

12 Evoluution rajoitteet

Evoluutiohistorian jäljet ja yksilönkehitys

Luvussa 4 tutustuttiin genetiikkaan ja siihen kuinka uusia geenimuotoja syntyy mutaatioiden avulla. Sen jälkeen tutustuttiin siihen, miten evoluutio luonnonvalinnan kautta muuttaa ja monipuolistaa elämää. Aikojen saatossa elämän puu on haaroittunut yhä uudelleen ja uudelleen. Voi olla vaikea ymmärtää, miten pienet muutokset geneeissä johtavat uudenlaisten rakenteiden syntyyn, jotka puolestaan johtavat elämän valtavaan kirjoon. Tässä luvussa kurkistetaan selkärankaisten avulla siihen, miten uusia ominaisuuksia voi syntyä ja mikä rajoittaa evoluutiota.

Pikaialla oli kyljissään lihaksia

Kambrikan merissä, yli puoli miljardia vuotta sitten ui varhainen sukulaistemme, pieni pikaia. Pikaialla ei ollut raajojen tapaisia ulokkeita, vaan se ui kiemur-



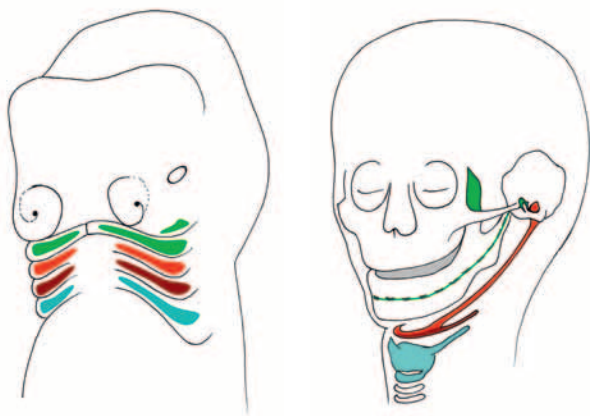
Pikaia gracilens oli muutaman senttimetrin mittainen eläin, joka eli noin 500 miljoonaa vuotta sitten. Se on varhaisin tunnettu selkäjänneinen.

rellen kääntelemällä vartaloaan poikittaisen lihassarjan avulla. Sen poikittaiset lihakset vastasivat selkärankaisten kylkivälilihaksia. Kylkivälilihasten tehtävä on muuttunut evoluution myötä, sillä maaselkärankaissilla ne eivät enää liikuttele kehoa, vaan ne ovat mukana hengityksessä. Kylkivälilihakset liikuttavat ja tukevat rintakehää niin, että ilma voi virrata keuhkoissa ulos ja sisään.

Kylkivälilihakset muodostuvat alkion kehityksen aikana kudoksista, joita kutsutaan *alkujaakkeiksi* eli *somiiteiksi*. Selkärankaissilla somiiteista kehittyy kylkivälilihasten lisäksi paljon muitakin rakenteita, kuten raajojen lihakset, joiden avulla eläimet liikkuvat.

Kiduskaarista leuka- ja kuuloluiksi

Parikymmentä miljoonaa vuotta pikaiaa myöhemmin maapallon merissä esiintyi 20–30 mm pitkä otus, jota kutsutaan haikouellaksi. Haikouella muistutti jo paljon selkärankaissia. Sillä oli kylkivälilihasten lisäksi toinenkin selkärankaisten olennainen piirre, *kiduskaaret*. Ne näkyvät hyvin otuksesta säilyneissä fossiileissa. On päätelty, että kiduskaaret toimivat haikouellan suuna, jonka kautta se suodatti merestä ravintopartikkeleita sisäänsä.



Kuvassa on piirros 5 ja 20 viikkoa vanhoista ihmissikiöistä. Kehityksessä näkyy sekä kaikkia selkärankaisia että kaikkia nisäkkäitä yhdistäviä piirteitä. Alaleuka kehittyy kaikilla selkärankaisilla ylimmästä kiduskaaresta. Nisäkkäiden yhteinen piirre, kuuloluut, jotka vahvistavat kuuloaistimusta, syntyvät toisesta kiduskaaresta. Alemmista kiduskaarista muodostuu kieliluuhun liittyviä rakenteita sekä kurkunpään rustoja.



Kehityshäiriöitä kiduskaarissa

Alkiokautisista kiduskaarista muodostuu ihmisellä erilaisia pään ja kaulan alueen rakenteita. Kaarien välissä olevista poimuista tulee kanavia, jotka normaalisti sulkeutuvat kehityksen aikana. Ensimmäisen ja toisen kiduskaaren väliin jäävään poimuun eli kidustaskuun tulee korvakäytävä. Toisinaan kaarien väliin syntyy myös ylimääräisiä poimuja. Näistä muodostuu rakkuloita, joihin voi kehittyä ylimääräisiä käytäviä, fisteleit. Yleensä rakkuloita ja fisteleitä on korvan edessä, mutta niitä voi esiintyä myös kaulalla. Kuvassa korvan yläosassa erottuva pieni fisteli on lähes sulkeutunut lapsen kasvaessa.

Kiduskaaret kehittyvät edelleenkin kaikille selkärankaisille alkionkehityksen aikana. Kaloilla ne jatkavat kehitystään kiduksiksi ja alaleuaksi. Nelijalkaisilla maaeläimillä niistä tulee lukuisia muita elimistöille tarpeellisia rakenteita.

Nisäkkäiden kiduskaarista osa surkastuu alkionkehityksen aikana, mutta viisi paria jää jäljelle. Näistä kehittyy kasvojen ja kaulan lihaksia, kurkunpään rakenteita sekä korvan luita ja lihaksia. Evoluutio on siis onnistunut muuttamaan alunperin suun tehtävää hoitaneet kidukset kehittymään monimutkaisiksi rakenteiksi, jotka mahdollistavat tehokkaan ravinnon pureskelun, äänen tuottamisen ja tarkan kuulemisen.

Kehitys alkion kolmesta alkikerroksesta

Anatomian tutkijat ovat leikelleet eläinten ja niiden sikiöiden kudoserakenteita satoja vuosia ja löytäneet eri eläinryhmien edustajien väliltä paljon samankaltaisuuksia. Niinpä somiittien ja raajojen sekä kiduskaarten ja pään alueen rakenteiden yhteydet ovat olleet selvillä jo pitkään. Tiede on selvittänyt myös niiden kehitykseen liittyviä genejä.

Kun rakenteiden samankaltaisuus aikoinaan todettiin, esitettiin, että yksilönkehitys jäljittelee kehityshistoriaa. Tämän ajatuksen mukaan kävisimme alkio- ja sikiövaiheessa läpi koko kehityshistoriamme pikaiasta ihmiseen. Vaikka ajatus tyrmättiin jo 1800-luvulla eikä sitä myöhemminkään ole pidetty mahdollisena, evoluution ymmärtämisen kannalta ajatuksen pohtiminen on kuitenkin mielekäästä.

Nisäkkäät, kuten yleisesti muutkin eläimet, aloittavat elämänsä siittiön hedelmöittäminä munasoluna. Näin syntyneen alkion solut jakaantuvat muutamia kertoja ja muodostavat *alkiorakkulaksi* kutsutun rakenteen. Alkiorakkula kehittyy edelleen kolmikerkkiseksi *alkiolevyksi*. Tässä vaiheessa kaikki nisäkkäät hiirestä hevoseen muistuttavat kovasti toisiaan. Kun levyyn muodostuu etu- ja takapää, ja kolmesta alkiokerroksesta alkaa erikoistua soluja, jotka sittemmin muodostavat erilaisia kudoksia, muuttuu alkio *sikiöksi*. Sikiövaiheen alussa alkiokerroksista alkaa *säätelygeenien* avulla kehittyä aikuiselle yksilölle tyyppisiä rakenteita.

Alkiolle kehittyy häntä ja pää. Sen jälkeen raajojen alut työntyvät somiiteista esille. Kiduskaaret muodostuvat pään ja vartalon väliin. Tässä vaiheessa matelijat, linnut ja nisäkkäät näyttävät aikalailta