

# LÄÄKETIETEEN ALAN VALINTAKOE

## 24.5.2007

### TEHTÄVÄMONISTE

Tämä on valintakokeen tehtävämoniste. Moniste sisältää johdantoja tehtäviin (*kursivoitu teksti*), valintakoetehtävät sekä liitteinä valintakokeen teemaan liittyvän artikkelin, kaavakokoelman ja taulukkotietoja. Tehtävien ratkaiseminen edellyttää valintakoe kirjassa olevien tietojen, tehtävämonisteessa olevien johdantotekstien sekä liitteinä olevan artikkelin, kaavojen ja taulukkotietojen hallintaa ja soveltamista. Johdantotekstissä olevat tiedot voivat liittyä muidenkin kuin sitä seuraavan tehtävän tai tehtäväsarjan ratkaisemiseen. Tutustu huolellisesti tehtävämonisteeseen liitteineen.

Tehtävämonisteen lisäksi olet saanut erillisen vastausmonisteen, jossa on oma vastaustilansa jokaista tehtävää varten. Kirjoita vastauksesi selvällä käsialalla vastausmonisteessa kullekin tehtävälle varattuun tilaan. **Epäselvästi kirjoitettua, viivoitetun tilan ylittävää (vain yksi kirjoitusrivi kutakin viivaa kohti!) tai vastaustilan reunaviivoituksen ylittävää tekstiä ei oteta arvioinnissa huomioon.** Laskutehtävien ratkaisemisessa vakioarvoina käytetään liitteessä olevia arvoja. Vastauksiksi tulee esittää tulokseen johtavat laskutoimitukset. Pelkkä numeerinen tulos ei riitä vastaukseksi. Numeerinen lopputulos tulee esittää tehtävänannon epätarkimman numeerisen arvon perusteella ellei tehtävässä toisin mainita.

Vastausten arviointi perustuu valintakoe kirjiaan ja valintatilaisuudessa jaettuun tehtävämonisteeseen liitteineen. Myös vastausten johdonmukaisuus ja selkeys otetaan pisteytyksessä huomioon.

Vastausten yhteenlaskettua kokonaispistesummaa kutsutaan raakapisteiksi. Niiden muuttamisesta valintakoepisteiksi, osatehtävien mahdollisesta karsimisesta sekä muista arvosteluun liittyvistä toimenpiteistä päättävät eri yliopistojen valintatoimikunnat itsenäisesti sääntöjensä puitteissa.

\*\*\*\*\*

Lääketieteen alan valintakoe alkaa klo 9 ja päättyy klo 14 ja kestää tasan 5 tuntia. Koesaleihin pääsee klo 9:40 asti ja kokeesta saa poistua aikaisintaan klo 10:00.

Tarkista, että saamassasi tehtävämonisteessa on kansilehden lisäksi sivut 1-7 oikeassa järjestyksessä, 8 liitesivua ja vastausmonisteessa kansilehden lisäksi sivut 1-12.

Merkitse henkilötietosi jokaiselle vastausmonisteen sivulle heti, kun koetilaisuus on alkanut. **Vain ne sivut tarkastetaan, joihin pyrkijä on merkinnyt henkilötietonsa ennen kokeen päättymistä.** Kaikki kirjoittaminen koetilaisuuden päättymisen ja vastausmonisteen palauttamisen välisenä aikana on kielletty.

Vastausmonisteen palautus tapahtuu valvojan ohjeiden mukaisesti.

## Vanhenemisen haasteet

Vanheneminen aiheuttaa elintoiminnoissa muutoksia, jotka heikentävät toimintakykyä ja altistavat sairauksille. Näitä voidaan hidastaa terveyttä edistävillä elämäntavoilla sekä lisäämällä mahdollisuuksia aktiiviseen osallistumiseen ja ihmissuhteiden ylläpitämiseen. Liikunta, muu fyysinen aktiivisuus sekä älyllistä suorituskykyä ylläpitävät haasteet parantavat toimintakykyä, vähentävät sairastumisalttiutta ja pienentävät sairauksien vaikeusastetta.

Vanhuuteen liittyä usein näön ja kuulon heikkeneminen, vähäinen liikkuminen, huonontunut tasapaino ja kaatuilu sekä vaikea aliravitsemus. Vanhukset voivat kärsiä myös luukadosta (osteoporoosi), muistihäiriöistä, sekavuudesta, virtsan pidätyskyvyn heikkenemisestä, kroonisista kivuista ja monilääkityksen mahdollisesti aiheuttamista haitoista. Varhainen ongelmiin puuttuminen parantaa vanhusten elämänlaatua. Tämä on mitattavissa toimintakyvyn paranemisena, kotona selviytymisajan pidentymisenä ja sairaalahoitajaksojen vähenemisenä.

### Tehtävä 1

21 pistettä

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

(Artikkelissa käytetty sana ”anamneesi” tarkoittaa potilaalta saatavia esitietoja.)

### Tehtävä 2

17 pistettä

- Selosta, millaisia vanhenemismuutoksia tapahtuu silmässä ja näkökyvyssä. (6 p)
- Miten vanhenemiseen liittyvät aineenvaihduntamuutokset vaikuttavat ruumiinpainoon? Perustele vastauksesi. (11 p)

Kaatumiset muodostavat suuren osan vanhusten vakavista tapaturmista. Tavallisesti kaatumisen syinä ovat heikkokuntoisuus ja iän mukanaan tuomat muutokset motoriikassa, näkö-, kuulo-, tasapaino- ja tuntoaistissa. Kaatuminen johtuu usein myös huimauksesta ja pyörtymisestä, jotka ovat merkkejä verenpaineen alenemisesta ja aivoverenkierron vähenemisestä esimerkiksi äkillisesti makuulta pystyyn noustaessa (ortostaattinen hypotonia l. hypotensio). Lievä ortostaattinen hypotonia ja silmissä mustenemisen tunne heti ylös nousemisen jälkeen kuuluvat normaaliin fysiologiaan myös nuorilla ihmisillä. Ortostaattisen hypotonian kompensatio heikkenee iän karttuessa, joten vanhuksilla oireet ovat yleisiä.

Ortostaattinen hypotonia korostuu, jos autonominen hermosto ei reagoi riittävästi ja kyllin nopeasti kompensoimaan verenpaineen laskua. Ortostaattisen hypotonia voi korostua myös ilman autonomisen hermoston toimintahäiriötä. Tällöin syynä voi olla eri tekijöistä johtuva elimistön neste- ja/tai veritilavuuden pieneneminen l. hypovolemia, verenvirtauksen este tai sydänsairaus. Myös vanhusten muihin sairauksiin käyttämät lääkkeet, esimerkiksi nesteenoisto- ja verenpainelääkkeet vaikuttavat haitallisesti näihin säätelymekanismeihin.

**Tehtävä 3****18 pistettä**

- a) Selosta, miten eri tekijät säätelevät aivoverisuonten supistumista ja laajenemista. (7 p)
- b) Mainitse, mitkä tekijät voivat aiheuttaa hypovolemiaa. (8 p)
- c) Miksi hypovolemia korostaa ortostaattisen reaktion aiheuttamaa huimausta? (3 p)

**Tehtävä 4****8 pistettä**

Perustele, onko seuraavilla rakenteilla/ilmiöillä merkitystä asennon aistimisessa.

- a) kortikospinaalirata (2 p)
- b) nivelpussireseptorit (2 p)
- c) generaattoripotentiaali (2 p)
- d) painovoimakenttä (2 p)

*Jos epäillään aivoverenkierron häiriötä, voidaan suorittaa kuvaus PET-menetelmällä (positroniemissiotomografia) käyttäen merkkiaineena happi-15 -isotoopilla leimattua vettä ( $H_2^{15}O$ ).  $^{15}O$  on positroneja emittoiva isotooppi, jonka puoliintumisaika on 123 sekuntia.*

**Tehtävä 5****10 pistettä**

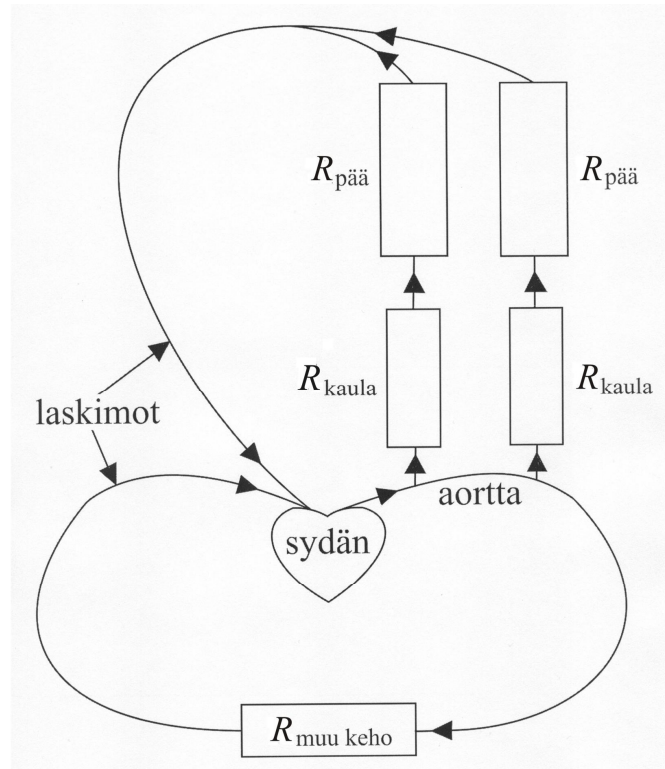
Huimauksesta kärsivä vanhuspotilas painaa 75 kg. Potilaalle tehtävä PET-kuvaus toistetaan viisi kertaa. Kunkin kuvauksen alussa hänen laskimoonsa ruiskutetaan  $H_2^{15}O$ -merkkiainetta 15 megabecquereliä (MBq) painokiloa kohti. Kuvausten toistoväli on 5 minuuttia (tarkka arvo). Potilaalle annetun  $H_2^{15}O$ :n aiheuttama efektiivinen annos on 1,16  $\mu$ Sv megabecquereliä kohti.

- a) Laske PET-kuvausten potilaalle aiheuttama efektiivinen kokonaissäteilyannos. (3 p)
- b) Laske potilaan  $H_2^{15}O$  -aktiivisuus 25 minuutin kuluttua ensimmäisestä  $H_2^{15}O$  -merkkiaineen ruiskutuksesta. (7 p)

*Pään alueen verenkierto voidaan esittää kuvassa 1 olevalla yksinkertaistetulla teoreettisella mallilla. Mallissa on kuvattu verenvirtausreitit nuolilla varustetuilla viivoilla. Virtausvastukset ( $R_{(reitti)}$ ) kyseisillä reiteillä on merkitty suorakaiteen muotoisilla laatikoilla. Aortasta lähtevät pään alueelle suuntautuvat reitit on yksinkertaistuksen vuoksi kuvattu kahtena rinnakkaisena identtisenä virtausreitinä. Laskimoverenpaine voidaan mallissa olettaa nolllaksi.*

*Tiedetään, että normaalitilanteessa pään verenvirtaus on 15 % koko kehon verenvirtauksesta. Pään alueen kummankin virtaushaaran virtausvastus  $R_{pää}$  on verisuonten valtimokovettumataudin l. ateroskleroosin vuoksi kasvanut 31 % normaalitilanteeseen nähden, mutta muualla virtausvastukset ovat säilyneet ennallaan.*

*Edellä mainitulla vanhuspotilaalla sydämen pumppaama verimäärä on keskimäärin 75 ml/s. Hänen keskimääräinen verenpaineensa aortassa on 95 mmHg. Tehtävät 6 ja 7 liittyvät tähän vanhuspotilaaseen ja tehtävissä oletetaan, että virtaus on laminaarista (Poiseuillen lakia voidaan soveltaa).*



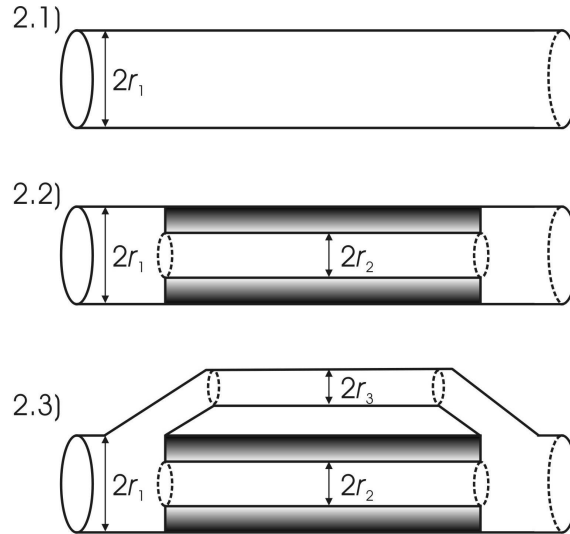
Kuva 1

**Tehtävä 6****9 pistettä**

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

**Tehtävä 7****13 pistettä**

- Potilaan aortan lumenin halkaisija on 2,0 cm. Mikä on veren keskimääräinen virtausnopeus (m/s) aortassa? (2 p)
- 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)
- 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 (kuva 2.2) on alkuperäisestä tilavuusvirrasta (kuva 2.1)? (5 p)



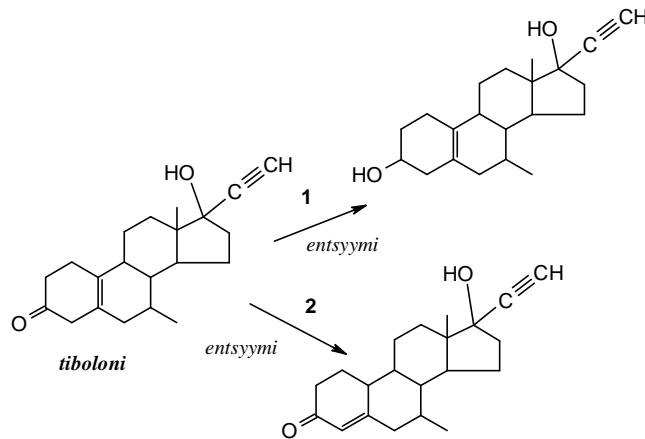
Kuva 2

- d) Sydänlihaksen verenkierron parantamiseksi kaventuneeseen kohtaan liitetään siirrännäinen (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 (kuva 2.3) verrattuna alkuperäiseen tilavuusvirtaan (kuva 2.1). Ilmoita vastauksesi prosentteina. (3 p)

*Vaihdevuosien aikana munasarjojen toiminta heikkenee, jolloin niiden estrogeenihormonien tuotanto vähenee voimakkaasti. Toiminnan loppuessa kuukautiset jäävät pois. Estrogeenien väheneminen kiihdyttää myös elimistön yleisiä vanhenemisprosesseja. Tärkeimmät estrogeenihormonit ovat estradioli, estrioli ja estroni. Ennen vaihdevuosia elimistön pääasiallinen estrogeenihormoni on estradioli ja niiden jälkeen estroni, jota syntyy mm. rasvakudoksessa.*

*Vaihdevuosioireita voidaan helpottaa hormonikorvaushoidolla. Hormoni annostellaan yleensä joko suun kautta tai ihon läpi laastarista tai geelinä. Yleisimmin hormonikorvaushoidossa käytetty estrogeenihormoni on estradioli, joka lääkevalmisteessa on joko sellaisenaan tai johdoksena. Hyvin yleisesti käytetty johdos on estradiolivaleraatti, jossa estradiolin D-renkaan hydroksyyliiryhmä on esteröity n-pentaanihakolla (valeriaanihakolla). Tavanomainen korvaushoidossa käytettävä estradiolivaleraattiannos on 2,0 milligrammaa vuorokaudessa.*

*Estradiolivaleraatti hydrolysoituu elimistössä estradioliksi, josta suurin osa muuttuu suolen limakalvossa ja maksassa estroniksi. Estronista muodostuu edelleen maksassa rikki- ja glukuronihapon konjugaatteja. Vesiliukoisina ioneina nämä erittyvät virtsaan. Luonnollisten steroidihormonien vaihtoehtona hormonikorvaushoidossa voidaan käyttää synteettisiä steroideja, kuten tibolonia. Elimistössä tiboloni metaboloituu nopeasti yhdisteiksi, joilla on estrogeeni- ja progestiivivaikutus. Kuva 3 esittää tibolonin metabolian ensimmäistä vaihetta, jonka yhteydessä fysiologisesti aktiiviset yhdisteet syntyvät.*



Kuva 3

Estrogeenien, kuten muidenkin hormonien, aiheuttama vaikutus edellyttää määrättyyn reseptoriin sitoutumista. Sitoutumisessa hormonin kolmiulotteisella rakenteella on tärkeä merkitys. Yleensä reseptoriin voi sitoutua vain yksi yhdisteen mahdollisista stereoisomeereistä (avaruus-isomeereistä). Stereoisomeriaa esiintyy mm. molekyyileillä, joissa on yksi tai useampi kiraalinen (asymmetrinen) hiiliatomi. Kiraalinen hiiliatomi on  $sp^3$ -hybridisoitunut hiiliatomi, johon sitoutuneet atomit tai atomiryhmät ovat erilaisia.

**Tehtävä 8****8 pistettä**

- Useimpia hormoneja ja lääkkeitä ei voida annostella laastarin tai geelin avulla ihon läpi. Mitkä kemialliset ja/tai fysiologiset syyt mahdollistavat edellä mainittujen menetelmien käytön estradiolin annostelemiseksi? (3 p)
- Merkitse erikseen ympyrällä jokainen kuudesta kiraalisesta hiiliatomista vastausmonisteessa olevaan tibolonin rakennekaavaan. Vastausta, johon on merkitty enemmän kuin kuusi vaihtoehtoa, ei arvostella. (3 p)
- Mihin orgaanisten reaktioiden päätyyppiin tibolonin metabolian ensimmäisen vaiheen reaktio 1 (kuva 3) kuuluu? (2 p)

**Tehtävä 9****16 pistettä**

- Kuinka paljon korvaushoidossa käytettävästä tavanomaisesta päivittäisestä estradiolivaleraatti-annoksesta voi enintään muodostua estradiolia (mikrogrammoina)? (8 p)
- Estradiolivaleraatin virtsasta löytyvän keskeisen aineenvaihduntatuotteen molekyyli­massa poikkeaa estradiolivaleraatin molekyyli­massasta vähemmän kuin 5 %. Esitä vastausmonisteessa olevaan tilaan kyseisen aineenvaihduntatuotteen rakennekaava. (8 p)

Luun epäorgaaninen mineraaliaines on pääosin hydroksiapatiittia, jota jatkuvasti sekä saostuu (kalsifikaatio) että liukenee (dekalsifikaatio). Jos dekalsifikaatio on pitemmän aikaa nopeampaa kuin kalsifikaatio, seurauksena on osteoporoosi.

*Luusta lienneet mineraali-ionit kulkevat vapaasti luun kapillarien seinämän läpi. Veressä ja soluvälitilassa yksiarvoiset kationit (esimerkiksi  $\text{Na}^+$  ja  $\text{K}^+$ ) esiintyvät erillisinä hydratoituneina ioneina. Kaksiarvoiset kationit sitä vastoin ovat suurelta osin sitoutuneet albumiiniin ja muihin veriplasman negatiivisesti varautuneisiin proteiineihin. Esimerkiksi veriplasman yhteenlasketusta kalsiumista ("kokonaiskalsium") vain puolet on hydratoituneessa ionimuodossa ("vapaa kalsium"). "Epäorgaaninen fosfori" on yhteisnimi veriplasman fosforihapolle ja sen eri ionimuodoille, jotka ovat keskenään kemiallisessa tasapainossa.*

*Luun mineraaliaines ei sitä vastoin ole kemiallisessa tasapainossa veriplasmaan liuenneiden mineraali-ionien kanssa. Tämä ilmenee esimerkiksi siten, että lisättäessä koeputkessa olevaan veriplasmaan hienoksi jauhattua luuta, plasman vapaan kalsiumin ja fosfaatin konsentraatiot alenevat voimakkaasti ionien saostumisen myötä. Epätasapainosta huolimatta kalsiumsuoloja ei saostu terveeseen ihmisen vereen tai pehmytkudoksiin. Tämä johtuu osaltaan tietyistä kalsifikaatiota hidastavista inhibiittoreista (esimerkiksi fetuiini-A).*

### **Tehtävä 10**

**21 pistettä**

- Esitä tasapainotettu luun pääasiallisen mineraaliaineksen saostumista ja liukenemistä kuvaavan reaktion yhtälö. Ilmaise yhtälössä reaktiokomponenttien faasi (s, g, l, aq). (4 p)
- Miksi luun kalsifikaatiota ja dekalsifikaatiota tutkittaessa plasman vapaan kalsiumin pitoisuus on plasman kokonaiskalsiumpitoisuutta hyödyllisempi tieto? (3 p)
- Mitkä ovat epäorgaanisen fosforin eri ionimuotojen konsentraatiot plasmassa (kahden merkitsevän numeron tarkkuudella)? (7 p)
- Osoita liukoisuustulosta hyväksi käyttäen, että luun pääasiallisen mineraaliaineksen ja soluvälitilan (interstitiumin) komponenttien välillä ei vallitse kemiallista tasapainoa. (7 p)

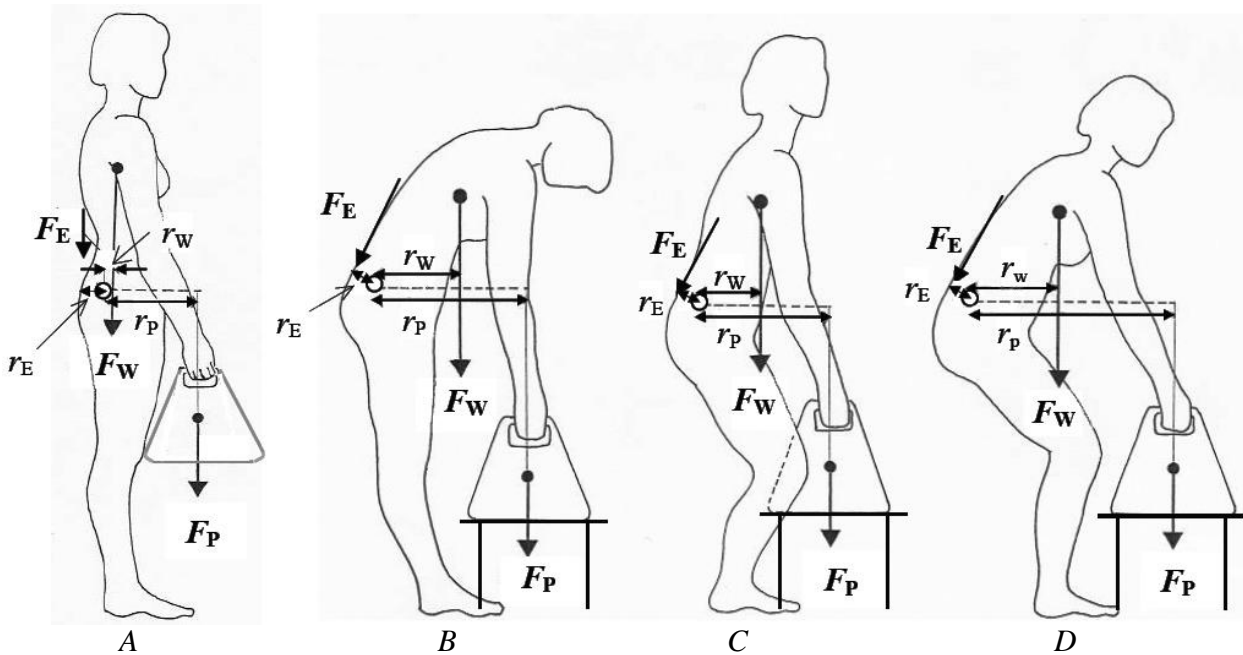
### **Tehtävä 11**

**12 pistettä**

Selosta, miten tiiviin luun uusiutuminen tapahtuu.

*Useissa tutkimuksissa on todettu, että nikamamurtumia on ainakin joka viidennellä yli 50-vuotiaista naisista. Niiden ilmaantuvuus lisääntyy iän myötä, erityisesti 65 ikävuoden jälkeen. Selkärangan nikamamurtuma voi syntyä kumartamisen, noston tai vaikkapa yskimisen yhteydessä.*

*Alaselän kuormittumiseen kappaleita nostettaessa vaikuttaa oleellisesti nostoasento. Kuormittavuutta voidaan arvioida tarkastelemalla voimien momentteja kuvan 4 mukaisesti momenttipisteen (avoin ympyrä) suhteen. Tarkasteltavat voimat ovat kehon yläosaan vaikuttava painovoima  $F_W$ , kappaleen painovoima  $F_P$  ja selän ojentajalihasten voima  $F_E$ . Voimien suuntalinjojen kohtisuorat etäisyydet momenttipisteestä ovat vastaavasti  $r_W$ ,  $r_P$  ja  $r_E$ . Kehon yläosan paino on tässä tapauksessa 65 % kehon kokonaispainosta. Henkilön paino on 72 kg ja nostettavan kappaleen paino 25 kg. Kuvan 4 A-kohdassa henkilö seisoo suorassa kannatellen kappaleita, B-kohdassa hän nostaa kappaleen alustalta taivuttamalla selkäänsä, C-kohdassa koukistaen polviaan ja pitämällä selän suorana ja D-kohdassa koukistaen polviaan ja selkäänsä. Näitä tapauksia vastaavat etäisyydet on esitetty taulukossa 1.*



Kuva 4

Taulukko 1

Kuvan 4 kohta	$r_E$ (cm)	$r_W$ (cm)	$r_P$ (cm)
A	5,0	2,0	30,0
B	5,0	26,0	40,0
C	5,0	18,0	35,0
D	5,0	24,0	50,0

**Tehtävä 12****10 pistettä**

- Kuinka suuri on voima  $F_W$  kuvan 4 kohdissa A-D? (2 p)
- Mikä on voiman  $F_W$  momentti momenttipisteen suhteen kuvan 4 A-kohdassa? (2 p)
- Missä kuvan 4 kohdista (B, C tai D) voiman  $F_W$  momentti on suurimmillaan verrattuna A-kohdan momenttiin? Kuinka moninkertainen voiman momentti tällöin on verrattuna A-kohdan momenttiin? (3 p)
- Kuinka monta prosenttia kappaleen nostaminen selkä suoristettuna (kuvan 4 C-kohta) pienentää selän ojentajalihasien voimaa verrattuna nostamiseen B-kohdassa esitetyllä tavalla? (3 p)



## Miksi vanhusten tautien diagnostiikka on vaikeaa?

Reijo Tilvis

Kun potilaana on ikääntynyt henkilö, olennaisen oivaltaminen ja siten yli- ja alidiagnostiikan välttäminen sekä oikean hoidon valinta ovat haastavia tehtäviä. Tämä edellyttää lääkäriltä herkkyyttä havaita vanhuspotilaan huolenaiheet, tietoa vanhusten sairauksien erityispiirteistä, halukkuutta yhteistyöhön muiden ammattilaisten ja potilaiden läheisten kanssa sekä aimo annosta kärsivällisyyttä. Artikkelissa eritellään vanhusten diagnostiikan vaikeuksien syitä kliinisestä näkökulmasta hyödyntäen vanhenemisen fysiologiaan liittyviä ja yksittäisistä sairauksista raportoituja tietoja.

Vanhusten sairauksien diagnostiikka vaikeuttavat monet syyt voidaan tiivistää kolmeen pääongelmaan: 1) vaikeuksiin löytää anamneesista olennainen, 2) oireiden muuttumiseen ikääntymisen ja siihen liittyvien sairauksien myötä sekä 3) kliinisten löydösten runsauteen ja yleisoireiden tulkinnan vaikeuksiin (taulukko 1).

### Ongelmallinen anamneesi

Vaikka periaate »kuuntele potilasta, koska hän kertoo sinulle diagnoosin», pätee yleensä geriatriassakin, poikkeuksia on paljon. Usein potilas ei kerro eikä kerro myöskään saattaja. Saattajan mukanaolo kielii yleensä vanhuspotilaan muistihäiriöistä tai muista kommunikatiovaikeuksista.

Vanhuspotilaan anamneesi vie aikaa, mutta pitkienkin keskustelujen jälkeen hoitoon hakeutumisen perimmäiset syyt voivat helposti jäädä epäselviksi. Ikääntyneet potilaat valittavat usein nivelvaivoista, huimauksesta ja heikkouden tunteesta mutta eivät halua kertoa monista muista oireistaan (Williamson 1985). Vaikea on kertoa esimerkiksi häiritsevistä virtsainkontinenssista tai muista vastaavista intiimeistä oireista.

**Taulukko 1.** Tärkeimpiä syitä vanhusten sairauksien diagnostiikan vaikeuksiin.

#### Luotettavan anamneesin puuttuminen

Kommunikaatio-ongelmat  
kuulo- ja näköongelmat  
kognitiiviset häiriöt; onko saattaja mukana?

Tietyistä sairauksista ei haluta kertoa  
sairaus koetaan häpeälliseksi, esim. virtsainkontinenssi  
oireita pidetään vanhuuteen kuuluvina  
sairauksien kieltäminen  
pelätään kivuliaita tutkimuksia ja hoitoja

Toisia vaivoja valitetaan herkästi  
esim. nivelvaivat, huimauksen tunne, voimien väheneminen  
ja heikkous

#### Oireiden muuttuminen

Säätelyjärjestelmien vaimentuminen  
homestaattiset mekanismit, esim. jano ja nälkä  
autonominen hermosto  
adrenergisten oireiden vaimentuminen, esim. hypertyreosi,  
hypoglykemia  
viskeraalisen kivun vähentyminen, esim. akuutti maha,  
sydäninfarkti

Reservikapasiteetin vähentyminen  
elinspesifisten oireiden korostuminen, esim. hengenahditus  
sepelvaltimotautiin oireena

Muut sairaudet ja niiden hoito  
heikoin lenkki pettää, esim. sekavuuden syiden moninaisuus  
lääkkeet oireiden muuttajina

#### Havaintojen tulkinta

Löydösten moninaisuus  
Löydösten epäspesifisyys

Vanhukset suhtautuvat omiin oireisiinsa ja toimintakykynsä heikentymiseen hyvin eri tavoin. Monet katsovat tiettyjen oireiden kuuluvan vanhuuteen, toiset taas eivät hyväksy mitään heikkoutta ikääntymiseen liittyväksi. Hyvin kirjavaa on myös omaisten ja muiden vanhusta hoitavien suhtautuminen. Sekin vaihtelee epärealistisista odotuksista välinpitämättömyyteen.

### **Vanheneminen muuttaa oirekuva**

Yleensä yksittäiset taudit aiheuttavat samantyyppisiä oireita kaikenikäisillä. Useissa akuuteissa sairauksissa vanhuspotilaiden oireet – sekä subjektiiviset vaivat että kliiniset löydökset – voivat kuitenkin olla erilaisia kuin nuorempien. Keuhkokuume ilman yskää ja kuumetta on tästä tyyppiesimerkki. Vanhuspotilaiden oirekuva luonnehtii toisaalta monotonisuus, toisaalta monimuotoisuus. Heille on usein tyypillistä oireiden tietty epäspesifisyys, toisten oireiden vaimentuminen ja toisten ylikorostuminen. Osan tästä selittävät vanhenemismuutokset.

Säätelymekanismien heikentymistä, elimistön reservien vähentymistä ja kompensatoristen korjausmekanismien etenevää heikentymistä voitaneen pitää yleisluonteisina vanhenemismuutoksina (Tilvis 1993, Mann 1998, Resnick ja Marcantonio 1998). Kaikki ne erikseen ja yhdessä vaikeuttavat dignostiikkaa.

### **Säätelyjärjestelmien vaimentuminen**

Säätelyjärjestelmien kuten nälän ja janon heikentyminen altistaa vanhuksia häiriöille, vaimentaa häiriöiden oireita ja vaikeuttaa niiden spontaania korjaantumista. Esimerkiksi lähes kaikkien janontunteen ja nestetasapainon monimutkaisten säätelymekanismien on osoitettu heikentyvän vanhetessa (Naitoh ja Burrell 1998).

Kaikki nämä mekanismit ovat myös herkkiä vaurioitumaan erityisesti keskushermoston sairauksissa, ja monet niistä reagoivat lääkehoitoihin. Käytännössä vanhuspotilas voi olla siis selvästi dehydroitunut tai hypovoleeminen eikä kuitenkaan valita janoa.

Dignostiikkaa vaikeuttavat erityisesti autonomisen hermoston häiriöt, joita pahentavat

monet tavalliset ikääntyneiden sairaudet (Valvanne 1990, Piha 1994). Autonomisen hermoston toiminnan heikentyminen selittänee ainakin osittain sen, että ns. akuutti maha aiheuttaa vanhuksilla kaikkein vaikeimpia erotusdiagnostisia tilanteita. Esimerkiksi umpilisäkkeen tulehduksessa paikallinen palpaatiolöydös voi olla vähäinen ja leukosytoosi puuttua, vaikka puhkeaman uhka on lähellä (Owens ja Hammit 1978). Mahahaavan puhkeamisesta tai suolen kuoliosta johtuvassa peritoniitissakaan vatsanpeitteet eivät ole aina laudankovia (Bender 1989). Lähes kaikissa akuuteissa ja subakuuteissa mahasairauksissa kivun alkuperä ja luonne ovat työläitä selvittää (De Dombal 1985).

Tyypillinen rintakipuoireisto voi iäkkäillä sydäninfarktipotilailla niin ikään joko puuttua täysin tai esiintyä suhteellisen vaimeana (Wroblewski ym. 1986, Vanhanen ym. 1993). Tämä ilmiö on korostunut kaikkein vanhimmilla potilailla.

Adrenergisen järjestelmän heikentymistä voitaneen pitää myös selityksenä sille, että klassista hypertyreosiooireistoa on kliinisesti vaikea löytää (Moshagundam ja Barjel 1993, Lazarus 1997). Tämä muutos selittänee myös sen, että hypoglykeeminen vanhus ei vapise eikä hae ruokaa mutta voi olla ärtynyt ja jopa sekava neuroglykopenisten oireiden hallitessa oirekuva.

Autonomisen hermoston heikentyminen ei kuitenkaan ole väistämätön vanhenemismuutos vaan paljon useammin sekundaarinen sairauksien kuten diabeteksen seurausta (Piha 1994).

### **Reservien vähentyminen**

Yksittäisten elinjärjestelmien toimintareservien vähentyminen selittänee pitkälle sen, miksi akuutit muutokset aiheuttavat nopeasti järjestelmiin toimintahäiriöitä. Rasisuhengenahdistus on usein vanhuspotilaiden iskeemisen sydänsairauden johto-oire. Hengenahdistus on usein keskeinen oire akuuteissa sydäninfarkteissa, joissa se on huonon ennusteen merkki.

Elinkohtaiset vanhenemismuutokset selittävät vain osan diagnostisista ongelmista. Usein vanhuspotilaiden oireet tulevat muista elinjärjestelmistä kuin niistä, joihin uusi tauti on iskenyt.

## Heikoin lenkki yleisoireiden syynä

Akuutisti sairastuneet vanhuksat hakeutuvat tai heidät tuodaan hoitoon usein lääketieteellisesti näennäisesti sekundaaristen syiden takia. He eivät enää tule toimeen entisessä ympäristössään, he ovat kaatuneet, heidät on löydetty lattialta tai he ovat menneet sekaviksi. Syyksi paljastuu usein akuutti infektio, kuten erysipelas tai pyelonefriitti, sydäninfarkti, aivoverenkierron häiriö tai vaikkapa keuhkoembolia. Oireita on tällöin aiheuttanut elimistön heikoimman lenkin peittäminen. Usein oireet ovat etenkin vanhimmilla potilailla keskushermostoperäisiä, ja silloin ne ovat hyvin monimuotoisia. Lähes mikä tahansa akuutti sairaus voi laukaista pahimmillaan sekavuustilan, heikentää muisti-toimintaa, aiheuttaa huimausta, pahentaa masennusta, paljastua kaatuiluna tai virtsainkontinenssin ilmaantumisenä tai vaikeuttaa liikkumista. Kaikki nämä häiriöt ovat sellaisinaan vanhusväestössä selkeitä huonon ennusteen merkkejä (Wild ym. 1981, Tilvis ym. 1995 ja 1998, King ja Tinetti 1996).

Ennestään sydänsairautta potevilla vanhuksilla voivat monet sairaudet laukaista tai pahentaa oireita, jotka johtavat diagnoosin etsintään kardiologisista syistä. Tavallisten sydänperäisten oireiden aiheuttajina voivat kuitenkin olla monet sydämenulkoiset syyt, kuten akuutit hengitystieinfektiot tai esimerkiksi keuhkoemboliat.

## Muut sairaudet ja niiden hoito

Monien sairauksien yhtäaikaan esiintyminen sekoittaa usein sekä potilaan että lääkärin mielen. Diagnoosia vaikeuttavat somaattisten sairauksien ja emotionaalisten häiriöiden oireiden päällekkäisyys ja samankaltaisuus. Mitkä fyysiset oireet johtuvat depressiosta ja mitkä depression oireet monista fyysistä vaivoista?

Vanhuspotilaiden monet lääkehoidot muuntelevat tunnetusti minkä tahansa uuden akuutin

häiriön oirekuva. Esimerkiksi särkylääkkeet ovat mahaoireiden syitä ja vaimentajia, beetasalpaajat peittävät hypoglykemian oireita, ja keskushermostolääkkeet aiheuttavat kaatuilua ja virtsainkontinenssia.

## Suhteuttamisen ongelmat

Löydöksistä ja potentiaalisesti hoidettavista taudista ei ole puutetta. Diagnostiset harharetket ovat yleisiä, koska oireiden taustalla voi olla lähes mikä tahansa sairaus pitkälle edenneestä syövästä mielenmasennukseen.

Varsinkin vanhimmista potilasryhmissä kaikkien epäspesifisimmät yleisoireet ovat työläimpiä selvittää. Niihin kuuluvat esimerkiksi kunnan äkillinen romahtaminen, jokapäiväisistä toiminnoista selviytymättömyys, muistin heikentyminen, laihtuminen, anoreksia ja elämänhalun sammuminen. Silloinkin, kun potilaalla, hänen läheisillään ja lääkärillä on yhteinen halu selvittää tilanne ja hoitomahdollisuudet, diagnostiikka voi helposti ajautua umpikujaan.

Poikkeavien laboratoriolöydösten tulkinta tuottaa niin ikään usein ongelmia ja myös turhia jatkotutkimuksia (Tilvis 1998). Lähes kaikissa akuuteissa sairauksissa seerumin natriumpitoisuus pienenee, kreatiniiniarvo suurenee ja albumiinipitoisuus pienenee. Mitä epäspesifisemmistä laboratoriomittareista on kyse, sitä vähemmän ne auttavat akuutisti sairaiden vanhuspotilaiden diagnostiikassa.

Äkillisesti sairastuneidenkin vanhusten tautien taustat voivat olla yllättävän kaukaa haettavissa. Tyypillisiä esimerkkejä ovat nuoruusvuosien tuberkuloosin aktivoituminen tai varhain sairastetun reumakuumeen pohjalta vähitellen pahentuneet läppäviat tai endokardiitti.

Unohtaa ei sovi sitäkään, että vielä vanhuudessaakin sosiaalinen tausta ja elämäntilanne vaikuttavat siihen, mitä sairastetaan, ja ennen kaikkea siihen, miten sairaus koetaan ja miten siihen haetaan apua.

## Kirjallisuutta

- Bender J S. Approach to the acute abdomen. Kirjassa: Bender B J, Garanos G J, toim. The medical clinics of North America. Philadelphia: WB Saunders Company, 1989, s. 1413-22.
- De Dombal H. Analysis of symptoms in acute abdomen. Kirjassa: Gazdard B, Theodossi A, toim. Clinics in gastroenterology. London, Philadelphia, Toronto: W B Saunders Company, 1985, s. 531-43.
- King M G, Tinetti M E. A multifactorial approach to reducing falls. Clin Geriatr Med 1996; 12: 749-59.
- Lazarus J H. Hyperthyroidism. Lancet 1997; 349: 339-43.
- Mann DMA. Molecular biology's impact on our understanding of ageing. BMJ 1998; 315: 1078-81.
- Moshagundam S, Barjel U S. Thyroid disease in the elderly. J Am Geriatr Soc 1993; 41: 1361-9.
- Naitoh M, Burrell L M. Thirst in elderly subjects. J Nutr Health Aging 1998; 2: 172-7.
- Owens B J, Hammit H F. Appendicitis in the elderly. Ann Surg 1978; 187: 392-9.
- Piha J. Autonomisen hermoston toimintahäiriöt ja tutkimusmenetelmät. Kirjassa: Sovijärvi A, Uusitalo A, Länsimies E, Vuori I, toim. Kliininen fysiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 1994, s. 323-34.
- Resnick N M, Marcantonio E R. How should clinical care of the aged differ? Lancet 1998; 350: 1157-8.
- Tilvis R. Vanhenemismuutokset. Kirjassa: Tilvis R, Sourander L, toim. Geriatria, Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 1993, s. 41-9.
- Tilvis R. Vanhusten erityispiirteet. Kirjassa: Vilppo J, Toim. Laboratoriolääketiede; kliininen kemia ja hematologia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy 1998, s. 214-9.
- Tilvis R S, Hakala S-M, Valvanne J, Erkinjuntti T. Urinary incontinence as a predictor of death and institutionalization in a general aged population. Arch Gerontol Geriatr 1995; 21: 307-15.
- Tilvis R S, Pitkälä R, Nevantausta H. Prognosis of depression in old age. Arch Gerontol Geriatr 1998; Suppl 6: 491-8.
- Valvanne J. Autonomisen hermoston vanheneminen ja sen kliininen merkitys. Duodecim 1990; 106: 161-9.
- Vanhanen H, Tilvis R, Valvanne J, Erkinjuntti T, Li N, Sairanen S. Tieto vanhuksen sydäninfarktista saattaa jäädä epävarmaksi. Suom Lääkäril 1993; 48: 144-8.
- Wild D, Nayak U S L, Isaacs B. Prognosis of falls in old people at home. J Epidemiol Community Health 1981; 35: 200-4.
- Williamson J. Preventive medicine and old age. Kirjassa: Brocklehursts J C, toim. Textbook of geriatrics and gerontology. Edinburgh: Churchill Livingstone. 1985, s. 1011-20.
- Wroblewski M, Mikulowski P, Steen B. Symptoms of myocardial infarction in old age: clinical case, retrospective and prospective studies. Age Ageing 1986; 15: 99-104.

REIJO TILVIS, professori, ylilääkäri, toimialajohtaja  
 reijo.tilvis@huch.fi  
 HYKS, sisätautien ja geriatrian toimiala  
 PL 340  
 00029 HYKS

## Liite 2 (4 sivua)

Maan painovoiman aiheuttama putoamiskihtiävyys  $9,81 \text{ m/s}^2$   
 Äänen nopeus ilmassa  $334 \text{ m/s}$   
 Veden tiheys  $1000 \text{ kg/m}^3$   
 Veren tiheys  $1050 \text{ kg/m}^3$   
 Elohopean tiheys  $13600 \text{ kg/m}^3$   
 Planckin vakio  $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$   
 Veden höyrystymislämpö  $2428 \text{ kJ/kg}$   
 Veden ominaislämpökapasiteetti  $4,19 \text{ kJ/Kkg}$   
 Elektronin varaus  $e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$   
 Avogadron luku  $= N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
 $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$   
 Yleinen kaasuvakio  $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$   
 Faradayn luku  $F = 96,5 \cdot 10^3 \text{ C mol}^{-1}$   
 Ideaalikaasun moolitilavuus  $V_m = 22,41 \text{ l/mol (NTP)}$   
 Ilman tiheys  $1,29 \text{ kg/m}^3$   
 Valon nopeus  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
 Stefan-Bolzmännin vakio  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$   
 $k = 1$  mustalle kappaleelle  
 $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$   
 $1 \text{ curie} = 1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$   
 $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$   
 protoni:  $m_p = 1,6726586 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 neutroni:  $m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 atomimassayksikkö:  $m_u = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $m_p = 1,0072825 m_u$   
 $m_n = 1,0086650 m_u$

$$K = \frac{[A^-][HB^+]}{[HA][B]}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]} = \frac{1}{1 + 10^{(pK_a - pH)}}$$

$$\frac{[HA]}{[HA] + [A^-]} = \frac{1}{1 + 10^{(pH - pK_a)}}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_{tot}}$$

$$V_0 / V_{max} = \frac{[S]}{K_m + [S]}$$

$$c = Hp_0$$

$$J_d = -D \frac{dc}{dx}$$

$$D^0 = \sqrt[3]{\frac{\rho N_A}{162\pi^2} \frac{kT}{\eta}} M^{-1/3}$$

$$\frac{J_d}{\Delta c} = P = \frac{KD}{\Delta x}$$

$$P = \phi D / \Delta x$$

$$\Pi = RTc$$

$$\Pi = nRT / V$$

$$\Pi = \phi RTc$$

$$\Pi = \sum \Pi_i = \sum \frac{n_i RT}{V}$$

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln c_i + Z_i FV$$

$$J_i = -\frac{c}{N_A f} \frac{d\mu_i}{dx} = -\frac{RT}{N_A f} \frac{dc_i}{dx} - \frac{c Z_i F}{N_A f} \frac{dV}{dx}$$

$$\mu^{0s} + RT \ln c^s + Z_i FV^s = \mu^{0u} + RT \ln c^u + Z_i FV^u$$

$$\Delta V = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{c^s}{c^u}$$

$$J = -D \left( \frac{dc}{dx} + Zc \frac{F}{RT} \frac{dV}{dx} \right)$$

$$\Delta V = V_s - V_u = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{Na} c_{Na}^u + P_K c_K^u + P_{Cl} c_{Cl}^s}{P_{Na} c_{Na}^s + P_K c_K^s + P_{Cl} c_{Cl}^u}$$

$$\frac{c_K^s}{c_K^u} = \frac{c_{Cl}^u}{c_{Cl}^s}$$

$$(c_{Cl}^u + |Z_p| c_p^u) c_{Cl}^0 = c_K^s c_{Cl}^s$$

$$\Delta \Pi = RT \Delta c = RT (c_K^u + c_{Cl}^u + c_p^u - c_K^s - c_{Cl}^s)$$

$$I = C_m \frac{dE}{dt} + g_{Na} (E - E_{Na}) + g_K (E - E_K) + g_l (E - E_l)$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$r = k(\lambda / NA)$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$\lambda = 12,26 \cdot 10^{-10} \sqrt{U(1 + 0,978 \cdot 10^{-6} U)}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}); \quad F = qvB \sin \alpha$$

$$F = m \omega^2 r = V(\rho_m - \rho_n) \omega^2 r$$

$$v = F / f = V(\rho_m - \rho_n) \omega^2 r / f$$

$$W = \frac{1}{2} J \omega^2$$

$$v = QE \frac{1}{6\pi r \eta}$$

$$U = Kdq / ti$$

$$L = U_i V t$$

$$I / I_0 = 10^{-\varepsilon c d}$$

$$A = \log_{10}(I / I_0)$$

$$A = \varepsilon c d$$

$$E_s = [Z m_p + N m_n - m_Y] c^2$$

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$\lg A = \lg A_0 - (\lg e) \lambda t$$

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

$$\lambda_e = \lambda_f + \lambda_b$$

$$T_e = \frac{T_f T_b}{T_f + T_b}, T_b = \frac{T_f T_b}{T_f - T_e}$$

$$A = A_1 e^{-\lambda_1 t} + A_2 e^{-\lambda_2 t}$$

$$E_\gamma = E_\gamma \left[ 1 + \frac{E_\gamma}{m_e c^2} (1 - \cos \theta) \right]^{-1}$$

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

$$H = w_R D; \quad H_T = w_R D_T$$

$$E = \sum_R \sum_T w_R w_T D_T; \quad \sum w_T = 1$$

$$E = hf = hc / \lambda; \quad E(\text{eV}) = 1240 / \lambda(\text{nm})$$

$$f = 1 / (2\pi \sqrt{LC})$$

$$v = \sqrt{\gamma RT / M}$$

$$v = \sqrt{E / \rho}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W / m}^2$$

$$\beta = 101 \text{ g}(I / I_0)$$

$$R = 10 \lg(P_1 / P_2) = 10 \lg(1 / \tau)$$

$$\tau = \frac{\tau_1 A_1 + \tau_2 A_2 + \dots}{A}$$

$$f = f_0 \frac{c}{c \pm v}; \quad f = f_0 \frac{c \pm v}{c}$$

$$F = mv^2 / r$$

$$T = \sqrt{4\pi^2 (r / a)}$$

$$F = m\omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} mr$$

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$$\phi = \frac{\lambda A \theta}{d}$$

$$q = \frac{\lambda \theta}{d}$$

$$\phi_k = hA\theta$$

$$\frac{P}{A} = \sigma T^4; \quad \frac{P}{A} = k\sigma T^4$$

$$h = h_{lk} = 2,38 |T_{iho} - T_{ilma}|^{0,25}$$

$$\phi_A = h_h \frac{A_h}{A} (p_{ilma} - p_{iho})$$

$$h = 1/2 g t^2$$

$$v = v_0 + g t$$

$$h = v_0 t + 1/2 g t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + 1/2 \alpha t^2$$

$$T = 2\pi / \omega$$

$$n = 1 / t$$

$$a = v^2 / r$$

$$F = mv^2 / r = m\omega^2 r = (4\pi^2 / T^2) mr$$

$$y(x, t) = y_{\max} \sin(\omega t - kx)$$

$$p(x, t) = p_{\max} \cos(\omega t - kx)$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \lg(I / I_0)$$

$$I = \Phi / \omega = \Phi_{\text{tot}} / 4\pi$$

$$E = \Phi / A$$

$$L = I / A; \quad [L] = cd / m^2 = 1 \text{ Nit} = 1 \text{ nitti}$$

$$L = I_g / (A \cos \varepsilon)$$

$$(n_1 / a) + (n_2 / b) = (n_2 - n_1) / r$$

$$f_2 = [(n_2 - n_1)r + n_1 r] / (n_2 - n_1) = f_1 + r$$

$$(f_1 / f_2) = (n_1 / n_2)$$

$$I = I_0 e^{-\alpha l}$$

$$pV = nRT$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$V = V_0 (1 + \alpha_v \Delta T)$$

$$p = p_0 (1 + \alpha_p \Delta T)$$

$$Q = c_p m \Delta T$$

$$W = \gamma \Delta A$$

$$W = F \Delta l$$

$$p_1 = \frac{W_1}{\Delta t} = pA \frac{\Delta s}{\Delta t} = pAv$$

$$p_2 = 1/2 \rho A \frac{\Delta s}{\Delta t} v^2 = 1/2 \rho v^3 A$$

$$P = P_1 + P_2 = (p + 1/2 \rho v^2) q_v$$

$$\langle P \rangle = 1/2 \rho (\langle v_i^2 \rangle + \langle v_p^2 \rangle) \langle q_v \rangle + (\langle p_1 \rangle + \langle p_2 \rangle) \langle q_v \rangle$$

$$\langle v_i^2 \rangle \approx \langle v_p^2 \rangle \approx 3,5 \langle v \rangle^2$$

**Liite 2 (4 sivua)**

$$\langle P \rangle = \frac{3,5\rho}{A^2} \langle q_v \rangle^3 + \frac{7}{6} \langle p_i \rangle \langle q_v \rangle$$

$$q_v = \frac{V}{t}$$

$$q_v = \frac{Al}{t} = Av_k$$

$$q_m = \frac{m}{t} = \rho \frac{V}{t} = \rho q_v = \rho Av_k$$

$$q_{v1} = A_1 v_1 = A_2 v_2 = q_{v2}$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$$

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{vakio}$$

$$\frac{E_k}{V} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{V} = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$\frac{E_p}{V} = \frac{mgh}{V} = \rho gh$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F_s}{A_s} = \frac{W}{V}$$

$$c = \sqrt{(\Delta p / \Delta V)(V / p)}$$

$$F = (EA/l)(\Delta l)$$

$$R = \Delta p / q_v = 8\eta L / (\pi r^4)$$

$$PRU = \Delta p (\text{mmHg}) / q_v (\text{ml} / \text{s})$$

$$PVR = 80(PA_m - LA_m) / V_p$$

$$SVR = 80(AO_m - RA_m) / V_p$$

$$q_v = \frac{\pi \Delta p R^4}{8\eta L}$$

$$Re = \frac{\rho v R}{\eta}$$

$$v' = \frac{2(\rho - \rho_0)gr^2}{9\eta}$$

$$W = Fs$$

$$E_p = mgh$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_r = \frac{1}{2} J \omega^2$$

$$P = W / t$$

$$\eta = W_a / W_o$$

$$\eta = (W_o / t) / (W_a / t) = P_a / P_o$$

$$TT - \text{luku} = 1000 \frac{\mu(x,y,z) - \mu_{\text{vesi}}}{\mu_{\text{vesi}}}$$

$$R = \left( \frac{v_1 \rho_1 - v_2 \rho_2}{v_1 \rho_1 + v_2 \rho_2} \right)^2$$

$$\Delta f = 2 f v \cos \alpha / c$$

$$M = F \cdot r$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	II	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb			Ib	IIb	III	IV	V	VI	VII	VIII
$^1\text{H}$ 1.0079																	$^2\text{He}$ 4.0026
$^3\text{Li}$ 6.9412	$^4\text{Be}$ 9.0121											$^5\text{B}$ 10.811	$^6\text{C}$ 12.010	$^7\text{N}$ 14.006	$^8\text{O}$ 15.999	$^9\text{F}$ 18.998	$^{10}\text{Ne}$ 20.179
$^{11}\text{Na}$ 22.989	$^{12}\text{Mg}$ 24.305											$^{13}\text{Al}$ 26.981	$^{14}\text{Si}$ 28.085	$^{15}\text{P}$ 30.973	$^{16}\text{S}$ 32.065	$^{17}\text{Cl}$ 35.453	$^{18}\text{Ar}$ 39.948
$^{19}\text{K}$ 39.098	$^{20}\text{Ca}$ 40.078	$^{21}\text{Sc}$ 44.955	$^{22}\text{Ti}$ 47.867	$^{23}\text{V}$ 50.941	$^{24}\text{Cr}$ 51.996	$^{25}\text{Mn}$ 54.938	$^{26}\text{Fe}$ 55.845	$^{27}\text{Co}$ 58.933	$^{28}\text{Ni}$ 58.693	$^{29}\text{Cu}$ 63.546	$^{30}\text{Zn}$ 65.409	$^{31}\text{Ga}$ 69.723	$^{32}\text{Ge}$ 72.641	$^{33}\text{As}$ 74.921	$^{34}\text{Se}$ 78.963	$^{35}\text{Br}$ 79.904	$^{36}\text{Kr}$ 83.798
$^{37}\text{Rb}$ 85.467	$^{38}\text{Sr}$ 87.621	$^{39}\text{Y}$ 88.905	$^{40}\text{Zr}$ 91.224	$^{41}\text{Nb}$ 92.906	$^{42}\text{Mo}$ 95.942	$^{43}\text{Tc}$ 98.906	$^{44}\text{Ru}$ 101.07	$^{45}\text{Rh}$ 102.90	$^{46}\text{Pd}$ 106.42	$^{47}\text{Ag}$ 107.86	$^{48}\text{Cd}$ 112.41	$^{49}\text{In}$ 114.81	$^{50}\text{Sn}$ 118.71	$^{51}\text{Sb}$ 121.76	$^{52}\text{Te}$ 127.60	$^{53}\text{I}$ 126.90	$^{54}\text{Xe}$ 131.29
$^{55}\text{Cs}$ 132.90	$^{56}\text{Ba}$ 137.32	$^{57}\text{La}$ 138.90	$^{72}\text{Hf}$ 178.49	$^{73}\text{Ta}$ 180.94	$^{74}\text{W}$ 183.84	$^{75}\text{Re}$ 186.20	$^{76}\text{Os}$ 190.23	$^{77}\text{Ir}$ 192.21	$^{78}\text{Pt}$ 195.08	$^{79}\text{Au}$ 196.96	$^{80}\text{Hg}$ 200.59	$^{81}\text{Tl}$ 204.38	$^{82}\text{Pb}$ 207.21	$^{83}\text{Bi}$ 208.98	$^{84}\text{Po}$ 208.98	$^{85}\text{At}$ 209.98	$^{86}\text{Rn}$ 222.01
$^{87}\text{Fr}$ 223.01	$^{88}\text{Ra}$ 226.02	$^{89}\text{Ac}$ 227.02	$^{104}\text{Rf}$ 261.10	$^{105}\text{Db}$ 262.11	$^{106}\text{Sg}$ 266.12	$^{107}\text{Bh}$ 264.12	$^{108}\text{Hs}$	$^{109}\text{Mt}$	$^{110}\text{Ds}$	$^{111}\text{Rg}$	$^{112}\text{Uub}$	$^{113}\text{Uut}$	$^{114}\text{Uuq}$	$^{115}\text{Uup}$	$^{116}\text{Uuh}$	$^{117}\text{Uus}$	$^{118}\text{Uuo}$
Lantanoidit				$^{58}\text{Ce}$ 140.11	$^{59}\text{Pr}$ 140.90	$^{60}\text{Nd}$ 144.24	$^{61}\text{Pm}$ 146.91	$^{62}\text{Sm}$ 150.36	$^{63}\text{Eu}$ 151.96	$^{64}\text{Gd}$ 157.25	$^{65}\text{Tb}$ 158.92	$^{66}\text{Dy}$ 162.50	$^{67}\text{Ho}$ 164.93	$^{68}\text{Er}$ 167.25	$^{69}\text{Tm}$ 168.93	$^{70}\text{Yb}$ 173.04	$^{71}\text{Lu}$ 174.96
Aktinoidit				$^{90}\text{Th}$ 232.03	$^{91}\text{Pa}$ 231.03	$^{92}\text{U}$ 238.02	$^{93}\text{Np}$ 237.04	$^{94}\text{Pu}$ 244.06	$^{95}\text{Am}$ 243.06	$^{96}\text{Cm}$ 247.07	$^{97}\text{Bk}$ 247.07	$^{98}\text{Cf}$ 251.07	$^{99}\text{Es}$ 252.08	$^{100}\text{Fm}$ 257.09	$^{101}\text{Md}$ 258.09	$^{102}\text{No}$ 259.10	$^{103}\text{Lr}$ 260.10

Säteilyn painotuskertoimia

säteilyn tyyppi	w <sub>R</sub> (tarkka arvo)
fotonit	1
elektronit	1
neutronit	5-20
protonit	10
alfahiukkaset	20
elin tai kudosis	w <sub>T</sub> (tarkka arvo)
sukupuolirauhaset	0,20
keuhkot	0,12
punainen luuydin	0,12
mahalaukku	0,12
paksusuoli	0,12
kilpirauhanen	0,05
maksa	0,05
ruokatorvi	0,05
rintarauhaset	0,05
virtsarakko	0,05
iho	0,01
luun pinta	0,01
muut kudokset yht.	0,05

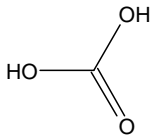
Kalsiumsuolojen liukoisuustuloja

suola	K <sub>s</sub>
kalsiumhydroksidi Ca(OH) <sub>2</sub>	1 × 10 <sup>-5</sup> mol <sup>3</sup> /l <sup>3</sup>
kalsiumkarbonaatti CaCO <sub>3</sub>	7 × 10 <sup>-9</sup> mol <sup>2</sup> /l <sup>2</sup>
kalsiumvetyfosfaatti CaHPO <sub>4</sub>	2 × 10 <sup>-7</sup> mol <sup>2</sup> /l <sup>2</sup>
kalsiumfosfaatti Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3 × 10 <sup>-30</sup> mol <sup>5</sup> /l <sup>5</sup>
hydroksiapatiitti Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> OH	1 × 10 <sup>-58</sup> mol <sup>9</sup> /l <sup>9</sup>

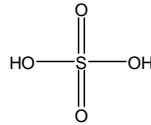
Veriplasman komponenttien viitearvoja

natrium	140 mmol/l
kalium	3,5-5,1 mmol/l
kloori	105 mmol/l
kalsium	2,5 mmol/l
magnesium	1,2 mmol/l
epäorgaaninen fosfori	1,0 mmol/l
vetykarbonaatti	26,0 mmol/l
glukoosi	3,5-5,5 mmol/l
albumiini	40 g/l
proteiinit yhteensä	70 g/l
pH	7,4

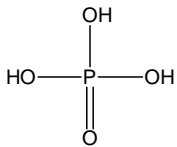
Eräiden happojen pK<sub>a</sub>-arvoja ja niiden rakennekaavat täysin protonoituneessa muodossa:



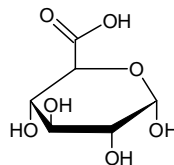
hiilihappo  
(pK<sub>a1</sub> = 3,8; pK<sub>a2</sub> = 10,2)



rikkihappo  
(pK<sub>a1</sub> ≈ -3; pK<sub>a2</sub> = 2,0)

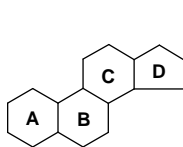


fosforihappo  
(pK<sub>a1</sub> = 2,1; pK<sub>a2</sub> = 6,9; pK<sub>a3</sub> = 11,8)

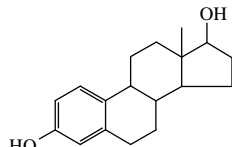


glukuronihappo  
(pK<sub>a1</sub> = 3,8)

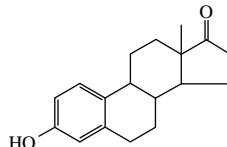
Tärkeimmät steroidihormonit:



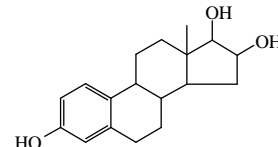
steroidirunko



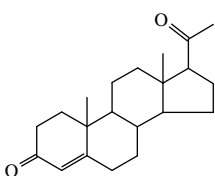
estradioli



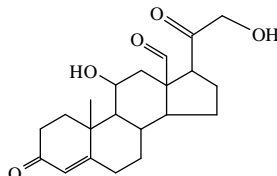
estroni



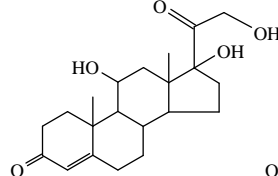
estrioli



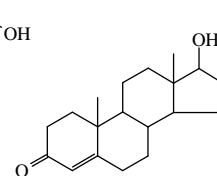
progesteroni



aldosteroni



kortisoli



testosteroni