

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Käsitteiden määrittelyä

- a. kantasolu – 2. Alkiossa, sikiössä ja aikuisessa olevia erilaistumattomia soluja.
- b. hormoni – 7. Umpirauhasen erittämä viestiaine.
- c. elin – 1. Tiettyä tehtävää hoitava, useasta kudostyyppistä muodostuva kokonaisuus.
- d. kudosis – 6. Samankaltaiset solut, jotka muodostavat toiminnallisen kokonaisuuden.
- e. apoptoosi – 4. Geenien ohjaama yksittäisten solujen kuolema.
- f. karsinogeeni – 5. Syöpää aiheuttava tekijä, esimerkiksi tupakan sisältämät aineet.
- g. elimistö – 3. Useasta elimestä muodostuva, tiettyä tehtävää hoitava kokonaisuus.

### 2. Erilaisia soluja ja kudoksia

- a. A = side- ja tukikudos (veri)  
B = side- ja tukikudos (veri)  
C = lihaskudos (poikkijuovainen luustolihas)  
D = epiteelikudos (ja sen alla olevaa side- ja tukikudosta)
- b. A = punasoluja. Punasolut kuljettavat happea. Ne ovat muodoltaan kiekkomaisia, joten ne pystyvät kulkemaan pienissä hiussuonissa.  
B = valkosolu. Valkosolut ovat osa puolustusjärjestelmää. Ne pystyvät esimerkiksi syömään taudinaiheuttajia, ja ne kykenevät siirtämään tunkeutujan solukalvon ulokkeiden avulla sisään.  
C = poikkijuovainen lihassolu. Poikkijuovainen luustolihassolu pystyy supistumaan. Siinä näkyy selvästi kahden eri proteiinin muodostamia ”raitoja”. Sillä on useita tumia. Ne ovat pitkulaisia.

### 3. Solujen välistä viestintää

- a. Ihmisen solujen toiminta vaatii vakaita olosuhteita elimistössä. Näiden vakaiden olosuhteiden eli homeostasian säilyttäminen edellyttää solujen välistä viestintää. Myös elinten toiminta sekä ihmisen kasvu ja kehitys vaativat solujen välistä viestintää.
- b. Kaikki ovat viestiaineita.  
Hormonit:
  - toistensa kanssa viestivät solut ovat kaukana toisistaan, erittyvät umpirauhasista vereenKudoshormonit:
  - yksittäisten solujen ja soluryhmien erittämiä, paikallisesti vaikuttavia viestiaineitaKasvutekijät:
  - kudoshormonien kaltaisia viestiaineita, erittyvät soluista kudostenesteeseenVälittäjäaineet:
  - viestiaineita, joiden avulla hermosoluissa kulkeva viesti siirtyy solusta toiseen
- c. Viestin vastaanottaneen solun reagointia viestiaineeseen kutsutaan vasteeksi. Se voi olla esimerkiksi tietyn geenin aktivoituminen tai kytkeytyminen pois päältä.

### 4. Syöpä

- a. Syövän syntyyn vaikuttavia ulkoisia tekijöitä ovat esimerkiksi: karsinogeenit (röntgensäteily, UV-säteily, jotkin kemialliset aineet), mahdollisesti jotkin virukset.  
Syövän syntyyn johtavia solutason muutoksia ovat:
  - Viestinnän häiriöt, jotka saavat solut jakautumaan hallitsemattomasti ja solut eivät ota vastaan viestejä muualta elimistöstä.
  - mutaatiot
  - Erityisen paljon muutoksia vanhoissa soluissa, kun telomeerit lyhenevät solujen jakautuessa. Syöpäsoluissa telomeraasientsyymi estää telomeerien lyhenemisen, ja solut pystyvät jakautumaan normaalia useammin.
  - Solujen jakautuessa hallitsemattomasti syntyy syöpäkasvain.
  - Syöpäkasvaimen muodostuu verisuonia.
  - Syöpäkasvaimesta irronneet solut voivat kulkeutua muualle elimistöön ja aiheuttaa etäpesäkkeitä.

b. Elimistö voi torjua syöpäsolujen muodostumista ja tuhota jo muodostuneita syöpäsoluja:

- Solun jakautuessa korjaajaentsyymit korjaavat DNA:n kahdentumisessa syntyneitä virheitä.
- Apoptoosi voi tuhota mutatoituneet solut.
- Elimistön puolustusjärjestelmä voi tuhota syöpäsoluja.

c. Hoitokeinoja:

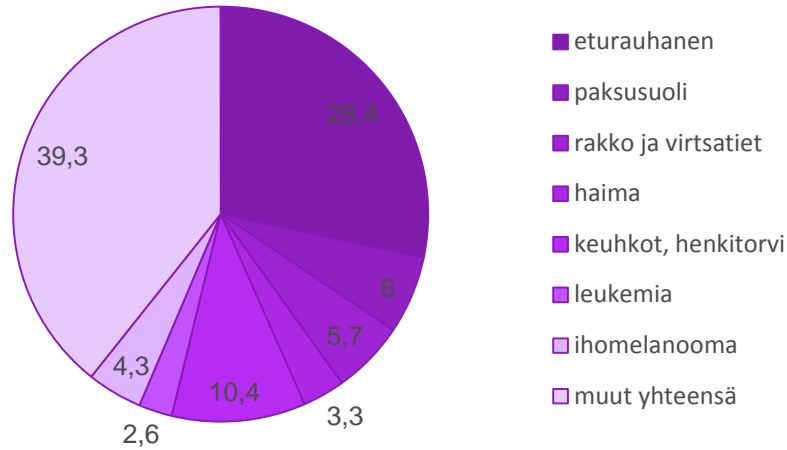
- leikkaus
- sädehoito
- solunsalpaajat (kemoterapia)
- interferonit
- hormonit
- kantasolut
- täsmälääkkeet
- immunologiset hoidot
- syöpäkasvaimen verisuonten kasvun estäminen
- geenihoidot
- antibiootit (mahalaukun syöpä)

Syövän hoitoon tarvitaan yleensä useita hoitomuotoja yhdessä.

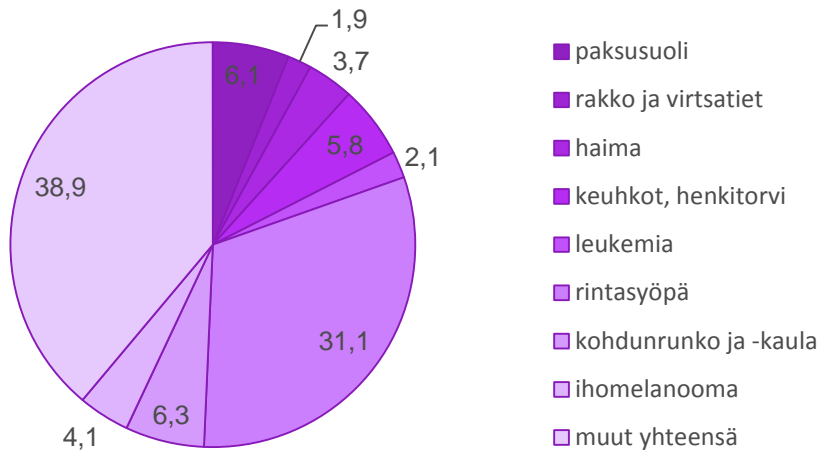
## 5. Syövän yleisyys Suomessa

a.

Yleisimmät syövät miehillä vuonna 2014 (%)



Yleisimmät syövät naisilla vuonna 2014 (%)



- b. Miehillä yleisin syöpätyyppi on eturauhassyöpä. Syöpään sairastuneista miehistä yli neljännes sairastuu siihen jossain elämänsä vaiheessa. Naisilla taas yleisin syöpätyyppi on rintasyöpä. Syöpään sairastuneista naisista lähes kolmannes sairastuu siihen. Miehillä seuraavaksi yleisin on keuhkoissa tai henkitorvessa oleva syöpä, jonka osuus naisilla sitä vastoin on hyvin pieni. Naisilla rintasyövän jälkeen yleisin syöpätyyppi on kohdunrungon tai -kaulan syöpä. Molemmilla sukupuolilla paksusuolen syöpä on lähes yhtä yleinen. Samoin leukemia, haimasyöpä ja ihomelanooma ovat yhtä yleisiä molemmilla sukupuolilla. Rakon ja virtsateiden syövässä on pieni ero, niitä on enemmän miehillä.
- c. Biologiset erot anatomiassa selittävät luonnollisesti eron eturauhasen, rintasyövän ja kohdun alueen syöpien esiintymisessä eri sukupuolilla. Keuhkosityövän yleisyys miehillä voi selittyä tupakoinnin määrällä.

### 6. Ihmisen solujen määrä

- a. Koska solujen määrän laskeminen yksitellen on mahdotonta, pitää kehittää jokin arviointimenetelmä. Näin solujen määrä on aina arvio. Usein käytetään keskivertoyskiloa eli esimerkiksi 70 kiloa painava, 20–30-vuotias mies. Solujen määrä voidaan arvioida solujen tilavuuden perusteella. Kun tiedetään solujen keskimääräinen tilavuus, jaetaan henkilön tilavuus sillä. Tai voidaan laskea arvio yksilön solujen määrästä solujen keskimääräisen painon mukaan. Jaetaan siis yksilön paino solujen keskimääräisellä painolla. Näillä menetelmillä saadaan erilainen tulos.
- b. Koska solut ovat erimuotoisia, myös niiden tilavuus ja paino ovat erilaisia. Eri kudoksissa on erilaisia ja eri määrä soluja. Myös solujen tiheys eri kudoksissa vaihtelee. Ja lisäksi on eroja yksilöiden välillä.
- c. Oppilaan oma vastaus.
- d. Naturessa julkaistiin vuonna 2016 artikkeleja ihmisen solujen määrästä ja niiden suhteesta bakteerisolujen määrään. Näissä tutkimuksissa arviot tehtiin seuraavasti:
- eriteltiin ihmisen eri elimet (paino, solutiheys jne.)
  - eriteltiin solutyypit
  - otettiin huomioon solujen määrä ja tiheys eri puolilla kehoa
  - arvioitiin eri solutyypien määrä eri elimissä ja kudoksissa
  - tulos perustui pitkälti aiempaan kirjallisuuteen elinten ja kudosten rakenteesta
  - selvityksessä käytettiin mikroskooppikuvien apuna röntgenkuvia eri elimistä

# BIOS4

Luku 1 – Ihminen on monisoluinen eliö

## 7. Eläinsolun mikroskopiointi

Laborointitehtävä – vastaukset vaihtelevat.

Mallikuva mahdollisesta näytteestä ohessa.



## Tehtävien ratkaisut

### 1. Hermoston toiminta

- a. Totta.
- b. Väärin. Ainoastaan isoivoihin menevät viestit on mahdollista tiedostaa. Osa viesteistä ei myöskään siirry synapseissa eteenpäin.
- c. Väärin. Sympaattinen hermosto nostaa sydämen lyönti tiheyttä ja veren glukoosipitoisuutta. Sen sijaan ruuansulatusta kiihdyttää parasympaattinen hermosto.
- d. Totta.
- e. Väärin. Myös tyvitumakkeet ja pikkuaivot ohjaavat liikkeitä yhdessä liikekeskuksen kanssa.
- f. Totta.
- g. Väärin. Jännite-erot pysyvät impulssin kulussa aina samana, sen sijaan impulssien taajuus (kuinka monta impulssia kulkee tietystä ajassa) vaihtelee. Mitä suurempi taajuus, sen voimakkaampi on viesti.
- h. Totta. Mm. natrium-kaliumpumppu käyttää runsaasti ATP-molekyylistä vapauttamaansa energiaa

### 2. Autonominen hermoston toiminta

- a. Vaaratilanteessa toimii pääasiassa sympaattinen hermosto. Elimistö valmistautuu puolustautumaan tai pakenemaan. Sydämen syke kiihtyy, silmäterät laajenevat, hikirauhasten toiminta lisääntyy, verenkierto vilkastuu ja hengitys tihentyy. Hypotalamuksen säätelemänä adrenaliinin ja noradrenaliinin erityis kiihtyy. Veren glukoosipitoisuus kohoaa. Ruuansulatus hidastuu, jotta mahdollisimman paljon verta on käytettävissä lihasten toiminnan ylläpitoon. Virtсарakon lihakset veltostuvat, joten voi vaikka "lirahtaa housuihin".
- b. Lepotilanteessa toimii pääasiassa parasympaattinen hermosto. Sydämen syke hidastuu, keuhkojen hengitystiet supistuvat sekä syljen erityis ja ruuansulatus kiihtyy. Verenkierto keskittyy sisäelimiin.
- c. Koetilanteessa (vähän kokeen tekijän motivoitumisesta ym. riippuen) toimii pääasiassa sympaattinen hermosto. Sydämen syke kiihtyy, hikoilu lisääntyy, hengitystiet avartuvat ja ruuansulatus hidastuu. Verenkierto ohjautuu lihasten sijasta aivoihin.

### 3. Hermoimpulssin kulku

- A. Hermosolun ollessa lepotilassa, sen sisäpuoli on negatiivisesti varautunut suhteessa ulkopuoleen (lepojännite). Kalvopotentiali (mV) on negatiivinen (n.  $-70\text{mV}$ ). Solun sisäpuolen negatiivinen varaus johtuu sekä suurista negatiivisesti varautuneista proteiinimolekyyleistä että positiivisesti varautuneiden kaliumionien vähäisestä siirtymisestä solukalvon ulkopuolelle. Natriumioneja on runsaasti solukalvon ulkopuolella, eivätkä ne pääse siirtymään hermosolun sisäpuolelle, koska solukalvon natriumkanavat ovat kiinni.
- B. Hermosolun ärsytyksen (esim. aistinsolun ärsytys) seurauksena solukalvon läpäisevyys muuttuu. Syntyy toimintajännite. Natriumkanavat aukeavat, ja positiivisesti varautuneita natriumioneja virtaa sisään hermosoluun. Hermosolun solukalvon sisäpuoli muuttuu positiiviseksi varautuneeksi.
- C. Natriumkanavat sulkeutuvat nopeasti toimintajännitteen syntymisen jälkeen, ja hieman hitaammat kaliumkanavat aukeavat. Kaliumin virratessa ulospäin solukalvon sisäpuolen negatiivinen varaus palautuu.
- D. Natrium-kaliumpumppu palauttaa ionit alkuperäisille puolille solukalvoa. Seuraava impulssi on mahdollinen vasta, kun siirtyneet natriumionit on pumpattu solukalvon ulkopuolelle ja kaliumionit sisäpuolelle. Natrium-kaliumpumpun toiminta vaatii ATP:stä saatavaa energiaa. Negatiivinen lepojännite palautuu.

### 4. Refleksi ja tahdonalainen liike

- a. Refleksi eli heijaste on tahdosta riippumaton, nopea ja aina samalla tavalla tapahtuva reaktio ärsykkeeseen. Se perustuu sensorisen ja motorisen hermoston nopeaan yhteistyöhön. Tiedostaminen tapahtuu reaktion jälkeen.  

Tahdonalainen liike tapahtuu aivojen ohjaamana. Kun ihminen päättää suorittaa jonkin liikkeen, isoaivojen motoriselta alueelta lähtee käsky luustolihaksille. Käsky kulkee hermoimpulsseina selkäytimen kautta liikehermoon, joka saa haluttuun liikkeeseen tarvittavat lihakset supistumaan. Liikkeen hienosäätöön osallistuvat myös isoaivojen tyvitumakkeet ja pikkuaivot.
- b. Kun kosketat kuumaa levyä, ihossa olevat aistinsolut ärtyvät, ja niistä lähtee tuntohermoa pitkin viesti selkäyttimeen. Selkäytimestä välittävä hermo siirtää impulssin liikehermoa pitkin sormeen ja vetäiset sormesi äkkiä pois kuumalta levytä. Selkäytimestä lähtee tieto myös aivoihin. Tiedostat tilanteen vasta, kun olet jo vetäissyt sormen pois levytä.
- c. Muita refleksejä ovat esimerkiksi hengitysrefleksi, väistörefleksi, ojennusrefleksi, syljenerittymisrefleksi, pupillirefleksi, yskimisrefleksi, silmänräpäytysrefleksi ja virtsaamisrefleksi (rakkorefleksi).



- d. Tahdonalainen liike tapahtuu aivojen ohjaamana. Silmän verkkokalvolta välittyy impulssi näköhermoa pitkin isoaivojen kuorikerroksen näkökeskukseen. Siellä syntyy näköaistimus. Kuorikerroksen assosiaatioalueet käsittelevät tietoa. Liikkeestä tehdään ”kokonaissuunnitelma”, joka siirtyy aivojen motoriselle alueelle. Pikkuaiivot huolehtivat liikkeiden hienosäädöstä yhdessä tyvitumakkeiden kanssa. Impulssit välittyvät edelleen aivorunkoa, selkäydintä ja liikehermoa pitkin käden lihaksiin, jotka supistuvat mukin nostamiseksi. Lihaksista lähtee impulsseja tuntohermoja pitkin pikkuaivoihin, jotka ohjaavat ja korjaavat nostoliikettä.

### 5. Erilaisia synapseja

- a. Molemmissa tapauksissa hermosolusta A tulevan viestin taajuus on sama, mutta tapauksessa 2 C solun impulssitaajuus on alhaisempi.
- b. Tapauksessa 1 viesti ei jatka matkaansa hermosolussa B, kun taas tapauksessa 2 impulssi jatkaa kulkuaan, mutta sen taajuus on alhaisempi.
- c. Päättele kumman hermosolun, A vai C, tehtävänä on estää viestin kulkua. Perustele vastauksesi. Hermosolu C on estävä hermosolu. Kun hermosolu C:n impulssin taajuus on sama kuin kiihdyttävän hermosolun (A), se estää viestin kulun hermosolussa B. Kun sen taajuus on alhaisempi kuin kiihdyttävän hermosolun (tapaus 2), impulssin taajuus laskee hermosolussa B ja viesti heikkenee.
- d. Elimistön ei ole tarkoituksenmukaista reagoida kaikkeen aistininformaatioon. Myös keskushermostossa viestien käsittely perustuu synapsien toiminnan säätelyyn (toiminnan kiihdyttämiseen ja estämiseen).

### 6. Tutkimus kuraren vaikutuksesta hermoimpulssin kulkuun

- a. Kun lihas oli kurareliuoksessa siten, että synapsikin oli tässä liuoksessa, impulssi ei edennyt lihassoluun (koejärjestely 2). Jos pelkästään hermo oli liuoksessa, impulssi eteni normaalisti.
- b. Mahdollisia vaihtoehtoja: 1. Kurare estää välittäjäaineen erittymisen 2. Kurare estää välittäjäaineen liittymisen lihassolun solukalvon proteiinikanaviin, 3. Kurare hajottaa välittäjäaineen.

### 7. Tutkimus reaktionopeudesta

Noudata tutkimuksessasi biologisen tutkimuksen vaiheita.

Perehdy olemassa olevaan tietoon tutkimastasi aiheesta. Koska olet tutkimassa kofeiinin tai energiajuoman vaikutusta, tutustu näihin aineisiin ennen koejärjestelyn suunnittelua. Mikäli saat selville kyseisten aineiden vaikutuksesta hermostoon se auttaa seuraavassa vaiheessa, kun muodostat hypoteesin.

Muodosta hypoteesi.

Suunnittele tutkimus, jonka avulla testaat hypoteesia. Mieti, mitä koejärjestelyltä vaaditaan, että tulokset ovat luotettavia ja että niiden avulla on mahdollista vetää johtopäätöksiä.

Toteuta tutkimus, jossa keräät tietoa tutkimastasi aiheesta.

Kirjaa tulokset ja vertaa saatuja tuloksia hypoteesiin. Mitä sait selville?

Vastasivatko tulokset hypoteesia? Kun dokumentoit tutkimuksesi, tee siitä niin perusteellinen ja selkeä, että joku toinen voisi toistaa suorittamasi tutkimuksen.

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Erilaisia hormoneja

a. oksitosiini

- aivolisäkkeen takalohko
- säätelee kohdun lihasten ja maitorauhasten toimintaa

b. adrenaliini

- lisämunuaisen ydin
- aikaansaa fyysisen suorituksen tehostumisen rasituksessa ja stressissä

c. ADH

- aivolisäkkeen takalohko
- veden takaisinimeytyminen munuaisissa (antidiureettinen hormoni, joka vähentää virtsaamista)

d. kasvuhormoni

- aivolisäkkeen etulohko
- lisää kasvutekijöiden tuotantoa ja rustosolujen erilaistumista luusoluiksi mikä lisää pituuskasvua
- lisää proteiinisynteesiä, mikä lisää kudosten kasvua
- lisää rasvojen pilkkoutumista ja vähentää glukoosin siirtymistä soluihin. Molemmista on seurauksena veren glukoosipitoisuuden nousu

e. kortisoli

- lisämunuaisen kuorikerros
- aikaansaa proteiinien pilkkoutumista ja glykogeenivarastojen käyttöönottoa

### 2. Käsiteparit

a. rasvaliukoinen hormoni:

- tarvitsee veressä kuljettajaproteiinin
- hormonireseptori solulimassa tai tumassa
- vaikutus perustuu geenin aktivoimiseen tai geenin toiminnan estämiseen
- vaikutus pitkäaikaista

# BIOS4

## Luku 3 – Hormonit ovat elimistön toimintaa sääteleviä viestiaineita

vesiliukoinen hormoni:

- kulkee veriplasmassa liuenneena
- hormonireseptori solukalvon pinnalla
- solun sisällä hormonaalinen viesti kulkee toisioähetin avulla
- vaikuttaa kohdesolun entsyymitoimintaan ja toisinaan geenien toimintaan
- vaikutus lyhytkestoista verrattuna rasvaliukoisiin hormoneihin

b. insuliinin ja glukagonin vaikutus elimistössä päinvastainen

insuliini:

- aikaansaa glukoosin siirtymisen verestä lihaksiin, maksaan ja rasvakudokseen
- laskee veren glukoosipitoisuutta

glukagoni:

- aikaansaa glykokeenin pilkkoutumisen glukoosiksi maksassa
- nostaa veren glukoosipitoisuutta

c. etulohko:

- tuottaa kasvuhormonia sekä muiden umpirauhasten toimintaa sääteleviä hormoneja

takalohko:

- tuottaa oksitosiinia, joka säätelee kohdun lihasten ja maitorauhasten toimintaa
- tuottaa ADH:ta, joka lisää veden takaisinimeytymistä munuaisissa

d. lyhytkestoinen stressi:

- syntyy urheillessa, koetilanteissa yms.
- ei aiheuta haittaa
- aivolisäkkeen etulohkon tuottamat morfiinin kaltaiset aineet tuottavat mielihyvää
- adrenaalin erityis lisääntyy ja sympaattinen hermosto aktivoituu
- lisää elimistön suorituskykyä mm. lisäämällä veren glukoosipitoisuutta

pitkäkestoinen stressi:

- hypotalamus saa viestejä elimistöltä ja käynnistää stessihormonien tuotannon
- lisämunuaisen kuori tuottaa mm. kortisolia, joka käynnistää glykokeenivarastojen käyttöönoton, proteiinien ja rasvojen pilkkomisen ja muuttamisen glukoosiksi tai muiksi energialähteiksi
- haitallista: laihtumista ja yleiskunnon heikkenemistä
- elimistön sisäinen puolustusjärjestelmä heikkenee

### 3. Hermostollisen ja hormonaalisen säätelyn erot ja yhtäläisyydet

- a. Hermostollinen säätely perustuu hermosolussa kulkevaan sähköiseen impulssiin, joka siirtyy synapsissa kemiallisesti välittäjäaineenvälityksellä seuraavaan soluun. Hormonaalinen säätely perustuu kemiallisiin viestiaineisiin, joita erittyy umpirauhasista. Hormonit erittyvät verenkiertoon, jonka mukana ne kulkeutuvat kaikkialle elimistöön.
- b. Molemmat tarvitsevat jonkin ärsykkeen elimistön sisä- tai ulkopuolelta, jonka perusteella ne lähettävät joko sähköisen (hermosto) tai kemiallisen (hormonaalinen säätely) viestin kohdesoluille. Viestien perusteella kohdesoluissa tapahtuu toiminnan muutos, vaste. Molemmat säätelevät elimistön tasapainotilaa, homeostasiaa. Molemmissa viestin etenemiseen tarvitaan reseptoreja (hermostossa synapsissa ja hormonisäätelyssä kohdesolussa).
- c. Hormonaalinen säätely perustuu verenkierron mukana kulkeviin viestiaineisiin, joten se on hitaampaa kuin hermoston toiminta. Se on kuitenkin useimmiten pitkäkestoisempaa. Hormonit voivat saavuttaa veren välityksellä elimistön kaikki solut, vaikkakin ne vaikuttavat vain kohdesoluihinsa. Hermoston toiminta kohdistuu tiettyihin kudoksiin (esimerkiksi tiettyyn lihakseen).

### 4. Veren oikean hormonipitoisuuden ylläpitäminen

- a. Hypotalamus saa viestejä autonomiselta hermostolta ja sen perusteella ohjaa aivolisäkkeen toimintaa hormonien avulla. Aivolisäke puolestaan ohjaa umpirauhasten hormonien eritystä erittämiensä hormonien avulla.
- b. Hypotalamus (toisinaan myös aivolisäke) seuraa veren hormonipitoisuuksia. Mikäli jonkin hormonin määrä veressä on korkea, lopettaa hypotalamus aivolisäkkeen hormonituotantoa kiihdyttävän hormonin erityksen. Tällöin aivolisäke ei eritä enää umpirauhasta aktivoivaa hormonia, jolloin sen hormonituotanto pysähtyy ja kyseisen hormonin määrä veressä laskee.

### 5. Hermostollinen ja hormonaalinen säätely jännittävissä tilanteissa

Tässä on kyse lyhytaikaisesta stressistä.

Elintoiminnoistamme huolehtii kaksi tahdosta riippumatonta ja samanaikaisesti toimivaa säätelyjärjestelmää, autonominen hermosto ja hormonieritys. Autonominen hermosto aktivoituu nopeammin, mutta hormonaalinen säätely kestää pitempään. Säätelyn ansiosta elintoiminnot sopeutuvat kulloisiinkin tilanteisiin tarkoituksenmukaisesti, mikä auttaa elimistöä selviytymään raskastilanteista sekä fyysisistä (”taistele tai pakene”) että henkisistä, kuten kokeista.

# BIOS4

## Luku 3 – Hormonit ovat elimistön toimintaa sääteleviä viestiaineita

### Hermostollisen säätelyn muutokset

Koetilanteessa autonomisen hermoston sympaattinen osa aktivoituu (hypotalamuksen vaikutuksesta).

Vaikutus kohdistuu suoraan henkistä vireys- ja suoritustasoa kohottavien kohde-elinten toimintaan:

- hengitystiet avartuvat
- syke kasvaa
- glukoosin muodostuminen ja siirtyminen maksasta vereen lisääntyy
- verisuonet laajenevat => kehon energiavarat nopeasti käyttöön
- energian vapautuminen lisää lämmöntuottoa => hikoilu
- pupillit laajenevat => parantunut huomiokyky
- koetilanteessa ei-välttämättömät elintoiminnot samanaikaisesti hidastuvat kuten esim. eritystoiminta ja ruoansulatus (syljen erityis vähenee => suuta kuivaa)

### Hormonitoiminnan muutos

- sympaattisen hermoston aktivoituminen nostaa lisämunuaisytimen hormonituotantoa
- ydin tuottaa adrenaliinia ja noradrenaliinia, jotka verenkierron kautta tehostavat hermoston vaikutusta => veren glukoosimäärä entisestään nousee

### 6. Kasvuhormonin vaikutukset

- Aivolisäkkeen etulohko koostuu umpieritteisistä soluista, joiden toimintaa hypotalamus säätelee. Aivolisäkkeen etulohko erittää muun muassa kasvuhormonia eli somatotropiinia. Etulohkon hormonineritystä säätelevät hiussuoniverkoston välityksellä hypotalamuksesta saapuvat hormonit.
- Aivolisäkkeen etulohkossa on tiheä hiussuoniverkosto. Vesiliukoinen kasvuhormoni kulkee verenkierron mukana kaikkialle elimistöön. Vesiliukoiset hormonit eivät läpäise kohdesolun solukalvon lipidikerrosta.
- Kohdesolujen solukalvolla on reseptoreja, joihin kasvuhormoni kiinnittyy. Reseptorissa tapahtuva muutos aktivoi solulimassa olevan molekyylin, jota kutsutaan toisiolähetiksi. Se välittää viestin esimerkiksi tumaan, jolloin proteiinisynteesi käynnistyy.
- Kasvuhormoni vaikuttaa sekä suoraan että epäsuorasti kudosten kasvuun ja kehitykseen. Se tehostaa aminohappojen siirtymistä soluihin, jolloin solu käyttää niitä rakennusaineena eli lisää proteiinisynteesiä kohdesolussa. Kasvuhormoni lisää rustosolujen erilaistumista luusoluiksi. Kasvihormoni vähentää glukoosin ottoa soluihin verenkierrosta ja lisää rasvojen pilkkoutumista, jotka molemmat lisäävät veren glukoosipitoisuutta.

## 7. Kasvuhormonin erityis

a. Ikä:

- kasvuhormonin erityis on suurimmillaan lapsilla ja nuorilla
- murrosiän päättyessä kasvuhormonin erityis laskee jyrkästi
- noin 30 vuotiaana kasvuhormonipitoisuus on laskenut noin neljännekseen nuoruusiän huipusta
- tämän jälkeen kasvuhormonin erityis laskee tasaisesti
- noin 80 vuoden iässä kasvuhormonia ei käytännössä erity lainkaan

b. Vuorokaudenaika:

- kasvuhormonia erittyy erityisen paljon unen aikana, erityisesti ensimmäisten tuntien aikana
- kasvuhormonin erityis lisääntyy ennen aterioita

c. Kasvuvaiheessa tarvitaan runsaasti kasvuhormonia kudosten kasvuun ja erilaistumiseen. Kasvuhormoni vaikuttaa pituuskasvuun. Koska kasvuhormonia erittyy eniten unen aikana, on uni tärkeää erityisesti lapsille ja nuorille.

# BIOS4

## Luku 4 – Verenkierto toimii elimistön kuljetusjärjestelmänä

### Tehtävien ratkaisut

#### 1. Sydämen rakenne ja toiminta

- a.
  1. Aortta
  2. Keuhkovaltimo
  3. Keuhkolaskimot
  4. Vasen eteinen
  5. Vasen kammio
  6. Oikea kammio
  7. Oikea eteinen
  8. Yläonttolaskimo
- b. Oikean eteisen yläosassa sijaitseva sinussolmuke saa aikaan sydämen supistumisen. Se tahdistaa sydämen sykkeen. Syke olisi noin sata kertaa minuutissa, jos sydän sykkisi ilman hermoston ja hormonien säätelyä.
- c. Aortan tyvestä lähtevät sepelvaltimot kuljettavat happea ja ravintoaineita sydänlihaksen soluille. Luovutettuaan hapen lihassoluille veri virtaa sepelaskimoihin ja niistä oikeaan eteiseen.

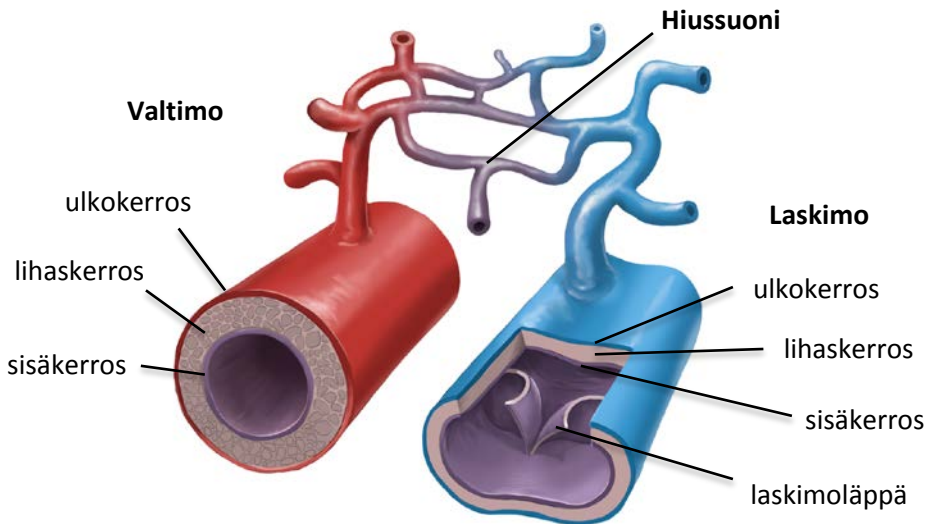
#### 2. Punasolun reitti

- a. Oikean käden keskisormen laskimohiussuoni → oikean käden laskimot → yläonttolaskimo → oikea eteinen → oikea kammio → keuhkovaltimo → keuhkojen hiussuonet → keuhkorakkuloiden hiussuonet → keuhkolaskimo → vasen eteinen → vasen kammio → aortta → valtimot → pikkumarpaan valtimohiussuonet → pikkumarpaan solut.
- b.
  - keskisormen solujen soluhengityksessä syntyy hiilidioksidia
  - plasmassa ja punasoluissa hiilidioksidi keuhkorakkuloihin
  - kaasujenvaihto keuhkorakkuloissa
  - happi punasoluihin
  - happi kulkee punasoluissa pikkumarpaan solujen soluhengitykseen



### 3. Valtimot, laskimot ja imusuonet

a.



- molemmissa on kolme kerrosta: ulkokerros, lihaskerros ja sisäkerros
- valtimon lihaskerros on paksumpi kuin laskimon
- laskimoissa on läppä, jotka estävät veren virtauksen pois päin sydäimestä

b.

- sydämen sykkeen aiheuttama verenpaine (valtimot ja hiussuonet)
- kammioiden supistuessa niiden paine on suurempi kuin niistä lähtevien valtimoiden, joten verta virtaa valtimoihin
- sydämen oikean eteisen ja laskimoiden välinen paine-ero, luustolihas ten supistuminen ja laskimoläpät (laskimot)

c.

- osa veriplasmasta siirtyy hiussuonista kudospesteeksi
- osa tästä kudospesteestä siirtyy takaisin hiussuoniin veriplasmaksi ja osa siirtyy imusuonistoon imunesteeksi
- imusuonisto kulkee verisuoniston kanssa samoja reittejä ja yhdistyy lähellä sydäntä solislaskimoon, jossa imuneste sekoittuu vereen.

# BIOS4

## Luku 4 – Verenkierto toimii elimistön kuljetusjärjestelmänä

- d.
- suuret imusuonet muistuttavat rakenteeltaan laskimoita
  - seinämät ovat ohuempia kuin laskimoiden seinämät
  - läppiä kuten laskimoissakin
  - pienimmät imusuonet ovat rakenteeltaan samankaltaisia kuin hiussuonet
  - seinämien solujen väliset aukot ovat suuremmat kuin hiussuonissa
  - imuneste etenee imusuonistossa kohti sydäntä luustolihasien supistumisten vaikutuksesta

### 4. Eri elimiin virtaavan veren määrä levossa ja rasituksessa

- a. Sydämen minuuttitulavuus = syke x iskutilavuus.  
Rasituksessa minuuttitulavuus suurenee, jolloin lihasten veren saanti paranee.
- b. Veren virtaus lisääntyy sydänlihakseen, luustolihasiin ja ihoon. Sydänlihaksen ja luustolihasien energiantarve kasvaa, koska ne supistuvat tiuhempaan ja kuluttavat enemmän ravintoaineita ja happea soluhengityksessään. Veren virtaus ihoon lisääntyy, koska lihasten tuottamaa lämpöä haihtuu ihon kautta. Veren virtaus muihin elimiin vähenee.
- c. Aivoihin on virrattava verta koko ajan tehokkaasti, koska lyhytaikainenkin virtauksen katkeaminen johtaa hermosolujen hapenpuutteeseen. Veren virtauksen katkeaminen 30–40 sekunniksi johtaa tajuttomuuteen ja pysyvä aivokuoren vaurio voi syntyä 3–4 minuutissa.
- d. Sympaattisesta hermostosta tulevat impulssit lisäävät elimiin verta vievien valtimoiden supistumista tai laajenemista. Kun jonkun elimen toimintaa on tehostettava, sinne verta vievä valtimo laajenee ja veren virtaus elimeen kasvaa. Jos jonkun elimen veren tarve kasvaa, muiden elinten verenkierto laskee alle normaalin tason.

### 5. Sydämen syke levossa ja rasituksessa

- a. Opiskelijan oma lepopulssi
- b. Opiskelijan omat lukemat
- c. Diagrammi opiskelijan omista mittaustuloksista
- d. Pulssin palautumisnopeuteen vaikuttavat fyysinen kunto, sydämen koko ja kunto, liikunnan rasittavuus, sairaudet, joidenkin lääkkeiden, esim. sydänlääkkeet, astmalääkkeet ja psyykelääkkeet

### 6. Verenpaineeseen ja sykkeeseen vaikuttavien tekijöiden tutkiminen

Suunnittele ja toteuta tutkimus, jossa selvität sykkeeseen ja verenpaineeseen vaikuttavia tekijöitä. Voit tutkia esimerkiksi liikunnan, joidenkin nautintoaineiden, kuten kahvin, teen tai energijuoman, vaikutusta. Voit myös tutkia, miten jokin tilanne, kuten esiintyminen, ongelman ratkaiseminen tai jokin fyysinen rasitus, vaikuttavat.

Noudata tutkimuksessasi biologisen tutkimuksen vaiheita.

Perehdy olemassa olevaan tietoon tutkimastasi aiheesta. Selvitä, mitä sykkeellä ja verenpaineella tarkoitetaan. Tutustu myös niihin tekijöihin, joiden vaikutusta tutkit.

Muodosta hypoteesi.

Suunnittele tutkimus, jonka avulla testaat hypoteesia. Mieti, mitä koejärjestelyltä vaaditaan, että tulokset ovat luotettavia ja että niiden avulla on mahdollista vetää johtopäätöksiä.

Toteuta tutkimus, jossa keräät tietoa tutkimastasi aiheesta.

Kirjaa tulokset ja vertaa saatuja tuloksia hypoteesiin. Mitä sait selville? Vastasivatko tulokset hypoteesia? Kun dokumentoit tutkimuksesi, tee siitä niin perusteellinen ja selkeä, että joku toinen voisi toistaa suorittamasi tutkimuksen.

### 7. Mitä verestä voi tutkia

a.

- hemoglobiiniarvo on alentunut, henkilöllä on anemia, joten punasolut eivät kuljeta riittävän tehokkaasti happea kudoksiin
- valkosolujen määrä on hieman kohonnut, mikä saattaa viitata tulehdukseen
- myös kohonnut CRP -arvo kertoo tulehduksesta
- veren glukoosipitoisuus on normaalia korkeampi, selityksenä voi olla alentunut insuliinin tuotanto, häiriö insuliinireseptorien toiminnassa tai henkilö ei ole ollut riittävän kauan syömättä ja juomatta ennen verikoetta
- tyreotropiini, TSH on aivolisäkkeestä erittyvä kilpirauhasen toimintaa kiihdyttävä hormoni, joten sen suuri pitoisuus kertoo kilpirauhasen vajaatoiminnasta
- kun kilpirauhasen tuottaman tyroksiinin pitoisuus on veressä alhainen, aivolisäkkeen TSH: n erittäminen lisääntyy

b.

- veri kuljettaa aineita kaikkialle elimistössä
- eri aineiden pitoisuudet veressä ilmentävät elimistön tilaa
- valkosolut toimivat elimistön puolustajina ja niiden määrä lisääntyy tulehduksissa

c.

- lääkkeiden käyttö
- alkoholin ja huumeiden käyttö
- dopingaineiden käyttö
- hormonipitoisuudet
- paasto ja nälkiintyminen
- geenitietoa valkosoluista
- veriryhmät

### 8. Verisolut

- a. Verikudosta, kuvassa näkyvät solutyypit ovat: punasolu (tumaton), valkosolu (tumallinen) ja verihiutale (tumaton).
- b.
- valkosolut puolustavat elimistöä haitallisia mikrobeja ja soluja, esim. syöpäsoluja vastaan
  - niiden määrä lisääntyy, kun elimistöön on päässyt taudinaiheuttajamikrobeja
  - valkosoluja on veressä, mutta myös kudoksissa verisuonten ulkopuolella
  - valkosolujen reagoitua taudinaiheuttajia vastaan kutsutaan immuunivasteeksi
  - valkosoluja on useita tyyppisiä, joita ovat
  - 1. jyväsolut eli granulocytyt: neutrofiilit ovat syöjäsoluja, eosinofiilit tuottavat loisia mikrobeja tuhoavia aineita ja basofiilit toimivat allergisissa reaktioissa tuottamalla histamiinia
  - 2. monosyytit muuttuvat makrofageiksi, jotka tuhoavat solusyönnin avulla elimistössä olevia haitallisia mikrobeja ja soluja
  - 3. Imusolut eli lymfosyytit: B-imusolut kehittyvät plasmak soluiksi, jotka tuottavat vasta-aineita, niistä syntyy myös muistisoluja, T-imusolut ovat T-tappajasolut, T-auttajasolut ja muistisolut.

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Hengityselimistön toiminta

- a. hengitysteiden limakalvot
  - suurin osa hengitysilman mukana tulevista mikrobeista ja hiukkasista tarttuu limaan
  - värekarvat kuljettavat liman kohti nielua
- b. kurkunkansi
  - menee kiinni nieltäessä ja estää ruokaa joutumasta henkitorveen
- c. keuhkorakkulat
  - kaasujenvaihto
- d. pallea
  - hengityslihas
  - sisään hengitettäessä pallea supistuu ja rintaontelo laajenee, ilmaa virtaa keuhkoihin
- e. ydinjatke
  - hengityksen sijaitsee hengityskeskus, joka säätelee hengitystä

### 2. Hengityksen vaiheet

1. ilman edestakainen kuljetus ulkoilman ja keuhkorakkuloiden välillä eli keuhkotuuletus
  - sisään hengitysilman mukana happea siirtyy keuhkoihin ja ulos hengitysilman mukana hiilidioksidia pois keuhkoista
2. kaasujen vaihto keuhkorakkuloiden ja veren välillä
  - keuhkorakkuloiden ohuiden seinämien läpi siirtyy keuhkorakkulasta happea hiussuoniin ja hiilidioksidia keuhkorakkuloihin
3. kaasujen kuljetus veressä
  - punasolut kuljettavat happea hemoglobiiniin sitoutuneena
  - hiilidioksidia kulkee 80 % veriplasmassa ja 20 % punasoluissa
4. kaasujen vaihto veren ja solujen välillä
  - verestä siirtyy happea soluihin ja soluista hiilidioksidia vereen
5. soluhengitys
  - soluhengityksen energianvapauttamisreaktioissa tarvitaan happea ja siinä syntyy hiilidioksidia

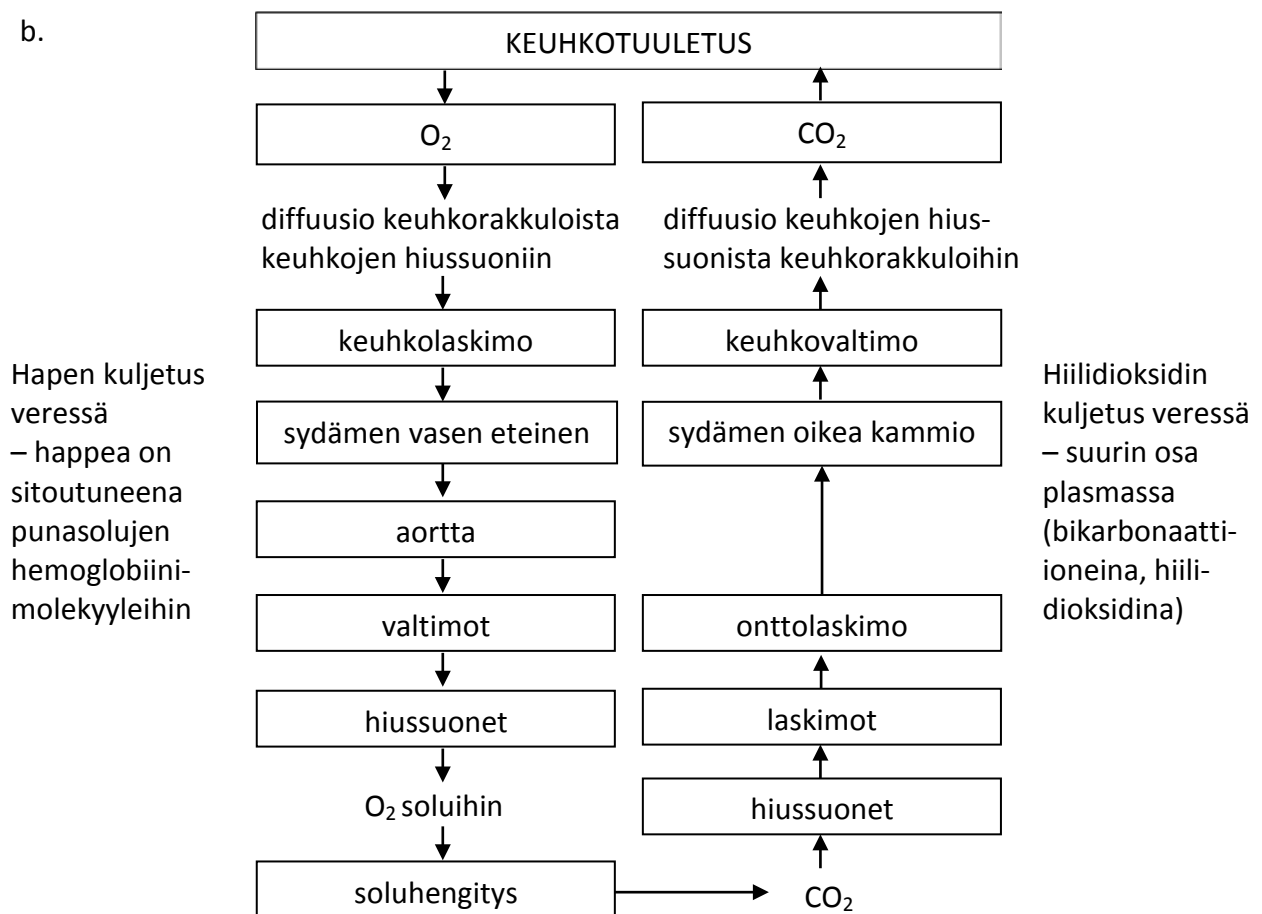
### 3. Rasituksen vaikutus hengitykseen

- Sisään hengitetyn ilman määrä on levossa  $20 \times 450 \text{ cm}^3$  eli  $9000 \text{ cm}^3$  (= 9 litraa) minuutissa. Rasituksessa vastaava luku on  $38 \times 1000 \text{ cm}^3$  eli  $38\,000 \text{ cm}^3$  (= 38 litraa).
- Happea tarvitaan soluissa energian vapauttamiseen soluhengityksessä. Hengityksen syvyys ja tiheys lisääntyvät automaattisesti, kun luustolihas ten hapen tarve kasvaa juoksun aikana.
- Ydinjatkeessa sijaitseva hengityskeskus säätelee hengitystiheyttä kiihdyttämällä tai hillitsemällä hengityslihasten toimintaa. Juoksun aikana lihakset ja nivelet lähettävät hermoimpulsseja ja kemiallisia viestejä aivoihin. Hengityskeskus reagoi viesteihin lähettämällä supistumiskäskyjä hengityslihaksiin, jolloin hengitystiheys kasvaa. Juoksun aikana lihassoluissa syntyy runsaasti hiilidioksidia, mikä laskee veren pH:ta. Aistinsolut välittävät pH:n laskusta viestin hengityskeskukseen. Säätelyn ansiosta happi- ja hiilidioksidipitoisuudet pysyvät vakaina.

### 4. Hengitys ja verenkierto

- $\text{O}_2 = 21,2 \%$  ja  $\text{CO}_2 = 0,04 \%$
  - $\text{O}_2 = 5,3 \%$  ja  $\text{CO}_2 = 6,1 \%$
  - $\text{O}_2 = 13,3 \%$  ja  $\text{CO}_2 = 5,3 \%$ .

b.



## 5. Keuhkojen tilavuus

a. Kohta B.

Yhdellä hengityskerralla aikuinen hengittää sisään ja ulos keskimäärin 500 ml ilmaa. Tätä kutsutaan kertahengitystilavuudeksi. Noin 150 ml sisään hengitetystä ilmasta jää hengitysteihin, joten vain noin 350 ml ilmaa pääsee keuhkorakkuloihin asti. Kertahengitystilavuuteen vaikuttaa ihmisen koko ja fyysinen aktiivisuus.

b. Kohdat A + B + C.

Normaalin uloshengityksen jälkeen keuhkoihin jää vielä runsaasti ilmaa. Tehokkaalla uloshengityksellä voidaan vielä puhaltaa ulos noin 1 500 ml ilmaa (= uloshengityksen varatila). Normaalin sisäänhengityksen jälkeen keuhkoihin saadaan vedettyä vielä noin 3 000 ml ilmaa (sisäänhengityksen varatila). Kun maksimaalisen sisäänhengityksen jälkeen hengitetään mahdollisimman tehokkaasti ulos, saadaan mitatuksi vitaalikapasiteetti. Vitaalikapasiteetti = sisäänhengityksen varatila + kertahengitystilavuus + uloshengityksen varatila eli suurin mahdollinen ilmamäärä, joka saadaan puhallettua kerralla keuhkoista ulos. Vitaalikapasiteettiin vaikuttavat ikä, koko, fyysinen kunto ja terveydentila.

c. Noin 1 000 ml. Jännösilma estää keuhkoja painumasta kasaan.

## 6. Mikrobien aiheuttamia hengityselimistön sairauksia

Opiskelijan oma vastaus

## 7. Hengitystiheyteen vaikuttavien tekijöiden tutkiminen

Noudata tutkimuksessasi biologisen tutkimuksen vaiheita.

Perehdy olemassa olevaan tietoon tutkimastasi aiheesta. Selvitä, mitä hengitystiheydellä tarkoitetaan ja mitkä tekijät siihen vaikuttavat

Muodosta hypoteesi.

Suunnittele tutkimus, jonka avulla testaat hypoteesia. Mieti, mitä koejärjestelyltä vaaditaan, että tulokset ovat luotettavia ja että niiden avulla on mahdollista vetää johtopäätöksiä.

Toteuta tutkimus, jossa keräät tietoa tutkimastasi aiheesta.

Kirjaa tulokset ja vertaa saatuja tuloksia hypoteesiin. Mitä sait selville? Vastasivatko tulokset hypoteesia? Kun dokumentoit tutkimuksesi, tee siitä niin perusteellinen ja selkeä, että joku toinen voisi toistaa suorittamasi tutkimuksen.

## 8. Vuoristotauti uhkaa kiipeilijää

- a. Liian nopeasta siirtymisestä korkealle vuoristossa, jolloin elimistö ei kerkeä sopeutua alhaiseen happipitoisuuteen.
- b. Unettomuus, ruokahaluttomuus, päänsärky, huohotus, nopea pulssi, yskänpuuskat, huulten sinerrys, voimakas väsymys, välinpitämättömyys ja tasapainon häviäminen, lopulta aivopaineen noustessa sekavuus, tajuttomuus
- c. Aivopaine nousee ja keuhkoihin kertyy nestettä.
- d. Välttämällä liian nopeaa nousemista (nousua korkeintaan 300 metriä vuorokaudessa) ja laskeutumalla takaisin alaspäin, jos oireita ilmenee.
- e. Yli 8000 metrin korkeutta vuoristossa, koska ihminen ei selviä useita päiviä hengissä niin korkealla
- f. Opiskelijan oma vastaus

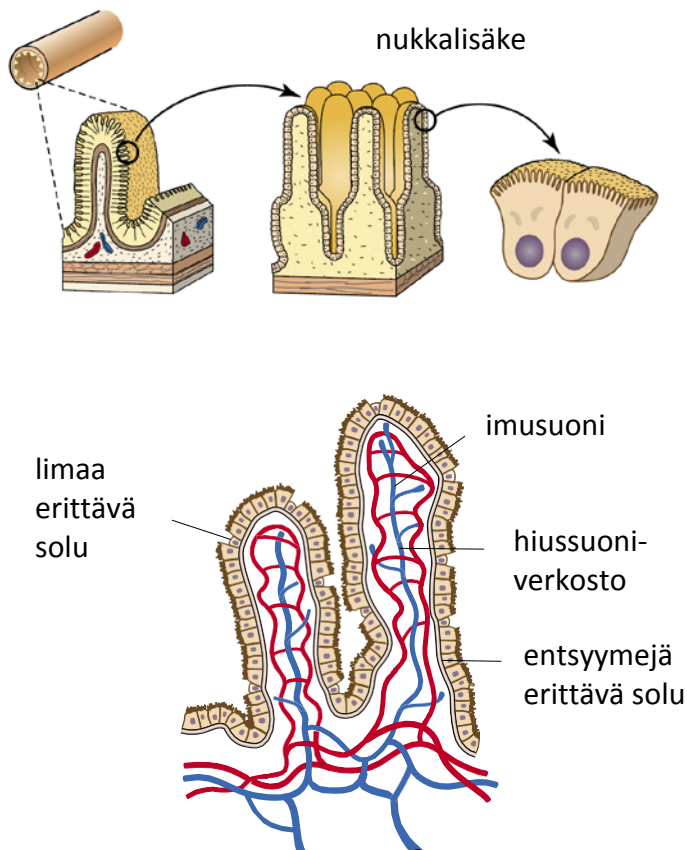


## Tehtävien ratkaisut

### 1. Ruuansulatuselimistön rakenne

- a.
- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1. suu           | 7. haima       |
| 2. sylkirauhaset | 8. ohutsuoli   |
| 3. ruokatorvi    | 9. paksusuoli  |
| 4. maha          | 10. umpilisäke |
| 5. maksa         | 11. paksusuoli |
| 6. sappirakko    | 12. peräaukko  |

b.



- c. Verisuoniin siirtyvät ohutsuolesta monosakkaridit, aminohapot ja nukleiinihappojen pilkkoutumistuotteet nukleotidit. Imusuoniin siirtyvät rasvahapot (ja glyserolia).

# BIOS4

## Luku 6 – Ruuansulatuselimistössä ravinto muokkautuu soluille käyttökelpoiseen muotoon

### 2. Ruuansulatuksen päävaiheet

a.

Ruuansulatuskanavan osa	Olosuhteet (esim. pH) ja päätapahtumat	Vaikuttavat entsyymit	Hajotettava ravintoaine	Ravintoaineiden hajoamistuotteet
Suu	Ruuan mekaaninen hienontaminen, syljeneritys (limaa ja amylaasientsyymiä)	Amylaasi	Tärkkelys	Lyhyemmät hiilihydraattiketjut (disakkaridit)
Maha	Hapan ympäristö (suolahappo), ruuan "sterilointi", lämpötilan tasaaminen, mekaaninen sekoittaminen, proteiinien hajotus alkaa	Pepsiini	Proteiineja	Polypeptidit
Ohutsuoli	Ruokasulan neutralointi (bikarbonaatit), ravintoaineiden lopullinen pilkkominen ja imeytyminen verenkiertoon	Haiman entsyymit:		
		Lipaasi	Lipidit	Rasvahapot (ja monoglyseridit)
		Trypsiini	Proteiinit, polypeptidit	Peptidit
		Amylaasi	Tärkkelys, sakkaroosi	Maltoosi
		Nukleaasi	Nukleiinihapot	Nukleotidit
		Ohutsuolen entsyymit:		
Laktaasi	Laktoosi	Glukoosi, galaktoosi		
Peptidaasit	Peptidit	Aminohapot		
Paksusuoli	Veden imeytyminen verenkiertoon, symbiontibakteerit tuottavat K-vitamiinia			

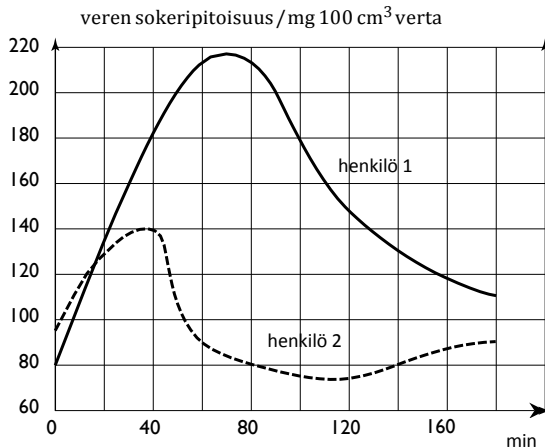
b. Hiilihydraatit: Energialähteinä ja -varastoina, solujen rakenneosina (esim. solukalvo).

Proteiinit: Entsyymien ja hormonien rakenneosina, lihassolujen rakennusaineena (aktiini ja myosiini), kuljettajaproteiineina, solukalvon rakenneosina (kanavaproteiinit).

Lipidit: Energialähteinä ja -varastoina, hormoneina, solukalvon rakenneosina.

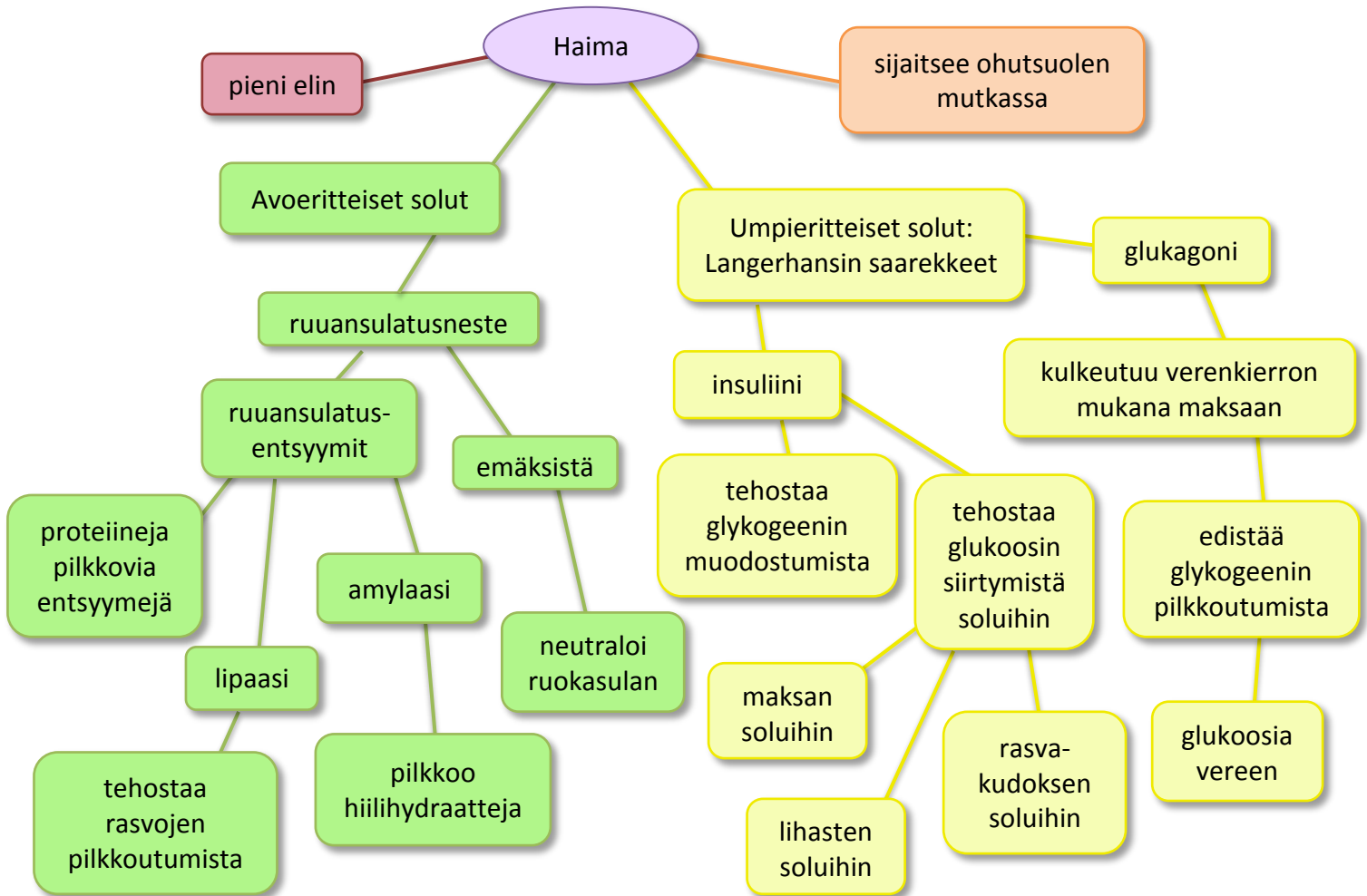
### 3. Veren glukoositasapainon säätely

a.



- b. Glukoosiliuoksen juomisen jälkeen molempien koehenkilöiden veren glukoosipitoisuus kohoaa. Henkilöllä 1 kohoaminen on voimakkaampi, glukoosipitoisuus on korkeimmillaan 213 mg/ml. Tämän jälkeen pitoisuus laskee, mutta ei ole vielä kolmen tunnin kuluttua saavuttanut lähtöarvoa. Koehenkilöllä 2 glukoosipitoisuuden nousu on pienempi, maksimiarvo on 140 mg/ml, ja pitoisuuden lasku on nopeampaa. Glukoosipitoisuus laskee alle lähtötason jo 60 minuutin kuluttua, ja palaa lähtötasolle kolmen tunnin kuluessa.
- c. Henkilöllä 1 veren glukoosipitoisuus kohoaa välittömästi liuoksen nauttimisen jälkeen. Tämä on seurausta glukoosin imeytymisestä verenkiertoon ruuansulatuskanavasta. Glukoositaso nousee, kunnes lähes kaikki glukoosi on imeytynyt noin tunnin kuluttua liuoksen nauttimisesta. Elimistö kuluttaa glukoosia koko ajan soluhengityksessä. Glukoositaso pysyy pitkään korkeana, joten vaikuttaa siltä, että hänellä on aikuisiän eli tyyppin II diabetes. Henkilöllä 2 veren glukoositaso kohoaa myös nopeasti liuoksen nauttimisen jälkeen. Noin 40 minuutin kuluttua glukoositason nousu saa aikaan insuliinin erityksen haimasta, ja glukoositaso alkaa nopeasti laskea. Insuliini helpottaa glukoosin siirtymistä soluihin ja glukoosin muuttamista glykokeeniksi. Tämä henkilö kuluttaa glukoosia soluhengityksessä samoin kuin henkilö 1. Kun veren glukoositaso laskee alle lähtöarvon, alkaa haima erittää glukagonihormonia, minkä seurauksena maksa hajottaa glykokeenivarastojaan glukoosiksi. Näiden kahden hormonin erityksen tasapaino säätelee veren glukoosipitoisuutta. Henkilön 2 veren sokeripitoisuuden säätely on normaali.

## 4. Haiman toiminta



## 5. Aivojen energialähteet

- a.
  - Ravinnon sisältämät hiilihydraatit pilkkoutuvat ruuansulatusentsyymien vaikutuksesta glukoosiksi.
  - Glukoosi imeytyy ohutsuolen nukkalisäkkeiden verisuoniin ja kulkeutuu veren mukana aivosoluille.
  - Insuliini helpottaa glukoosin siirtymistä soluihin. Glukagoni vaikuttaa maksan soluihin ja vereen siirtyä maksan glykogeenivarastoista glukoosia.
- b.
  - Glukoosi on aivosolujen energialähde.
  - Glukoosin kemiallisten sidosten sisältämä energia muutetaan soluille käyttökelpoiseen muotoon eli ATP-molekyylin sidosenergiaksi soluhengityksessä hapen läsnä ollessa.
- c. Hermosolut tarvitsevat runsaasti energiaa sähköisen hermoimpulssin siirtymiseen eteenpäin. Impulssin kulku perustuu pääosin natrium- ja kaliumionien liikkeeseen solukalvon läpi. Natrium- ja kaliumionit siirretään aktiopotentiaalin jälkeen hermosolun solukalvon eri puolille ionipumppujen avulla. Ionipumpun toiminta on aktiivista, joten siihen tarvitaan jatkuvasti runsaasti energiaa.

## 6. Laktaasientsyymien toiminta

Opiskelijan oma tutkimus.

- a. Joidenkin maitovalmisteiden laktoosipitoisuuksia:
  - Jäätelö 3 g/dl
  - Maito 4,7–4,9 g/dl
  - Maustamaton jogurtti 3,4 g/dl
  - Raejuusto 2,0 g/dl
  - Rahka 3,2 g/dl
  - Voi 0,7–1 g/dl
  - Vähälaktoosinen jäätelö 0,5 g/dl
  - Vähälaktoosinen maito 1 g/dl
- b. Laktaasientsyymi pilkkoo maitosokerin eli laktoosin glukoosiksi ja galaktoosiksi. Laktaasientsyymiä erittyy ohutsuoleen ja maitosokerin pilkkoutumisen jälkeen glukoosi ja galaktoosi pääsevät imeytymään ohutsuolen nukkalisäkkeiden verisuoniin.
- c. Vinkkejä suunnitteluun: voidaan tutkia esimerkiksi lämpötilan, maitosokeripitoisuuden tai laktaasientsyymipitoisuuden vaikutuksia laktoosin hajoamiseen. Glukoositestiliuskoilla selvitetään, mitkä tekijät vaikuttavat entsyymien toimintaan.
- d. Opiskelijan oma vastaus
- e. Opiskelijan oma vastaus

## 7. Ruuansulatuselimistön rakenne

- a. Elin on useammasta kudostyypistä koostuva, tiettyyn toimintaan erikoistunut kokonaisuus.
- b. Uusien tutkimusten mukaan (irlantilainen tutkimusryhmä professori J. Calvin Coffeyn johdolla) suolilieve on yhtenäinen rakenteellinen kokonaisuus. Se on myös toiminnallinen kokonaisuus, joka pitää ohutsuolta paikallaan. Sen kautta kulkevat verisuonet, imusuonet ja hermot ruuansulatuselimistöön.
- c. Huhtikuussa 2017 professori Coffey korosti suolilieveen elimeksi luokittelun merkitystä sairauksien diagnosoinnissa ja hoidon suunnittelussa.

## 8. Amylaasientsyymin toiminta

Opiskelijan oma tutkimus.

Vinkki opettajalle:

Syljen amylaasin toiminnan tutkiminen vie aikaa noin puoli tuntia.

Kokeen tulokset:

- Jodi-kaliumjodidi värjää tärkkelyksen sinivioletiksi. Amylaasientsyymin pilkkoo tärkkelyksen lyhyemmiksi hiilihydraateiksi. Lämpöhauteessa amylaasi toimii, ja tärkkelyksen osoituskoe osoittaa, ettei koeputkessa ole enää tärkkelystä (jodi-kaliumjodidi säilyy kellanruskeana). Kylmässä olleessa näytteessä amylaasientsyymin ei toimi ja tärkkelystä on edelleen koeputkessa (jodi-kaliumjodidi muuttuu sinivioletiksi).

## 9. Energiatarve

Opiskelijan oma tutkimus.

Vinkki opettajalle:

- Energiatarvelaskuri (sydan.fi) on WHO:n ennusteyhtälö vuorokauden perusaineenvaihdunnan laskemiseen.

# BIOS4

## Luku 7 – Liikkumiseen tarvitaan luita, lihaksia ja energiaa

### Tehtävien ratkaisut

#### 1. Luut ja lihakset

- Luukudos muodostuu sekä luusoluista että niiden ulkopuolisesta kovasta luuväliaineesta.
- Putkiluut rakentuvat hohkaluusta ja tiiviistä luusta. Hohkaluu muodostuu ohuista luupalkeista, joiden välissä on onteloita,
- Kalsiumia on luun väliaineessa ja se vaikuttaa luun kovuuteen. Lisäkilpirauhasen erittämä parathormoni säätelee kalsiumaineenvaihduntaa.
- Hauislihas ja kolmipäinen olkalihas muodostavat vastavaikuttajalihasparin. Hauislihas kohottaa supistuessaan käsivarren. Käsi oikenee, kun kolmipäinen olkalihas supistuu ja hauislihas rentoutuu.
- Nivelet ovat luiden välisiä liitoksia ja niiden pinnalla on rustoa, joka tekee nivelistä pehmeitä ja sileitä.
- Luustolihaksissa on sekä nopean että hitaan tyypin lihassoluja. Nopean tyypin lihassolut tuottavat ATP:tä maitohappokäymisessä ja hitaan tyypin soluhengityksessä.

#### 2. Erilaiset lihaskudokset

	luustolihaskudos	sileä lihaskudos	sydänlihaskudos
solujen muoto ja koko	pitkiä	lyhyitä ja sukkulamaisia	lyhyitä, haaroittuneita ja lieriömäisiä
poikkijuovaisuus mikroskooppikuvissa	näkyvä	ei näy	näkyvä
väsyminen	väsyvä	väsymätön	väsymätön
supistumisnopeus	suuri	pieni	suuri
tahdonalaisuus	tahdonalainen	tahdosta riippumaton	tahdosta riippumaton
sijainti elimistössä	luustolihaksissa	ihossa, rauhasissa, sisäelinten ja verisuonten seinämissä	sydämessä

### 3. Luuston rakenne ja tehtävät

a. Luuston tehtäviä:

- ihmisen tukiranka
- muodostaa kehon liikkeet yhdessä luustolihashsten kanssa
- antaa vartalolle asennon ja muodon
- suojaa sisäelimiä
- tuottaa verisoluja
- kalsium ja fosforivarasto

b. Luukudoksen rakenne:

- muodostuu luusoluista ja väliaineesta
- luussa on kolmenlaisia soluja:
  - varsinaisia luusoluja
  - uutta luun väliainetta muodostavia soluja
  - luukudoksen väliainetta hajottavia soluja

c. Luukudoksen väliainetta hajottavat ja muodostavat solut:

- luukudoksen muodostuminen ja hajoaminen jatkuu koko elinajan
- väliainetta muodostavien ja sitä hajottavien solujen välillä vallitsee tarkka tasapaino
- väliainetta muodostavien ja hajottavien solujen vaihtelut luun eri osissa vaikuttavat luun muotoon, esim. putkiluissa luun keskelle syntyy ontelo väliainetta hajottavien solujen toiminnan tuloksena

d. Luutyypit:

- putkiluut toimivat lihasten vipuvarsina, esim. pohjeluu ja olkaluu
- kuutioluut esim. sormien ja ranteiden luut
- litteät luut suojaavat yleensä sisäelimiä, esim. kylkiluut ja kallon luut



### 4. Tahdonalaisen luustolihasen toiminta

#### a. Luustolihakset ovat:

- kiinnittyneet luihin
- poikkijuovaista, tahdonalaista lihaskudosta, jossa solut ovat useiden senttimetrien pituisista ja niissä on monta tumaa
- aikaansaavat luiden kanssa kehon liikkeit
- supistuvat nopeasti
- toimintaa säätelee tahdonalainen hermosto
- väsyvät melko nopeasti
- tahdonalaisen hermoston säätelemiä
- supistumisen saa aikaan liikehermosta tuleva hermoimpulssi

Liikehermon hermopäätteestä erittyvä välittäjäainetta, (asetyylikoliinia), joka kiinnittyy lihassolun solukalvon reseptoreihin. Tämä saa aikaan sähköisen impulssin lihassolussa. Supistuminen perustuu lihassolujen mikroskooppisten proteiinisäikeiden, aktiini- ja myosiinisäikeiden, liikkeeseen. Säikeet liukuvat toistensa lomiin. Lihaksen supistumisessa yksittäinen lihassolu lyhenee. Supistumisen voimakkuus riippuu supistuneiden lihassolujen määrästä, sillä kukin yksittäinen lihassolu supistuu aina kaikki tai ei mitään periaatteella.

#### b. Lihassolujen energiansaanti perustuu mitokondrioissa tapahtuvaan soluhengitykseen. Kun happea ei ole saatavilla, voivat lihassolut toimia lyhyen aikaa myös maitohappokäymisestä vapautuvan energian turvin. Lihakseen kertyy maitohappokäymisessä maitohappoa ja lihas väsy nopeasti. Pikajuoksija ei välttämättä hengitä kertaakaan nopean pyrähdyksensä aikana, joten lihassolut saavat aluksi aivan pienen hetken energiansa lihaksissa olevasta ATP-varastoista. Kun valmis ATP on käytetty, sitä valmistetaan lisää soluhengityksen avulla, mihin energialähteinä toimivat lihaksen omat glykogeenivarastot sekä verestä otettu glukoosi ja rasvahapot.

Soluhengitys kuluttaa runsaasti happea. Hapen vähetessä energia saadaan glykolyysistä, jossa syntynyt pyruvaatti muutetaan maitohapoksi maitohappokäymisestä. Näin ei voi kuitenkaan suorittaa pitkäkestoista suoritusta, koska lihaksiin tulee happivelkaa ja maitohappo aiheuttaa kangistumista.

Maratoonarin lihassolujen tulee saada jatkuvasti happea, koska energia tulee saada soluhengityksestä. Jos maratoonarin lihaksiin kertyisi maitohappoa, matkanteko loppuisi ennen maalia. Luustolihasissa erotetaan kaksi tyyppiä: hitaat ja nopeat lihassolut. Pikajuoksijalle on edullista, että hänen raajojen lihaksissa on runsaasti nopeita lihassoluja, jotka pystyvät hetkellisesti toimimaan tehokkaasti myös ilman happea. Maratoonarille taas ovat edullisia hitaat lihassolut, joissa energiaa vapautuu tasaisesti ja pitkään.

### 5. Käden koukistaminen

- a.
  1. varttinäluu
  2. kyynärluu
  3. olkaluu
  4. hauislihas
  5. kolmipäinen olkalihas
  6. jänne
  7. nivelrusto
  8. nivelneste
- b. Rakenne 4: Kun hauislihas supistuu, käsivarsi koukistuu.  
Rakenne 5: Kun kolmipäinen olkalihas supistuu, käsi ojentuu.  
Rakenne 7: Nivelrusto pehmentää luiden päissä olevia nivelpintoja ja tekee niistä yhdessä nivelnesteeseen kanssa liukkaita. Näin nivelrusto vähentää luiden välistä kitkaa ja luihin kohdistuvaa rasitusta.

### 6. Luun murtuminen

- a. Pohjeluu ja sääriluu ovat murtuneet.
- b. Luukudos on elävää kudosta, joka uusiutuu koko elinajan. Siinä syntyy uusia luusoluja ja luun väliainetta.
- c. Osteoporoosi:
  - luumassa vähenee ihmisen ikääntyessä
  - osteoporoosissa luut haurastuvat, koska luumassa vähenee tavallista nopeammin
  - osteoporoosia sairastavalla luut murtuvat helposti
  - osteoporoosi on naisilla yleisempää kuin miehillä, sillä estrogeenin tuotannon väheneminen vanhetessa hidastaa luun muodostumista ja kiihdyttää luukudoksen hajoamista
  - osteoporoosin kehittymiseen vaikuttavat myös geenit
  - osteoporoosia ehkäisee mm. säännöllinen ja riittävän kuormittava liikunta sekä riittävä kalsiumin ja D-vitamiinin saanti

### 7. Luun rakenteen tutkiminen

- a. Opiskelijan piirtämä kuva luusta tai siitä otettu valokuva
- b. Rakenneosat: hohkaluu, tiivisluu, luuydin.
- c. Luun rakenne:
  - kovaa materiaalia, kovuus johtuu mineraalikiteistä (kalsium ja fosfaatti)
  - luussa on hermoja ja verisuonia
  - luun pinnassa on tiivistä luuta
  - luun päissä on hohkaluuta, joka on huokoista palkeista ja onteloista muodostuvaa
  - luun sisällä on luuydintä, joka on rasvaista

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Maksa ja munuaiset

Maksa:

- porttilaskimo
- sappirakko
- A-vitamiini
- paino noin 1,5 kg
- hiussuonissa aukkoja
- lämmöntuottaja
- kolesteroli

Munuaiset:

- nefroni
- epo
- reniini
- pavunmuotoinen
- kuorikerros
- ADH

### 2. Käsitteitä

- Nefronin hiussuonista sen koteloon suodattuvaa nestettä kutsutaan alkuvirtsaksi.
- Muodostunut virtsa kerääntyy munuaisaltaaseen.
- Maksa valmistaa kolesterolia, johon liittyy kuljettajaproteiineja. Nämä lipoproteiinit voivat olla ”hyviä” tai ”pahoja”. Hyviä ovat HDL-lipoproteiinit ja pahoja LDL-lipoproteiinit.
- Munuaistiehyessä tapahtuu takaisinimeytyminen, jossa hyödylliset aineet ja osa vedestä palautuvat takaisin hiussuoniin.
- Lääkeaineita poistuu elimistöstä aktiivisen erittymisen avulla. Niitä erittyy hiussuonista munuaistiehyen loppuosaan.
- Maksa osallistuu sokeriaineenvaihdunnan säätelyyn muuttamalla glukoosia glykokeeniksi, joka varastoituu maksan soluihin ja josta tarvittaessa vapautuu vereen glukoosia.
- Munuaisissa valmistuu erytropoietiinia, joka lisää punasolujen muodostusta.

### 3. Maksa polttaa alkoholia

- etanoli muutetaan maksan soluissa ensin asetaldehydiksi ja edelleen haitattomaksi etikkahapoksi
- monimutkaisten aineenvaihduntareaktioiden kautta etikkahapon (alun perin alkoholin) sisältämä energia muuntuu (soluhengitys) soluille käyttökelpoiseen muotoon
- lisäksi muodostuu hiilidioksidia ja vettä sekä vapautuu lämpöä

### 4. Maksa muokkaa

- Insuliinihormonin vaikutuksesta maksassa glukoosia muutetaan suurimolekyyliseksi glykokeeniksi, jota varastoituu maksan soluihin. Kun elimistön energian tarve kasvaa, maksan glykokeenia muutetaan takaisin glukoosiksi ja vapautetaan vereen (glukagoni). Maksassa glukoosista valmistetaan myös rasvoja.
- Maksassa rasva-aineista valmistuu kolesterolia. Kolesteroliin liittyy kuljetusta varten lipoproteiineja.
- Maksa hajottaa kuolleita punasoluja.
- Maksan soluissa aminohapoista valmistetaan proteiineja ja glukoosia. Jos ravinto ei sisällä hiilihydraatteja, maksan glukoosin muodostus on välttämätöntä, koska esimerkiksi aivojen solut pystyvät käyttämään energialähteenään vain glukoosia. Maksa valmistaa aminohappojen tyyppiä sisältävistä myrkyllisistä hajoamistuotteista ureaa eli virtsa-ainetta.

### 5. Virtsan määrään vaikuttavat tekijät

Antin ja Villen erittyvän virtsan määrien erot johtuivat seuraavien tekijöiden eroista:

- Ruuan sisältämä nestemäärä ja ravintoaineet. Soluissa ravintoaineiden (hiilihydraatit, rasvat ja proteiinit) energiaa vapautetaan soluhengityksessä, jossa syntyy vettä. Eniten vettä tuottaa rasvojen hapettaminen ja vähiten proteiinien hapettaminen.
- Suolan määrä ja diureettiset aineet. Katso oppikirjan s. 101.
- Fyysisessä rasituksessa elimistöstä poistuu vettä hien mukana. Hikoilun määrään vaikuttaa lämpötila. Stressi ja kuume lisäävät ADH:n erittymistä, joten virtsan määrä pienenee.

### 6. Suolan vaikutus elimistöön

- Suolasta vereen tulee natrium- ja kloridi-ioneja.
- Kun syö suolaista ruokaa, veri väkevöityy eli veden määrä suhteessa muihin aineisiin vähenee.

- c.
- verisuonista lähtee viesti hypotalamukseen, tulee jano
  - hypotalamus lähettää myös viestin aivolisäkkeeseen, josta vapautuu vereen ADH-hormonia (antidiureettinen hormoni), jonka vaikutuksesta munuaistiehyistä imeytyy mahdollisimman paljon vettä takaisin vereen
  - elimistöstä poistuvaa virtsaa on vähän ja se on väkevää
  - vettä siirtyy verestä kudospainosteen
- d. Tilavuus kasvaa, veri laimenee.
- e. Verenpaine nousee.

### 7. Virtsan muodostuminen ja koostumus

- a.
- virtsa-aine eli urea on yhdiste, jota syntyy maksassa proteiiniaineenvaihdunnassa
  - veri kuljettaa urean munuasiin
  - munuaisten toiminnallisia yksiköitä ovat nefronit
  - nefronin toiminnan vaiheet ovat suodattuminen, takaisinimeytyminen ja aktiivinen erityys
  - suodattuminen: nefronin hiussuonikeräsiin suodattuu verenpaineen vaikutuksesta alkueli primaarivirtsaa noin 150–180 litraa vuorokaudessa
  - takaisinimeytyminen: munuaistiehyistä alkuvirtsasta suodattuu takaisin verenkiertoon aminohappoja, glukoosia, vettä ja suoloja
  - aktiivinen erityys: munuaistiehyiden loppupäässä virtsaan erittyy aktiivisesti aineita hiussuonista, esimerkiksi lääkkeitä, hormoneja ja ioneja
  - munuaistiehyistä virtsa siirtyy kokoojaputkiin ja niitä pitkin munuaisaltaaseen
  - virtsa siirtyy virtsanjohdinta pitkin virtsarakkoon ja poistuu elimistöstä virtsaputkea pitkin
- b. Terveen ihmisen virtsa sisältää vettä, ureaa eli virtsa-ainetta, suoloja ja hormoneja.

### 8. Virtsanäytteen tulkinta

- a. Diabetes eli sokeritauti.
- b. Infektio virtsateissä.
- c. Paaston tai nälkiintymisen seurauksena veren glukoosivarastot loppuvat, jolloin maksa muodostaa rasvoista ketoaineita solujen energialähteeksi.
- d. – Infektio virtsateissä
- Munuaisten tai virtsateiden mekaaninen vaurio
- e. Proteiineja, hormoneja, bakteereja, lääkkeitä ja huumeaineita.

# BIOS4

## Luku 8 – Munuaiset ja maksa ylläpitävät elimistön sisäistä tasapainoa

### 9. Aineenvaihdunnan tapahtumat



#### Muodostuminen:

- soluhengityksessä
- soluhengityksessä glukoosin sisältämä sidosenergia muuntuu soluille käyttökelpoiseen muotoon ATP- molekyylien sisältämäksi sidosenergiaksi, reaktioissa syntyy myös hiilidioksidia ja vettä
- glukoosimolekyylin sisältämästä energiasta vapautuu solujen käyttöön 40 %, loput vapautuu lämpönä. Eniten lämpöä syntyy maksassa, aivoissa ja lihaksissa.
- proteiinien hajoamisessa syntyy tyypipitoisia kuona-aineita, joista maksassa muodostuu ureaa eli virtsa-ainetta

#### Poistaminen:

- suurin osa lämmöstä poistuu ihon kautta: verisuonet laajenevat ja hikirauhaset avautuvat
- ihon kautta poistuu myös vettä sekä pieni määrä virtsa-ainetta
- poistettavan lämmön määrää säätelee hypotalamuksessa sijaitseva lämmönsäätelykeskus
- keuhkojen kautta poistuu hiilidioksidia, vettä ja lämpöä
- hiilidioksidia siirtyy diffuusion avulla hiussuonista keuhkorakkuloihin ja poistuu uloshengityksen mukana
- ulos hengitetyn ilman mukana poistuu myös lämpöä
- hengitystä säätelee ydinjatkeessa sijaitseva hengityskeskus, kun veren hiilidioksidin määrä kasvaa hengitys tihenee ja syvenee
- munuaiset poistavat vettä ja virtsa-ainetta
- nefronin hiussuonikeräsestä suodattuu veri-plasmaa (verisolut ja proteiinit eivät suodatu, koska ne ovat suurikokoisia) nefronin koteloon ja sieltä edelleen munuaistiehyeseen
- elimistölle tarpeellisia aineita (vesi, glukoosi, aminohapot, ionit) imeytyy munuaistiehyistä takaisin verenkiertoon
- elimistöstä poistuva virtsa siirtyy kokoojatiehyitä pitkin munuaisaltaaseen ja sieltä virtsanjohdinta pitkin virtsarakkoon ja edelleen vitsaputkea pitkin pois elimistöstä
- erittyvän virtsan määrää säätelee aivolisäkkeen takalohkon antidiureettinen hormoni, ADH

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Käsitteet

- a. Ärsyke fysikaalinen tai kemiallinen tekijä, joka aiheuttaa reaktion aistinsolussa. Reseptori on aistinsolu tai sen osa, joka vastaanottaa ärsykkeen.
- b. Aistinhermo on tuntohermo, joka kuljettaa impulsseja aistimesta keskushermoston aistinalueelle. Aistinalueet ovat erikoistuneet vastaanottamaan tietyn aistinelimen keräämää informaatiota. Aistimus on aistin välittämän tiedon tajuaminen aivoissa. Aistimukseen osallistuu yleensä muutkin aivojen osat kuin spesifinen aistinalue.
- c. Sarveiskalvo on silmän etuosaa peittävä läpinäkyvä kalvo, joka taittaa valoa. Sarveiskalvolta valo siirtyy linssiin, joka valon taittamisen lisäksi vastaa tarkan kuvan muodostumisesta verkkokalvolle. Linssi on kaksoiskupera ja sen muoto muuttuu katseen tarkentuessa eri etäisyyksille. Verkkokalvo on kerros, joka verhoaa silmän sisäpintaa. Siinä sijaitsevat aistisolut ja monenlaiset hermosolut.
- d. Keskikuoppa on verkkokalvon keltatäplän keskikohta, jossa on vain tappisoluja ja jonka avulla muodostuu kaikkein tarkin kuva.
- e. Tarkassa näkemisessä kimmoisan linssin muoto muuttuu. Kauas katsottaessa linssin ja sädelihaksen välissä olevat ripustinsäikeet kiristyvät sädelihaksen veltostuessa. Linssi muuttuu litteämmäksi. Kun katsotaan lähelle, sädelihas supistuu, ripustinsäikeet löystyvät ja linssi pyöristyy.
- f. Äänen taajuus aistitaan sävelkorkeutena simpukassa. Simpukan tyvilevy on kapeampi ja jäykempi lähellä simpukan tyveä ja tällä kohtaa korkeat äänet ärsyttävät karvasoluja. Matalille äänille herkkä simpukan osa on lähellä sen kärkeä. Simpukan eri kohtien karvasoluissa syntyneet impulssit siirtyvät kuulohermoja pitkin isoivojen ohimolohkossa sijaitsevaan kuulokeskukseen, missä aistitaan sävelkorkeudeltaan erilaisia ääniä.
- g. Sisäkorvassa sijaitsevien kaarikäytävien avulla aistitaan pään liikkeitä. Kaarikäytäviä on kolme ja ne ovat toisiinsa nähden kolmessa avaruussunnassa. Käytävien keskinäisen asennon ansiosta ihminen aistii kaikki mahdolliset pään liikesuunnat. Kaarikäytävistä informaatio siirtyy kuulo- ja liikehermoja pitkin aivoihin, jotka vastaanottavat kaarikäytävien aistisoluista tulevat impulssit ja tulkitsevat pään kiihtyvät tai hidastuvat liikkeet.
- h. Hajureseptori on nenäontelon katossa oleva aistinsolu, joka on herkkä tietyn tyyppiselle hajumolekyylille. Hajureseptorin ärtyminen edellyttää, että ilman mukana kulkeutuvat kaasumaiset molekyylit liukenevat hajuepiteelin limakerrokseen.

## 2. Silmän rakenne

- a.
  1. sarveiskalvo
  2. linssi eli mykiö
  3. sädelihas
  4. keskikuoppa
  5. näköhermo
  6. verkkokalvo
  7. kovakalvo
  8. suonikalvo
  9. silmänliikuttajalihas
  10. värikalvo eli iiris
  
- b.
  1. Sarveiskalvo suojaa ja taittaa ensimmäisenä silmään tulevan valon.
  2. Linssi tarkentaa kuvan verkkokalvolle katsottaessa kohdetta eri etäisyyksiltä. Kauas katsottaessa sädelihas on velto, jolloin linssin ja sädelihaksen välissä olevat ripustinsäikeet kiristyvät ja linssi muuttuu litteämmäksi. Kun katsotaan lähelle, sädelihas supistuu, ripustinsäikeet löystyvät ja linssi pyöristyy.
  3. Sädelihas säätelee linssin muotoa ja mahdollistaa tarkan näkemisen eri etäisyyksillä.
  4. Keskikuoppa on verkkokalvon keltatäplän keskikohta. Siinä on vain tappisoluja ja tähän kohtaan muodostuu kaikkein tarkin kuva.
  5. Erittäin suuri hermorata, joka siirtää aistinsolujen keräämän informaation hermoimpulsseina verkkokalvolta isoajojen takaraivolohkon näköalueelle.
  6. Silmän sisäpintaa verhoava, aistinsolujen ja hermosolujen muodostama kerros. Sarveiskalvon ja linssin taittamien valonsäteiden muodostavat kuvan verkkokalvolle.
  7. Kovakalvo on silmää suojaava ja silmän muotoa ylläpitävä uloin kalvo. Jatkaa silmän etuosassa sarveiskalvona
  8. Silmän verkko- ja kovakalvon välinen kalvo, jossa on runsaasti verisuonia ja väriainetta. Verisuonet tuovat happea ja ravintoaineita silmän soluille ja väriaine estää valon haitallista taikasin heijastumista.
  9. Silmänliikuttajalihasten avulla silmä liikkuu ja mahdollistaa katseen kohdistamisen mahdollisimman tarkasti molemmilla silmillä yhtä aikaa samaan kohdistuspisteeseen.
  10. Värikalvon avulla silmä säätelee verkkokalvolle tulevaa valon määrää. Värikalvon keskellä on mustuainen eli pupilli, jonka kokoa värikalvo muuttaa. Värikalvon liikkeet ja perustuvat sen ympärillä olevien sileiden lihasten toimintaan, jota ohjaa autonominen hermosto.



### 3. Silmän toiminta

a.

- Valo saa verkkokalvon aistisolut ärtymään ja solukalvossa syntyy toimintajännite.
- Aistinsolut ovat yhteydessä verkkokalvon hermosoluihin (välittävät hermosolut) ja toimintajännite siirtyy niihin käynnistäen niissä hermoimpulssin
- Toimintajännite liikkuu hermoimpulssina pitkin aistirataa (aistisolut, välittävät solut, näköhermon gangliosolut) isoaivojen näköalueelle.
- Oikeasta ja vasemmasta silmästä tulevat aistiradat risteävät osittain. Isoaivojen näköalueella syntyy aistimus nähdystä kohteesta, kun aivot vertaavat kuvaa aiempiin kokemuksiin (esim. kuva käännetään oikein päin ja siihen lisätään asioita, joita silmä ei rekisteröinyt).

b.

- likitaittoisuus: kaukana olevista kohteista ei synny terävää kuvaa (kuva muodostuu verkkokalvon eteen, apuna miinuslasit)
- kaukotaittoisuus: lähellä olevista kohteista ei synny terävää kuvaa (kuva muodostuu verkkokalvon ”taakse”, apuna pluslasit)
- hajataittoisuus: linssi taittaa valonsäteitä epäsymmetrisesti, apuna epäsymmetrisesti (yksilöllisesti) hiotut lasit.
- ikänäkö: iän myötä linssin kimmoisuus vähenee ja lähellä olevista kohteista ei synny terävää kuvaa (apuna plus-lasit)
- karsastus: silmien yhteispeli ei toimi, vaan oikeaan ja vasempaan silmään muodostuu kuva hiukan eri kohdista näkökenttää
- hämäräsokeus: niukassa valossa toimivien aistisolujen (sauvasolujen) toiminta puutteellista (syynä voi olla pitkäaikainen A-vitamiinin puutos)
- punavihersokeus: tappisolujen kyky erotella punaista ja vihreää valoa puutteellista –)
- verkkokalvon rappeutuminen
- linssin sameneminen (harmaakaihi) 312
- silmänpainetauti (viherkaihi, glaukooma): silmän sisäinen paine vaurioittaa näköhermoa
- lumisokeus: voimakas UV-valo vaurioittaa sarveiskalvoa (ei pysyvä vamma)

c.

- täysin pimeässä ei näe mitään
- hämärässä näkeminen perustuu sauvasolujen toimintaan
- sauvat tuottavat värittömän (mustavalko- tai harmaasävykuvan)
- sauvoja on eniten verkkokalvon laidoilla, muttei lainkaan tarkan näkemisen kohdassa (keskikuopassa). Tämän seurauksena hämärässä ei nähdä kovin tarkasti.
- sauvojen näköpigmentti (rodopsiini) hajoaa kirkkaan valon vaikutuksesta ja tämä käynnistää toimintapotentiaalin

## 4. Äänen kulkeutuminen

- a. Ilman paineaaltoina
- b. Mekaanisena värähtelynä (kuuloluiden liikkeenä), joka syntyy tärykalvojen alkaessa värähdellä paineaaltojen tahdissa.
- c. Sisäkorvassa: nesteessä etenevinä paineaaltoina.
- d. Ääni vahvistuu, kun ääniaaltojen energia siirtyy kuuloluita pitkin tärykalvolta eteisikkunaan. Tärykalvo on monta kertaa (noin 15) niin suuri kuin eteisikkuna, joten kuuloluiden viemä liike-energia vahvistuu kun se siirtyy pienen eteisikkunan kautta simpukkaan nesteeseen.
- e. Äänen tulosuunnan voi päätellä, koska korvat sijaitsevat eri puolilla päätä. Pään sivulta tuleva ääni saavuttaa toisen korvan hieman toista aiemmin ja hieman voimakkaampana. Aivot määrittelevät äänen tulosuunnan korvien antamien impulssien pienten voimakkuus- ja aikaerojen perusteella.
- f. Puhuttaessa normaalisti oma ääni tulee omaan korvaan suurimmaksi osaksi pääkopan luita pitkin. Nauhalta ääni sen sijaan tulee samanlaisena kuin muiden ihmisten korviin eli vain ilman kautta.

## 5. Ihon lämpötilan aistiminen lämpönä ja kipuna

- a. 15–45 °C on lämpöalue, joka aistitaan yksinomaan lämpönä tai kylmänä. Tämän alueen ulkopuolella aletaan tuntea myös kipua. Mukavuuden kokeminen on kuitenkin subjektiivista ja mukavuusalue voi olla tätä kapeampi.
- b. Kylmässä alle 5 °C koetaan yksinomaan kipuna, 5–15 °C koetaan sekä kylmänä että kipuna. Kuumassa yli 52 °C koetaan yksinomaan kipuna ja 45–52 °C koetaan sekä kuumuutena että kipuna.
- c. Koe voitiin toteuttaa eri lämpöisillä vesiastioilla tai lämpölevyillä.
- d. Noudata tutkimuksessasi biologisen tutkimuksen vaiheita. Koska tehtävänäsi on testata pitävätkö kaavion tulokset paikkaansa, sinun ei tarvitse tehdä hypoteesia (kaavion tulokset ovat eräänlainen hypoteesi).

Suunnittele tutkimus, jonka avulla testaat päädytkö vastaaviin tuloksiin kuin tehtävän diagrammissa.

Mieti, mitä koejärjestelyltä vaaditaan, että tulokset ovat luotettavia, ja että niiden avulla on mahdollista vetää johtopäätöksiä.

Toteuta tutkimus.

Kirjaa tulokset ja vertaa saatuja tuloksia tehtävässä esitettyyn tutkimukseen. Mitä sait selville?

Vastasivatko tulokset diagrammissa esitettyjä? Elleivät, mieti miksi.

Kun dokumentoit tutkimuksesi, tee siitä niin perusteellinen ja selkeä, että joku toinen voisi toistaa suorittamasi tutkimuksen.

### 6. Aistien toimintahäiriöitä

- a. Hämäräsokeus on sauvasolujen kyvyttömyys toimia hämärässä. Syynä on yleisesti A-vitamiinin puute. Tätä vitamiinia tarvitaan näköpigmentin, rodopsiinin, valmistamiseen.
- b. Punavihersokeus on X-kromosomissa yhden geenin aiheuttama periytyvä ominaisuus. Siinä maailmaa ei nähdä normaalin värisenä, koska joka vihreälle tai punaiselle valolle herkät tappisolut eivät toimi. Sairaus on yleisempi pojilla, koska pojilla on vain yksi X-kromosomi ja näin tämä alleeli ilmenee aina. Sen sijaan tytöillä alleeli on resessiivinen ja ilmetäkseen hänen tulee periä se molemmilta vanhemmiltaan.
- c. Huimauksella tarkoitetaan tunnetta siitä, että tasapaino suhteessa ympäristöön ei ole kunnossa. Se voi johtua hyvin monista syistä. Kierohuimauksessa (huone pyörii) syynä on lähes aina korvan tasapainoelimissä.
- d. Matkapahoinvointi johtuu toistuvista voimakkaista liikkeistä, kuten laivan keinumisesta. Siinä elimistö saa eri ristiriitaista tietoa, asentoon ja tasapainoon liittyviltä aisteilta (sisäkorvan tasapainoelimet, lihasten- ja jänteiden venytystä aistivat reseptorit sekä näköaisti). Matkapahoinvointi aiheuttaa huimausta ja mahdollisesti oksentelua.
- e. Aspartaamin makeutusvaikutus perustuu sen molekyyliarakenteeseen. Aspartaami rakentuu kahdesta aminohaposta, mutta se muistuttaa muodoltaan sakkaroosia. Tämä makeutusaine ”huijaa” kielen makeaa aistivia reseptoreja.

### 7. Aistikokeen tulkinta

- a. Mitä voimakkaampi ärsyke, sitä suurempi impulssitaajuus on havaittavissa hermoradassa.
- b. Ärsytyksen jatkuessa samanlaisena impulssitaajuus vähitellen pienenee ja lopulta impulssit loppuvat kokonaan.
- c. Kun voimakkuudeltaan samanlaisen ärsytyksen kesto pitenee, impulssitaajuus harvenee.
- d. Yksilön kannalta tärkeää, että aistisolut reagoivat ympäristössä tapahtuviin muutoksiin. Tasaisena pysyvän ympäristön aistiminen ei ole sopeutumisen kannalta yhtä tärkeä. Aistien tottumista samanlaisena jatkuvaan ärsytykseen sanotaan adaptaatioksi.

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Ihoon liittyviä ongelmia ja tilanteita

- Ihon talirauhaset tuottavat rasvapitoista nestettä, joka sisältää rasvahappoja ja entsyymejä. Nämä tekevät ihosta vettä hylkivän ja notkean. Jos rasvaa on iholla liian vähän, vettä pääsee haihtumaan myös ihon syvemmistä kerroksista, jolloin iho kuivuu. Myös ihon oikeasta pH:sta on huolehdittava. (Suomalaisilla pitkä talvi vaikuttaa siihen, että iholla ei muodostu tarvittavia rasvoja, joiden muodostumista Auringon ultraviolettisäteily edistää.)
- Talvella ilmankosteus on alhainen, joten iholta pääsee haihtumaan runsaasti vettä. Tämä saa ihon tuntumaan kuivalta.
- Halkeilevat ja hauraat kynnet voivat johtua keratiiniproteiinin puutteesta.
- Tatuointi tehdään neuloilla, joilla väriaine pistetään ihon uloimman kerroksen läpi verinahkaan saakka. Verinahassa on runsaasti hermopäätteitä, jotka välittävät viestin aivoille, joissa kipuaistimus aistitaan.
- Vain ihon uloimmainen kerros uusiutuu, joten syvemmälle pistetty väriaine säilyy.

### 2. Ihon kudostyyppit

kudostyyppi	Missä sijaitsee?	Merkitys?
pintakudos	epiteeli	suojaa alla olevia kudoksia
lihaskudos	karvankohottajalihakset	kohottaa ihokarvoja, rauhasien seinämien sileälihas vaikuttaa erityykseen
hermokudos	hermosolujen päät ja niihin liittyvät ”kotelot”	aistii kipua, kosketusta ja lämpötilan vaihtelua
sidekudos	verinahka (kollageeni ja kimmosäikeet)	tukee ja vahvistaa ihoa; (verikudos tuo happea ja ravintoa sekä vie kuona-aineita)
rasvakudos	ihonalaiskudos	toimii energiavarastona ja lämmöneristeenä; suojaa kolhuilta
rauhaskudos	tali- ja hikirauhaset	erittyvä tali estää haitallisten bakteerien kasvua, pitää ihon notkeana ja vettä hylkivänä; hiki viilentää ja sen mukana poistuu ureaa, suoloja ja ammoniakkia

### 3. Ihon toiminta

a. Kylmässä:

- ihon pikkuvaltimot supistuvat
- ihokarvat nousevat pystyyn
- hikoilu vähenee
- lihakset supistelevat

Lämpimässä:

- iholle tulevan veren määrä lisääntyy
- ihon pikkuvaltimot laajenevat
- hikoilu voimistuu

- b. Lämpöhalvauksen voi saada oleskelemalla liian kuumassa pitkään. Näin voi tapahtua esimerkiksi kuumana kesäpäivänä tai saunassa. Voimakas fyysinen rasitus lisää lämpöhalvauksen riskiä, kun elimistö ei kykene poistamaan lisääntyneen lämmöntuotannon lämpöenergiaa elimistöstä. Yleensä lämpöenergiaa poistuu lisääntyvän pintaverenkierron ja hikoilun avulla. Lämpöhalvauksessa ruumiinlämpö nousee. Lämpöhalvauksen saaneen keho täytyy saada viilentymään.

Ensiapukeinoja: Vaatteiden vähentäminen, viileässä vedessä oleminen tai sen ruiskuttaminen iholle, pään ja niskan viilentäminen kosteilla pyyhkeillä, nesteen juominen ja lepääminen.

- c. Lämpöhalvaus ja auringonpistos ovat hyvin samanlaisia. Auringonpistos on seurausta päähän kohdistuneesta lämpörasituksesta, kun Aurinko pääsee paistamaan ulkona oleskeleva suojaamattomaan päähän.

### 4. Valon vaikutuksia

- a. Tropiikissa Auringon säteily on voimakasta. Tumman ihon runsas pigmentti suojaa Auringon haitalliselta UV-säteilyltä. Iholla muodostuu runsaasti D-vitamiinia, koska vaikka pigmenttiä on paljon, säteilyäkin on runsaasti. Valinta on näillä alueilla suosinut tummaa ihon väriä.
- b. Pohjoisessa säteilyn määrä on huomattavasti pienempi kuin tropiikissa. Vaalea iho, jossa on vähän suojaavaa väriainetta, mahdollistaa riittävän D-vitamiinimäärän muodostumisen kesän aikana. Valinta on suosinut vaaleaa ihon väriä, koska vaaleampi iho takaa riittävän D-vitamiinin saamisen.

## 5. Nisäkkään lämmönsäätely

- a. Järjestelmän tehtävänä on ylläpitää elimistön lämpötila mahdollisimman tasaisena.
- b. Luustolihasen ja sisäelinten toiminta lisää lämmöntuottoa; ihon ja hengityselinten toiminta vähentää lämmönhukkaa. Tätä ohjaa hypothalamus autonomisen (sympaattisen) hermoston sekä lisämunuaisen ja kilpirauhasen hormonien välityksellä.
- c. Lämmönhukka tehostuu ja lämmöntuotto vähenee. Säätely kuten edellä.
- d. Hypotalamus saa siihen tarvittavaa tietoa iholta tulevien tuntohermojen sekä veren lämpötilaa aistivien hermosolujen välityksellä.

## 6. Lämmönsäätelyyn vaikuttavia tekijöitä

Laborointitehtävä – vastaukset vaihtelevat

- d. Sukan sisällä ollut pullo jäähtyy hitaammin kuin sukaton.
- e. Sukka edustaa esimerkiksi turkkia, joka eristää ja estää lämmön karkaamista. Paksu turkki eristää paremmin kuin ohut turkki.
- f. Voittaisiin tutkia esimerkiksi:
  - Eristääkö märkä ja kuiva sukka samalla tavalla?
  - Miten pullon koko vaikuttaa tuloksiin?
  - Miten esimerkiksi eläimen nahasta tehty suoja poikkeaa villasukasta?
  - jne.

## 7. Ihon kosketusaistin tutkiminen

Opiskelijan oma vastaus.

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Testaa tietosi

- a. Väärin. Suurin osa elimistössä tavattavista bakteereista on hyödyllisiä ja osa jopa välttämättömiä.
- b. Totta. Syöjäsolut eivät valikoi kohdettaan, vaan ne reagoivat aiemmin kohtaamiinsa ja uusiin taudinaiheuttajiin samalla tavalla. Sen sijaan imusoluilla on tarkka tehtävä ja yksi kohde immunologisessa järjestelmässä.
- c. Totta. Jokaisella ihmisellä on solujensa pinnalla tietyt, yksilölliset kudostyyppi-proteiinit. Näin immuunijärjestelmä osaa jättää elimistön omat solut rauhaan.
- d. Väärin. Antigeeni on elimistölle vieras molekyyli, joka käynnistää immuunijärjestelmän toiminnan.
- e. Väärin. Vasta-aineet reesustekijää vastaan muodostuvat vasta silloin, jos Rh-negatiivisen ihmisen elimistöön pääsee Rh-positiivisia punasoluja.
- f. Totta. Kaikki immuunijärjestelmän solut syntyvät luuytimessä verisolujen yhteisistä kantasoluista. Kypsyessään ne erilaistuvat eri tehtäviin.
- g. Totta. B-imusolu aktivoituu vasta jouduttuaan kosketuksiin tietyn antigeenin kanssa. Aktivoitumisen seurauksena B-imusolu jakautuu plasmasoluiksi, jotka tuottavat vasta-ainetta.

# BIOS4

## Luku 11 – Elimistö puolustautuu mikrobeja ja syöpäsoluja vastaan

### 2. Imusolujen tehtävät

imusolu- tyyppi	erit- tävät hista- miinia	valmis- tavat vasta- ainetta	vastaavat immuno- logisesta muistista	tuhoavat taudin- aiheut- tajat syö- mällä ne	tuhoavat syöpäsoluja ja virusten saastutta- mia soluja	tehos- tavat immuuni- puolus- tusta	niistä syntyy plasma- soluja
B-muisti- solut			X				
makrofagit				X			
syöttö- solut	X						
plasma- solut		X					
neutrofiilit				X			
T-tappaja- solut					X		
T-auttaja- solut						X	
T-muisti- solut			X				
B-solut							X

### 3. Immuunijärjestelmän toiminta

- Kaikki verisolut, niin myös punasolut, syntyvät luuytimen kantasoluista. Jos luuytimen luovuttaja on ollut eri veriryhmää kuin vastaanottaja, syntyy potilaan luuytimessä luovuttajan veriryhmää olevia punasoluja.
- O-veren punasoluissa ei ole A- eikä B-pintarakenteita, joihin verinesteessä olevat vasta-aineet voisivat tarttua. Rh-negatiivisen veren punasoluissa ei ole rhesus-pintarakenteita. Siksi ihmisen immuunijärjestelmä ei tunnista niitä tunkeilijoiksi eikä vasta-aineita synny.
- Koska elimistössä ei synny muistisoluja.
- Vasta-ainemolekyylit ovat niin pienikokoisia, että ne pystyvät siirtymään istukan kautta äidin verenkierrosta sikiön verenkiertoon.



## 4. Immuunijärjestelmän toiminnan selvittäminen marsuilla

- a. Ryhmän 1 marsut altistettiin suoraan taudinaiheuttajalle. Ryhmän 2 marsut saivat sairastuneen, mutta sairaudesta selvinneen marsun seerumia ennen altistusta taudinaiheuttajalle. Johtopäätös: seerumi sisälsi bakteerimyrkkyjä tuhoavan ominaisuuden, jonka nykyisin tiedetään johtuvan vasta-aineista.
- b. Ryhmän 2 marsut rokotettiin sairaudesta parantuneen marsun seerumilla ja ryhmän 3 marsut puolestaan terveeseen marsun seerumilla. Marsun vereen syntyy vasta-aineita sen sairastuttua kurkkumätään. Tästä syystä ryhmän 2 marsut säilyivät hyvin hengissä. Ryhmän 3 marsuilla ei ollut veressään vasta-aineita, joten ne kuolivat kurkkumätäbakteeriruiskeeseen.
- c. Marsu sairastuu kurkkumätään, kun kurkkumätäbakteereita joutuu sen elimistöön. Ensimmäisessä vaiheessa syöjäsolut, neutrofiilit ja makrofagit pyrkivät eliminoimaan taudinaiheuttajat solusyönnillä. Mikäli bakteerit ehtivät lisääntyä ja erittää bakteerimyrkkyä spesifiset B-solut tunnistavat ne ennen pitkää. B-solut muuttuvat plasmamuodoksi, jotka alkavat tuottaa vastaaineita bakteerille ja bakteerimyrkylle. Myös T-auttajasolut saavat viestin tunkeutujista, ja ne alkavat tuottaa sytokiineja, jotka lisäävät B-solujen jakautumista ja erilaistumista sekä tehostavat makrofagien solusyöntiä. Marsun parannuttua sen vereen jää kuukausiksi kurkkumädän vastaaineita ja loppuiksi spesifisiä B- ja T-muistisoluja.

## 5. Edward Jennerin keksintö

- a.
  - Pojan ihon naarmuun laitatussa eritteessä oli heikentyneitä lehmänrokkovirusia ja pojan immuunijärjestelmä alkoi tuhota niitä.
  - B-soluista syntyi plasmamuoduja, jotka tuottivat vasta-ainetta.
  - Osasta B-soluista syntyi muistisoluja.
  - Syöjäsolut söivät vasta-aineiden merkkamat virukset.
  - Verenkierto naarmun alueella kiihtyi, ja paikalle tuli lisää syöjäsoluja.
  - T-tappajasolut tuhosivat niitä soluja, joiden sisällä oli lehmänrokkovirusia.
  - Infektoituneet solut erittivät interferonia, joka esti virusten pääsyn uusiin soluihin.
  - T-auttajasolut voimistivat immuunijärjestelmän toimintaa erittämällä viestiaineita, sytokiineja, minkä seurauksena plasmamuodujen tuotanto ja syöjäsolujen toiminta lisääntyi.
  - Myös T-soluista syntyi muistisoluja.
  - Isorokkovirus ja lehmänrokkovirus ovat läheistä sukua toisilleen, joten niillä on hyvin samankaltainen rakenne ja ne toimivat samanlaisina antigeneina.
  - Kun poikaan tartutettiin isorokkovirus, pojan immunologinen muisti toimi: B- ja T-muistisolut muistivat taudinaiheuttajan, ja vasta-aineiden tuotanto sekä T-tappajasolujen toiminta alkoi nopeasti eikä poika sairastunut isorokkoon, koska kaikki isorokkovirukset saatiin tuhottua.
- b. Rokotuksen eli aktiivisen immunisaation.

## 6. Veriryhmätekijät



- a.
- verta voi ilman komplikaatioita luovuttaa Laura
  - O-veriryhmän punasolujen pinnassa ei ole antigeenejä, joihin B-veriryhmän vasta-aineet reagoisivat
  - Rh-negatiivisella verellä puuttuu Rh-tekijä (D-antigeeni), joten Lauran elimistö ei ala tuottaa vasta-ainetta D-antigeeniä vastaan
- b.
- Villen punasoluissa on Rh-tekijä, joka Kaisalta puuttuu
  - Villen genotyyppi on DD tai Dd, Kaisan dd
  - syntyvä lapsi voi olla joko Dd tai dd
  - jos lapsi on Dd (Rh-positiivinen), ensimmäisen raskauden aikana ei ole ongelmia
  - synnytyksessä Kaisan verenkiertoon voi joutua sikiön Rh-positiivisia punasoluja, jolloin Kaisan elimistö muodostaa vasta-aineita
  - vasta-ainetuotannon estämiseksi Kaisalle annetaan sikiön Rh-positiivisia punasoluja tuhoavaa vasta-ainetta
  - ensimmäisen raskauden aikana ongelmia tulee, jos istukka ”vuotaa”, jolloin sikiön punasoluja pääsee Kaisan elimistöön jo raskauden aikana

## 7. Ihmisen puolustusjärjestelmän keinot



### 1. Ulkoisen puolustuksen keinot:

- ihon mikrobeja läpäisemätön rakenne, tali, happamuus, hyödyllinen bakteerikanta, haavojen arpeutuminen
- kyynelnesteen, syljen ja hien mikrobeja tuhoava vaikutus
- hengitysteiden värekarvat
- limakalvot
- mahalaukun alhainen pH
- emättimen ja virtsan happamuus

### 2. Synnynnäinen immunitaetti

- valikoimaton
- syöjäsolut: makrofagit ja neutrofiilit tuhoavat taudinaiheuttajia syömällä ne
- tulehdusreaktion seurauksena paikalle tulee lisää syöjäsoluja
- interleukiinit tehostavat syöjäsolujen toimintaa

### 3. Hankittu immuniteetti

- spesifi
- perustuu imusolujen (B- ja T-imusolut) toimintaan
- B-imusolut kypsyvät luuytimessä, T-imusolut kateenkorvassa
- antigeeni=elimistöille vieras molekyyli, esim. bakteerin pintaproteiini
- B-imusoluista syntyy plasm soluja, jotka valmistavat vasta-ainetta tiettyä antigeeniä vastaan.
- Vasta-aineet auttavat antigeenien tuhoamisessa esimerkiksi tehostamalla syöjäsolujen toimintaa.
- Osasta plasm soluja syntyy B-muistisoluja, jotka seuraavan kerran kohdatessaan saman antigeenin aloittavat vasta-aineen tuoton nopeasti -> ei sairastumista.
- T-tappajasolut tuhoavat virusten saastuttamia soluja.
- T-auttajasolut erittävät sytokiinejä -> paikalle tulee lisää syöjäsoluja ja B-solujen jakautuminen plasm soluiksi tehostuu.
- T-soluista syntyy T-muistisoluja, jotka reagoivat, jos sama antigeeni pääsee uudelleen elimistöön
- B- ja T-muistisolujen avulla syntyy immunologinen muisti eli samaan tautiin ei sairastu uudelleen, koska vasta-aineiden tuotanto alkaa nopeasti

### 8. Alankomaiden tuhkarokkoepidemia

a.

- Rokotuksessa elimistöön ruiskutetaan heikennettyä tai tapettua taudinaiheuttajaa tai sen osaa.
- Rokotuksen seurauksena B-soluista syntyy plasm soluja, jotka tuottavat vasta-ainetta.
- B-soluista syntyy myös muistisoluja, jotka käynnistävät vasta-aineiden tuotannon nopeasti, jos elimistö altistuu kyseiselle taudinaiheuttajalle myöhemmin.
- Myös T-soluista syntyneet muistisolut osallistuvat tuhkarokkoviruksen torjuntaan.
- Tuhkarokkoa esiintyi eniten niillä alueilla, missä rokotekattavuus oli alle 95 %.
- Erityisen paljon tuhkarokkoa oli siellä, missä rokotekattavuus oli alle 80 %.
- Tuhkarokko on erittäin helposti ilmaitse leviävä virustauti.
- Mitä enemmän on rokottamattomia ihmisiä, sitä helpommin ja todennäköisemmin tuhkarokko leviää.

b.

- Suurimmassa osassa maata rokotekattavuus oli yli 95 %.
- Koska suurin osa ihmisistä oli rokotettu, ei sairaus päässyt leviämään.
- Jos rokotetun ihmisen elimistöön pääsee tuhkarokkoviruksia, käynnistyy B- ja T-muistisolujen toiminta heti, ja tuhkarokkovirukset tuhotaan eikä ihminen sairastu eikä siten levitä tautia muihin ihmisiin.

- c.
- Laumasuoja tarkoittaa sitä, että kun riittävän suuri ihmismäärä rokotetaan tautia vastaan, taudin leviäminen pysähtyy ja siksi myös rokottamattomien ihmisten riski sairastua pienenee.
  - Mikäli koko maassa rokotekattavuus olisi ollut yli 95 %, ei kyseistä epidemiaa olisi päässyt tapahtumaan.

## 9. Antigeenin vaikutus elimistössä

- a.
- Antigeeni tarkoittaa elimistölle vierasta molekyyliä, esimerkiksi bakteerin pintaproteiinia, joka käynnistää immuunijärjestelmän toiminnan.
  - Vasta-aine on B-soluista syntyneiden plasmasolujen tuottama molekyyli tiettyä antigeeniä vastaan.
- b.
- Antigeenipistos toimii rokotuksen tavoin.
  - Elimistöön joutuu antigeenejä, minkä seurauksena B-solut jakautuvat plasmasoluiksi.
  - Plasmasolut valmistavat vasta-ainetta kyseistä antigeeniä vastaan ja vasta-aineen määrä seerumissa eli verinesteessä kasvaa.
  - B-soluista syntyy myös muistisoluja kyseiselle antigeenille.
- c.
- Kun elimistöön injektoidaan samaa antigeeniä 90 päivän päästä, B-muistisolut tunnistavat antigeenin.
  - Vasta-aineen tuotanto käynnistyy hyvin nopeasti, mikä näkyy vasta-aineen paljon suurempana määränä seerumissa kuin 1. antigeenipistoksen jälkeen.

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Naisen ja miehen lisääntymiselimistöt

a. Naisen lisääntymiselimistön osat:

1. munasarja
2. munanjohdin
3. kohdun lihasseinä
4. kohtu
5. emätin

b. Miehen lisääntymiselimistön osat:

1. kivespussi
2. kives
3. siemenjohdin
4. eturauhanen
5. paisuvainen
6. virtsanjohdin
7. terska

### 2. Ihmisyksilön elämän alku

a.

1. Kuukautiskierron alkuvaiheessa munasolu kypsyy munasarjassa. Kypsynyt munasolu vapautuu munarakkulasta munanjohtimeen kuukautiskierron puolivälissä tapahtuvassa ovulaatiossa.
2. Munasolu kohtaa siittiösolun munanjohtimessa ja tapahtuu hedelmöitys, jossa siittiön ja munasolun tumat yhdistyvät. Hedelmöitynyt munasolu alkaa jakautua ja kulkee samalla kohti kohtua.
3. Solurypälettä, joka koostuu paristakymmenestä solusta, kutsutaan morulaksi.
4. Alkiorakkula kiinnittyy kohdun limakalvoon. Sen sisäosan soluista, alkionystystä, kehittyy varsinainen alkio.

b.

- Alkiolla tarkoitetaan yksilönkehitysvaihetta, joka kestää solunjakautumisvaiheen lopusta kahdeksannen viikon loppuun asti.
- Sikiöllä tarkoitetaan yksilönkehitysvaihetta, joka kestää kahdeksannen viikon lopusta syntymään saakka.

### 3. Kuukautiskierron vaiheet

- a. Hormoni 1 on follitropiini (FSH), erittyy aivolisäkkeestä.  
Hormoni 2 on lutropiini (LH), erittyy aivolisäkkeestä.  
Hormoni 3 on estrogeeni, erittyy munasarjoissa munarakkulasta.  
Hormoni 4 on progesteroni, erittyy munasarjoissa keltarauhasesta.
- b.
  - Kuukautiskierron päivä 7: Munasolu kypsyy munarakkulan. Munasolun kypsymistä säätelee aivolisäkkeestä erittyvä follitropiini. Munarakkulan solut erittävät estrogeenia.
  - Kuukautiskierron päivä 14: Kohonnut estrogeenipitoisuus saa aikaan follitropiinin ja erityisesti lutropiinin erityyksen voimakkaan kasvun. Sen seurauksena tapahtuu kypsän munasolun irtoaminen munarakkulasta eli ovulaatio. Tyhjentyneet munarakkula muuttuu lutropiinin vaikutuksesta keltarauhaseksi.
  - Kuukautiskierron päivä 21: Keltarauhasesta erittyy progesteronia, joka saa aikaan kohdun limakalvon paksunemisen. Lutropiinin ja follitropiinin erityy aivolisäkkeestä palaa ennen ovulaatiota vallinneelle tasolle.

### 4. Ihmisen lisääntymiseen liittyviä tapahtumia

1. – E. Istukkanäytteen avulla saadaan sikiön soluja tutkimuksia varten. Solujen kromosomistoa tutkimalla nähdään kromosomistomutaatiot eli muutokset kromosomien lukumäärässä.
2. – F. Napanuora syntyy osasta rakkokalvoa.
3. – C. Ovulaatiossa kypsynyt munasolu irtoaa munasarjassa olevasta munarakkulasta.
4. – A. Jos hedelmöitys on tapahtunut, keltarauhasesta erittyvä progesteroni ylläpitää raskautta.
5. – B. Aineiden vaihtuminen äidin ja sikiön välillä tapahtuu istukassa diffuusion avulla.
6. – D. Siementiehyiden tukisolut huolehtivat siittiöiden ravinnonsaannista ja säätelevät niiden kypsymistä.

### 5. Sikiö kohdussa

1. Istukka
  - ylläpitää yhteyttä äidin ja sikiön välillä
  - välittää äidistä sikiöön happea, ravintoaineita, hormoneja ja vasta-aineita
  - välittää sikiöstä äitiin kuona-aineita, kuten hiilidioksidia ja ureaa.
2. Napanuora
  - yhdistää sikiön istukkaan
  - sisällä napalaskimo, joka kuljettaa aineet istukasta sikiöön
  - sisällä napavaltimot, jotka kuljettavat kuona-aineet sikiöstä istukkaan

### 3. Sikiövesi (lapsivesi)

- vesikalvon sisällä oleva neste, ympäröi sikiötä
- estää kuivumisen
- suojelee töytäisyyiltä
- mahdollistaa sikiön liikkeit

## 6. Ihmisen yksilönkehitys

### a. Solunjakautumisvaihe:

- Kestää 14 vuorokautta.
- Munasolu alkaa jakautua munanjohtimessa tapahtuneen hedelmöityksen jälkeen. Samalla solurykelmä kulkee kohti kohtua.
- Solut ovat täyskykyisiä 16-soluvaiheeseen asti.
- Alkiorakkulavaiheessa rakkulan sisälle syntyy ontelo, ja solut järjestäytyvät alkionystyn soluiksi ja ulko-osan soluiksi.
- Alkio kehittyy alkionystyn soluista.
- Alkionystyn solut ovat erittäin monikykyisiä.
- Alkiorakkulan ulko-osan soluista kehittyy sikiönpuoleinen osa istukka sekä sikiökalvot.
- Alkiorakkula kiinnittyy kohdun limakalvoon ja uppoaa siihen.
- Alkiorakkulan solut saavat ravintoa kohdun limakalvossa olevien rauhasen eritteistä.

### Alkiovaihe:

- Kestää 14. päivästä 8. viikon loppuun asti.
- Alkiossa tapahtuu kaavoittuminen, muotoutuminen, solujen erilaistuminen ja solujen määrän lisääntyminen. Tapahtuvat viestiaineiden vaikutuksesta.
- Kaavoittuminen = alkion kolmiulotteisuuden synty.
- Muotoutuminen = elinten muodostuminen.
- Solut erilaistuvat eri solutyypeiksi.
- Alkionystyn soluista syntyy alkiolevy, joka jakautuu kolmeksi alkiokerrokseksi.
- Alkiokerroksista syntyvät eri kudokset ja elimet.
- Ulkokerroksesta syntyy hermosto ja iho.
- Keskikerroksesta syntyvät verenkierrokselimistö, erityselimistö, tuki- ja liikuntaelimistö sekä sukuelimet.
- Sisäkerroksesta syntyvät hengitys- ja ruuansulatuselimistö.
- Apoptoosi poistaa alkioista ylimääräiset solut.
- Istukka, napanuora ja sikiökalvot kehittyvät.
- Sikiökalvoja on neljä: vesikalvo, suonikalvo, rakkokalvo ja ravitsemuskalvo.
- Napanuora kehittyy osasta rakkokalvoa.
- Myöhemmin rakkokalvo ja suonikalvo kasvavat osittain yhteen ravitsemuskalvoksi, joka uppoaa tupsuomaisesti kohdun seinämään ja siitä kehittyy istukan sikiönpuoleinen osa.
- Aineet äidin ja sikiön välillä kulkevat istukassa diffuusion avulla.
- Äidin ja sikiön veret eivät sekoitu istukassa.

# BIOS4

## Luku 12 – Uusi ihminen syntyy hedelmöityneestä munasolusta

### Sikiövaihe:

- Lajityypilliset piirteet alkavat näkyä.
- Kestää 8. viikon lopusta syntymään saakka.
- Solujen määrä lisääntyy, sikiö kasvaa kokoa.
- Luut alkavat luutua.
- Keuhkot kehittyvät viimeisenä.
- Sikiö saa ravintonsa istukan kautta.
- Synnytys käynnistyy 38 viikkoa hedelmöityksestä.

### b.

- Sikiön kehityshäiriöihin voivat vaikuttaa monet ulkoiset ja sisäiset tekijät.
- Kaavoittumista, muotoutumista ja solujen erilaistumista ohjaavat pääasiassa naapurisolujen erittämät kasvutekijät. Jos jokin tekijä häiritsee solujen välistä viestintää, voi seurauksena olla sikiön kehityshäiriö.
- Ensimmäisen raskauskolmannes on häiriöherkintä aikaa.
- Ionisoivan säteilyn, kuten röntgensäteilyn, vaikutuksesta tapahtuvat mutaatiot geneeissä, kromosomien rakenteessa tai kromosomien lukumäärässä.
- Sukusolulinjassa tapahtuvat mutaatiot voivat olla syynä sikiön kehityshäiriöihin, samoin suvussa periytyvät geenimutaatiot, kuten suomalaisen tautiperinnön taudit.
- Meioosin häiriöt aiheuttavat kromosomimutaatioita, esimerkiksi Downin syndrooma.
- Jotkin lääkkeaineet, kuten talidomidi, sekä huumeet ja alkoholi häiritsevät solujen viestintäjärjestelmää.
- Jotkin virukset, kuten vihurirokkovirus ja zikavirus, aiheuttavat vakavia kehityshäiriöitä. Virukset ovat niin pieniä, että ne pääsevät siirtymään äidin verenkierrasta istukan kautta sikiöön.

## 7. Sukusolut

### a. Sukusolut syntyvät meioosin tuloksena:

- Meioosia edeltää välivaihe, jossa DNA kahdentuu.
- Meioosissa on kaksi vaihetta, vähennysjakautuminen ja tasausjakautuminen.
- Vähennysjakautumisessa kromosomiluku puolittuu: esivaihe, keskivaihe, jälkivaihe, loppuvaihe.
- Vähennysjakautumisen tuloksena on kaksi solua, joissa on haploidinen kromosomiluku. Solujen DNA on edelleen kahdentuneena.
- Tasausjakautuminen on samanlainen kuin mitoosi: esivaihe, keskivaihe, jälkivaihe, loppuvaihe.
- Munasolun kantasolusta syntyy yksi varsinainen munasolu ja kolme poistosolua, jotka tuhoutuvat.
- Siittiösolun kantasolusta syntyy neljä siittiötä.



### Sukusolujen synty miehellä:

- Miehen lisääntymistoimintoja säätelevät hormonit ovat follitropiini, lutropiini ja testosteroni.
- Siittiöt syntyvät kivesten siementiehyissä siittiösolujen kantasoluista.
- Siementiehyiden seinämissä olevat tukisolut huolehtivat siittiöiden ravinnonsaannista ja säätelevät niiden kypsymistä.
- Kypsyessään siittiösolut siirtyvät kohti siementiehyen onteloa.
- Siittiöiden kypsyminen kestää noin 10 viikkoa.
- Kypsät siittiösolut irtoavat tukisoluista ja siirtyvät kiveksistä lisäkiveksiin.
- Lisäkiveksissä siittiösolut viipyvät 2–3 viikkoa. Siellä ne kehittyvät liikkumis- ja hedelmöityskykyisiksi.
- Siittiötä syntyy jatkuvasti suuria määriä murrosiästä vanhuuteen saakka.
- Follitropiini vaikuttaa siementiehyiden tukisolujen toimintaan.
- Kivesten välisolujen erittämä testosteroni yhdessä lutropiinin kanssa on edellytys siittiöiden synnylle.

### Sukusolujen synty naisella:

- Naisen lisääntymistoimintoja säätelevät hormonit ovat follitropiini, lutropiini, estrogeeni ja progesteroni.
- Tyttövauvalla on syntyessään munasarjoissaan noin miljoona epäkypsää munasolua, joiden meioosi on pysähtynyt meioosin tasausvaiheen alkuun.
- Murrosiässä alkaa hormonien säätelemä kuukautiskierto.
- Munasolujen kypsymistä munarakkuloissa säätelee aivolisäkkeestä erittyvä follitropiini.
- Kuukautiskierron puolivälissä munarakkulasta erittyneen estrogeenin lisääntynyt määrä saa aikaan follitropiinin ja erityisesti lutropiinin erityksen voimakkaan kasvun. Sen seurauksena tapahtuu kypsän munasolun irtoaminen munarakkulasta eli ovulaatio. Tyhjentynyt munarakkula muuttuu lutropiinin vaikutuksesta keltarauhaseksi.
- Keltarauhasesta erittyy progesteronia, joka saa aikaan kohdun limakalvon paksunemisen.
- Jos munasolu ei hedelmöity, keltarauhanen surkastuu, paksuuntunut kohdun limakalvo poistuu kuukautisvuotona ja kuukautiskierto alkaa alusta.
- Munasoluja kypsyä yleensä yksi/kuukautiskierto.
- Munasolujen tuotanto loppuu vähitellen vaihdevuosien alkaessa.

### b. Munasolun rakenne:

- Elimistön suurimpia soluja: sisältää runsaasti solulimaa, joka toimii alussa kehittyvän alkion ravintona.
- Solulimassa paljon mitokondrioita. Lapset perivät mitokondriot vain äidiltään.
- Solukalvon päällä munarakkulasta peräisin oleva solu- ja proteiinikerros, jonka läpi siittiön pitää päästä.

# BIOS4

## Luku 12 – Uusi ihminen syntyy hedelmöityneestä munasolusta

Siittiösolun rakenne:

- Elimistön pienimpiä soluja.
- Kolme osaa: pää, keskikappale ja häntä.
- Pään kärkikappaleessa on entsyymejä, joiden avulla siittiö tekee reiän munasoluun päästäkseen sen sisälle.
- Päässä tuma, jossa ovat siittiösolun geenit.
- Keskikappaleessa paljon mitokondrioita, joissa tuotetaan ATP-energiaa siittiön hännän liikkumista varten.
- Häntä, jonka avulla siittiö ui kohti munanjohdinta ja munasolua.

### 8. Keskosen selviäminen

- a. Keskoseksi määritellään lapsi, joka on syntynyt raskausviikoilla 22–37.
- b. Keskosen keuhkot eivät ole ehtineet kehittyä riittävästi, että keskonen voisi hengittää itse.
- c. Lampaan ja ihmisen sikiön keuhkot kehittyvät samalla tavalla.
- d.
  - Keinokohtu on pussi, jonka sisällä sikiö on.
  - Keinokohtu on täytetty lapsivedellä, ja sikiön napanuora on liitetty istukkaa matkivaan koneeseen.
  - Tekoistukka hapettaa sikiön verta, ja veri kiertää tekoistukkaan sikiön oman sydämen voimalla.
  - Sikiön ei tarvitse käyttää keuhkojaan hengittämiseen.
  - Keinokohdussa sikiön kehitysympäristö pysyy tasalämpöisenä ja lähes steriilinä.
- e.
  - Keskosuuden haittavaikutukset ja riskitekijät ovat suurimmillaan, jos keskonen on syntynyt raskausviikoilla 22–28.
  - Keinokohtu takaa sen, että ennen 28. raskausviikkoa syntyneen keskosen keuhkot ehtivät kehittyä ilman hengittämistä varten.

## Tehtävien ratkaisut

### 1. Ihmisen elinkaaren aikana tapahtuvat muutokset

- a. Aivojen paino lisääntyy syntymän jälkeen sillä:
  - hermosolujen viejä- ja tuojahaarakkeisiin tulee lisää sivuhaaroja
  - myeliinitupet kehittyvät viejähaarakkeiden ympärille
- b. Ihmisen pituuskasvuun vaikuttavat:
  - lukuisat geenit
  - ympäristötekijät, erityisesti monipuolinen ravinto
  - tyroksiini ja kasvuhormoni, jotka kiihdyttävät solujen proteiinisynteesiä
- c. Ihmisen henkiset toiminnot eivät heikenny, sillä:
  - jäljellejääneiden hermosolujen välille muodostuu uusia yhteyksiä
  - uusia hermosoluja syntyy jossain määrin aivoissa hermosolujen kantasoluista
- d. Naisen vaihdevuosien hyötyjä ovat:
  - vaihdevuodet estävät lapsen syntymisen liian iäkkäälle naiselle, jonka terveys ei välttämättä enää kestäisi raskautta, synnytystä ja vastasyntyneen hoitamista
  - iäkkäät naiset ovat omassa yhteisössään keränneet ruokaa, hoitaneet lapsenlapsiaan ja huolehtineet osaltaan tietojen ja taitojen siirtämisestä seuraavalle sukupolvelle
- e. Aivokuolemassa aivojen sähköinen toiminta on loppunut eikä ihminen reagoi ärsykkeisiin.

### 2. Testosteronin määrä eri ikävuosina

- a. Miehen testosteronin erityis on huipussaan ikävuosina 25–35.
- b. Miehen kiveksissä kypsyy siittiöitä hänen kuolemaansa saakka.
- c. Testosteroni lisää lihasmassan kasvua, joten testosteronin vähetessä iän myötä myös lihasmassa vähenee.

### 3. Eri rakenteiden kehitys

- a.
  - aivot kasvavat hyvin voimakkaasti kahden ensimmäisen elinvuoden aikana (miltei 60 % lopullisesta koostaan), ja sitten kasvu alkaa tasaantua
  - kehon kasvussa on kaksi nopeaa vaihetta: 0–4 -vuotiaana ja 12–18 -vuotiaana
  - sukupuolielinten kasvu alkaa murrosiässä
- b.
  - hermosoluihin syntyy lapsuusiässä runsaasti sivuhaaroja, mikä selittää aivojen koon kasvun
  - kehon voimakas kasvu (kasvupyrahdyks) murrosiässä johtuu sukupuolihormoneista
  - sukupuolielinten kasvu murrosiässä johtuu aivolisäkkeestä erittyvien FSH:n ja LH:n vaikutuksesta sukurauhasiin ja niiden hormonieritykseen

# BIOS4

## Luku 13 – Ihmisen elämänkaaren aikana elimistössä tapahtuu monia muutoksia

### 4. Ihmisen elinkaari



a.

- Hormonit ovat umpirauhasten verenkiertoon erittämiä viestiaineita.
- Kohdesoluissa on hormonien reseptoreja: rasvaliukoisten hormonien, kuten sukihormonien, reseptorit ovat tumassa ja vesiliukoisten hormonien reseptorit solukalvolla.
- Hormoni muuttaa kohdesolussaan geenien ilmentymistä.
- Hypotalamus erittää aivolisäkkeen sukupuolihormonien eritystä kiihdyttävää hormonia (GnRH), minkä seurauksena aivolisäkkeen etulohko erittää vereen follitropiinia (FSH) ja lutropiinia (LH).
- Follitropiini ja lutropiini kulkevat veren mukana kiveksiin ja munasarjoihin.
- Miehellä lutropiini saa aikaan sen, että kiveksissä siementiehyiden välisolut alkavat erittää testosteronia.
- Testosteroni yhdessä follitropiinin kanssa saa aikaan siittiöiden syntymisen.
- Naisella follitropiini saa munasarjoissa aikaan munasolujen kypsymisen ja estrogeenierityksen.
- Naisella lutropiini saa aikaan munasolun irtoamisen (ovulaation).

b.

- Aivolisäkkeen etulohkosta erittyvä kasvuhormoni vaikuttaa ihmisen kasvuun.
- Kasvuhormoni lisää solujen proteiinisynteesiä ja siten kudosten kasvua.
- Kasvuhormoni tehostaa rusto- ja luukudoksen muodostumista.
- Kasvuhormonin erityks on suurimmillaan lapsuus-, nuoruus- ja murrosiässä
- Murrosiässä tapahtuu kasvupyrahdyks, mikä johtuu lisääntyneestä kasvuhormonin ja sukupuolihormonien erityksestä.
- Kilpirauhasen erittämä tyroksiini säätelee aineenvaihduntaa ja vaikuttaa ihmisen fyysiseen ja psyykkiseen kehitykseen.
- Murrosiässä hypotalamuksessa aivolisäkkeen sukupuolihormonien eritystä kiihdyttävän hormonin tuotanto kasvaa, minkä seurauksena aivolisäkkeen follitropiinin ja lutropiinin erityks alkaa. Ne käynnistävät sukupuolihormonien erityksen sukurauhasissa.
- Testosteroni saa aikaan miehen sekundaariset sukupuoliominaisuudet ja lisää luustolihasien kasvua.
- Estrogeeni saa aikaan naisen sekundaariset sukupuoliominaisuudet.
- Sukuhormonit muovaavat myös aivojen kehitystä.
- Ikääntyessä kasvuhormonin ja sukihormonien erityks vähenee, mikä ilmenee lihassmassan vähenemisenä ja rasvakudoksen lisääntymisenä.
- Naisella munasarjojen toiminta ja hormonierityks loppuu vaihdevuosien aikana.
- Vaihdevuosien aikana estrogeenituotannon väheneminen saa aikaan fysiologisia muutoksia (hikoilu, limakalvojen kuivuminen) sekä lisää osteoporoosiriskiä.

## 5. ”Mummolageenien” merkitys

- a.
  - Niissä suvuissa, joissa isovanhemmat ovat pystyneet osallistumaan lastensa ja lastenlastenlastensa auttamiseen, on jäänyt enemmän lapsia henkiin. Teräväjärkisenä pysyminen on siis antanut kilpailuedun tällaisille suvuille.
  - Isovanhemmat ovat myös pystyneet jakamaan arvokasta tietotaitoa seuraaville sukupolville.
- b.
  - Eräät kyseisen proteiinin muodot lisäävät amyloidiplakin kertymistä aivoihin. Amyloidiplakin kertyminen liittyy Alzheimerin taudin syntyyn.
  - Proteiinin toiset muodot puolestaan poistavat plakkia aivoista ja siten suojelevat Alzheimerin taudilta.
- c. Ihmisellä sitä on neljä kertaa enemmän kuin simpanssilla.
- d. Kaikkia henkisten kykyjen säilymiseen vaikuttavia geenimuotoja on löydetty afrikkalaisilta. Ihmisen evoluutio on alkanut juuri Afrikasta.