

Vnitřní prostředí

Spolu s krevním oběhem, plicemi, ledvinami zajišťuje tkáním

- přísun kyslíku, živin a odsun katabolitů
- regulace osmolality, iontového složení, acidobazické rovnováhy a teploty

⇒ ⇒ ⇒ „normální fyziologická existence organismu“

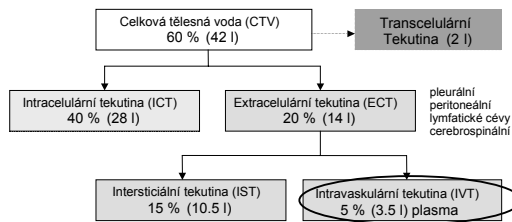
■ Stállost (homeostasa)- dynamický výsledek

- pasivních i aktivních dějů
- rovnováh objemů jednotlivých tělesných prostorů a jejich změn
- rovnováh koncentrací látek, koncentračních spádů, zásob, prostorových přesunů

■ Rovnováha jakékoli látky

- Vnitřní – kompartmentace
- Vnější – příjem versus výdej

Vnitřní rozdělení tělních tekutin



Zastoupení vody v jednotlivých tkáních

kostní	20 %
tuková	30 %
ostatní	75-80 %

CTV	
muži	65 %
ženy	55 %
hubení	70 %
obézní	50 %

Průměrné zastoupení hlavních kationtů a aniontů v tělních tekutinách

! H₂O ~ 93 % objemu plasmy !

ECT (plasma)		ICT	
kationty	anionty	kationty	anionty
Na ⁺ (140)	Cl ⁻ (102)	K ⁺ (160)	fosfáty (100)
	HCO ₃ ⁻ (24)	Mg ²⁺ (26)	proteiny (65)
	proteiny (17)		sulfáty (20)
K ⁺ (4,5)	fosfáty (2)	Na ⁺ (10)	HCO ₃ ⁻ (10)
Ca ₂₊ (5)	sulfáty (1)		Cl ⁻ (3)
Mg ²⁺ (2)			

Průměrné zastoupení hlavních kationtů a aniontů v tělních tekutinách

! H₂O ~ 93 % objemu plasmy !

IST ~		ECT (plasma)		ICT			
kationty		anionty		kationty		anionty	
Na ⁺	(140)	Cl ⁻	(102)	K ⁺	(160)	fosfáty	(100)
		HCO ₃ ⁻	(24)	Mg ²⁺	(26)	proteiny	(65)
		proteiny	(17)			sulfáty	(20)
K ⁺	(4.5)	fosfáty	(2)	Na ⁺	(10)	HCO ₃ ⁻	(10)
Ca ₂₊	(5)	sulfáty	(1)			Cl ⁻	(3)
Mg ²⁺	(2)						

Gibbs-Donanova rovnováha: IST - ↑ anionty ↓ kationty

2 hlavní faktory distribuce tekutin mezi ICT a ECT

- Osmolalita
 - pohyb vody přes membrány
- Onkotický tlak (koloidní osmotický tlak)
 - Spolu s hydrodynamickými faktory ovlivňuje přesun vody a nízkomolekulárních látek mezi intra a extravaskulárním prostorem

Osmotický tlak (OT)

- Uplatňuje se pouze tam, kde jsou dva prostory odděleny semipermeabilní membránou
 - = tlak, pod kterým vniká rozpouštědlo do roztoku (~ c (počtu částic), T)
- Osmolalita ~ osm. tlak látky v 1 kg rozpouštědla (mmol/kg)
- Efektivní OT (látky neprocházející uvažovanou membránou) < teoretický OT (všechny rozpuštěné látky)
- Hlavní podíl na osmolalitě ECF: Na⁺, K⁺, HCO₃⁻, Cl⁻, glc, močovina

Stanovení osmolality

- Přímé měření
- Různé vzorce zohledňující koncentrace hlavních analytů, jež se podílejí na osmotickém tlaku

$$\text{Osm (mmol/kg)} = 2 [\text{Na}^+] + 2[\text{K}^+] + [\text{glc}] + \text{močovina}$$

- Fyziologická hodnota = 285 ± 10 mmol/kg (mOsm, mmol/l)

■ Poruchy osmolality

- Akutní
- Chronická

Příčiny hyperosmolality (> 300 mOsm)

- Neschopnost pacienta normálně pít, např. v bezvědomí
- Nedostupnost vody s nízkou iontovou koncentrací
- Ztráta pocitu žízně
- Akutní katabolická situace (šok, popálení, krvácení do trávicí trubice)
- Otrava nízkomolekulární látkou (ethanol)
- Nadměrné infuze látek, které pacient nestačí nebo není schopen metabolizovat.

Příčiny hypoosmolality (< 270 mOsm)

- Nadměrný přívod vody přesahující možnost organismu vyloučit vodu ledvinami (tonutí ve sladké vodě)
- Neschopnost organismu vyloučit vodu ledvinami (např. akutní poškození ledvin)
- Nadměrné infuze látek, které se v organismu zmetabolizují a zbude „prostá“ voda

Udržování rovnováhy v hospodaření s vodou

Denní příjem		Denní výdej	
pití	1 - 1.5 l	diuresa	1-1.5 l*
potrava	1 l	perspirace	600-800 ml
oxidace živin	500 ml	dech	400 ml
<i>1g bílkovin ~ 0.4 ml</i>		stolice	100 ml
<i>1g sacharidů ~ 0.6 ml</i>			
<i>1g tuků ~ 1.07 ml</i>			

* Anurie (< 50 ml), oligurie (50 – 500 ml), polyurie (> 3000 ml)

- Hlavní regulační mechanismus: vylučování ledvinami hormon vasopresin (arginin-vasopresin, antidiuretický hormon, ne adiuretický!)

Regulace hospodaření s vodou

- Příjem: žízeň
- Výdej: vasopresin

Osmoreceptory hypothalamu

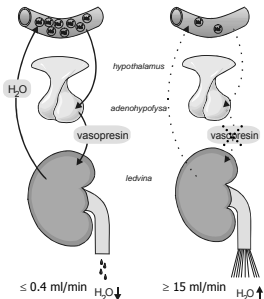
↑↑ osmolalita → žízeň

→ stimulace sekrece vasopresinu

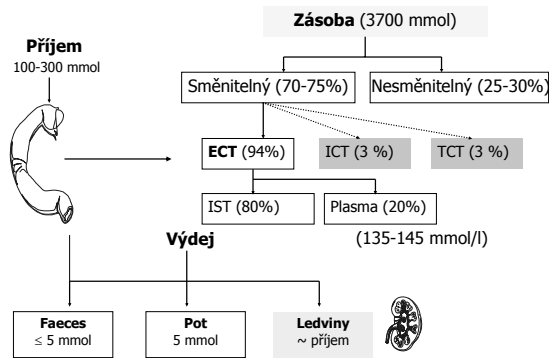
↓↓ osmolalita → potlačení žízně

→ snížení sekrece vasopresinu

Vasopresin je také pod kontrolou baroreceptorů levé předsíně a komory srdce



Hospodaření s Na⁺ ionty



Regulace hospodaření s Na⁺ ionty ECT objem

Minimálně 4 mechanismy regulace:

- **systém renin-angiotensin-aldosteron** (pomalý, ale hlavní)

reabsorpce Na⁺ v ledvinách výměnou za K⁺ (případně H⁺)

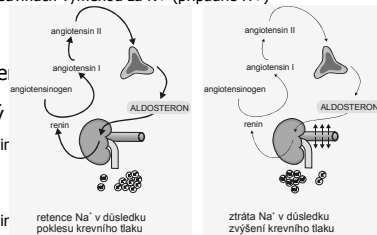
- GFR (rychlost glome)

- **atriový natriuretický**

↑ exkrece Na⁺ ledvín

- **dopamin**

↑ exkrece Na⁺ ledvín



retence Na⁺ v důsledku poklesu krevního tlaku

ztráta Na⁺ v důsledku zvýšení krevního tlaku

Poruchy hospodaření s Na⁺ ionty

! koncentrace často neodpovídá skutečnému Na statutu !

■ Hypermatriemie

■ nedostatek vody

- nedostatku vody i Na⁺ iontů
- nadměrného příjmu Na⁺ iontů nebo jeho zvýšená retence

Tělesná zásoba Na	příklady
↓ (ztráta vody > Na)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pocení, průjem (mnohem častěji však vede k hyponatremii) ■ Osmotická diureza (diabetes mellitus)
Normalní (pouze ztráta vody)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Horečka, horké podnebí ■ Diabetes insipidus
↑ retence Na > vody)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nadbytek hormonů (Connův syndrom) ■ Nadbytečný příjem Na

■ Hyponatremie

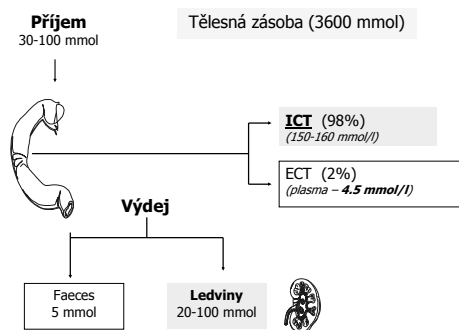
■ ztráty Na

- GI trakt, kůže (popáleniny, nadměrné pocení) ..
- ↓ aldosteron (Addisonova choroba)
- akutní selhání ledvin...

■ nadbytek vody

- akutní nebo chronické selhání ledvin (→ otoky)
- srdeční selhání (kongestivní)
- hypoproteinémie (přesun vody z IVT a nízkomolekulárních látek do IST → sekundární aldosteronismus a produkce vasopresinu)

Hospodaření s K⁺ ionty



- transport K^+ do buněk
 - insulin
 - aldosteron
 - alkalosa (reciproční vztah mezi K^+ a H^+ ionty)
- Hyperkalemie ($> 5.5 \text{ mmol/l}$)
 - poruchy ve vylučování K^+ - selhání ledvin
- poškození kůry nadledvinek – (Addisonova choroba)
 - acidosa
 - zřídka zvýšený příjem
- Hypokalemie ($< 3.5 \text{ mmol/l}$)
 - nedostatečný příjem
 - Nadměrné ztráty - poškození ledvin
- hyperaldosteronismus – (Connův syndrom)
- působení diuretik,
- GIT
 - alkalosa
