

Ruttokiista on ratkennut

■ Pekka T. Heikura

Paiserutto on ollut ihmiskunnan historian pahimpia vitsauksia. Sen aiheuttaja on *Yersinia pestis* -bakteeri eli ruttobakteeri. Bakteeria levittää ruttokirppu (*Xenopsylla cheopis*), joka loisii eri jyrtsijöissä. Menneisyydessä kirppu on suosinut isäntänään erityisesti mustaa rottaa. *Yersinia pestis* on aiheuttanut historian aikana kolme yleismaailmallista epidemiaa eli pandemioita. Jotkut tutkijat ovat kuitenkin epäilleet, että kahdessa näistä pandemioista ei olisi ollut lainkaan kysymys rutosta vaan asiassa olisi ollut kokonaan muu taudinaiheuttaja. Nyt näyttävät DNA-tutkimukset ratkaiseen lopullisesti tämän kiistakysymyksen.

Viimeisin ruttopandemia puhkesi 1800-luvulla Kiinassa, josta se levisi Hongkongiin ja sieltä melkein kaikkialle maailmaan. Tunnetuin ja tutkituin ruttopandemia oli 1300-luvun puolimaissa riehunut, mustana surmana tunnettu pandemia. Sen on arveltu olleen peräisin Keski-Aasiasta, josta se kulkeutui vähitellen Eurooppaan Krimin niemimaalle. Krimiltä se tuli laivojen mukana Sisilian Messinaan vuonna 1347. Vuoteen 1353 mennessä musta surma oli infektoinut ja kiertänyt läpi koko Euroopan päätyen lopulta Moskovaan. Musta surma tappoi Euroopassa arviolta neljänneksen tai jopa kolmanneksen väestöstä. Pandemiasta seurasi pienempiä ruttotoepidemioita, jotka katosivat Euroopasta vasta 1700-luvulla (Heikura 2003 a–b).

Ensimmäinen ruttopandemia oli Justinianuksen rutto, joka riehui ennen kaikkea Lähi-idässä ja Välimeren maissa 540-luvulla jKr. Nimensä pandemia on saanut tuolloin Itä-Rooman keisarina olleesta Justinianus I:stä (527–565). Justinianuksen rutto oli laajuudeltaan lähes mustan surman veroinen katastrofi ja sen demografiset, taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset olivat huo-

mattavia. Pandemia surmasi ehkä neljänneksen Itä-Rooman 30-miljoonaisesta väestöstä. Myös Justinianuksen ruttoa seurasi pienempiä epidemioita, jotka lakkasivat vasta 700-luvun puolimaissa (Heikura 2002).

Justinianuksen rutan on arveltu kulkeutuneen Välimerelle joko Keski-Afrikasta tai Intiasta. Paiseruton ensimmäiseksi kantajaksi on ehdotettu myös Niilin rottaa. Paiserutto olisi tämän teorian mukaan ollut peräisin Egyptistä (Panagiotakopulu 2004).

Paiserutto vai jokin muu tauti?

Viimeisimmän ruttopandemian aiheuttajaksi tunnistettiin *Yersinia pestis* -bakteeri vuonna 1894. Sen löysivät tuolloin Hongkongissa toisistaan riippumatta sveitsiläinen lääkäri ja bakteerologi Alexandre Yersin, jonka mukaan bakteeri nimettiin, ja japanilainen Shibasaburo Kitasabo. Myös mustaa surmaa on perinteisesti pidetty *Yersinia pestis* -bakteerin aiheuttamana paiseruttona. Viime vuosikymmeninä joukko tutkijoita on kuitenkin alkanut epäillä, oliko musta surma lainkaan ruttoa.

Vakavimmat yritykset horjuttaa *Yersinia pestis* -bakteerin valta-asemaa ovat tehneet väestötutkija Susan Scott ja eläintieteilijä Christopher Duncan (2001) sekä Glasgow'n yliopiston professori Samuel Cohn (2002). Scott ja Duncan pitivät mustan surman aiheuttajana ruttobakteerin sijasta ärhäkkää virusta, jotain Ebola- tai Marburg -viruksen tyyppistä verenvuotokuumeesta aiheuttavaa virusta. Taudille he antoivat nimen *haemorrhagic plague*, ”verenvuotorutto”. Myös Cohn torjui mustan rutan levittämän paiseruton kokonaan mustan surman aiheuttajana. Hän ei kuitenkaan nimennyt paiseruton tilalle mitään muuta tautia.

Paiseruttoteorian vastustajat ovat ihmetelleet, miksi aikalaislähteet eivät puhu rottien ja muiden jyrksijöiden joukkokuolemista, joiden tiedetään edeltävän ihmispopulaatioiden ruttoepidemioita. Lähteissä tautia ei yhdistetä rottiin. Tutkijat ovat hämmästelleet myös mustan surman uskomatonta etenemisnopeutta, Ranskan maaseudulla jopa neljä kilometriä päivässä. Tauti tartutti käytännössä koko Euroopan 3–5 vuodessa. Tutkijat ihmettelevät, voiko tauti, jota levittää musta rotta, infektoida koko Euroopan näin lyhyessä ajassa.

Vaikka historioitsija Prokopioksen tautikuvauksen (*Bellum Persicum* 2, 22–23) perusteella Justinianuksen ruton on päätelty olleen paiseruttoa, myös tämän pandemian kohdalla jotkut tutkijat ovat epäilleet, että asialla oli saattoi olla jokin muu patogeeni (ks. Sallares 2007).

Mustan surman aikana liikkeellä kaksi kantaa

Nykyaikainen DNA-analytiikka antaa kuitenkin mahdollisuuden tunnistaa verenkierrossa esiintyneiden Yersinia pestis -bakteerin jäämiä uhrien luiden ja hampaiden ytimistä. Näin voitaisiin kiistattomasti varmentaa, oliko mustan surman ja Justinianuksen ruton aiheuttaja Yersinia pestis. Analyysia voidaan tehdä joko tavanomaisella polymeerasiketjureaktiomenetelmällä (PCR) tai kvantitatiivisella tosiaika-PCR-menetelmällä (qPCR) tai vaihtoehtoisesti proteiinipohjaisella menetelmällä, immunokromatografialla (*immunochromatography*).

Asian varmistamiseksi tarvitaan vain ruttohautoja, jotka voidaan ajoittaa luotettavasti pandemioiden aikakaudelle. Mustan surman ajalta tunnetaan onneksi useita ruttohautoja – hyvin säilyneine luurankoineen – eri puolilta Eurooppaa. Hiljattain julkaistut ruttohautojen vainajia koskevat DNA-tutkimukset osoittavat yksiselitteisesti, että mustan surman aiheutti Yersinia pestis. Pandemia oli paiseruttoa eikä esim. verenvuotokuumetta.

Merkittävin mustaa surmaa koskevasta uusista tutkimuksista julkaistiin vuonna 2010 *PLoS Pathogens* -verkkojulkaisussa. Tutkimusta varten DNA:ta otettiin yhteensä 76 luurangon ham-

paista ja luista. Luurangot olivat peräisin joukkohautoista Englannista, Ranskasta, Saksasta, Italiasta ja Alankomaista. Joukkohaudat on ajoitettu radiohiilimenetelmällä ja hautausmaiden esineistön perusteella mustan surman aikakaudelle (Haensch ym. 2010).

Tutkimuksen tuloksena oli, että Yersinia pestis todella aiheutti mustan surman. Lisäksi kävi ilmi, että liikkeellä oli vähintään kaksi eri varianttia, jotka olivat sukua toisilleen. Alankomaalaisen Bergen op Zoomin ruttohautasta peräisin olleista luurangoista identifioitu Yersinia pestiksen genotyyppi erosi Englannin Herefordista ja ranskalaisesta Saint-Laurent-de-la-Cabrerissesta identifioidusta genotyypistä. Koska Englannista ja Ranskasta löydetty kannat olivat identtisiä, voidaan olla varmoja, että musta surma kulkeutui Englantiin Ranskasta niin kuin kirjalliset lähteet asian kertovat. Hollantiin musta surma tuli sen sijaan ilmeisesti Norjasta.

Löydöt Aschheimin vainajista

Tutkijat ovat etsineet kiihkeästi ruttohautoja myös 500-luvulta. Yksi sellainen on hiljattain löytynyt Baijerista, Aschheimista. Baijerin Aschheim-Bajuwarenringin hautausmaalta löytyneille luurangoille on myös tehty DNA-tutkimukset. Tulokset vahvistavat sen, mikä voidaan päätellä aikalaislähteiden tautikuvauksista (Heikura 2002). Kysymys oli paiserutosta. Rutto on kulkeutunut Alppien yli Välimeren alueelta myös Etelä-Saksaan. Kirjallisten lähteiden mukaan rutto lähti liikkeelle vuonna 541 Egyptin Pelusiumista ja riehui ennen kaikkea Lähi-idässä ja Itä-Rooman alueella, johon Baijeri ei kuulunut.

Aschheimin hautausmaalla on 438 vainajaa. Vuonna 2005 tutkijat raportoivat eristäneensä kahdesta luurangosta Yersinia pestiksen DNA:ta (Wiechmann ym. 2005). Muun muassa ulkopuolisen kontaminaatoriskin poissulkemiseksi tutkijat tekivät vielä uuden tutkimuksen, jonka tulokset julkaistiin vuonna 2013 *PloS Pathogens* -verkkojulkaisussa. Tutkimus vahvisti vuoden 2005 tulokset (Harbeck ym. 2013).

Näiden Münchenin ja Mainz DNA-laboratorioissa tehtyjen polymeerasiketjureaktiomenetelmiä hyödyntävien analyysien mukaan

Justinianuksen ruton aiheuttaneen *Yersinia pestis* -bakteerikannan alkukoti oli todennäköisesti Aasiassa, ei Afrikassa, kuten on aikaisemmin myös ehdotettu.

Viime vuonna julkaistiin *The Lancet Infectious Diseases* -lehdessä vielä yksi Aschheimin vainajia koskeva tutkimus (Wagner ym. 2014). Tutkimus tehtiin kahdelle, A120:ksi ja A76:ksi nimetyille vainajalle. Radiohiilimetelmällä edellinen vainaja ajoittui vuoteen 533 (+ tai - 98 vuotta) ja jälkimmäinen vuoteen 504 (+ tai - 61 vuotta) eli vainajat sijoittuvat aikavälille, jolloin Justinianuksen rutto kirjallisten lähteiden mukaan esiintyi.

Tutkimuksessa ilmeni, että Justinianuksen ajan ruttobakteeri oli eri kantaa kuin mustan surman aiheuttaja. Kannalla ei ole nykyaikana tunnettuja edustajia. *Yersinia pestis* -bakteerin kehityshistoriallisessa sukupuussa (*phylogenetic tree*) Justinianuksen ruton aiheuttanut bakteeri muodostaa kokonaan oman haaransa. Se on sammunut ilmeisesti 700-luvulla, ainakaan sen sukulaisia ei ole löydetty luonnonvaraisissa jyr-sijöissä olevista nykyisistä ruttorezervuaareista. *Yersinia pestis* -bakteerikantoja tunnetaan nykyään yli 130.

Mitä uudet tutkimukset merkitsevät? Ruttopandemiota koskevaa kiistaa voidaan nyt pitää ratkaistuna. Ruttotutkijat toivovatkin, että kiistely sekä mustan surman että Justinianuksen ruton etiologiasta nyt lakkaisi.

Kirjallisuus

- Cohn Jr, S. (2002): *The Black Death Transformed: Disease and Culture in Early Renaissance Europe*. Oxford University Press.
- Haensch, S., Bianucci, R., Signoli M., Rajerison M., Schultz M et al. (2010): Distinct Clones of *Yersinia pestis* Caused the Black Death, *PLoS Pathog* 6(10):e1001134. doi:10.1371/journal.ppat.1001134.
- Harbeck, M., Seifert, L., Haensch, S., Wagner, D.M., Birdsell, D. et al. (2013): *Yersinia pestis* DNA from skeletal remains from the 6th Century AD Reveals Insights into Justinianic Plague. *PLoS Pathog* 9(5): e1003349. DOI:10.1371/journal.ppat.1003349.
- Heikura, P.T. (2002). Justinianuksen rutto. *Lääketieteellinen aikakauskirja* 8, s. 821–826.
- Heikura, P.T. (2003a): Musta surma – paiserutto vai jokin muu tauti? *Suomen lääkärilehti* 40, s. 4040–4042.
- Heikura, P.T. (2003b): Musta surma. *Tieteessä tapahtuu* 8, s. 36–44.

- Panagiotakopulu, E. (2004): Pharaonic Egypt and the origin of plague. *Journal of Biogeography* 31, 2, s. 269.
- Sallares, R. (2007): Ecology, evolution and epidemiology of plague. Kirjassa: Little LK, toim. *Plague and the end of Antiquity, The pandemic of 541–750*, s. 231–290. Cambridge University Press.
- Scott, S., Duncan, C. (2001): *Biology of Plagues: evidence from historical populations*. Cambridge University Press.
- Wagner, D.M., Klunk, J., Harbeck, M., Devault, A., Waglechner, N. et al. (2014): *Yersinia pestis* and the Plague of Justinian 541–543 AD: a genomic Analysis. *The Lancet Infectious Diseases* 4 (April), s. 319–326.
- Wiechmann, I., Grube, G. (2005): Detection of *Yersinia pestis* DNA in the early medieval skeletal finds from Aschheim (Upper Bavaria, 6th century A.D.). *Am J Phys Anthropol* 126, s. 48–55. Doi:10.1002/ajpa.10276.

Kirjoittaja on filosofian lisensiaatti ja tiedetoimittaja.

TURUN KIRJA- JA TIEDEMESSUT 2.–4.10.2015

Tiedeohjelmaa messuille tuottavat Suomen Akatemia, Suomen Tiedetoimittajain liitto, Tiedonjulkistamisen neuvottelukunta ja Tieteen päivät. Ohjelmassa mm. kaksi päivittäistä tiedetuntia ”Huikkeitä idis!”. Aiheet vaihtelevat löytöretkistä jäissä Unescon aineettoman kulttuuriperinnön sopimukseen. Ohjelmatiedot: <http://www.tjnk.fi/fi/arkisto/tiedett%C3%A4-turun-kirjames-suilla>

TIEDETORI HELSINGIN KIRJAMESUILLA 22.–23.10.2015

Tiedetori 2015 kutsuu jälleen Helsingin kirjamesuviereat kuulemaan ja keskustelemaan tieteen maailman sisällöistä Takauma-lavalle torstaina 22.10. klo 11–18 ja perjantaina 23.10. klo 11–19.30 sekä Kullervo-saliin perjantaina 23.10. klo 13–14.

Messujen teemamaa Venäjä tarjoaa keskusteluille runsaasti kiehtovia aiheita. Päivänpolttaviin talouskysymyksiin pureudutaan erityisesti Kullervo-salissa, jossa pohditaan, kuka tietää taloudesta ja miten tutkijaa kuullaan päätöksenteossa ja yhteiskunnallisissa keskustelussa.

Tiedetorin koko ohjelma ja lisätietoja: www.tsv.fi/tiedetori