

# Voda/Otázky a kazuistiky



**Tip: Rozbalte si autorské odpovědi!**

## Otázky

- 1. Jaký je podíl (v % hmotnosti celého těla) intracelulární tekutiny v průměru u zdravého dospělého jedince?**
  - A – 60
  - B – 40
  - C – 25
  - D – 15
- 2. Fyziologické rozmezí osmolality krevní plasmy se pohybuje v rozmezí 275–295 mmol/kg. Při jaké hodnotě osmolality se začne secernovat antidiuretický hormon?**
  - A – 295 mmol/kg
  - B – 300 mmol/kg
  - C – 278 mmol/kg
  - D – 270 mmol/kg
- 3. Které výroky jsou nesprávné?**
  - A – Koncentrace  $\text{Na}^+$  v plasmě není mírou obsahu  $\text{Na}^+$  v organismu
  - B – Hladina plasmatického  $\text{Na}^+$  odráží stav (obsah)  $\text{Na}^+$  v celém organismu
  - C – Koncentrace  $\text{Na}^+$  v plasmě je mírou pro činnost osmoregulačních mechanismů
  - D – U pacienta s diabetes insipidus centralis completus nedochází po podání ADH ke zvýšení poměru osmolality moči/plazmatická osmolalita nad 50 %
- 4. Jaké jsou příčiny deficitu  $\text{K}^+$  v organismu při zvracení žaludeční šťávy?**
  - A – Etrarenální ztráta  $\text{K}^+$ , které je obsaženo v relativně vysoké koncentraci v kyselé žaludeční šťávě
  - B – Dehydratací způsobený přesun  $\text{K}^+$  z ECT do ICT
  - C – Snížení cirkulujícího objemu s následným zvýšením sekrece aldosteronu a renálními ztrátami  $\text{K}^+$  močí
  - D – Vzniklá alkalemie je provázána úměrnou hypokalemií

## Odpovědi

### Otázka 1.

- A – špatně
- B – správně – u dospělého člověka připadá z celkové tělesné hmotnosti 60 % na celkovou tělovou vodu, t.j. 40 % na ICT a 20 % na ECT.
- C – špatně
- D – špatně

### Otázka 2.

- A – špatně
- B – špatně
- C – správně – při vzestupu osmolality na 278 mmol/kg začne sekrece ADH, která se zvyšuje, pokud osmolalita stoupá až do hodnoty 298 mmol/kg; další zvýšení osmolality už dále nezvyšuje sekreci ADH.
- D – špatně

### Otázka 3.

- A – ne
- B – ano
- C – ne
- D – ano

### Otázka 4.

- A – špatně – žaludeční šťáva obsahuje jen malé množství  $\text{K}^+$ , takže při zvracení přímou ztrátou žaludečním obsahem nemůže vzniknout deficit
- B – špatně – při zvracení může dojít k dehydrataci, ale deficit  $\text{K}^+$  v organismu není způsoben přesunem  $\text{K}^+$  z ECT do ICT.
- C – správně – zvracením (ztrátou tekutin) navozená dehydratace znamená hypovolemii; ta vede ke zvýšení sekrece aldosteronu, v distálním tubulu je zvýšená nabídka  $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$ ; deficit  $\text{K}^+$  vzniká tedy zvýšenými

ztrátami  $K^+$  společně s  $HCO_3^-$  močí.

- D – špatně – alkalemie při ztrátě kyselé žaludeční šťávy sice vzniká a je provázena snížením hodnoty plasmatického  $K^+$ , ale tento mechanismus není příčinou deficitu  $K^+$  v celém organismu.

## Kazuistiky

### Pacientka v diabetickém komatu

Patnáctiletá dívka je přivezena v komatu na ARO. Je 7 let diabetička, brala insulin. Měla už několik záchvatů hypoglykemie a ketoacidózy. V poslední době měla ve škole hodně učení a snad i zanedbala nějaké injekce insulinu.

Hodnoty při vyšetření

Sérum	Hodnoty	Krev	Hodnoty	Moč	hodnoty
urea	5,8 mmol/l	pH	7,11	ketonurie	3
kreatinin	122 $\mu$ mol/l	pCO <sub>2</sub>	2,7 kPa	glykosurie	3
Na <sup>+</sup>	148 mmol/l	pO <sub>2</sub>	12,7 kPa		
K <sup>+</sup>	5,8 mmol/l	glykemie	58,3 mmol/l		
Cl <sup>-</sup>	87 mmol/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8 mmol/l		
laktát	5 mmol/l				
osmolalita	385 mmol/kg				

#### Otázky:

1. Jaká je diagnóza?
2. Vypočtete anion gap (AG), co je příčinou vysokého AG?
3. Jaký je význam zvýšené osmolality?
4. Proč jsou chloridy a  $HCO_3^-$  sniženy, jaký je význam “normálního” Na<sup>+</sup> a zvýšeného K<sup>+</sup>?

#### Odpovědi

1. Diabetická ketoacidóza (hyperglykemie, acidosa, ketonurie, glykosurie).
2.  $AG = Na^+ + K^+ - HCO_3^- - Cl^- = 58,8 \text{ mmol/l}$
3. Zvýšená osmolalita séra je ze ztráty vody osmotickou diurézou a z hyperglykemie. U ketoacidózy je to běžné.
4. Diabetická ketoacidóza je formou metabolické acidózy, která vede ke snížení  $HCO_3^-$ . Pacienti dýchají rychle, aby kompenzovali acidózu a to vede ke snížení pCO<sub>2</sub> (pO<sub>2</sub> bývá normální). Hypochloridemie nastane vlivem osmotické diurézy. Vysoké Na<sup>+</sup> je relativní vlivem ztrát vody. Pacient má žízeň, ale obvykle pije tekutiny bez dostatku Na<sup>+</sup> a dalších elektrolytů. Hladina K<sup>+</sup> je rovněž relativní. Z celkového tělesného K<sup>+</sup> je v ECT jen asi 2–3 %. Hyperkalemie je zásluhou těžké acidózy a částečně též z osmotické diurézy (mnozí pacienti s diabetes mellitus mají ovšem snížené zásoby K<sup>+</sup>). Po úpravě stavu je nutné podat K<sup>+</sup> k prevenci hypokalemie.

### Pacientka v obluzeném stavu a značné dehydrataci

Žena, 86 let, která pro horečnatý stav spojený s infekcí močového ústrojí a nechutí k jídlu nejedla a nepřijímala tekutiny po 10 dní. Později nejedla a nepila proto, že pro slabost neopouštěla lůžko a proto, že žila sama. Sousedy povolaný lékař ji našel v obluzeném stavu a značné dehydrataci (suchý jazyk a sliznice, chabý kožní turgor, měla velkou žízeň a zrychleně dýchala).

Laboratorní výsledky

Sérum	Hodnoty
Na <sup>+</sup>	157 mmol/l
K <sup>+</sup>	3,6 mmol/l
Cl <sup>-</sup>	121 mmol/l
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	26 mmol/l
kreatinin	135 $\mu$ mol/l
urea	19,5 mmol/kg

#### Otázky:

1. O jakou poruchu vnitřního prostředí jde?
2. Jak je to s redistribucí vody v organismu u této pacientky?

#### Odpovědi

1. Jde o hypernatremickou (hyperosmolární) dehydrataci. Při nepřijímání tekutin dochází postupně k vyšší ztrátě vody než elektrolytů (vodní pára ve vydechovaném vzduchu a voda v perspiratio insensibilis, která se zvyšovala při hyperventilaci a horečce). Výrazně vyšší hodnoty než kreatininu svědčí pro snížení cirkulujícího krevního objemu pro dehydrataci a centralizaci oběhu. Je snížen krevní tlak. Pacient musí být zavodněn, aby nedošlo k tzv. šokové ledvině.
2. Při depleci vody převažující nad ztrátami elektrolytů, hned na počátku dochází k přesunu vody z ICT do ECT, a tedy vzniká rychle i dehydratace intracelulární. Proto při léčebné rehydrataci a remineralizaci je nutno postupovat **opatrně**, aby **nenastal velmi rychlý návrat vody do buněk**, zvláště CNS, a nedošlo k rychlé intracelulární expanzi.

## Pacient s karcinomem plic

Muž, 57 let. s karcinomem plic (malobuněčný karcinom) byl vyšetřen při kontrole.

Laboratorní výsledky

Sérum	Hodnoty	Moč	Hodnoty
Na <sup>+</sup>	122 mmol/l	osmolalita	260 mmol/kg
K <sup>+</sup>	2,8 mmol/l		
Cl <sup>-</sup>	89 mmol/l		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19 mmol/l		
osmolalita	255 mmol/kg		
kreatinin	76 μmol/l		
urea	3,5 mmol/l		

### Otázky:

#### 1. Jak vysvětlíte výsledky elektrolytů a osmolality?

#### Odpovědi

1. Jde o diluční hyponatremii a hypoosmolalitu. Vzhledem k tomu, že zde nejde o vnější příčinu (nadměrný přívod vody bez elektrolytů), pacient nemá edém a není dehydratovaný (normální urea), glomerulární filtrace není omezena (normální kreatinin), osmolalita moče není výrazně snížena (dokonce je o něco vyšší než v séru), musí jít o zadržování vody renálními tubuly, tedy **nepřiměřená sekrece antidiuretického hormonu**. Ta bývá u **ektopické tvorby ADH** (nebo ADH podobným substancí), které se mohou vyskytovat u některých nádorových onemocnění. **Karcinom plic z ovískových buněk je toho příkladem.**

## Pacientka, 32 let

Necítila se dobře asi 3 týdny před hospitalizací. Asi týden před přijetím opakovaně zvracela. Při přijetí byla dehydratovaná. V moči nebyla prokázána hyperglukosurie ani ketonurie.

Laboratorní  
výsledky

Sérum	Hodnoty
Na <sup>+</sup>	120 mmol/l
K <sup>+</sup>	5,9 mmol/l
Cl <sup>-</sup>	92 mmol/l
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	16 mmol/l
kreatinin	145 μmol/l
urea	8,4 mmol/l

### Otázky:

#### 1. Vysvětlete možnou příčinu patologických hodnot.

#### Odpovědi

1. Při opakovaném zvracení by bylo možno spíše očekávat metabolickou alkalózu a hypokalemii pro sekundární hyperaldosteronismus. Zde je však hyperkalemie a metabolická acidóza (snížený hydrogenkarbonát). Jedná se tedy o situaci opačnou: hypoaldosteronismus. Velmi nízké S-Na<sup>+</sup> a k tomu zvýšená S-urea bývá součástí Addisonovy choroby (insuficience kůry nadledvinek a nedostatek mineralokortikoidů).

## Pacient se srdeční vadou, léčený thiazidovými diuretiky

Muž, 74 let, s městnavou srdeční vadou byl léčen thiazidovými diuretiky a podáváním draselných solí. Při poslední kontrole v ambulanci udával, že se cítí slabý a nejistý při chůzi.

Laboratorní  
výsledky

Sérum	Hodnoty
Na <sup>+</sup>	135 mmol/l
K <sup>+</sup>	2,6 mmol/l
Cl <sup>-</sup>	92 mmol/l
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	28 mmol/l
kreatinin	127 μmol/l
urea	8,4 mmol/l

Otázky:

### 1. Jak hodnotíte tyto výsledky?

#### Odpovědi

1. Hypokalemie u pacientů s městnavou srdeční vadou léčených thiazidovými diuretiky, i přes suplementaci KCl, zvláště u starších jedinců bývá častá. Jde o zvýšenou exkreci K<sup>+</sup> močí. Bývá i mírná hyponatremie navozená hypovolemií pro nonosmotickou sekreci vasopresinu, která způsobuje retenci vody (diluční hyponatremie). Deplece objemu způsobuje též sekundární hyperaldosteronismus, který je dalším důvodem pro zvýšené vylučování K<sup>+</sup> a H<sup>+</sup>. Vzniká tak i metabolická alkalóza. Hodnoty kreatininu a urey mohou být výrazem snížené glomerulární filtrace, která je u seniorů běžná.

## Odkazy

### Související články

- Draslík
- Sodík
- Dehydratace
- ABR a její Poruchy ABR

*Další kapitoly z knihy **MASOPUST, J., PRŮŠA, R.: Patobiochemie metabolických drah:***

- **Výživa:** Energetický metabolismus a jeho poruchy • Poruchy výživy • Vyšetření stavu výživy
- **Sacharidy:** Poruchy metabolismu glukózy • Glykogenózy
- **Lipidy:** Poruchy lipidového metabolismu
- **Jiné:** Poruchy ureageneze • Porfyrie • Poruchy metabolismu kyseliny močové
- **Voda, stopové prvky a minerály:** Sodík • Draslík
- **Otázky a kazuistiky:** Poruchy metabolismu glukózy • Poruchy výživy • Voda • Acidobazická rovnováha • Bilirubin • Porfyrie • Poruchy metabolismu kyseliny močové • Glykogenózy • Poruchy metabolismu lipidů • Eikosanoidy • Dědičné poruchy metabolismu aminokyselin • Poruchy genové exprese

### Zdroj

- MASOPUST, Jaroslav a Richard PRŮŠA. *Patobiochemie metabolických drah*. 1. vydání. Praha : Univerzita Karlova, 1999. 182 s. s. 176-180. ISBN 80-238-4589-6.