

Muuttuvien solujen salaperäinen maailma

Anto Leikola

***Kehitysbiologia – solusta yksilöksi.* Päätoimitaja Hannu Sariola, muut kirjoittajat Mikko Frilander, Tapio Heino, Jukka Jernvall, Juha Partanen, Kirsi Sainio, Marjo Salminen, Irma Thesleff. Kustannus Oy Duodecim 2003. Sid. 311 s**

Jo opiskeluaikanani, lähes puoli vuosisataa sitten, ihmettelin, miksi kehitysbiologian alalta ei ollut yhtään suomenkielistä kirjaa, jos kohta niitä ei ainakaan yliopistollisella kurssikirjatasolla ollut vallan monella muullakaan biologian alueella. Oli totuttu siihen, että kirjat luettiin saksaksi tai englanniksi, eikä suomalaisilla biologeilla tuntunut olevan aikaa ja harrastusta oman alansa kirjojen laatimiseen. Otavan *Tiedekirjastoon* oli kyllä jo 1940-luvulla suunniteltu mm. solubiologiaa, perinnöllisyystiedettä ja kehitysoppia,

eläinmorfologiaa, eläinpsykologiaa sekä useita kasvitieteellisiä ja muitakin kirjoja, mutta niistä toteutui yleisbiologian ja eläintieteen puolella oikeastaan vain kehitysbiologi Sulo Toivosen *Selkärankaisten vertaileva anatomia*. Solubiologit, geenetikot ja evoluutikot, kasvitieteilijät ja mikrobiologit ovat tosin kyllä sittemmin kiitettävästi tuottaneet omia oppikirjojaan ja monografioitaan toisten kustantajien talleissa.

Kehitysbiologiaa ei *Tiedekirjaston* kaavailuisa ollut, eikä ihmekään, sillä sitä ei vielä tunnettu missään, vaan puhuttiin kehitysфизиologiasta tai kokeellisesta embryologiasta, ja oppia yksilönkehityksen kulusta nimitettiin vanhastaan ontogeniaksi.

Yliopistolliseen käyttöön sana ”kehitysbiologia” tuli vasta 1972, kun Helsingin yliopis-

toon nimitettiin ensimmäinen alan dosentti. Neljä vuotta sen jälkeen ilmestyi Duodecimin kustantamana yli 450-sivuinen *Lääketieteellinen kehitysbiologia*, toimittajina Marketta Karkinen-Jääskeläinen, Jorma Wartiovaara ja Lauri Saxén. Tätä teosta onkin pidettävä viime syksynä ilmestyneen *Kehitysbiologian* välittömänä edeltäjänä. Siinä oli 28 kirjoittajaa ja 33 eri lukua, uudessa kirjassa on kahdeksan kirjoittajaa ja 22 lukua, joten *Kehitysbiologia* jää joka suhteessa edeltäjänsä suppeammaksi. Mutta kun edeltäjän ilmestymisestä on kulunut jo yli neljännesvuosiasata, on selvää että alan tietämys on kasvanut ja ennen kaikkea syventynyt. Sukupolven vaihtumisesta kertoo sekin, että vuoden 1976 hankkeen kirjoittajista on mukana enää yksi, professori Irma Thesleff (silloinen Saxén).

*

”Kehityksen biokemiallinen perusta ja säätelymekanismit ovat tutkimusaloina syrjäyttäneet kuvailevan embryologian, ja tietomme ovat näillä aloilla nopeasti lisääntyneet”, todettiin *Lääketieteellisen kehitysbiologian* esipuheessa, ja uudesta *Kehitysbiologiasta* voi helposti nähdä saman suuntauksen jatkuneen. Monet alkion- ja sikiönkehityksen kulkua kuvaavat piirroksot ovat vanhoja tuttuja – joskin nykymaailmaan sopivasti kauliini värikkäitä – ja selvää tietysti onkin, että tietämys kehityksen niin sanoaksemme ulkoisesta kuluista on tiedon pysyvintä ainesta.

Yksilönkehityksen kulun selvittäminen sai alkunsa jo Hippokrateen ja Aristoteleen aikoina, joskin kreikkalainen tieto peittyi välillä vuosisadoiksi erilaisten harhakäsitysten alle, mutta tieto kehityksessä vaikuttavista voimista on olennaisilta osiltaan vasta 1900-luvun tuotetta. Nämä voimat, tai tekijät, ovat kahdenlaisia: yhtäältä niitä jotka vaikuttavat pelkästään solun sisällä, toisin sanoen ennen kaikkea solun tumassa asustavat geenit, ja toisaalta niitä jotka vaikuttavat soluun sen ulkopuolelta ja ovat paljolti toisista soluista lähtöisin. Niiden yhteisvaikutuksesta toteutuu se tavattoman mutkikas mutta myös erittäin joustava prosessi, jota kirjan alaotsikko ”solusta yksilöksi” luonnehtii lakonisesti, joskin sikäli harhaanjohtavasti, että tietenkin myös hedelmöitynyt munasolu on jo erillinen yksilö. Koko prosessi olisikin täsmällisemmin ”solusta aikuiseksi”, sillä kehitysbiologiset muutokset eivät nisäkkäilläkään pääty syntymän hetkeen, vaikka syntymän jälkeinen kehitys ei muuten kuulukaan tämän kirjan aihepiiriin.

*

Solujen erilaistumiseen vaikuttavista ulkoisista tekijöistä tiedettiin yhtä ja toista jo useita vuosikymmeniä sitten: tiedettiin joidenkin kudosten voivan vaikuttaa naapurikudoksiin niin että nämä alkavat erilaistua tiettyyn suuntaan. Tämä ilmiö nimettiin induktioksi. Vuosien varrella induktioita on löytynyt hyvinkin erilaisten elinten kehityksestä, ja monessa tapauksessa ne on havaittu todellisiksi vuorovaikutuksiksi, niin että yksi kudosisuosi toisen ja tämä vuorostaan ensimmäisen. Viimeisten vuosien tärkeimpiä löytöjä tällä alueella on ollut induktiotekijöiden biokemiallinen selvittäminen, eikä vain itse tekijöiden vaan myös reagoivien kudosten reseptorien kuvaaminen.

Paljon on toki vielä löytämättä. Kirsi Sainio ja Irma Thesleff mainitsevat luvussa ”Solujen kommunikaatio ja induktiiviset vuorovaikutukset” Hans Spemannin ja Hilde Mangoldin löytäneen ns. primääri-induktion vuonna 1924 ja esittävät sitten kaavion Sulo Toivosen ja Lauri Saxénin 1955 primääri-induktion selitykseksi muotoilemasta ns. kaksoisgradienttiteoriasta (joka alan sisäpiireissä tunnettiin kaavion muodon mukaan ”messuhalliteorianana”!). Samalla kirjoittajat toteavat, että tuon teorian mukaiset mesodermalisoiivat ja neuralisoivat tekijät ovat molekyylibiologisten menetelmien avulla nyt löytymässä. Ilmiön havaitsemisesta on siis kulunut 80 vuotta ja sen piirteitä selittävästä teoriastakin 50 vuotta, ja nyt vasta sen konkreettinen molekyyliopija on löytymässä! Monien kudosisuorovaikutusten kohdalla aktiiviset tekijät toki jo tunnetaan, ja juuri siinä on 1900-luvun lopun tutkimus ollut ratkaisevassa asemassa.

Toinen suuri eteneminen on tapahtunut geenien osuuden selvittämisessä. Genetiikka ja kehitysbiologia eivät aikoinaan paljon seurustelleet keskenään, sillä geneetikot puhuivat (yksinkertaistaen sanottuna) ”ominaisuuksien” periytymistä geenien kautta tarkoittaen nimenomaan aikuisen yksilön ominaisuuksia, kun taas kehitysbiologit selvittivät ja pohtivat kyllä yksilön kasvua ja muotoutumista mutta ottivat sen solujen geneettisen perustan ikään kuin annettuna. Nyt on jo mahdollista tietää, mikä geeni vaikuttaa missäkin solussa, milloin, missä ja miten.

*

Vaikka kirjan nimenä on vain *Kehitysbiologia*, sen tekijöiden lääketieteellinen koulutus kuuluu läpi monessa kohdassa. Kirja on kiistämät-

tä melko ihmiskeskeinen, sillä medisiinarin keskeisenä kiinnostuksen kohteena on yleensä juuri ihminen, jonka kuvausta tiedot muista lajeista ikään kuin vain täydentävät. En sano tätä moitteena, mutta yleisbiologian kannalta olisi ehkä ollut hyvä edes mainita, että myös kasvien yksilönkehitys ja kasvisolujen erilaistuminen kuuluu kehitysbiologian piiriin.

Puhuttaessa kehitysbiologian malliorganismeista kerrotaan *Caenorhabditis elegans*-sukulamadosta – jolle olisi varmaan voinut löytää täsmällisemmänkin suomalaisen nimen kuin pelkkä sukkulamato –, banaanikärpäsestä, kynsisammakosta, kanasta, hiirestä ja seeparakalasta sekä mainitaan limasienet, merisiilit ja vaippaeläimet, mutta jätetään perustelematta kolmen viimeksi mainitun ryhmän jääminen vaille käsittelyä. Eikö niissä olisi ollut yhtä ja toista kehitysbiologisesti kiinnostavaa ja varteenotettavaa, jopa vain niille ominaista? (Myös termi ”imettäväinen” kummittelee jossain luvussa, vaikka termi ”nisäkäs” näyttää sentään olevan useimmille kirjoittajille tuttu.) Toisaalta kirjan ”ihmiskeskeisyydessä” on monet hyvät puolensa, sillä se antaa mahdollisuuden liittää monia kehitysbiologisia ongelmia käytännön kysymyksiin, kuten sairauksiin ja epämuodostumiin ja tarjoaa lähtökohtia jopa eettisiin poh-

dintoihin, kuten geenimuuntelun ja kloonauksen yhteydessä.

*

Kehitysbiologialle voi ennustaa 2000-luvulla suurta tulevaisuutta, niin monia läpimurtoja siinä on viime aikoina tapahtunut ja tapahtumassa. Kantasolut, geeninsiirrot, kimeerit, kasvutekijät, monet muut biotekniikan ilmiöt saattavat vielä muuttaa maailmaamme samaan tapaan kuin esimerkiksi elektroniikka on sitä jo muuttanut.

Siksi on suomalaisen tieteellisen kulttuurin kannalta erinomaista, että kehitysbiologit ovat vuosien jälkeen saaneet jälleen aikaan alansa suomenkielisen oppikirjan, joka hyvin ansaitsee äskettäin saamansa kunnianimityksen Vuoden tiedekirjaksi.

Kirjoittaja on Helsingin yliopiston oppihistorian emeritusprofessori ja kehitysbiologian dosentti emeritus Oulun yliopistossa.