

LÄÄKETIETEEN ALAN VALINTAKOE
27.5.2008

VASTAUSANALYYSIT

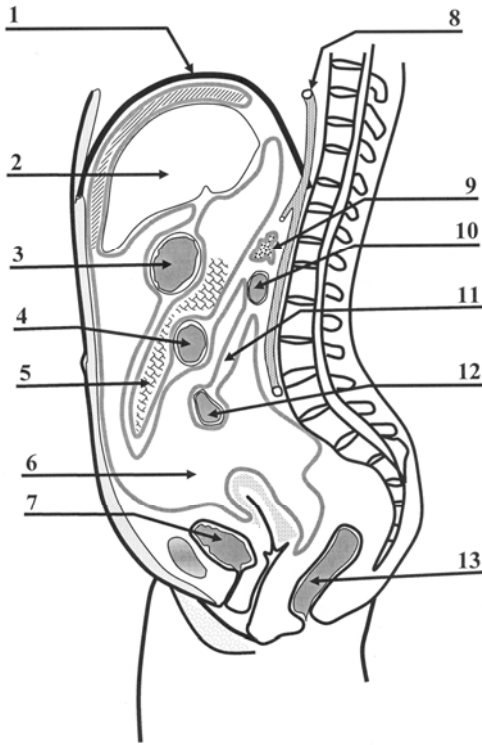
TEHTÄVÄKOHTAISET PISTEET:

1	13	2	12	3	11	4	8	5	7
6	15	7	12	8	13	9	9	10	8
11	8	12	6	13	12			yhteensä:	134

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.

Tehtävä 1**13 pistettä**

Nimeä tehtävämonisteen kuvasta 1 numeroidut rakenteet. Kirjoita kunkin rakenteen nimi (vain yksi nimi numeroitua rakennetta kohti) alla olevaan taulukkoon.



1	pallea
2	maksa
3	mahalaukku
4	(poikittainen) paksusuoli
5	vatsapaita
6	vatsakalvonontelo
7	virtsarakko
8	aortta tai alaonttolaskimo
9	haima
10	ohutsuoli/pohjukaissuoli
11	suolilieve
12	ohutsuoli/tyhjäsuoili/sykkyräsuoli
13	peräsuoli

Galenos: s. 372-373, 382, 399, 413-414, 416, 459-460, 470, 474-475, 480, 482-483, 485-488, 502, 503

Tehtävä 2**12 pistettä**

- a) Mikä on ultraäänen aallonpituus, kun sen nopeus kudoksessa on 1485 m/s? Mikä on kohteen etäreunan etäisyys tasosta F tehtävämonisteen kuvassa 2? (2 p)

$$\lambda = v / f = (1485 \text{ m/s}) / (1011000 \text{ Hz}) = 0,0014688... \text{ m} \approx 1,469 \text{ mm}$$

Koska pulssi kulkee kaksi kertaa kudoksen läpi, on etäisyys

$$s = v \cdot t / 2 = 1485 \text{ m/s} \cdot 53 \cdot 10^{-6} \text{ s} / 2 = 0,03935... \text{ m} \approx 3,9 \text{ cm}$$

- b) Ultraäänen nopeus väliaineessa saadaan kaavasta $v = \sqrt{E / \rho}$, missä ρ on väliaineen tiheys ja E on sen kimmomoduli. Mikäli tehtävämonisteessä olevan kuvan 2 patologisen kohteen tiheys on 965 kg/m^3 ja sen kimmomoduli on 2,2 GPa, niin mikä on sen paksuus? (3 p)

$$v = \sqrt{E / \rho} = \sqrt{2,2 \text{ GPa} / 965 \text{ kg/m}^3} \approx 1509,9 \text{ m/s}, t = 93 \text{ } \mu\text{s} - 53 \text{ } \mu\text{s} = 40 \text{ } \mu\text{s}$$

$$d = v \cdot t / 2 = 1509,9 \text{ m/s} \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ s} / 2 = 0,030198 \text{ m} \approx 3,0 \text{ cm}$$

- c) Ultraäänimittauksessa äänen nopeudeksi oletetaan kaikille kudostyypeille sama 1485 m/s. Kuinka suuri suhteellinen virhe (prosentteina) tästä aiheutuu kohdan b) patologisen kohteen paksuutta määritettäessä? (3 p)

Kohtien a) ja b) yhtälöiden perusteella voidaan suhteelliselle virheelle kirjoittaa lauseke (tässä $v_{\text{väärä}} = 1485 \text{ m/s}$):

$$\delta = \left| \frac{d - d_{\text{väärä}}}{d} \right| = \left| 1 - \frac{v_{\text{väärä}} \cdot t / 2}{v \cdot t / 2} \right| = \left| 1 - \frac{v_{\text{väärä}}}{\sqrt{E / \rho}} \right| = \left| 1 - \frac{1485 \text{ m/s}}{\sqrt{2,2 \cdot 10^9 \text{ Pa} / 965 \text{ kg/m}^3}} \right|$$

$$= 0,016490... \approx 0,016 \text{ eli } 1,6 \%$$

- d) Mikäli tehtävämonisteessä olevan kuvan 3 anturia M tai N käytetään yksinään, niin mikä on signaalin intensiteetti tasossa P? Kun molemmat anturit ovat käytössä, niin mikä on summasignaalin suurin mahdollinen intensiteetti tasossa P, jos signaalien superpositio tapahtuu lineaarisesti? Molempien anturien lähettämän äänen kudoksessa kulkema matka on 5,1 cm, intensiteetin puoliintumispaksuus kudoksessa on 3,0 cm ja intensiteetti kudoksen pinnalla on 12 W/cm^2 . Äänen intensiteetti on suoraan verrannollinen äänen amplitudin neliöön. (4 p)

Ääni kulkee kudoksessa tasolta F tasolle P matkan 5,1 cm ja sen intensiteetti puoliintuu jokaista kuljettua 3,0 cm kohti, joten

$$I = (1/2)^{\frac{5,1 \text{ cm}}{3,0 \text{ cm}}} \cdot 12 \text{ W/cm}^2 = 3,693433... \text{ W/cm}^2 \approx 3,7 \text{ W/cm}^2$$

Intensiteetti on suurin kun amplitudit summautuvat konstruktiivisesti, joten $A_{\text{summa}} = 2 \cdot A$, jossa

A on yhden ääniaallon amplitudi. Koska $I \propto A^2$, saadaan

$$I_{\text{summa}} / I = A_{\text{summa}}^2 / A^2 = (2 \cdot A)^2 / A^2 = 4$$

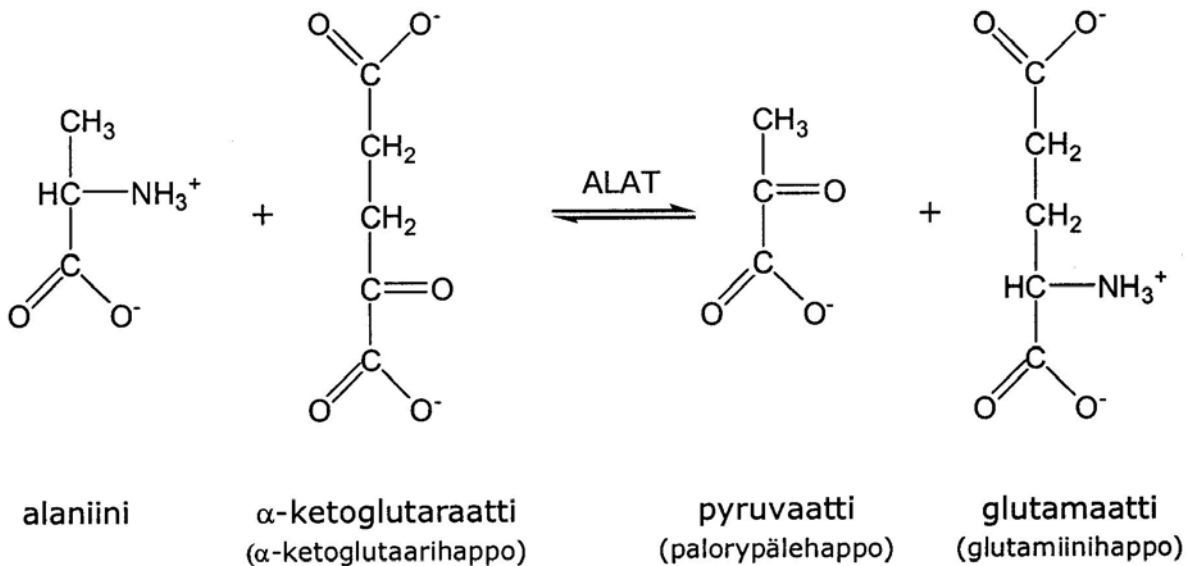
eli $I_{\text{summa}} = 4I = 4 \cdot 3,693433... \text{ W/cm}^2 \approx 15 \text{ W/cm}^2$

Tehtävä 3**11 pistettä**

- a) Mistä syystä ALAT-aktiivisuuden mittaamista veriseerumista voidaan käyttää mahdollisen maksavaurion laboratoriodiagnostiikassa? (2 p)

Aminotransferaasit (ALAT erityisesti) ovat maksan soluissa esiintyviä entsyymejä, jotka pääsevät vereen vain solujen hajotessa, minkä vuoksi niiden aktiivisuuden kasvu veressä osoittaa kudonsvauriota.

- b) Esitä rakennekaavoin ALAT-entsyymin katalysoima reaktio tehtävämonisteessä olevan taulukon 1 mukaisessa reagenssiseoksessa ja nimeä muodostuneet lopputuotteet. (6 p)



- c) Mistä absorbanssin muutos tehtävämonisteessä olevan taulukon 2 mittaustapahtumassa johtuu? (3 p)

Verinäytteen ALAT katalysoi transaminaatioreaktiota tuottaen pyruvaattia. Pyruvaatti reagoi LDH:n katalysoimassa reaktiossa NADH:n kanssa, joka hapettuu NAD⁺:ksi. Mittausaallonpituudella NADH absorboi, mutta NAD⁺ ei. Siten ALAT:in katalysoiman reaktion vaikutuksesta NADH:n konsentraatio pienenee aiheuttaen absorbanssin laskun.

Galenos: s. 74-75, 78-80, 107

Tehtävä 4**8 pistettä**

Laske tehtävämonisteessa olevan taulukon 2 mittaustulosten perusteella potilaan seeruminäytteen ALAT-aktiivisuus yksikössä $\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{l})$.

ALAT:n aktiivisuusmäärittämisessä tapahtuvasta kokonaisreaktiosta voidaan todeta, että alaniinin muuttuminen palorypälehapoksi ja tämän muuttuminen edelleen laktaatiksi tapahtuu samalla nopeudella kuin NADH:n muuttuminen NAD^+ :ksi, joten NADH:n kulumisen ($\mu\text{mol}/\text{min}$) kuvaa reaktionopeutta.

Taulukosta 2 laskettuna $\Delta A/\text{min} = 0,11 \text{ l}/\text{min}$

$V(\text{reaktioseos}) = 1,10 \text{ ml} = 0,00110 \text{ l}$

$A = \varepsilon cd$ ja $c = n/V \Rightarrow A = \varepsilon nd/V$

$\varepsilon(\text{NADH}_{340 \text{ nm}}) = 6,22 \text{ l}/(\text{cm} \cdot \text{mmol})$

$V(\text{laimennettu seeruminäyte}) = 0,100 \text{ ml} = 0,000100 \text{ l}$

$d = 1,00 \text{ cm}$

$$\Delta n(\text{reaktioseos}) = \frac{\Delta A/\text{min}}{\varepsilon \cdot d} \cdot V(\text{reaktioseos})$$

$$= \frac{0,11 \text{ l}/\text{min} \cdot 0,00110 \text{ l}}{6,22 \text{ l}/(\text{cm} \cdot \text{mmol}) \cdot 1,00 \text{ cm}} = 19,630... \cdot 10^{-6} \text{ mmol}/\text{min} = 19,630... \cdot 10^{-3} \mu\text{mol}/\text{min}$$

tätä muutosta katalysoiva entsyymiaktiivisuus oli 0,100 ml:ssa laimennettua seeruminäytettä,

laimennetun näytteen aktiivisuus [$\mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{l})$]

$$= \frac{19,630... \cdot 10^{-3} \mu\text{mol}/\text{min}}{0,100 \cdot 10^{-3} \text{ l}} = 196,30... \mu\text{mol}/(\text{min} \cdot \text{l})$$

määrittämistä varten näyte oli laimennettu 1:5, joten aktiivisuus seerumissa oli

$$5 \cdot 196,30... \frac{\mu\text{mol}}{\text{min} \cdot \text{l}} \approx 982 \frac{\mu\text{mol}}{\text{min} \cdot \text{l}} (= 982 \text{ U})$$

Galenos: s. 74-75, 78-80, 107, 165-167

Tehtävä 5**7 pistettä**

Perustele, miksi maksakirroosin etenemistä voidaan arvioida seuraamalla prokollageeni III -pitoisuuden muuttumista seerumissa.

Prokollageeni III on kollageeni III:n esiasteproteiini, jota maksan fibroblastit erittävät soluvälitilaan. Terveessä maksassa on vähän sidekudosta, mutta maksakirroosissa sidekudoksen (=prokollageeni III) määrä lisääntyy, jolloin sitä siirtyy maksan sinusoidien (hiussuonipoukamien) hataraseinäisyyden vuoksi myös verenkiertoon. Kohonnut pitoisuus voidaan mitata seerumista.

Galenos: s. 176, 474; Artikkeliliite

Tehtävä 6**15 pistettä**

- a) Millä mekanismeilla ja missä elimistön osissa ammoniakkia syntyy? (7 p)

Ammoniakkia syntyy deaminaatioreaktioissa aminohapoista maksassa ja glutamiinista (sekä eräistä muista aminohapoista) munuaisissa.

Suoliston mikrobien (bakteerien) ureaasi vapauttaa ureasta (virtsa-aineesta) ammoniakkia. Ammoniakkia syntyy myös suoliston limakalvon aineenvaihdunnassa.

- b) Mitä ammoniakille tapahtuu elimistössä ja miten se poistuu sieltä? (5 p)

Maksasolut syntetisoivat ammoniumioneista ja vetykarbonaatti-ioneista virtsa-ainetta eli ureaa (ureasykli). Urea eritetään maksasta verenkiertoon, kuljetetaan munuasiin ja eritetään virtsaan. Munuaisissa muodostunut ammoniakki sitoo vetyioneja ja eritetään virtsaan ammoniumionina. Ammoniakkia poistuu myös ulosteiden mukana sellaisenaan.

- c) Millä tavoin elimistön ammoniakkipitoisuuden kasvua yritetään ravitsemuksellisesti estää? (3 p)

Rajoittamalla valkuaisainepitoisen ravinnon nauttimista sekä lisäämällä ravintoaineiden avulla suoliston happamuutta, jolloin emäksinen ammoniakki sitoutuu happoihin ja jää imeytymättä.

Galenos: s. 107-108, 227, 490, 499, 535

Tehtävä 7**12 pistettä**

- a) Laske annetuilla lukuarvoilla diffuusiokalvon läpi 45 s aikana siirtyvä ammoniakin ainemäärä mooleissa. Oletetaan, että koko kalvo läpäisee ammoniakkia. Ammoniakin diffuusiokerroin kalvossa on $2,08 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$, diffuusiosylinterin kalvon paksuus on 0,15 cm, jakautumiskerroin on 0,95 ja veriplasman keskimääräinen ammoniakkikonsentraatio suodattimessa on $80,0 \text{ } \mu\text{mol/l}$. Oletetaan, että 45 s aikana konsentraatio ei ehdi muuttumaan veriplasmassa laskun kannalta merkittävästi. Laskuissa voidaan lisäksi olettaa, että sylinterimäinen diffuusiokalvo käyttäytyy kuten tasomainen diffuusiokalvo, jonka pinta-ala on sama kuin sylinterimäisen kalvon ulkopuolen pinta-ala. (6 p)

Molekyylihuon tiheys:

$$J_{\text{NH}_3} = \frac{KD}{\Delta x} \Delta c$$

Siirtyvä ammoniakin ainemäärä:

$$n_{\text{NH}_3} = A \frac{KD}{\Delta x} \Delta c \cdot t$$

Diffuusiotion pinta-ala

$$A = \pi dl$$

Ammoniakki poistuu täysin dialyysattorissa \rightarrow konsentraatioero $\Delta c = c_{\text{plasma}}$
joten

$$n_{\text{NH}_3} = \pi \cdot 6,0 \text{ cm} \cdot 30 \text{ cm} \cdot \frac{0,95 \cdot 2,08 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}}{0,15 \text{ cm}} \cdot \frac{80,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol}}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 45 \text{ s} = 2,68176 \dots \cdot 10^{-8} \text{ mol} \approx 27 \text{ nmol}$$

- b) Hoitolaitteen verikiertosuodatin poistaa bilirubiinia siten, että konsentraatioiden c_o ja c_i suhde käytetyllä veriplasmatilavuusvirtauksella on 0,667. Oletetaan, että hoitajakson aikana potilaan veriplasman bilirubiinia poistuu vain hoitolaitteen kautta eikä sitä synny lisää. Potilaan veriplasmatilavuus on 3,5 l. Laske käyttäen tehtävämonisteessa annettua yhtälöä veriplasmatilavuusvirtaus verikiertosuodattimen läpi. Käytä apuna tehtävämonisteessä olevan kuvan 6 tietoja. (6 p)

$$c(t) = c(0)e^{\frac{-Ff}{V}t}$$

$$\ln \frac{c(t)}{c(0)} = -\frac{Ff}{V} \cdot t = \text{kulmakerroin} \cdot t$$

Kuvaajasta saadaan kulmakerroin: $k = -1,42/60 \text{ min} = -0,0237 \text{ 1/min}$ (myös ainakin $k = -1,2/50 \text{ min} = -0,024 \text{ 1/min}$ on perusteltu)Konsentraatioiden suhde 0,667 $\rightarrow f = 1 - 0,667 = 0,333$

Veriplasmatilavuusvirtaus:

$$F = -k \cdot V/f = 0,0237 \text{ 1/min} \cdot 3,5 \text{ l} / 0,333 = 0,249 \dots \text{ l/min} \approx 0,25 \text{ l/min}$$

(jos $k = 0,024 \text{ 1/min}$ päädytään myös lopputulokseen 0,25 l/min)**Galenos: s. 118-124, 235, 555**

Tehtävä 8**13 pistettä**

Mitä tehtäviä maksan ja muun elimistön kannalta on seuraavilla verisuonilla?

a) maksavaltimo (4 p)

Maksavaltimo tuo hapekasta valtimoverta maksaan ja osan maksakudoksen tarvitsemista ravinto- ja rakenneaineista (esimerkiksi lipolyysissa vapautuneet rasvahapot, kudosten proteiinien hajoamistuotteet, kolesteroli, kylomikronit, HDL). Lisäksi maksavaltimon kautta maksaan tulee elimistön omia aineita ja elimistöön päässeitä vierasaineita hajotettavaksi, tuhottavaksi tai sappeen eritettäväksi (esimerkiksi bilirubiini ja verenkiertoon esimerkiksi ihoahaavasta levinneet mikrobit). Maksavaltimon kautta maksaan tulee sen aineenvaihduntaan vaikuttavia hormoneja (esimerkiksi lisämunuaisen adrenaliini, kilpirauhashormoni, testosteroni).

b) maksalaskimot (3 p)

Maksalaskimot toimivat maksan ja suoliston laskimotienä alaonttolaskimoon ja yleiseen verenkiertoon. Siten ne vievät maksan tuottamia aineita elimistön käytettäväksi ja varastoitavaksi (rakenne- ja plasmaproteiinit, glukoosi, rasvat). Lisäksi maksan ja esimerkiksi haiman (porttilaskimon kautta) tuottamat hormonit pääsevät maksalaskimoiden kautta verenkiertoon ja siten vaikuttamaan kohdekudostensa toimintaan (esimerkiksi D-vitamiini ja insuliini).

c) porttilaskimo (6 p)

Maksavaltimon lisäksi maksasolut saavat porttilaskimon kautta osan niiden tarvitsemasta hapesta ja energiasta. Porttilaskimo tuo maksaan siihen vaikuttavia suolistohormoneja (esim. sekretiini, insuliini) sekä suolistosta imeytyneet ravintoaineet maksaan metaboloitavaksi ja varastoitavaksi. Lisäksi porttilaskimo tuo maksaan sappiteiden kautta suoleen erittyneitä sappisuoloja, steroidihormoneja ym. (enterohepaattinen kierto). Porttilaskimo toimii suolistoalueen laskimotienä ja kuljettaa pois suolistosta imeytyneitä vierasaineita ja mikrobeja maksaan metaboloitavaksi.

Galenos: s. 217, 227, 252, 388, 414, 474-475, 476, 477, 510, 512, 531, 532, 537, 538-539

Tehtävä 9**9 pistettä**

- a) Onko kylmähaudetta lämmitettävä vai jäädytettävä, jotta sen ja siihen upotetun maksan lämpötilaksi saataisiin $+4,0\text{ °C}$? Perustelee vastauksesi laskutoimituksella. (3 p)

Jään sulaminen vaatii lämpöenergiaa $Q_{jää} = c_{jää} \cdot m_{jää}$. Veden ja sulaneen jään lämmittämiseen lämpötilaan $+4,0\text{ °C}$ tarvitaan lämpöenergiaa $Q_{vesi+jää} = c_{vesi} \cdot (m_{vesi} + m_{jää}) \cdot (4,0\text{ °C} - 0,0\text{ °C})$.

Maksan jäähtyessä lämpötilaan $+4,0\text{ °C}$ lämpöenergiaa vapautuu. Siten maksan jäähtymiseen tarvittava lämpöenergia on $Q_{maks} = c_{vesi} \cdot m_{maks} \cdot (4,0\text{ °C} - 37\text{ °C})$. Lämpöenergiaa tarvitaan siten yhteensä ($m_{vesi} = \rho_{vesi} \cdot V_{vesi} = 1,0\text{ kg/l} \cdot 3,0\text{ l} = 3,0\text{ kg}$)

$$Q_{tot} = Q_{jää} + Q_{vesi+jää} + Q_{maks}$$

$$= 333\text{ kJ/kg} \cdot 0,5\text{ kg} + 4,2\text{ kJ/kg °C} \cdot (3,0\text{ kg} + 0,5\text{ kg}) \cdot 4,0\text{ °C} - 4,2\text{ kJ/kg °C} \cdot 1,5\text{ kg} \cdot 33\text{ °C} = 17,4\text{ kJ}$$

Koska $Q_{tot} > 0$, on haudetta siis **lämmitettävä**.

- b) Kuinka kauan kylmähaudetta ja maksaa on jäädytettävä/lämmitettävä, kun lämpöelementti kytketään sähköverkkoon (50 Hz, 230 V, tehollinen arvo)? Lämpöelementin hyötysuhde on jäädytettäessä 61 % ja lämmitettäessä 79 %. (3 p)

a-kohdan perusteella lämpöelementti on lämmitystilassa, joten sen hyötysuhde on $\eta = 0,79$.

Annettujen tietojen nojalla tarkastellaan sähkövastuksen tehonkulutusta. Kun jännite sähkövastuksen R yli on U , kulkee vastuksessa virta $I = U/R$, jolloin (I, U tehollisia)

$$P = U \cdot I = U^2 / R, \text{ joten ajassa } t \text{ saatava lämpöenergia on } Q_{vastus} = \eta \cdot P \cdot t = \eta \cdot U^2 \cdot t / R.$$

a-kohdan perusteella haluttu lämpötila on saavutettu kun $Q_{vastus} = Q_{tot}$, josta voidaan ratkaista

$$t = \frac{R \cdot Q_{tot}}{\eta \cdot U^2} = \frac{50\ \Omega \cdot 17400\text{ J}}{0,79 \cdot (230\text{ V})^2} = 20,8178\dots\text{ s} \approx 21\text{ s}$$

Maksaa on siis lämmitettävä 21 s ajan.

- c) Kun siirrännäinen on ommeltu paikoilleen, potilaan veri lämmittää maksaa, kunnes sen lämpötila on sama kuin kehon lämpötila. Kuinka paljon potilaan kehon lämpötila laskee arvosta 37 °C siirrännäisen lämpiämisen johdosta? Potilaan massa sairaan maksan poiston jälkeen on 41 kg. Oletetaan, että potilaan metabolia ei tuota lämpöä tänä aikana eikä lämmön johtumista kehon ulkopuolelle tapahdu. (3 p)

Olkoon maksa-keho -systeemin tasapainolämpötila $37\text{ °C} - \Delta T$. Maksan lämmittäminen vaatii siten lämpöenergiaa $Q_{maks} = c_{vesi} \cdot m_{maks} \cdot (37\text{ °C} - \Delta T - 4,0\text{ °C})$ ja kehon jäähtyessä vapautuu

lämpöenergia $Q_{keho} = c_{vesi} \cdot m_{keho} \cdot \Delta T$, joten tasapainotilanteessa

$$Q_{maks} = Q_{keho} \Leftrightarrow c_{vesi} \cdot m_{maks} \cdot (37\text{ °C} - \Delta T - 4,0\text{ °C}) = c_{vesi} \cdot m_{keho} \cdot \Delta T, \text{ josta saadaan ratkaistua}$$

$$\Delta T = \frac{m_{maks} \cdot 33\text{ °C}}{m_{maks} + m_{keho}} = \frac{1,5\text{ kg} \cdot 33\text{ °C}}{1,5\text{ kg} + 41\text{ kg}} = 1,1647\dots\text{ °C} \approx 1,2\text{ °C}.$$

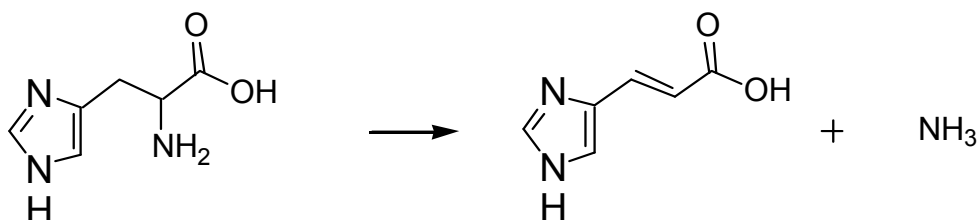
Kehon lämpötila laskee siis $1,2\text{ °C}$.

Galenos: s. 163, 376

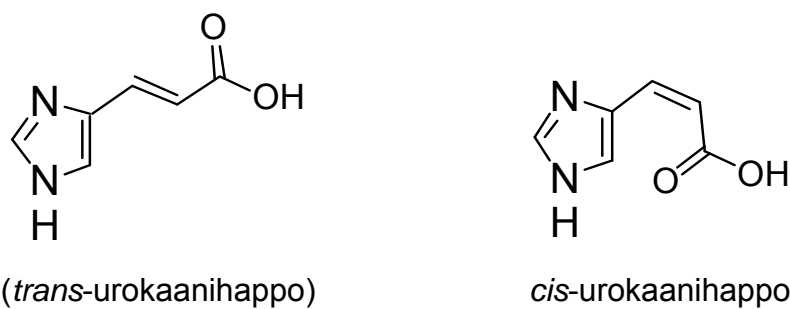
Tehtävä 10

8 pistettä

- a) Esitä rakenne- tai tikkukaavoin reaktioyhtälö, jossa histidiinistä muodostuu *trans*-urokaanihappoa. (3 p)



- b) Esitä urokaanihapon *cis*-isomeerin rakenne- tai tikkukaava. (2 p)



- c) Kuinka monta moolia ammoniakkia muodostuu, kun 10,0 g histidiiniä muuntuu täydellisesti urokaanihapoksi? (3 p)

$$M_w(\text{His}) = 155.16 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{Vastaus} = 0.0100 \text{ g} / 155.16 \text{ g/mol} = 0.0000644 \text{ mol} = 6.44 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 64.4 \text{ } \mu\text{mol}$$

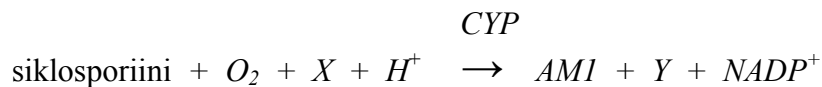
Galenos: s. 18-24, 32-33, 38, 40-41, 251-255

Tehtävä 11**8 pistettä**

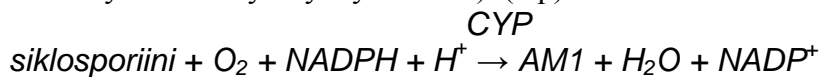
- a) Kuinka monesta aminohaposta siklosporiinimolekyylä on muodostunut? Kuinka monta *erilaista* aminohappoa syntyy siklosporiinin täydellisessä hydrolyysissä? (2 p)

11 aminohaposta 7 erilaista aminohappoa

- b) Kun alla olevassa reaktioyhtälössä *X* ja *Y* korvataan siihen kuuluvien yhdisteiden kemiallisilla nimillä, niin se kuvaa AM1:n muodostumista elimistössä CYP:n katalysoimassa reaktiossa.



Kirjoita reaktioyhtälö, jossa *X* ja *Y* on korvattu yhdisteiden kemiallisilla nimillä (käytä yhdisteen yleisesti käytettyä lyhennettä). (3 p)



- c) Mitkä kohdassa b) olevan reaktioyhtälön substraatit hapettuvat ja mitkä pelkistyvät? (3 p)

Siklosporiini ja NADPH hapettuvat ja happi (O₂) pelkistyy.

Galenos: s. 40-43, 74, 218-220

Tehtävä 12**6 pistettä**

Pohdi lyhyesti, miten maksansiirtopotilaan ennusteeseen vaikuttaa hänen sairastamansa hepatiitti C -virustartunta.

Hepatiitti C -virustartunta saattaa heikentää potilaan pitkäaikaisennustetta. Virus voi jäädä soluihin (leukosyytteihin) poistetun maksan ulkopuolelle ja siirtyä verenkierron mukana uuteen maksaan ja aiheuttaa kirroosin. Ainakin artikkelin kirjoitusaikaan (3 vuotta sitten) hepatiitti C on ollut vaikeasti hoidettava. Tehokkaan lääkehoidon kehittämistä on haitannut se, että viruksella on useita eri alatyyppejä, jotka lisäksi muuntuvat jatkuvasti.

Artikkeliliite

Tehtävä 13**12 pistettä**

- a) Oletetaan, että eräässä tyypillisessä eurooppalaisessa sairaalassa tehtiin vuonna 1989 yhteensä 16 maksansiirtoa, joista 13 maksakirroosipotilaille ja 3 maksasyöpäpotilaille. Laske vuosien 1988-2003 tilastojen perusteella arvio sille, kuinka monta näistä 16 potilaasta oli elossa vuonna 1994. (3 p)

Oheismateriaalin kuvan 4 tietojen perusteella eloonjäämistodennäköisyys on maksakirroosipotilaalla 0,71 ja maksasyöpäpotilaalla 0,52. Vuonna 1994 elossa on arviolta: $0,71 \cdot 13 + 0,52 \cdot 3 = 10,79 \approx 11$ henkilöä (tai perustellusti 10 henkilöä)

- b) Kuinka monta kertaa suurempi todennäköisyys elää 5 vuotta maksansiirron jälkeen oli vuonna 1995 Suomessa leikatulla potilaalla kuin vuonna 1985 Suomessa leikatulla potilaalla? Kuinka monta kertaa suurempi todennäköisyys elää tästä vielä toiset 5 vuotta oli vuonna 1995 leikatulla potilaalla kuin vuonna 1985 leikatulla potilaalla? (tässä siis tarkastellaan vain niitä potilaita, jotka olivat hengissä 5 vuoden kohdalla) (5 p)

Oheismateriaalin kuvasta 3 saadaan eloonjäämistodennäköisyyksille arvot:

$$P_{1995,5\text{vuotta}} = 0,76, P_{1985,5\text{vuotta}} = 0,64, P_{1995,10\text{vuotta}} = 0,70, P_{1985,10\text{vuotta}} = 0,55$$

Vuonna 1995 leikatun potilaan todennäköisyys elää 5 vuotta leikkauksen jälkeen on siten vuonna 1985 leikatun potilaan todennäköisyyttä suurempi kertoimella:

$$n = \frac{P_{1995,5\text{vuotta}}}{P_{1985,5\text{vuotta}}} = \frac{0,76}{0,64} = 1,1875 \approx 1,2$$

Todennäköisyydet elää vielä toiset 5 vuotta ovat puolestaan:

$$P_{1995,5+5\text{vuotta}} = \frac{P_{1995,10\text{vuotta}}}{P_{1995,5\text{vuotta}}} (= \frac{0,70}{0,76} = 0,921\dots), P_{1985,5+5\text{vuotta}} = \frac{P_{1985,10\text{vuotta}}}{P_{1985,5\text{vuotta}}} (= \frac{0,55}{0,64} = 0,859\dots)$$

Siten eloonjäämistodennäköisyyksien suhde on:

$$m = \frac{P_{1995,5+5\text{vuotta}}}{P_{1985,5+5\text{vuotta}}} = \frac{P_{1995,10\text{vuotta}}}{P_{1995,5\text{vuotta}}} \cdot \frac{P_{1985,5\text{vuotta}}}{P_{1985,10\text{vuotta}}} = \frac{0,70 \cdot 0,64}{0,76 \cdot 0,55} = 1,071\dots \approx 1,1$$

- c) Mikä oli kokonaiskustannus, joka aiheutui Suomessa vuonna 2003 yhden maksansiirron läpikäyneiden potilaiden leikkauksesta sekä heidän hoidostaan ensimmäisen kolmen vuoden (2003-2005) aikana maksansiirron jälkeen? *Huomioi tehtävämonisteessa olevat tehtävään kuuluvat oletukset.* (4 p)

Oheismateriaalin kuvan 1 perusteella potilaita leikattiin vuonna 2003 40 kpl. Tästä syntyi kustannuksia: $40 \cdot 45000$ euroa. Tilastojen valossa laskennallisesti $(100\% + 94\%)/2 = 97\%$ potilaista aiheutti ensimmäisen (kriittisen) vuoden kulut, yhteensä $0,97 \cdot 40 \cdot 65000$ euroa. Potilaita oli elossa seuraavana vuonna $(94\% + 89\%)/2 = 91,5\%$ ja sitä seuraavana vuonna $(89\% + 89\%)/2 = 89\%$, joten hoidosta kertyi kuluja $(0,915 + 0,89) \cdot 40 \cdot 10000$ euroa.

Kokonaiskustannus oli siten:

$$40 \cdot (45000 + 0,97 \cdot 65000 + (0,89 + 0,915) \cdot 10000) = 5044000 \text{ euroa}$$

eli n. 5 miljoonaa euroa (tai 5,0 miljoonaa euroa).

Artikkeliliite