

Tiivistelmä julkaisuun:

*Barron A, Rosberg A, Tuulari J.J, Lukkarinen M, Merisaari H, Silver E, Kumpulainen V, Copeland A, Saukko E, Dickens A.M, Oresic M, Karlsson L, Karlsson H, Mariani Wigley I.L.C, Pulli E. (2026) Immune proteomic associations with indices of cortical development in 5-year-old children. Journal of Anatomy.*

Hermosto ja immuunijärjestelmä ovat yhteydessä toisiinsa läpi elämänkaaren. Aivot säätelevät elimistön reaktioita infektioihin ja kudოსvaurioihin yhteyksiensä kautta eri puolilla kehoa sijaitseviin immuunikudoksiin, ja vastaavasti immuunijärjestelmä voi vaikuttaa aivoihin. Sekä immuunijärjestelmän että aivojen solut ja kudokset viestivät keskenään vapauttamalla kemiallisia viestiaineita, käytännössä erilaisia immuuniproteiineja. Monet näistä proteiineista pääsevät suoraan aivoihin ja muovaavat aivojen rakenteen kehitystä, toimintaa ja elinkelpoisuutta. Ne vaikuttavat keskeisellä tavalla useisiin aivosairauksiin, kuten MS-tautiin, masennukseen ja Alzheimerin tautiin.

Kehityksen näkökulmasta immuunijärjestelmän aktiivisuus on tyypillisesti vaimennettua suurimman osan raskauden ajasta, erityisesti toisella kolmanneksella, jotta kehittyvä sikiö suojautuu. Jos odottava äiti kuitenkin sairastaa vakavan infektion, allergisen reaktion, autoimmuunisairauden tai altistuu muulle tekijälle, joka aktivoi immuunijärjestelmää tässä vaiheessa, istukan läpi kulkeutuu tavallista enemmän immuuniproteiineja sikiön aivoihin, missä ne muokkaavat käynnissä olevia kehitysprosesseja. Tämä voi johtaa muutoksiin vauvan aivoissa ja lisätä riskiä neurokehityksellisiin häiriöihin, kuten skitsofreniaan ja autismikirjon häiriöön. Aivojen kehitys ei kuitenkaan ole valmis syntymähetkellä, vaan jatkuu nopeasti ja dynaamisesti ensimmäisten elinvuosien aikana ja saattaa siten olla alttiina myös lapsen oman immuunijärjestelmän vaikutuksille. Tähän mennessä ei kuitenkaan ole julkaistu tutkimuksia siitä, liittyykö varhaislapsuuden immuunijärjestelmän aktiivisuus aivojen rakenteeseen.

Tämän kysymyksen tarkastelemiseksi FinnBrain-tutkimuksessa on mitattu yli 300 immuuniproteiinia 5-vuotiaiden lasten verestä. Samanaikaisesti monille näistä lapsista tehtiin aivojen magneettikuvas (MRI), joten meillä on tilannekuva immuunijärjestelmän toiminnasta ja aivojen rakenteesta täsmälleen samalta ajankohdalta. Koska yksikään aikaisempi tutkimus ei ollut tarkastellut lapsuuden aivojen rakenteen mitään osa-aluetta suhteessa varhaiselämän immuuniproteiinitasoihin, halusimme kartoittaa ilmiötä mahdollisimman laajasti ja yhdistää samaan tutkimukseen useita harmaan ja valkean aineen rakennepiirteitä.

Aivojen eri osista erityisesti aivokuori oli vahvimmassa yhteydessä immuunijärjestelmän aktiivisuuteen. Aivokuori on aivojen ulkopintaa peittävä ohut harmaan aineen kerros, joka poimuttuu ja antaa aivoille niiden tyypillisen uurteisen ulkomuodon. Täältä suurin osa hermosoluista lähettää pitkät yhteytensä kohti muita aivoalueita ja muuta kehoa. Korkeammat immuuniproteiinitasot olivat yhteydessä ohuempaan aivokuoreen ja poikkeavaan mikrorakenteeseen mediaalisessa orbitofrontaalisessa aivokuoreessa, aivoalueella, joka tunnetaan parhaiten roolistaan päätöksenteossa. Kaikki immuuniproteiinit eivät kuitenkaan olleet yhteydessä aivokuoren rakenteeseen, vaan kyse oli pienemmästä, 49 toisiinsa liittyvän proteiinin ryhmästä. Näiden tyypillisiä tehtäviä ovat muun muassa tulehdusreaktion käynnistäminen infektion torjumiseksi, taudinaiheuttajien tunnistaminen, immuunisolujen ohjaaminen vaurio- tai infektiolueelle sekä ohjelmoidun solukuoleman käynnistäminen. Monet niistä voivat kuitenkin päästä aivoihin, missä niillä saattaa olla myös toissijaisia tehtäviä.

Vaikka tämä on ensimmäinen tutkimus, jossa osoitetaan suora yhteys immuunijärjestelmän aktiivisuuden ja lasten aivorakenteen välillä, paljon jää vielä toistaiseksi avoimeksi. Esimerkiksi: ovatko havaitut aivorakenteen muutokset toiminnallisesti merkityksellisiä – johtavatko ne käyttäytymisen, tunne-elämän tai kognitiivisten toimintojen eroihin – ja jos johtavat, ovatko vaikutukset välttämättä haitallisia vai voivatko ne myös olla hyödyllisiä; liittyvätkö immuunijärjestelmään kytkeytyvät erot myös aivojen toimintaan eivätkä vain rakenteeseen; onko niin, että immuuniproteiinit pääsevät aivoihin ja muuttavat niiden kehitystä, vai onko vaikutussuunta päinvastainen – että poikkeavasti kehittyvät aivot johtavat poikkeavaan immuunitoimintaan; ja jatkuvatko nämä yhteydet lapsen kasvaessa? Tulemme työskentelemään näiden kysymysten parissa vielä kuukausien ja vuosien ajan.