

Henkilötunnus:	
Sukunimi:	
Etunimet:	
Nimikirjoitus:	



## Tehtävä 1

Perustele valintakokeikirjan ja liitteenä olevan artikkelin pohjalta, miksi vanhuspotilaiden käynnin synn selvittämiseen ja sanalliseen tutkimukseen olisi tarpeen varata tavanomaista enemmän aikaa lääkärin vastaanotolla.

**21 pistettä**

Vastauksesta on käytävä ilmi, että vastaaja tietää, mitä vastaanoton kulkuun sisältyvät käsitteet "käynnin synn selvittäminen" ja "sanallinen tutkimus" tarkoittavat. Vastauksen mahtuminen annettuun tilaan edellyttää kokonaisuuden hallintaa (hyvää jäsentämistä ja harkittua esimerkkien käyttöä).

Vastauksessa on käsiteltävä vastaanoton kulkua hidastavia vuorovaikutuksen haasteita sekä lääkärin kannalta (esim. "yhteisen kielen" löytäminen potilaan kanssa nopeasti voi olla vaikeaa, samoin olennaisen erottaminen keskustelusta) että potilaan kannalta (esim. kuulon ja näön heikentyminen, muistihäiriöt, sekavuus ja depressio ovat yleisiä). Myös tilanteen epäsymmetrisyys saattaa vaikeuttaa vuorovaikutusta. Mahdollisen saatajan mukanaolon vaikutuksia on pohdittava lyhyesti.

Usein lääkäriin on pyrittävä keskustelua johdattelemalla saamaan selville myös muita kuin potilaan havaitsemia ja oma-aloitteisesti kuvailemia oireita. Potilas ei välttämättä halua kertoa tai ei pysty kertomaan tulostyytään luotettavasti, sillä suhtautuminen oireisiin vaihtelee yksilöllisesti, tietämyksellisesti vaikeista valitetaan herkästi ja toisista ei haluta kertoa. Käynnin todellinen syy ei myöskään välttämättä ole sama kuin potilaan käsitys siitä. Potilas ei ole välttämättä havainnut oireita tai tulkinut niitä oikein; toissijaiset syyt (muut sairaudet, elimistön "heikoimman lenkin" pettäminen) ovat usein hoitoon tulon syy. Vanheneminen muuttaa oirekuvaa vaikeammin tunnistettavaksi (oireiden epäspesifisyys, toisten oireiden vaimentuminen ja toisten ylikorostuminen). Synnä tähän ovat säätelyjärjestelmien vaimeneminen ja reservikapasiteetin väheneminen. Myös lääkeykset muuttavat oireita. Monien sairauksien päällekkäisyys vaikeuttaa tilannetta entisestään.

Galenos: 308, 320, 584-589, 591-593  
Artikkeli: 1581-1583

Henkilötunnus:	
Sukunimi:	
Etunimet:	
Nimikirjoitus:	



## Tehtävä 2

a) Selosta, millaisia vanhenemismuutoksia tapahtuu silmässä ja näkökyvyssä. (6 p)

**17 pistettä**

Vastauksessa tulee käydä esiin ikääntymisen aiheuttama akkommodaation heikkeneminen (silmän mykiön kimmoisuus vähenee), likipisteen (lähin etäisyys, johon nähdään tarkasti) siirtyminen iän mukana kauemmaksi (ikänäkö) ja lukulasien tarve.

b) Miten vanhenemiseen liittyvät aineenvaihduntamuutokset vaikuttavat ruumiinpainoon? Perustele vastauksesi. (11 p)

Ruumiinpainoa laskevina aineenvaihduntamuutoksina vastauksesta tulee käydä ilmi pitkäkestoinen katabolinen tila (ominaiset vanhuudessa), johon liittyy negatiivinen typpi- ja mineraalitasapaino, luukudoksen väheneminen eli osteoporoosi, lihaskudoksen määrän väheneminen, näkiintymisen, kuivuminen (elimistön säätelyjärjestelmien heikkeneminen), suolen imakalvomutokset (heikentynyt imeytyminen). Toisaalta ruumiinpainoa nostavina aineenvaihduntamuutoksina vaikuttavat energiakulutuksen alentuminen (vähäinen liikkuminen) ja rasvakudoksen määrän kasvu.

Galenos: 179, 320-321, 396, 514, 519, 529, 534, 538-539  
Artikkeli: 1581-1582

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



## Tehtävä 3

18 pistettä

- a) Selosta, miten eri tekijät säätelevät aivoverisuonten supistumista ja laajenemista. (7 p)

Vastauksessa on mainittava yleisen verenpaineen muutosten aiheuttama aivoverisuonten supistuminen ja laajeneminen, hermostollisen säätelyn vähäinen merkitys aivoverenkierron suuruuteen sekä hiilioksiidi-, happi- ja glukosipitoisuuden vaikutus aivoverisuontien supistussasteeseen.

- b) Mainitse, mitkä tekijät voivat aiheuttaa hypovolemiaa. (8 p)

Vastauksessa on mainittava elimistön nestemäärää ja/tai vertilavuutta pienentävät tekijät kuten juomattomuus, ripuli, oksentelu, liiallinen virtsaneritys (ADH:n tai aldosteronin puutteen tai nesteenpoistolääkityksen takia), verenvuoto, palovamma ja hikoilu.

- c) Miksi hypovolemia korostaa ortostaattisen reaktion aiheuttamaa huimausta? (3 p)

Hypovolemiassa veren määrä pienenee → laskimopalluu sydämeen pienenee → minuuttivirtaus pienenee → verenpaine laskee → aivoverenvirtaus vähenee.

Galenos: 114, 198, 406, 447, 448, 450, 451, 492, 514-519  
Artikkeli: 1582

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



## Tehtävä 4

8 pistettä

Perustele, onko seuraavilla rakenteilla/ilmiöillä merkitystä asennon aistimisessa.

- a) kortikospinaalirata (2 p)

Ei merkitystä. Kortikospinaalirata saa alkunsa isoaiukuoresta ja päättyy selkäytimen alfamotoneuroneihin tai välineuroneihin. Sen avulla säädelään tarkkoja tahdonalaisia liikkeitä. Radassa ei kulje aistinradan hermosyitä.

- b) nivelpussireseptorit (2 p)

On merkitystä. Niiden avulla ihminen saa tietoa raajojensa asennosta ja nivelten taivutuskulmasta. Nivelpussireseptorit kuuluvat proprioceptoreihin.

- c) generaattoripotentiaali (2 p)

On merkitystä. Aistinsoluun tulevan ärsykkeen intensiteetin ollessa riittävä, syntyy aistinsolussa paikallinen depolarisaatio, jota kutsutaan generaattori- eli reseptoripotentiaaliksi. Generaattoripotentiaalın voimakkuus on suoraan verrannollinen aistisolun saamaan ärsykkeeseen. Generaattoripotentiaalın ollessa riittävän suuri se synnyttää aistinradan hermosyissä aktiopotentiaalın.

- d) painovoimakenttä (2 p)

On merkitystä. Sisäkorvan soikean (utricle) ja pyöreän (sacculus) rakkulan asentoreseptorit koostuvat karvareseptorisoluista, niitä ympäröivästä hyttelökerroksesta sekä sen päällä olevista tasapainokivistä. Suhteellisen raskaat kivet taivuttavat karvasoluja, jolloin aistinhemoradan reseptoreissa syntyy generaattori- eli reseptoripotentiaali. Saadaan tietoa pään asennosta painovoimakentässä.

Galenos: 139, 284-285, 291-292, 303-304, 340-342, 349, 350-352

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

(korjauksen merkintä)
-----------------------

## Tehtävä 5

Huimauksesta kärsivä vanhuspotilas painaa 75 kg. Potilaalle tehtävä PET-kuvaus toistetaan viisi kertaa. Kunkin kuvauksen alussa hänen laskimoonsa ruiskutetaan  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ -merkkiainetta 15 megabecquereliä (MBq) painokiloa kohti. Kuvauksen toistoväli on 5 minuuttia (tarkka arvo). Potilaalle annettun  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ -n aiheuttama efektiivinen annos on 1,16  $\mu\text{Sv}$  megabecquereliä kohti.

- a) Laske PET-kuvauksen potilaalle aiheuttama efektiivinen kokonaissäteilyannos. (3 p)

$$5,15 \text{ MBq/kg} \cdot 75 \text{ kg} \cdot 1,16 \mu\text{Sv/MBq} = 6525 \mu\text{Sv} \approx 6,5 \text{ mSv}$$

- b) Laske potilaan  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ -aktiivisuus 25 minuutin kuluttua ensimmäisestä  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ -merkkiaineen ruiskutuksesta. (7 p)

Aktiivisuus ajan funktiona:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\ln 2 \cdot \frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$\text{H}_2^{15}\text{O puoliintumisaika } T_{1/2} = 123 \text{ s}$$

Aktiivisuus 25 minuutin kuluttua kuvauksen aloittamisesta:

$$A(1500 \text{ s}) = 15 \frac{\text{MBq}}{\text{kg}} \cdot 75 \text{ kg} \cdot \left( \frac{-1500 \text{ s}}{2 \cdot 123 \text{ s}} + 2 \cdot \frac{-1200 \text{ s}}{123 \text{ s}} + 2 \cdot \frac{-900 \text{ s}}{123 \text{ s}} + 2 \cdot \frac{-600 \text{ s}}{123 \text{ s}} + 2 \cdot \frac{-300 \text{ s}}{123 \text{ s}} \right) \approx$$

$$1125 \text{ MBq} \cdot (0,0002 + 0,0012 + 0,0063 + 0,0340 + 0,1844) =$$

$$1125 \text{ MBq} \cdot 0,2261 \approx 254,36 \text{ MBq} \approx 250 \text{ MBq}$$

Galenos: 232-233, 243-246

## Tehtävä 6

Laske tehtävämöntein kuvan 1 mallin perusteella, kuinka monta prosenttia pään alueen verenkierto on pienentynyt normaalioltilanteeseen nähden. Kaulan alueella virtaushaaran virtausvastus  $R_{\text{kaula}} = 0,89 \text{ PRU}$ .

Normaalioltilanne:

Päähän 15 % kokonaisvirtauksesta

$$q_{\text{pää}} = 0,15 \cdot 75 \text{ ml/s} = 11,25 \text{ ml/s}$$

$$q_{\text{huara}} = 11,25 \text{ ml/s} \cdot 0,5 = 5,625 \text{ ml/s}$$

Pään alueen virtaushaaran kokonaisvastus

$$R_{\text{huara}} = 95 \text{ mmHg} / 5,625 \text{ ml/s} \approx 16,89 \text{ PRU}$$

$$R_{\text{huara}} = R_{\text{pää}} + R_{\text{kaula}}$$

Josta saadaan

$$\rightarrow R_{\text{pää}} = 16,89 \text{ PRU} - 0,89 \text{ PRU} = 16,0 \text{ PRU (normaalioltilanteessa)}$$

Ahtaumatilanteessa  $R_{\text{pää}} = 1,31 \cdot 16,0 \text{ PRU} = 20,96 \text{ PRU}$  ja

$$q_{\text{huara}} = 95 \text{ mmHg} / (20,96 + 0,89) \text{ PRU} \approx 4,348 \text{ ml/s}$$

$$\text{eli } (5,625 - 4,348) / 5,625 \cdot 100 \% \approx 23 \% \text{ pienempi}$$

tai muu loogisesti etenevä ja oikeaan ratkaisuun johtava ratkaisutapa.

Galenos: 412-413, 418-419, 423, 432-434



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



## Tehtävä 7

13 pistettä

- a) Potilaan aortan lumenin halkaisija on 2,0 cm. Mikä on veren keskimääräinen virtausnopeus (m/s) aortassa? (2 p)

$$q_v = \frac{V}{t} = \frac{A \cdot s}{t} = A \cdot v \Leftrightarrow v = \frac{q_v}{A} = \frac{75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi (1,0 \cdot 10^{-2})^2 \text{ m}^2} \approx 23,88 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \approx 0,24 \text{ m/s}$$

- b) Kehon kapillaarien lukumäärä on  $5,0 \cdot 10^9$  ja niiden lumenin halkaisija  $8,0 \mu\text{m}$  ja niiden oletetaan olevan yhtä pitkiä. Mikä on veren virtausnopeus kapillaareissa, olettaen että kaikki veri kiertää kapillaarien kautta? (3 p)

$$A \cdot v = A' \cdot v' \Leftrightarrow v' = \frac{A \cdot v}{A'} = \frac{75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 5,0 \cdot 10^9 \cdot (4,0 \cdot 10^{-6})^2 \text{ m}^2} \approx 0,299 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \approx 0,30 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

- c) Osassa sydämen sepelvaltimohaaraa lumenin poikkipinta-ala on pienentynyt ateroskleroosin vuoksi. Valtimon lumenin säde on normaalisti  $r_1$  ja kaventuneessa kohdassa  $r_2$ . Jos  $r_2 = 0,80 \cdot r_1$  ja paine-ero  $\Delta p$  kaventuman päiden välillä on sama kuin ennen ahtauman syntyä, kuinka monta prosenttia kokonaistilavuusvirta  $q_v$  ahtauman kohdalla (tehtävämoniteen kuva 2.2) on alkuperäisestä tilavuusvirrasta (tehtävämoniteen kuva 2.1)? (5 p)

Poiseuillien yhtälö:  $q_v = \frac{\pi \cdot \Delta p \cdot r_1^4}{8 \cdot \eta \cdot L}$   $q'_v = \frac{\pi \cdot \Delta p \cdot r_2^4}{8 \cdot \eta \cdot L}$

$$\text{muutos-\%} = \frac{q_v - q'_v}{q_v} \cdot 100 \% = \left(1 - \frac{q'_v}{q_v}\right) \cdot 100 \% = \left(1 - \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4\right) \cdot 100 \% =$$

$$\left(1 - \left(\frac{0,80 \cdot r_1}{r_1}\right)^4\right) \cdot 100 \% \approx 59,04 \% \approx 59 \%$$

Tilavuusvirta pienenee 59 % eli se on 41 % alkuperäisestä.

- d) Sydänlihaksen verenkierron parantamiseksi kaventuneeseen kohtaan liitetään siirrännäinen (tehtävämoniteen kuva 2.3), jonka lumenin säde on  $r_3$  ja pituus oletetaan samaksi kuin kaventuman pituus. Lisäksi  $r_2 = r_3 = 0,80 \cdot r_1$  ja paine-ero  $\Delta p$  kaventuman päiden välillä on sama kuin ennen siirrännäisen asentamista. Laske perustellen kuinka suuri on kokonaistilavuusvirta  $q_v$  siirrännäisen asettamisen jälkeen (tehtävämoniteen kuva 2.3) verrattuna alkuperäiseen tilavuusvirtaan (tehtävämoniteen kuva 2.1). Ilmoita vastauksesi prosentteina. (3 p)

Siirrännäisen asentamisen jälkeen kokonaistilavuusvirta  $q_v'' = q'_v + q_v$

$$\text{muutos-\%} = \frac{q_v'' - q_v}{q_v} \cdot 100 \% = \frac{q'_v + q_v}{q_v} \cdot 100 \% = \frac{r_3^4 + r_1^4}{r_1^4} \cdot 100 \% = \frac{(0,80 \cdot r_1)^4 + (1,00 \cdot r_1)^4}{r_1^4} \cdot 100 \% =$$

$$(0,80^4 + 1,00^4) \cdot 100 \% = 81,92 \% \approx 82 \%$$

Galenos: 411, 423-425, 437-439

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



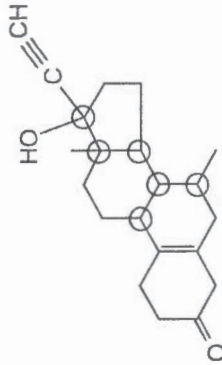
## Tehtävä 8

8 pistettä

- a) Useimpia hormoneja ja lääkeaineita ei voida annostella laastarin tai geelin avulla ihon läpi. Mitkä kemialliset ja/tai fysiologiset syyt mahdollistavat edellä mainittujen menetelmien käytön estradiolin annostelemiseksi? (3 p)

Estradioli on steroidi. Steroidit kuuluvat lipideihin, jotka ovat rasvaliukoisia (veteen liukenemattomia, hydrofobisia). Rasvaliukoiset molekyylit voivat diffundoitua epiteelisolujen solukalvon lipidieroksen läpi.

- b) Merkitse erikseen ympyrällä jokainen kuudesta kiraalisesta hiiliatomista alla olevaan tibolonin rakennekaavaan. Vastausta, johon on merkitty enemmän kuin kuusi vaihtoehtoa, ei arvostella. (3 p)



- c) Mihin orgaanisten reaktioiden päätyppiin tibolonin metabolian ensimmäisen vaiheen reaktio I (tehtävämoniteen kuva 3) kuuluu? (2 p)

Additioreaktioihin (tai pelkistymisreaktioihin).

Galenos: 19-20, 32, 91-92, 198

Henkilötunnus:

Sukunimi:

Etnimet:

Nimikirjoitus:



(korjauksen merkintä)

## Tehtävä 9

- a) Kuinka paljon korvaushoidossa käytettävästä tavanomaisesta päivittäisestä estradiolivaleraattilannoksesta voi enintään muodostua estradiolia (mikrogrammoina)? (8 p)

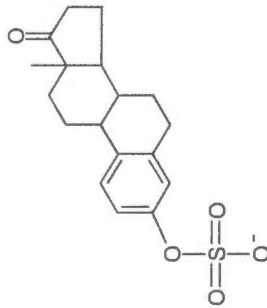
estradiolivaleraatin massa =  $2 \cdot 10^{-3}$  g

estradiolivaleraatin molekyylimassa = 356,5 g/mol

estradiolin molekyylimassa = 272,4 g/mol

$2,0 \cdot 10^{-3}$  g / 356,5 g/mol · 272,4 g/mol = 0,001528 g ≈ 1500 µg

- b) Estradiolivaleraatin virtsasta löytyvän keskeisen aineenvaihduntatuotteen molekyylimassa poikkeaa estradiolivaleraatin molekyylimassasta vähemmän kuin 5 %. Esitä alla olevaan tilaan kyseisen aineenvaihduntatuotteen rakennekaava. (8 p)



Galenos: 220-222

## Tehtävä 10

- a) Esitä tasapainotettu luun pääasiallisen mineraaliaineksen saostumista ja liukenemista kuvaavan reaktion yhtälö. Ilmaise yhtälössä reaktiokomponenttien faasi (s, g, l, aq). (4 p)



- b) Miksi luun kalsifikaatiota ja dekalsifikaatiota tutkittaessa plasman vapaan kalsiumin pitoisuus on plasman kokonaiskalsiumpitoisuutta hyödyllisempi tieto? (3 p)

Valtaosa veriplasman proteiineista ei kulkeudu verisuonien seinämän läpi. Luun mineraali on verisuonten ulkopuolella, jonne plasmaproteiineihin sitoutumaton vapaa kalsium pääsee esteettömästi kulkeutumaan.

- c) Mitkä ovat epäorgaanisen fosforin eri ionimuotojen konsentraatiot plasmassa (kahden merkitsevän numeron tarkkuudella)? (7 p)

Fosforihapon eri happovakioiden arvosta voidaan suoraan päätellä, että pH 7,4:ssä muotojen  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ja  $\text{PO}_4^{3-}$  osuus on vähemmän kuin 0,01 %. Siksi niiden pitoisuutta ei tarvitse huomioida laskettaessa muotojen  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ja  $\text{HPO}_4^{2-}$  konsentraatiota alle neljän merkitsevän numeron tarkkuudella.

$$[\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 10^{(\text{pH} - \text{pK}_2)} = 10^{(7,4 - 6,9)} = 3,16$$

$$[\text{HPO}_4^{2-}] = 3,16 / (1 + 3,16) \cdot 1,0 \text{ mmol/l} = 0,76 \text{ mmol/l}$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 1,0 \text{ mmol/l} - 0,76 \text{ mmol/l} = 0,24 \text{ mmol/l}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = [\text{HPO}_4^{2-}] \cdot 10^{(\text{pH} - \text{pK}_3)} = 0,76 \text{ mmol/l} \cdot 10^{(7,4 - 11,8)} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mmol/l}$$

- d) Osoita liukoisuustulosta hyväksi käyttäen, että luun pääasiallisen mineraaliaineksen ja soluväitilan (interstitiumin) komponenttien välillä ei vallitse kemiallista tasapainoa. (7 p)

$$\text{Hydroksiapatiitti: } K_s = 1 \cdot 10^{-58} \text{ mol}^9/\text{l}^9$$

$$K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2$$

$$\text{Interstitium: } [\text{Ca}^{2+}] = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 3,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$$

$$[\text{OH}^-] = K_w/[\text{H}^+] = 10^{-14}/10^{-7,4} \text{ mol/l} = 2,51 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

$$[\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{OH}^-] = 2,1 \cdot 10^{-44} \text{ mol}^9/\text{l}^9 \gg K_s$$

Galenos: 58-59, 66-68, 92

**Henkilötunnus:** [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

**Sukunimi:** \_\_\_\_\_

**Etnimmet:** \_\_\_\_\_

**Nimikirjoitus:** \_\_\_\_\_

(koreksian merk 10/2)

(korjaajan merkintä)

## Tehtävä 11

Selosta, miten tiiviin luun uusiutuminen tapahtuu.

Vastauksesta tulee ilmetä tiiviin luun osteonirakenne ja tähän liittyvät luun uusiutumistapahtumat eri luusolujen toiminnassa: osteoklastien (syöjäsolut) toimesta luukudokseen muodostuu reikiä, joiden reunalle järjestyvät osteoblastit (luuta muodostavat solut) valmistavat uutta luuta kerros kerrokselta. Lopulta osteoblastit jäävät kollageenisidien ja luun mineraaliaineksen ympäröiviksi ja muuttuvat osteosyyteiksi (varsinaiset luusolut).

Galenos: 181-184

## 12 pistettä

## Tehtävä 12

a) Kuinka suuri on voima  $F_W$  tehtävämönisteessä olevan kuvan 4 kohdissa A-D? (2 p)

$$F_w = 65/100 \cdot m \cdot g = 65/100 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 459 \text{ N} \approx 460 \text{ N}$$

b) Mikä on voiman  $F_W$  momentti momenttipisteen suhteen tehtävämoneisteessa olevan kuvan 4 A-kohdassa? (2 p)

$M = -F_W \cdot r_w = -65/100 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,020 \text{ m} \approx -9,18 \text{ Nm} \approx -9,2 \text{ Nm}$ .  
Nm myötäpäivään.

c) Missä tehtävämoneisteissa olevan kuvan 4 kohdista (B, C tai D) voiman  $F_W$  momentti on suurimmallaan verrattuna A-kohdan momenttiin? Kuinka moninkertainen voiman momentti tällöin on verrattuna A-kohdan momenttiin? (3 p)

Momentti on verrannollinen vivun  $r_w$  pituuteen eli suurimmillaan B-kohdan tapauksessa.

Momenttien suhde eli vipuvarsiensuhde on tällöin  $26,0/2,0 = 13,0$ . Kuvan 4 B-kohdan tapauksessa momentti on 13-kertainen A-kohdan tapaukseen verrattuna.

d) Kuinka monta prosenttia kappaleen nostaminen selkä suoristettuna (tehtävämonisteessa olevan kuvan 4 C-kohta) pienentää selän ojentajalihasten voimaa verrattuna nostamiseen B-kohdassa esitetyllä tavalla? (3 p)

Voima pienenee samassa suhteessa kuin eteenpäin (myötöpäivään) taivuttava kokonaismomentti pienenee eli

$$\frac{(\text{momentti eteenpäin})_{C\text{-kukka}}}{(\text{momentti eteenpäin})_{B\text{-kukka}}} = \frac{0,65 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 18,0 \text{ cm} \cdot g + 25 \text{ kg} \cdot 35,0 \text{ cm} \cdot g}{0,65 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 26,0 \text{ cm} \cdot g + 25 \text{ kg} \cdot 40,0 \text{ cm} \cdot g} \approx 0,7747$$

Voima siis pienenee  $100 \cdot (1 - 0,7747) \% = 22,53 \% \approx 23 \%$ .

Galenos: 264-265, 272-274