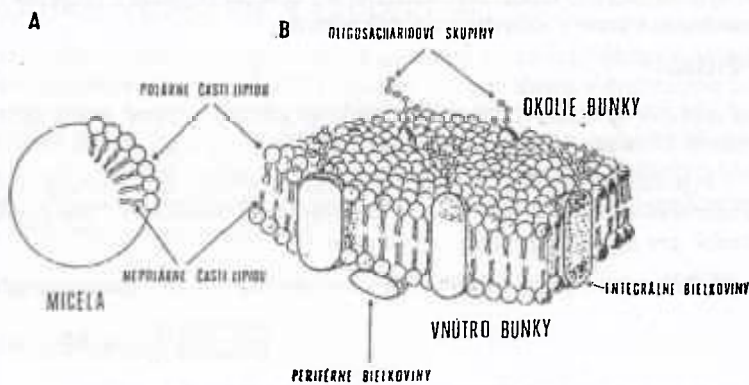
Tvorba membrán vo vodnom prostredí teda umožnila vznik dynamickej nerovnováhy medzi prostredím a oddelenými kompartmentami z hľadiska množstva látok, iónového zloženia, elektrického náboja, metabolických a funkčných procesov.

c) Voda má význam v tepelnom hospodárení organizmu.

d) Voda je energeticky najchudobnejšia zlúčenina vodíka. Jej metabolismus, rozklad a syntéza má dôležitú úlohu v toku energie v živej prírode a organizmoch. Využitie slnečnej energie autotrofnými organizmami na fotosyntézu – fotolýzu vody, aktiváciu chlorofylu, prenos H^+ a elektrónu na $NADP^+$ za vzniku $NADPH_2$ (zdroj vodíkov na fixáciu a redukciu CO_2 pri syntéze cukrov)



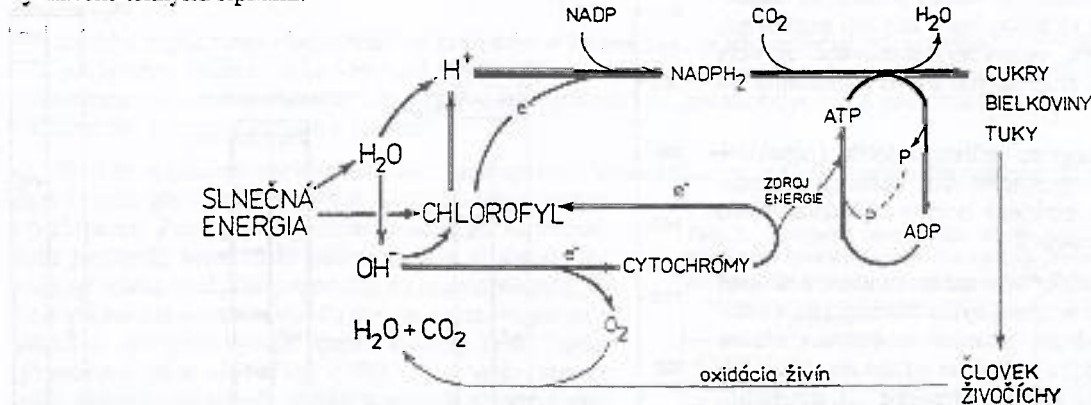
Obr. 27. Zastúpenie katiónov v sére, intersticiálnej a intracelulárnej tekutine



Obr. 28. Usporiadanie lipidov v micelle (A), lipidová dvojvrstva v membránach (B)

Vnútorne prostredie

je na obr. 29 znázornené hrubou šípkou. Využitie kyslíka a zdrojov utvorených vo fotosyntéze, či jej prostredníctvom (cukry, tuky, bielkoviny) heterotrofní (človek, živočích), uvoľnenie oxidu uhličitého a vody po ich oxidácii sú vyznačené tenkými šípkami.



Obr. 29. Procesy spojené s fotosyntézou v autotrofných organizmoch a využitie produktov fotosyntézy heterotrofní

Fyziologické hodnoty (v l)

	Obsah vody v organizme (%)	Prijem za 24 hod. l	Výdaj za 24 hod. l
Plod	94 – 76	Tekutiny 1,0 – 1,5	Močom 1,0 – 2,0
Novodorenec	77	Potrava 0,5 – 1,0	Perspiráciou 0,6 – 0,8
Dospelý	55 – 60	Metabolická voda 0,3 – 0,5	Respiráciou 0,4 – 0,5
			Stolicou 0,1

e) Pohybom vody cez polopriepustné membrány sa voda zúčastňuje na utváraní a udržovaní osmotického tlaku v jednotlivých priestoroch organizmu. Vodu viaže, a teda osmoticky je účinná každá rozpustená látka alebo ióny, na ktoré látky disociujú. Veľkosť osmotického tlaku potom závisí od počtu častíc v danom priestore. Ak v niektorom z oddelených kompartmentov je vyšší počet častíc, ktoré neprechádzajú membránou, prechádza rozpúšťadlo – voda – za týmito látkami, v snahe znížiť ich koncentráciu dovedy, kým tlak pôsobiaci proti vstupu vody (osmotický tlak), sa nevyrovná s tlakom vody vstupujúcej do tohto priestoru. Práve takéto nepenetrujúce látky sa podieľajú na tzv. efektívnej osmolarite. Ako príklad a význam takejto efektívnej osmolarity uvedieme dôležitú úlohu bielkovín v krvnom riečisku pri utváraní efektívneho osmotického tlaku krvi.

Časť osmotického tlaku, ktorý tvoria bielkoviny sa nazýva onkotický tlak. Ten spolu s hydrostatickým tlakom krvi v obehu zabezpečuje pohyb vody, živín a kyslíka cez intersticiálnu tekutinu k bunkám a tiež CO₂ a odpadových produktov metabolizmu z buniek cez intersticiu do venóznej krvi.

Na vysvetlenie pohybu tekutín z intravazálneho priestoru (riečiska) do interstícia a naopak, budeme brať do úvahy z celkového osmotického tlaku (4940 mmHg) len efektívny osmotický tlak (bielkovín), lebo osmotický tlak nízkomolekulových zložiek je v oboch priestoroch rovnaký (obr. 30). Filtračný a resorpčný tlak v danej časti riečiska sú rozdielom hydrostatického tlaku a ťahu vody do riečiska vyjadreného veľkosťou onkotického tlaku bielkovín. Pokles onkotického tlaku zapríčinený, poklesom koncentrácie bielkovín v riečisku alebo vzostupom hydrostatického tlaku, má za následok zvýšenie filtrácie a zníženie resorpcie cez stenu cievy s následným hromadením tekutín v interstíciu a vznik edémov.

Príklady

I. Aké množstvo albumínu chýba v riečisku, ak je potrebné zvýšiť objem plazmy o 760 ml (1 g albumínu udrži v riečisku 18 ml tekutiny)?

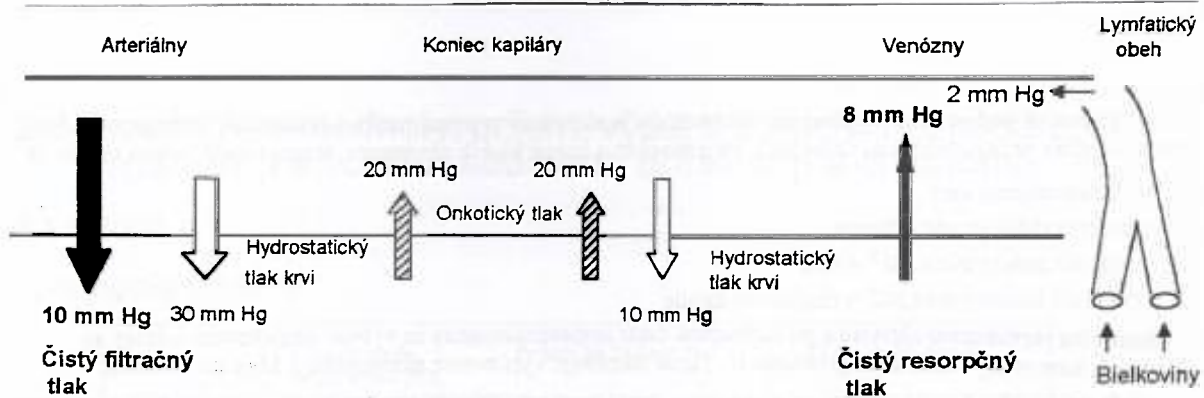
II. Vypočítajte, aký je čistý filtračný a resorpčný tlak, ak onkotický tlak krvi je 11 mm Hg pri fyziologickom hydrostatickom tlaku (22 mm Hg v artériovej časti kapilár a 7 mm Hg vo venóznej časti kapilár) a aký to má následok pre pohyb vody a pre organizmus.

III. Zdôvodnite, prečo sú albumíny v krvi približne 4-krát osmoticky účinnejšie ako globulíny, ak pomer

$$\frac{\text{albumíny [g]}}{\text{globulíny [g]}} = 1,2$$

a molekulová hmotnosť albumínov je podstatne nižšia ako globulínov.

Vnútorne prostredie



Obr. 30. Význam onkotického a hydrostatického tlaku krvi pre pohyb vody a iónov medzi krvným riečiskom, intersticiom a bunkami

2.1.2 Sodík

Sodík má v organizme tieto funkcie

1. Spolu s Cl^- udržuje sodík osmotický tlak a extracelulárny objem. NaCl má kvantitatívne najväčší podiel na celkovom osmotickom tlaku extracelulárnej tekutiny (92 %). Osmolaritu séra môžeme vypočítať podľa vzťahu

$$\text{Osmolarita séra} = 2 \cdot \text{Na}^+ + \text{glukóza} + \text{močovina} \text{ [mmol.l}^{-1}\text{]}$$

↓
zahrňuje aj anióny kompenzujúce Na^+

2. Spolu s HCO_3^- sa zúčastňuje na udržiavaní pH prostredia, priamo ako zložka tlmivého systému ($\text{NaHCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$), v obličke – výmena Na^+ (a jeho resorpcia) za H^+ a K^+ , ktoré sa vylučujú močom.

3. Účasť Na^+ spolu s Cl^- a K^+ na tvorbe membránových potenciálov, pri prenose nervového vzruchu a dráždivosti svalu.

2.1.3 Draslík

Funkcie draslíka v tele sú tieto:

a) Draslík je hlavný intracelulárny kation. Udržiavanie jeho vysokej koncentrácie v bunke (a vysokej koncentrácie Na^+ extracelulárne) zabezpečuje Na^+, K^+ -aktivovaná ATPáza.

b) Účasť K^+ na udržiavaní membránových potenciálov nervov, svalov, srdcového svalu.

2.1.4 Chloridy

Chloridy majú v organizme tieto funkcie:

1. Chloridy sú hlavným extracelulárnym aniónom.
2. Úloha Cl^- pri udržiavaní osmolarity a objemu extracelulárnej tekutiny.
3. Úloha Cl^- pri tvorbe žalúdočnej kyseliny.
4. Úloha Cl^- pri udržiavaní membránových potenciálov.

2.2 Regulácia vody, sodíka, draslíka a chloridov

Ako vyplýva z funkcie iónov a polárneho charakteru vody, závisí objem vody v extracelulárnej a následne v intracelulárnej tekutine najmä od koncentrácie iónov (Na^+ , Cl^-). Zásoby vody a iónov v organizme úzko súvisia s funkciou kardiovaskulárneho systému, pretože dostatočný objem cirkulujúcej tekutiny je podmienkou udržiavania krvného tlaku a tým aj perfúzie tkanív, čo je predpokladom ich zásobovania kyslíkom a živinami. Z tohto dôvodu je aj regulácia objemu vody, množstva iónov a krvného tlaku úzko spojená. Dôležitú úlohu v regulačných procesoch majú hormóny aldosterón, antidiuretický hormón (ADH) a systém renín-angiotenzín. Tieto regulátory uplatňujú svoj účinok nasledovnými mechanizmami:

2.2.1 Aldosterón

Signály na vypavenie aldosterónu do plazmy sú:

a) Hlavným podnetom k vyplaveniu aldosterónu je aktivácia systému renín–angiotenzín. Juxtaglomerulárny aparát obličiek prostredníctvom tlakových, objemových a osmotických receptorov reaguje vyplavením renínu na

- zníženie objemu krvi
- zníženie tlaku vo vas afferens
- zníženie koncentrácie Na^+ v sére
- zvýšenie koncentrácie Na^+ v distálnom tubule

Renín má peptidázovú aktivitu a po odštiepení časti angiotenzinogénu sa vytvorí angiotenzín I, ktorý sa účinkom konvertázy mení na angiotenzín II. Tento stimuluje vyplavenie aldosterónu z kôry nadobličiek.

b) Ďalším podnetom pre vyplavenie aldosterónu je pôsobenie ACTH, ktorý má význam aj za fyziologických podmienok. Za stresových podmienok, keď sa zvyšuje plazmatická koncentrácia ACTH, je hlavným zmyslom tejto regulácie aj prostredníctvom zachovania objemu cirkulujúcej tekutiny zabezpečiť udržiavanie krvného tlaku na potrebnej výške.

c) Zvýšenie plazmatickej koncentrácie draslíka a pokles koncentrácie sodíka stimuluje aj priamo uvoľňovanie aldosterónu z kôry nadobličiek.

Účinky aldosterónu. Aldosterón zvyšuje resorpciu Na^+ (aj H_2O) z primárneho moča zvýšenou výmenou za H^+ a K^+ . Tým sa zvýši koncentrácia Na^+ v plazme, zväčší objem cirkulujúcej krvi a zvýši sa vylučovanie draslíka močom (obr. 31).

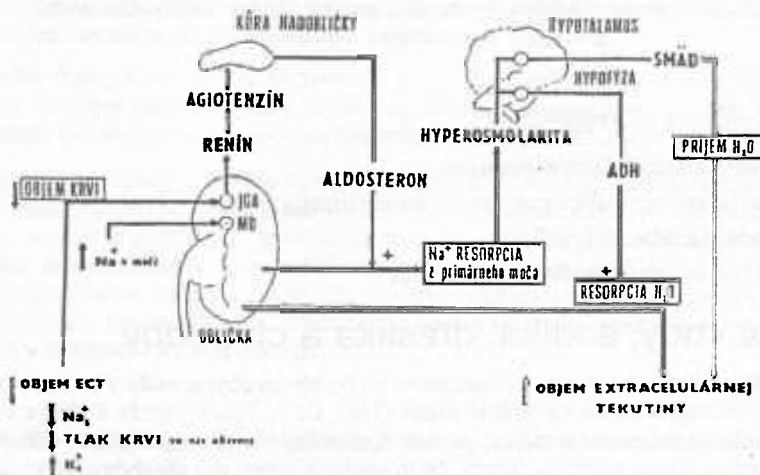
2.2.2. Antidiuretický hormón

Podnety na výdaj ADH sú:

a) Hlavným podnetom na vyplavenie ADH z hypofýzy do cirkulácie je podráždenie osmoreceptorov v prednom hypotalame zvýšením osmolarity krvnej plazmy.

b) Ďalším podnetom je podráždenie baroreceptorov v srdcových predsieňach a veľkých vén pri poklese krvného tlaku.

c) Okrem uvedených dvoch podnetov sa pri aktivácii uvoľňovania ADH uplatňujú aj stres, trauma a horúčka. Z farmák barbituráty, niektoré anestetická, psychofarmaká (chlórpromazín). Z ďalších biologicky aktívnych látok ovplyvňuje vylučovanie ADH alkohol, angiotenzín a morfin.



Obr. 31. Regulácia objemu a zloženie extracelulárnej tekutiny

Účinky ADH sú:

a) Zvýšenie permeability buniek distálneho tubulu a zberných kanálikov pre vodu, čo má za následok zadržiavanie vody v organizme a tvorbu menšieho objemu koncentrovaného moču.

b) ADH má vazokonstrikčný účinok na arterioly, ktorý vyvoláva zvýšenie tlaku krvi.

2.3 Fyziologické hodnoty, príjem, výdaj a poruchy hospodárenia organizmu s vodou, sodíkom, draslíkom a chloridmi

2.3.1 Voda

Fyziologické hodnoty

	Obsah vody v organizme (%)	Príjem za 24 hod (l)	Výdaj za 24 hod (l)
Plod	94 – 7	Tekutiny 1,0 – 1,5	Močom 1,0 – 2,0
Novorodenec	77	Potrava 0,5 – 1,0	Perspiráciou 0,6 – 0,8
Dospelý	55 – 60	Metabolická voda 0,3 – 0,5	Respiráciou 0,4 – 0,5
			Stolicou 0,1

Poruchy hospodárenia organizmu s vodou

Hyperhydratácia

Hyperhydratácia zapríčiňuje únik vody do interstícia, vznik edémov, pri súčasnej strate solí, zníženie osmotického tlaku, prienik vody do buniek, až ich poškodenie.

Hyperhydratácie možno rozdeliť do dvoch hlavných skupín, ktoré majú spoločný základ vzniku v zníženom vylučovaní vody z organizmu, pri jej nezmenenom príjme:

- Primárne poruchy obličiek (akútne a chronické zlyhanie obličiek)
- Zvýšená aktivita ADH
 - primárna hypersekrecia ADH (napr. úrazy CNS, náhle cievne príhody)
 - sekundárna hypersekrecia podmienená únikom vody z krvného riečiska (napr. nedostatočnosť funkcie srdca a pečene spojená s edémami a ascitom)
 - ektopická tvorba ADH (syntéza ADH bunkami niektorých nádorov, napr. karcinómom pľúc)

Dehydratácia

Dehydratácia môže byť vyvolaná zníženým prívodom vody, najmä pri súčasne zvýšených stratách, a to:

- zníženým prívodom vody (u pacientov v bezvedomí, geriatrických pacientov, poruchy prehĺtania)
- zvýšenými stratami vody pri
 - diabetes mellitus – následkom straty vody s vylučovanou glukózou
 - diabetes insipidus – následkom nedostatku ADH
 - sekundárne pri stratách sodíka: strata vody súčasne so stratami iónov Na^+ , Cl^- pri poškodení obličiek
 - stratách vody potením (horúčky, práca pri vysokých teplotách)
 - stratách vody tráviacom rúrou (hnačky, vracanie)

Veľmi rýchlo sa vyvíja dehydratácia u detí s nízkym príjmom vody a jej vysokých stratách, pretože pomer zásob vody v extracelulárnej tekutine a jej denného príjmu, resp. výdaja je u detí 4-krát menší ako u dospelých. Tento pomer sa dá vypočítať podľa vzťahu

$$\frac{\text{zásoba vody v ECT}}{\text{príjem vody za 24 hod.}}, \quad \text{u detí} = \frac{1,4}{0,7} = 2, \quad \text{u dospelých} = \frac{16}{2} = 8$$

2.3.2 Sodík

Fyziologické hodnoty

Koncentrácia Na^+ v ECT mmol.l^{-1}	Príjem Na^+ za 24 hod. mmol/d	Straty Na^+ za 24 hod. mmol/d
135 – 145	140 – 260	močom 120 – 240 stolicou 10 potením 10

Poruchy hospodárenia organizmu so sodíkom

Hypernatrémia

Hypernatrémia býva vyvolaná týmito príčinami:

- a) Straty vody väčšie ako straty sodíka
 - nedostatočný príjem vody, napr. v kóme, pri imobilite, strate pocitu smádu v starobe
 - vracanie, hnačky
- b) Porucha koncentračnej schopnosti obličiek
 - diabetes insipidus
 - polyúria pri poškodení obličiek
- c) Osmotická diuréza, pri ktorej je vylučovanie osmoticky aktívnych látok spojené so zvýšeným vylučovaním vody, ktoré prevažuje vylučovanie sodíka. Tento mechanizmus sa uplatňuje pri diabetes mellitus.
- d) Nadmerný prívod sodíka – infúziami, napr. NaHCO_3
- e) Idiopatická hypernatrémia (jedinci nastavení na vyššie hodnoty Na^+)
- f) Hyperaldosteronizmus
- g) Renálna insuficiencia v oliguricko-anurickom štádiu

Hyponatrémia

Hyponatrémia môže byť zapríčinená týmito poruchami:

- a) Extrarenálne straty Na^+ z gastrointestinálneho traktu zvracaním a hnačkami
- b) Obličkové poruchy spojené so stratami sodíka
- c) Neprimeraná tvorba ADH
- d) Insuficiencia kôry nadobličiek spojená so zníženou tvorbou mineralokortikoidov, ktorá zapríčini zvýšené vylučovanie sodíka (Addisonova choroba)
- e) Osmotické diuretiká

2.3.3 Draslík

Fyziologické hodnoty

	Koncentrácia K^+ mmol.l ⁻¹	Príjem mmol/24 hod.	Odpad močom mmol/24 hod.
ECT	4 – 5	30 – 80	40 – 70
ICT	do 160		
Erytrocyty	105		

Poruchy hospodárenia organizmu s draslíkom

Hyperkaliémia

Najčastejšie príčiny hyperkaliémie sú:

- a) Zvýšený rozpad buniek – uvoľňovanie pôvodne intracelulárne lokalizovaného draslíka, napr. pri popáleniach, poškodení svalstva, hemolýze, nekrotizácii tkanív väčšieho rozsahu
- b) Znížená tvorba aldosterónu, ktorá vyvoláva zvýšené vylučovanie Na^+ a zvýšenú resorpciu K^+ (Addisonova choroba)
- c) Akútne a chronické zlyhanie obličiek
- d) Acidóza, pri ktorej vstupujú ióny H^+ do bunky zamenou za ióny K^+ , ktoré vystupujú do ECT
- e) Zvýšený prívod K^+ , napr. vo forme KCl a niektorých liečiv, transfúziami, najmä starých krvných konzerv, v ktorých sa pri lýze erytrocytov uvoľňuje K^+
- f) Diuretiká šetriace K^+ – spirolaktón, kyselina etakrynová

Hypokaliémia

Hypokaliémia môže byť spojená s týmito poruchami:

- Straty K^+ z tráviacej rúry hnačkami, vracaním, po používaní laxancií
- Hyperaldosteronizmus (Connov syndróm) a hyperglukokorticismus (Cushingov syndróm)
- Diuretiká – tiazidy, furosemid
- Alkalóza v extracelulárnej tekutine, ktorá vyvolá presun iónov H^+ z bunky do extracelulárnej tekutiny a vstup K^+ do bunky
- Prechodné zmeny kaliémie spojené so štiepením, resp. syntézou glykogénu, napr. pri katabolických stavoch, kedy pri štiepení glykogénu sa uvoľňuje K^+ do extracelulárnej tekutiny a zdravá oblička ho vylúči. Naopak, pri syntéze glykogénu stimulovanej podaním inzulínu vstupuje K^+ do bunky a môže vzniknúť hypokaliémia.

2.3.4 Chloridy

Referenčné hodnoty chloridov

Koncentrácia Cl^- v ECT mmol.l ⁻¹	Prijem mmol/24 hod.	Výdaj močom mmol/24 hod.
100 ±5	170 – 260	170 – 250

Poruchy hospodárenia organizmu s chloridmi

Stanovenie Cl^- nemá až takú informatívnu hodnotu ako stanovenie Na^+ , lebo chloridy môžu byť v sére nahradené inými aniónmi.

Hyperchlorémia

Príčinami hyperchlorémie bývajú:

- Poškodenia obličiek: znížená možnosť vylučovania
- Metabolická acidóza: chronická obličková insuficiencia spojená so zníženou regeneráciou bikarbonátu obličkou, kedy chloridy nahradzujú bikarbonátový anión. Druhou možnosťou nedostatku bikarbonátu je ich únik z tela pri stratách črevnej šťavy (drenáže, fistuly).
- Podávanie chloridov, napr. v infúzii

Hypochlorémia

Hypochlorémia sa zisťuje pri týchto stavoch:

- Straty žalúdočného obsahu vracaním, odsávaním
- Diuretiká – furosemid, kyselina etakrynová