

## Puolihulluksi peipposesta – linnut tautien levittäjinä

Muuttolintujen läntinen Euraasian lentolinja kulkee Suomen kautta. Mukana kulkevat myös monet salamatkustajat – höyhenissä punkkeja, suolistossa bakteereita ja veressä viruksia, borrelioita ja alkueläimiä. Lintujen levittämiä tai kantamia infektioitauteja ovat muun muassa neuroborrelioosi, kampylobakterioosi, salmonelloosit, pogostantauti, papukajatauti ja influenssa. Lintujen korkea ruumiinlämpötila suosii esimerkiksi *Borrelia garinii*- ja *Campylobacter jejuni*-bakteereita sekä eräitä virusinfektioita. Ihmiseen infektiot voivat levitä ulosteiden, punkkien ja hyttysten tai epähygieenisesti valmistettujen ruokien välityksellä. Ulosteista peräisin olevat bakteerit tai kryptosporidit voivat saastuttaa vesilähteitä. Lintuperäiset tautiepidemiat ovat kuitenkin verraten harvinaisia. Mielenkiintoisia mutta toistaiseksi vähän tutkittuja ovat lintujen omat infektiot, muun muassa Newcastle-virus, lintujen malaria sekä erot lintujen ja muiden eläinlajien alttiuksissa saada infektioita.

**Lintujen lajikirjo** on ällistyttävän laaja – kuten myös mikrobien, joita linnut voivat levittää. Linnuista ihmiseen siirtyvät infektiot ovat zoonooseja, koska aiheuttajina ovat mikrobit tartuttavat sekä ihmisiä että eläimiä. Linnut ovat suhteellisen pitkäikäisiä ja kuljettavat mukanaan mikrobeja, joita ne saattavat levittää laajoille alueille. Erityisesti siirtymisiä tapahtuu muuttoliikenteessä pohjois-eteläsuunnassa. Useimmat linnut eivät kykene lentämään pitkiä matkoja itä-länsisuunnassa, varsinkaan

valtamerten yli. Tämä vaikuttaa muun muassa siihen, että Pohjois-Amerikassa borreliabakteerien ja lintujen alkueläinikirjot ovat erilaisia kuin Euraasiassa. Yhtenäiset lentoreitit ja pysähtymiset samoilla alueilla edesauttavat eri mikrobien siirtymisiä linnuista toisiin. Osa siirtyy ulosteen välityksellä nokan kautta ja osa vektoreiden kuten hyttysten ja punkkien välityksellä. Mikrobien siirtymisen lisäksi lintujen kantamien mikrobien kirjoa lisäävät mikrobien plasmidien horisontaaliset siirtymiset mikrobista toiseen saman isäntälinnun elimistössä. Näin voi muodostua uudenlaisia mikrobi- tai viruskantoja, joiden taudinaiheuttamiskyky muihin eläinlajeihin on tehostunut. Lintujen pysähdyspaikat houkuttelevat myös haaskalintuja, jyrssiöitä ja muita raadonsyöjiä, joille pitkästä vaelluksesta nääntyneet lintuparatkin kelpaavat ruoaksi. Linnut itse eivät useinkaan sairastu helposti niihin infektioitauteihin, joita ne levittävät. Siksi ne voivat siirtää taudinaiheuttajia Suomeen esimerkiksi Pohjois-Afrikasta, Etelä- ja Keski-Euroopasta tai Lähi-idästä.

Lintujen kautta saatujen taudinaiheuttajien kirjo on varsin laaja. Mikrobit voivat siirtyä linnuista niissä tapahtuvan aktiivisen lisääntymisen jälkeen tai passiivisesti kulkeutumalla lintujen mukana. Luonnon linnuista voi saada esimerkiksi *Salmonella enterica*- tai kampylobakteeri-infektion tai Länsi-Niilin virusinfektion. Harvinaisia ovat vaarallinen lintuinfluenssainfektio, kolerabakteeri tai lintutuberkuloosi (*Mycobacterium avium paratuberculosis*). Passiivisesti lintujen mukana kulkeutuvat punkit eli puutiaiset sekä niiden sisällä olevat mikrobit (borreliat, *Babesia* ja *Ehrlichia*) (**KUVA 1**). Borreliat, etenkin *B. ga-*



**KUVA 1.** Kaksi punkkia satakielen silmän ympärillä. (Kuva: Aleksi Lehikoinen, Hangon lintuasemalla kesäkuussa 2009).

*rinii* -spirokeetat, tartuttavat lintuja ja siirtyvät linnun veren välityksellä punkkeihin ja niistä punkin seuraavan kehitysvaiheen aikana ihmiseen. Myös kohtalaisen viattomat lintukirput voivat hypähtää linnuista tai lintujen pesistä niitä tutkaileviin ihmisiin.

Tartuntoja voi saada hyvin monenlaisista linnuista. Eri lintulajeja on maailmassa noin 8 700, ja Suomestakin on havaittu luonnossa lähes 500 eri lajia. Kasvatettuja talouslintuja, joihin monilla alueilla Euroopassa on levinnyt salmonella tai kampylobakteeri, ovat kanat (broilerit), kalkkunat, hanhet, ankat ja fasaanit. Metsästettyjä riistalintuja ovat esimerkiksi sorsalinnut, hanhet, pyyt, sepelkyyhkyt, riekot ja teeret. Huonon hygienian myötä linnuista tai niiden munista saattavat saada ulostebakteeritartunnan joko kokki, ruokailijat tai molemmat. Kotieläinlintuja ovat muun muassa kanarialinnut, papukajijat, undulaatit ja kaka-dut. Niiden mahdollisesti ja yleensä aerosolimuo-dossa levittämiä infektioita ovat psittakoosi eli papukajijatauti ja eräät sieni-infektiot (histoplasmoosi, kryptokokkoosi). Luonnonlinnut jättävät jätöksiansä lintulaudoille, laitureille ja puutarhakalusteisiin. Niistä saadut infektioitartunnat ovat harvinaisia, mutta luonnollisesti suoria feko-oraaliteitse tapahtuvia tartuntoja on syytä välttää.

## Neuroborrelioosi – puolihulluksi peipposesta

Linnut toimivat reservoaarieläiminä borrelioille, erityisesti *B. garinii* -lajille, mutta muitakin borreliolajeja (*B. burgdorferi*, *B. afzelii*) on tavattu linnuista. Borreliat ovat spirokeettoja, jotka siirtyvät linnusta ihmiseen puutiaisten välityksellä. Suomessa tärkein vektori on *Ixodes ricinus*, mutta myös *I. persulcatus* eli niin sanottu taigapunkki voi levittää borrelioita. Punkit levittävät borreliosin lisäksi puutiais-aivokuumetta (tick-borne

encephalitis, TBE), riketsiabakteereja (*Ehrlichia* tai *Anaplasma*), *Babesia*-alkueläimiä ja mahdollisesti tularemiaa (aiheuttajana *Francisella tularensis* -bakteeri). Lintujen ei tiedetä toimineen puutiaisaivuumeen reservoaarina, mutta riketsioita ja babesioita linnut kyllä kantavat.

*B. garinii* -lajin borreliat kykenevät lisääntymään linnuissa. Niitä tavataan eri lintulajeista, esimerkiksi tiaisista, peipoista, rastaista (mustarastas ja laulurastas) ja lokeista (KUVAT 2 JA 3). Vaikka borrelioita löytyy myös merilinnuista, pääosa tartunnoista on peräisin enimmäkseen mantereilla oleilevista linnuista (1). Toista tavallista borreliolajia *B. afzelii* tavataan pääasiassa jyrksijöistä mutta ei juurikaan linnuista.

Borreliabakteerit pysyvät punkeissa näiden muuntautuessa alkuvaiheen toukista eli larvoista nymfeiksi ja sitten aikuisiksi. Kussakin kehitysvaiheessa punkkien on saatava veriatertia kierron seuraavaan vaiheeseen päästäkseen. Veriatertian yhteydessä bakteerit voivat siirtyä uuteen isäntään. Ihmisen infektioita eivät välitä ainoastaan aikuiset puutiaiset vaan myös usein huomaamattoman pienet larvat ja nymfit, jotka ovat linnuissa tavallisimmin esiintyvät puutiaismuodot. Ympäristön lämpötila vaikuttaa merkittävästi paitsi puutiaisen kehittymiseen myös borreliabakteerien omi-

naisuuksiin. Nymfit ja aikuiset punkit alkavat hakea uusia isäntiään huhti–toukokuussa Lounais- ja Etelä-Suomen alueilla. Bakteerit tuottavat hengissä säilymiselleen tärkeitä virulenssitekijöitä, esimerkiksi OspE-pintaproteiinia, siirtymään lämmenveristen eläinten kuten lintujen tai ihmisen kudoksiin (2).

Neuroborreliosia aiheuttavat ensisijaisesti *B. garinii* -bakteerit. Toissijaisesti keskushermosto-oireilua voivat aiheuttaa muutkin borrelialajit. *Borrelia garinii* -kantojen laaja monimuotoisuus johtuu siitä, että lintujen kautta bakteerit kiertävät laajoilla alueilla, mikä tarjoaa mahdollisuuksia eri kantojen leviämiseen ja geenien siirtymisiin eri bakteerien välillä. Horisontaalisen geeninsiirron välityksellä bakteerikannat vaihtelevat keskenään virulenssiplasmideja, joiden tuotteen avulla bakteerit pystyvät selviämään isäntäeläimissään pitkiä aikoja. Spirokeettabakteerit ovatkin aikojen saatossa oppineet väistämään hyvin muun muassa ihmisen ja eri isäntäeläinten immuunijärjestelmää, esimerkiksi vasta-aineiden välittämää ja suoraa komplementtitappoa. Virulenssiplasmidien määrä on poikkeuksellisen suuri, ja niiden geenit muodostavat noin puolet koko bakteerin genomista. Toisin kuin muilla borrelialajeilla, *Borrelia gariniilla* on useita eri serotyyppejä, jotka poikkeavat merkittävästi toisistaan. Serotyyppi 4 on katsottu muista sen verran poikkeavaksi, että se on nimetty uudeksi lajiksi nimeltään *B. bavarensis* (3).

Siihen nähden, kuinka tärkeä *Borrelia garinii* -bakteeri neuroborreliosin aiheuttajana on, sitä on tutkittu hämmästyttävän vähän. Kyseessä on kuitenkin yksi maamme tärkeimmistä infektio-ongelmista. Tarkkoja lukuja taudin esiintyvyydestä Suomessa ei ole, mutta varovainen arvio on, että uusia tautitapauksia tavataan vuosittain ainakin 2 000. Tartuntatautirekisteriin ilmoitettuja borreliositapauksia oli 1 707 vuonna 2013 (THL, Tartuntatautirekisteri). Taudin sekundaarivaiheen oireita ovat erilaiset neurologiset oireet, esimerkiksi kasvohermohalvaus, päänsärky ja muut kipuoireyhtymät. Diagnoosi edellyttää tautiin viittaavien oireiden ja mahdollisen punkinpiston sekä alkuvaiheen erythema migrans -löy-

## YDINASIA

- ▶ Infektioita voi siirtyä linnuista ihmiseen ulosteiden, sisäänhengityksen, lihavalmisteen tai vektoreiden kuten hyttysten ja punkkien välityksellä.
- ▶ Lintujen levittämistä infektio-taudeista tärkeimmät ovat neuroborreliosia, suolistoinfektiot kuten kampylobakteeri ja salmonella, eräät aivokuumeet, papukaijatauti ja influenssa.
- ▶ Lintuperäisiltä infektioilta voi suojautua hyvän ruokahygienian avulla, välttämällä ulostekontakteja sekä torjumalla hyttysten ja punkkien pistoja.

döksen lisäksi spesifisten vasta-aineiden toteamista tai positiivista PCR-löydöstä (4). Vastaaineet on tärkeää tutkia myös aivo-selkäydinnesteestä. Neuroborreliosia hoidetaan kolmen viikon keftriaksonikuurilla (2 g/vrk suoneen). Tarvittaessa hoitoa jatketaan amoksisilliinillä tai doksisykliinilääkityksellä suun kautta 1–3 kuukauden ajan. Vaihtoehtoisesti käytetään pelkästään lääkitystä suun kautta. Oireiden häviäminen voi olla hidasta, mikä saattaa johtua tautiin liittyvästä immunologisesta reaktiosta tai jo syntyneestä keskushermostovauriosta.

### Västäräkistä vatsanväänneitä – suolistotaudit

Siihen nähden, kuinka paljon lokit ynnä muut linnut jättävät jäljään laitureille, pöydille ja lautasille, ei näistä saatuja infektio-tartuntoja ole paljoa kuvattu. Linnuthan voivat kantaa mikrobilääkeresistenttejä bakteereita, esimerkiksi *Escherichia colia* ja muita suolistotautibakteereita, kuten salmonellaa ja kampylobakteereita. Näiden aiheuttamat epidemiat ovat mahdollisia lähinnä vain, jos linnun ulostetta joutuu ruoka-aineisiin tai vesilähteisiin. Kanafarmeilta peräisin olevat infektoituneet broilerit ovat salmonellojen ja kampylobakteerien tavallisin lähde. Enterohemorraginen *E. coli* -tartunta (EHEC) puolestaan on tavallisimmin peräisin naudan ulosteista, joita joutuu esimerkiksi kasteluveteen, tai huonosti kyp-



Kuva: Jukkapekka Jousimaa

sennetyistä lihavalmisteista. Karjaan EHEC-bakteerit ovat voineet siirtyä niiden syömästä ruohosta, jossa on ollut lintujen ulosteita. Linnut puolestaan voivat saada bakteerin itseensä kaapimalla pelloilta nautojen ulosteita etsiesään matoja.

Broilerikasvattamoilta peräisin oleva *Salmonella enterica* tai kamylobakteeri leviävät tavallisimmin ruoanvalmistuksessa, mikäli alkuperäinen linturuokavalmiste on saastunut bakteereista. Suomessa lintukasvattamoita valvotaan salmonella- ja kamylobakteeri-infektioiden varalta, mutta silti tartunnat ulkomailta lintutuottajilta saaduista broilereista ovat melko tavallisia. Turistien tuliaisina saapuu usein myös kamylobakteeri- ja salmonellainfektioita. Tartunnan voi saada paitsi huonosti kypsennetystä kananlihasta, myös maksapateesta tai ruoanvalmistuksen yhteydessä. Myös luonnon linnuissa esiintyy kamylobakteeria, ja kuten borreliat, myös kamylobakteerit ovat huomattavan lintulajispesifisiä (5). Tartunta ei riipu alueesta, jolla linnut esiintyvät, vaan nimenomaan lintulajista. THL:n Tartuntatautirekisterin mukaan vuonna 2013 raportoitiin 4 064 kamylobakteeri- ja 1 987 salmonellainfektioita.

Kamylobakteerit (*C. jejuni* ja *C. coli*) aiheuttavat suolistoinfektioita. Taudin itämisaika on selvästi pidempi (3 vrk) kuin enterotoksigeenisilla *E. coli*lla (ETEC) (1–2 vrk) ja hieman pidempi kuin salmonelloilla (noin 2 vrk). Ripuli ja vatsakivut kestävät tavallisimmin 2–4 vrk, ja tautiin liittyy usein kuumeilua. Kuumeilu suosii bakteerikasvua, koska laboratorio-oloissa bakteerin optimikasvulämpötila

on 41–42 °C. Bakteerin erittyminen voi jatkua vielä 2–3 viikon ajan, mutta jatkuva kantajuus on harvinaista. Myös sekundaaritartunnat ovat suhteellisen harvinaisia. Jälkitautilta voi esiintyä reaktiivista artriittia tai Guillain–Barrén oireyhtymää. Jollei erityistä syytä ole, sen enempää kamylobakteeri- kuin salmonellainfektioonkaan sairastuneille ei suositella mikrobilääkehoitoa, koska infektiot paranevat luonnostaan. Linnuilla kamylobakteerit elävät suolistossa, eivätkä ne yleensä, mahdollista lievää ihottumaa lukuun ottamatta, aiheuta lintujen omia tauteja tai heikennä poikastuotavuutta.

Yksittäisessä keittiössä parasta suolistotautien ehkäisyä lintuaterian valmistamisessa on hyvän hygienian noudattaminen, käytettyjen välineiden pesu ja ruokavalmisteiden kunnollinen kypsentyminen. Sairastuneiden henkilöiden on syytä pitää hyvää huolta käsihygieniasta. Yleisesti tärkeää on ruokaketjun valvonta kasvattamoilta myymälöihin.

## Kalkkunat ja kryptosporidioosi

Kryptosporidioosi tunnistettiin hiiristä Yhdysvalloissa yli 100 vuotta sitten (6). Sittemmin sitä on tavattu kalkkunoista ison hengitystieinfektioepidemian aiheuttajana, kanoilta ja muun muassa naurulokeilta (KUVA 3). Kryptosporidit ovat pieniä itiöeläimiä, ja siten malarialoisen sukulaisia. Lajeja on useita, mutta tavallisimmat ihmisistä tartuttavat lajit ovat *Cryptosporidium parvum* ja *C. hominis*. Sekä ihmisistä että lintuja tartuttava laji on *C. meleagridis*. Kryptosporidiumin kierto tapahtuu kokonaisuudessaan suoliston epiteelisoluissa. Tartunta saadaan ulosteeseen erittyvistä ookystista, joita voi levitä ruokatarvikkeisiin, erityisesti salaatteihin ja marjoihin muun muassa lintujen ulosteen saastuttaman kasteluveden välityksellä. Kryptosporidium aiheuttaa suoliston epiteelisoluvaurion seurauksena vesiripulin, joka yleensä paranee itsestään. Immuunipuutteisilla, muun muassa HIV-infektoituneilla, on riski saada yleistynyt infektio, koska kryptosporidit voivat tartuttaa muun muassa keuhkojen epiteelisoluja. Myös ripuli on heillä paljon rajuoisempi.



Tartuntatautirekisterin mukaan ihmisen *Cryptosporidium*-infektioita rekisteröidään Suomessa vuosittain 10–20. Todennäköisesti tartuntojen lukumäärä on suurempi, koska loisen toteamiseen vaaditaan erikoistutkimuksia. Tartunnan voi saada talousvedestä ja elintarvikkeista (8). Itämisaika on 4–12 vrk ja vesiripulioireet kestävät yleensä 2–4 vrk. Historiaan on jäänyt yksi suurimmista infektiopidemiosta Yhdysvalloissa, kun lähes koko Milwaukeeen kaupungin väestö, yli 400 000 henkilöä sai juomavedestä oireisen tartunnan (9). Immuunipuutteisia henkilöitä menehtyi yleistyneeseen infektiin. Vuonna 2010 Ruotsissa Östersundissa sairastui juomavedestä yli 12 000 henkilöä kryptosporidioosiin (10). Suomesta on todettu elintarvikeperäiset epidemiat lounasravintolassa vuonna 2008 ja ravintolassa sekä kylpylähotellissa vuonna 2012 (11, 12).

## Pääskysistä päänsärkyä – lintujen levittämät virusinfektiot

Virusia, joiden reservoaari on linnuissa mutta joista ne siirtyvät hyttysten välityksellä ihmiseen, ovat muun muassa Länsi-Niilin flavivirus ja pogostantautia aiheuttava Sindbis-alfavirus. Lintujen, erityisesti haikaroiden, on arveltu kantavan myös Japanin aivotulehdusvirusta, joka on viime aikoina levinnyt laajoille alueille Aasiassa. Tämä virus aiheuttaa vakavan keskushermostoinfektion, jolta voi suojautua rokotteella.

Länsi-Niilin virusta ei ole tavattu Suomesta, mutta maailmalla se on aiheuttanut laajahkoja kuumetauti-, aivokalvotulehdus- tai meningoenkefaliittiepidemioita. Viruksen väli-isäntinä ovat linnut ja hevoset, joille voi kehittyä oireinen infektiio. Virusta on alun perin havaittu Afrikassa, Lähi-idässä ja Euroopassa, mutta sittemmin sen on todettu siirty-

neen Uudelle mantereelle ja aiheuttaneen siellä vakavia infektioita muun muassa New Yorkissa.

Pogostantautia levittävät loppukesällä tavattavat ja päiväsaikaan tartuttavat *Culex*- ja *Culiseta*-hyttyset. Ilomantsissa (karjalan kielellä Pogosta) havaittiin 1970-luvulla Suomen ensimmäiset pogostantautitapaukset. Tautia tavataan erityisesti Itä- ja Keski-Suomessa. Taudin oireita ovat punapilkkuinen ihottuma ja suurten nivelten tulehdukset. Pogostantautia aiheuttavan Sindbis-viruksen arvellaan leviävän muuttolintujen mukana, ja virusta on tavattu metsäkanalinnuissa. Ihmisille se aiheuttaa infektioita erityisesti elo–syyskuussa. Sairastuneiden määrä vaihtelee vuodesta toiseen: tavallisesti heitä on joitain kymmeniä, enimmillään noin 1 000 vuosittain. Tauti paranee itseksensä, ja sitä voi ehkäistä hyttysenpistoja välttämällä.

Newcastlen tauti on esimerkki lintujen vakavasta virusinfektiosta, johon kuolleisuus voi kanaloissa olla erittäin korkea, yli 80 %. Suomessa tätä paramyxovirusta 1 on havaittu vesilinnuista, fasaaneista, kalkkunoista sekä kesy- ja harrastekyyhkyistä (13, 14). Ihmisellä viruksen reseptoreita on silmässä, joten se voi aiheuttaa silmän sidekalvon tulehdusta. Eläimille virusta vastaan on olemassa elävä heikennetty rokote. Suomessa pyritään torjumaan lintujen tautia ilman rokotuksia.



**KUVA 2.** Kirjoittaja ja lapintiainen (kuva: Markku Kallio).



KUVA 3. Naurulokki (kuva: Jukkapekka Jousimaa).

## Pekingin anka ja lintuinfluenssa

Mao Tse-tungin aikaan miljoonien pääskyjen päivät päättyivät suuressa kampanjassa 1957. Sitten satoja miljoonia siivekkäitä – kanoja, hanhia ja ankoja – on Aasiassa päässyt hengestänsä lintuinfluenssan leviämistä ehkäistäessä. Vaarallisen lintuinfluenssan saattavat aiheuttaa muun muassa H5N1-virus sekä H7- tai H9-hemagglutiiniineja sisältävät virukset. Uhkana ovat virusten leviäminen laajoille alueille ja ihmisiin kohdistuvat tartunnat, joista ensimmäinen todettiin Hong Kongissa vuonna 1997 (15). H5N1-viruksen reseptoria on havaittu vain ihmisen hengitysteiden alaosissa. Siksi virusta pitäisi tartunnan saamiseksi hengittää syväälle keuhkoihin suurempia määriä. Näin infektiot eivät helposti tartu ihmisiin, mutta tapauksissa, joissa tartunta on saatu potilaan lähikontakteista lintujen kanssa, potilaat ovat usein menehtyneet. Lähimmäksi Suomea virus on tullut Tanskaan, jossa vuonna 2006 todettiin tartunta siipikarjassa. Villit linnut ja siipikarjan kuljetukset saattavat levittää virusta uusille alueille. Suurena uhkana on virusten vahvistuminen, jolloin influenssaviruksista kehittyvät uusia, aiempaa virulentimpia

muunnoksia, joille ei ole immuniteettia (16). Tätä tapahtuu eläimissä (esimerkiksi sioissa), joita useimmat virustyytit kykenevät tartuttamaan samanaikaisesti. Myös mutaatiot yksittäisissä viruksissa voivat lisätä näiden virulenssia. Matkustajille lintuinfluenssan ei toistaiseksi katsota aiheuttavan riskiä.

## Papukaijat ja psittakoosi

Psittakoosi (ornitoosi) eli papukaijatauti on Suomessa harvinainen *Chlamydophila psittacin* (aiemmin *Chlamydia psittaci*) aiheuttama keuhkoinfektio. Papukaijatautitartunta saadaan lintujen eritteistä, jotka aerosolisoituneina ajautuvat hengitysteihin. Tartuntaa aiheuttavat paitsi kotieläiminä pidetyt papukaijat, kakadut ja undulaatit, myös luonnossa esiintyvät lintulajit, muun muassa kyyhkysket. Tartunta edellyttää kuitenkin tiiviimpää kontaktia lintuihin, esimerkiksi työskentelyä lintutarhassa tai eläinkaupassa. Kanarialinnut eivät yleensä levitä papukaijatautia.

## Pahan ilman linnut – lintujen malaria

Hyttyset levittävät lintujen kesken myös veriloisia, mukaan lukien lintujen malariaa. Tämä malariamuoto ei tartu ihmisiin. Pohjoismaidenkin linnuista keskimäärin noin puolet on veriloisten tartuttamia. Noin 20 %:lla linnuista esiintyy *Plasmodium*- tai *Haemoproteus*-lajeja ja noin 30 %:lla *Leucocytozoon*-lajeja. Lintujen loisia on pystytty tutkimaan rengastuksen yhteydessä otetuista verinäytteistä. Erityisen hyvä näytteenottoaika on Kuurin kynnäällä, Liettuan ja Venäjän Kaliningradin välissä olevalla noin 100 km pitkällä kannaksella (17). Sen kautta lentää iso joukko Suomeen tulevista muuttolinnuista.

On tavallista, että samalla linnulla on useampia loislajeja. Nämä veren alkueläimet siirtyvät hyttysten välityksellä muihin lintuihin. Loislajit ovat kuitenkin isäntälajiselektiivisiä, esimerkiksi siten, että lintujen loiset eivät yleensä siirry muihin eläimiin. Jopa eri lintulajien kesken on eroja. Eri loislajien kirjo laajassa joukossa eri lintulajeja antaakin mielenkiin-

toista pohdittavaa evoluutiotutkijoille. Miksi ihminen kykenee suojautumaan linnun muttei ihmisen *Plasmodium*-infektioilta? Tämän selvittäminen saattaisi avata mahdollisuuksia loisten virulenssimekanismien selvittämiseen ja uusien rokotteiden kehittämiseen.

## Lopuksi

Alfred Hitchcockin elokuva linnuista sai aikaan katsojat monipuolistamaan suhdettaan lintuihin. Luonnon diversiteettiä monipuolistaessaan linnut tulevat samalla levittäneeksi mikrobeja, joille emme aina ole vastustuskykyisiä. Vaara ei kuitenkaan ole suuren suuri, joten voimme kohtalaisen huoletta tarkkailla ja ihailla luonnon lintuja ja nauttia valikoituja

lajeja ravinnoksemmekin. Hyvä hygienia sekä punkkien ja hyttysten pistojen välttäminen ovat parhaat keinot suojautua lintujen levittämiltä taudeilta. Lintujen kantamat mikrobit ja niihin liittyvä evoluutiotutkimus ansaitsisivat enemmän huomiota – edes pienen osan siitä, minkä lintubongarit nyt uhraavat tipujen tiirailuun. Mikrobeja ei tarvitse rengastaa. Niillä on renkaat – uniikit, rengasmaiset virulenssiplasmidit – mukanaan jo luonnostaan. ■

### SEPPO MERI, immunologian professori

Bakteriologian ja immunologian osasto  
Haartman-instituutti  
Helsingin yliopisto

### SIDONNAISUODET

Apuraha (Huslab), asiantuntijapalkkio (Labquality), luentopalkkio (Alexion, MSD, Pfizer, Roche), lisenssitulo tai tekijänpalkkio (Duodecim)

### KIRJALLISUUTTA

1. Comstedt P, Jakobsson T, Bergström S. Global ecology and epidemiology of *Borrelia garinii* spirochetes. *Infect Ecol Epidemiol* 2011;9545:1–11.
2. Alitalo A, Meri T, Comstedt P, ym. Expression of complement factor H binding immunoevasion proteins in *Borrelia garinii* isolated from patients with neuroborreliosis. *Eur J Immunol* 2005;35:3043–53.
3. Margos G, Vollmer SA, Cornet M, ym. A new *Borrelia* species defined by multilocus sequence analysis of housekeeping genes. *Appl Environ Microbiol* 2009;75:5410–6.
4. Oksi J, Seppälä IJT ja Hytönen J. Lymen borrelioosin diagnostiikka ja hoito. *Duodecim* 2008;124:1483–91.
5. Griekspoor P, Colles FM, McCarthy ND, ym. Marked host specificity and lack of phylogeographic population structure of *Campylobacter jejuni* in wild birds. *Mol Ecol* 2013;22:1463–72.
6. Tyzzer E. *Cryptosporidium parvum* (sp. nov.), a coccidium found in the small intestine of the common mouse. *Arch. Protistenkd* 1912;26:394–412.
7. Slavin D. *Cryptosporidium meleagridis* (sp. nov.). *J Comp Pathol* 1955;65:262–6.
8. Meri T, Lavikainen A. Perä pörisee – bongaa parasiitti. *Duodecim* 2012; 128:1371–5.
9. Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, ym. A massive outbreak in Milwaukee of cryptosporidium infection transmitted through the public water supply. *N Engl J Med* 1994;331:161–7.
10. Widerström M, Schönning C, Lilja M, ym. Large outbreak of *Cryptosporidium hominis* infection transmitted through the public water supply, Sweden. *Emerg Infect Dis* 2014;20:581–9.
11. Pönkä A, Kotilainen H, Rimhanen-Finne R, ym. A foodborne outbreak due to *Cryptosporidium parvum* in Helsinki, November 2008. *Euro Surveill* 2009;14.
12. THL. Suomessa harvinaisia kryptosporidioosiepidemioita selvitetään. <http://www.thl.fi/fi> [päivitetty 16.11.2012]
13. Lindh E, Ek-Kommonen C, Väänänen VM, ym. Molecular epidemiology of outbreak-associated and wild-waterfowl-derived newcastle disease virus strains in Finland, including a novel class I genotype. *J Clin Microbiol* 2012; 50:3664–73.
14. Evisa. Lintujen Newcastlen tautia todettu harrastekyyhkysillä Lounais-Suomessa. [www.evisa.fi](http://www.evisa.fi) [päivitetty 16.09.2013]
15. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Isolation of avian influenza A(H5N1) viruses from humans – Hong Kong, May–December 1997. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1997; 46:1204–7.
16. Julkunen, Ikonen N, Strengell M, Ziegler T. Influenssavirukset – haaste rokotuksille. *Duodecim* 2012;128:1919–28.
17. Valkiunas G, Iezhova TA, Krizanauskienė A, Palinauskas V, Sehgal RN, Bensch S. A comparative analysis of microscopy and PCR-based detection methods for blood parasites. *J Parasitol* 2008;94:1395–401.

## Summary

### Birds as carriers of human disease

Birds can host a wide spectrum of pathogens. While in the air, sea or on the ground they can carry ticks on their skin and microbes in the intestines (*Campylobacter*, salmonella) or blood (viruses, *Borrelia spirochetes* and protozoa). The high body temperature favors the growth of *Borrelia garinii* (causing neuroborreliosis), *Campylobacter jejuni* and certain viruses. Viral infections carried by birds include West Nile-virus and Japanese encephalitis, Newcastle disease and flu. Less studied are infections of the birds themselves, like bird malaria. Infections can be prevented by avoiding contacts to feces, vector animals (ticks and mosquitoes) and by hygienic food processing.