



BIOLOGIAN KOE 30.3.2016 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Alla oleva vastausten piirteiden, sisältöjen ja pisteitysten luonnehdinta ei sido ylioppilastutkintolautakunnan arvostelua. Lopullisessa arvostelussa käytettävistä kriteereistä päättää tutkintoaineen sensorikunta.

Biologia on luonnontiede, joka tutkii biosfäärin elollisen luonnon rakennetta, toimintaa ja vuorovaikutussuhteita ulottuen molekyyli- ja solutasolle. Keskeisellä sijalla on myös ihmisen biologiaan liittyvien asioiden ja ilmiöiden ymmärtäminen. Biologialle tieteenä on ominaista havainnointiin ja kokeellisuuteen perustuva tiedonhankinta. Biotieteet ovat nopeasti kehittyviä tiedonaloja, joiden sovelluksia hyödynnetään laajasti yhteiskunnassa. Biologia tuo esille uutta tietoa elollisen luonnon monimuotoisuudesta ja huomioi ihmisen toiminnan merkityksen ympäristössä, luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa ja kestäväen kehityksen edistämisessä.

Biologian ylioppilaskokeessa arvioidaan kokelaan biologisen ajattelun ja tietämyksen kehittyneisyyttä, kykyä esittää vaadittavat asiat jäsennellysti ja oikealla tavalla asiayhteyteen sidottuna. Kokeessa arvioidaan kokelaan kykyä tarkastella ilmiöiden vuorovaikutus- ja syyseuraussuhteita. Peruskäsitteiden ja -ilmiöiden hallinnan lisäksi arvioidaan kokelaan taitoa tulkita kuvia, kuvaajia, tilastoja ja ajankohtaista tietoa sekä perustella vastauksensa. Hyvä vastaus tarkastelee ilmiöitä monipuolisesti ja havainnollistaa niitä esimerkein. Hyvä vastaus perustuu faktoihin, ei perustelemattomiin mielipiteisiin. Hyvässä vastauksessa taulukot, kuvaajat ja piirrokset on esitetty selkeästi.

Tehtävä 1

a) (3 p.)

Lähetti-RNA (l-RNA) muodostuu tumassa DNA:n mallijuosteesta RNA-polymeraasin ohjaamana (transkriptio, 5' => 3' -suunnassa). Annetun DNA-juosteen emäsjärjestystä (nukleotidijärjestystä) vastaa l-RNA:n emäsjärjestys: AUGUUGCUACCC.

Tehtävässä annettu DNA:n mallijuoste koodaa polypeptidiketjun:
metioniini-leusiini-leusiini-proliini...

(Polypeptidin aminohappojärjestys määräytyy ribosomin pinnalla, jossa siirtäjä-RNA-molekyylit tuovat paikalle l-RNA:n kutakin kolmen emäksen jaksoa (kodoni) vastaavat aminohapot. Aminohappojen väliset vetysidokset mahdollistavat polypeptidiketjun muodostuksen.)

b) (3 p.)

Toisin kuin aitotumallisilla (eukaryootit) alkeistumallisilla (esitumallinen, prokaryootti) ei ole erillistä tumakotelon ympäröimää tumaa, joten niiden DNA kopioituu l-RNA:ksi (transkriptio) solulimassa. Niillä ei myöskään ole solulimakalvostoa, joten proteiinisynthesei (translaatio) tapahtuu solulimassa vapaana olevien ribosomien pinnalla (ei karkeaa solulimakalvostoa) ja proteiinien muokkaus tapahtuu ilman Golgin laitetta. Proteiinisynthesei on alkeistumallisilla suhteellisen nopeaa.

Alkeistumallisten geneeissä ei ole intronijaksoja (poikkeuksen muodostavat arkkibakteerit). Aitotumallisilla proteiineja koodaamattomat intronit kopioidaan esi-lähetti-RNA:han, mutta ne poistetaan (silmukoidaan) ennen lopullisen lähetti-RNA:n siirtymistä solulimaan.

Alkeistumallisten genomille ovat ominaisia operonit, joissa yhteisen promoottorin/säätelyalueen alaisena on useampi peräkkäinen rakennegeeni (geenialue, esim. lac-operoni).

Tehtävä 2

a) (2 p.)

Koska viruksilla ei ole solurakennetta eikä omaa aineenvaihduntaa, viruksia pidetään elottoman ja elollisen välimuotona.

Virukset ovat pieniä (kooltaan nanometriä luokkaa) ja muodoltaan vaihtelevia: pallomaisia, nauhamaisia, särmikkäitä tai rakettimaisia (bakteriofagit).

Virusten perimä on joko RNA:ta (RNA-virukset ja retrovirukset) tai DNA:ta (DNA-virukset). Perintöaines voi olla yksi- tai kaksisäikeistä, ja niiden genomi on kooltaan huomattavasti pienempi kuin eukaryootti- tai bakteerisolulla.

Viruksilla on ulkopinnallaan isäntäsolun tunnistukseen liittyvä proteiiniuori (kapsidi). Osalla viruksista on proteiiniuoren lisäksi isäntäsolusta saatu lipidi-proteiinivaippa.

Kuvalla/kuvilla voi korvata ja täydentää tekstiä.

b) (2 p.)

Virukset lisääntyvät ainoastaan tietyn isäntälajin soluissa.

Virus kiinnittyy isäntäsolun pintaan, josta se joko endosytoidaan (solusyönti), tai se ruiskuttaa perimänsä soluun (bakteriofagi).

Seuraavaksi virus valjastaa solun tuottamaan virus-DNA:ta / RNA:ta ja viruksen rakennusaineita.

Valmiit virukset vapautuvat solusta joko eksosytoosilla tai hajottamalla isäntäsolun siirtyäkseen seuraaviin soluihin tai vapautuakseen elimistöstä. Virukset aiheuttavat usein infektiotuneen solun kuoleman.

Vastausta voidaan täydentää kuvalla, ja siinä tulee kuvata tarkemmin esimerkiksi DNA-viruksen lisääntymisvaiheet.

c) (2 p.)

Rokotteiden tarkoituksena on aktivoida yksilön immuunijärjestelmä tuottamaan vasta-aineita tietyn taudinaiheuttajan rakenteita (antigeenia) vastaan. Virusvasta-aineet estävät taudinaiheuttajan pääsyn soluun, mikä estää viruksen lisääntymisen. Virusrokote sisältää yleensä tiettyä viruksen heikennettyä pintaproteiinia.

Joidenkin virusten perimä muuttuu koko ajan mutaatioiden ja geneettisen aineksen rekombinaation seurauksena. Rekombinaatiossa viruksen perimään voi liittyä muiden virusten tai isäntäsolun perimää.

Viruksen genomissa kutakin geeniä on vain yksi kappale, minkä seurauksena myös resessiiviset geenimutaatiot tulevat nopeasti näkyviin esimerkiksi pintarakenteiden muuttumisena, mikä vaikeuttaa tehokkaiden rokotteiden kehittämistä.

Rakennemuutosten vuoksi alkuperäinen vasta-aine ei tunnista viruksen pintarakenteita ja virus pääsee infektoimaan solun.

Tehtävä 3

a) (2 p.)

Heinäkasvin (tuottaja) valmistamat proteiinit joutuvat rusakon (kuluttaja, kasvinsyöjä) ruoansulatuselimistössä alltiiksi proteaaseille, jotka pilkkovat ne aminohapoiksi.

Rusakko, ja sen jälkeen kettu (kuluttaja, petoeläin) käyttävät aminohappoja proteiinisynteesiin (osan mahdollisesti glukoosin tuotantoon).

Osa proteiineista joutuu ravintoketjusta sivuun kasvosien maatuessa, rusakon ja ketun eritteissä ja eliöiden kuollessa.

Maaperän hajottajat hajottavat proteiinit lopulta hiilidioksidiksi ja ravinteiksi (typpi, fosfori, rikki jne.).

b) (2 p.)

Heinäkasvin fotosynteesissä glukoosiin sitoma hiili käytetään muiden orgaanisten yhdisteiden (valtaosaltaan proteiinit, rasvat ja sokerit, ATP) valmistamiseen (biomassan kasvu).

Osa hiilestä vapautuu ympäristöön hiilidioksidina heinäkasvin soluhengityksessä.

Kun rusakko on syönyt heinäkasvin, sen sisältämät orgaaniset yhdisteet hajotetaan rusakon ruuansulatuselimistössä ja niissä ollut hiili käytetään rusakon tarvitsemien uusien orgaanisten molekyylien ja yhdisteiden valmistamiseen. Ketun syödessä rusakon käy samalla tavoin.

Osa hiilestä poistuu ravintoketjusta eläinten hengityksessä, ulosteissa ja eliöiden maatuessa.

c) (2 p.)

Ravintoketjun kaikilla tasoilla merkittävä osa energiasta kuluu elintoimintojen ylläpitoon ja menee sivuun ravintoketjusta = energian ohivirtaus.

Heinäkasvilla energian ohivirtaus on suhteellisen pientä, ja sitä tapahtuu pääosin soluhengityksessä.

Rusakolla ja ketulla suurin osa energiasta (n. 90 %) kuluu elintoimintoihin (kuten tasalämpöisyyden ylläpito, hengitys ja muu aineenvaihdunta, liikkuminen) ja vapautuu lämpönä.

Eläinten ulosteissa ja eliöiden kuollessa energiaa siirtyy hajottajille eikä siirry kyseisessä ravintoketjussa seuraavalle portaalle.

Tehtävä 4

Kuuloaisti (3 p.):

Ääniaallot kulkevat korvakäytävää pitkin tärykalvolle, jossa ne muuttuvat mekaaniseksi tärykalvon liikkeeksi.

Liike välittyy vasaran, alasimen ja jalustimen kautta eteisikkunan läpi simpukan eteiskäytävään.

Nesteen värähtely saa aikaan simpukkatiehyessä sijaitsevan tyvikalvon värähtelyn.

Tyvikalvolla olevat karvasolut (aistinsolut) koskevat värähdellessään katekalvoa, mikä saa aikaan aistinsolujen ärtymisen ja hermoimpulssin synnyn.

Simpukan tyviosassa aistitaan korkeat äänet ja matalammat taas lähempänä kärkeä.

Kuulohermoa pitkin impulssit siirtyvät isoivojen ohimolohkojen kuulokeskukseen, joissa kuuloaistimus syntyy.

Sisäkorvan liike- ja asentoaisti (3 p.):

Liikeaisti

Sisäkorvan liike-elin aistii pään liikkeen muutoksia.

Liike-elin muodostuu kolmesta toisiinsa nähden suorassa kulmassa olevasta nesteen täyttämästä kaarikäytävästä.

Pään liikkuaessa kaarikäytävissä oleva neste liikkuu ja ärsyttää kaarikäytävien työssä hyytelön peitossa olevia karvasoluja. Karvasoluissa muodostuva hermoimpulssi kulkee aivoihin.

Pään asentoaisti

Pään asentoaisti koostuu soikeasta ja pyöreästä rakkulasta.

Soikean ja pyöreän rakkulan toiminta perustuu niiden sisällä nesteessä olevaan hyytelököön, jossa on karvasoluja (aistinsoluja) ja kalkkikiteitä.

Pään asennon muuttuessa kalkkikiteet liikkuvat ja ärsyttävät karvasoluja, joista lähtee hermoimpulssi aivoihin, jossa ne saavat aikaan aistimuksen pään asennosta maan vetovoimaan nähden.

Tehtävä 5

Äidin ja sikiön välisen yhteyden muodostavat istukka ja napanuora. Istukan koko kasvaa ja aineenvaihduntapinta lisääntyy sikiön kasvaessa. Istukka ja napanuora poistuvat synnytyksessä.

Istukka koostuu äidinpuoleisesta (kohdun limakalvo) ja sikiönpuoleisesta (ravitsemuskalvo) osasta. Sikiönpuoleiset tupsumaiset nukkalisäkkeet (villukset) toimivat rajapintana äidin ja sikiön verenkierron välillä. Äidin ja sikiön verenkierron erottaa toisistaan villusten seinämäsolukko (ohuimmillaan yksi solukerros).

Villusten ohuet seinämät läpäisevät aineita ja kaasuja suhteellisen valikoimattomasti, pääosin diffuusion avulla.

Äidin verenkierrosta sikiöön siirtyvät happi (ja häkä eli hiilimonoksidi), vesi, ravinteet (esim. hiilihydraatit, aminohapot), vitamiinit, hormonit sekä vasta-aineet. Myös alkoholi, huumeet, monet lääkeaineet ja virukset (joskus myös bakteerit) kulkeutuvat sikiöön.

Sikiön verenkierrosta äidin verenkiertoon siirtyvät hiilidioksidi, vesi, hormonit ja monet kuona-aineet, kuten virtsa-aine (urea).

Villuksista aineet ja kaasut siirtyvät sikiöön napanuoran (napalaskimon) välityksellä ja sikiöstä vastaavasti äidin verenkiertoon parillisten napavaltimoiden välityksellä.

[Sikiönpuoleisesta istukasta (villuksista) voidaan ottaa solunäyte sikiön terveydentilaa ja perinnöllisiä sairauksia selvittäviin tutkimuksiin (sikiödiagnostiikka). Kaksosraskauksissa sikiöillä voi olla joko erilliset istukat tai yhteinen istukka.]

Tehtävä 6

a) (2 p.)

1. Mustikka
2. Karpalo
3. Puolukka
4. Variksenmarja

b) (4 p.)

Kasvupaikka

Puolukka ja variksenmarja kasvavat kuivassa kangasmetsässä.

Mustikka on tyypillinen tuoreen kangasmetsän kasvi.

Karpalo ja variksenmarja kasvavat karuilla soilla (rämeillä).

Sopeutuminen

Pohjoisten marjakasvien, kuten karpalo, puolukka ja variksenmarja, on sopeuduttava kuiviin, kylmiin, happamiin tai vähäravinteisiin olosuhteisiin. Tällaisissa olosuhteissa selviytyvät hyvin monivuotiset, ikivihreät varpukasvit.

Puumainen varsi on kestävä, ja talven yli säilyvät ainavihannat lehdet säästävät energiaa ja ravinteita, mistä on hyötyä karussa ympäristössä.

Pienet ja vahapintaiset lehdet, joiden reunat ovat kääntyneet sisäänpäin, estävät myös veden liiallista haihtumista.

Mustikka kasvaa kosteammilla ja ravinteikkaammilla paikoilla kuin esimerkiksi puolukka. Suotuisimmat kasvuolosuhteet mahdollistavat ohuiden lehtien pudottamisen talveksi.

Vihreä, varpumainen verso talvehtii ja mahdollistaa keväisin kasvun ja kukinnan nopean käynnistymisen.

Tehtävä 7

a) (2 p.)

Ihonväri on polygeeninen ominaisuus, jonka määräävät samanaikaisesti vaikuttavat eri lokuksissa sijaitsevat geenit. Tällaisia vaikutukseltaan summautuvia genejä kutsutaan polygeneiksi.

Ihonvärin muodostukseen osallistuu ainakin neljä geeniä. Osa näiden geenien alleeleista saa aikaan ihon orvaskeden melanosyyteissä voimakkaan pigmenttituotannon (musta/tumma iho) ja osa vähäisen pigmenttituotannon (vaalea iho).

Janina ja Matias ovat ihonväriltään vaaleanruskeita (mulatteja), koska kumpikin on perinyt vanhemmiltaan yhtä monta vaalean ihon ja mustan ihon alleelia.

Janinan ja Matiaksen lapset voivat olla ihonväriltään isovanhempien kaltaisia mutta myös näiden erilaisia muunnelmia.

Lasten ihonvärin jakauma noudattaa normaalijakaumaa ääripäiden (musta ja valkoinen) ollessa vähemmistönä.

b) (4 p.)

Sirppisoluanemian periytyminen

Sirppisoluanemian taustalla on resessiivisen alleelin (s) pistemutaatio, jonka seurauksena kahdessa hemoglobiinin aminohappoketjussa (beetaketjuissa) yksi aminohappo (glutamaatti) on vaihtunut (valiiniksi). Hemoglobiinin rakennemuutos heijastuu punasolujen sirppimäisenä muotona ja heikentyneenä hapen sitomiskykyä (anemia).

Homotsygoottina (ss) oireyhtymä johtaa useimmiten kuolemaan jo lapsuudessa (verenkiertohäiriöt, kudosten hapenpuute).

Koska Ss-yksilöillä ilmenevät molemmat alleelit (nk. välimuotoinen periytyminen), heterotsygooteilla yksilöillä on sekä normaaleja että sirpin muotoisia punasoluja.

Trooppisilla alueilla (etenkin Afrikassa) alleeli on yleistynyt, koska heterotsygotia (Ss) suojaa malarialta. Sirppisoluanemiassa heterotsygotia (heteroosi) tarjoaa suojan (valintaedun) malarialle; kyseessä on tasapainottava valinta.

Janinan ja Matiaksen perimä

Koska Janina ja Matias eivät ole menehtyneet sirppisoluanemiaan, he molemmat ovat joko mutaation kantajia (Ss) (vaihtoehto 1) tai vain toinen on mutaation kantaja (Ss) ja toinen on täysin terve (SS) (vaihtoehto 2).

	Vaihtoehto 1		Vaihtoehto 2	
	Matias	Janina	Matias	Janina
P-polvi	Ss	Ss	Ss	SS
Sukusolut	S, s	S, s	S,s	S,S

F₁-polvi:

joko

	S	s
S	SS	Ss
s	Ss	ss

tai

	S	S
S	SS	SS
s	Ss	Ss

Lapsen sukupuolella ei ole periyymisen kannalta merkitystä.

Lapsen alleelikoostumus: Kyseisen perheen lapsi ei ole genotyypiltään SS (täysin terve) vaan joko Ss (sairauden kantaja, jolla on sirppisoluanemian oireita) tai ss (sairas).

Tehtävä 8

1–B. Katkaisu eli restriktioentsyymejä käytetään DNA-juosteen katkaisemiseen tietyn emäsjärjestyksen (nukleotidijakson, yleensä 4–6 emästä) kohdalta. (Katkaisukohtaan muodostuu lyhyt yksijuosteinen DNA-jakso, tarrapinta). Liittäjä- eli ligoatioentsyymejä käytetään DNA-juosteiden vapaiden päiden liittämiseksi yhteen. Molempia entsyymejä käytetään yhdistelmä-DNA-tekniikoissa.

2–A. Geelielektrofooresissa erotellaan DNA-paloja niiden koon perusteella agarosigeelissä (hyttelömäinen geeli) sähkövirrassa. Koska DNA:ssa on negatiivisesti varautuneita fosfaattiryhmiä, DNA-palat kulkevat elektrofooresissa kohti plusnapaa eli anodia. Pienemmät (lyhyemmät) DNA-palat kulkeutuvat geelissä nopeammin ja erottuvat hitaammin kulkevista kookkaammista paloista. DNA sitoo geeliin lisättyä fluoresoivaa yhdistettä, jonka avulla DNA-palat voidaan tunnistaa UV-valossa ja leikata talteen geelistä.

3–E. DNA:n nukleotidi- eli emäsjärjestyksen eli sekvenssin määrittäminen voidaan tehdä DNA-palasta erilaisilla menetelmillä, yleisimmin kuitenkin sekvensointilaitteella. Saadut sekvenssit tallennetaan geenitietokantoihin.

4–F. Geenejä voidaan siirtää bakteereihin rengasmaisten plasmidivektorien avulla. Bakteerit ottavat helposti sisäänsä plasmideja, jotka kahdentuvat itsenäisesti. Geenit monistuvat tehokkaasti bakteerien jakaantuessa. Plasmideja voidaan hyödyntää esim. geenien kloonauksessa.

5–C. DNA:ta voidaan monistaa polymeerasiketjureaktion (PCR) avulla. Siinä vuoroin korkeassa ja matalassa lämpötilassa saadaan DNA:n kaksoiskierre avautumaan, jolloin kuumien lähteiden bakteereista eristetty DNA-polymeerasi rakentaa emäsjärjestyksen perusteella uuden käänteisen DNA-kopion. Kun lämpösykli toistetaan useita kertoja, kasvaa uuden DNA:n määrä eksponentiaalisesti.

6–D. Fluoresoiva DNA-koetin, joka sisältää etsittävän mutatoituneen geenin DNA-jakson, tarttuu emäspariperiaatteen mukaan DNA-näytteen vastaavaan (komplementaariseen) kohtaan. Näin voidaan etsiä esimerkiksi perinnöllisten tautien aiheuttajageenejä ihmispopulaatioista (esim. kromosomitasolla).

Myös muut oikein perustellut yhdistelmät hyväksytään.

Tehtävä 9

Hyvässä vastauksessa käsitellään seuraavia tehtävänantoon liittyviä biologisia ilmiöitä:

Alkuperäislajilla ja tulokaslajilla on samankaltainen ekologinen lokero (molemmat liikkuvat kasvillisuudessa alun perin samalla korkeudella).

Lajit kilpailevat reviirillään esimerkiksi ravinnosta ja muista resursseista.

Tulokaslaji on ollut vahvempi kilpailija, minkä vuoksi alkuperäislaji on alkanut liikkua ylempänä kasvillisuudessa = syrjäyttävä kilpailu.

Alkuperäislaji hyötyy vihreästä suojaväristä ylhäällä kasvillisuudessa liikkuessaan.

Kasvillisuudessa liikkumista helpottavan varpaan anturan koon kasvun selittää koon perinnöllinen muuntelu ja siihen lajien välisen kilpailun aiheuttama suuntaava valinta (parhaiten ovat menestyneet ne yksilöt, joilla on suuri antura). Tämä on johtanut alleelifrekvenssien muutoksiin populaatioissa.

Tulokaslajin saapuminen on saanut aikaan nopeaa mikroevoluutiota alkuperäislajissa.

Tehtävä 10

a) (3 p.)

Eliö	Menetelmä			
	Geenin-siirto	Tuman-siirto	Risteytys-jalostus	Valinta-jalostus
Dolly-lammas		X		
Hyönteismyrkkyä tuottava maissilajike	X			
Insuliinia tuottava mikrobikanta	X			
Ravihevonen			X	X
Kultainen riisi	X			

b) (3 p.)

Insuliinin tuotto mikrobeissa

Sokeritaudin (diabetes) hoitoon tarvitaan insuliinia, jota tuotettiin aikaisemmin eristämällä sitä eläinten (sika, nauta) haimasta. Vaikka ihmisen insuliinin rakenne poikkeaa hieman eläimistä eristetystä insuliinista, se on toiminut melko hyvin myös ihmisessä.

Ihmisen insuliinigeeni voidaan siirtää mikrobiin (leivinihiiva, kolibakteeri), jolloin mikrobiviljelmissä voidaan tuottaa ihmisen insuliinille täysin identtistä insuliinia.

Tuottaminen mikrobiviljelmissä on nopeaa ja halpaa, ja tuotettu insuliini on puhtaampaa kuin eläimistä eristetty insuliini.

Kultainen riisi

Kultainen riisi on geenitekniikan menetelmillä tuotettu siirtogeeninen riisilajike, joka on saatu aikaan siirtämällä karotenoidien (beetakaroteeni, A-vitamiinin esiaste) tuotantoon liittyviä geenejä maissista ja bakteerista (alun perin narsissista ja bakteerista).

Ravinnosta saatavat karotenoidit ovat ihmiselle välttämättömiä, koska niistä elimistömme valmistaa A-vitamiinia, jota tarvitaan mm. normaaliin kehitykseen ja näkökyvyn ylläpitämiseen.

Koska perinteinen riisi tuottaa vain vähän karotenoideja, varsinkin kehitysmaissa monet ihmiset kärsivät A-vitamiinin puutteesta ja siitä johtuvista terveyshaitoista (kehityshäiriöt, sokeutuminen).

Tehtävä +11

Hyvässä vastauksessa käsitellään isoaivojen perusrakenne ja aivolohkojen keskeiset toiminnot. Vastauksessa käsitellään myös kädellisten kehityksen pääpiirteet ja sitä, millä tavoin aivojen kehitys liittyy ihmiselle ominaisten toimintojen ja taitojen kehittymiseen. Hyvässä vastauksessa huomioidaan myös ihmisen aivojen syntymänjälkeinen kehitys.

Isoaivot

Perusrakenne

Isoaivot kuuluvat keskushermostoon ja ne koostuvat toisiinsa aivokurkiaisien välityksellä yhteydessä olevasta oikeasta ja vasemmasta aivopuoliskosta. Aivopuoliskoissa voidaan erottaa 4 lohkoa: otsalohko, päälakilohko, takaraivolohko ja ohimolohko.

Aivokuoren (n. 3 mm paksu harmaa aine, cortex) alla on lähinnä hermosolujen aksoneista koostuva valkea aine, mutta siellä on myös aivotoimintoja koordinoivia tyvitumakkeita (hermosolukeskuksia).

Keskeiset toiminnot

Otsalohkon alueelle sijoittuu tietoiseen toimintaan, käyttäytymiseen ja tunteiden hallintaan liittyviä toimintoja.

Otsalohkon takareunan poimu muodostaa liikekuorialueen, joka kontrolloi tahdonalaisia lihasliikkeitä.

Puheen motoriikan (artikuloinnin) säätelyalue sijaitsee motorisella aivokuorella lähellä ohimolohkoa.

Päälaenlohkon etureunan poimussa sijaitsee tuntoaalue, joka vastaanottaa ääreishermostosta (selkäytimen ja aivorungon välityksellä) saapuvia tuntoaistimuksia.

Takaraivolohkolla sijaitsee näköaivokuori ja ohimolohkolla kuuloalue.

Ohimolohkolla (hippokampus) on tärkeä rooli muistin, oppimisen ja ympäristön hahmottamisen kannalta.

Eri kuorialueita ja monimutkaisia toimintoja koordinoivat alueita yhdistävät hermoradat (assosiaatoradat).

Kädellisten (Primates) kehitys

Ihmisen kuuluu kädellisten (Primates) lahkoon. Ihmisen kehitys on erkaantunut tähän lahkoon kuuluvien ihmisapinoiden (esim. simpanssi) kehityksestä Afrikassa arviolta 5–8 miljoonaa vuotta sitten. Ihmisen (*Homo sapiens*) kehityksessä erotetaan kolme pääryhmää: etelänapinat eli apinaihmiset (*Australopithecus*-suku, 5–2 milj. vuotta sitten) sekä ihmisen sukuun (*Homo*) kuuluvat esi-ihmiset (*Homo habilis* / käteväihminen, *Homo erectus* / pystyihminen; 2 milj. – 400 000 vuotta sitten) ja nykyihmiset (*Homo neanderthalensis*, *Homo sapiens*). Ainoastaan *Homo sapiens* on säilynyt maapallolla.

Aivoissa tapahtuneet evolutiiviset muutokset

Etelänapinoilla aivot olivat keskimäärin simpanssin aivojen kokoiset (n. 500 cm³, 0,5 kg) ja esi-ihmisillä noin 1 000 cm³ (1 kg). Aivojen kasvuun vaikutti mm. siirtyminen proteiinipitoiseen liharavintoon.

Kallon muodon perusteella on voitu päätellä, että siirryttäessä kohti nykyihmistä etenkin aivojen otsalohko, takaraivolohko ja ohimolohko kasvoivat kokoa.

Aivojen kuorikerroksen poimuttuneisuus on myös lisääntynyt. Koska kaikki ihmisen suvun edustajat liikkuvat kahdella jalalla, on pikkuaivojen täytynyt kehittyä (poimuttua) voimakkaasti yhdessä isoaivojen motorisen alueen kasvun ja kehityksen kanssa.

Etelänapinoilla puhetta tuottavat aivoalueet eivät olleet vielä kehittyneet, mutta esi-ihmiset todennäköisesti puhuivat.

Samassa tahdissa kehittyivät työkalujen käyttö ja metsästystaito, mikä viittaa esim. sormien liikkeiden hienosäätelyyn (tarkkuusotteet, I) paranemiseen, näköaivokuoren kasvuun ja yleisen koordinaation kehittymiseen.

Otsalohkon kehittyessä ihmisen sosiaaliset taidot ja kommunikaatiotaidot kehittyivät. Tietoinen ajattelu ja toiminta kehittyivät ja vaistotoimintojen sekä refleksien osuus väheni aivosia yhdistävien hermoratojen kehittyessä.

Aivojen kehitys mahdollisti kulttuurievoluution, joka edellyttää mm. muistin, oppimisen ja sosiaalisten taitojen (vastaavien aivoalueiden) kehittymistä.

Ihmisaivojen syntymänjälkeinen kehitys toistaa evoluution aikaisia tapahtumia

Aivojen evolutiivinen kehitys heijastuu ihmisen syntymänjälkeisen kehityksen aikana. Aivojen koko keskimäärin kaksinkertaistuu ensimmäisen elinvuoden aikana (n. 400 cm³/ 0,4 kg → 1 000 cm³/1 kg). Hermoratayhteyksien kehittyminen edistää oppimista ja mm. liikkeiden kontrollointia. Vaiheittain yksilö siirtyy vaistotoiminnoista (reflekseistä) monimutkaisempiin toimintoihin.

Noin 10 vuoden isässä aivot saavuttavat aikuisen ihmisen aivojen koon (1 300–1 400 cm³, 1,3–1,4 kg). Aivojen hidas syntymänjälkeinen kehitys on edellytys monimutkaisten aivotoi-

mintojen kehittymiselle. Aivojen kehitykseen vaikuttavat etenkin ympäristöstä tulevat signaalit ja ravinto.

Tehtävä +12

a) (1 p.)

Kuuppajärvi on pienehkö ja matala, mitkä ovat tyypillisen suomalaisen järven piirteitä. Toisaalta Kuuppajärvi on rehevä ja savisamea, mikä on tyypillistä useille Etelä-Suomen järville. Useimmat suomalaiset järvet ovat karuja, ja humusaineiden vuoksi niiden vesi on ruskeaa.

b) (2 p.)

Kuuppajärven ekologiseen tilaan vaikuttaa oleellisesti ulkoinen ravinnekuormitus. Järveen päätyy ravinteita lähinnä hajakuormituksen seurauksena: valuma-alueella on maataloutta ja viemäröinnin ulkopuolista tiheää (loma-)asutusta.

Ulkaisen kuormituksen lisäksi veden runsasravinteisuuteen vaikuttaa järven sisäinen kuormitus. Sisäisessä kuormituksessa ravinteita (erityisesti fosforia) vapautuu hapettomissa oloissa pohjan sedimentistä, mikä ylläpitää järven rehevyyttä.

c) (4 p.)

Järven hapettaminen toteutetaan yleensä kuplittamalla vettä. Tämä toteutetaan pumpaamalla ilmaa ja johtamalla happea sisältävää pintavettä niukkahappiseen alusveteen. Onnistuessaan tämä vähentää pohjan happikatoa ja sedimentistä tulevaa sisäistä ravinnekuormitusta. Hoitokalastuksen avulla poistetaan järveen kertyneitä ravinteita. Tavoitteena on vähentää rehevissä vesistöissä menestyviä särkikaloja, jotka ravintoa etsiessään tonkivat pohjaa ja samalla edistävät ravinteiden vapautumista pohjasta. Hoitokalastuksen vaikutuksia voimistaa esimerkiksi kuhan, ahvenen tai muiden petokalojen kantojen kasvu, ja kantoja vahvistetaan petokalojen istutuksilla.

Matalilla rannoilla veden syvyyttä lisätään ruoppauksen avulla: kaivinkoneen tai imu-laitteiston avulla poistetaan pohjaan sedimentoinutta ainesta, joka yleensä läjitetään maalle. Ruoppaus parantaa ranta-alueen virkistyskäyttömahdollisuuksia.

Vesikasveja niittämällä poistetaan rehevöityneen järven liiallista kasvillisuutta, erityisesti ilmaversoisia kasveja. Niittäminen poistaa ekosysteemistä ravinteita, jos niittojäte läjitetään riittävän kauaksi järvestä. Niittäminen tehdään yleensä useana vuotena kasvukauden keskellä, jolloin biomassan ravinnepitoisuudet ovat suurimmillaan.

Sekä rakennettu kosteikko että laskeutusallas vähentävät järveen laskevien purojen kautta tulevaa virtausta ja ulkoista ravinnekuormitusta. Tekstissä mainitaan myös maataloudessa tehdyt toimet, joilla yritetään vaikuttaa ulkoiseen kuormitukseen. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi lähellä järveä tai siihen laskevia puroja oleviin peltoihin jätettävät suoja-vyöhykkeet tai esimerkiksi lannan käsittelyn ja varastoinnin parantaminen karjatiloihin.

d) (2 p.)

Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan ihmisen luonnosta saamia aineellisia tai aineettomia hyötyjä.

Onnistuessaan kunnostustoimet hidastavat Kuuppajärven rehevöitymiskehitystä tai parantavat vedenlaatua ja ekosysteemipalveluja. Vedenlaadun parantuminen esimerkiksi kasvattaisi veden näkösyvyyttä ja vähentäisi sinileväkukintoja, mikä parantaisi uimarannan käyttömahdollisuuksia.

Vedenlaadun parantuminen edistäisi myös järven virkistyskäyttöä (esim. veneily, linturetket), mistä hyötyisivät rannan loma-asukkaat.

Kunnostustoimet muuttavat järven kalakantoja, mistä on hyötyä virkistyskalastukselle: ihmisravinnoksi vähän hyödynnettyjen särkikalojen osuus saaliista pienenee ja esimerkiksi hauen, kuhan ja ahvenen osuus kasvaa.