

Olli Vapalahti ja Antti Vaheri

Suomen luonnon virustautiperintö

Suomen pohjoisessa luonnossa ihmiseen tarttuvien taudinaiheuttajien ja virusten kirjo on hieman erilainen kuin etelämpänä Euroopassa. Tämä kirjo kuitenkin osin muuttuu samalla, kun erilaiset taudinaiheuttajien esiintymiseen ja tartunnan todennäköisyyteen vaikuttavat ajurit eli maankäyttö, ilmasto, lajisto ja altistuminen muuttuvat. Suomen luonnosta löytyvistä taudinaiheuttajaviruksista tärkeimmät ovat myyräkuumetta aiheuttava Puumala-hantavirus, pogostantaudin aiheuttaja Sindbis-virus ja puutiaisai-vokuumevirus (TBEV). Globaalisti levinnyt eläinten raivotautia aiheuttava rabiesvirus on hävitetty jo yli 60 vuotta sitten Suomesta maanisäkkäistä, mutta lepakoissa sitä esiintyy edelleen.

Suomessa Puumala-hantaviruksen aiheuttaman myyräkuumeen ilmaantuvuus on ennätyksellisen suuri taudin reservoaarin metsämyyrän runsaiden kantojen ja tehokkaan diagnosoinnin myötä (**KUVA 1**). Hyttysvälitteinen, Sindbis-viruksen aiheuttama pogostantauti on kansallinen erikoisviitsaus, jota ei juuri muualla havaita tai tunneta – vaikka virus saapui maahamme vasta muutama vuosikymmen sitten. Lähes kaikki EU:n Sindbis-virusinfektiot ja puolet hantavirusinfektioistakin todetaan Suomessa.

Olemme pitkään olleet puutiaisaivokuumeen esiintymisalueen reunalla, ja nyt olemme siirtymässä ”keskieurooppalaisempaan” esiintymiseen. TBEV:n siperialainen alatyyppe ja

siperianpuutiainen (*Ixodes persulcatus*) löytyvät EU:ssa vain täältä koilliskulmilla. Näiden luonnosta tarttuvien virustautienkin osalta meillä on siis omaleimainen tautiperintö, jota myös vuosikymmenien tutkimuksen kautta on aktiivisesti opittu ymmärtämään ja osin kontrolloimaan.

Suomen luonnosta saatavien virustautien etiologian selvittäminen sekä diagnoosi- ja kontrollimenetelmien kehitys on ollut mittava monitieteinen projekti, joka alkoi Suomessa 1950-luvulla, kun virusten eristysmenetelmät kehittyivät mahdollistamaan laajempia seuloja.

Puumala-virus, myyräkuume ja muut hantavirusinfektiot



KUVA 1. Metsämyyrä (*Myodes glareolus*), Puumala-viruksen isäntälaji. Kuva: Heikki Henttonen. Kuva on aiemmin julkaistu Kustannus Oy Duodecimin Mikrobiologian oppikirjassa ja se julkaistaan uudelleen kustannusosakeyhtiön luvalla.

Keväällä 1942 jatkosodassa Sallan rintamalla puhkesi laaja epidemia jyrksijoiden levittämää epideemistä nefriittiä, jota havaittiin ensi kertaa Suomessa – tai ”nephropathia epidemicaa”, kuten ruotsalaiset olivat raportoineet muutamista potilaista jo 1930-luvulla (1). Juhani Lähdevirta kuvasi väitöskirjassaan vuonna 1971 kattavasti tämän taudin, joka piinasi erityisesti itäsuomalaisia miehiä (2). Myyräkuumetta diagnosoidaan vuosittain yleensä 1 000–2 000 tapausta, ja potilaat tulevat 2–4 viikon kuluttua tartunnasta lääkäriin kuumeen, selkä- ja pään-

säryn ja vatsaoireiden sekä osa heistä äkillisen likinäköisyyden vuoksi. Potilaiden CRP-, kreatiniini- ja virtsan proteiinipitoisuudet ovat suurentuneet ja trombosyyttimäärät pieniä, osalle kehittyy akuutti munuaisvaurio. Infektio diagnosoidaan positiivisen Puumala-virus-IgM-vasta-ainelöydöksen perusteella.

Korean sodassa 1950-luvulla vastaavalaaiseen mutta ankarampaan munuaistautiin liittyi verenvuotoja. Siihen sairastui 3 200 YK-joukkojen sotilasta, joista 2 000 oli yhdysvaltalaisia, ja sairastuneista 5–10 % kuoli. Tämä sai yhdysvaltalaisetkin tutkimaan tautia – Kiinassa se on tunnettu ilmeisesti jo vuosisatoja. Prionitautitutkimuksistaan Nobelin palkinnon saanut D. Carleton Gajdusek ehdotti jo 1960-luvun alussa, että taudin korealainen ja skandinaavinen versio ovat samantyyppisiä, sukulaisvirusten aiheuttamia ja jyräjoiden levittämiä. Hän nimesi tautiryhmän ”munuaisoireisiksi verenvuotokuumeiksi” (HFRS) (3).

Korean verenvuotokuumeen aiheuttaja löytyi Etelä-Koreassa Hantan-joen penkalta löydetystä peltohiirestä, ja vastaavasti Markus Brummer-Korvenkontio ja Antti Vaheri työtovereineen osoittivat nephropathia epidemica-potilaiden seerumien reagoivan Puumalasta pyydyttyjen metsämyyrien kudosten kanssa (4,5). Eurooppalaisen tautimuodon aiheuttaja oli löytynyt, ja ensimmäinen diagnostinen testin oli saatu, se tosin edellytti vielä infektoituneen myyrän keuhkoleikkien käyttöä.

Puumala-virus eristettiin pian apinan munuaissoluviljelmässä alun perin Fort Detrickissä Marylandissa Yhdysvaltain armeijan infektioautien tutkimuslaitoksessa (USAMRIID) (6). Tarjolla viruksen nimeksi positiivisten myyrien löytöpaikkana oli myös Pieksämäki, mutta Puumala vaikutti kansainvälisesti helpommalta ääntää. Puumala-viruksen ja HIV:n tulo 1980-luvulla johti myös turvaluokka 3-tasoisten viruslaboratorioiden tarpeeseen ja rakentamiseen Meilahteen Helsingin yliopiston virologian osastolle, missä infektoituneet metsämyyrät olivatkin ehtineet jo aiheuttaa laboratoriotartuntoja.

Uudet laboratoriotilat ja molekyylibiologia mahdollistivat hantavirusten perimän ja antigeenirakenteen kartoittamisen, proteiiniyh-

teisvaikutusten tutkimisen, kehittyneemmät diagnostiset testit sekä hantavirusten maantieteellisen ja lajikirjon tutkimisen.

Suomi on toiminut monin tavoin hantavirustutkimuksen lippulaivana (7–11). Serologinen diagnosointi alkoi Suomessa jo vuonna 1981, ja diagnostiikan reagensseja toimitettiin naapurimaihin (12). Ristireaktio Puumala-viruksen kanssa osaltaan auttoi yhdysvaltalaisia osoittamaan uuden taudin (hantavirus pulmonary syndrome, johon liittyy noin 30 %:n kuolleisuus) hantaviruksen aiheuttamaksi. Pioneerihavaintomme osoitti, että *HLA-B*08- ja DRB1*0301*-geenien kantajilla on todennäköisimmin vakava Puumala-virusinfektio: matala verenpaine, vaikea trombosytopenia ja akuutti munuaisvaurio (13). Tämä oli ensimmäinen raportti, jossa tietty HLA-haplotyyppi liittyi akuutin virusinfektion vakavaan kulkuun.

Lisääntynyt hiussuonivuoto, fibrinolyysi ja komplementin aktivaatio kuuluvat myyräkuumeen patogeneesiin (14). Akuutin munuaisvaurion vaikeutta ennustaa hyvin taudin alkuvaiheessa otetun virtsan seulontatestin tulos. Trombosytopenian synnyssä keskeistä on trombosyyttien ja endoteelisolujen yhteisvaikutus. Ohimenevät EKG-muutokset sekä bradykardia ovat tavallisia löydöksiä. Kroonisia hormonivajauksia voi jäädä taudin jälkeen hypofyysivaurion myötä (15). Spesifistä hoitoa ei ole olemassa, mutta bradykiniinireseptorin estäjä ikatibantti saattaa olla tehokas lääke hyvin vaikeasti sairaiden potilaiden hoitoon (16). Rokotetta ei ole saatavilla länsimaissa.

Pogostantauti

Loppukesällä 1974 Ilomantsin kirkonkylällä, ”Pogostassa”, puhkesi erikoinen epidemia, kun nivelkipuisia potilaita piti kantaa tai tuoda pyörätuolilla terveyskeskukseen, eikä taudin aiheuttajaa tiedetty. Brummer-Korvenkontio osoitti ihottumana sekä nivel- ja lihaskipuina ilmenevän ”pogostantaudin” serologisesti yhdistyvän Sindbis-virukseen, jonka yhdysvaltalaisutkijat olivat eristäneet hyttysistä Niilin suistoalueelta vuonna 1952. Sama havainto saatiin myös länsinaapurin ”Ockelbo-sjukan” aiheuttajasta: Brummer-Korvenkontio ja Ilomantsin terveyskeskuslääkäri Pasi

Kuusisto tosin julkaisivat havaintonsa Suomen Lääkärilehdessä vuonna 1981, ruotsalaiset Marcus Skogh ja Åke Espmark Lancetissa vuonna 1982 (17,18). Etelä-Afrikassa Sindbis-viruseristys raportoitiin myös potilaasta.

Taudin pääoireet ovat epäsymmetriset nivel-, jänne- ja lihaskivut sekä näppyläinen, joskus vesikelloutuva ihottuma. Diagnoosi saadaan tutkimalla Sindbis-virusvasta-aineet, mutta ne tulevat osalla positiivisiksi vasta toisella sairausviikolla. Ennen 1950-lukua suomalaisilla ei ollut vielä vasta-aineita Sindbis-virukselle, mutta 1990-luvulle tultaessa lähes puolet iäkkäistä ilomantsilaismiehistä oli jo seropositiivisia (19,20). Vuoden 2002 pogostantautiepidemian potilaiden iho- ja verinäytteistä taudinaiheuttaja saatiin viimein eristettyä (21). Hyttysistä sitä oli eristetty aiemmin jo naapurimaista.

Geneettisesti pohjoismaiset ja eteläafrikkalaiset kannat ovat lähempänä toisiaan, ja viruksen arvellaan saapuneen Ruotsiin muuttolintujen mukana Afrikasta ennen toista maailmansotaa, Suomeen hieman myöhemmin (22). Virusta esiintyy luonnossa (hyttysissä, linnuissa) kautta Euraasian, Afrikan ja Australian, mutta vain meillä Suomessa tautia raportoidaan vuosittain jopa satojen tapausten epidemioina. Lisäksi sitä esiintyy ajoittain naapurimaissamme ja Etelä-Afrikassa.

Tauti on toki onneksi lievempi kuin lämpimimmillä alueilla ihmisten ja hyttysten välillä leviävä sukulaisviruksen aiheuttama chikungunya sekä usein akuutin vaiheen jälkeen nopeasti paraneva. Neljänneksellä pogostantautipotilasta on kuitenkin nivelkipuja vielä kolmen vuoden jälkeen, ja 15 %:lla ne ovat reumalääkärin tutkimuksessa todennettavissa (23). Oireinen Sindbis-virusinfektio liittyy nivelreumallekin altistavaan HLA_DRB1*01-alleeliin (24).

Vaikka tautia on mielletty ”itäsuomalaiseksi”, diagnooseja tehdään yleisesti Salpausselältä Pohjois-Pohjanmaalle. Mallintamalla maantieteellisesti koodattua ympäristö-, laji- ja ilmastodataa yhdessä tartuntatautitiedon kanssa voitiin päätellä, että ympäristön sopivuus virus-ta ihmiseen levittäville *Aedes cinereus*- ja *Aedes geminus*-hyttysille, metsäkanalintujen runsaus, sekametsien suuri osuus turvemilla sekä järven runsaus liittyvät pogostantaudin esiintymi-

seen. Vuonna 2021 julkaistu mallinnos vastasi myös viruksen levinneisyyttä, kun hiljaiselon jälkeen muutaman sadan tapauksen epidemia puhkesi Suomessa myöhemmin samana vuonna (25,26). Pogostantaudin niveloireisiin ei ole spesifistä hoitoa, eikä rokotettakaan ole. Serkutauti chikungunyaa vastaan rokote on tänä vuonna tullut Suomessakin saataville.

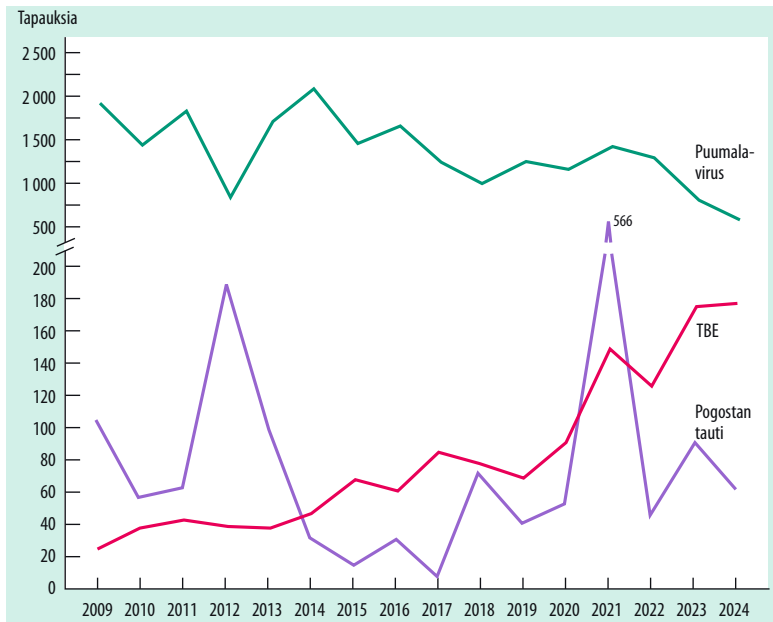
Puutiaisaivokuume

Suomessa nousi 1950-luvulla otsikoihin vakavaa enkefaliittia ja poliomaisia oireita aiheuttava tuntematon tauti, jota oli todettu kymmeniä tapauksia Ahvenanmaalla (39 vuonna 1950), erityisesti Kumlingessä, jonka mukaan se nimettiin Suomessa. Jo 1930-luvulla neuvostotutkija Mihail Tšumakov tovereineen oli eristänyt samantyyppisen mutta vielä vakavamman enkefaliitin aiheuttajan siperianpuutiaisista Kaukoidässä, ja rokotekin siihen oli valmistettu hiiren aivoissa.

Viruksen eurooppalainen alatyyppe eristettiin 1940-luvulla Tšekkoslovakiasta ja sittemmin muualta Euroopasta. Eurooppalainen TBE on tyypillisesti kaksivaiheinen. Noin viikon kuluttua punkinpuremasta esiintyy epäspesifinen kuumetauti, ja osalla tauti etenee noin kolmen viikon kuluttua puremasta uuteen kuumevaiheeseen, joka voi ilmetä meningiittinä tai meningoenkefaliittina – taikka myeliittinä, jolloin eurooppalaisessa tautimuodossa esiintyy diagnostisia TBEV-IgM-vasta-aineita. Kuolleisuus on 1–2 %, ja 10–30 %:lla raportoidaan neurologisia jälkioireita (27).

Helsingin yliopiston kansleriksi ja sittemmin arkkiatriksi edenneen Nils-Oker Blomin johdolla Suomessa ryhdyttiin tutkimaan punkkien ja hyttysten levittämiä tauteja, ja tähän saatiin Rockefeller-instituutilta 13 miljoonan markan apuraha vuonna 1958. Säätiö oli tukenut vastaavaa arbovirus-tutkimusta maailmalla. Brummer-Korvenkontio aloitti kenttätönsä lakanoimalla puutiaisia (*Ixodes ricinus*) kautta Kumlingen ja tutkimalla niitä, ja vuonna 1959 taudin aiheuttajakanta ”Kumlinge AS2” eristettiin hiiren aivoissa (28).

Jaakko Tuomen kanssa Brummer-Korvenkontio kartoitti myös Suomen – silloin vielä laiumilla enemmän puutiaisille altistuneet – nau-



KUVA 2. Myyräkuumeen, Pogostan taudin ja puutiaisaivokuumeen tapausmäärät (lähde: THL:n tartuntatautirekisteri).

takarjat TBEV-vasta-aineiden varalta, ja paitsi Ahvenanmaalta ja lounaissaaristosta positiivisia nautoja löytyi myös Kokkolan seudulta sekä Saimaan ja itärajan väliltä (29). Näiltä seuduilla löytyikin vuosikymmeniä puutiaisaivokuume-tapauksia, mutta taudin pääasiallisen esiintymiskeskittymän muodostivat Ahvenanmaa ja Turun saaristo. Suomi kokonaisuudessaan oli kuitenkin pitkään tämän taudin pohjoista reunaa-alue, ja diagnosoituja tapauksia oli vain muutama vuodessa (KUVA 2).

TBE-diagnoosit alkoivat selvästi lisääntyä vuosituhaten vaihteessa. Helsingissä ensimmäiset tapaukset havaittiin Isosaareissa, ja Kokkolan seudulla vakava tautirypäs paljastui siperianpuutiaisen levittämäksi viruksen siperialaiseksi alatyypiksi. Kyseistä puutiaislajia ei Suomesta ollut aiemmin havaittu (30). Sitten TBE:tä todettiin muun muassa ”maailman pohjoisimmassa fokuksessa” Simossa (31), jonka läheltä vasta-ainepositiivisia lehmiä löytyi jo vuosikymmeniä aiemmin, ja lisää keskittymiä on ilmaantunut eri puolille Suomea. TBE-viruksen kierto esitetään KUVASSA 3.

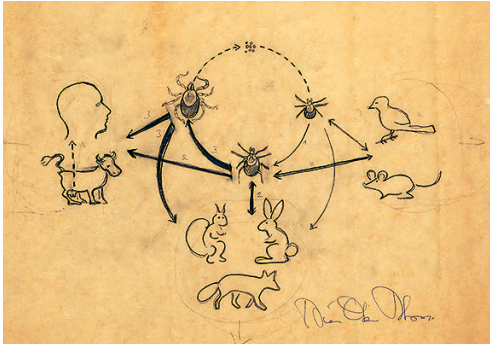
Turun yliopiston kansalaiskeräyksessä kartoitettiin myös kahden puutiaislajin (puutiainen ja siperianpuutiainen) levinneisyys (32). Virus on hypellyt lajista toiseen, ja puutiaislajit ovat myös lisääntyneet keskenään sekä muodostaneet hy-

bridijälkikasvua (33). TBE-tapausmäärät ovat runsastuneet kymmenistä noin kahteensataan vuodessa. Diagnostinen ongelma on, että siperialainen alatyypipi voi edetä nopeammin keskushermostoon, eikä vasta-aineita ehkä vielä löydy, vaikka potilaalla olisi jo enkefaliitti (34).

Spesifistä lääkettä ei ole, mutta tehokas formaliini-inaktivoitu rokote on ollut tarjolla vuosikymmeniä, ja rokotesuositukset ovat seuranneet uusia tautihavaintoja. TBE:n pesäkemäisen esiintymisen ekologia ja ilmastoriippuvuus ymmärretään puutteellisesti. Näyttää kuitenkin siltä, että vaikkapa Helsingin TBE-fokukset ovat muuttolintujen erikseen eri puolilta Eurooppaa kantamia pesäkkeitä, jotka ovat pysytelleet paikallaan ja erillisinä vuosikymmeniä (35).

Rabies

Rabieksen kuolee globaalisti 50 000–100 000 ihmistä vuosittain, ja paikoin se jopa lisääntyy, vaikka tähän sataprosenttisesti tappavaan enkefaliittiin on tarjolla Louis Pasteurin jo vuonna 1885 kehittämä, sekä ehkäisevä että altistuksen jälkeen pelastava rokotus. Suomestakin vesikauhaiselle eläimelle altistuneet ehtivät junalla Pariisiin (tai pian myös Pietariin) Pasteur-instituuttiin saamaan hengenpelastavaa rokotetta, ja Suomessa ”Pasteur-laitos” ryhtyi sitä tarjoamaan



KUVA 3. Puutiaisaiivotulehduksen (TBE) aiheuttajaviruksen kierto. Piirros: Nils Oker-Blom. Kuva on aiemmin julkaistu Markus Brummer-Korvenkontion teoksessa *Virusten ja prioninen luonnonhistoriaa* (50).

Helsingin Kruunuhaassa vuonna 1916 (36).

Rabiesvirus on Suomessa aiemmin tarttunut villeissä lihansyöjissä, erityisesti ketuissa ja supikoirissa. Yksilössä se leviää pureman yhteydessä lihaksen hermopäätteestä hermostoon, aiheuttaa kantajalleen letaalin enkefaliitin, päätyy sylkirauhaseen ja sieltä mahdolliseen uuteen puremaan (37). Suomessa se saatiin juurittua vuonna 1959 villieläinkontrollilla ja rokotuksin, kunnes se palasi vuosina 1988–1989.

Rabiesuhkaa torjutaan edelleen lentokoneesta levitettävien rokotesyöttien avulla itärajalla, eikä Suomessa ole villeissä maanisäkkäissä ollut rabiasta 35 vuoteen. Paikoin vesisiipoissa esiintyy kuitenkin EBLV-2-lepakkorabiesvirusta, ja Ruokaviraston tutkimuksissa isoviiksisiipasta löytyi uusi ”Kotalahti-virus” Leppävirralta (38). Altistuminen näille on kuitenkin varsin vähäistä, ja Euroopassa on ollut vuosikymmenien aikana vain pari todennettua ihmisen lepakkorabiestapausta, joista toinen oli lepakkotutkijan vuonna 1985 suomalaisesta vesisiipasta saama EBLV-2-tartunta (39).

Muuta zoonoottista viruskirjoa

Virustaudinaiheuttajien seulonta 1960-luvulla tuotti myös fleboviruksiin luokitellun Uukuniemi-viruksen eristyksen puutiaisista kyseisessä pitäjässä, mutta vaikka virus voikin infektoida nautoja, sitä ei pidetä patogeenisena (40). Hyttysistä Brummer-Korvenkontion ja Pekka Saikun työtovereineen eristämä ortobu-

nyavirus Inkoo-virus osoittautui sen sijaan jopa noin kolmasosan väestöstä infektoivaksi, ja se voi yhdessä Suomesta myöhemmin löytyneen serkkunsa hatangaviruksen (Khatanga virus) kanssa aiheuttaa – tosin harvoin – keskushermostoinfektioita (41,42).

Uudet sekvensointi- ja analyysimenetelmät ovat hiljattain mahdollistaneet luonnon viruskirjon tutkimisen uudella tehokkuudella, ja nykyään yksittäisten virusten sijaan voidaan puhua näytteen ”viromista”, kaikista tietyssä kudoksessa tai näytteessä esiintyvistä viruksista ja niiden perimästä.

Puutiaisissakin esiintyy runsaasti viruksia – osa niistä on erilaisia siperianpuutiaisella ja tavallisella puutiaisella samassakin pusikossa, osa taas jo vuosimiljoonien takaa yhteisiä. Vain pieni osa näistä näyttää voivan olla patogeenisiä, mutta esimerkiksi Kotkan saariston puutiaisista löytyi Alongshan-virusta (43), joka on Kiinassa yhdistetty TBE:n kaltaiseen meningiittiin. Suomalaisilla TBE-epäillyillä ei kuitenkaan ole havaittu vasta-aineita tätä virusta kohtaan.

Suomessa on 43 hyttyslajia (44). Yhdeksästä *Ochlerotatus*-hyttyslajista löysimme noin 140 todennäköisesti uutta RNA-virusta (45), jotka varmaankin ovat ihmisen terveydelle pääosin merkityksettömiä mutta osoittavat luonnon viruskirjon laajuuden ja monimutkaisuuden. Hantaviruksia löytyy paitsi jyrsijöistä myös hyönteissyöjistä ja lepakoista.

Myyristä löytyy myös Suomessa zoonoottista lehmärokkovirusta (46). Lehmärokkoinfektiot ovat hieman lisääntyneet, kun väestöä ei enää 1970-luvun lopun jälkeen ole rokotettu sukulaisviruksellaan vacciniaalla isorokkoa vastaan. Sama syy oli taustalla myös apinarokkoviruksen karkeaamiseen useammassa erässä reservoaaristaan Afrikassa ihmisestä toiseen tartuntaketjuiksi ja lopulta edelleen jatkuviksi epidemioiksi.

Lisäksi villeillä vesilinnuilla, erityisesti sorsalinnuilla on kautta maailman ollut influenssa A-virusta. Suomessakin joka kymmenes sorsa kantaa virusta, ja näistä se joskus ryöpsähtää jossain päin maailmaa nisäkkäisiin kiertämään. Mutatoituessaan tarhatuissa linnuissa ”korkeapatogeeniseksi” se voi edelleen matkata luonnonlintujen mukana (jotkin lajit kuitenkin kuolevat siihen), levitä siipikarjan mukana

tai tarttua villeihin lihansyöjiin. Se voi tarttua myös näiden lihansyöjien välillä, varsinkin jos ne ovat tiheästi tarhattuina, kuten saimme havaita Suomen vuoden 2023 laajassa turkistarhaepidemiassa (47).

Massiivisiin eläinten joukkokuolemiin verrattuna tartuntoja ihmisiin on kuitenkin maailmaa nyt jo 30 vuotta kiertäneessä lintuinfluenssaepidemiassa ollut onneksi vähän, eikä adaptaatiota ihmisten väliseen tartuntaankaan ole tapahtunut. Ja jos urbaanit rotat vielä lasketaan ”luonnoksi”, löytyy helsinkiläisrotista vaikkapa hepatiitti E -viruskantajia (48).

Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Suomen väestö asuu eurooppalaisittain alueella ja ilmastovyöhykkeellä, jossa luonnossa altistutaan hieman eri virusfloralle kuin muualla – Länsi-Niilin virusta ei löydy meiltä, vaikka se näyttää aiheuttavan laajempia epidemioita Euroopassa ja hivuttautuvan pohjoisemmaksi. Suomesta ei löydy ihminen-hyttynen-ihminen-tartuntaketjuissa trooppisia arbovirsuksia levittävää Aasian tiikeri-hyttystäkään, joka on myös levinnyt jo Hollannin korkeudelle. Kestää vielä vuosia tai vuosikymmeniä, ennen kuin nämä taudit ovat meillä muuta kuin matkailuun liittyviä riskejä, vaikka vaikuttavatkin esimerkiksi jo verenluovutukseen.

Pohjoisessa luonnossamme myyrien ja niitä saalistavien specialistipetojen lumitalviin liittyvät syklit tuottavat meillä usein kahtena syystalvena kolmesta runsaita myyräkantoja ja runsaasti myyräkuumetta, mutta ilmastonmuutos voi myös vähentää tätä: jos meille kehittyy Etelä-Ruotsin tai Baltian ilmasto, myyräkuume on näillä alueilla nykyisin harvinainen.

Pogostantaudin aiheuttajaa Sindbis-virusta esiintyy kautta Euraasian ja Afrikan, ja sen ärhäkkyys Suomessa voi liittyä sekä viruskantoihin että erityisiin luonnon ajureihin, joiden muutosten ennustaminen on vielä vaikeaa. TBE:n lisääntyminen ja tapausten löytyminen uusilta alueilta Suomessa jatkunee, mikä liittyy osin ilmastonmuutokseen: esiintymisalue työntyy pohjoisemmaksi mutta myös ylemmäksi vuoristossa Keski-Euroopassa. TBE:n hallinta edellyttääkin jatkuvaa rokotesuosituksen päivittämistä. TBEV:n reseptorin (LRP8 eli

Ydinasiat

- » Puumala-virus tarttuu yleisimmin syksyllä ja alkutalvesta metsämyyrän eritteistä ja aiheuttaa myyräkuumeen, joka oireilee alkuun kuumeena, pää- ja selkäsärkinä sekä vatsavaivoina.
- » Osalle myyräkuumeeseen sairastuneista kehittyy akuutti munuaisten vajaatoiminta.
- » Sindbis-viruksen aiheuttama pogostauti leviää hyttysenpistojen kautta syyskesällä ja aiheuttaa ihottumaa sekä nivel- ja lihaskipuja, jotka voivat joillakin potilailla pitkittyä.
- » Puutiaisaivotulehdus (TBE) yleistyy ja leviää Suomessa uusille alueille sekä saattaa edetä epäspesifisen kuumetaudin jälkeen meningiitiksi, enkefaliitiksi tai myeliitiksi.
- » Näiden infektioiden diagnosointi perustuu vasta-aineosoitukseen – vain TBE:hen on tarjolla rokote.

ApoER2) löytyminen äskettäin voinee edistää hoitojen kehittämistä (49).

Lopuksi

Jotkin mystiset taudit ovat olleet etiologiaa vaila ja saaneet virusaiheuttajansa, toisinaan taas virus on ensin löytynyt luonnosta ja tautiasso-siaatio ilmennyt myöhemmin. Ihmisen, eläinten ja ympäristön monimutkaiseen terveyden kolmiyhteyteen (One Health eli yhteinen terveys) liittyy lukuisia tekijöitä, joista ihmiseen luonnosta eksyvät virukset ovat ajoittain näkyvä osa. Suomessa on omalaatuinen kokoelma taudinaiheuttajia, joita on kuitenkin opittu ennakoida ja diagnosoida sekä osin hoitamaan ja ehkäisemäänkin. ■

Omistamme tämän katsauksen alan pioneerin professori Markus Brummer-Korvenkontion (1931–2024) muistolle.

OLLI VAPALAHTI, LT, zoonoosivirologian professori, klinisen mikrobiologian erikoislääkäri
Helsingin yliopisto, HUS Diagnostiikkakeskus

ANTTI VAHERI, LKT, virologian emeritusprofessori
Helsingin yliopisto

KIRJALLISUUTTA

- Mustonen J, Vaheeri A, Vapalahti O, ym. Laaja myyräkuume-epidemia Sallan rintamalla vuonna 1942. *Duodecim* 2022;138:331–5.
- Lähdevirta J. Nephropathia epidemica in Finland. A clinical histological and epidemiological study. *Ann Clin Res* 1971;3:1–54.
- Gajdusek DC. Virus hemorrhagic fevers. Special reference to hemorrhagic fever with renal syndrome (epidemic hemorrhagic fever). *J Pediatr* 1962;60:841–57.
- Lee HW, Lee PW, Johnson KM. Isolation of the etiologic agent of Korean Hemorrhagic fever. *J Infect Dis* 1978;137:298–308.
- Brummer-Korvenkontio M, Vaheeri A, Hovi T, ym. Nephropathia epidemica: detection of antigen in bank voles and serologic diagnosis of human infection. *J Infect Dis* 1980;141:131–4.
- Schmaljohn CS, Hasty SE, Dalrymple JM, ym. Antigenic and genetic properties of viruses linked to hemorrhagic fever with renal syndrome. *Science* 1985;227:1041–4.
- Vapalahti O, Mustonen J, Lundkvist A, ym. Hantavirus infections in Europe. *Lancet Infect Dis* 2003;10:653–61.
- Jonsson CB, Figueiredo LT, Vapalahti O. A global perspective on hantavirus ecology, epidemiology, and disease. *Clin Microbiol Rev* 2010;23:412–41.
- Vaheeri A, Strandin T, Hepojoki J, ym. Uncovering the mysteries of hantavirus infections. *Nature Rev Microbiol* 2013;11:539–50.
- Mustonen J, Mäkelä S, Outinen T, ym. The pathogenesis of nephropathia epidemica: new knowledge and unanswered questions. *Antiviral Res* 2031;100:589–604.
- Vaheeri A, Henttonen H, Mustonen J. Hantavirus research in Finland: highlights and perspectives. *Viruses* 2021;13:1452.
- Vaheeri A, Vapalahti O, Plyusnin A. How to diagnose hantavirus infections and detect them in rodents and insectivores. *Rev Med Virol* 2008;18:277–88.
- Mustonen J, Partanen J, Kanerva M, ym. Genetic susceptibility to severe course of nephropathia epidemica caused by Puumala hantavirus. *Kidney Int* 1996;49:217–21.
- Mustonen J, Strandin T, Mäkelä S, ym. Myyräkuume – mitä uutta? *Duodecim* 2020;136:1668–74.
- Hautala T, Sironen T, Vapalahti O, ym. Hypophyseal hemorrhage and panhypopituitarism during Puumala virus infection: magnetic resonance imaging and detection of viral antigen in the hypophysis. *Clin Infect Dis* 2002;35:96–101.
- Mustonen J, Anttonen J, Vaheeri A. Ictibant in viral infections. *Infect Dis (Lond)* 2023;55:444–5.
- Brummer-Korvenkontio M, Kuusisto P. Onko Suomen länsiosa säästynyt ”Pogostalta”? *Suom Lääkäril* 1981;36:2606–7.
- Skogh M, Espmark Å. Ockelbo disease: epidemic arthritis-exanthema syndrome in Sweden caused by Sindbis-virus like agent. *Lancet* 1982;1:795–6.
- Brummer-Korvenkontio M, Vapalahti O, Kuusisto P, ym. Epidemiology of Sindbis virus infections in Finland 1981–96: possible factors explaining a peculiar disease pattern. *Epidemiol Infect* 2002;129:335–45.
- Adouchief S, Smura T, Sane J, ym. Sindbis virus as a human pathogen-epidemiology, clinical picture and pathogenesis. *Rev Med Virol* 2016;26:221–41.
- Kurkela S, Manni T, Vaheeri A, ym. Causative agent of Pogosta disease isolated from blood and skin lesions. *Emerg Infect Dis* 2004;10:889–94.
- Ling J, Smura T, Lundström JO, ym. Introduction and dispersal of Sindbis virus from Central Africa to Europe. *J Virol* 2019;93:e00620-19.
- Kurkela S, Helve T, Vaheeri A, ym. Arthritis and arthralgia three years after Sindbis virus infection: clinical follow-up of a cohort of 49 patients. *Scand J Infect Dis* 2008;40:167–73.
- Sane J, Kurkela S, Lokki ML, ym. Clinical Sindbis alphavirus infection is associated with HLA-DRB1*01 allele and production of autoantibodies. *Clin Infect Dis* 2012;55:358–63.
- Uusitalo R, Siljander M, Culverwell CL, ym. Predicting spatial patterns of Sindbis virus (SINV) infection risk in Finland using vector, host and environmental data. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:7064.
- Suvanto MT, Uusitalo R, Otte Im Kampe E, ym. Sindbis virus outbreak and evidence for geographical expansion in Finland, 2021. *Euro Surveill* 2022;27:2200580.
- Lindquist L, Vapalahti O. Tick-borne encephalitis. *Lancet* 2008;371:1861–71.
- Brummer-Korvenkontio M, Saikku P, Korhonen P, ym. Arboviruses in Finland. I. Isolation of tick-borne encephalitis (TBE) virus from arthropods, vertebrates, and patients. *Am J Trop Med Hyg* 1973;22:382–9.
- Tuomi J, Brummer-Korvenkontio M. Antibodies against viruses of the tick-borne encephalitis group in cattle sera in Finland. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1965;43:149–54.
- Jääskeläinen AE, Tikkaoski T, Uzcátegui NY, ym. Siberian subtype tickborne encephalitis virus, Finland. *Emerg Infect Dis* 2006;12:1568–71.
- Jääskeläinen AE, Tonteri E, Sironen T, ym. European subtype tick-borne encephalitis virus in Ixodes persulcatus ticks. *Emerg Infect Dis* 2011;17:323–5.
- Laaksonen M, Sajanti E, Sormunen JJ, ym. Crowdsourcing-based nationwide tick collection reveals the distribution of Ixodes ricinus and I. persulcatus and associated pathogens in Finland. *Emerg Microbes Infect* 2017;6:e31.
- Alale TY, Sormunen JJ, Vesterinen EJ, ym. Genomic signatures of hybridization between Ixodes ricinus and Ixodes persulcatus in natural populations. *Ecol Evol* 2024;14:e11415.
- Jääskeläinen A, Tonteri E, Pieninkeroinen I, ym. Siberian subtype tick-borne encephalitis virus in Ixodes ricinus in a newly emerged focus, Finland. *Ticks Tick Borne Dis* 2016;7:216–23.
- Smura T, Tonteri E, Jääskeläinen A, ym. Recent establishment of tick-borne encephalitis foci with distinct viral lineages in the Helsinki area, Finland. *Emerg Microbes Infect* 2019;8:675–83.
- Mäkinen L. Vesikauhun saastuttama Suomi. Pro gradu. Tampere: Tampereen yliopisto 2020.
- Vapalahti O, Kainulainen K, Järvinen A, ym. Zoonoosi- ja arboviruset. Kirjassa: Lääketieteellinen mikrobiologia. Helsinki: Kustannus oy Duodecim 2020.
- Nokireki T, Tammiranta N, Kokkonen UM, ym. Tentative novel lyssavirus in a bat in Finland. *Transbound Emerg Dis* 2018;65:593–6.
- Lumio J, Hillbom M, Roine R, ym. Human rabies of bat origin in Europe. *Lancet* 1986;15:378.
- Pettersson RF, Hewlett MJ, Baltimore D, ym. The genome of Uukuniemi virus consists of three unique RNA segments. *Cell* 1977;11:51–63.
- Brummer-Korvenkontio M, Saikku P, Korhonen P, ym. Arboviruses in Finland. IV. Isolation and characterization of Inkoo virus, a Finnish representative of the California group. *Am J Trop Med Hyg* 1973;22:404–13.
- Putkuri N, Kantele A, Levanov L, ym. Acute human Inkoo and Chatanga virus infections, Finland. *Emerg Infect Dis* 2016;22:810–7.
- Kuivanen S, Levanov L, Kareinen L, ym. Detection of novel tick-borne pathogen, Alongshan virus, in Ixodes ricinus ticks, south-eastern Finland, 2019. *Euro Surveill* 2019;24:1900394.
- Culverwell CL, Uusitalo RJ, Korhonen EM, ym. The mosquitoes of Finland: updated distributions and bionomics. *Med Vet Entomol* 2021;35:1–29.
- Truong Nguyen PT, Culverwell CL, Suvanto MT, ym. Characterisation of the RNA virome of nine Ochlerotatus species in Finland. *Viruses* 2022;14:1489.
- Pelkonen PM, Tarvainen K, Hynninen A, ym. Cowpox with severe generalized eruption, Finland. *Emerg Infect Dis* 2003;9:1458–61.
- Kareinen L, Tammiranta N, Kauppinen A, ym. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infections on fur farms connected to mass mortalities of black-headed gulls, Finland, July to October 2023. *Euro Surveill* 2024;29:2400063.
- Aivelo T, Alburkat H, Suomalainen N, ym. Potentially zoonotic pathogens and parasites in opportunistically sourced urban brown rats (Rattus norvegicus) in and around Helsinki, Finland, 2018 to 2023. *Euro Surveill* 2024;29:2400031.
- Mittler E, Tse AL, Tran PT, ym. LRP8 is a receptor for tick-borne encephalitis virus. *Nature* 2025;646:945–52.
- Brummer-Korvenkontio M. Virusten ja prionien luonnonhistoriaa: myyräkuumeesta SARS:iin, ebolasta AIDS:iin ja arbovirusista lintuinfluenssaan. Helsinki: Yliopistopaino 2007.

VASTUUTOIMITTAJA

Seppo Meri

SIDONNAISUUDET

Olli Vapalahti: Apuraha (Biological E), luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Reagena LTD, Bavaria Nordic, Pfizer, Takeda), muut sidonnaisuudet (Reagena LTD)

Antti Vaheeri: Ei sidonnaisuuksia