VERTAISARVIOITU
KOLLEGIALT GRANSKAD
PEER-REVIEWED
www.tsv.fi/tunnus

Tuomas Aivelo ja Jenni Lehtimäki

Luonnon monimuotoisuus edistää kansanterveyttä

Luonnon monimuotoisuus tarkoittaa kaikkea elävän luonnon vaihtelua niin elinympäristöjen, lajien kuin yksilöidenkin välillä. Viime vuosien tutkimus on osoittanut, että luonnon monimuotoisuus voi suojata ihmistä sekä tarttuvilta että tarttumattomilta sairauksilta. Ympäristössämme se suojaa uusien tartuntatautien kehittymiseltä ja toisaalta altistaa mikrobeille, jotka tukevat immuunijärjestelmän toimintaa. Luonnon monimuotoisuuden nopea köyhtyminen uhkaakin suoraan ihmisen hyvinvointia. Pohdimme, miten kaupungistuvassa yhteiskunnassa voidaan turvata altistuminen hyville mikrobeille ja samalla suojautua haitallisilta taudinaiheuttajilta. Nykytiedon valossa luonnon monimuotoisuuden ylläpitämisellä voidaan tukea sairauksia ehkäisevää lääketiedettä ja kansanterveystyötä.

Ihminen on vuosimiljoonien evoluution tulos. Kehomme toimintaa ymmärtää paremmin, kun huomioi, miten olemme vuorovaikuttaneet muiden eliöiden kanssa lajinkehityksemme aikana. Eliöiden välisistä vuorovaikutuksista tulee helposti mieleen, miten olemme saalistaneet muita eläimiä, keränneet kasveja ja vältelleet meitä isompia petoja. Meille merkityksellisiä ovat lisäksi näkymättömät seuralaisemme, joita kannamme suolistossamme, limakalvoillamme, veressämme tai ihollamme.

Ihmisen terveydestä kiinnostunut evoluutiobiologi Scott Gilbert kanssakirjoittajineen muotoili iskevän sanonnan ”Emme ole koskaan olleet yksilö” (1). Yksilönkehityksen näkökulmasta ihminen ei rakennu pelkästään omien solujensa keskinäisen viestinnän kautta, vaan merkittävässä roolissa ovat vuorovaikutukset ympäristön ja muiden eliöiden kanssa. Jo syntymän hetkellä saamme ensimmäiset kosketuksemme ympäröivään mikrobimaailmaan. Tämä ulkoinen maailma, joka jatkuu ihollamme, limakalvoillamme ja suolistossamme, sisältää mikrobeja, jotka ovat meille hyödyllisiä, haitallisia tai niillä ei ole meille erityistä merkitystä. Siten ihminenkin on ekosysteemi, jonka terveyteen seuralaisemme kiinteästi vaikuttavat – niin hyvässä kuin pahassa.

Lääketieteen suurimmat edistysaskeleet, kuten hygieniakäytänteet ja mikrobilääkkeet, ovat kiistatta vähentäneet tartuntatautipainetta, mutta niillä on ollut myös odottamattomia terveysvaikutuksia. Korkean tulotason valtioissa ihmiskehon eliöyhteisön muutos vaikuttaa liittyvän suureen joukkoon elintasosairauksia (2). Tämä on huolestuttanut tutkijoita siinä määrin, että ihmisen suolistomikrobeja on alettu suojella kansainvälisellä hankkeella (3). Siinä suolistomikrobeja kerätään kaikkialta maailmasta, Suomestakin, ennen kuin länsimaistuminen kadottaa leijonanosan evolutiivisen historiamme aikana kehittyneestä mikrobilajistostamme.

Yksi vakavimmista aikamme ympäristömuutoksista on luonnon monimuotoisuuden hupeneminen, joka vaikuttaa sekä taudinaiheuttajien että terveyttämme edistävien mikrobien määrään elinympäristössämme. Tässä katsausartikkelissa pohdimme, miten luonnon monimuotoisuus suojaa meitä, miten sen väheneminen vaikuttaa tartuntatautien ja elintasosairauksien syntyyn sekä miten voimme samaan aikaan edesauttaa hyödyllisen mikrobiomin muodostumista ja estää haitallisten mikrobien tarttumista.

TAULUKKO 1. Luonnon monimuotoisuuden ja tarttumattomien tautien välinen yhteys.

Ongelma	Vaikuttava tekijä	Seuraukset terveydelle
Luonnon monimuotoisuus köyhtyy	Erilaisten elinympäristöjen ja lajien määrä vähenee	Mielen hyvinvoinnin järkkyminen Vähentynyt altistuminen kasvien tuottamille bioaktiivisille molekyyleille kuten allergeeneille (mikä voi olla allergisille hyväksikin) ja hajoaville orgaanisille yhdisteille (VOC)
	Mikrobilajiston rikkaus vähenee	Vähentynyt altistuminen luonnon mikrobeille ja siten immuunijärjestelmän toiminnan häiriöt
Yhteys luontoon vähenee	Kaupungistuminen	Lisääntynyt altistuminen yksipuoliselle ympäristön mikrobistolle, melulle sekä ilman- ja valosaasteille
	Sisätiloihin keskittyvä elämäntyyli	Altistuminen yksipuolisesti ihmisen iholta peräisin oleville mikrobeille
	Puistojen nurmikko- ja istutusvaltaisuus	Yksipuolinen mikrobialtistus, joka ei tue immuunijärjestelmän toimintaa monimuotoisempien viheralueiden tapaan sekä altistuminen eksoottisten kasvien allergeeneille
	Yhteys karjaan ja lemmikkieläimiin vähenee	Ei altistumista maatilaympäristöjen hyödyllisille mikrobeille Lemmikit voivat rikastaa sisätilojen yksipuolista mikrobistoa

Luonnon monimuotoisuus suojaa taudeilta

Luonnon monimuotoisuudella tarkoitetaan elämän vaihtelua kaikilla tasoilla: geneettisiä eroja yksilöiden ja populaatioiden välillä, lajien rikkautta ja jakaumaa sekä elinympäristöjen erilaisuutta. Monimuotoisuus vähenee ihmisen toimien vaikutuksesta kaikilla näillä tasoilla (4). Huolestuttavaa on, että lajeja häviää nopeammin kuin milloinkaan maapallon historiassa. Lajien häviämisellä on valtavia vaikutuksia ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin, esimerkiksi ruokaturvan kautta, kun pölyttäjien häviäminen uhkaa kasvituotantoa (5). Luonnon monimuotoisuudella on kuitenkin yllättävän suoria terveysvaikutuksia oman seuralaislajistomme kautta.

Vaikka luonnon monimuotoisuus vähenee, ihmisille haitallisten mikrobien lajimäärä lisääntyy jatkuvasti. Tunnistamme vuosittain uusia taudinaiheuttajia, ja suuri osa niistä on aidosti vastikään ihmisiin hypänneitä (6). Zoonoosit eli eläimistä ihmisiin siirtyvät tartuntataudit ovat erityisen yleisiä alueilla, joilla luonnon elinympäristöt ovat pirstoutuneet ja pienentyneet (7).

Luonnon monimuotoisuuden väheneminen voi altistaa myös elintasosairauksille. Monimuotoisen elinympäristön on todettu vähentävän lasten riskiä sairastua astmaan tai allergisiin sairauksiin (TAULUKKO 1). Sairastuvuuden lisääntymisen ja monimuotoisuuden vähenemisen yhteyttä selittänee vähäisempi altistuminen luonnon mikrobeille. Myös luonnon stressiä, verenpainetta ja sykettä hillitsevä vaikutus voi selittää terveysvaikutuksia. Monimuotoisuuden on osoitettu myös tukevan psyykkistä hyvinvointia (8).

Luontoympäristöjen mikrobilajisto on hyvin moninainen, toisin kuin rakennetussa ympäristössä (9). Asfaltoiduilla alueilla ja nurmikon hallitsemissa puistoissa ympäristön mikrobilajisto on samanlainen läpi kaupungin (10,11). Sama pätee myös sisätiloihin, joissa menestyvät ihmisen ihon tavallisimmat seuralaiset. Kaupungeissa elävät ja runsaasti sisätiloissa aikaansa viettävät ihmiset eivät siksi juuri altistu luonnon mikrobeille. Kaupungeissa elävillä on esimerkiksi erilainen ekosysteemi ihollaan jo sylivauvoina verrattuna maaseudulla asuviin (12). Sen sijaan monimuotoinen ympäristö, jopa runsaslajinen puutarha, muokkaa mikrobiomia terveyttä edistävään suuntaan (13).

Miten monimuotoisuus suojaa tartuntataudeilta?

Toisten lajien hyödyntäminen läheisessä vuorovaikutuksessa eli loisiminen on voitokas elintapa. Yli puolet maailman eliölajeista on loisia, ja kaikilla eliölajeilla on loisia (14). Ekologisessa

TAULUKKO 2. Luonnon monimuotoisuuden ja tartuntatautien välinen yhteys.

Ongelma	Vaikuttava tekijä	Seuraukset terveydelle
Elinympäristöjen tuhoutuminen ja pirstoutuminen	Ihmisten, lemmikkien, kotieläinten ja villieläinten kohtaamiset yleistyvät Villieläinten populaatiotiheyden suureneminen ja yksilöiden heikompi kunto	Useammin altistuksia villieläinten taudinaiheuttajille Kohtaamisten yhteydessä suurempi tartuntariski ihmiselle
Haitallisten vieraslajien yleistyminen	Eläimet tulevat ihmisen asuntoihin	Ihmiset altistuvat useammin eläinten taudinaiheuttajille
Metsästys ja villieläinkauppa	Villieläinten pito ahtaasti Eläinten kuljettaminen	Tautien leviäminen lajista toiseen Tautien leviäminen nopeasti
Ilmastonmuutos	Isäntälajien levinneisyys muuttuu Vuodenaikaisvaihtelu muuttuu	Taudit leviävät uusille alueille Tautipurkaukset voivat yleistyä tai ilmaantua poikkeavina aikoina
Lajirikkaus vähenee	Monia isäntälajeja tartuttavat taudinaiheuttajat yleistyvät Taudinaiheuttajat kohtaavat enemmän soveltuvia isäntälajeja Suhteelliset kohtaamiset eri villieläinten välillä vähenevät	Todennäköisemmin ihmisiin tarttuvat taudinaiheuttajat yleistyvät Taudinaiheuttajien määrä villieläimissä suurenee Ylivuototilanteissa ihminen todennäköisemmin uhrina
Eläinyksilöiden määrä vähenee	Eläinpopulaatioiden geneettinen köyhtyminen	Taudit leviävät nopeammin eläinpopulaatioissa

loisimisen määritelmässä loisiin lasketaan paitsi makroskooppiset loiset, kuten suolistomadot, myös lajit, joista puhutaan patogeeneina tai taudinaiheuttajina, esimerkiksi monet bakteerit ja kaikki virukset.

Ihmisellä on valtava määrä loislajeja, erilaisia suolistomatoja on yli 300 lajia ja pelkästään papilloomaviruksia on tunnistettu yli 200 lajia. Tunnemme ihmisen loislajiston hyvin, koska olemme tutkineet ihmistä huomattavasti enemmän kuin muita lajeja. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että ihmisellä on eläimistä suhteellisesti eniten loisia. Olemme isoja, pitkäikäisiä, kaikkiruokaisia, asumme ympäri maapalloa, ja meitä on paljon. Siksi ihminen on oivallinen kasvualusta monille eri loisille.

Ihmisen kuolleisuus tartuntatauteihin on halki maailman vähentynyt voimakkaasti, vaikka tartunnanaiheuttajien lajimäärä lisääntyy. Ainut taudinaiheuttaja, joka on saatu juurittua, on isorokko, ja polio sekä medinamato (guinea worm, *Dracunculus medinensis*) ovat jo hyvin harvinaisia (15,16). Zoonoosien yhä suurentuva määrä johtuu monista tekijöistä, joista merkittävä on ihmisten lukumäärän jatkuva lisääntyminen. Mitä enemmän meitä on, sitä laajempaa taudinaiheuttajien kirjoa pystymme pitämään yllä. Pienissä ryhmissä eläviin metsästäjä-keräilijöihin verrattuna kaupungissa asuvilla on paljon enemmän esimerkiksi hengitystiesairauksia, kuten flunssaa ja influenssaa (17). Nykyään elävillä ihmisillä saattaa siis olla useammin hengitystievirustartuntoja kuin koskaan aiemmin historiassa.

Tutkijat eivät ole yksimielisiä siitä, miksi vähäisempi luonnon monimuotoisuus johtaa lisääntyneeseen tartuntatautien määrään, mutta mahdollisia vaikutuksia on useita (**TAULUKKO 2**). Intuitiivisesti lajimäärän väheneminen johtaisi taudinaiheuttajienkin vähenemiseen. Zoonoosien leviämisen kannalta keskeisiä ovat kuitenkin ihmisten ja luonnonvaraisten eläinten kohtaamiset. Esimerkiksi Länsi-Afrikan ebolaepidemia käynnistyi alueella, jossa oli runsasta metsäkatoa, mikä ajoi lepakot ja ihmiset lähemmäs toisiaan (18).

Kohtaamiset eivät ole välttämättä suoria, ja eläimet voivat kuljettaa taudinaiheuttajia luonnonympäristöstä ihmisten taloihin (19). Tällaisia ovat esimerkiksi haitalliset vieraslajit kuten rotta, kotieläimet (metsässä laiduntava karja) tai lemmikkieläimet. Vaikka lajien yksilömäärä pienenisi, elinympäristöjen tuhoutuminen johtaa yleensä suurempaan eläinpopulaatioiden tiheyteen. Tällöin taudinaiheuttajat yleistyvät helpottuneen leviämisen ja yksilöiden vastus-

tuskyvyn heikentymisen kautta. Ihmisen aiheuttama häiriö elinympäristöissä myös suosii lajeja, jotka paitsi sietävät häiriöitä myös kantavat enemmän loisia (20). Luonnon monimuotoisuutta uhkaavat tekijät siis myös altistavat tartuntataudeille.

Luonnon monimuotoisuudella on suorempikin vaikutus, joskin sen merkityksestä on käyty välillä kiivastakin väittelyä (21). Laimennushypoteesi esittää, että isäntälajien monimuotoisuus pienentää taudinaiheuttajan todennäköisyyttä päätyä yksilöön, josta loinen voi levitä eteenpäin. Esimerkiksi puutiaisten levittämää borrelioosia aiheuttavat *Borrelia*-bakteerit pystyvät lisääntymään vain joissain nisäkkäissä tai linnuissa. Jos bakteeria kantava puutiainen puree esimerkiksi metsämyyrän sijasta päästäistä, jossa *Borrelia* ei lisäänny, bakteeri ei pääse leviämään eteenpäin (22).

Mitä enemmän ympäristössä on eri eläinlajeja, sitä vaikeampaa tartunnanaiheuttajien on levitä ja niiden määrät ovat pienempiä. Toisaalta jos tartunnanaiheuttajan määrät isäntälajissa lisääntyvät, tapahtuu usein ylivuotoilmiö eli tartunnanaiheuttaja leviää muihin lajeihin, joissa se ei yleensä esiinny (23). Jos ympäristössä on paljon lajeja, ylivuoto todennäköisemmin jää niihin eikä saavuta ihmistä. Jos lajikirjo on pieni, ihminen on todennäköisempi uhri. Nykykäsitys lienee, että joissain yhteyksissä laimennusilmiö voi tapahtua, muttei kaikissa. Esimerkiksi Pohjois-Amerikassa puutiaisten isäntälajikirjo vähentää borrelioosiriskiä, mutta Euroopassa ilmiötä ei ole havaittu (22,24).

Luonto hyvien mikrobien lähteenä

Ihmiskehon mikrobiomia on kutsuttu paitsi ekosysteemiksi, myös ”uudeksi” elimeksi, koska sekin voi sairastua muiden elinten tapaan. Yhä useamman elintasosairauden yhteydessä on havaittu muutoksia mikrobiomissa verrattuna terveen ihmisen mikrobiomiin. Koska ihmisen mikrobiomi näyttää toimivan ekosysteemin tapaan, ekologisia teorioita on hyödynnetty sen tutkimuksessa. Mikrobiomi voi pitää haitalliset taudinaiheuttajat kurissa, koska mikrobit kilpailevat keskenään. Maaperäekologiaa peilaten mikrobiomi vaikuttaa ravinteiden saatavuuteen ja aineiden kiertoon ihmiskehossa. Kehomme hyvät seuralaiset auttavat omalta osaltaan immuunijärjestelmää ylläpitämään tasapainoa. Vaikuttaa jopa siltä, että kehomme on pitkän evolutiivisen historian aikana ulkoistanut osan immuunijärjestelmän ylläpidosta sisäiselle ekosysteemilleen (25).

Ihmiskehon mikrobiomi ei ole suljettu järjestelmä vaan jatkuvassa vuorovaikutuksessa ulkoisten mikrobien kanssa. Esimerkiksi ravintomme, elintapamme ja elinympäristömme vaikuttavat siihen, millaisia mikrobeja kohtaamme ja mitkä niistä voivat päätyä osaksi mikrobiomiamme. Myös perimämme ja erilaiset lääkitykset jossain määrin valikoivat kehomme ekosysteemin lajistoa.

Luontoympäristöt näyttävät johtavan terveyttä edistävien mikrobien yleistymiseen ihmiskehossa (26). Vakuuttavin näyttö liittyy maatilaympäristöjen mikrobialtistuksen positiivisiin vaikutuksiin: maatiloilla asuvat lapset altistuvat kodeissaan monimuotoisemmalle mikrobilajistolle kuin muut lapset, ja heillä esiintyy vähemmän astmaa ja allergisia sairauksia (26). Eläinkokein on pystytty vahvistamaan, että maatilan mikrobialtistuksen puutteella on syysuhde astmaan (27).

Vaikka viherympäristöjen roolista ihmiskehon mikrobiomin muokkaajina on monia havaintoja, luonnon monimuotoisuuden vaikutusta mikrobiomiin ei ole kokeellisesti testattu. Monimuotoisuuden merkitykseen kuitenkin viittaa hiljattain julkaistu suomalaistutkimus, jossa metsän pohjan tuominen päiväkodin pihaan vaikutti lasten mikrobiomiin sekä tuki immuunijärjestelmän tasapainoa jo kuukaudessa (28). Mielenkiintoista on, että luonnon monimuotoisuus ei välttämättä vaikuta ihmisen terveyteen pelkän mikrobialtistuksen välityksellä. Lapsille kehittyi vähemmän allergisia sairauksia, kun he altistuivat kodeissaan sekä erilaisille allergeeneille että mikrobeille (29). Kumpikaan näistä yksinään ei riittänyt suojaamaan lapsia yhtä tehokkaasti.

Vaikka tutkimustyö on keskittynyt allergisiin sairauksiin, vihreän ympäristön mikrobit voivat suojata myös muilta elintasosairauksilta. Tähän viittaa esimerkiksi se, että vihreät ympäristöt näyttävät suojaavan useilta sairauksilta ja ylei-

sesti kuolleisuudelta (30). Vähentynyt ilmansaastealtistus selittää vain osan suojaavasta vaikutuksesta. Mielenkiintoisessa tutkimuksessa hiiret altistettiin hengitysilmalle, jossa oli monimuotoisen maaperän mikrobeja. Monimuotoisia mikrobeja hengittäneille hiirille kehittyi huomattavasti vähemmän ahdistukseen viittaavaa käytöstä kuin verrokkihiirille (31).

Tasapainon etsiminen

Hygienia ja elintason nousu ovat eittämättä tärkeimpiä syitä, miksi ihmisten kuolleisuus tartuntatauteihin on vähentynyt ja elinajan odote pidentynyt. Toisaalta nämä tekijät ovat vähentäneet yhteyttämme hyödyllisiin mikrobeihin, minkä oletetaan osaltaan johtaneen elintasosairauksien yleistymiseen. Voisimmeko löytää tasapainon uhkien ja mahdollisuuksien välimaastosta?

Hygienia ja tartuntatautien ehkäisy eivät pohjimmiltaan ole syypäitä ihmisen mikrobiomin köyhtymiseen. Itse asiassa tutkijat ovat voimakkaasti kritisoineet hygienian syyttämistä mikrobiomin köyhtymisestä, sillä se voi johtaa perushygienian ylenkatsomiseen (32). Normaali hygienia on edelleen edellytys sille, että suuret ihmisjoukot voivat elää yhdessä ja välttää tartuntatauteja. Sen sijaan sisätilojen voimakasta desinfiointia pidetään haitallisena ainakin influenssakauden ulkopuolella, sillä se voi yleistää desinfioinnille vastustuskykyisiä mikrobeja. Käsien ylenmääräinen desinfiointi taas saattaa muuttaa ihon mikrobiomin koostumusta.

Perushygienian sijaan mikrobiomin muutosta selittävät länsimainen elämäntyyli ja kaupungistuminen. Elintapamme, jossa 90 % ajasta vietetään sisätiloissa, ja elinympäristömme eristävät meidät luonnon mikrobeista. Voi myös olla, etteivät satunnaiset tai edes viikoittaiset vierailut luontoympäristössä tuota riittävästi terveyttä tukevaa mikrobialtistusta, sillä luonnon mikrobit häviävät nopeasti iholta (33). Evolutiivisen historiamme aikana monipuolinen mikrobilajisto on ollut jatkuvasti vuoropuhelussa mikrobiomimme ja immuunipuolustuksemme kanssa.

Toisaalta yhteys luontoon voi olla riskitekijä ihmisen terveydelle, sillä siellä kohtaamme myös haitallisia seuralaisiamme. Myyräekinokokki (*Echinococcus multilocularis*) on hyvä esimerkki. Suomessa sitä ei vielä esiinny, mutta Keski-Euroopassa loisen aiheuttama monilokeroinen ekinokokkoosi esiintyy erittäin harvinaisena (noin 170–200 tapausta vuodessa), joskin yleistyvänä. Tämän vaikeasti hoidettavan ja hengenvaarallisen loisen saamisen keskeisiä riskitekijöitä ovat puutarhanhoito ja koiran omistaminen (34). Nämä molemmat kuitenkin altistavat myös hyödyllisille mikrobeille.

Toinen vastaava loinen on kissojen ulosteisiin ja puutarhanhoitoon yhdistetty *Toxoplasma gondii* -loinen. Tartunnasta varoitetaan raskaana olevia naisia, koska se altistaa etenkin ensimmäisen kolmanneksen aikana sikiön kehityshäiriöille. Esimerkiksi raa'at ja pesemättömät vihannekset ovat riskitekijä tartunnalle (35). Tämä ja monet muut haitalliset loiset saavat monet naiset raskauden aikana hyvin varovaisiksi. Kuitenkin tutkijat painottavat luonnon mikrobeille altistumisen hyödyllisyyttä juuri raskauden ja lapsen ensimmäisten elinvuosien aikana.

Tämänkaltaisissa tilanteissa on olennaista, että meillä on hyvä käsitys alueista, joilla riski on suurempi, ja riskien vähentämiseksi kohdennettavista toimista näillä alueilla. Yleisempänä ohjeena voisi toimia "kohdennettu hygienia" (32). Sen mukaan käsien pesuun ja muuhun perushygieniaan tulee suhtautua suuremmalla innolla paikoissa, joissa on paljon

Ydinasiat

- Luonnon monimuotoisuuden kato lisää zoonoosien esiintymistä.
- Elinympäristön monimuotoinen luonto edistää hyödyllisten mikrobien esiintymistä ihmiskehoissa.
- Kohdennettu hygienia auttaa välttämään tartuntatauteja ja hyödyntämään luonnon hyödyllisiä mikrobeja.
- Luonnon monimuotoisuuden suojelu on välttämätön edellytys ihmisen terveyden turvaamiseksi.

Miten lisätä altistumista luonnon hyville mikrobeille?		Miten suojautua taudinaiheuttajilta?
Terveet henkilöt voivat suhtautua käsihygieniaan kevyemmin esimerkiksi luontoretkillä evästauon tai marjastuksen yhteydessä.	Käsienpesu	Perushygienia on edellytys suurien ihmisjoukkojen yhteiselämälle. Käsihygieniaan tulee kiinnittää erityisesti huomiota epidemiakauden aikana, kun kohdataan muita ihmisiä.
Kotioloissa desinfiointi on lähes aina tarpeetonta. Myös julkisissa tiloissa sitä voitaisiin välttää epidemiakausien ulkopuolella.	Siivous	Kun kotona on oireilevia ihmisiä, siivousta voi tehostaa. Sairaaloissa hygienian on aina oltava keskiössä.
Maaperässä ja mullassa on erityisen paljon luonnon mikrobeja.	Puutarhan-hoito	Käsihygieniaan ja ruuan puhtauteen tulee kiinnittää huomiota alueilla, joilla on tavattu maaperän kautta leviäviä tartuntatauteja.
Ulkoilma on mikrobistoltaan aina sisäilmaa monipuolisempaa, mutta erityisesti vihreissä ympäristöissä.	Metsäretki	Puutiaisilta suojautuminen keväästä syksyyn. Puutiaisaivokuumerokotus riskialueella.
Luomuviljellyissä kasviksissa on erilainen mikrobisto kuin tehotuotetuissa. Kotimaisten marjojen syönti ilman kuumennusta lisää altistusta luonnon mikrobeille.	Ruoka	Elintarvikkeiden käsittelyohjeiden noudattaminen.
Luontoretkeilyn suositteleminen neuvolassa.	Raskaus	Käsienpesu myös eväsretkillä ja puutarhan hoidon jälkeen.
Luontoympäristöissä matkustelu.	Matkailu	Paikallisen tartunnanaiheuttajalajiston huomioiminen rokottein, suojautumisella ja hygieniakäytännöillä.

KUVA. "Kohdennetun hygienian" esimerkkejä tasapainottelusta uhkien ja mahdollisuuksien välimaastossa ihmisen terveyden edistämiseksi.

ihmisiä, ja kevyemmin metsäretkillä, sillä muut ihmiset ovat todennäköisempiä taudinaiheuttajien lähteitä kuin luontokävely. Kohdennettu hygienia ei toimi suorana ohjeena vaan vaatii tilannekohtaista harkintaa (KUVA). Esimerkiksi raskauden kaltaisina herkkinä ajanjaksoina voisi suositella säännöllistä luontoretkeilyä, mutta käsien pesusta ennen ruokailua on kuitenkin hyvä huolehtia myös ulkoiltaessa.

Sekä tartuntatautien että elintasosairauksien ehkäisy on monin tavoin yhtä ihmistä ja hänen toimiaan suurempaa. Luonnon monimuotoisuuden suojeleminen on keskeistä, jotta voidaan välttää zoonoosien kehittymistä ihmisen ja villieläinten liiallisten kontaktien kautta. Lisäksi kaupunkiympäristöjen kehittäminen vihreämmiksi ja siten mikrobialtistusta tukeviksi olisi järkevää, kauaskantoista kansanterveystyötä.

Lopuksi

Monimuotoinen luonto tukee ihmisen terveyttä kokonaisvaltaisesti. Luonnon suojaava vaikutus ei kuitenkaan ole täysin mutkaton, sillä maapallon yleisimpiä olentoja eli loisia esiintyy myös luonnossa. Tämän ristiriidan kanssa eläminen vaatii parempaa ymmärrystä sekä riskialueista että suurimman hyödyn tuottavista altistumisen keinoista.

Ehkäisevä lääketiede ja kansanterveystyö voivat hyötyä luonnon roolin ihmisen terveyden tukijana tiedostamisesta (36). Luonnon terveyshyödyistä on valtavasti tutkimusnäyttöä, mutta monimuotoisuuden osuutta tulee vielä tarkastella lisää. Vuonna 2021 vihreiden ympäristöjen hyödyntäminen terveyden edistämisessä on kaukana hippipuuhastelusta, se on kovan näytön tiedettä. ■

KIRJALLISUUTTA

1. Gilbert SF, Sapp J, Tauber AI. A symbiotic view of life: we have never been individuals. Q Rev Biol 2012;87:325–41.
2. Blaser MJ. The microbiome revolution. J Clin Invest 2014;124:4162–5.
3. Rabesandratana T. Microbiome conservancy stores global fecal samples. Science 2018;362:510–1.
4. Brondizio ES, Settele J, Díaz S, ym. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn: IPBES secretariat 2019.
5. Whitmee S, Haines A, Beyrer C, ym. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of the Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. Lancet 2015;386:1973–2028.
6. Jones KE, Patel NG, Levy MA, ym. Global trends in emerging infectious diseases. Nature 2008;451:990–3.
7. Jones BA, Grace D, Kock R, ym. Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. Proc Natl Acad Sci USA 2013;110:8399–404.
8. Aerts R, Honnay O, Van Nieuwenhuyse A. Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. Br Med Bull 2018;127:5–22.
9. Barberán A, Ladau J, Leff JW, ym. Continental-scale distributions of dust-associated bacteria and fungi. Proc Natl Acad Sci USA 2015;112:5756–61.
10. Mhuireach G, Johnson BR, Altrichter AE, ym. Urban greenness influences airborne bacterial community composition. Sci Total Environ 2016;571:680–7.
11. Mills JG, Bissett A, Gellie NJC, ym. Revegetation of urban green space rewilds soil microbiotas with implications for human health and urban design. Restor Ecol 2020;28:S322–34.
12. Lehtimäki J, Karkman A, Laatikainen T, ym. Patterns in the skin microbiota differ in children and teenagers between rural and urban environments. Sci Rep 2017;7:45651.
13. Parajuli A, Hui N, Puhakka R, ym. Yard vegetation is associated with gut microbiota composition. Sci Total Environ 2020;713:136707.
14. Carlson CJ, Phillips. AJ, Dallas TA, ym. What would it take to describe the global diversity of parasites? Proc Biol Sci 2020;287:20201841.
15. Breman JG, Arita I. The confirmation and maintenance of smallpox eradication. Geneve: World Health Organization 1980.
16. Sutton B, Canyon D. The Tortoise and the Hare: Guinea worm, polio and the race to eradication. PLOS Curr Outbreaks 2015;7:ecurrents.outbreaks.16e2349da74ec9bdfe26cc6598bee881.
17. Holmes E. Evolutionary history and phylogeography of human viruses. Annu Rev Microbiol 2008;62:307–28.
18. Rulli MC, Santini M, Hayman DTS, ym. The nexus between forest fragmentation in Africa and Ebola virus disease outbreaks. Sci Rep 2017;7:41613.
19. Young HS, Parker IM, Gilbert GS, ym. Introduced species, disease ecology, and biodiversity–disease relationships. Trends Ecol Evol 2017;32:41–54.
20. Gibb R, Redding DW, Chin KQ, ym. Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. Nature 2020; 584:398–402.
21. Halsey S. Defuse the dilution effect debate. Nat Ecol Evol 2019;3:145–6.
22. LoGiudice K, Ostfeld RS, Schmidt KA, ym. The ecology of infectious disease: Effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk. Proc Natl Acad Sci 2003;100:567–71.
23. Thompson RCA. Parasite zoonoses and wildlife: One health, spillover and human activity. Int J Parasitol 2013;43:1079–88.
24. Ruyts SC, Ampoorter E, Coipan EC, ym. Diversifying forest communities may change Lyme disease risk: extra dimension to the dilution effect in Europe. Parasitology 2016;143:1310–9.
25. Rook GA. Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. Proc Natl Acad Sci USA 2013;110:18360–7.
26. Haahtela T, Hanski I, Von Hertzen L, ym. Luontoaskel tarttumattomien tulehdustautien torjumiseksi. Duodecim. 2017; 133:19–26.
27. Stein MM, Hrusch CL, Gozdz J, ym. Innate immunity and asthma risk in amish and hutterite farm children. N Engl J Med 2016;375:411–21.
28. Roslund MI, Puhakka R, Grönroos M, ym. Biodiversity intervention enhances immune regulation and health-associated commensal microbiota among daycare children. Sci Adv 2020;6:eaba2578.
29. Lynch SV, Wood RA, Boushey H, ym. Effects of early-life exposure to allergens and bacteria on recurrent wheeze and atopy in urban children. J Allergy Clin Immunol 2014;134:593–601.e12.
30. Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen MJ, Gascon M, ym. Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. Lancet Planet Heal 2019; 3:e469–77.
31. Liddicoat C, Sydnor H, Cando-Dumancela C, ym. Naturally-diverse airborne environmental microbial exposures modulate the gut microbiome and may provide anxiolytic benefits in mice. Sci Total Environ 2020;701:134684.
32. Bloomfield SF, Rook GAW, Scott EA, ym. Time to abandon the hygiene hypothesis: new perspectives on allergic disease, the human microbiome, infectious disease prevention and the role of targeted hygiene. Perspect Public Health 2016;136:213–24.
33. Bateman A. The dynamics of microbial transfer and persistence on human skin. Väitöskirja. University of Oregon 2017.
34. Conraths FJ, Probst C, Possenti A, ym. Potential risk factors associated with human alveolar echinococcosis: systematic review and meta-analysis. PLoS Negl Trop Dis 2017;11: e0005801.
35. Kapperud G, Jenum PA, Stray-Pedersen B, ym. Risk factors for Toxoplasma gondii infection in pregnancy: results of a prospective case-control study in Norway. Am J Epidemiol 1996;144:405–12.
36. Haahtela T, Hanski I. Kaupungistuminen haastaa kansanterveystyön. Lääkärilehti 2015;70:1129.

TUOMAS AIVELO, FT, tutkijatohtori
Organismi- ja evoluutiobiologian tutkimusohjelma, Helsingin yliopisto

JENNI LEHTIMÄKI, FT, erikoistutkija
Ympäristöpolitiikkakeskus, Suomen ympäristökeskus

VASTUUTOIMITTAJA
Tuomas Mirtti

SIDONNAISUUDET
Tuomas Aivelo: Luottamustoimet (Kasvinsuojeluseuran Asunto- ja elintarvikehygienian jaosto)
Jenni Lehtimäki: Ei sidonnaisuuksia