

PENTTI HUOVINEN

bakteeriopin professori, ylilääkäri
Turun yliopisto, lääketieteellinen
tiedekunta, biolääketieteen laitos
Tyks Laboratoriotiimialue

Mikrobit muuttavat maailmaa ja lääketiedettä

- Tartuntataudit ovat läpi koko historian vaikuttaneet ihmisen elämään.
- Karanteenit, taloudelliset taantumat ja pelko olivat tuttuja jo keski-ajalla.
- Tartuntatautien torjuntaan on laitettu mittavia resursseja.
- Antibiooteille resistenttien bakteerien pandemia etenee vääjäämättä.
- Mikrobit ovat osallisia myös muiden kuin tarttuvien tautien pandemioissa.

KIRJALLISUUTTA

- 1 Peltola H. Infektiot historian muokkaajana. Kirjassa: Hedman K, Heikkinen T, Huovinen P, Järvinen A, Meri S, Vaara M, toim. Mikrobiologia, immunologia ja infektioaudit. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 2010 ja 2011.
- 2 Sherman IW. Twelve diseases that changed the world. Washington DC: ASM Press 2007.
- 3 Editorial. Microbiology by numbers. Nat Rev Microbiol 2011;9:628.
- 4 Karl DM. Hidden in a sea of microbes. Nature 2002;415:590–1.
- 5 Ege M ym. Exposure to environmental microorganisms and childhood asthma. N Engl J Med 2011;364:701–9.
- 6 Haatela T, Pekkanen J. Atooppiset allergiat – puuttuuko mikrobeja? Duodecim 2004;120:1688–93.

Jos Iivana Julma (1530–1584) olisi saanut syfiliksensä hoitoon yhden kymmenen päivän penisilliinihoitajakson, Venäjän ja ehkä maailmankin historia olisi muuttunut toisenlaiseksi (1). Tämän professori Heikki Peltolan osuvan esimerkin lisäksi hallitsijoiden sairauksista ja niiden vaikutuksista voidaan varmasti löytää muitakin esimerkkejä.

Maailmaan ja ihmisen elämään vaikuttaneiden tartuntatautien luettelo on pitkä (1,2). Mukaan listoille on tavallisesti otettu rutto, kolera, isorokko, syfilis, pilkkukuume, tuberkuloosi, malaria, influenssa, keltakuume, tuhkarokko, aids ja nyt myös COVID-19. Kaikkien näiden asemaa voidaan perustella erilaisista syistä (taulukko 1).

Diamondin mukaan mikrobien ja ihmisen suhteeseen tuli perustavaa laatua oleva muutos, kun metsästäjä-keräilijästä tuli maanviljelijä ja karjankasvattaja. Ihminen alkoi elää läheisessä kanssakäymisessä koti- ja tuotantoeläinten kanssa.

Koirasta tuli ihmisen ystävä 12 000 vuotta sitten. Noin 10 000 vuotta sitten otettiin käyttöön tuotantoeläimet, lammas, vuohi ja sika. Lehmän vuoro tuli pari tuhatta vuotta myöhemmin. Hevonen, aasi ja vesipuhvelit otettiin käyttöön noin 6 000 vuotta sitten sekä laama, alpaka ja kamelit 4 500–5 500 vuotta sitten. Mielenkiintoista on, ettei ihminen ole saanut uusia tuotantoeläimiä 4 500 vuoteen.

Useiden ihmisen mikrobien otaksutaan olevan peräisin näiden eläinten mikrobeista. Tuhkarokkovirusta muistuttava virus tunnetaan nautakarjasta. Tuberkuloosibakteerin sukulainen löytyy sekini lehmiä. Ihmisen kannalta ehkä tunnetuin lehmien virus on lehmänrokko-virus, josta myöhemmin tehtiin rokote isorokkoa vastaan. Influenssavirus on yleinen linnuilla ja sioilla ja hinkuuskäbakteeri sioilla ja koiralla. Malarian aiheuttajalla, Plasmodium falciparumilla, on läheisiä sukulaisia linnuissa. Pelätyn ruton aiheuttajan Yersinia pestis -bakteerin alkuperä ei liene tiedossa, mutta bakteerin väli-isäntiä matkalla ihmiseen olivat eläimet, mustarotta ja kirput. Kun ihmiset ovat läheisessä kanssakäymisessä eläinten kanssa, syntyvät mahdollisuudet myös virusten rekombinaatioille (10,11).

Merkittävä osa ihmiskunnan vaarallisimmista tartuntataudeista on zoonooseja. Siksi on aiheellisesti kysytty, onko suhteemme eläimiin ja niiden mikrobeihin kestävällä pohjalla. Edistämmekö luontoon ja eläimiin kohdistuvilla toimillamme zoonoosien leviämistä?

Useiden ihmisen mikrobien otaksutaan olevan peräisin eläinten mikrobeista.

Ihminen tauteineen ja mikrobeineen on kuitenkin vain osa maapallon ekosysteemiä (3,4). Ympäristön, yhteiskunnan ja ihmisen käyttäytymisen muutokset vaikuttavat väistämättä mikrobeille altistumisen määrään ja laatuun. Vähitellen alkaa kertyä tutkimustietoa ympäristön mikrobialtistuksen merkityksestä terveydelle (5–8).

Eläimet mikrobien lähteinä

Jared Diamond kertoo Pulitzer-palkitussa kirjassaan ”Tykit, taudit ja teräs” tärkeimmistä ihmisen elämään vaikuttaneista tekijöistä kuluneiden runsaan 10 000 vuoden aikana (9). Tykkien ja teräksen lisäksi mikrobien aiheuttamat taudit ovat olleet vaikuttavimpien tekijöiden joukossa.

- 7 Hanski I ym. Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated. Proc Natl Acad Sci U S A 2012;109:8334–9.
- 8 Roslund MI ym. Biodiversity intervention enhances immune regulation and health-associated commensal microbiota among daycare children. Sci Adv 2020;6(42):eaba2578. doi: 10.1126/sciadv.aba2578
- 9 Diamond J. Tykit, taudit ja teräs. Terra Cognita 2020.
- 10 Huovinen P, Ziegler T. Influenssa. Pandemiaviruksen päiväkirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2011.



- 11 Andersen KG, Rambaut A, Lipkin WI ym. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med* 2020;26:450–2.
- 12 Huovinen P. Tanssii bakteerien kanssa. Pidä bakteereistasi huolta. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2012.
- 13 Rosqvist R, Skurnik M, Wolf-Watz H. Increased virulence of *Yersinia pseudotuberculosis* by two independent mutations. *Nature* 1988;334:522–5.
- 14 Galimand M ym. Multidrug resistance in *Yersinia pestis* by a transferable plasmid. *N Engl J Med* 1997;337:677–80.
- 15 John TJ. Learning from plague in India. *Lancet* 1994;344:972.
- 16 Onnettomuustutkintakeskus: Tutkintaselostus B2/2007Y: Puhdistetun jäteveden joutuminen talousvesiverkostoon Nokiaalla 28.–30.11.2007. Helsinki: Onnettomuustutkintakeskus, 2009.
- 17 Laine J. Large waterborne epidemic in Pirkanmaa, Finland 2007. Study on disease burden, health consequences and health-economic costs. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-302-198-3>
- 18 Juuti P, Rajala R. Ympäristönsuojelun aikakausi – viemärilaitoksen historia ensimmäisten viemärien valmistamisesta 2000-luvulle. Kirjassa: Juuti P, Rajala R, toim. Virtsien Vantaa – Vantaan Veden historia. Vantaan Vesi & Tampub 2007:135–67.
- 19 Arstila P. Adeno- ja koronaviruset. Kirjassa: Huovinen P, Meri S, Peltola H, Vaara M, Vaeheri A, Valtonen V, toim. Mikrobiologia ja infektiosairaudet, 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2003.
- 20 Suominen A. Miksi kätelemme? Tervehtimisen ja tapojen historiaa. Turku: Aeropagus-kustannus 2017.
- 21 de Man P ym. Outbreak of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in a nursing home associated with aerosol transmission as a result of inadequate ventilation. *Clin Infect Dis* 2021;73:170–1.
- 22 Editorial. Coronavirus is in the air – there's too much focus on surfaces. *Nature* 2021;590:7. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-00277-8>
- 23 Ekberg S. Asiantuntijat koronan leviämisestä: Käsitteiden on muututtava. Verkko uutiset 16.11.2020. https://www.verkkouutiset.fi/asiantuntijat-koronan-leviamisesta-kasityksen-on-muututtava/?fbclid=IwAR210cP9zEVQLx-4j9myHNBCrQT7Z4uk-xumGTvyHn6lOX0i8314Ymj_Lyb8#8d3cfc18
- 24 McDermott, Rogers DE. Social ramifications of control of microbial disease. *Johns Hopkins Med J* 1982;151:302–12.

Karanteeni, taloudellinen taantuma ja pelko

Suuri ruttopandemia musta surma levisi 1346 Etelä-Venäjältä Volgan suistoalueelta Välimerelle ja edelleen Pohjois-Eurooppaan (12). Ruttopandemia tappoi neljässä vuodessa 25 miljoonaa ihmistä, ainakin neljäsosan Euroopan silloisesta väestöstä.

Rutto hankaloitti suuresti elämää ja kaupan käyntiä. Karanteeni-sana tuli käyttöön ruton aikana. Tarttuvien tautien torjuntaa keskitettiin ammattilaisille, ruttosanitäreille, ja viranomaisille. Yhteisöt käyttivät lisäksi käänteiskaranteenia, jossa terveet eristivät itsensä muusta maailmasta. Ketään ei päästetty kylään tai kaupunkiin, joka eristi itsensä ruttomaailmasta – ei sairaita eikä terveitä.

Historioitsijoiden mukaan keskiajan musta surma aiheutti merkittävän taantumun ja työvoimapulan. Maatalous työvoimavaltaisena elinkeinona ei pystynyt läheskään entisiin tuotantomääriin. Henkiin jääneet työntekijät kilpailuttivat itseään maanomistajien kesken ja samalla vaativat parempia palkkoja ja työoloja. Ruttota voidaan pitää jopa eräänlaisena ammattiyhdistysliikkeen synnyttäjänä.

Rutto palasi aika ajoin vielä runsaan 300 vuoden ajan, kunnes taudinkuva muutti luonnetaan. Eri puolilla maailmaa esiintyy edelleen ruttoa, mutta ruttopandemiat loppuivat (13). Toistaiseksi ruttoa voidaan hoitaa antibiooteilla, joskin resistenttejä bakteerikantoja esiintyy (14). Pelko ja paniikki liittyvät kuitenkin edelleen tarttuviin tauteihin (15). Vielä tänäkin päivänä mitä erilaisimpia asioita ”pelätään kuin ruttoa”.

Tarttuviin tauteihin liittyvä viestintä tulee jatkossakin olemaan haastava tehtävä pelon ja paniikin torjumisessa. Siksi lääkäreille tulee olla tarjolla riittävästi osaamista viestittävä tarttuvista taudeista ja paras mahdollinen ajantasainen tieto, jota he voivat jakaa yhteisölle ja potilailleen.

Puhdas juomavesi ja viemärit

Vajaat 200 vuotta sitten kolerabakteerin aiheuttama epidemia riepotteli Lontoota. Vuonna 1849 kuningatar Viktorian henkilöläkäri John Snow keksi, että koleratapaukset rajoittuivat Sohon Golden Squaren alueelle (1). Suurin osa sairastuneista oli käyttänyt tietyn kaivon vettä, joka oli läheisen viemärikaivon veden saastuttama. Puhtaan juomaveden merkitys on kuitenkin

TAULUKKO 1.

Ihmiskunnan elämään vaikuttaneita infektioitauteja (1,2)

Infektio tauti	Muutoksia ja vaikutuksia
Rutto	Karanteeni, taloudellinen taantuma ja pelko sekä paniikki on liitetty erityisesti ruttoon.
Kolera	Kolerapandemiat ovat korostaneet puhtaan juomaveden sekä vesijohtojen ja viemärien kansanterveydellistä merkitystä.
Isorokko	Isorokkorokote oli ensimmäinen kliiniseen käyttöön otettu rokote.
Syfilis	Salvarsani oli ensimmäinen kliiniseen käyttöön otettu antibakteerinen lääke, elohopeayhdiste.
Pilkkukuume	Kenraali pilkkukuume ja eversti lavantauti tuhosivat Napoleonin armeijan Venäjän sotaretkellä.
Tuberkuloosi	Tuberkuloosin leviämisen syiksi tunnistettiin aliravitsemus ja ahdas asuminen.
Malaria	Hyttysten torjunta on muodostunut merkittäväksi osaksi malarian torjuntaa.
Influenssa	Influenssapandemiat osoittivat koti- ja tuotantoeläinten merkityksen influenssaviruksen muuntumiselle; uusia influenssaviruksia seurataan maailmanlaajuisen seurantajärjestelmän toimesta.
Keltakuume	Hyttysvälitteinen tappava tauti siirtyi Afrikasta orjakaupan mukana Amerikan mantereille.
Tuhkarokko	Tappoi Amerikoissa ja useissa Tyynenmeren saarivaltioissa valtaosan väestöstä.
Aids	Uusi, sukupuoliteitse välittyvä, yhteiskuntaan ja virussääteilyyn vaikuttanut tauti.
COVID-19, SARS-CoV-2	Herkästi tarttuva vakavan hengitystieinfektion aiheuttaja yllätti maailman, hengitysilman turvallisuuden merkitys on nostettu esiin.

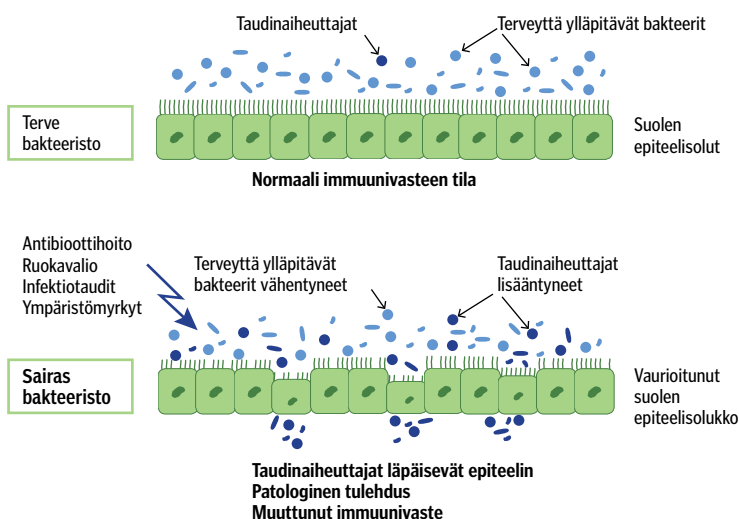
tunnettu vuosituhanen. Sen hallinnasta on käyty lukemattomia taisteluja kaikkialla maailmassa.

Vuonna 2007 tapahtui Nokiaalla Suomen historian ehkä pahin vesikriisi. Nokian vesilaitoksella puhtaan juomaveden ja kiintoaineksesta puhdistetun jäteveden yhdistävä venttiili oli jäänyt auki. Venttiilin kautta juomaveteen sekoitui yli 400 000 litraa jätevettä. Tuhansia nokia-laisia sairastui erilaisiin maha-suolikanavan infektoihin (16,17). Kärjitetysti voi sanoa, että potilailta löytyivät lähes kaikki kuviteltavissa olevat taudinaiheuttajat bakteereista viruksiin ja alkueläimiin.

Nokian verikriisi on hyvä esimerkki siitä, että erilaisia taudinaiheuttajia esiintyy väestössä ja viemäriveresistä edelleen Suomessakin. Siksi

KUVIO 1.

Tulehdusreaktion, dysbioosin, syntyminen suolen pinnalla



Kuvio on julkaistu aiemmin artikkelissa Huovinen P. Bakteeriston merkitys terveydelle avautuu vähitellen. Suom Lääkäril 2013;68:655–60.

Koskaan aikaisemmin historian aikana käsihygienia ei ole ollut yhtä suosittua kuin nyt.

- 25 Donowitz GR, Mandell GL. Beta-lactam antibiotics (1). N Engl J Med 1988;318:419–26.
- 26 O'Neill J. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations the review on antimicrobial resistance. Wellcome Trust and HM Government 2016.
- 27 Bach JF. The effect of infections on susceptibility to autoimmune and allergic diseases. N Engl J Med 2002;347:911–20.
- 28 Huovinen P. Bakteeriston merkitys terveydelle avautuu vähitellen. Suom Lääkäril 2013;68:655–60.
- 29 Christ A ym. Western diet triggers nlrp3-dependent innate immune reprogramming. Cell 2018;172:162–75.
- 30 Desai MS ym. A dietary fiber-deprived gut microbiota degrades the colonic mucus barrier and enhances pathogen susceptibility. Cell 2016;167:1339–53.
- 31 Blaser MJ. Missing microbes. Henry Holt LLC 2014.
- 32 Huovinen P. Parantavat bakteerit. Helsinki: WSOY 2021.

vesi- ja viemärijärjestelmät ja niiden moitteeton toimivuus ovat välttämättömiä tarttuvien tautien torjunnassa (18). Harvoin tulee ajatelleeksi, että investointi tehdään erityisesti tarttuvien tautien kurissa pitämiseksi.

Viruspandemiat

Samalla kun ihminen maanviljelijänä ja karjankasvattajana muodosti suurempia yhteisöjä, infektioautien leviämislle tarjoutui uusia mahdollisuuksia. On ilmeistä, että nykyisen kaltaisia virusinfektioiden leviämisiä ei olisi ilman joitakin tuhansia vuosia sitten muodostuneita asutuskeskittymiä. Niissä oli riittävästi ihmisiä, jotta virukset pysyivät hengissä ja löysivät jatkuvasti alttiita yksilöitä infektoitavaksi. Tautien leviämistä tehosti kulkuyhteyksien kehittyminen asutuskeskittymien välillä.

Ensimmäinen influenssaksi määritelty pandemia levisi vuonna 1580 Aasiasta Eurooppaan ja sieltä Afrikkaan ja Pohjois-Amerikkaan (10).

Vuoden 2009 sikainfluenssa oli järjestyksessään kymmenes influenssapandemia. Pelättyä uutta vuosien 1918–20 espanjantaudin kaltaista influenssapandemiaa ei ole vielä tullut. Tulikin SARS-CoV-2:n aiheuttama pandemia.

Vuonna 2002, juuri ennen kuin ensimmäinen koronaviruksen SARS-CoV-1:n aiheuttama epidemia puhkesi, lääketieteellisen mikrobiologian oppikirjassa todettiin, että koronaviruksia ei voida tällä hetkellä saada kontrolliin, mutta ”ei ole paljon aihettakaan” (19). Pitkään kesyinä pidetyistä koronaviruksista tuli kahden vakavan pandemian aiheuttaja ja kolmas, MERS (Middle East Respiratory Syndrome), esiintyy edelleen endeemisenä Arabian niemimaalla.

Vaikka SARS-CoV-2:n aiheuttama pandemia on vielä kesken, se on jo muuttanut maailmaa. Aika näyttää, mitkä muutoksista jää lyhytaikaisiksi mikä pysyviksi. Tietoisuus tarttuvista taudista on valtavasti lisääntynyt. Koskaan aikaisemmin historian aikana käsihygienia ei ole ollut yhtä suosittua kuin nyt. Kättely tervehtimistapana on kokenut aikojen saatossa muutoksia (20), ja voidaankin kysyä, onko jälleen pysyvemmän muutoksen aika.

Koronaviruksen leviämisen torjuntatoimet ovat vähentäneet muiden hengitystieinfektioiden määrää. Jos tämä muutos jää edes osittain pysyväksi, antibioottien käyttö saattaa vähentyä jopa niin, että sillä on merkitystä bakteerien antibioottiresistenssin leviämislle.

Koskaan aikaisemmin ei liene panostettu yhtä paljon rokotteiden ja viruslääkkeiden kehittämiseen kuin nyt. Pelkästään teknisten menetelmien kehityksellä on kauaskantoinen merkitys infektioautien ehkäisyssä ja hoidossa. Merkittävät panostukset on laitettu myös pika-diagnostisten menetelmien kehittämiseen. Ehkä jo lähitulevaisuudessa lääkärin vastaanoton yhteydessä on mahdollista saada tieto laajasta valikoimasta taudinaiheuttajia, niin että sillä on välitön vaikutus hoidon kohdentamiseen.

Vesi- ja viemärijärjestelmät ovat vakiintuneet osaksi jokaisen kodin rakenteita, mutta koronapandemian yhteydessä on kiinnitetty huomiota ilmanvaihtoon. Maailman terveysjärjestö on korostanut sisätilojen tuuletusta ja maskien käyttöä ahtaissa sisätiloissa, joissa on lähellä toisia ihmisiä (www.facebook.com/WHO/posts/3339935886051771).

Hollantilaisessa 123 asukkaan vanhainkodissa yhdellä seitsemästä osastosta tehtiin ilman-

vaihtoremontti (21). Energiansäästön nimissä osastolle valittiin järjestelmä, jossa pääosin kierrätettiin sisäilmaa ja ulkoilmaa otettiin sisään vain sen verran, että huoneilman hiilidioksidipitoisuus saatiin pidettyä riittävän pieninä. Kuudella muulla osastolla ilmanvaihto otti korvaavan ilman kokonaan ulkoa, eli näillä osastoilla ilmanvaihto ei kierrättänyt sisäilmaa. Uuden ilmanvaihdon saaneella osastolla havaittiin pian koronaviruksen aiheuttama epidemia. Peräti 81 % osaston asukkaista ja puolet henkilökunnasta sairastui COVID-19-tautiin. Yhteensä sairastuneita oli 34. Samaan aikaan kuudella muulla osastolla asukkaat ja hoitohenkilöstö pysyivät terveinä. Suojaustoimet osastoilla olivat tavanomaiset. Henkilökunta käytti maskeja hoitaessaan asukkaita, mutta ei tehdessään muuta työtä esimerkiksi toimistoissa ja tauoilla. Tutkijat päätyivät siihen, että koronavirus levisi pisaratartuntana ilmanvaihtolaitteiden välityksellä sekä suojaamattomien asukkaiden huoneisiin että yleisiin tiloihin ja henkilökunnan toimistoihin.

Ennen antibioottien aikaa neljä viidestä potilaasta tuli sairaalaan infektiotaudin takia.

Aiemmin ei juuri ole ollut tarvetta pohtia yleisissä tiloissa tai kodeissa hengitettävän ilman tartuttavuutta, koska näin leviävät infektioaudit ovat olleet lieviä tai ne on saatu kuriin rokotuksin ja antibiootein. Yhdysvalloissa käydyssä keskustelussa on todettu, että koronaviruksen kohdalla tilanne voi olla toinen, erityisesti jos rokotukset eivät ole kattavia. Nature-tiedelehden pääkirjoituksen mukaan on yksimielisyys siitä, että koronavirus leviää pisaravälitteisesti ilman välityksellä isoina ja pieninä pisaroina. Siksi hyvään ilmanvaihtoon ja ilman puhdistukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Koronaviruksen leviäminen on osoittanut, että pysyviin rakenteellisiin muutoksiin on aihetta (22,23).

Antibiooteille resistenttien bakteerien pandemia

Penisilliini kuuluu ihmiskunnan kymmenen tärkeimmän keksinnön joukkoon (24). On sanottu, että antibioottien käyttö on lisännyt elinajan odotetta 10 vuodella (25). Jos kaikki

syövät parannettaisiin, elinajan odote piteneisi vain kahdella vuodella. Ero on selitettävissä osittain sillä, että antibiooteilla parannettavat bakteeri-infektiot ovat pääasiassa lasten tauteja. Syövät taas ovat vanhempien ikäluokkien tauteja. Antibioottien käyttöönotto vaikutti kuitenkin muuhunkin kuin infektioautien hoitoon.

Ennen antibioottien aikaa neljä viidestä potilaasta tuli sairaalaan infektiotaudin takia, antibioottien käyttöönoton jälkeen enää joka kuudes (24). Nykyinen moderni kirurgia, immuunipuutteisten potilaiden hoito ja tehohoito eivät tule toimeen ilman antibiootteja. Antibiootit olivat välttämättömiä myös virusrokotteiden kehittämiselle. Virusten kasvatus soluviljelmissä ei olisi ollut mahdollista ilman antibiootteja, koska viljelmät kontaminoituivat herkästi bakteereilla. Antibiootit vapauttivat terveydenhuollosta valtavan määrän resursseja, ja ne voitiin suunnata muiden tautien tutkimukseen ja hoitoon.

Vuonna 1969 Yhdysvaltain korkein lääkintäviranomainen, Surgeon General William H. Stewart ylisti kongressin edessä ihmisen voittoa bakteereista: ”It is time to close the book on infectious disease.” Toisin on kuitenkin käynyt, ja infektioautien kirja on pysynyt auki.

Antibioottien laaja käyttö on johtanut tauteja aiheuttavien bakteerien vastustuskyvyn lisääntymiseen ja näiden bakteerien leviämiseen kaikkialla maailmassa. Jokainen antibioottikuuri antaa niille lisää elintilaa herkkien bakteerien kuollessa. Resistentit bakteerit lisääntyvät yksilöissä ja samalla koko yhteiskunnassa. Siirrämme bakteerimme lapsillemme ja lastenlapsillemme. Ongelmat kertautuvat tuleville sukupolville.

Antibiooteille resistenttien bakteerien aiheuttamat infektioaudit johtavat maailmassa noin 700 000 kuolemaan vuosittain (26). Ongelma on koko ajan pahenemassa, ja on ennustettu, että vuonna 2050 luku olisi 10 miljoonaa. Britti-asiantuntijat ovat arvioineet, että resistenttien bakteerien aiheuttamat kumulatiiviset maailmanlaajuiset kustannukset vuoteen 2050 mennessä ovat 100 biljoonaa dollaria (100 miljoonaa miljoonaa dollaria). Siksi antibioottiresistenssi on noussut myös yleispoliittiseksi kysymykseksi. Se on hiljainen pandemia, joka leviää näkyvämmättömissä.

Jos uusia bakteeri-infektioiden hoitoon tarvittavia keksintöjä ei tehdä, on varauduttava siihen, että edessä saattaa jo parin vuosikymmenen kuluessa olla paluu aikaan ennen antibiootteja.

Mikrobit muiden kuin tarttuvien tautien pandemioissa

Viime vuosisadan aikana ihmisen tautikirjossa tapahtui merkittävä muutos. Mikrobin aiheuttamien infektioautien osuus sairastuvuuden ja kuolleisuuden aiheuttajana väheni merkittävästi (27). Tähän kehitykseen johtivat muun muassa taloudellinen vaurastuminen, asumisen väljentyminen, yhteiskuntahygienian paraneminen, vesi- ja viemärihuolto, mikrobin tartuntamekanismien tunteminen, diagnostiikan ja lääketieteellisen hoidon kehittyminen sekä antibioottien ja rokotusten käyttöönotto.

Samaan aikaan infektioautien vähentyessä muut kuin tarttuvat taudit ovat lisääntyneet voimakkaasti. Nykyään länsimaissa neljä viidestä kuolemasta aiheutuu elintasosairauksista. Koska länsimaista ruokavaliota on pidetty monien tulehdustautien riskitekijänä tai jopa aiheuttajana, ei-tarttuvien tautien syiden hakeminen on luonnollisesti kohdistunut suolistoon. Suolistossa on arveltu olevan yksi tiheimmistä mikrobin esiintymistä maapallolla.

Kuluneiden parinkymmenen vuoden aikana kehitettyjen molekyylibiologisten menetelmien avulla on tullut mahdolliseksi tutkia ihmisen ja elinympäristöjen mikrobistoa (28). Mikrobin terveysvaikutusten tunteminen on muodostumassa uudeksi lääketieteen alueeksi, joka väistämättä muuttaa lääkärin työtä.

Antibiootit ja epäterveellinen länsimainen ruokavaliio ovat suoliston limakalvolla tapahtuvan tulehdusreaktion tärkeimpiä aiheuttajia (29). Dysbioosiksi kutsuttu tulehdus johtuu suolen pinnan vauriosta, jonka seurauksena immuunipuolustus reagoi suolen mikrobin ja sisällön kanssa (kuvio 1). Tätä tulehdusreaktiota pidetään yhtenä elimistön niin sanotun matalasteisen tulehduksen alullepanijana tai synnä. Dysbioosi on yhdistetty suureen määrään tulehdustauteja, sydän- ja verisuonitaukeista, allergisista sairauksista, suoliston tulehdustaudeista aina keskushermoston tauteihin (29,30).

Bakteerit käsittelevät suolistossa syömämme ravinnon. Ne myös tuottavat kuitupitoisesta ravinnosta lyhytketjuisia rasvahappoja solujen rakenneaineiksi ja energianlähteiksi. Lyhytketjuisten rasvahappojen riittävä tuotanto edellyttää kuitupitoisen ravinnon lisäksi oikeanlaisen bakteeriston koostumusta.

Ravitsemussuositukset on laadittu epidemiologisten tutkimusten perusteella niin, että ne

edistävät terveyttä. Ruokakolmion mukainen ravitsemus vähentää dysbioosia, ja suositusten mukainen ravinnon kuidun määrä antaa mahdollisuuden riittävälle lyhytketjuisten rasvahappojen tuotannolle. Terveet ravintotottumukset eivät kuitenkaan välttämättä takaa häiriötöntä suolen toimintaa ilman limakalvon toimintaa suojaavia bakteereita.

Dysbioosi voi siis kehittyä myös suoliston bakteeriston muuttumisen seurauksena. Antibioottihoito johtaa limakalvoa suojaavien bakteerien merkittävään vähenemiseen ja altistaa sitä kautta dysbioosille. Suolen pintaa suojaavan limakerroksen oheneminen ja häviäminen liittyvät bakteerien toiminnan ja lajikoostumuksen muutoksiin (30–32).

Tutkijoiden parissa on alettu keskustella antibioottien laajan käytön vaikutuksista suoliston bakteeristoon (31). Jokainen antibioottikuuri muuttaa bakteeristoa pahimmillaan jopa vuosien ajaksi. Saattaa jopa olla, ettei bakteeristo koskaan palaa ennalleen antibioottikuurin jälkeen. Antibioottien käyttö oikeissa tilanteissa on tietysti välttämätöntä, mutta jokainen hoitajakso lisää dysbioosin riskiä. Antibioottien käyttö siis lisää resistenttien bakteerien määrää, jäävuoren pintaosaa, mutta pinnan alla ovat antibioottien bakteeristoon aiheuttamien vaurioiden vielä tuntemattomat terveyshaitat.

Lopuksi

Vuosituhanen vaihteen tienoilla elimme Suomessa infektioautien torjunnan ja hoidon kannalta ehkä maailmanhistorian parasta aikaa. Infektioautien ehkäisy ja hoito toimivat tehokkaasti verrattuna aikaisempiin vuosikymmeniin. Pari viime vuosikymmentä eivät kuitenkaan ole parantaneet tilannetta.

Akuutin koronapandemian lisäksi antibioottiresistenssitilanteen heikkeneminen johtaa vähitellen bakteeri-infektioiden hoitomahdollisuuksien kapenemiseen. Antibioottien käyttö johtaa resistenssin lisääntymiseen, mutta vaikuttaa myös suoliston bakteeristoon ja edistää dysbioosin syntymistä ja sitä kautta tämän hetken merkittävimpiä terveysongelmia, jotka ovat tulehdustauteja.

Varautuminen tulevien vuosikymmenien terveysuhkiin edellyttää mikrobin maailman nykyistä huomattavasti intensiivisempää tieteellistä tutkimusta ja sitä kautta ymmärrystä. ●

ENGLISH SUMMARY

www.laakarilehti.fi/english
Microbes change the world and medicine

PENTTI HUOVINEN
Professor of Bacteriology,
Head of Department
Department of Biomedicine,
University of Turku
Laboratory Division, Turku
University Hospital

Microbes change the world and medicine

The list of communicable diseases that have influenced human life is long. Plague, cholera, smallpox, syphilis, spotted fever, tuberculosis, malaria, influenza, yellow fever, AIDS and now also COVID-19 have had an enormous influence on the world.

Many human microbial pathogens are of animal origin. Microbes similar to measles and smallpox viruses and the tuberculosis bacterium have been found in cattle. Influenza viruses and malaria parasites are known as bird microbes. These microbes were transmitted to humans when domestication of animals began. In 1346, The Great Pestilence spread from Southern Russia to the Mediterranean area and Europe. Forty days quarantine was widely instituted during the plague epidemics. To this day people are afraid of the plague and this fear usually also extends to other frightening communicable diseases. Communication practices and correct information have been and are still today of utmost importance during epidemics. Every well-equipped home in developed countries has tap water and sewage systems. Although it is convenient to have pure water coming in and wastewater going out, these systems were originally built for hygienic purposes to prevent the spread of transmissible gastrointestinal diseases.

We do not know yet how the COVID-19 pandemic will change the world. However, I venture to suggest that improvement of ventilation and air conditioning systems inside buildings and transport vehicles to prevent airborne transmission of respiratory tract pathogens will be the next construction target.

Communicable diseases have also changed medicine. These diseases have been tamed mainly through structural changes in societies, vaccinations and antimicrobial agents. However, the last 20 years have shown that microbes also have an influence on the pathogenesis of non-communicable diseases. Inflammation on mucosal surfaces, dysbiosis, due to changes in human gut microbiota, diet and medication, especially heavy use of antibiotics, is linked to a wide variety of human diseases.