

Tari Haahtela ja Mika J. Mäkelä

Kaupunkimaiset ympäristöt ja elintavat vaarantavat lasten immuunitoleranssin

Biodiversiteetti ja lasten terveys

Biodiversiteetti on elämän monimuotoisuutta niin geenien (lajien sisäinen vaihtelu), lajien (lajien välinen vaihtelu) kuin ekosysteemien tasolla (1). Terveystieteiden biodiversiteettihypoteesin mukaan kosketus monimuotoiseen luontoon suojaa terveyttä. Hypoteesi ponnisti Karjala-tutkimuksesta, jossa suomalaisilla kouluikäisillä havaittiin monin verroin enemmän allergiaa ja astmaa kuin läheisemmässä luontokosketuksessa elävillä venäläisillä (2,3). Tulosta vahvisti toinen Karjala-vertailu, jossa allergiaeron lisäksi ilmeni kuusinkertainen ero tyyppin 1 diabeteksen ilmaantuvuudessa (4,5).

Luontokato ymmärretään tavallisesti meitä ympäröivän luonnon tilan heikentymisenä, mutta luontokatoa tapahtuu myös kehomme ekosysteemeissä (6,7). Mikrobiomi köyhtyy ja yksipuolistuu erityisesti kaupunkimaisessa ympäristössä (8–10).

Ympäristöön tutustuminen alkaa jo kohdussa mutta mullistuu syntymässä. Synnytyskanavan ohitus keisarileikkauksella lisää esimerkiksi astman ja tulehduksellisten suolistosairauksien riskiä (11). Riittävä imetys ja kiinteän ravinnon aloittaminen 4–6 kuukauden iässä vahvistavat immuunisuojausta. Lapsi liikkuu ja kytkeytyy ympäristöön hengittämällä, syömällä, juomalla ja koskettamalla sekä harjaannuttaa samalla aistejaan, kehonsa motoriikkaa ja immuunipuolustustaan ([KUVA](#)).

Maatalousympäristölle tyypillinen rikas mikrobisto suojaa lapsia allergialta ja astmalta (12). Luontoympäristön ilmassa on myös haihtuvia orgaanisia yhdisteitä eli biogeenisiä kemikaaleja, joita on tunnistettu toista tuhatta. Metsä ja puutarha tuoksuvat, ja näillä kemikaaleilla on tulehdusta hillitseviä ja soluja uudistavia vai-

kutuksia (13). Lasten käyttöshäiriöt vähenivät ulkona vietetyn ajan lisääntyessä (14). Lapselle syntyy myös psyykinen ja sosiokulttuurinen yhteys ympäristöön. Pelkkä rauhallinen video luontoympäristöstä rentouttaa lapsia ja hidastaa sykettä (15).

Ihmisen kulttuurinen evoluutio pohjaa biologiseen evoluutioon ajurinaan muita nisäkkäitä parempi tietoisuus. Tieteellinen ja teollinen vallankumous on kiihdyttänyt väestönkasvua ja luonut niin huikeat kaupungit kuin digitaalisen informaatioverkoston. Luontoympäristö on elonjäämiskamppailun ja monimuotoisen luonnon yhteistyön näyttämö. Erkaantuminen alkuperäisestä luonnosta on tuonut turvaa, puhtautta, terveyttä ja elinvuosia mutta samaan aikaan vähentänyt sairauksilta suojaavia tekijöitä.

Riskitekijöiden tunnistaminen ja arviointi on oleellista, mutta suojatekijöiden tuominen käsitteistöön monipuolistaa ajattelua. Esimerkiksi ilmansaasteiden terveysuhka on suurin suurkaupungeissa, mutta analyyseissa otetaan harvoin huomioon saasteilta suojaavien viheralueiden (biodiversiteetin) puutetta. Siten ratkaisu ei ole pelkästään saasteiden vähentäminen vaan myös viheralueiden ja puiden lisääminen.

Kolme ensimmäistä elinvuotta ovat ratkaisevia, sillä niiden aikana immuunisäätely oppii erottamaan vaaran vaarattomasta ja oman vieraasta. Siitepölyn tai lehmänmaidon ei pitäisi olla vaara (allergia) eikä omien solujen vieraita (autoimmuunireaktiot). Venäjän Karjalassa altistuminen ympäristön mikrobeille, kuten akinetobakteereille, sääteli geenien aktivaatiota ja epigenetiikkaa ja esti tarpeettoman tulehduksen käynnistymistä (8,16).





KUVA. Elinympäristön ja -tapojen muutokset ovat aiheuttaneet lasten erkaantumista monimuotoisen luonnon maaperästä, vedestä ja ilmasta. Alemman paneelin päiväperhoset kuvaavat, kuinka biodiversiteetti tarkoittaa paljon lajeja mutta pieniä määriä. Monilajisuus vahvistaa sekä ympäristön että yksilön resilienssiä. Kuvat: Sanna Sulopuisto, Maria Andersson ja Tari Haahtela.

Mikrobiomin köyhtyminen on luontopuutetta, jolla on terveydellisiä seurauksia. Käytännön työssä sen diagnosoimiseksi tarvittaisiin validoituja merkkiaineita, joita voitaisiin mitata iholta, ulosteesta tai seerumista.

Luontopuutteen ehkäisemisessä ja hoitamisessa kasvispohjainen ravinto on keskeinen. Vihannekset ja marjat vähensivät esimerkiksi tyypin 1 diabeteksen riskiä (17). Mikrobiston köyhtymistä voidaan jossakin määrin kompensoida probiooteilla. Niistä on hyötyä esimerkiksi mikrobilääkeripulin ja ekseeman ehkäisyssä. Suoliston mikrobiston muokkaamista ulosteensiirroilla on kokeiltu hoidettaessa lasten tulehduksellisia suolistosairauksia, lihavuutta ja autismiakin (18). Kosketus monimuotoiseen luontoon on tärkeää. Päiväkodin hiekkalaatikon rikastaminen vahvasti muutamassa viikossa lasten ihon mikrobistoa ja immuunisäätelyä (19). Pienviljely kaupunkiympäristön sisätiloissa monipuolisti ihon mikrobistoa ja vaikutti immuunivasteeseen (20). Näyttö sairauksilta

suojaavasta vaikutuksesta puuttuu vielä.

Immuunitoleranssin vahvistaminen siedätyksellä on ollut allergian hoitoa yli sata vuotta (21). Immuunihoidon erilaisia muotoja kehitetään monien tarttumattomien tulehdustautien, myös syövän hoitoon (22).

Vaikka ympäristön positiiviset muutokset tukevat terveyttä, tieto ei kuitenkaan ole suoraan vaikuttavaa (23). Allergiselta herkistymiseltä suojaavat parhaiten metsäinen ympäristö ja muut villit luontotyytit (24). Paljon siitepölyä levittävä ympäristö voi lisätä allergiaoireita, jos herkistyminen on päässyt kehittymään. Sekoitavien tekijöiden runsaus tekee analyysistä hankalia (25,26).

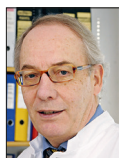
Väestön terveys kytkeytyy väestönkasvuun, luontokatoon, ilmaston lämpenemiseen, energian ja ravinnon tuotantoon sekä yhdyskuntasuunnitteluun. Vaikka kaupungistumisen valtavirtaa ei voida kääntää, maaseudun ja luonnon elementtejä voidaan tuoda kaupunkiin. Moninainen vihreys, pienimuotoinen kaupunkivil-

jely, lähiruoan saatavuus, luontopäiväkodit ja pieneläinpihat on suunniteltava osaksi kaupunkia. Kesämökkeily vie lähelle luontoa. Ympäristöstä huolehtiminen palvelee myös terveystavoitteita (6,7).

Lasten terveys nostaa asiat poliittiselle alustalle. Lähestymistavan tulee olla positiivinen – on lisättävä turvallista luontoyhteyttä ja korostettava luonnon tarjoamia terveyshyötyjä sekä niiden kustannusvaikuttavuutta (2, 27). Väestön terveys ponnistaa lasten terveydestä

torjuttaessa niin tarttuvia kuin tarttumattomia tulehdustauteja ja vahvistettaessa mielen terveyttä. Myös väestön ylipainolla on juurensa lapsuuden lihavuudessa, joka ainakin osin liittyy suoliston mikrobistoon, vaikka syy-yhteyksissä riittää selvitettävää.

Immuunitoleranssi, laajemmin selviytymiskyky, on altistumisen ja kouliintumisen tulos, ja sitä on pidettävä yllä kaiken ikää. Kansallinen allergiaohjelma osoitti, että siihen suuntaan kannattaa pyrkiä (3). ■



TARI HAAHTELA, LKT, kliinisen allergologian emeritusprofessori



MIKA J. MÄKELÄ, LT, ylilääkäri, kliinisen allergologian professori
Iho- ja allergiasairaala, HUS ja Helsingin yliopisto

KIRJALLISUUTTA

- United Nations. Convention on biological diversity 1992. www.biodiv.org/convention
- Haahtela T, Hanski I, von Hertzen L, ym. Luontoaskel tarttumattomien tulehdustautien torjumiseksi. *Duodecim* 2017;133:19–26.
- Haahtela T, Alenius H, Auvinen P, ym. A short history from Karelia study to biodiversity and public health interventions. *Front Allergy* 2023;4:1152927.
- Seiskari T, Kondrashova A, Viskari H, ym. Allergic sensitization and microbial load – a comparison between Finland and Russian Karelia. *Clin Exp Immunol* 2007;148:47–52.
- Kondrashova A, Reunanen A, Romanov A, ym. A six-fold gradient in the incidence of type 1 diabetes at the eastern border of Finland. *Ann Med* 2005;37:67–72.
- Räikkönen J, Sääksjärvi IE. Luontokato haastaa ihmiskunnan terveyden ja hyvinvoinnin. *Duodecim* 2021;137:2736–41.
- Aivelo T, Lehtimäki J. Luonnon monimuotoisuus edistää kansanterveyttä. *Duodecim* 2021;137:2135–41.
- Ruokolainen L, Fyhrquist N, Laatikainen T, ym. Immune-microbiota interaction in Finnish and Russian Karelia young people with high and low allergy prevalence. *Clin Exp Allergy* 2020;50:1148–58.
- Lehtimäki J, Thorsen J, Rasmussen MA, ym. Urbanized microbiota in infants, immune constitution and later risk of atopic diseases. *J Allergy Clin Immunol* 2021;148:234–43.
- Rautava S, Selma-Royo M, Oksanen T, ym. Shifting pattern of gut microbiota in pregnant women two decades apart – an observational study. *Gut Microbes* 2023;15:2234656.
- Sevelsted A, Stockholm J, Bonnelykke K, ym. Cesarean section and chronic immune disorders. *Pediatrics* 2015;135:e92–8.
- Kirjavainen PV, Karvonen AM, Adams RI, ym. Farm-like indoor microbiota in non-farm homes protects children from asthma development. *Nat Med* 2019;25:1089–95.
- Antonelli M, Donelli D, Barbieri G, ym. Forest volatile organic compounds and their effects on human health: a state-of-the-art review. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:6506.
- Louv R. *Last Child in the Woods*. 1st ed. New York, NY: Algonquin Books of Chapel Hill; 2005.
- Jyskä I, Turunen M, Chaychi Maleki A, ym. Effects of using guided deep breathing exercises in a virtual natural environment to reduce stress during pediatric treatment. *Healthcare (Basel)* 2023;11:3140.
- Ndika J, Karisola P, Lahti V, ym. Epigenetic differences in long non-coding RNA expression in Finnish and Russian Karelia teenagers with contrasting risk of allergy and asthma. *Front Allergy* 2022;3:878862.
- Mattila M, Takkinen H-M, Peltonen EJ, ym. Fruit, berry, and vegetable consumption and the risk of islet autoimmunity and type 1 diabetes in children. The Type 1 Diabetes Prediction and Prevention birth cohort study. *Am J Clin Nutr* 2024;119:537–45.
- Oliva-Hemker M, Kahn SA, Steinbach WJ. Fecal microbiota transplantation: information for the pediatrician. *Pediatrics* 2023;15:e2023062922.
- Roslund MI, Parajuli A, Hui N, ym. A placebo-controlled double-blinded test of the biodiversity hypothesis of immune mediated diseases: environmental microbial diversity elicits changes in cytokines and increase in T regulatory cells in young children. *Ecotoxicol Environ Saf* 2022;242:113900.
- Saarenpää M, Roslund MI, Nurminen N, ym. Urban indoor gardening enhances immune regulation and diversifies skin microbiota – a placebo-controlled, double-blinded intervention study. *Environ Internat* 2024;187:108705.
- Noon L. Prophylactic inoculation against hay fever. *Lancet* 1911;177:1572–3.
- Uusi-Mäkelä M, Rämetsä M. Syöpäimmunologian tulevaisuus – immunologisesti kylmä syöpäkudus kuuma. *Duodecim* 2020;136:1147–54.
- Kivimäki M, Batty GD, Pentti J, ym. Modifications to residential neighbourhood characteristics and risk of 79 common health conditions: a prospective cohort study. *Lancet Public Health* 2021;6:e396–e407.
- Voor T, Pärtel M, Peet A, ym. Atopic sensitization in childhood depends on the type of green area around the home in infancy. *Clin Exp Allergy* 2023;53:850–3.
- Lukkarainen M, Kirjavainen PV, Backman K, ym. Early-life environment and the risk of eczema at 2 years – meta-analyses of six Finnish birth cohorts. *Pediatr Allergy Immunol* 2023;34:e13945.
- Paciencia I, Sharma N, Hugg T, ym. The role of biodiversity in the development of asthma and allergic sensitization: A state-of-the-science review. *Environ Health Perspect* 2024;132:66001.
- Tyrväinen L, Halonen JI, Pasanen T, ym. Luontoympäristön terveysvaikutukset ja niiden taloudellinen merkitys. Luonnonvarakeskus (Luke). Helsinki 2024, painossa.