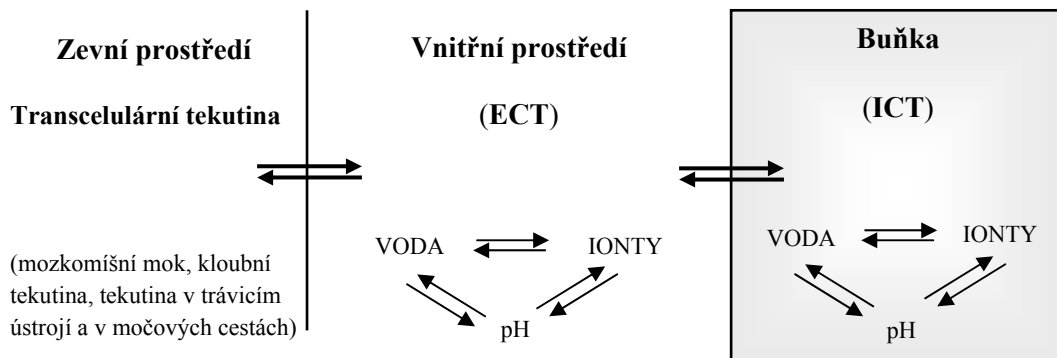


# Voda, ionty, puфраční systémy 10



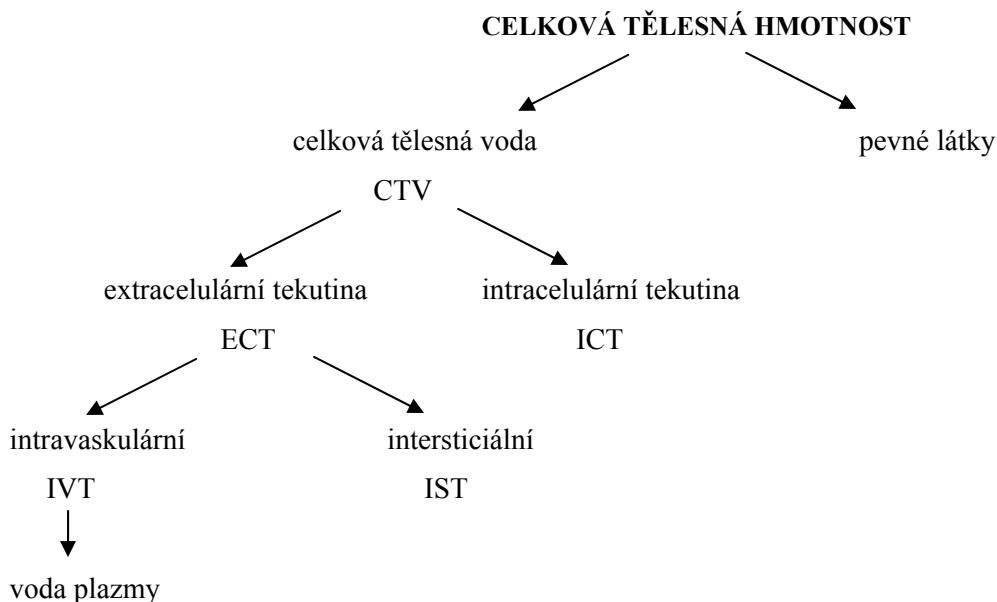
Vodní bilance a její regulace, poruchy vodního hospodářství. Ionty v organismu. Ionogram plazmy. Osmolalita, disociace elektrolytů, puфry. Puфраční systémy organismu. Úloha plic, ledvin a jater při udržování acidobazické rovnováhy.

## Vzájemné vztahy mezi hospodařením vodou, elektrolyty a pH



1. Definujte pojem vnitřní prostředí.

## Průměrné rozložení vody v organismu



2. Doplňte průměrné rozložení vody v organismu dospělého člověka.
3. Které a) faktory; b) hormony ovlivňují objem a rozložení tělesných tekutin?
4. Pro zdravého dospělého 80kg muže odhadněte množství a) plazmy; b) ECT; c) ICT; d) CTV.

5. Jak se změní bilance tekutin při zvýšené teplotě (zvracení, průjmech, hyperventilaci)?
6. Srovnajte iontové složení plazmy a intracelulární tekutiny.
7. Proč jsou plazmatické proteiny zahrnovány mezi anionty?
8. Uveďte hlavní zdroje příjmu a)  $\text{Na}^+$ ; b)  $\text{K}^+$ ; c)  $\text{Ca}^{2+}$ ; d)  $\text{Mg}^{2+}$ ; e)  $\text{Cl}^-$ .
9. Jaká je v plazmě látková koncentrace a) celkového kalcia; b) celkového hořčíku?
10. Který z iontů krevní plazmy vykazuje na buněčné membráně největší gradient?
11. Který z iontů krevní plazmy je nejvíce hydratován?
12. Jaké je fyziologické rozmezí pro osmolalitu plazmy?
13. Které látky se nejvíce podílejí na osmolalitě plazmy?
14. Odhadněte osmolalitu séra na základě znalostí následujících parametrů:  $[\text{Na}^+]$  146 mmol/l, [urea] 4,0 mmol/l, [Glc] 5,6 mmol/l.
15. Popište funkci a účinek a) adiuřetinu (ADH); b) systému renin-angiotenzin-aldosteron; c) natriuretických peptidů.
16. Jakým mechanismem ovlivňuje metabolismus vápníku a) parathormon; b) kalcitonin; c) kalcitriol?
17. Jaké jsou funkce  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  v organismu?
18. Proč při poklesu pH krve dochází ke zvýšení ionizovaného kalcia?
19. Jaký je rozdíl v koncentraci  $\text{Ca}^{2+}$  v ECT a ICT? Jakými mechanismy je tento rozdíl udržován?

### Údaje odvozené z iontogramu plazmy

$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$
$\text{K}^+$	$\text{SID}_{\text{eff}}$
$\text{Ca}^{2+}$	
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{UA}^-$

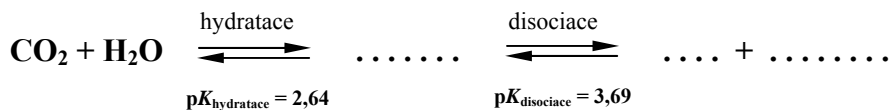
$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$
$\text{K}^+$	$\text{BB}_s$

$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$
$\text{K}^+$	$\text{HCO}_3^-$
	$\text{AG}$

20. Uveďte, které anionty reprezentují: a)  $\text{SID}_{\text{eff}}$ ; b)  $\text{SID}_{\text{app}}$ ; c)  $\text{BB}_s$ ; d) AG.
21. Jaké změny iontogramu provázejí zvýšení AG?
22. Jak se změní SID při a) zvýšení koncentrace  $\text{Cl}^-$ ; b) zvýšené tvorbě ketonových látek; c) akutním průjmu; d) hypoxii; e) intoxikaci ethylenglykolem; f) déletrvajícím zvracením?
23. Pokles koncentrace albuminu o 4 g/l je obvykle kompenzován zvýšením koncentrace  $\text{HCO}_3^-$  o 1 mmol/l. Jaký je předpoklad změny koncentrace  $\text{HCO}_3^-$  při poklesu albuminemie ze 40 g/l na 28 g/l?
24. Vyjmenujte hlavní kyselé produkty metabolismu, jejich původ a způsob jejich vylučování.
25. Jaký typ stravy přispívá ke zvýšené produkci  $\text{OH}^-$  iontů?
26. Za jakých fyziologických podmínek se může zvýšit tvorba  $\text{CO}_2$ ? Jakým pochodem se odstraní  $\text{CO}_2$  z organismu?
27. Kolik litrů  $\text{CO}_2$  se průměrně denně vyloučí plicemi z organismu?

## Pufrační systémy v organismu

28. Které pufrační systémy se nejvýznačněji podílejí na celkové pufrační kapacitě a) v plné krvi; b) v plazmě; c) v erythrocytech; d) v IST; e) v cytoplazmě buněk?
29. Napište obecný tvar Hendersonovy-Hasselbalchovy rovnice pro výpočet pH pufru.
30. Na čem závisí kapacita pufru, jak ji ovlivňuje hodnota  $pK_A$ ?
31. Které pufrы budou z tohoto hlediska obecně účinné při udržování fyziologického pH?
32. Uveďte hlavní protein a) krve; b) plazmy. Jaké jsou průměrné koncentrace těchto proteinů?
33. Doplňte rovnici charakterizující reakci  $CO_2$  s  $H_2O$ . Vysvětlete tento rovnovážný stav.



34. Na základě hodnot  $pK$  určete, která forma hydrogenuhličitanového pufru převládá ve vodném roztoku.
35. Který enzym se podílí na urychlení první rovnovážné reakce? V kterých buňkách se vyskytuje?
36. Vysvětlete, jak se liší vztahy pro výpočet skutečné ( $K_{A1}$ ) a zdánlivé ( $K'_{A1}$ ) disociační konstanty pro hydrogenuhličitanový systém:

$$K_{A1} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$pK_{A1} = 3,69 \quad (37^\circ C)$$

$$K'_{A1} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[CO_2] + [H_2CO_3]}$$

$$pK'_{A1} = 6,33 \quad (\text{voda}, 37^\circ C)$$

$$pK'_{A1} = 6,10 \quad (\text{plazma}, 37^\circ C)$$

37. Napište Hendersonovu-Hasselbalchovu rovnici pro hydrogenuhličitanový systém v plazmě tvořený  $CO_2$ ,  $H_2CO_3$ ,  $HCO_3^-$  a  $H^+$ .
38. Popište rovnici reakci hydrogenuhličitanového pufru po přidavku a)  $H^+$ ; b)  $OH^-$ .
39. Jak budou výše uvedené reakce probíhat v a) uzavřeném systému; b) otevřeném systému?
40. Vypočtete, jaké pH bude mít hydrogenuhličitanový pufr po přidání 2 mmol  $H^+$  k 1 litru pufru v otevřeném a uzavřeném systému:

	výchozí stav	uzavřený systém	otevřený systém
$[HCO_3^-]$	24 mmol/l	.....	.....
$[CO_2 + H_2CO_3]$	1,2 mmol/l	.....	.....
pH	.....	.....	.....

41. Jaký je poměr  $[HCO_3^-] / ([CO_2] + [H_2CO_3])$  při a) fyziologickém pH; b) pH 7,1; c) pH 7,7?
42. Je hydrogenuhličitanový pufr účinnější vůči alkalizaci nebo acidifikaci?
43. Jaký je poměr mezi hydrogen- a dihydrogenfosfátem ( $pK_2(H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}) = 6,8$ ) a) v plazmě při pH 7,4; b) v moči při pH 5,8?

44. Kde v organismu se nejvíce uplatňuje fosfátový pufr?
45. Jak lze vysvětlit pufrální schopnost proteinů?
46. Která z aminokyselin se bude převážně podílet na pufrálním účinku proteinů při udržování fyziologického pH krve?

Hodnoty  $pK_{A3}$  vedlejších řetězců aminokyselin

Aminokyselina	Asp	Glu	His	Cys	Tyr	Lys	Arg
$pK_{A3}$	3,9	4,3	6,0	8,3	9,1	10,5	12,5

47. Ve kterých tělních tekutinách se pufrální účinek proteinů nejvíce uplatňuje?
48. Která z forem hemoglobinu (oxygenovaný, neoxygenovaný) je silnější kyselinou?
49. Co je podstatou pufrální schopnosti hemoglobinu? Zapište rovnici.
50. Jak ovlivní acidemie afinitu hemoglobinu ke kyslíku?
51. Vysvětlete "ústřední" postavení hydrogenuhličitanového pufru a výhody, které z toho vyplývají pro další pufrální systémy.
52. Vysvětlete tzv. chloridový posun (Hamburgerův efekt).
53. Vysvětlete, proč se transport  $CO_2$  nazývá isohydrický.
54. Popište, jakým způsobem regulují plíce parciální tlak  $CO_2$  v krvi.
55. Co napomáhá uvolnění kyslíku z  $HbO_2$  ve tkáních?
56. Porovnejte hodnoty  $pO_2$ ,  $pCO_2$  ve vdechovaném a vydechovaném vzduchu s hodnotami v krvi.
57. Jak ovlivňuje dýchání změna a)  $pCO_2$ ; b) pH v ECT?
58. Nakreslete schématicky vazbu  $CO_2$  na hemoglobin za vzniku karbamátu.
59. Jakým pochodem vzniká v ledvinách a)  $NH_4^+$ ; b)  $H^+$ ?
60. Jaká je mezní hodnota pH kyselého moče?
61. Jak se projeví zvýšené vylučování  $H^+$  do moče?
62. Jakou roli hraje fosfátový pufr v moči?
63. Resorpce  $HCO_3^-$  je spojena s resorpcí  $Na^+$ . Vysvětlete.
64. Hyperkalemie přispívá k metabolické acidóze, naproti tomu hypokalemie může navodit v organismu metabolickou alkalózu. Vysvětlete.
65. Který orgán je hlavním místem utilizace glutaminu během metabolické acidózy?
66. Vysvětlete, proč při dlouhodobé acidóze stoupá vylučování  $NH_4^+$ . Jaké bude pH moče?
67. Popište, jakým způsobem se zapojují játra do regulace acidobazické rovnováhy.
68. Jak ovlivní acidemie aktivitu karbamoylfosfátsynthetasy (klíčového enzymu ureogeneze) z pohledu dostupnosti substrátů, tj.  $NH_3$  a  $HCO_3^-$ ?
69. Který z procesů detoxikace  $NH_4^+$  v játrech je acidifikující?