



## LÄÄKETIETEEN VALINTAKOEVAATIMUKSET UUDISTUVAT

Lääketieteen valintakoe uudistuu, kun pitkään käytössä ollut Galenos poistuu pääsykoevaatimuksista. Keväällä 2012 valintakokeen tehtävät pohjautuvat lukion fysiikan, kemian ja biologian pakollisiin ja valinnaisiin kursseihin. Lisäksi koeksessa on edelleen aineisto.

Galenoksesta luopuminen on merkittävä muutos valintakoevaatimuksissa. Muutos on erityisen suuri biologian osalta, jossa ihmisen biologian lisäksi merkittäviksi kokonaisuudeksi nousevat muun muassa solu- ja perinnöllisyysbiologia. Fysiikan ja kemian osalta muutos ei ole yhtä dramaattinen, koska myös Galenos pohjautui suurelta osin lukion fysiikkaan ja kemiaan. Muutoksen myötä joitain fysiikan ja kemian kokonaisuuksia jää pois, mutta vastaavasti joitain uusia kokonaisuuksia tulee tilalle. Todennäköistä on, että valintakoe tulee jatkossakin olemaan hyvin soveltava, eli hakijan pitää kyetä yhdistelemään tietoa eri ainekokonaisuuksista. Aineistotehtävien merkitys lääketieteen valintakokeessa voi edelleen kasvaa.

## MILLÄ EVÄILLÄ LÄÄKETIETEEN UUTEEN VALINTAKOKEESEEN?

Lääketieteen alan valintakoe on yksi vaativimmista, ja kilpailu opiskelupaikoista on kovaa. Kokeessa onnistuminen edellyttää lukion laajan biologian, fysiikan ja kemian tietojen ja taitojen erinomaista hallintaa sekä erittäin hyvää laskurutiinia. Lisäksi valintakokeessa menestyminen vaatii eri osa-alueiden yhdistämis- ja sovelluskykyä, paineensietokykyä, erinomaista nippelitiedon hallintaa sekä graafisen tiedon käsittelytaitoa. Onnistunut valintakoesuoritus edellyttää myös hyvää ajankäytön hallintaa.

## TESTAA TAITOSI

Tähän monisteeseen on koottu muutamia valintakoetyyppisiä fysiikan, kemian ja biologian tehtäviä. Mukana on myös aineisto – aineistopohjaisia tehtäviä on viime vuosina ollut aina lääketieteen valintakokeessa.

Tässä Testaa taitosi -monisteessa tehtäviä on neljä. Varsinaisessa lääketieteen valintakokeessa tehtäviä on yleensä 12–15 ja aikaa käytettävissä viisi tuntia. Tästä voit hieman päätellä, missä ajassa sinun pitäisi pystyä vastaamaan näihin tehtäviin.

Oikeat vastaukset löytyvät Eximian verkkosivuilta [www.eximia.fi](http://www.eximia.fi)

## Menestystä tehtävien ratkaisuun!

AINEISTO

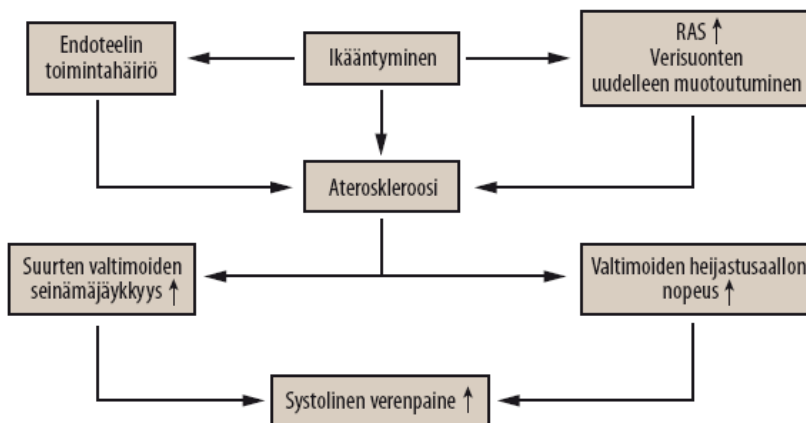
## Iäkkään verenpainepotilaan hoito

Yli 65-vuotiaiden osuus väestöstä lisääntyy varsinkin kehittyneissä maissa (Population Institute 2006). Tupakoinnin ohella kohonnut verenpaine ja dyslipidemia ovat sydän- ja verisuonitautien merkittävimmät riskitekijät. Niiden hoidon tavoite on yksilötasolla ennenaikaisen kuoleman, sairauksien ja niistä johtuvan toimintakyvyn heikkenemisen välttäminen tai lykkääminen sekä elämänlaadun säilyttäminen. Iäkkäiden osalta tämä merkitsee yhteiskunnan tasolla myös kalliin laitoshoidon vähenemistä ja sitä kautta kustannussäästöjä.

### Verenpaineen muutokset iän mukana

Diastolinen paine laskee iän lisääntyessä, kun taas systolinen nousee pääasiassa valtimoissa tapahtuvien toiminnallisten ja rakenteellisten muutosten seurauksena. Verenpaineen nousu on 50–60 ikävuoden jälkeen pääasiassa systolisen paineen nousua. Suurissa valtimoissa ikääntyminen johtaa kalsiumin kertymiseen verisuonen seinämään, elastiinin fragmentoitumiseen ja kollageenisäikeiden lisääntymiseen, mikä johtaa valtimon seinämän jäykistymiseen. Jäykistynyt aortta ei yhtä tehokkaasti vaimenna sydäimestä lähtevää pulssiaaltoa, jolloin systolinen paine ja jälkikuormitus lisääntyvät, kun taas diastolinen paine laskee ja sepelvaltimoiden verenkierto heikkenee (kuva) (Duprez 2008).

Ikääntymisen aiheuttamat valtimomuutokset sekä kohonnut systolinen paine alistavat elinmuutoksille ja lisäävät sydän- ja verisuonitauteihin sairastumisen riskiä sekä kuolleisuutta näihin tauteihin. Suuret epidemiologiset tutkimukset ovat vahvistaneet systolisen paineen merkityksen sydän- ja verisuonitautien riskitekijänä. Systolisen paineen nousu 20 mmHg lisää 40–69-vuotiailla aivohalvauksen sekä sydän- ja verisuonitautien aiheuttaman kuolleisuuden kaksinkertaiseksi. Epidemiologisten tutkimusten mukaan 2 mmHg matalampi systolinen paine on merkinnyt 7 % pienempää riskiä kuolla iskeemiseen sydäntapahtumaan ja 10 % pienempää riskiä saada aivohalvaus (Prospective Studies Collaboration 2002).



**Kuva.** Ikääntymisen vaikutus valtimon seinämään ja systoliseen verenpaineeseen. RAS = reniini-angiotensiinijärjestelmä.

## Hoidon hyöty

Äskettäin julkaistu meta-analyysi osoitti, että iäkkäät hyötyvät verenpaineen hoidosta suhteellisesti yhtä paljon kuin nuoremmatkin (Blood Pressure Lowering Treatment Trialists' Collaboration 2008). HYVET-tutkimuksen (Beckett ym. 2008) mukaan kohonneen verenpaineen hoito kannattaa myös silloin, kun potilas on yli 80-vuotias ja kohtalaisen hyväkuntoinen. Sydän- ja verisuonitapahtumien määrän lisäksi myös kokonaiskuolleisuus oli tämän tutkimuksen hoitoryhmässä pienempi. Niinpä kohonneen verenpaineen hoidon aloittaminen ei missään iässä ole liian myöhäistä. Iäkkäiden kohonneen verenpaineen hoito on absoluuttisin luvuin erittäin tuloksellisista, koska korkeassa iässä haittatapahtumien todennäköisyys on suurempi kuin nuoremmilla. Meta-analyysissa yli 60-vuotiailla NNT-luvuksi saatiin miehillä 18/5 v ja naisilla 38. Yli 70-vuotiailla luku oli 19 ja 60–69-vuotiailla 39. Potilailta, joilla oli jo jokin sydän- ja verisuonikomplikaatio, NNT-luku oli 16. HYVET-tutkimuksessa estettiin yksi kuolema hoitamalla 40:tä potilasta kaksi vuotta. Saavutettu hyöty ei ole riippunut siitä, millä verenpainelääkkeellä potilasta on hoidettu. Kohonneen verenpaineen hoitoraja on iäkkäällä potilaalla sama kuin nuoremmillakin eli verenpaineen Käypä hoito-suosituksen (2005) mukainen 160/100 mmHg. Useilla iäkkäillä potilailta on verenpaineen lisäksi muitakin riskitekijöitä, jolloin hoidon aloitusraja on 140/90 mmHg. Vanhusten verenpainetutkimuksista kaksi, SHEP (SHEP Cooperative Research Group 1991) ja SystEur (Staessen ym. 1997) on ollut puhtaasti systolisen verenpaineen hoitoon kohdistuneita; muissa tutkimuksissa on ollut mukana myös kohonnutta diastolista painetta sairastavia (taulukko 1). Keskimääräinen lähtöpaine on tutkimuksissa ollut 170–192/77–102 mmHg. Verenpaine on laskeutunut myös lumeryhmässä SHEP-tutkimusta lukuun ottamatta. Saavutettu keskimääräinen verenpainetaso on lumeryhmässä ollut 155–193/72–95 mmHg ja aktiivihoitoryhmässä 143–166/68–85 mmHg ja ero ryhmien välillä keskimäärin 10–20/4–8 mmHg. Kokonaiskuolleisuus on tutkimuksissa vähentynyt, tosin merkitsevästi ainoastaan STOP- (Dahlöf ym. 1991) ja HYVET-tutkimuksessa (taulukko 2). Kaikissa tutkimuksissa aivohalvausriski on vähentynyt merkitsevästi (25–46 %). Myös sepelvaltimotautiriski on vähentynyt 19–43 %, mutta ero on ollut merkitsevä ainoastaan SHEP-tutkimuksessa. Useimmissa iäkkäitten verenpainetutkimuksissa aktiivilääkitys on pienentänyt merkitsevästi myös sydämen vajaatoiminnan riskiä, viimeisimpänä julkaistussa HYVET-tutkimuksessa 64 % ( $p < 0,001$ ). Lisähyötynä näyttäisi vielä olevan dementian vähenemä, jonka suuruus on merkitsevän rajoilla (Peters ym. 2008).

**Taulukko 1.** Iäkkäillä tehdyt lumekontrolloidut verenpainetutkimukset.

Tutkimus	Potilaita	Keski-ikä (v), suluissa ikäraja tai vaihteluväli	Verenpain- e alussa (mmHg)	Verenpaine lopussa (mmHg)		
				Lumeryhmä	Hoitoryhmä	Nettoero
EWPHE (Amery ym. 1985)	840	72 (>60)	182/101	167/90	148/85	19/5*
SHEP (SHEP 1991)	4736	72 (>60)	192/102	193/95	166/85	20/8*
STOP (Dahlöf ym. 1991)	1627	76 (70–84)	170/77	155/72	143/68	12/4*
MRC (MRC 1992)	4396	(65–74)	174/86	167/85	152/79	15/6*
SystEur (Staessen ym. 1997)	4695	71 (>60)	185/91	162/85	152/79	10/5*
HYVET (Beckett* ym. 2008)	3845	83,5 (>80)	173/91	158/82	143/73	15/6*

\* Ero merkitsevä

**Taulukko 2.** Päätetapahtumien vähenemät (%) eri tutkimusten aktiivilääkeryhmissä lumeeseen verrattuna.

Tutkimus	Lääkitys	Kokonais- kuolleisuus	Aivohalvaukset		Koronaaritauti	
			Fataali	Kaikki	Fataali	Kaikki
EWPHE (Amery ym. 1985)	HCTZ + triamtereeni + metyylidopa	26	43	38*	47*	43
SHEP (SHEP 1991)	klortalidoni	13	29	36*	20	27*
STOP (Dahlöf ym. 1991)	atenololi/meto- prololi/pindololi tai amiloridi+HCTZ	43*	73*	46*	50	31
MRC (MRC 1992)	bendrofluatsidi tai propranololi	3	12	25*	22	19
SystEur (Staessen ym. 1997)	nitrendipiini + enalapriili ja HCTZ	14	39	42*	56	30
HYVET (Beckett ym. 2008)	Indapamidi + perindopriili	21*	39*	30	29	28

\*Ero merkitsevä

HCTZ = hydroklooritiatsidi

## Hoidon tavoite

Verenpaineen Käypä hoito -suositus (2005) ei erottele hoitotavoitetta iän mukaan. Iäkkäille tehdyissä tutkimuksissa hoitoryhmä ei kuitenkaan ole saavuttanut tavoitetta 140 mmHg vaan systolinen paine on jäänyt tasolle 143–166 mmHg. Yhden elohopeamillimetrin suuruinen systolisen paineen lasku on vähentänyt näissä tutkimuksissa aivohalvausriskiä 2–4 % ja sepelvaltimotautiriskiä 1,5–3 %. Diastolinen paine on kaikissa tutkimuksissa laskenut keskimäärin vähintään tavoitteeseen 85 mmHg. Epidemiologisten tutkimusten mukaan (Prospective Studies Collaboration 2002) myös yli 60-vuotiailla sekä aivohalvausriski että iskeemisen sydäntapahtuman riski vähenevät lineaarisesti ainakin systolisen paineen arvoon 115 mmHg ja diastolisen paineen arvoon 75 mmHg asti. Siten myös iäkkäillä potilailla hyötyä saadaan laskemalla verenpainetta niin alas kuin mahdollista. Tässä ryhmässä Käypä hoito -suosituksen tavoitteen saavuttaminen on kuitenkin valtimoseinämiä jähkkyiden takia vaikeaa. Edellä mainitun mukaisesti pienemmästäkin verenpaineen laskusta on kuitenkin iäkkäälle hyötyä, eikä Käypä hoito -suosituksen (2005) tavoitteeseen alle 140/80–85 mmHg tarvitse pyrkiä keinolla millä hyvänsä. Äskettäisessä ruotsalaisessa väestötutkimuksessa (Molander ym. 2008) todettiin, että yli 85-vuotiailla matalaan systoliseen verenpaineeseen (alle

120 mmHg) liittyi nelinkertainen kuolleisuus, ja tutkijat suosittelivat tässä ikäryhmässä optimaaliseksi systoliseksi verenpaineeksi yli 140 mmHg.

## Verenpaineen mittaaminen

Iäkkäillä potilailla verenpaine pitää aina mitata myös pystyasennossa ortostaattisen reaktion selvittämiseksi. Verenpainetavoite 140/85 mmHg saatetaan saavuttaa pystyasennossa, vaikka maaten tai istuen mitattu verenpaine on huomattavasti korkeampi. Mitattaessa kannattaa seurata potilaiden huimausreaktiota pystyyn noustessa. Iäkkäiden verenpainetta hoidetaan pystyasennossa mitattujen verenpainneiden mukaan. Varovainen vajaahoito on parempi vaihtoehto kuin hoitamattomuus tai liikahoito, joka altistaa kaatumiselle ja luunmurtumille. Hypotensio, varsinkin yöllä, saattaa altistaa iäkkään potilaan iskeemiselle aivoinfarktille. Valkotakkihypertension (potilaan verenpaine vastaanotolla korkea mutta kotona normaali) todennäköisyys lisääntyy iän myötä, minkä takia kotimittaus on hyödyllinen myös iäkkäillä. Pseudohypertension mahdollisuus on muistettava varsinkin tilanteessa, jossa verenpaine ei laske useallakaan lääkkeellä mutta elinvaurioita ei ole todettavissa korkeasta verenpaineesta huolimatta. Pseudohypertensiossa verenpainemittarin mansetti ei pysty puristamaan kalkkiutuneita valtimoita tukkoon ja saatu arvo on virheellisen suuri. Tässä yhteydessä kriteerinä pidetty Oslerin merkki (rannesyke tuntuu, vaikka mansetti on tiukalla) on arvioitu epäluotettavaksi. Diagnoosi voi olla vaikea ilman valtimonsisäistä verenpaineen mittausta. Myös ateroskleroottinen munuaisvaltimoahtauma on pidettävä mielessä etsittäessä iäkkään potilaan kohonneen verenpaineen syytä.

## Lääkehoito

Useimmissa iäkkäiden verenpainetutkimuksissa on käytetty joko diureettia tai beetasalpaajaa, uusimmissa myös ACE:n estäjää ja kalsiuminestäjää. Kaikki ovat lumeeseen verrattuna parantaneet potilaiden ennustetta. STOP2-tutkimuksessa ei eri lääkeryhmien välillä havaittu eroa (Hansson ym. 1999). Iäkkäällä potilaalla myös angiotensiinireseptorin salpaajan on osoitettu tehokkaaksi lumeeseen (oikeastaan diureettiin) verrattuna (Lithell ym. 2003). Kuten nuoremmillakin tärkeintä on verenpaineen lasku, mihin myös iäkkäät tarvitsevat usein yhdistelmähoitoa. Lääkityksen aloittaminen valmiste yksilöllisesti valiten ja pientä annosta käyttäen on iäkkäillä turvallisinta. Annosta ja yhdistelmän osia lisätään tarpeen mukaan verenpainetta seuraten. Useimmilla iäkkäillä potilailla on kohonneen verenpaineen lisäksi muita tekijöitä, jotka pitää ottaa huomioon ensimmäistä lääkettä valittaessa (Verenpaine: Käypä hoito -suositus 2005). Eräät lääkkeet ja taudit saattavat joko laskea tai nostaa iäkkään potilaan verenpainetta. Sepelvaltimotaudin hoitoon käytetyt pitkävaikutteiset nitraattivalmisteet laskevat varsinkin systolista verenpainetta. Myös eturauhasen liikakasvuun käytetyt alfasalpaajat saattavat laskea verenpainetta. Toisaalta taas tulehduskipulääkkeet ja trisykliset masennuslääkkeet voivat nostaa sitä. Diabeettinen autonominen neuropatia aiheuttaa verenpaineen vuorokausivaihtelun puuttumisen, ja Parkinsonin tauti ja Alzheimerin tauti alentavat verenpainetta.

## Lopuksi

Iäkkäiden, toimeliiden henkilöiden määrä kasvaa eliniän pidentymisen seurauksena koko ajan. Heidän kaikkien riskitekijöidensä hoitaminen on tärkeää paitsi näiden ihmisten elämänlaadun myös yhteiskunnan kannalta. Pelkkä verenpaineen hoito ei siis ole tämän tavoitteen saavuttamiseksi riittävä. ASCOTTutkimus (Sever ym. 2008) osoitti verenpainepotilaan dyslipidemian hoitamisella saatavan lisähyötyä aivohalvauksen ja iskeemisen sydäntaudin ehkäisyssä verenpaineen laskun lisäksi. Diabeteksen hoito ja varsinkin ehkäisy painonhallinnalla on tärkeää. Niinpä täytyy muistaa elintapahoidon olevan kaiken perusta, myös lääkkein hoidetuilla verenpainepotilailla.

### Lähteet

Kantola, I. 2009. Iäkkään verenpainepotilaan hoito. *Duodecim*, 125: 1549–1554.

## TESTAA TAITOSI -TEHTÄVÄT

### Tehtävä 1.

(16 pistettä)

Pohdi aineistotekstin perusteella, miksi ja miten iäkkään henkilön korkeaa verenpainetta kannattaa hoitaa?

### Tehtävä 2.

(14 pistettä)

*Ateroskleroosissa eli valtimoiden rasvakovettumistaudissa verta kuljettavat valtimot ahautuvat, jonka seurauksena veren kulku suonessa häiriintyy. Tauti alkaa valtimoiden sisäpintaa verhoavasta ohuesta suonon sisäkalvosta, jonka alle alkaa kertyä pääasiassa veren kolesterolista peräisin olevaa materiaalia. Kertyminen on hidasta ja voi alkaa jo nuoruudessa. Kolesterolikertymää kutsutaan plakiksi. Vuosien kuluessa plakki kasvaa, pullistuu sisäänpäin ja alkaa tukkia valtimoa. Sen seurauksena veren virtaus valtimossa heikkenee. Ateroskleroosin kehittyminen on yhteydessä riskitekijöihin, joista useimmat liittyvät elämäntapoihin. Myös perinnöllisellä alttiudella on osuutta. Kolme pääasiallista valtimotaudin riskitekijää ovat tupakointi, suurentunut veren LDL-kolesterolin määrä ja kohonnut verenpaine. Muita vaaratekijöitä ovat lihavuus ja sairastuminen aikuistyyppin diabetekseen.*

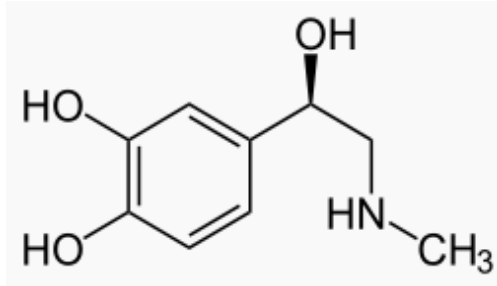
- Kuinka monta prosenttia paine laskee valtimossa sellaisessa kohdassa, jossa plakki on kaventanut valtimon poikkipinta-alaa 80 %:a alkuperäisestä? Terveessä valtimossa veren virtausnopeus on 0,14 m/s ja verenpaine 13,3 kPa. Valtimo on vaakasuorassa asennossa, ja veren tiheys on 1050 kg/m<sup>3</sup>.
- Kuinka moninkertaiseksi plakki kasvattaa suonon virtausvastuksen?
- Aortan pituus on 15 cm ja halkaisija tietyssä kohtaa 1,2 cm. Millä tilavuusvirralla veren virtaus muuttuu turbulenttiseksi? Veren suhteellinen viskositeetti on 4,4, veren tiheys 1050 kg/m<sup>3</sup> ja veden viskositeetti 0,69 mPas.

### Tehtävä 3.

(15 pistettä)

*Stressihormonit adrenaliini ja noradrenaliini toimivat sykettä ja verenpainetta nostavasti. Feokromosytoomassa lisämumuaisten ydinosa kasvain tuottaa niitä hallitsemattoman paljon, mikä havaitaan mm. kohtauksittain esiintyvänä hikoiluna ja sydämentykytyksenä. Kasvaimen diagnosoinnissa hormonien pitoisuus määritetään virtsasta. Koska kuitenkin vain pieni osa näistä hormoneista erittyy elimistöstä sellaisenaan, määritetään ne tutkimuksissa johdannaisinaan. Hormonien aineenvaihdunta etenee siten, että katekoli-O-metyyli-transferaasi metaboloii adrenaliinista ja noradrenaliinista ensin metanefriiniä ja normetanefriiniä, mikä johtaa metyyliiryhmän liittymiseen meta-asemassa olevaan hydroksyyliiryhmään. Monoamiinioksidaasi hapettaa johdannaiset edelleen metoksihydroksimandelaatiksi (MOMA), jossa sivuketjun päässä oleva metyyliamiiniosa eliminoituu ja ketjun 2. hiili hapettuu karboksyyliiryhmäksi. Tutkimuksia varten kerätään vuorokausivirtsasta, johon lisätään säilytysaineeksi väkevää suolahappoa. Kerätystä virtsasta voidaan laboratoriossa määrittää sekä metanefriini, normetanefriini että MOMA. Kutakin määrittystä varten vuorokausivirtsasta otetaan laboratoriossa 10ml näyte, jonka pH säädetään 5 mol/l NaOH-liuoksella arvoon 2,7. Tavallinen käytössä oleva määrittymenetelmä on nestekromatografia, johon voidaan yhdistää spektrometriaa. Ohjearvot metaboliiteille aikuisen ihmisen virtsassa ovat dU-Metnef 0,1-0,4 µmol/l; dU-Normet 0,5-4,2 µmol/l ja dU-MOMA 10-40 µmol/l.*

- Alla on adrenaliinin tiivistetty rakennekaava. Esitä vastaavat rakennekaavat sen metabolian 1. ja 2. vaiheen yhdisteille. Esiintyykö lopputuotteessa mahdollisesti jonkin lajin stereoisomeriaa?



- b) Selvitä lyhyesti, mihin kromatografiset menetelmät perustuvat.
- c) Kromatogrammissa 4mg/l MOMA-standardin antaman piikin korkeus oli 0,00756 yksikköä ja näytteen 0,00517. Mikä oli virtsan MOMA-pitoisuus, kun näytteeseen oli pH-arvon säätämiseksi lisättävä 11,99ml NaOH-liuosta? Onko tulos ohjearvojen haarukassa?
- d) Mikä on ekvivalenttikohdan pH-arvo, kun 200 ml pitoisuudeltaan 0,2M manteli-happoliuosta titrataan 0,15M natriumhydroksidiliuoksella? Tiedetään, että pH-arvoon 7,0 puskuroidussa liuoksessa mantelihapon happomuodon pitoisuus oli  $3,51 \cdot 10^{-5}$  M ja emäsmuodon 0,050 M.

**Tehtävä 4.****(18 pistettä)**

Radioaktiiviset aineet emittoivat hajotessaan säteilyä ja riippuen kyseiselle nuklidille ominaisesta hajoamistavasta, on säteily sähkömagneettista tai hiukkassäteilyä. Usein hajoamisessa syntyy molempia. Aktiivisuuden väheneminen tapahtuu eksponentiaalisesti ja se on funktio kyseisen isotoopin puoliintumisajasta sekä kuluneesta ajasta. Lääketieteellisessä kontekstissa tyypillinen radioaktiivisuuteen liittyvä tapaus voisi olla esimerkiksi potilaan saama säteilyännos ja tällöin kiinnostuneita ollaan siitä, kuinka nopeasti aktiivisuus kehosta poistuu. Tällaisissa tapauksissa poistumisreitteinä radioaktiivisuudelle toimivat myös biologiset tiet. Riippuen säteilylajista ja annoksen saantitavasta, voi radioaktiivinen aine kiinnittyä lujasti elimistöön taikka poistua nopeasti biologisia reittejä. Tämäntyyppistä tapausta voi käsitellä analogisena sähköopin rinnankytkenän kanssa. Virtausvastusta kuvastavat nyt puoliintumisajat - pienellä puoliintumisajalla (vastuksella) radioaktiivisen aineen poistuminen on nopeaa (suuri virtaus).

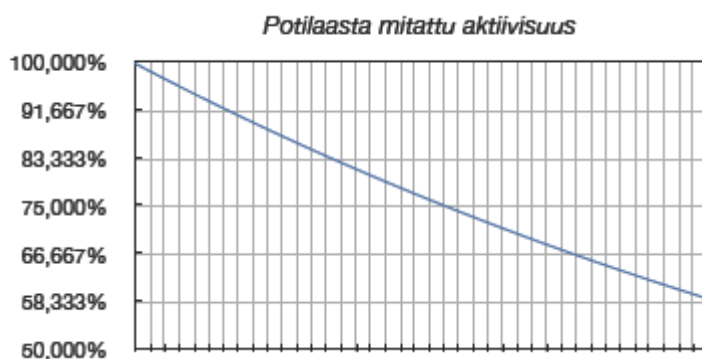
- a) Kuvaajassa on esitetty potilaasta mitattu suhteellinen aktiivisuus nollahetken verrattuna ajan funktiona. Mittausdataa on saatu kerättyä rajalliselta 40 päivän ajanjaksolta. Määritä taulukon avulla tapaukselle puoliintumisaika, jolla säteily kehosta poistuu. Aikajanalla yksi väli vastaa yhtä päivää, eli viimeinen mittauspäivä on päivä 39.
- b) Tutkimuksen aikana on saatu paikannettua radioaktiivisen aineen sijainti kehosta ja tiedetään biologisen puoliintumisajan olevan tapaukselle 105 d. Mikä on radioaktiivisen aineen fysikaalinen puoliintumisaika? Mikä taulukon alkuaineista todennäköisimmin on kyseessä?
- c) Puoliintuminen voidaan esittää matemaattisesti myös seuraavilla kaavoilla. Pohdi, mitä kaavan eksponentti k kuvastaa ja johda tarvittavin sijoituksin puoliintumisajan ja hajoamisvakion yhteys toisiinsa.

$$A = A_0 \left( \frac{1}{2} \right)^k$$

$$A = A_0 \cdot \prod_1^k \frac{1}{2}$$

## LÄÄKETIETEEN ALAN VALINTAKOE – TESTAA TAITOSI

- d) Erään potilaan tapauksessa säteilyä tiedettiin kohdistuneen kilpirauhasiin ja munasarjoihin. Tiedettiin myös potilaan saaman efektiivisen annoksen olevan 120 mSv. Jos potilaan saama absorboitunut annos oli 96 mGy, paljonko potilas painoi ja mistä säteilystä oli kyse?



Elin tai kudος	Painotuskerroin
Sukurauhaset	0,25
Rinta	0,15
Keuhkot	0,12
Kilpirauhanen	0,05
Luun pinta	0,03
Säteilylaji	Painokerroin
Röntgensäteily	1
Neutronisäteily	5
Alfasäteily	20
Gammasäteily	1
Elektronit	1
Protonit	10

isotope	half life	
	days	10 <sup>6</sup> seconds
vanadium-48	15.9735	1.38011
californium-253	17.81	1.539
chromium-51	27.7025	2.39350
mendelevium-258	51.5	4.45
californium-254	60.5	5.23
cobalt-56	77.27	6.676
scandium-46	83.79	7.239
sulfur-35	87.32	7.544
thulium-168	93.1	8.04
fermium-257	100.5	8.68
thulium-170	128.6	11.11
polonium-210	138	11.9
cobalt-57	271.79	23.483
vanadium-49	330	29
californium-248	333.5	28.81
ruthenium-106	373.59	32.278
neptunium-235	396.1	34.22
cadmium-109	462.6	39.97