

LÄÄKETIETEEN ALAN VALINTAKOE
28.5.2009

VASTAUSANALYYSIT

TEHTÄVÄKOHTAISET PISTEET:

1	20	2	9	3	17	4	18	
5	10	6	12	7	16	8	11	
9	14	10	14	11	18			
							yhteensä	159

Vastausanalyysissä määritellään yleisesti kunkin tehtävän osalta arvostelun perusteena olevat asiasisällöt. Yksittäisiä vaadittavia mainintoja tai niiden pistearvoa ei vastausanalyysistä voi päätellä. Yksityiskohtaisesti pisteytettyä ”mallivastausta” ei esitetä, koska asiasisällön esittämisessä voi tehtävän mukaan olla yksilöllisiä vastaustapoja.



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |_|_|_|_|_|_|_| - |_|_|_|_|_|

Sukunimi: _____

Etunimet: _____

Nimikirjoitus: _____

Tehtävä 1

20 pistettä

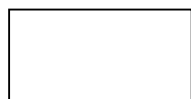
Kirjoita tehtävämonisteessa olevien aineistotekstiotteiden perusteella yhteenveto, jossa vertaillet aikuisilla ja lapsilla tapahtuvia muutoksia verenkierrossa ja verenkiertoelimistön toiminnassa saunomisen aikana ja lyhytaikaisesti saunomisen jälkeen.

Vastauksen mahtuminen annettuun tilaan edellyttää kokonaisuuden hallintaa: hyvää jäsentelyä, keskittymistä olennaiseen ja harkittua esimerkkien käyttöä. Aikuisilla ja eri-ikäisillä lapsilla tapahtuvien muutosten vertailun on käytävä selkeästi ilmi vastauksesta, eikä sitä voi jättää korjaajan tulkittavaksi. Keskeisten erojen lisäksi on käsiteltävä myös yhtäläisyyksiä.

Vastauksesta on käytävä ilmi saunomisen aikaisen lämpökuormituksen yleiset vaikutukset, jotka ovat samankaltaiset sekä lapsilla että aikuisilla: ääreisverenkierron (erityisesti ihon verenkierron) voimakas lisääntyminen, keskeisen verenkierron tilavuuden ja verenpaineen ylläpitämiseksi tapahtuva suolistoalueen ja munuaisten verisuonten supistuminen ja sydämen syketiheyden kasvu. Lisäksi on tarkasteltava lasten aikuisia huonompaa lämmönsietokykyä heidän sydän- ja verisuonijärjestelmänsä rajallisen kapasiteetin vuoksi. Syketiheyden kasvattamisvara on lapsilla pienempi kuin aikuisilla.

Vertailun kohteeksi on otettava erityisesti iskutilavuuden sekä syketiheyden nousun yhteys minuuttitulavuuden kasvuun (aikuisilla ja yli 5-vuotiailla lapsilla syketiheyden nousu johti minuuttitulavuuden kasvuun, mutta alle 5-vuotiailla lapsilla iskutilavuus pieneni ja syketiheyden nousun avulla minuuttitulavuus saatiin vain ylläpidettyä). Aikuisilla ja yli 10-vuotiailla lapsilla verenpainetta ylläpitävät mekanismit ovat tehokkaampia kuin alle 10-vuotiailla lapsilla, mikä tuli korostuneesti esiin saunomisen jälkeisessä vaiheessa. Alle 10-vuotiailla lapsilla verenpaine laski syketiheyden nopeasti alentuessa, kun ihoverisuonet olivat vielä laajentuneita. Syyksi heillä ilmenneisiin huimausoireisiin ja jopa pyörtymisiin epäiltiin alentunutta aivoverenvirtausta.

Aineisto



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |_|_|_|_|_|_| - |_|_|_|_|_|

Sukunimi: _____

Etunimet: _____

Nimikirjoitus: _____

Tehtävä 2

9 pistettä

a) Mitkä ihon ja ihonalaiskudoksen rakenteet osallistuvat tasalämpöisyyden ylläpitoon aikuisella ihmisellä? (4 p)

Ihoverisuonet, pienet hikirauhaset, ihonalainen rasvakerros ja karvapeite (hiukset)

b) Millä tavoin nämä rakenteet edistävät tasalämpöisyyden säilymistä? (5 p)

Kehonlämmön kohotessa ihoverisuonten laajeneminen ja ihon verenkierron lisääntyminen tehostavat lämmön poistumista kehosta. Kylmässä ympäristössä ihoverisuonten supistuminen ja ihoverenkierron väheneminen vähentävät lämmön poistumista ympäristöön.

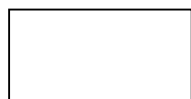
Kehonlämmön noustessa pienten hikirauhasten erittämän hien haihtuminen iholta sitoo lämpöä.

Ihonalainen rasvakudos toimii lämmöneristeenä ja hillitsee elimistön jäähtymistä kylmässä ympäristössä ja lämpenemistä lämpimässä ympäristössä.

Karvapeitteen vuoksi lämmin ilmakerros pysyy paikallaan ihon pinnassa ja vähentää lämmönhukkaa.

Galenos: 196, 199, 267, 271, 272, 415. 420, 450

Aineisto



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: - Sukunimi: Etunimet: Nimikirjoitus: **Tehtävä 3****17 pistettä**

a) Mikäli saunojan ihon lämpötila ei muutu, niin kuinka paljon henkilöstä siirtyy lämpöenergiaa säteilemällä 12 minuutin aikana? (4 p)

$$\dot{Q}_e = A \cdot \sigma \cdot T_k^4 \approx 1,9\text{m}^2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4} \cdot 312^4 \text{K}^4 \approx 1020,8\text{W} \approx 1,0\text{kW}$$

$$Q_e = \dot{Q}_e \cdot t \approx 1020,8\text{W} \cdot 12 \cdot 60\text{s} \approx 735000\text{J} \approx \underline{0,74\text{MJ}}$$

b) Entä kuinka paljon henkilöön siirtyy lämpöenergiaa säteilemällä samassa ajassa? (3 p)

$$\dot{Q}_a = A \cdot \sigma \cdot T_s^4 \approx 1,9\text{m}^2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4} \cdot 373^4 \text{K}^4 \approx 2085,3\text{W} \approx 2,1\text{kW}$$

$$Q_a = \dot{Q}_a \cdot t \approx 2085,3\text{W} \cdot 12 \cdot 60\text{s} \approx 1501428\text{J} \approx \underline{1,5\text{MJ}}$$

c) Mikä on säteilemällä siirtyvän tehon nettomäärä ja -suunta? (2 p)

$$\dot{Q}_r = \dot{Q}_e - \dot{Q}_a \approx 1020,8\text{W} - 2085,3\text{W} \approx -1065\text{W} \text{ eli ympäristöstä henkilöön siirtyy lämpöä säteilemällä } \underline{1,1\text{ kW}} \text{ teholla.}$$

d) Laske lämpöenergian kuljetusteho ilmasta saunojaan käyttäen konvektioyhtälöä ja luonnollisen kuljettumisen laskukaavaa. (4 p)

$$h = 2,38 \cdot |312 - 373|^{0,25} \frac{\text{W}}{\text{Km}^2} \approx 6,651 \frac{\text{W}}{\text{Km}^2} \text{ ja lämmön siirto konvektiolla}$$

$$\dot{Q}_c = 6,651 \frac{\text{W}}{\text{Km}^2} \cdot 1,9\text{m}^2 \cdot 61\text{K} \approx 770,9\text{W} \approx \underline{770\text{W}}$$

e) Kuinka suuri henkilön hikoilunopeuden (kg/h) tulee saunassa olla, jotta kehon lämpötila ei nouse, kun oletetaan, että hiki haihtuu kokonaisuudessaan? Oleta hien olevan termodynaamisesti täysin veden kaltaista ja termodynaamisen prosessin saman kuin kiehumisessa. (4 p)

Tuotettu lämpö ulos > 0 , vastaanotettu lämpö sisään < 0

$$\dot{Q} = \dot{Q}_r + \dot{Q}_c - \dot{Q}_s \Rightarrow \dot{Q}_s = \dot{Q} - \dot{Q}_r - \dot{Q}_c \approx 83\text{W} + 1065\text{W} + 770,9\text{W} = 1918,9\text{W}$$

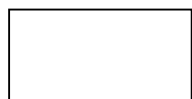
Veden (hien) haihduttamiseen saunan lämpöiseksi vesihöyryksi kuluu

$$Q_s = 61\text{K} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} + 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \approx 2515,59 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2515,59 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

jolloin hikoilunopeus r on

$$r = \frac{1918,9 \frac{\text{J}}{\text{s}}}{2515,59 \frac{\text{J}}{\text{g}}} \approx 0,76 \frac{\text{g}}{\text{s}} \approx 46 \frac{\text{g}}{\text{min}} \approx \underline{2,7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}$$

Galenos: 267-269, 270



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

Sukunimi: _____

Etunimet: _____

Nimikirjoitus: _____

Tehtävä 4**18 pistettä**

a) Laske sydämen iskutilavuus ennen saunomista (syke 75 lyöntiä minuutissa) ja saunomisen aikana (syke 120 lyöntiä minuutissa). (4 p)

Minuuttitilavuus = syke · iskutilavuus (sv)

$$\text{Ennen: } sv = \frac{5,31 \text{ l/min}}{75 / \text{min}} = 0,0708 \text{ l} \approx 71 \text{ ml}, \text{ aikana: } sv = \frac{9,16 \text{ l/min}}{120 / \text{min}} = 0,07633 \text{ l} \approx 76 \text{ ml}$$

b) Laske prosentteina, paljonko sydämen keskimääräinen teho muuttuu suhteessa tilanteeseen ennen saunomista. Käytä laskussa SI-yksiköitä. (6 p)

$$\text{Sydämen keskimääräinen teho } \langle P \rangle = \frac{3,5\rho}{A^2} \langle q \rangle^3 + \frac{7}{6} \langle p \rangle \langle q \rangle$$

$$\text{Paine pascaleina: } p = \rho_{\text{Hg}} gh = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,101 \text{ m} = 13475 \text{ Pa}$$

$$\text{Ennen: } P = \frac{3,5 \cdot 1050 \text{ kg/m}^3}{(0,0003 \text{ m}^2)^2} \cdot \left(\frac{5,31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \right)^3 + \frac{7}{6} \cdot 13475 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{5,31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 1,419 \text{ W} \approx 1,4 \text{ W}$$

$$\text{Aikana: } P = \frac{3,5 \cdot 1050 \text{ kg/m}^3}{(0,0003 \text{ m}^2)^2} \cdot \left(\frac{9,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \right)^3 + \frac{7}{6} \cdot 13475 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{9,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 2,545 \text{ W} \approx 2,5 \text{ W}$$

$$\text{Muutos-}\%: \frac{2,545 - 1,419}{1,419} \cdot 100 \% = 79,35 \% \approx 79 \%$$

c) Laske tehtävämönisteen kuvassa 1 olevan mallin avulla, paljonko ihonalaiskudoksen virtausvastus muuttuu PRU-yksiköissä (perifeerinen vastusyksikkö) tilanteissa ennen saunomista ja saunomisen aikana. Saunomisen aikana perifeerinen kokonaisvirtausvastus laskee 42 % ja ennen saunomista verenvirtauksesta 6,0 % kulkee ihonalaiskudoksen kautta. Saunomisen aikana muun kehon perifeerinen vastus = 1,1 PRU. Molemmissa tapauksissa keskimääräinen aortta- ja laskimopaineen ero $\Delta p = 98 \text{ mmHg}$. Huomioi miten PRU-yksikkö on määritelty. (8 p)

$$\text{Ihonalaiskudoksen virtaus, ennen: } 0,06 \cdot \frac{5310 \text{ ml}}{60 \text{ s}} = 5,31 \frac{\text{ml}}{\text{s}} \text{ eli: } PRU_{\text{iho}} = \frac{98 \text{ mmHg}}{5,31 \text{ ml/s}} = 18,456 \text{ PRU}$$

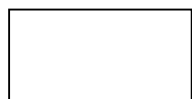
$$\text{Muun kudoksen virtaus, aikana: } \dot{Q}_{\text{muu}} = \frac{98 \text{ mmHg}}{1,1 \text{ PRU}} = 89,0909 \text{ ml/s} = 5345 \text{ ml/min}$$

$$\text{Ihon kautta: } \dot{Q}_{\text{iho}} = 9160 \text{ ml/min} - 5345 \text{ ml/min} = 3815 \text{ ml/min} \text{ eli:}$$

$$PRU_{\text{iho}} = \frac{98 \text{ mmHg} \cdot 60 \text{ s}}{3815 \text{ ml}} = 1,5413 \text{ PRU}$$

$$PRU_{\text{iho}} \text{ pienenee } 18,456 \text{ PRU} - 1,5413 \text{ PRU} = 16,91 \text{ PRU} \approx 17 \text{ PRU}$$

(Tai muu loogisesti etenevä ja oikeaan tulokseen johtava ratkaisutapa)



(korjaajan merkintöjä)

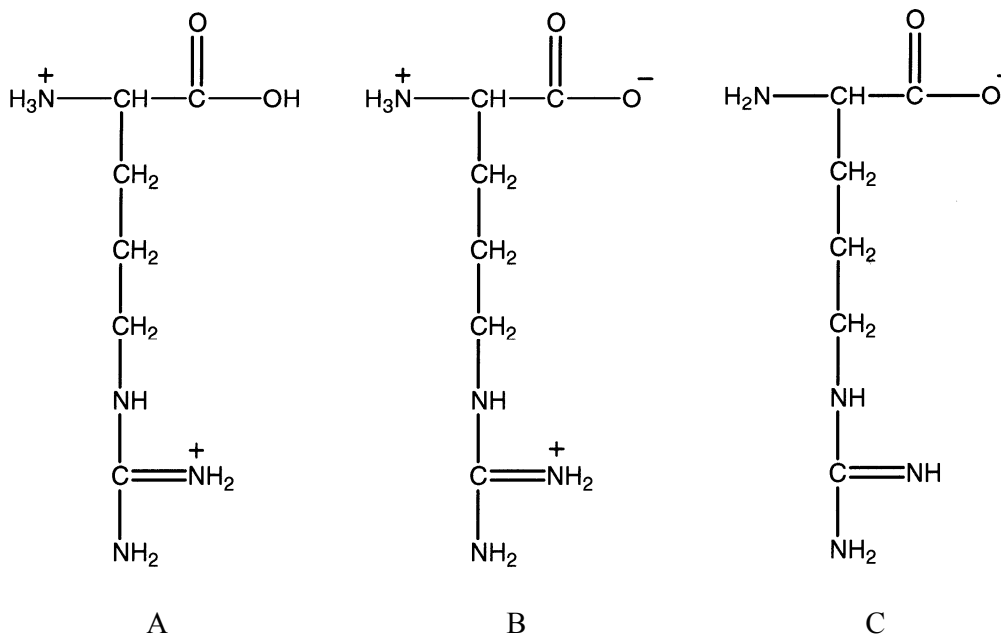
Henkilötunnus: - Sukunimi: Etunimet: Nimikirjoitus: **Tehtävä 5****10 pistettä**

a) Pohdi mitä fysiologisia vaikutuksia sydämen toiminnan kannalta typpioksidilla voi olla saunomisen aikana. (4 p)

Sydämen kuormitus ja energiantarve lisääntyvät saunomisen aikana syketiheyden kasvun ja minuuttitilavuuden kasvun (yli 10-vuotiailla lapsilla ja aikuisilla) vuoksi. Typpioksidin muodostumisen lisääntyminen saunomisen aikana saa aikaan verisuonien, myös sepelvaltimoiden laajenemisen.

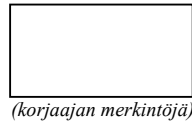
Sepelvaltimoiden laajeneminen lisää sydänlihaksen energian- ja hapensaantia. Verisuonien laajeneminen vähentää veren virtausvastusta ja pyrkii osaltaan pienentämään sydämen kuormitusta.

b) Piirrä täydellinen rakennekaava arginiinin siitä muodosta, joka on vallitseva vesiliuoksessa pH:n arvolla A) 1, B) 7 ja C) 13,5. Vihje: arginiinin sivuketjun protonoituminen tapahtuu kaksoissidokselliseen tyyppiin. (6 p)



Galenos: 15-16, 18-24, 40-43, 52-61, 272, 420, 445, 446, 455, 528

Aineisto



Henkilötunnus: |_|_|_|_|_|_|_| - |_|_|_|_|_|_|_|
 Sukunimi: _____
 Etunimet: _____
 Nimikirjoitus: _____

Tehtävä 6

12 pistettä

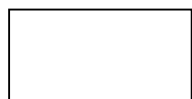
a) Mitkä tehtävämonisteessa olevan kuvan 2 spiogrammeista 1-6 (ryhmien keskiarvokäyriä) kuvaavat aineistotekstissä mainittujen 2-5-vuotiaiden lasten hengitystä ennen saunomista ja maksimaalista hengitystä saunomisen aikana? Mitkä ovat vastaavat kuvaajat yli 15-vuotiaiden ryhmälle? Perustele vastauksesi. (6 p)

Spiogrammista saadaan hengitystaajuus ja kertahengitysilman tilavuus, joiden tulo on minuuttitilavuus. Aineistotekstin taulukossa 8 annettuja minuuttitilavuuksia vastaavat spiogrammit ennen saunomista ja saunomisen aikana ovat 2-5-vuotiaille 2 ja 4 ja yli 15-vuotiaille vastaavasti 3 ja 1. Minuuttitilavuudet ennen saunomista ovat näillä ryhmillä lähes samansuuruiset, mutta spiogrammit erottuvat toisistaan hengitystaajuuden ja -tilavuuden mukaan 2-5 vuotiaiden lasten hengittäessä tiheämmin ja pienemmillä kertahengitysilmatilavuuksilla.

b) Mistä syystä saunominen lisää hengitystaajuutta ja/tai kertahengitysilmatilavuutta ja siten keuhkotuuletusta? (6 p)

Ympäristön lämmitessä lämpenevien kudosten aineenvaihdunta kiihtyy ja elimistön lämmöntuotto lisääntyy. Tämä lisää hiilidioksidin muodostusta. Hiilidioksidi ja sen muodostaman hiilihapon dissosiaatiossa syntyvät vetyionit stimuloivat hengitystä vaikuttamalla ydinjatkeen ja valtimoiden kemoreseptoreihin.

Galenos: 104, 271, 381-384, 390, 391
Aineisto



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

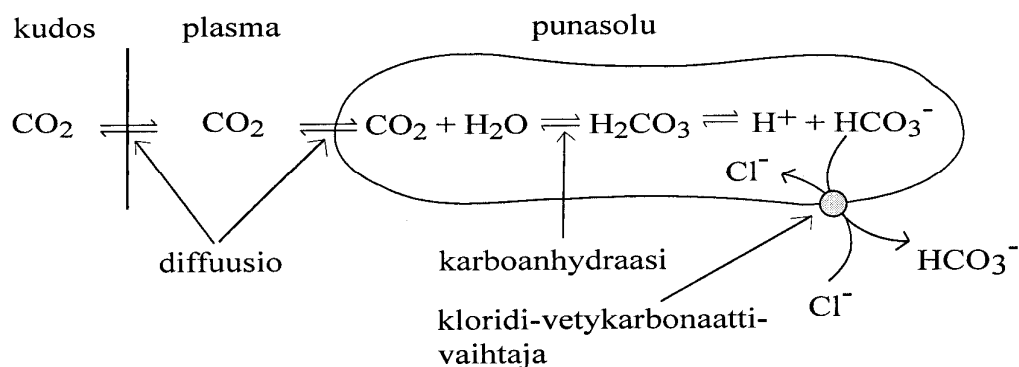
Sukunimi: _____

Etunimet: _____

Nimikirjoitus: _____

Tehtävä 7**16 pistettä**

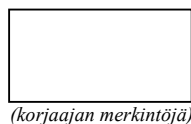
a) Kuvaa reaktioyhtälöiden ja kaavioiden avulla kudoksessa muodostuneen CO_2 :n muuntuminen veriplasman vetykarbonaatti-ioniksi. Nimeä reaktiosarjan osareaktioita mahdollisesti katalysoivat entsyymit. Kuvaa myös, mitkä reaktiosarjan aineet siirtyvät solukalvon läpi ja millä tavoilla nämä siirtymiset tapahtuvat. (10 p)



b) Tehtävämonisteen kuvassa 3 on esitetty oksihemoglobiinin dissosiaatiokäyrät kehon lämpötiloissa $37\text{ }^\circ\text{C}$ ja $42\text{ }^\circ\text{C}$. Koska saunomisen aikana kehon lämpötila kohoaa, niin mitä dissosiaatiokäyrien perusteella voidaan päätellä saunomisen vaikutuksesta hapen sitoutumiseen keuhkoissa ja siirtymiseen kudoksiin verrattuna tilanteeseen, jossa kehon lämpötila on normaali? (6 p)

Keuhkojen happiosapaineessa (n. 100 mmHg) hemoglobiiniin sitoutuu hieman vähemmän happea korkeammassa lämpötilassa, mutta ero on kuitenkin pieni eikä merkittävästi alenna kudoksiin kulkeutuvaa happimäärää. Kudosten happiosapaineessa (n. 40 mmHg) oikeanpuoleinen käyrä kulkee huomattavasti alempana, joten hemoglobiini on luovuttanut suuremman osuuden kuljettamastaan hapesta korkeammassa lämpötilassa. Saunomisen aiheuttama lämmön nousu parantaa siten hapen siirtymistä kudoksiin.

Galenos: 58, 96, 387-389, 389-393



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

Sukunimi: _____

Etunimet: _____

Nimikirjoitus: _____

Tehtävä 8**11 pistettä**

Normaalisti valtimoveren hiilidioksidiosapaine ($p\text{CO}_2$) on 5,33 kPa, pH 7,40 ja vetykarbonaatti-ionin konsentraatio 26,6 mmol/l. Saunomisen aikana hiilidioksidin osapaine voi kohota kapillaariveren plasmassa arvoon 7,15 kPa ja veren pH laskea arvoon 7,26. Mitkä ovat tällöin kapillaariveren plasmaan liunneen hiilidioksidin ja vetykarbonaatti-ionin konsentraatiot (mmol/l)? Muita mahdollisia veren pH-arvoon vaikuttavia tekijöitä ei oteta huomioon.

pK_a -arvo hiilidioksidi-vetykarbonaattipuskurijärjestelmälle voidaan ratkaista sijoittamalla normaalitilanteen arvot yhtälöön:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{A}^-]}{[p\text{CO}_2 \cdot H]} = 7,40 - \log \frac{26,6}{(5,33 \cdot 0,25)} = 6,10$$

Saunomisen aikana liunneen CO_2 :n konsentraatio kapillaariveressä:

$$c_{\text{CO}_2} = p_{\text{CO}_2} \cdot H \text{ (Henryn vakio)}$$

$$c_{\text{CO}_2} = 7,15 \text{ kPa} \cdot 0,250 \text{ mmol/(l} \cdot \text{kPa)}$$

$$c_{\text{CO}_2} = 1,79 \text{ mmol/l}$$

HCO_3^- :

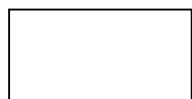
$$7,26 = 6,10 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{1,79}$$

$$\log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{1,79} = 1,16$$

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{1,79} = 14,45$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 25,9 \text{ mmol/l}$$

Galenos: 59, 129, 390, 393



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |_|_|_|_|_|_| - |_|_|_|_|_|

Sukunimi: _____

Etunimet: _____

Nimikirjoitus: _____

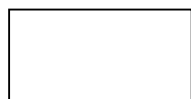
Tehtävä 9**14 pistettä**

Millä mekanismeilla elimistö pyrkii kompensoimaan saunomisen yhteydessä tapahtuvaa suolanmenetystä?

Vastauksessa tulee yksityiskohtaisesti kuvata reniini-angiotensiini-aldosteronijärjestelmän toiminta suolanmenetyksen yhteydessä: reniinin aktivoituminen ja angiotensiinin muodostuminen sekä aldosteronin vapautuminen lisämunuaisten kuorikerroksesta ja vaikutusmekanismi munuaisissa. Lisäksi vastauksessa tulee käydä esiin atriopeptidierityksen vähenemisen vaikutus.

Galenos: 499, 514, 516, 518

Aineisto



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: - Sukunimi: Etunimet: Nimikirjoitus: **Tehtävä 10****14 pistettä**

Laske tehtävämonisteessa mainitussa koetilanteessa olevien vakioiden ja mittaustulosten perusteella alkuperäisen näytteen hormonikonsentraatio. Oleta, että vapaiden hormonien (Hor ja Hor^{*}) konsentraatio reaktioseoksessa ei muutu merkittävästi niiden sitoutuessa A:han (ylimäärä Hor^{*}:a ja Hor:a suhteessa A:han) eli $C_{\text{Hor}^*} \approx [\text{Hor}^*]$ ja $C_{\text{Hor}} \approx [\text{Hor}]$. Vihje: ratkaisu saadaan C_A :n lausekkeesta.

$$K_1 = \frac{[\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*][\text{A}]} \Leftrightarrow [\text{A}] = \frac{[\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*]K_1}$$

$$K_2 = \frac{[\text{HorA}]}{[\text{Hor}][\text{A}]} \Leftrightarrow [\text{HorA}] = K_2[\text{Hor}][\text{A}]$$

Yllä olevan perusteella saadaan

$$[\text{HorA}] = K_2[\text{Hor}][\text{A}] = \frac{K_2[\text{Hor}][\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*]K_1} = \frac{[\text{Hor}][\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*]}$$

Sijoitetaan yhtälöön

$$C_A = [\text{A}] + [\text{Hor}^* \text{A}] + [\text{HorA}] \Leftrightarrow C_A = \frac{[\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*]K_1} + [\text{Hor}^* \text{A}] + \frac{[\text{Hor}][\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*]}$$

$$\Leftrightarrow [\text{Hor}] = \frac{C_A[\text{Hor}^*]}{[\text{Hor}^* \text{A}]} - \frac{1}{K_1} - [\text{Hor}^*]$$

$$\Leftrightarrow [\text{Hor}] = \frac{1,00 \cdot 10^{-16} \text{ mol/l} \cdot 3,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}}{3,74 \cdot 10^{-17} \text{ mol/l}} - \frac{1}{3,00 \cdot 10^9 \text{ l/mol}} - 3,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

$$\Leftrightarrow [\text{Hor}] = 1,69 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

Näyte laimeni, kun sitä lisättiin reaktioseokseen:

$$\begin{aligned} \text{alkuperäisen näytteen hormonikonsentraatio} &= 1,000 \text{ ml} / 0,200 \text{ ml} \cdot [\text{Hor}] \\ &= 1,000 / 0,200 \cdot 1,69 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l} = \underline{8,45 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}} \end{aligned}$$

Galenos: 52-54, 75, 142, 212



Henkilötunnus: -
 Sukunimi: _____
 Etunimet: _____
 Nimikirjoitus: _____

Tehtävä 11**18 pistettä**

a) Kiuas korvataan sähkökiukaalla, jossa kolme identtistä vastusta on kukin erikseen kytketty 230 V teholliseen jännitteeseen. Kuinka suuri pitää kunkin vastuksen resistanssin olla, jotta lämmitysaika pysyisi samana? (5 p)

$$P = UI, U = RI \Rightarrow I = U/R, P = U^2/R, E/3 = Pt = U^2 t/R \Rightarrow R = 3 \cdot U^2 t/E$$

$$E = 22 \text{ MJ} = 22 \cdot 10^6 \text{ J}, U = 230 \text{ V}, t = 65 \text{ min} = 60 \cdot 65 \text{ s}$$

$$R = \frac{3 \cdot (230 \text{ V})^2 \cdot 60 \cdot 65 \text{ s}}{22 \cdot 10^6 \text{ J}} = 28,1331 \dots \Omega \approx 28 \Omega$$

b) Jos saunan ilma on täysin kuivaa ja ilmanpaine saunassa on 105 kPa kun saunomislämpötila saavutetaan, niin kuinka suuri osuus lämmitykseen käytetystä energiasta on kulunut sillä hetkellä saunassa olevan ilman lämmittämiseen? Tässä oletetaan, että ilman lämpötila on kaikkialla saunassa sama. $c_{p,\text{ilma}} = 1,0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $\rho_{\text{ilma}}(85 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,02 \text{ kg}/\text{m}^3$ (5 p)

$$W = \chi E, W = c_{p,\text{ilma}} \cdot m_{\text{ilma}} \cdot \Delta T = c_{p,\text{ilma}} \cdot \rho_{\text{ilma}} \cdot V_{\text{ilma}} \cdot \Delta T \Leftrightarrow \chi = \frac{c_{p,\text{ilma}} \cdot \rho_{\text{ilma}} \cdot V_{\text{ilma}} \cdot \Delta T}{E}$$

$$\Delta T = 85 \text{ }^\circ\text{C} - 22 \text{ }^\circ\text{C} = 63 \text{ K}, E = 22 \text{ MJ} = 22 \cdot 10^6 \text{ J}, V_{\text{ilma}} = 7,28 \text{ m}^3$$

$$c_{p,\text{ilma}} = 1,0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) = 1,0 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}), \rho_{\text{ilma}}(85 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,02 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\chi = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 1,02 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 7,28 \text{ m}^3 \cdot 63 \text{ K}}{22 \cdot 10^6 \text{ J}} = 0,02126 \dots \approx 0,021 \Leftrightarrow \chi \approx 2,1 \%$$

c) Mikäli kiukaalle heitetään 2,5 dl vettä (22 °C), joka höyrystyy kokonaan, ja oletetaan, ettei ilma (hetkellisesti) pääse poistumaan saunasta sekä odotetaan, kunnes lämpötila ja ilmankosteus saunan sisällä ovat tasaantuneet, niin kuinka paljon ilmanpaine saunassa on noussut löylynheittoa edeltävään hetkeen verrattuna? Voit käsitellä sekä ilmaa että vesihöyryä ideaalikaasuina ja voit olettaa niiden olevan kaikkialla saunassa 85 °C lämpötilassa. (8 p)

$$\text{Dalton} \Rightarrow p_{\text{tot}} = p_{\text{ilma}} + p_{\text{vesihöyry}} \Rightarrow \Delta p = p_{\text{vesihöyry}}, p_{\text{vesihöyry}} \cdot V_{\text{vesihöyry}} = n_{\text{vesihöyry}} RT$$

$$n_{\text{vesihöyry}} = \frac{m_{\text{vesihöyry}}}{M_{\text{vesihöyry}}} = \frac{m_{\text{vesi}}}{M_{\text{vesi}}} = \frac{\rho_{\text{vesi}} V_{\text{vesi}}}{M_{\text{vesi}}}$$

$$T = 85 \text{ }^\circ\text{C} = (85+273,15) \text{ K} = 358,15 \text{ K}, R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}), V_{\text{vesihöyry}} = 7,28 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{vesi}} = 2,5 \text{ dl} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \rho_{\text{vesi}}(22 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$M_{\text{vesi}} = 2 \cdot M_{\text{H}} + 1 \cdot M_{\text{O}} = 2 \cdot 1,0 \text{ g}/\text{mol} + 1 \cdot 16,0 \text{ g}/\text{mol} = 18,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg}/\text{mol}$$

$$\Delta p = p_{\text{vesihöyry}} = \frac{\rho_{\text{vesi}} \cdot V_{\text{vesi}} \cdot R \cdot T}{M_{\text{vesi}} \cdot V_{\text{vesihöyry}}} = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 358,15 \text{ K}}{18,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg}/\text{mol} \cdot 7,28 \text{ m}^3}$$

$$= 5,6808 \dots \cdot 10^3 \text{ J}/\text{m}^3 \approx 5,7 \text{ kPa}$$