

Yhtäläisyydet selkärankaisten aivoissa, osa II

Niko Lankinen

Sisältö

- Neuroneille tyypilliset molekyylit
 - Suoraa jatkoa Niinan esitykseen
- Alkion aivojen vertailua
- Neuromeerinen malli
- Neuromeerisen mallin kritiikkiä
- Alkiot vs Aikuiset
 - vastakkainasettelun aika ei ole ohi

Neuroneille tyypilliset molekyylit

- Neurobiologit on lähinnä kiinnostuneita välittäjäaineista
- Kaikki päävälittäjäaineet ovat samat kaikille selkärangkaisille, kuten myös selkärangattomille
 - Evoluution tuloksena yksittäisten välittäjäaineiden tehtävien välillä eroa eliöiden kesken

- Dopamiini, noradrenaliini, serotoniini käytössä alueilla, jotka on helppo homologisoida eri selkärangkaisille
 - laajasti konservoituneet välittäjäainesyteemit
- Glutamaatti ja gammabutaanihappo käytössä monilla erilaisilla neuroneilla ja aivoalueilla
 - ei ole järkeä yrittää etsiä homologioita
- Myös laajasti konservoituneissa välittäjäainesyteemeissä vaihtelua

- Neuronit usein käyttävät välittäjäaineen lisäksi neuropeptideitä, jotka säätelevät välittäjäaineen vaikutusta
- Neuropeptidien välillä vaihtelua selkärankaisten kesken
 - vaihtelua myös sen suhteen, missä kyseistä neuropeptidiä käytetään
 - pienet muutokset ekspressiossa voivat olla funktionaalisesti merkittäviä
 - Arginiinivasopressiinin ekspressioerot todennäköisesti vaikuttavat merkittävästi sosiaalisen käyttäytymisen eroihin eri myyrälajien kesken
- Samoin niitä vastaavien reseptorien välillä
 - Erilaisia reseptoreita on enemmän kuin välittäjäaineita ja neuropeptideitä
 - Niiden ekspressiossa eri aivoalueilla on myös eroja

- Jänniteherkkien ionikanavien välillä, määrillä ja eri tyyppien määrillä eroja selkärankaisten kesken
 - Funktionaalisesta merkittävydestä ei sitten tarkempaa tietoa olekaan
- Yleensäkin tietoa neuronin pinnan proteiinien jakautumisen vaikutuksesta funktionaalisuuteen ei ole

Alkion aivojen vertailua

- Von Baer (1828): Muodollinen samankaltaisuus selkärankaisten kesken on suurimmillaan aikaisen alkionkehityksen aikana
- Myöhemmin huomattu, että hyvin aikainen kehitys erilaista
- Yleisesti esitetään olevan ns. fylotyypinen vaihe, joka on hyvin samankaltainen eri selkärankaisten alkionkehityksessä
 - Huom. Kyseinen hypoteesi on hyvin kyseenalainen
- Kehittyvätkö aivot samalla idealla?

- Bergquist&Källén tutkivat tätä 50-luvulla
- Päätelmä: kaikilla selkärankaisilla on samankaltaisesti järjestyneet ”aivot” tietyssä kehitysvaiheessa
 - Aivot vääntyneet anterioripäästä ja ne voidaan jakaa sarjaan poikittaisia rengasmaisia alueita
 - Näitä alueita kutsutaan neuromeereiksi
 - Voimistunut solujen jakautumisaktiiviteetti
 - Neuromeerit voidaan edelleen jakaa pienempiin osiin
 - Jakaantuminen laajasti konservoitunut selkärankaisten kesken

- Vasta 90-luvulla kyseisestä ideasta kiinnostuttiin jälleen
- Kokeellisesti osoitettiin, että taka-aivojen tapauksessa neuromeereja löydetään ja ne ovat konservoituneita eri selkärankaisten kesken
 - Tietyt kehitykseen vaikuttavat geenit ekspressoituvat vain rajoitetuilla alueilla
- Puelles&Rubinstein esittivät, että tämä pätee koko aivojen osalta (=juurikin sama ajatus, jonka Bergquist ja Källen olivat esittäneet jo 40 vuotta aikasemmin)

Neuromeerinen malli

- Todisteet puolesta
 - Myöhemmin on löydetty uusia geenejä, joiden ekspressio on spesifistä tietyille alueille
 - Lopullinen alkion aivoalueiden kohtalo
- Neuromeerinen malli yleisesti hyväksytty kehitysneurobiologien keskuudessa

Neuromeerisen mallin kritiikkiä

- Joillekin alueille muuttaa soluja toisilta alueilta, joten kyseisillä alueilla kaikki solut eivät ole periytyneet alueen solusta
 - Muuttaneetkin solut ekspressoivat samoja säätelygeenejä kuin alueen ”omat” solut, joten tässä mielessä ei ongelmaa ole
- Geeniekspressio on hyvin dynaamista, joten miten stabiileja alueita voi olla?
 - Mielenkiintoinen kysymys, mutta neuromeerinen malli ei vaadi, että alueet pysyisivät alkionkehityksen aikana stabiileina

- Mahdollisesti hehkutettu vain geenejä, jotka sopivat malliin ja jätetty muut huomiotta?
- Yleistyykö malli todella kaikkiin selkärangkaisiin?
 - Tutkimuksia, joissa on päädytty ongelmiin

Alkiot vs Aikuiset

- Useimmat elimet ja ruumiinosat kehittyvät tietystä alkion rakenteesta tai osasta
 - Päteekö tämä aivojen kohdalla?
- Tutkimukset tukevat yleisesti sitä, että yksittäisistä neuromeereista kehittyvät omat alueensa
- Tutkimalla alkion aivojen tiettyä aluetta ja sitä vastaavia aikuisen yksilön aivoalueita eri eliöillä voidaan löytää homologioita, jotka olisi vaikea löytää vain aikuisia vertaamalla
 - Esim. Källen (1953) selvitti, että suuri harjannemainen rakenne lintujen etuaivoissa ei ole homologinen nisäkkäiden aivojuovion kanssa, kuten aikuisrakenteiden tutkimus viittaisi, vaan aivokaton osan kanssa

- Huom. pelkästään alkionkehitystä seuraamalla voidaan päätyä vääriin johtopäätöksiin
 - Aikuisen homologisilla rakenteilla voi olla erilaiset prekursorit
 - Päteekö tämä aivojenkehityksessä, on vielä selvittämättä

Yhteenveto

- Selkärankaisten aivojen arkkityyppi?
 - Aivoalueet koostuvat soluista, jotka koostuvat molekyyleistä; nämä kaikki voivat kehittyä toisistaan riippumatta
 - Saadaan kolme eri arkkityyppiä
 - Alkion aivojen arkkityyppi voi poiketa aikuisen aivojen vastaavasta
- Yleensä lajien välillä etsitään samankaltaisuuksia ja erot jäävät selittämättä

Kiitos