

# Biokemian ennakkotehtävät 13.-18.5.2020

## Yleisohje kaikkiin tehtäviin

Kussakin neljässä tehtävässä sinun tulee laatia 400–600 sanan kirjoitelma annetusta aiheesta tehtävän ohessa annetun aineiston perusteella. Noudata seuraavia ohjeita huolellisesti:

- Vastaus tulee kirjoittaa hyvällä suomen kielellä.
- Tee kaikki tehtävät samaan tiedostoon. Lataa rtf-tiedostopohja ja tallenna se samassa muodossa (rtf).
- Nimeä tiedosto mallilla sukunimi\_ etunimi.
- Kirjoita nimesi ja henkilötunnuksesi tiedoston ylätunnisteeseen (avautuu tuplaklikkaamalla), jotta se toistuu vastauksesi jokaisella sivulla.
- Aloita kukin tehtävä uudelta sivulta. Kirjoita tehtävän alkuun tehtävän numero ja otsikko.
- Käytä 12 pisteen kirjasinkokoa ja riviväliä 1.
- Ylä- ja alaviitteitä tai kursivoitteja ei tarvitse merkitä (esimerkiksi veden kemiallisen kaavan saa merkitä "H<sub>2</sub>O" ja klorofylli a:n saa kirjoittaa "klorofylli a").
- Jokaisen tehtävän 1–4 vastauksen tulee olla 400–600 sanaa. Huomioi, että ohjeellisen pituuden ylittävää vastauksen osaa ei arvostella.

## Tehtävä 1: Fotosynteesi (max. 7,5 p.)

Tehtävä perustuu aineistoon, joka on poimittu teoksesta Sarvikas-Suorsa-Rintamäki-Vapavuori-Aro-Tyystjärvi: Fotosynteesi, BoD, Helsinki 2017 (sivut 29, 36–37, 71, 73–77, 81–83 ja 97–99 ja 101).

Aiheen käsittelyn painotukset ovat vapaat, mutta kirjoitelman tulee käsitellä ainakin seuraavat aiheet:

- Mitkä ovat happea tuottavan fotosynteesin lähtöaineet ja tuotteet? (0,1 p.)
- Mitkä eliöryhmät pystyvät fotosynteesiin? (0,1 p.)
- Mitä tarkoittavat valoreaktiot ja hiilensidontareaktiot? (0,1 p.)
- Mitä tarkoittavat strooma ja tylakoidikalvo? (0,5 p.)
- Millainen lineaarinen elektroninsiirtoreaktioiden sarja eli elektroninsiirtoketju fotosynteesissä toimii? (2 p.)
- Mitä tarkoittavat reaktiokeskus ja valoa keräävä antenni (valohaavi)? (2 p.)
- Miten fotosynteesin valoreaktio II -kompleksi (PSII) toimii? (2 p.)
- Missä tehtävissä plastokinoni ja sytokromi b6f -kompleksi toimivat? (1 p.)
- Miten fotosynteesin valoreaktio I -kompleksi (PSI) toimii? (2 p.)
- Mitä tarkoittaa tylakoidikalvon protonigradientti ja mihin fotosynteesi sitä käyttää? (1 p.)
- Miten hiilidioksidi pääsee kasvin lehteen? (0,5 p.)
- Miten valoreaktiot ja hiilensidontareaktiot liittyvät toisiinsa? (1 p.)

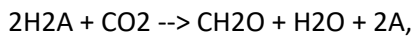
- Mihin yhdisteeseen hiilidioksidi sitoutuu Calvin-Benson-kierrossa? (1 p.)
- Mitä reaktioita rubisco-entsyymi katalysoi? (1 p.)

Pisteytysmallin mukainen tehtävän 1 maksimipistemäärä 14,3 pistettä on ennakkotehtävien kokonaispisteytyksessä skaalattu maksimipisteiksi 7,5 pistettä.

### Esimerkkivastaus: Fotosynteesi (570 sanaa)

Fotosynteesissä kasvit tuottavat valoenergian avulla hiilidioksidista ja vedestä sokereita.

Fotosynteesin perusyhtälö voidaan esittää muodossa



missä A on elektroninluovuttaja, mutta tavallisessa happea tuottavassa fotosynteesissä yhtälö saa muodon



Tässä yhtälössä tuotteina ovat glukoosi, vesi ja happi.

Fotosynteesiin pystyvät kasvit ja levät sekä fotosynteettiset bakteerit.

Fotosynteesin valoreaktiot tuottavat valoenergian avulla ATP:tä ja NADPH:ta ja hiilensidontareaktioissa muodostuu trioosifosfaatteja. Valoreaktiot toimivat tylakoidikalvostolla, joka on viherhiukkasen sisällä oleva kalvojärjestelmä, kun taas hiilensidontareaktiot toimivat viherhiukkasen vesiliukoisessa sisätilassa eli stroomassa. Syanobakteereilla hiilensidontareaktiot toimivat solulimassa. Tylakoidikalvoston sisätilaa nimitetään luumeniksi. Viherhiukkaset sijaitsevat kasvisolun solulimassa, jossa myös tuma, mitokondriot ja muut soluelimet kuten Golgin laite ja peroksisomit sijaitsevat. Viherhiukkasella on kaksoiskalvo.

Valoreaktioissa toimii neljä suurta proteiinikompleksia: valoreaktiokompleksit I ja II (PSI ja PSII), sytokromi b6f -kompleksi (cytb6f) sekä ATP-syntaasi. Valo virittää valoa keräävän antennin klorofyllimolekyylejä, joista viritysendergia siirtyy reaktiokeskuksille. Reaktiokeskuksista (PSII:ssa P680, PSI:ssä P700) tulee virityttyään pelkistin, joka siirtää elektronin elektroninvastaanottajalle. Samalla PSII:ssa syntyy vahva hapetin ja PSI:ssä heikko hapetin. PSII on ensimmäisenä sarjassa ja sieltä elektronit siirtyvät plastokinonille (PQ). PSI:ltä elektronit siirtyvät monien vaiheiden kautta NADPH:lle. Elektroninsiirron toimiessa tylakoidin luumenin protonikonsentraatio kasvaa. Protonikonsentraation purkautuminen ATP-syntaasin kautta stroomaan aiheuttaa ADP:n fosforyloitumisen ATP:ksi. ATP:n ja NADPH:ta tarvitaan, jotta hiilidioksidista voi syntyä trioosifosfaatteja. Suurin osa auringonvalon energiasta muuttuu fotosynteesissä kuitenkin lämmöksi.

Fotosynteesin valoa keräävä antenni kutsutaan myös valohaaviksi ja kasvien valohaavissa on noin 200 klorofyllimolekyyleä yhtä reaktiokeskusta kohti. Molemmilla valoreaktiokomplekseilla (I ja II) on oma valohaavi. Valohaaveja on ulompi ja sisempi, ja molemmissa on klorofyllejä a ja b sekä karotenoideja. Valoenergia kulkeutuu valohaaveissa klorofylliltä tai karotenoideilta toisella ja lopulta reaktiokeskukselle.

Valoreaktio II -kompleksiin kuuluu noin 30 proteiinialayksikköä, pigmenttejä sekä muita kofaktoreita. Sen ulompana valohaavina toimii LHCI, sisempänä antennina pigmenttiproteiinit CP43 ja CP47, joista jälkimmäiset lasketaan myös reaktiokeskuksen osaksi. Reaktiokeskuksen ytimen muodostavat

D1- ja D2-proteiinit, jotka sitovat tärkeimmät kofaktorit. Lisäksi ytimessä on sytokromi b-559, jonka merkitystä ei tiedetä. Mukana on paljon pienempiä proteiineja sekä luumenin puolella sijaitseva hapkea vapauttava kompleksit. Toimiva PSII on dimeeri.

PSII toimii niin, että valoenergia siirtyy valohaavin klorofylleilta reaktiokeskuslorofyllille P680. Reaktiokeskuslorofyllissä tapahtuu primaarinen varausten erottuminen, jossa elektroni siirtyy P680:ltä feofytiinille. Siltä elektroni siirtyy eteenpäin kinonille QA ja sitten kinonille QB. Kaksoispelekytyttyään QB irtoaa PSII:sta tylakoidimembraaniin, ja sen tilalle sitoutuu toinen plastokinoni. P680 on virittyneenä pelkistin ja hapettuneena vahva hapetin.

PSII:n hapkea vapauttavassa kompleksissa toimii Kok-sykli, jonka aikana kaksi vesimolekyyliä hapettuu yhdeksi happimolekyyliksi, neljäksi protoniksi ja neljäksi elektroniksi. Syklissä mangaani-ionit hapettuvat.

Sytokromi b6f-kompleksi välittää elektroneita plastohydrokinonilta plastosyaniiniin avulla PSII:lta PSI:lle.

Valoreaktio I -kompleksi eli PSI koostuu noin 20:sta proteiinialayksiköstä ja sen ytimenä ovat PsaA- ja PsaB-proteiinit. PSI:ssä on 80-100 klorofyllimolekyyliä. PSI:n reaktiokeskuslorofylli on nimeltään P700. PSI toimii plastosyaniini-ferredoksiinioksidoreduktaasina. P700:lta elektroni siirtyy A0:lle, siltä A1:lle ja rauta-rikkikeskusten FeSx, FeSA ja FeSB kautta ferredoksiinille:lle. Ferredoksiinilta elektroni siirtyy NADP+:lle. Elektroni siirtyy plastosyaniinilta P700:lle. PSI:ssä on kaksi elektroninsiirtoketjua.

Fotosynteettinen elektroninsiirto aiheuttaa tylakoidikalvolle protonigradientin, ja protonit pääsevät luumenista stroomaan vain ATP-syntaasin kautta. Protonien purkautuessa ATP-syntaasin kautta ADP fosforyloituu ATP:ksi. Tätä kutsutaan fotofosforylaatioksi. Yhden ATP:n synteesi vaatii noin neljän protonin siirtymisen luumenista stroomaan.

Calvin-Benson-kierron alussa hiilidioksidi sitoutuu viisihiiliseen pentoosifosfaattiin (ribuloosi-1,5-bisfosfaatti), jolloin syntyvä kuusihiilinen välituote pilkkoutuu kahdeksi kolmihiiliseksi trioosifosfaatiksi (3-fosfoglyseraatti). Trioosifosfaatien energiasisältö kasvaa niiden reagoidessa ATP:n ja NADPH:n kanssa.

Hiilidioksidi pääsee kasvin lehteen ilmarakojen kautta. Niistä myös haihtuu vesihöyryä kasvista ilmaan. Kasvi voi tarvittaessa avata ja sulkea ilmarakojaan.

Rubisco-entsyymi katalysoi hiilidioksidin liittymistä ribuloosi-1,5-bisfosfaattiin. Lisäksi rubisco katalysoi myös hapen liittymistä ribuloosi-1,5-bisfosfaattiin, jolloin syntyy fosfoglyseraatin lisäksi myös fotorespiraation lähtöainetta, fosfoglykolaattia.

Fotosynteesin valoreaktiot tuottavat NADPH:ta ja ATP:tä, joiden energiaa hiilensidontareaktiot käyttävät.

## Tehtävä 2: Ruuanvalmistuksen kemiaa (max. 7,5 p.)

Tehtävä perustuu aineistoon Hopia-Fooladi: Hyppysellinen tiedettä – valeomenapiirakka ja muita kokeiluja keittiössä. Gaudeamus, Helsinki 2017 (valikoidut osiot, hyvään suoritukseen ei vaadita koko materiaalin syvällistä lukemista).

Tarkastele kirjoitelmassa ruuanvalmistuksessa tapahtuvia ilmiöitä tieteellisestä näkökulmasta. Voit poimia itsellesi mielenkiintoisimpia esimerkkejä. Aiheen käsittelyn painotukset ovat näin ollen vapaat. Sisällytä kirjoitelmaan aineistoa hyödyntäen myös omaa pohdintaasi ”ruuanvalmistuksen kemiaan” liittyen. Tekstin kopioimista ja liimaamista on vältettävä.

### Esimerkkivastaus: Hyppysellinen kemiaa (455 sanaa)

Kemiaa on kaikkialla maailmassa, myös siellä, missä emme sitä edes kuvittele olevan. Kirjassa perehdytään keittiön kemiaan. Molekyylien kanssa leikkimällä on pystytty leipomaan omenapiirakka omenattomalla täytteellä. Kaikki aineet siis koostuvat molekyyleistä, joten ideointia on helppo viedä eteenpäin. Omenassa on valmiiksi ohjeessa mainittuja happoja, jotka saavat sokereiden kanssa piirakan maistumaan omenaiselta. Keksit luovat vielä omenamaisen rakenteen piirakkaan imemällä happo-sokeri-yhdisteitä itseensä. Mutta kirjassa esitellään myös monia muita mielenkiintoisia menetelmiä.

Proteiinit näyttävät suurinta roolia aineistossa. Proteiinit ovat aminohappomolekyyleja, jotka koostuvat hiilivety-ketjusta sekä karboksyyli-ryhmä  $-COOH$ :sta että aminoryhmä  $-NH_2$ :sta. Proteiini saa kolmiulotteisen muotonsa kemiallisten sidosten takia. Ensin aminohapot liittyvät toisiinsa peptidisidoksin, jolloin ne muodostavat polypeptidejä ja siitä kolmiulotteisiin muotoihin vetysidoksien voimalla. Proteiinit koostuvat yleensä enintään 20 aminohaposta. Proteiinien muodon pilaa denaturoituminen, jolloin kolmiulotteinen muoto katoaa ja proteiini ei ole reaktiokykyinen. Denaturoitumista aiheuttaa pH:n muutos, alkoholi sekä suurimpana tekijänä lämpötila.

Kananmunien tapauksessa tehtiin marenkia vatkaamalla kananmunan valkuaisista. Vatkatessa kananmunan valkuaisista, sekoittaa samalla myös siinä olevien proteiinien järjestystä ja kaikki proteiinit alkavatkin toimimaan yhdessä muodostaen vaahdon. Kananmunan valkuaisessa on paljon erilaisia proteiineja, joilla jokaisella on tehtäviä. Ensimmäinen proteiini alentaa veden pintajännitystä. Toinen antaa ilmakuplien ympärille vahvan kalvon, joka mahdollistaa vaahdotumisen ja sille pysyvän muodon. Kolmas edistää vaahdon kimmoisuutta ja neljäs kasvattaa veden viskositeettia, ettei kaikki nesteet holahda heti vaahdon läpi pohjalle. Tuntuu oudolta, mutta pakko se on myöntää, että tämäkin on osaltaan kypsymistä. Proteiinien tasapainoinen järjestys järkkyy, kun ne joutuvat suljetusta vesimaailmasta yhtäkkiä ilman ja veden rajapintaan. Tällöin vaahdon herkimät proteiinit denaturoituvat eli ”kypsyvät”.

Kananmunienkin teossa voi käyttää happoja. Jutussa mainittiin etikahapon lisäys keitinveeten kananmunaa valmistettaessa. Tällöin kananmunasta tuleekin uppomuna. Eli pelkkä pieni loraus happoa ja saa täysin koostumukseltaan erilaisen ruuan. Onkin siis mielenkiintoista ajatella, että voit muuttaa vanhojen tutujen ruokalajien ominaisuuksia ja makuelämyksiä suhteellisen pienillä muutoksilla, jos vain tietää raaka-aineiden kemiallisen rakenteen

Entsyymit koostuvat myös proteiineista. Niiden rakenteessa aminohapot ovat muodostaneet ns. taskun, johon mahtuu vain tietty kohdemolekyylä. Kohdemolekyylin tarttuessa taskuun, voi reaktio käynnistyä. Tämän huomaamme leikatessamme sipulia, jolloin sen soluja rikkoontuu ja entsyymit sekä kohdesolut liittyessään toisiinsa pääsevät aiheuttamaan meille itkun omalla polttavan tuntuksella hajullaan. Entsyymejä käytetään hyväksi myös lihan raakakypsytyksessä.

Proteaasientsyymit mureuttavat raakaa lihaa hajottamalla sen proteiineja. Entsyymien kanssa täytyy kuitenkin olla tarkkana. Entsyymeidenkin toimintaan vaikuttavat happamuus sekä lämpötila, koska ne ovat proteiineja. Entsyymeillä maksimaalisen tuoton lämpötila ja tuhoutumisen lämpötila ovat hyvin lähellä toisiaan. Entsyymeiden reaktioita voi myös ruuanlaitossa hidastaa tai kokonaan pysäyttää inhibiittoreiden avulla.

Keittiön kemia voi mahdollistaa myös sen, että jonkin tuotteen tai raaka-aineen loppuessa globaalisti voimme jollain tavalla tehdä molekyylitasolla vastaavan ja hyvin saman makuisen tuotteen. Esim. aineistossa mainittu kikherne-marenki olisi ollut hyvin saman makuinen, kuin valkuaisesta tehty, uunissa kypsyttämisen jälkeen. Tieteellisen näkökulman kannalta, pitää vain toteuttaa kokeita useampia kertoja, jotta voidaan ilmoittaa testien varmoja tuloksia ja onnistua haluamassaan. Ruokien kemiallisella muokkaamisella ja kehittämisellä on erittäin paljon potentiaalisia mahdollisuuksia nykypäivänä, jolloin esim. ruokapula tulee olemaan kasvava ongelma.

### Tehtävä 3. Influenssavirus, sen rakenne ja toiminta (max. 7,5 p.)

Tehtävä perustuu artikkeliin Influenza (Krammer F., Smith G.J.D., Fouchier R.A.M., Peiris M., Kedzierska K., Doherty P.C., Palese P., Shaw M.L., Treanor J., Webster R.G. & García-Sastre A. Nature Reviews Disease Primers volume 4, Article number: 3 / 2018)

Kirjoitelmasta pitää löytyä seuraavia asioita ja vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Lyhyt johdanto (0,5 p.)
- Ihmisen influenssan riskitekijät, kuolleisuus (0,25 p.)
- Influenssaviruksen tyypit ja alatyypit (0,25 p.)
- Miten virus siirtyy eläimestä toiseen? (0,5 p.)
- Millainen on influenssaviruksen rakenne? (0,5 p.)
- Millainen on influenssaviruksen genomi ja millaisia proteiineja geenit/segmentit koodaavat? (1,5 p.)
- Millainen on influenssaviruksen elinkierto eli miten virus pääsee soluun ja lisääntyy? (2 p.)
- Antigeeninen drifti (engl. antigenic drift)? (0,5 p.)
- Antigeeninen shifti/siirtymä (engl. antigenic shift)? (0,5 p.)
- Miten virus sopeutuu uuteen isäntäorganismiin siirtymisen jälkeen? (1 p.)

## Esimerkkivastaus: Influenssavirus, sen rakenne ja toiminta (479 sanaa)

Influenssa on A tai B-tyyppin influenssaviruksen aiheuttama hengitystiesairaus, joka aiheuttaa vuosittaisen tautiepidemian. Aika ajoin virus muuntuu enemmän ja voi aiheuttaa vakavamman maailmanlaajuisen pandemian, kuten kävi vuonna 1918, kun espanjantaudiksi nimetty tauti tappoi yli 40 miljoonaa ihmistä.

Vuosittaisen influenssaepidemia kohdentuu vakavimmin lapsiin ja vanhuksiin. Tyypillisesti influenssakausi on talvella. Vuosittaiseen influenssaepidemiaan kuolee maailmassa noin puoli miljoonaa ihmistä.

Influenssavirustyyppinä on neljä: A, B, C ja D. Lisäksi A-tyyppin influenssavirukset jaetaan alatyyppeihin kahden pintaproteiinin (antigeenien) perusteella, jotka ovat hemagglutiniini (HA) ja neuraminidaasi (NA). Esimerkiksi espanjantaudin tyyppi on H1N1. HA-tyyppiä tunnetaan 16 ja NA-tyyppiä 9 erilaista.

Influenssavirus A:n eri kantojen ja alatyypin lähteenä toimivat linnut, erityisesti muuttoa tekevät ankat ja hanhet. Influenssaviruksen siirtyminen kotieläimiin tapahtuu tyypillisesti maatiloilla, joissa eläimet pääsevät liikkumaan vapaasti ja viruksen siirtyminen esimerkiksi kaupallisille lintutiloille voi tapahtua heikkojen turvatoimien seurauksena.

Influenssavirus on noin 100 nm läpimittainen, lipidivaipallinen RNA-virus. RNA on yksinauhaisessa muodossa (negative sense) ja RNA-segmenttejä on kahdeksan kappaletta. Segmenteissä on informaatio RNA-polymeraasille, joka hoitaa RNA-synteesin ja replikaation, kahdelle glykoproteiinille viruksen pinnalla eli hemagglutiniinille (HA) ja neuraminidaasille (NA), joihin immuunijärjestelmän tunnistus perustuu. HA sitoutuu isäntäsolun pinnalla olevan reseptorin siaalihappoon ja on vastuussa viruksen pääsystä soluun, NA puolestaan auttaa uusien virusten vapautumisessa isäntäsolusta. Lisäksi RNA-segmenteissä on informaatio rakenneproteiineille (M1, M2) ja parille apuproteiinille (NS1 ja NEP).

Influenssaviruksen rakenne on varsin yksinkertainen eli perimäaines RNA on matriksiproteiinin (M1) muodostamassa vaipassa ja NP eli nukleoproteiini on RNA:han sitoutuneena. Matriksiproteiinin päällä on lipidivaippa. Membraani- eli kalvoproteiini M2 läpäisee M1:n ja lipidikalvon. Viruksen pinnalla ovat antigeeniset HA- ja NA -proteiinit.

Virus pääsee ihmisen soluihin lähinnä hengitysteiden epiteelisolujen kautta. HA sitoutuu solun pinnan reseptorin siaalihappoon ja pääsee endosytoosin avulla solun sisään. Kun endosomin happamuus eli pH on tarpeeksi alhainen, tapahtuu HA:ssa merkittävä rakennemuutos. Muutoksen seurauksena viruksen perimäaines vapautuu isäntäsolun sytoplasmaan (solulimaan). Viruksen geneettinen materiaali on sitoutuneena kahdeksaan viraaliseen ribonukleoproteiiniin (vRNP), jotka kuljetetaan isäntäsolun tumaan ja virus-RNA transkriptoidaan ja monistetaan. Alkuperäisestä RNA-materiaalista valmistetaan positiivinen lähetti-RNA (mRNA) ja se kuljetetaan takaisin solulimaan, jossa tuotetaan kaikki uusien viruspartikkelien tarvitsemat komponentit ja kootaan viruspartikkelit. Partikkelien kokoamisessa käytetään hyväksi isäntäsolun endosomeja, joiden pinnalle on istutettu valmiiksi viruksen pinnan proteiinit HA ja NA. Uudet viruspartikkelit kuroutuvat isäntäsolusta ulos ja isäntäsolu kuolee.

Viruksen elinkierron aikana tapahtuu helposti mutaatioita, jotka vaikuttavat HA:n ja NA:n rakenteisiin ja muuttavat näin virusta immuunijärjestelmälle tuntemattomaksi kohteeksi ja näin ollen myös rokotteiden toimintakyky katoaa. Tätä ilmiötä kutsutaan antigeeniseksi driftiksi (antigenic drift). Koska viruksen genomissa on kahdeksan RNA segmenttiä, on myös mahdollista, että infektiossa useamman viruksen läsnäollessa segmentit sekoittuvat keskenään ja voivat olla peräisin myös eri organismeista, joten muutokset voivat olla rajumpia. Tämän tapahtuman seurauksena voi syntyä uusia viruksia, jotka aiheuttavat vakavampia pandemioita, kuten sikainluenssa 2009 (H1N1). Ilmiötä kutsutaan antigeeniseksi siirtymäksi (antigenic shift).

Viruksen adaptaatio eli sopeutuminen uuteen isäntään vaatii geneettistä sopeutumista, joka tarkoittaa suuria määriä mutaatioita ja tämä saadaan aikaan viruksen RNA-polymeraasilla, joka tekee paljon virheitä (antigeenine drifti). Syntyy suuri määrä erilaisia muunnelmia viruksesta, lisäksi antigeeninen siirtymä lisää muunnelmien mahdollisuuksia merkittävästi ja parhaat muuntuneet virukset voivat siis sopeutua uuteen isäntään.

#### Tehtävä 4: Influenssaviruksen aiheuttaman taudin toteaminen, hoito, tartunnan ehkäisy ja rokotus (max 7,5 p.)

Tehtävä perustuu tehtävässä 3 annettuun aineistoon.

Kirjoitelmasta pitää löytyä vastaukset ainakin seuraaviin kysymyksiin:

- Miten influenssa diagnosoidaan ja miksi influenssan diagnosointi on haasteellista pelkästään kliinisten oireiden perusteella? (1 p.)
- Miksi influenssadiagnoosi pitäisi varmistaa laboratoriotesteillä? (0,5 p.)
- Millä keinoin influenssadiagnoosi voidaan varmistaa? (0,5 p.)
- Mitä näillä diagnostikeinoilla osoitetaan? (0,5 p.)
- Miksi akuutin influenssan toteamiseksi ei käytetä veren virusvasta-aineiden osoittamiseen perustuvaa testiä? (0,5 p.)
- Kenelle influenssalääkitystä ensisijaisesti suositellaan? (0,5 p.)
- Mihin hyväksytyjen lääkkeiden antiviraalinen vaikutus perustuu? (1 p.)
- Miten pistettävä ja nenäsumuterokote eroavat toisistaan? (0,5 p.)
- Missä rokotuksessa käytetyt virukset kasvatetaan? (0,5 p.)
- Mihin rokotuksissa käytettyjen viruskantojen valinta perustuu? (0,5 p.)
- Kuinka usein tehdään uudenlainen kausi-influenssarokote? (0,25 p.)
- Suojaavatko aiempina vuosina otetut influenssarokotteet yhä? (0,25 p.)
- Mitä toimia influenssatartuntojen ehkäisemiseksi käytetään? (1 p.)

#### Esimerkkivastaus: Influenssaviruksen aiheuttaman taudin toteaminen, hoito, tartunnan ehkäisy ja rokotus (408 sanaa)

Influenssan diagnoosi tehdään yleensä kliinisten oireiden perusteella ja paikkakunnan epidemiatilanteen mukaan. Epidemia-aikana diagnoosi osuu terveellä aikuisella todennäköisesti

oikeaan, jos potilaalla on kuumetta ja joko yskää tai kurkkukipua. Ongelmana diagnosoinnissa on, että influenssan oireet ovat hyvin epäspesifisiä, kuten edellä mainitut kuume, yskä, kurkkukipu sekä niiden lisäksi päänsärky, väsymys ja lihassärky. Lapsilla voi ilmetä kuumekouristuksia. Varsinkin yleisimpien oireiden aiheuttajia voivat olla myös muut hengitystieinfektioita aiheuttavat virukset. Tällaisia ovat muun muassa parainfluenssavirukset, adenovirukset, metapneumovirukset ja koronavirukset.

Varsinaista tarvetta varmistaa laboratoriotestein, onko kyseessä flunssa vai influenssa, ei ole. Kuitenkin yksittäisten potilaiden hoidon kannalta olisi selvitettävä aloitetaanko antiviraalihoito vai ei. Laboratoriotestejä tehdään myös sairaaloissa auttamaan hoidon valinnassa ja väestön epidemiatilanteen selvittämiseen. Testattavat näytteet ovat nielun tai sierainten tikkunäytteitä ja ne tulisi ottaa kolmen päivän sisään oireiden alkamisen jälkeen.

Diagnoosi voidaan varmistaa virusviljelyn, RT-PCRn eli viruksen nukleiinihapon (RNA) osoituksen, antigeenin osoitustestin, molekulaarisen testin tai digitaalisen immunomäärityksen avulla. Kaikki edellä mainitut perustuvat influenssaviruksen tai sen osien osoittamiseen (antigeeni, nukleiinihappo). Vasta-aineet alkavat näkyä vasta 6 vrk jälkeen ja niiden osoitus ei siksi sovi akuuttiin diagnostiikkaan, koska tarvittava lääkehoito olisi tehokkainta aloittaa kahden vuorokauden sisällä oireiden alkamisesta.

Antiviraalilääkkeitä suositellaan enimmäkseen vakavasti sairaille ihmisille, kuten immuunivajavuutta sairastaville. Tilanne on erilainen pandemian aikana, varsinkin jos rokotetta ei vielä ole. Silloin lääkettä annetaan sekä infektoituneille potilaille että altistuneille yksilöille.

Tällä hetkellä influenssan hoitoon on kahdenlaisia lääkkeitä, viruksen M2-ionikanavan salpaajat ja neuraminidaasi (NA) entsyymien estäjät. M2-kanavan salpaavia lääkkeitä ovat tabletteina otettavat amantadiini ja rimantadiini. Näitä ei kuitenkaan enää suositella käytettävän, koska suurin osa kiertävistä Influenssa A -viruskannoista on niille resistenttejä. Oseltamiviiri, tsanamiviiri ja peramiviiri estävät NA-entsyymien toiminnan. Oseltamiviiri otetaan suun kautta, tsanamiviiri otetaan inhalaationa hengitysteihin ja peramiviiri on suonen sisään annettava lääke. NA-estäjät sitoutuvat viruksen NA:n aktiiviseen osaan ja estävät entsyymiä toimimasta.

Influenssan torjuntaan käytetään rokotteita, joissa on pilkottuja viruksen pintaproteiineja tai eläviä heikennettyjä viruksia. Virukset kasvatetaan kanojen hedelmäsiemenissä kananmunissa. Seuraavan kauden rokotteen viruskannan valinta perustuu WHO:n valitsemiin viruskantoihin, jotka todennäköisimmin tulevat aiheuttamaan influenssaa. Päätös perustuu tutkittuun tietoon siitä, mitkä viruskannat aiheuttavat influenssaa viimeisimmän kauden aikana. Kausi-influenssarokote tehdään vuosittain ja aiempina vuosina otetut influenssarokotteet eivät suojaa, koska rokote tarjoaa lyhyen ajan immuniteetin.

Influenssatartuntojen ehkäisemisessä merkittävimpiä ovat hyvä käsihygienia (pesu saippualla, tarvittaessa myös desinfiointiaineella), sairastuttaessa oikea yskimistekniikka, suun ja nenän suojaaminen sekä kotiin jääminen. Lisäksi sosiaalisen etäisyyden ylläpito, tarvittaessa koulujen sulkeminen ja kokoontumisrajoitukset sekä karanteenimääräykset saattavat hidastaa viruksen leviämistä. Yksi viruksen leviämistä estävä keino on myös viruksella mahdollisesti kontaminoitujen pintojen tiheä puhdistus. Influenssavirusinfektioon tarvittava annos ei ole suuri, joidenkin arvioiden 2-25, toisten 50-400. Tärkeää on myös estää viruksen leviäminen sairaista eläimistä ihmisiin.