



Ulla Moilanen & Sofia Paasikivi

## Esihistoriallisten tartuntatautien ja epidemioiden tutkimusmahdollisuudet Suomessa

### ABSTRAKTI / ABSTRACT

*Epidemioiden historiallinen tutkimus painottaa usein kirjallisia lähteitä, mutta tartuntataudit ovat olleet ihmisten seuralaisina esihistoriallisista ajoista lähtien. Käsittelemme artikkelissa esihistoriallisten epidemioiden tutkimuskeinoja. Keskitymme muinaisten taudinaibenttajien luonnontieteellisiin analyysimenetelmiin ja arkeologisessa aineistossa näkyviin epidemioiden epäsuoriin vaikutuksiin. Epidemioiden voi olla demografisia, poliittisia, sosiaalisia, uskonnollisia ja taloudellisia vaikutuksia, vaikka myös muut tekijät voivat laukaista kriisejä. Mahdollisista kriiseistä kertovat ilmiöt ovat usein monitulkintaisia, mutta minkä tabansa kriisiajanjakson tunnistaminen voi johtaa myös epidemian jäljille, sillä epidemiat liittyvät tyypillisesti muihin väestökriiseihin. Myös ilmastotekijät vaikuttavat tautien esiintymiseen. Esitämme, että arkeologisen aineiston monitieteisellä tutkimuksella voidaan tehdä päätelmiä kriisien kokonaisvaikutuksista ja että paras tapa esihistoriallisten epidemioiden tutkimukseen on kiinnittää huomiota sekä laajoihin että paikallisiin, pienimuotoisiin ilmiöihin ja arkeologisen aineiston pürteisiin monesta eri näkökulmasta.*

*Historical research of epidemics often emphasises literary sources, but infectious diseases have accompanied humans since prehistoric times. This article discusses the ways prehistoric epidemics can be identified and studied. We focus on scientific analyses of ancient pathogens and the indirect impact of epidemics that may be visible in archaeological material. Epidemics can have demographic, political, social, religious and economic impacts, although other factors can also trigger similar crises. The phenomena are often complicated and challenging to identify and interpret. However, identifying any period of crisis in prehistory can also lead to the identification of an epidemic, since epidemics are typically linked to other population crises. Climate factors may also influence the emergence of diseases. The interdisciplinary study of archaeological data allows conclusions to be drawn about the overall impact of crises. Thus, the best way to study prehistoric epidemics is to focus on both large-scale and local, small-scale phenomena.*

Tartuntataudit, epidemiat, esihistoria, arkeologia, demografia, kriisi, infectious diseases, epidemics, prehistory, archaeology, demography, crisis

Ulla Moilanen, FT, Turun yliopisto, ummoil@utu.fi; Sofia Paasikivi, Turun yliopisto, skpaas@utu.fi

## Johdanto

Tartuntatautien aiheuttajat ovat useimmiten muuntuneita eläinperäisiä taudinaiheuttajia, joihin kuuluu mm. bakteereita, viruksia, alkueläimiä ja loisia. Tällaisten tautien voi olettaa olleen ihmisten seuralaisina niin kauan kuin ihmiset ovat olleet tekemisissä eläinten ja niiden jäännösten kanssa – minkä lisäksi jotkin taudinaiheuttajat, kuten pernaruttoa aiheuttavan *Bacillus anthracis* -bakteerin muodostamat itiöt, säilyvät maaperässä pitkiäkin aikoja. Taudinaiheuttajien eli patogeenien mutaatioissa voi syntyä muotoja, jotka mahdollistavat tartunnat myös ihmisestä toiseen. Kun tartuntatauti pääsee leviämään lyhyessä ajassa tietyn ihmisyyhteisön sisällä, puhutaan epidemiasta.

Jo kivikauden metsästäjä-keräilijöillä oli mahdollisuus altistua eläinperäisille taudinaiheuttajille, joilla oli potentiaalia aiheuttaa ihmisestä toiseen tarttuva tauti. Altistus saattoi tapahtua esimerkiksi käsittelemällä ravinnoksi tai raaka-aineeksi metsästetyn eläimen ruhoa.<sup>1</sup> Riskieläimistä mainittakoon esimerkiksi hylje, jonka puremasta tai nahkojen käsittelystä on mahdollista saada mykobakteerien aiheuttamia infektioita<sup>2</sup>, ja aasialainen murmeli, jonka elimistössä elävä ruttobakteeri *Yersinia pestis* aiheuttaa edelleen toisinaan epidemioita.<sup>3</sup> Taudinaiheuttajan luonnossa esiintyvää lähdeä, josta tauti voi lähteä liikkeelle yhä uudelleen, kutsutaan reservuaariksi ja tartunnan siirtäjää vektoriksi. Esimerkiksi edellä mainitun rutan reservuaarina toimivat jyrsijät ja vektorina kirput, joiden kautta tauti voi siirtyä eläimestä ihmiseen.

Tartuntatautien historian kannalta merkittävänä tekijänä on pidetty siirtymistä liikkuvasta metsästäjä-keräilijä-elämäntavasta paikallaan pysyvään viljelyyn ja kotieläinten kasvattamiseen. Eläinten jatkuva läheisyys loi taudinaiheuttajille yhä useampia mahdollisuuksia ihmiseen siirtymiseen, minkä lisäksi viljelyn tarjoaman säännöllisen ja runsaan ravinnon aikaansaama väestönkasvu loi tautien leviämislle otolliset olosuhteet.<sup>4</sup> Eläinten kanssa elettiin usein tiiviisti; erillisiä eläinsuojia ei välttämättä käytetty, vaan eläimet olivat tarvittaessa säältä suojassa samoissa tiloissa ihmisten kanssa, jolloin ihmiset altistuivat eläinten jätöksille ja jakoivat eläinten kanssa monia loiseliöitä, kuten tauteja levittäviä kirppuja.<sup>5</sup> Myös käsittelemättömät eläintuotteet, liha, munat ja maito, saattoivat aiheuttaa infektioita.

Historiallisten kulkutautien tutkimuksessa hyödynnetään usein kirjallisia lähteitä, vaikka taudinaiheuttajia ei niistä välttämättä voi tunnistaa tarkasti. Historiallinen aika edustaa myös verrattain lyhyttä aikaa ihmislajin historiassa. Koska taudeilla ja epidemioilla on ollut vaikutusta ihmisiin ja yhteisöihin jo ennen kirjallisten lähteiden olemassaoloa, on kysymys siitä, miten esihistoriallisia epidemioita voi tunnistaa ja tutkia, relevantti laajemman aikaperspektiivin saavuttamiseksi. On myös huomattava, että Suomessa kirjalliset lähteet ulottuvat ainoastaan keskiajalle, joten ne eivät tarjoa aineistoa tartuntatautien esiintymisen ja vaikutusten tutkimukseen 1400-lukua edeltävältä ajalta.<sup>6</sup> Historiallisen merkityksen vuoksi esihistoriallisten taudinaiheuttajien tutkimus voi lisäksi valottaa nykyisten taudinaiheuttajien evoluutiota ja olla siten hyödyksi mm. lääketieteelle.

Tässä artikkelissa tarkastelemme eri tapoja, joilla esihistoriallisia tartuntatauteja ja epidemioita voidaan tutkia. Lähestymme aihetta erityisesti suomalaisen aineiston näkökulmasta. Tarkastelemme arkeologisista ihmisjäännöksistä tehtäviä luonnontieteellisiä tutkimuksia sekä muussa arkeologisessa aineistossa mahdollisesti näkyviä tartuntatautien välillisiä vaikutuksia. Muinaisten epidemioiden tunnistaminen on haasteellista, sillä monet arkeologisessa aineistossa havaittavat piirteet ovat monitulkintaisia. Dale L. Hutchinson ja Jeffrey M. Mitchem ovat kuitenkin huomauttaneet, että esihistoriallisten epidemioiden kritiikkinä toisinaan esitetty “todistusaineiston puuttuminen” ei välttämättä ole riittävä syy menneisyyden epidemioiden kiistämislle tai tutkimatta jättämiselle – sen sijaan tulisi keskittyä siihen, mitkä kaikki merkit yhdessä voivat viitata epidemiaan.<sup>7</sup>

## Luonnontieteellinen tutkimus

Jotkut tartuntataudit aiheuttavat luumuutoksia (esim. lepra, syfilis ja tuberkuloosin luuta infektoiva muoto), jolloin pitkälle edennyt sairaus saattaa olla tunnistettavissa osteologisessa analyysissä. Esimerkiksi tuberkuloosi voi aiheuttaa muutoksia selkärankaan ja kylkiluihin,<sup>8</sup> syfilis ja lepra puolestaan jättävät usein jälkiä kallon luihin ja niveliin.<sup>9</sup> Luumuutosten syntyminen edellyttää kuitenkin useimmissa tapauksissa pitkäaikaista sairastamista, sillä luukudos uusiutuu melko hitaasti.

Nopeasti tappavat taudit, kuten rutto tai erilaiset suolisto- ja kuumetaudit eivät tyypillisesti jätä jälkiä sairastuneen ihmisen luustoon. Tällaisten tautien kohdalla on kuitenkin mahdollista etsiä arkeologisista näytteistä, kuten luusta tai mummioituneesta kudoksesta, taudinaiheuttajien perimää. Monien taudinaiheuttajien tapauksessa tämä tarkoittaa muinais-DNA-tutkimusta (Kuva 1). Erittäin hyväksi patogeeni-DNA:n lähteeksi on havaittu hampaiden juurikanava, jossa saattaa säilyä verenkierrassa kulkeneiden taudinaiheuttajien perimää, kun taas ihmisperäisen muinais-DNA:n säilymiseen erinomainen ohimoluun kallio-osa (*pars petrosa*) on melko huono patogeenien etsintään.<sup>10</sup> Myös pitkät luut ja nikamat sekä luut, joissa on ulkoisesti havaittavia infektiön merkkejä, ovat potentiaalisesti hyviä näytteenottoon.<sup>11</sup>

Vanhimmat molekulaarisin menetelmin löydetty merkit ruttoa aiheuttavasta *Yersinia pestis* -bakteerista ajoittuvat kivi- ja pronssikauden taitteeseen (n. 3000–1500 eaa.). Näitä tapauksia tunnetaan eri puolilta Euraasiaa; Suomea lähimmät tapaukset Viron nuorakeraamisista kalmistoista.<sup>12</sup> Suomen alueella esihistoriallisen luuaineksen huono säilyneisyys kuitenkin hankaloittaa varhaisten tartuntatautien

luonnontieteellistä tutkimusta. Kivikautisissa haudoissa on saattanut säilyä ainoastaan haudaita hampaiden tai hammaskiilteen osia,<sup>13</sup> eikä näin fragmentaarista aineistosta ole ainakaan toistaiseksi mahdollista tutkia taudinaiheuttajien perimää. Pronssi- ja rautakaudella pääasiallisena hautautapana käytetty polttohaudaus tekee myös patogeenien luonnontieteellisestä tutkimuksesta tällä hetkellä mahdottoman, sillä palaessa luusta häviää eloperäinen aines, jossa olisi voinut säilyä taudinaiheuttajien perimää. Esihistoriallisista luuaineistoista potentiaalisia muinaispatoogeenitutkimuksen aineistoja ovat siis rautakauden ruumishaudat, joista valtaosa on kuitenkin melko myöhäisiä ajoittuen rautakauden ja keskiajan taitteeseen, noin 1000–1200-luvuille.

*Kuva 1. Kuvasa muinais-DNA:n analysoinnin loppuvaiheita Zürichin yliopiston laboratorioissa. Analyysin varhaisvaiheet suoritetaan aina pubdastilaboratoriossa. Kuva: Sofia Paasikivi.*



DNA-näytteiden ohella on mahdollista tutkia myös perimän toista perusrakennetta, RNA:ta. Siinä missä bakteerien perimä rakentuu DNA:sta, suurin osa viruksista on RNA-pohjaisia. DNA:ta hieman heikompi RNA-rakenne ei säily yhtä hyvin, mikä on merkittävä haaste muinaisten virusten tutkimuksessa.<sup>14</sup> Koska esimerkiksi nykyisistä hengitystieinfektioista merkittävä osa on virusperäisiä, aiheuttaa tämä haasteita esihistoriallisen tartuntatautikentän tunnistamiselle. Osa viruksista – esimerkiksi isorokkovirus – on kuitenkin DNA-pohjaisia, joten niiden perimä säilyy hieman paremmin arkeologisessa aineistossa.<sup>15</sup> Tässä yhteydessä on tärkeää erottaa toisistaan perimän säilyminen ja aktiivinen taudinaiheuttaja: muinaispatogeenien tutkimuksessa käsitellään tyypillisesti erittäin fragmentoitunutta perimää, ei eläviä tai kokonaisia bakteereja tai viruksia. Tutkimus etsii siis merkkejä taudinaiheuttajista, ei itse tartunnanaiheuttajia. Tästä syystä esihistorialliset taudinaiheuttajat eivät myöskään muodosta realistista vaaraa nykytutkijoille.<sup>16</sup> Poikkeuksen voivat joissain tapauksissa muodostaa ikiroudassa sekä jäätiköillä säilyneet virukset,<sup>17</sup> joita kumpakaan ei Suomen oloista löydy tai suhteellisen tuoreet pernaruton jäänteet.

Muinaispatogeenien tutkimuksessa yksi nouseva menetelmä on proteomiikka. Proteiini-analyysiin perustuvassa menetelmässä on mahdollista tunnistaa erilaisiin infektioihin liittyviä proteomeja eli elimistön tietynä aikana tuottamien proteiinien kokonaisuuksia. Proteomiikka tarjoaa uusia tutkimusmahdollisuuksia, sillä proteiinit ovat suurempia ja rakenteeltaan stabiilimpia kuin DNA tai RNA.<sup>18</sup> Sen avulla on siis toisinaan mahdollista saada tuloksia myös näytteistä, joissa säilyneen DNA:n määrä ei riitä analyysiin.<sup>19</sup> Erityisesti Suomen oloissa, joissa DNA:n säilyminen on usein heikkoa, proteomiikka voi mahdollistaa uudenlaista tutkimusta. Menetelmän käyttömahdollisuudet ulottuvat tautitutkimuksesta aina ruokavalion ja sairauksien, kuten syöpien tutkimukseen.<sup>20</sup>

8

Taudinaiheuttajien löytäminen arkeologisesta materiaalista ja kyseisen materiaalin radiohiiliajoitus antaa tarkkaa tietoa tautien esiintymisen ajankohdasta. Taudinaiheuttajia voidaan jossain määrin ajoittaa myös fylogenetikan avulla. Fylogenetikka tutkii eliöiden ja myös virusten polveutumishistoriaa. Siinä hyödynnetään erilaisia tilastollisia laskentamenetelmiä, joilla selvitetään taudinaiheuttajan perimässä tapahtuneiden muutosten ajankohtia. Esimerkiksi ihmiselle tuhkarokon aiheuttava morbilliviruksiin kuuluva MeV-virus on kehittynyt karjaruttoa aiheuttavasta morbilliviruksesta RPV. Kirjalliset lähteet tuhkarokkoviruksesta ovat melko myöhäisiä (n. 800-luvulta jaa.), mutta fylogeneettisten tutkimusten perusteella tuhkarokkovirus on eronnut karjaruton aiheuttajasta jo noin 500-luvulla eaa., mikä osuu samaan aikaan antiikin ensimmäisten suurempien kaupunkien muodostumisen kanssa.<sup>21</sup>

Suomen alueen arkeologisen ja historiallisen aineiston muinaisia taudinaiheuttajia on toistaiseksi julkaistu vasta vähän, eikä yksikään käsittele esihistoriallista materiaalia.<sup>22</sup> Erityisesti rautakauden loppupuolen palamattomat ihmisloukainneistot muodostavat kuitenkin potentiaalisen tutkimusaineiston. Kiinnostavia ovat myös lähialueilta tehdyt havainnot infektioitaudeista, sillä maantieteellinen läheisyys voi viitata siihen, että samoja tauteja on voinut esiintyä myös Suomessa. Parvorokkoa ja isorokkoa esiintyi muinais-DNA-tutkimusten mukaan Pohjoismaissa jo viikinkiajalla.<sup>23</sup> Trondheimista on tutkittu 1200-luvulle ajoittuva hautaus, jossa stabiili-isotooppien perusteella Skandinavian keskiosista tai Luoteis-Venäjältä kotoisin ollut nuori aikuinen nainen kantoi kuollessaan elimistössään vakavia suolistotauteja aiheuttavaa *Salmonella enterica* -bakteeria.<sup>24</sup> Vaikka Suomenkin aineistoissa on runsaasti tutkimuspotentiaalia, aiheuttaa kotimaisten resurssien puute vielä haasteita. Suomalaisten aineistojen tutkimus on toistaiseksi toteutettu lähinnä kansainvälisenä yhteistyönä, sillä muinais-DNA:n ja proteiinien tutkimukseen sopivia laboratoriotiloja on Suomessa vasta hyvin vähän. Samasta syystä aihepiiriin keskittyviä tutkimusryhmiä on toistaiseksi vain muutamia. Tämä tarkoittaa käytännössä myös

sitä, että alan kotimaiseen opetukseen ja opinnäytetöiden ohjaamiseen ei välttämättä ole vielä mahdollisuuksia laajassa mittakaavassa.

## Epidemioiden vaikutus hautustapoihin

Kulkutautien luonne ja tavanomaisesta poikkeavat sairaudet ovat voineet olla katastrofaalisia, mutta eivät aina laajassa mittakaavassa. Niiden vaikutus yksilöihin ja perheisiin on kuitenkin voinut olla merkittävä, minkä vuoksi mitkä tahansa poikkeustilanteet voivat heijastua arkeologiseen aineistoon poikkeavina ja yksilöllisinä piirteinä. Poikkeavien ilmiöiden tunnistaminen ja tutkimus voi siksi tuottaa tietoa siitä, miten tauteihin ja sairauksiin on suhtauduttu menneisyydessä.<sup>25</sup>

Etenkin kaksois- ja joukkohaudat lisääntyvät usein kohonneen kuolleisuuden, kuten epidemioiden, aikana.<sup>26</sup> Joukkohautojen puuttumisen ja yleisesti melko tasaiselta vaikuttavan kuolleisuuden perusteella esimerkiksi Kökarin luostarikirkolla tehtyjen tutkimusten pohjalta on esitetty, että 1300-luvun ruttoepidemia ei ulottunut Suomeen saakka.<sup>27</sup> Joukkohautojen puuttuminen ei kuitenkaan välttämättä yksinään kerro epidemian puuttumisesta. Saksan alueen merovingiaikaisiin (n. 500–800 jaa.) kalmistoihin ruttoon kuolleita on haudattu myös yksin. Lisäksi vainajien ja hautojen varustelu on näissä yksittäisissä ruttohautoissa ollut samanlaista kuin muilla, eli huolellinen hautausrituaali pesuineen ja vaatettamisineen on tehty normaaliin tapaan taudista riippumatta.<sup>28</sup> Myös Englannissa on havaittu erityisesti maaseudulla sijaitsevien ruttohautojen olevan tavanomaisia yksittäishautauksia ja joukkohautojen liittyvän tiheämmin asuttuihin kaupunkeihin.<sup>29</sup> Kaksoishautojen esiintyminen pienillä kalmistoilla voi kuitenkin kertoa paikallisesta, mahdollisesti lyhytaikaisesta, kohonneen kuolleisuuden ajanjaksosta. Useamman yksilön sisältävistä haudoista olisikin hyvä analysoida kaikki vainajat luonnontieteellisin menetelmin, mutta myös yksittäin ja ns. normaalisti haudatut vainajat ovat yhtä tärkeitä, sillä kaikkia tauteihin kuolleita ei välttämättä haudattu poikkeavasti.

Hämeessä kaksoishautojen on havaittu lisääntyvän 1100-luvun lopussa tai vuoden 1200-tienoilla, joskin kohonneen kuolleisuuden taustalla voi vaikuttaa kulkutaudin lisäksi muukin kuolleisuutta lisäävä seikka, kuten väkivalta, nälänhätä tai luonnonkatastrofit.<sup>30</sup> Tartuntatautien tunnistaminen arkeologisesta aineistosta edellyttääkin monien eri indikaattorien huomioimista. Vaikka kriisien taustalla voi olla useita eri syitä, on kriisiajan tunnistaminen edellytys sille, että mahdollinen epidemia voidaan ylipäätään tunnistaa aineistosta ja varmentaa molekulaarisin menetelmin. On kuitenkin huomattava, että kaikkia taudinaiheuttajia ei tällä hetkellä pystytä tunnistamaan luonnontieteellisillä menetelmillä, joten arkeologisessa aineistossa on todennäköisesti tartuntataudeista johtuvia ilmiöitä, joille ei voi saada vahvistusta näillä keinoilla.

Tartuntataudin leviäminen vaatii aina kontakteja ihmisten ja ihmisryhmien välillä. Yhteisöön kerran päästyään tauti voi olla katastrofaalinen nimenomaan yhteisön sisällä, mutta hyvin tappava tauti – jonka vaikutus heijastuisi erityisesti hautustapoihin – saattaa hävitä ennen ehtimistään harvaan asutuille seuduille. Toisaalta eri taudit voivat näkyä aineistoissa eri tavoin. Esimerkiksi välillisinä todisteina malariasta voivat toimia tiettyinä ajanjaksona yleistyvät sikiöikäisten lasten hautaukset, sillä malaria voi aiheuttaa ennen aikaisen synnytyksen.<sup>31</sup>

## Epidemioiden demografiset vaikutukset

Laajasti leviävä ja pitkään vaikuttava kulkutauti voi vähentää väestön määrää tai muuttaa populaation rakennetta lisäämällä kuolleisuutta tietyssä ihmisryhmässä.<sup>32</sup> Keskieurooppalaisten tutkimusten mukaan

keskiajan myöhäisemmät ruttoepidemioidet lisäsivät lasten kuolleisuutta enemmän kuin varhaiset ruttoepidemioidet, mikä mahdollisesti kertoo taudinaiheuttajan virulenssin olleen eri epidemioissa erilainen.<sup>33</sup>

Demografisia analyysejä voidaan pyrkiä tekemään myös Suomen rautakauden ruumiskalmistoista. Tampereen Vilusenharjun viikinki- ja ristiretkiaikaisen (n. 900–1200 jaa.) kalmiston palamaton luuaines on huonosti säilynyttä, mistä syystä luu- ja muinais-DNA-analyyseiden tekeminen on hankalaa ja useiden hautojen tapauksessa mahdotonta. Näin ollen kalmiston sukupuolijakauman tutkimus on haastavaa, sillä määritykset on pääasiassa tehty esineistön perusteella. Sen mukaan kalmistosta tutkittujen hautojen joukossa olisi kolmisenkymmentä miestä ja vain kahdeksan naista.<sup>34</sup> Jakauma olisi hyvin poikkeuksellinen, sillä osteologisten tutkimusten perusteella varsinkin synnytysikäisten naisten kuolleisuus oli menneisyyden yhteisöissä usein miehiä suurempi.<sup>35</sup> Jos Vilusenharjun kalmiston demografia pitäisi paikkansa, olisi yhteisössä kuitenkin kuollut – tai haudattu – enemmän miehiä kuin naisia. Miesten kohonnut kuolleisuus saattaisi kertoa pikemminkin miesten osallistumisesta väkivaltaisiin yhteenottoihin kuin taudista, johon miehillä olisi jostain syystä ollut vähemmän vastustuskykyä. On myös mahdollista, että tällaisessa tapauksessa – jos jakauma ylipäätään on todenmukainen – naisten haudat on kalmistossa sijoitettu alueelle, joka on tuhoutunut. Kalmiston irtolöytöjen joukossa ei kuitenkaan ole havaittavissa selkeää ”naisten” tai ”miesten” esineistön yliedustusta. On myös mahdollista, että vähemmän esineitä tai pelkkiä veitsiä sisältävät haudat kuuluvatkin naisille, jolloin sukupuolierot tasoittuvat. Ei siis vaikuta siltä, että tartuntataudeilla olisi ollut merkittävää vaikutusta Vilusenharjua käyttäneeseen yhteisöön.

Sen sijaan Valkeakosken Toppolanmäen 1100–1200-luvuilla käytetty kalmisto saattaa tarjota esimerkin tapauksesta, jossa jokin kriisi, mahdollisesti tartuntatauti, vaikutti pienen yhteisön elämään. Toppolanmäkeen on haudattu noin 15 aikuista vainajaa.<sup>36</sup> Näistä kolme oli laskettu yhteishautaan samassa arkussa (hauta 2/1936, kuva 2). Toisessa tapauksessa kaksi vainajaa oli haudattu yhteiseen hautakuoppaan (hauta 6/1937). Ainakin yksi kolmasosa kalmiston vainajista on siis haudattu useamman yksilön sisältäviin hautoihin. Lisäksi kalmiston yksittäishaudoissa on runsaasti poikkeavia piirteitä. Kolmoishaudan arkun kanteen oli isketty terävä rautaesine ja yhden yksittäishautauksen arkun kansi oli lävistetty kahdella keihäänkärjellä (hauta 8/1937). Haudan 7/1937 arkun sisäpuolelle päätylataan oli isketty harppuunankärki. Yksi kalmiston haudoista (hauta 1/1936) oli puolestaan poltto- ja ruumishautauksen yhdistelmä, jossa poltetut ihmisluut oli asetettu ruumishautaan vainajan kasvojen eteen puuastiassa. Terävien esineiden iskeminen arkkurakenteisiin on lyhytaikainen Hämeessä esiintyvä ilmiö, joka ajoittuu samaan aikaan kaksois- ja kolmoishautojen lisääntymisen kanssa noin vuoden 1200 tienoille. Myös se saattaa olla kriisiajanjaksona syntynyt reaktio,<sup>37</sup> jolla on pyritty vaikuttamaan kohonneen kuolleisuuden syihin maagisella toiminnalla. On kuitenkin huomattava, että mahdollinen kriisi on todennäköisesti vaikuttanut lähinnä paikallisesti ja lyhytaikaisesti, sillä pitempiäaikainen trendi rautakauden lopussa ja keskiajalla koko Suomen alueella oli väestön kasvu.<sup>38</sup> Lyhytaikainenkin kriisi olisi kuitenkin voinut autioittaa taloja. Toppolanmäen kalmistoa käytti todennäköisesti yksi ainoa tila,<sup>39</sup> mutta ei tiedetä, mitä tilalle ja sen väestölle tapahtui heti 1200-luvun jälkeen, sillä myöhemmin paikalla sijaitseva tila mainitaan asiakirjalähteissä ensimmäisen kerran vasta myöhäiskeskiajalla.

On mahdollista, että epidemioidet eivät esihistoriallisella ajalla vaikuttaneet harvaan asutun maan koko väestöön, vaan tartuntatautioidet aiheuttamat kriisit olivat nimenomaan paikallisia. Euran Luistarin kalmistossa on useita 700-luvun lopulle ajoittuvia joukkohautoja, joihin on haudattu sekä aikuisia että lapsia. Pirkko-Liisa Lehtosalo-Hilanderin mukaan kyseessä olisi mahdollisesti ollut tällöin vaikuttanut kulkutauti, joka surmasi kerralla kokonaisia perheitä.<sup>40</sup> Juuri kaikenikäisten ihmisten kuolleisuus voi puhua epidemian puolesta, vaikka kulkutaudeissakin kuolleisuus voi vaihdella eri ikäryhmissä taudista ja

sen virulenssista riippuen. Nälänhädästä sen sijaan esimerkiksi nuorten terveiden aikuisten voisi olettaa selvinneen vanhuksia ja pieniä lapsia paremmin.<sup>41</sup>

Suomessa väestömäärä on kautta historian ollut suhteellisen vähäinen verrattuna Keski- ja Etelä-Euroopan suuriin keskuksiin ja väestörikkaisiin alueisiin. Suomen alueella on kuitenkin nähtävissä arkeologisen signaalin vaihtelua eri aikoina ja asutustiheys on vaihdellut alueittain. Kivi- ja pronssikauden taitteessa (n. 2200 eaa. alkaen) etenkin Järvi-Suomen väestömäärä väheni ja monet laajat asuinpaikat autioituvat. Merkittävänä tekijänä on pidetty ilmaston viilenemistä,<sup>42</sup> mutta toisaalta on huomautettu, ettei ilmastotekijöillä pitäisi olla yhtä suurta vaikutusta metsästyksestä ja keräilystä toimeentulonsa saavaan väestöön kuin viljelyväestöön.<sup>43</sup> Jarkko Saipio on esittänyt, että yhtenä väestökadon syynä olisi voinut olla *Yersinia pestiksen* aiheuttama rutto.<sup>44</sup> Vaikka kivekautisia ihmisjäännöksiä ei Suomessa ole juurikaan säilynyt tutkittavaksi, on *Yersinia pestis* -bakteeri tunnistettu Viron nuorakeraamisista haudoista, ja tiiviit kontaktit Viron ja Suomen alueen nuorakeraamisten väestöjen välillä olisivat helposti voineet tuoda taudin myös Suomen puolelle.<sup>45</sup>

*Yersinia pestis* aiheuttaa kolmea erilaista tautimuotoa: paiseruttoa, keuhkoruttoa ja septistä ruttoa. Euroopan läpi 500–600-luvulla pyyhkäisseen Justinianuksen rutoksi kutsutun epidemian on todettu olleen paiseruttoa.<sup>46</sup> Paiseruton välittäjänä toimii kirppu, josta ruttobakteeri voi edelleen päästä ihmiseen. Kivi- ja pronssikaudella ruttoa aiheuttaneelta bakteerilta kuitenkin puuttuu *ymt*-geeni, jonka avulla se pysyy elossa kirpun sisäelimissä.<sup>47</sup> Tästä syystä kirppu ei ole voinut toimia varhaisimpien ruttoepidemioiden välittäjänä. Varhaisin rutto ei siten ole voinut olla paiseruttoa vaan keuhkoruttoa tai septistä ruttoa,<sup>48</sup> jotka ovat molemmat erittäin tappavia tautimuotoja. Keuhkorutto pystyy leviämään hengitysteitse ihmisten välillä, mutta septinen rutto, jossa bakteeria pääsee verenkiertoon joko hengitysteiden, rikkoutuneen ihon tai vektorihyönteisen välityksellä, tappaa usein jo ennen muiden oireiden ilmaantumista. Jos kivi- ja pronssikauden taitteessa esiintyi ruttoa myös Suomessa, oli se todennäköisesti keuhkoruttoa. Tämä perustuu oletukseen siitä, että vakavaan septiseen ruttoon sairastunut olisi menehtynyt ennen kuin olisi ehtinyt siirtää tartuntaa eteenpäin.



Kuva. 2. Valkeakosken Toppolanmäen hautaan 2/1936 oli laskettu kaksi eri-ikäistä naista ja yksi mies. Kuva: Veronika Paschenko.

Keskisellä rautakaudella (n. 600–700-luvulla jaa.) väestön määrä vaikuttaa vähentyneen etenkin Pohjanmaalla ja Uudellamaalla, sillä kalmistojen määrä alueilla vähenee. Tapio Seger liitti ilmiön Justinianuksen ruttoon,<sup>49</sup> mutta hänellä ei vielä 1980-luvun alussa ollut tietoa taudin muodosta ja levintätavasta, sillä tutkimuksia aiheesta on voitu tehdä vasta paljon myöhemmin. Ruton vektorina on pidetty lähinnä mustarotissa elävää kirppua, eikä mustarottia tämänhetkisen tiedon perusteella esiintynyt Suomessa vielä keskisellä rautakaudella. Birkassa mustarottia tosin oli ainakin viikinkiajalla, ja Suomen

etelärannikolle mustarotat levisivät varmuudella 1300-luvun loppuun mennessä.<sup>50</sup> Vaikka tämänhetkisen tiedon perusteella Justinianuksen rutto ei siis olisi voinut ylittää Suomeen asti ainakaan rottien mukana, voi tuleva tutkimus vielä tuottaa lisätietoa epidemian eri muodoista ja leviämistavoista. On nimittäin ehdotettu, että rutto olisi voinut levitä Pohjoismaissa myös täiden levittämänä tautina.<sup>51</sup> Vastaavasti on mahdollista, että väestön vähenemisen taustalla olisi vaikuttanut rutan sijasta jokin muu tauti yhdessä muiden tekijöiden kanssa.

Suomen esihistoriallisen väestön määristä ei ole tehty systemaattista tutkimusta, vaikka siitä onkin esitetty arveluita.<sup>52</sup> Väestömäärien selvittäminen eri ajanjaksoilla vaatisi kalmistojen ja asuinpaikkojen tarkkoja ajoituksia ja analyysijä. Kalmistojen ja asuinpaikkojen määrien ja laajuuden laskemisen lisäksi tutkimusta asutuksen levinneisyydestä olisi hyvä täydentää mm. siitepölytutkimuksilla ja ilmasto-olosuhteiden vaikutusten pohdinnalla.<sup>53</sup> Toisaalta siitepölyihin heijastuvat merkit viljelyn taantumisesta eivät välttämättä kerro väestömäärän laskusta, eikä väestömäärän lasku itsessään välttämättä näy siitepölyaineistossa. Esimerkiksi 1300-luvun katastrofaalisen ruttoepidemian, musta surman, aiheuttama väestökato erottuu viljelykasvien siitepölyjen laskuna Euroopassa vain paikoittain.<sup>54</sup> Viljelyn taantumiseen voi myös olla muita syitä kuin demografinen kriisi. Ilmaston tiedetään viilentyneen maailmanlaajuisesti 500-luvulla tapahtuneen tulivuorenpurkauksen pimennettyä taivaan vuosiksi.<sup>55</sup> Vaikka purkausta seurannut ilmastokriisi vaikutti erityisesti viljelyelinkeinoon, kertovat Isonkyrön Levänuhdan vainajista tehdyt stabiili-isotooppitutkimukset siitä, että Pohjanmaan väestö turvautui aikakaudella entistä enemmän merelliseen ravintoon.<sup>56</sup>

## Epidemioiden välilliset vaikutukset ja ilmaston vaikutus tautien esiintymiseen

12

Epidemioilla voi olla erilaisia taloudellisia, poliittisia ja sosiaalisia vaikutuksia.<sup>57</sup> Väestön väheneminen voi johtaa kaupankäynnin taantumiseen ja sitä myötä esimerkiksi prestiisiesineiden ja kaukokaupan tuotteiden vähenemiseen. Suomen osalta myös muualla riehuva epidemia voisi vaikuttaa kauppareitteihin muuttamalla kaupankäynnin suuntia. Arkeologisen aineiston perusteella Lounais-Suomen alueella oli suoria kontakteja Keski-Eurooppaan vanhemmalla rautakaudella (n. 200–500-luvulla, kuva 3), mutta yhteydet vähenivät 600-luvulle tultaessa ja kaupankäynti alkoi suuntautua entistä enemmän Baltiaan ja itään, samalla kun kotoperäisten esinetyyppien kehitys alkoi.<sup>58</sup> Vaikka kehityksen taustalla on todennäköisesti monien eri syiden yhteisvaikutuksia, kuten aiemmin mainittu 500-luvun ilmastokriisi, on kiinnostavaa pohtia, missä määrin Keski-Euroopassa riehuneella Justinianuksen rutolla oli vaikutusta asiaan. Poliittisia myllerryksiä ja kaupankäynnin häiriöitä aiheuttavat epidemioiden lisäksi muutkin tekijät, mutta usein epidemiat kulkevat käsikkäin kriisien, kuten sotien ja luonnonkatastrofien, kanssa. Eri tekijöiden analyysissa tulee jälleen kerran huomioida arkeologinen konteksti ja löytöaineisto kokonaisuudessaan. Toisin sanoen esihistoriallisten epidemioiden tutkimus vaatii sekä laajojen että paikallisten ilmiöiden huomioimista ja pohdintaa, vaikka syiden ja seurausten pohdintaa ei voikaan liikaa yksinkertaistaa. Esimerkiksi Iso-Britanniassa keramiikan määrä romahti 1300-luvulla todennäköisesti ruttoepidemian vaikutuksesta,<sup>59</sup> mutta myös Norjassa keramiikanvalmistus loppui 500-luvun jälkipuoliskolla, jolloin myös yhteiskunnassa ja hautaustavoissa tapahtui näkyviä muutoksia ja asuinpaikkoja hylättiin.<sup>60</sup> On mahdollista, että Norjan tapauksessa puhutaan vastaavista monitahoisista tekijöistä kuin Suomessa samaan aikaan, mutta brittiläinen tutkimus on dokumentoituun epidemiaan liittyessään hyvä esimerkki siitä, miten epidemia voi heijastua arkeologiseen aineistoon eri tavoin.





*Kuva 3.: Arkeologinen esineistö kertoo kontakteista. Laitilasta löytynyt lasinen juomasarvi ajoittuu noin vuosien 200–400 jaa. välille. Esine on todennäköisesti valmistettu Saksassa Reinin alueella. Kuva: Museovirasto, Arkeologian esinekeräily (CC BY 4.0).*

Myös ympäristön topografia sekä kontaktiverkostot ja asutustiheys on syytä huomioida pohdittaessa epidemioiden esiintymistä eri alueilla.<sup>61</sup> Mallinnukset viittaavat siihen, että tartuntatien leviäminen on nopeampaa vesireittien yhdistämällä

alueilla,<sup>62</sup> mutta maaston topografia voi myös rajata epidemian leviämistä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa *Yersinia pestis* -bakteeria – joka saapui maahan San Franciscon sataman kautta vuonna 1900 – esiintyy nykyään luonnonvaraisissa jyräjäkannoissa ainoastaan länsirannikolla, sillä erilaiset ilmasto- ja ympäristötekijät (kuten Kalliovuoret) ovat vaikuttaneet jyräjöiden levinneisyyteen ja siten rajanneet taudin reservuaaria.<sup>63</sup>

Yksilötasolla epidemiat voivat vaikuttaa esimerkiksi talouden koostumukseen. Lapset voivat menettää vanhempansa, jolloin kasvattilasten määrä saattaa lisääntyä perheissä. Tämä lisää talouksia, joissa geneettiset sukulaisuudet eivät välttämättä näy, mikä on huomioitava yksilöihin tai perhekuntiin keskittyvässä muinais-DNA-tutkimuksissa.

Tartuntatautien aiheuttama kriisi on myös voinut johtaa syyllisten etsimiseen.<sup>64</sup> Tällaisessa tapauksessa tiettyä tapaa, ihmisryhmää tai yksilöitä on pidetty kriisin lähteenä tai aiheuttajana.<sup>65</sup> Myös tämä voi johtaa poikkeaviin hautauksiin.<sup>66</sup> Kriisi voi aiheuttaa myös muita poliittisen ja uskonnollisen elämän muutoksia, mikä voi näkyä arkeologisessa aineistossa lisääntyneenä uskonnollisena tai maagisena toimintana tai löytöinä, jos tukea on haettu jumalilta ja henkiolennoilta.<sup>67</sup> Karjalaisessa kansanperinteessä tunnetaan uskomus, jonka mukaan kohonneen kuolleisuuden voi saada loppumaan hautamalla lapsen maahan kasvot alaspäin.<sup>68</sup> Selittisikö siis Hollolan Kirkkailanmäen keskiaikaisen kalmiston vatsallaan haudattu lapsi maagisella toiminnalla, jolla olisi pyritty vaikuttamaan koko yhteisön hyvinvointiin, etenkin kun lapsenhaudan ympäristössä on kaksoishautoja, jotka voivat kieliä kohonneen kuolleisuuden ajanjaksosta?<sup>69</sup> Poliittiset vaikutukset voivat myös näkyä uuden eliitin muodostumisena, epävakautena tai vallan fyysisten merkkien muuttumisena.<sup>70</sup> Poliittiset seuraukset yhteisön kohtaamasta kriisistä riippuvat kuitenkin paljon siitä, millainen yhteisön valtarakenne on ja miten epidemia vaikuttaa yhteisön elintiin. Historiasta tunnetaan esimerkkejä, joissa yhteisön valtaapitävät saattavat menehtyä kriisissä tai heidät saatetaan nähdä kriisistä vastuullisina tahoina.<sup>71</sup> Vaikka kriisit tarkoittavat ajanjaksoja, joihin liittyy huomattavia vaikeuksia, ongelmia tai uhkia, voi niillä olla lopulta positiivisia vaikutuksia. Kriisit voivat käynnistää tarpeellisia muutoksia ja johtaa innovaatioihin, parannuksiin ja yhteiskunnalliseen kehitykseen, ja myös lähentää ihmisiä ja yhteisöjä.<sup>72</sup> Siksi kriisijaksojen tutkimusta voi lähestyä myös sopeutumisen ja resilienssin näkökulmista.<sup>73</sup>

Aiemmin mainitut ilmastotekijät ovat vaikuttaneet toisinaan kaupankäyntiverkostoihin ja paikallisiin elinkeinoihin, mutta ilmastotekijät voivat myös vaikuttaa yleisellä tasolla tautien

esiintymiseen ja yleisyyteen.<sup>74</sup> Niin kutsuttu keskiajan lämpökausi osuu suomalaisen periodijaon mukaan rautakauden lopulle (n. 900–1200 jaa.). Ajanjaksolla vuoden keskimääräinen lämpötila oli pari astetta korkeampi kuin 1900-luvun alussa.<sup>75</sup> Talvet olivat Etelä-Suomessa lumettomia<sup>76</sup> ja viljely tuotti suuria satoja.<sup>77</sup> Viljelykasvit menestyivät yleisesti pohjoisempina kuin myöhempinä vuosisatoina, mikä mm. mahdollisti Grönlannin skandinaaviasutuksen.<sup>78</sup> Lämmin ilmasto on todennäköisesti ollut suotuisa myös tietyille taudinaiheuttajille ja taudeille. Yksi tällainen on malaria, jota esiintyi Suomessa lämpimien kesien jälkeen vielä 1900-luvun alussa Oulun korkeudelle asti. Malarian on arveltu olleen läsnä ainakin keskiajalta saakka, sillä Naantalın luostarin yrttikirjassa mainitaan 1400-luvulla hoito kuumeen aiheuttamiin vilunväristyksiin.<sup>79</sup> Historiallisessa tautitutkimuksessa vilunväreet eli horkka on yhdistetty nimenomaan malariaan,<sup>80</sup> jolle jo keskiajan lämpökauden ilmasto-olosuhteet ovat siis olleet suosiollisia. On myös mahdollista, että punkit ja niiden levittämät taudit yleistyivät lämpökauden aikana. Punkit voivat kantaa monia taudinaiheuttajia, kuten pilkkukuumetta aiheuttavaa riketsiabakteeria,<sup>81</sup> jolla on potentiaalia aiheuttaa myös ihmisestä toiseen tarttuva epidemia. Lämpökauden kontekstissa on jopa mahdollista, että Suomen alueella esiintyi sellaisia punkkitauteja, joita ei tällä hetkellä alueella esiinny, mutta jotka ovat potentiaalisia uustulokkaita ilmaston edelleen lämmitessä. Esimerkiksi Oslost on keskiaikaisen hautausmaan vainajasta tunnistettu *Borrelia recurrentis* -bakteeri, jonka voi yhdistää punkin kantamaan toisintokuumeseen.<sup>82</sup> Keskiajan lämpökaudella kasvanut väestö oli myös otollista pohjaa tartuntataudeille, sillä ihmismäärä oli oletettavasti rautakauden alkupuoleen verrattuna tiheämpi ja tiloja asutettiin mahdollisesti ahtaasti.

## Yhteenveto

14

Epidemiat aiheuttavat yksilöllisiä, yhteisöllisiä ja yhteiskunnallisia kriisejä, joiden kesto voi olla lyhyt- tai pitkäaikainen epidemian kestosta riippuen. Luonnontieteellinen tutkimus on konkreettinen tapa tunnistaa taudinaiheuttajia arkeologisesta aineistosta, mutta tautien merkitys ja vaikutus ihmisiin ja yhteisöihin vaatii aina laajojen aineistojen tutkimusta, kontekstualisointia ja monipuolista tulkintaa. On myös huomattava, että kaikkia taudinaiheuttajia ei ainakaan tällä hetkellä voi tunnistaa molekulaaristen tutkimusten avulla. Arkeologisessa tutkimuksessa monipuolinen tutkimus tarkoittaa esimerkiksi väestömäärien ja -rakenteiden tutkimusta, kauppayhteyksien ja ihmisten liikkuvuuden kartoittamista, asuinpaikkojen ja viljelyn intensiivisyyden tutkimusta, hautakontekstien tarkkaa analysointia, sosiaalisten suhteiden pohdintaa sekä materiaalisen kulttuurin tutkimusta eri näkökulmista. Kriisejä voivat synnyttää epidemioiden ja tautien lisäksi myös muut tekijät, ja niiden heijastuminen arkeologiseen aineistoon voi tuottaa vaikeasti tunnistettavia ja monitulkintaisia ilmiöitä. Minkä tahansa kriisiajanjakson tunnistaminen esihistoriasta voi kuitenkin mahdollisesti johtaa myös kulkutaudin jäljille, sillä epidemiat tyypillisesti linkittyvät muihin väestökriiseihin, kuten luonnonkatastrofeihin ja konflikteihin. Arkeologisen aineiston tutkimuksella voidaan tehdä päätelmiä näiden ilmiöiden kokonaisvaikutuksista. Paras tapa esihistoriallisten epidemioiden tutkimukseen on kiinnittää huomiota sekä paikallisiin pienen mittakaavan ilmiöihin että laajaan yleiskuvaan, ja käyttää kontekstualisoinnin apuna monitieteistä tutkimuskenttää.

## Kiitokset

Haluamme kiittää professori Päivi Onkamoja tekstin lukemisesta ja kommentoinnista käsikirjoitusvaiheessa. Lämpimät kiitokset myös kahdelle erinomaiselle vertaisarvioijalle hyvistä kommentteista ja kannustuksesta.

- <sup>1</sup> Ks. esim. George J. Armelagos, Peter J. Brown & Bethany Turner, “Evolutionary, historical and political economic perspectives on health and disease”, *Social Science & Medicine*, Vol. 61, Issue 4 (2005): 755–765, <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.08.066>; Niels Lynnerup, “The Thule Inuit Mummies from Greenland”, *The Anatomical Record*, Vol. 298, Issue 6, June 2015 (2015): 1001–1006, <https://doi.org/10.1002/ar.23131>
- <sup>2</sup> Ann Sullivan Baker, Kathryn L. Ruoff & Sarabelle Madoff, ”Isolation of Mycoplasma Species from a Patient with Seal Finger”, *Clinical Infectious Diseases*, Vol. 27, Issue 5, November 1998, (1998): 1168–1170, <https://doi.org/10.1086/514980>; Kirsten I. Bos, Kelly M. Harkins, Alexander Herbig et al. “Pre-Columbian mycobacterial genomes reveal seals as a source of New World human tuberculosis.” *Nature* 514 (2014): 494–497. <https://doi.org/10.1038/nature13591>
- <sup>3</sup> Natasha Fijn & Baasanjav Terbish, ”The Multiple Faces of the Marmot: Associations with the Plague, Hunting, and Cosmology in Mongolia”. *Human Ecology* 49, (2021): 539–549. <https://doi.org/10.1007/s10745-021-00264-7>; Gulmira Sariyeva, Gulnara Bazarkanova, Ravshambek Maimulov et al. “Marmots and Yersinia pestis Strains in Two Plague Endemic Areas of Tien Shan Mountains.” *Frontiers in Veterinary Science*, 2019 Jul 4;6:207. (2019), <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00207>
- <sup>4</sup> William H. McNeill, *Plagues and Peoples* (New York: Anchor Books, 1977); George J. Armelagos et al. (2005); Peter Mitchell, “The archaeological study of epidemic and infectious disease”, *World Archaeology* 35:2 (2003): 171–179. <https://doi.org/10.1080/0043824032000111353>
- <sup>5</sup> Esim. Andrei Kalinitchev, ”Muuttoon savupirtistä takkatupaan tarvittiin tiliteollisuutta” *Ennen ja nyt*, Vol 16 Nro 2 (2016), <https://journal.fi/ennenjanyt/article/view/108718/63715>; Heikki S. Vuorinen, *Tautinen Suomi 1857–1865* (Tampere: Tampere University Press, 2006).
- <sup>6</sup> 1400-luvun ja sen jälkeisten ruttoepidemioiden uhrimääristä Suomessa esim. Mika Kallioinen “Plagues and Governments. The prevention of plague epidemics in early modern Finland.” *Scandinavian Journal of History*, 31:1, (2009): 35–51, <https://doi.org/10.1080/03468750500507495>
- <sup>7</sup> Dale L. Hutchinson & Jeffrey M. Mitchem, “Correlates of contact: Epidemic disease in archaeological context”, *Historical Archaeology* 35 (2001): 58–72. <https://doi.org/10.1007/BF03374384>
- <sup>8</sup> Dorthe Dangvard Pedersen, George R. Milner, Hans Jørn Kolmos et al., “The Association between Skeletal Lesions and Tuberculosis Diagnosis Using a Probabilistic Approach”, *International Journal of Paleopathology* 27, (2019): 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2019.01.001>
- <sup>9</sup> Tony Waldron, *Palaeopathology* (Cambridge: Cambridge University Press, 2009).
- <sup>10</sup> Maria A. Spyrou, Kirsten I. Bos, Herbig A. et al. “Ancient pathogen genomics as an emerging tool for infectious disease research”, *Nature Reviews Genetics* 20 (2019): 323–340. <https://doi.org/10.1038/s41576-019-0119-1>
- <sup>11</sup> Spyrou et al. (2019).
- <sup>12</sup> Simon Rasmussen, Morten Erik Allentoft, Kasper Nielsen et al. “Early divergent strains of Yersinia pestis in Eurasia 5000 years ago. *Cell* 163, (2015): 571–582, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2015.10.009>
- <sup>13</sup> Marja Ahola, Kati Salo & Kristiina Mannermaa, ”Almost gone: Human skeletal material from Finnish Stone Age Earth Graves”, *Fennoscandia archaeologica* XXXIII, (2016): 95–122.
- <sup>14</sup> Oliver M. Smith & Thomas P. Gilbert, “Ancient RNA” In: *Paleogenomics*, Eds. Charlotta Lindqvist & Om P. Rajora, (Cham: Springer, 2018).
- <sup>15</sup> Barbara Mühlemann, Lasse Vinner, Ashot Margaryan et al. “Diverse Variola Virus (Smallpox) Strains Were Widespread in Northern Europe in the Viking Age”, *Science* 369, no. 6502, (2020): eaaw8977. <https://doi.org/10.1126/science.aaw8977>
- <sup>16</sup> Ks. esim. Peter K. Lewin, “Mummified, Frozen Smallpox: Is It a Threat?” *JAMA*. 1985;253(21):3095. (1985), <https://doi.org/10.1001/jama.1985.03350450067022>; Andrea M. McCollum, Yu Li, Kimberly Wilkins, et al. “Poxvirus Viability and Signatures in Historical Relics”, *Emerging Infectious Diseases*, 2014 Feb; 20(2), (2014): 177–184. <https://doi.org/10.3201/eid2002.131098>; Charlotte Roberts, *Human Remains in Archaeology: A Handbook* York: Council for British Archaeology, 2009).
- <sup>17</sup> Esim. Alvin W. Smith, Douglas E. Skilling, John D. Castello et al., “Ice as a Reservoir for Pathogenic Human Viruses: Specifically, Caliciviruses, Influenza Viruses, and Enteroviruses.” *Medical Hypotheses* 63, no. 4, (2004): 560–66. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2004.05.011>
- <sup>18</sup> George Chambers, Laura Lawrie, Phil Cash et al. “Proteomics: a new approach to the study of disease”, *The Journal of Pathology*, 192, (2000): 280–288. [https://doi.org/10.1002/1096-9896\(200011\)192:3<280::AID-PATH748>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1096-9896(200011)192:3<280::AID-PATH748>3.0.CO;2-L)
- <sup>19</sup> Frido Welker, “Palaeoproteomics for human evolution studies”, *Quaternary Science Reviews*, 190, (2018): 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.04.033>
- <sup>20</sup> George Chambers et al. (2000), Shevan Wilkin, Alicia Ventresca Miller, William T. T. Taylor et al. “Dairy pastoralism sustained Eastern Steppe populations for 5000 years”, *Nature Ecology and Evolution*, 4, (2020): 346–355. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1120-y>
- <sup>21</sup> Ariane Düx, Sebastian Lequime, Livia Victoria Patrono et al., ”Measles virus and rinderpest virus divergence dated to the sixth century BCE.” *Science*, Vol. 368, Issue 6497, (2020): 1367–1370, <https://doi.org/10.1126/science.aba9411>
- <sup>22</sup> Kerttu Majander, Saskia Pfrengle, Arthur Kocher et al. “Ancient Bacterial Genomes Reveal a High Diversity of *Treponema pallidum* Strains in Early Modern Europe”, *Current Biology*, Vol. 30, Issue 19, (2020): P3788–3803.E10. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.07.058>; Mari Toppinen, Maria F. Perdomo, Jukka Palo et al. ”Bones hold the key to DNA virus history and epidemiology”, *Scientific Reports*, 5, 17226, (2015), <https://doi.org/10.1038/srep17226>

Mari Toppinen, *Parvoviral genomes in human soft tissues and bones over decades*, Doctoral dissertation, University of Helsinki (2021). <http://hdl.handle.net/10138/324787>

<sup>23</sup> Barbara Mühlemann, Ashot Margaryan, Peter de Barros Damgaard et al. “Ancient human parvovirus B19 in Eurasia reveals its long-term association with humans”, *PNAS*, July 2, 2018, 115 (29), (2018): 7557–7562, <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1804921115>; Barbara Mühlemann et al. (2020).

<sup>24</sup> Zhemin Zhou, Z., Inge Lundström, Alicia Tran-Dien, et al. “Pan-genome analysis of ancient and modern *Salmonella enterica* demonstrates genomic stability of the invasive para C lineage for millennia”, *Current Biology*, 28, (2018): 2420.e–2428.e. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.05.058>

<sup>25</sup> Ulla Moilanen, *Variations in Inhumation Burial Customs in Southern Finland (AD 900–1400): Case studies from Häme and Upper Satakunta*. *Annales Universitatis Turkuensis*, Hum. B. Tom 555, (2021). Turku: University of Turku. <https://www.utupub.fi/handle/10024/152659>; David Soren, “Can archaeologists excavate evidence of malaria?” *World Archaeology*, 35:2, (2003): 193–209, <https://doi.org/10.1080/0043824032000111371>

<sup>26</sup> Dominique Castex, Sacha Kacki, Hélène Réveillias, et al. “Revealing archaeological features linked to mortality increases.” *Anthropologie* 52(3), (2014): 299–318; Andrew T. Chamberlain, *Demography in Archaeology*, (2006). Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>27</sup> Milton Nunez, “Growth patterns in immature skeletal remains from Medieval Kökar, Åland Islands”, In: *Vanhojen luiden kertomaa*, Toim. Heikki Vuorinen & Ursula Vala, (Helsinki: Helsinki University Press, 1997): 1311–141.

<sup>28</sup> Doris Gutmiedl-Schumann, Bernd Päffgen, Heiner Schwarzberg et al. “Digging up the plague: A diachronic comparison of a DNA confirmed plague burials and associated burial customs in Germany”, *Præhistorische Zeitschrift* 92(2), (2018): 405–427.

<sup>29</sup> Marcel Keller, Maria A. Spyroy, Christiana L. Scheib et al. “Ancient *Yersinia pestis* genomes from across Western Europe reveal early diversification during the First Pandemic (541–750)”. *PNAS*, Vol. 116, June 18, 2019, (2019): 12363–12372. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820447116>

<sup>30</sup> Moilanen, “Variations in Inhumation Burial Customs”, 66–68.

<sup>31</sup> Robert Sallares, Abigail Bouwman & Cecilia Anderung, “The Spread of Malaria to Southern Europe in Antiquity: New Approaches to Old Problems.” *Medical History*, Jul. 1, 48(3), (2004): 311–328; Soren, “Evidence of malaria?”.

<sup>32</sup> Ks. esim. Virginia Zarulli, Julia A. Barthold Jones, Anna Oksuzyan et al. “Women live longer than men even during severe famines and epidemics.” *PNAS* Vol. 115 No (4), (2018): E832–E840. <https://doi.org/10.1073/pnas.170153511>

<sup>33</sup> Dominique Castex & Sacha Kacki, “Demographic Patterns Distinctive of Epidemic Cemeteries in Archaeological Samples”, *Microbiology Spectrum* Vol. 4, No. 4, (2016): E832–E840. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.PoH-0015-2015>

<sup>34</sup> Moilanen, “Variations in Inhumation Burial Customs”, 185–192.

<sup>35</sup> Ole Jørgen Benedictow: “The demography of the Viking age and the high middle ages in the Nordic countries”, *Scandinavian Journal of History*, 21:3, (1996), 151–182, <https://doi.org/10.1080/03468759608579323>; Hans Christian Petersen, Jesper Boldsen & Richard R. Paine, “Population Relationships in and around Medieval Danish Towns.” In: *Urbanism in the Preindustrial World: Cross-Cultural Approaches*, Ed. Glenn R. Storey, (Tuscaloosa: The University of Alabama Press, 2006), 110–120.

<sup>36</sup> Moilanen, “Variations in Inhumation Burial Customs”, 196–199.

<sup>37</sup> Moilanen, “Variations in Inhumation Burial Customs”, 81.

<sup>38</sup> Sirku Pihlman, “Väestöräjähdyksen historiallisen ajan taitteessa? Voisiko aineistoja tulkita toisinkin?” *Aboa* 2002–2003, (2004): 47–77; Sami Raninen & Anna Wessman, “Rautakausi”. Teoksessa: *Muinaisuutemme jäljet. Suomen esi- ja varhaishistoria kivikaudelta keskiajalle*, Toim. Georg. Haggrén, Petri Halinen, Mika Lavento, Sami Raninen & Anna Wessman, (Helsinki: Gaudeamus, 2015) 215–365.

<sup>39</sup> Ulla Moilanen, Tytti Juhola, Sanna Pätsi, Santeri Vanhanen, Teija Alenius, “‘The Color of the Grave is Green’ Moss and Juniper in Early Medieval Graves at Toppolanmäki, Finland”, *Environmental Archaeology*, (2022) <https://doi.org/10.1080/14614103.2022.2083927>

<sup>40</sup> Pirkko-Liisa Lehtosalo-Hilander, *Kalastajista kauppanaisiin. Euran esihistoria* (Eura: Euran kunta, 2000) 156.

<sup>41</sup> Kirsty Squires, Esme Hookway & Nicholas Márquez-Grant “Don’t Forget the Children! A Review of the Consequences of Natural Disasters and Epidemics on Childhood Health and Mortality in the Past”, *Childhood in the Past*, (2022), <https://doi.org/10.1080/17585716.2022.2036299>

<sup>42</sup> Mika Lavento, “Pronssi- ja varhaismetallikausi”, teoksessa Haggrén, Halinen, Lavento, Raninen & Wessman, 125.

<sup>43</sup> Jarkko Saipio, “*Yersinia pestis*, the demise of the giant’s church culture and disappearance of Asbestos Ware in Late Neolithic Finland”, Teoksessa: *Oodeja Mikalle – Odes to Mika - Ody Muke: Festschrift for Professor Mika Lavento on the occasion of his 60th birthday*, Toim. Petri Halinen, Volker Heyd & Kristiina Mannermaa. *MAF* 10 (2022): 561–564.

<sup>44</sup> Saipio, “*Yersinia pestis*.”

<sup>45</sup> Saipio, “*Yersinia pestis*.”, 61.

<sup>46</sup> Michaela Harbeck, Lisa Seifert, Stephanie Haensch, et al. “*Yersinia pestis* DNA from Skeletal Remains from the 6th Century AD Reveals Insights into Justinianic Plague”, *PLoS Pathogens* 9(5), (2013): e1003349. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003349>

<sup>47</sup> Rasmussen et al., “Early divergent strains of *Yersinia pestis*”.

<sup>48</sup> Rasmussen et al., “Early divergent strains of *Yersinia pestis*”.

<sup>49</sup> Tapio Seger, "The plague of Justinian and other scourges: an analysis of the anomalies in the development of the Iron Age population in Finland", *Fornvännen* 77 (1982): 184–197.

<sup>50</sup> He Yu, Alexandra Jamieson, Ardern Hulme-Beaman, et al. "Paleogenomic analysis of black rat (*Rattus rattus*) reveals multiple European introductions associated with human economic history", *Nature Communications* 13, 2399 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30009-z>

<sup>51</sup> Rémi Barbieri, Michel Drancourt & Didier Raoult, "The role of louse-transmitted diseases in historical plague pandemics", *The Lancet Infectious Diseases*, October 6, (2020), [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30487](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30487)

<sup>52</sup> Ks. esim. Pihlman, "Väestöräjähdyks"; Raninen & Wessman, "Rautakausi", 299; Miikka Tallavaara, Petro Pesonen & Markku Oinonen, "Prehistoric population history in eastern Fennoscandia", *Journal of Archaeological Science*, Vol. 37, Issue 2, (2010): 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.09.035>

<sup>53</sup> Ks. esim. Lee Mordechai, Merle Eisenberg, Timothy P. Newfield et al. "The Justinianic Plague: An inconsequential pandemic", *PNAS* Vol. 116, No. 51, (2019). <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1903797116>

<sup>54</sup> A. Izdebski, P. Guzowski, R. Poniati, et al. "Palaeoecological data indicates land-use changes across Europe linked to spatial heterogeneity in mortality during the Black Death pandemic", *Nature Ecology & Evolution* 6, (2022): 297–306. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01652-4>

<sup>55</sup> Samuli Helama, Laura Arppe, Joonas Uusitalo et al. "Volcanic dust veils from sixth century tree-ring isotopes linked to reduced irradiance, primary production and human health", *Scientific Reports*, 8 (1), (2018): 1339, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19760-w>; Markku Oinonen, Teija Alenius, Laura Arppe et al. "Buried in water, burdened by nature. Resilience carried the Iron Age people through Fimbulvinter", *PLoS ONE*, April 21, (2020), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231787>

<sup>56</sup> Oinonen et al., "Buried in water."

<sup>57</sup> Esim. J. N. Hays, *Epidemics and Pandemics: Their Impacts on Human History* (Santa Barbara: ABC-CLIO, Inc., 2000); Arkadiusz Soltysiak, "The plague pandemic and Slavic expansion in the 6th–8th centuries", *Archaeologia Polona*, vol. 44, (2006): 339–364.

<sup>58</sup> Raninen & Wessman, "Rautakausi", 269; 270.

<sup>59</sup> Carenza Lewis, "Disaster recovery: New archaeological evidence for the long-term impact of the 'calamitous' fourteenth century", *Antiquity*, 90(351), (2016): 777–797. <https://doi.org/10.15184/aqy.2016.69>

<sup>60</sup> Christian Løchsen Rødsrud, "Why did pottery production cease in Norway during the transition to the Late Iron Age?", In: *The Agrarian Life of the North 2000 BC–AD 1000. Studies in rural settlement and farming in Norway*. Eds. Frode Iversen & Håkan Petersson, (Kristiansand: Portal Books, 2016: 77–92.)

<sup>61</sup> Ks. esim. José M. Gómez & Miguel Verdú, "Network theory may explain the vulnerability of medieval human settlements to the Black Death pandemic", *Scientific Reports* 7, (2017), 43467. <https://doi.org/10.1038/srep43467>

<sup>62</sup> Hutchinson & Mitchem, "Correlates of contact", 68.

<sup>63</sup> Jennifer Zipser Adjemian, Patrick Foley, Kenneth L. Gage et al. "Initiation and spread of traveling waves of plague, *Yersinia pestis*, in the western United States". *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, Feb;76 (2), (2007): 365–375. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2007.76.365>

<sup>64</sup> Esim. Justin Barr, Richard A. McKay & Deborah, B., Doroshov, "The Dangers of 'Us Versus Them': Epidemics Then and Now", *Journal of General Internal Medicine* 36, 795–796 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11606-020-06368-y>

<sup>65</sup> Esim. Frank Snowden, *Epidemics and Society: From the Black Death to the Present* (New Haven and London: Yale University Press, 2020).

<sup>66</sup> Ks. esim. Lesley A. Gregoricka, Tracy A. Betsinger, Amy B. Scott et al. "Apotropaic Practices and the Undead: A Biogeochemical Assessment of Deviant Burials in Post-Medieval Poland", *PLoS ONE* 9 (11, 2014): e113564. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113564>

<sup>67</sup> Esim. Karel Černý, "Magical and Natural Amulets in Early Modern Plague Treatises", *Sudhoffs Archiv. Zeitschrift für Wissenschaftsgeschichte*, Bd. 97, H. 1 (2013): 81–101.

<sup>68</sup> Samuli Paulaharju, *Syntymä, lapsuus ja kuolema. Vienen Karjalan tapoja ja uskomuksia*. Kalevalaseuran julkaisu 2. (Porvoo: WSOY, 1924).

<sup>69</sup> Ulla Moilanen, "Facing the Earth for Eternity? Prone Burials in Early Medieval and Medieval Finland (c. AD 900–1300)", In: *The Others. Deviants, Outcasts and Outsiders in Archaeology*. Eds. Leah Damman & Samantha Leggett, *Archaeological Review from Cambridge* 33.2, (2018): 19–36.

<sup>70</sup> Esim. Rødsrud, "Why did pottery production cease in Norway."

<sup>71</sup> Esim. George Sweeney, "Irish Hunger Strikes and the Cult of Self-Sacrifice", *Journal of Contemporary History*, 28(3), (1993), 421–437. <https://doi.org/10.1177/002200949302800302>

<sup>72</sup> Samuel K. Cohn, "Pandemics: waves of disease, waves of hate from the Plague of Athens to A.I.D.S." *Historical Research*, Vol. 85, Issue 230, (2012): 535–555. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2281.2012.00603.x>

<sup>73</sup> Marcel Bradtmöller, Sonja Grimm & Julien Riel-Salvatore, "Resilience theory in archaeological practice – An annotated review", *Quaternary International*, Vol 446, (2017): 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.10.002>; Oinonen et al., "Buried in water."

<sup>74</sup> Esim. Kevin D. Lafferty, "The ecology of climate change and infectious diseases". *Ecology*, Vol. 90, Issue 4, (2009): 888–900.

---

<sup>75</sup> Juha Pekka Lunkka, *Maapallon ilmastohistoria* (Helsinki: Gaudeamus, 2018,) 247–249.

<sup>76</sup> Lunkka, ”Maapallon ilmastohistoria”, 11.

<sup>77</sup> Heli Huhtamaa & Samuli Helama, ”Reconstructing crop yield variability in Finland: Long-term perspective of the cultivation history on the agricultural periphery since AD 760”, *The Holocene*, Vol. 27(1), (2017): 3–11. <https://doi.org/10.1177/0959683616646188>

<sup>78</sup> William P. Patterson, Kristin A. Dietrich, Chris Holmden et al., “Two millennia of North Atlantic seasonality and implications for Norse colonies”, *PNAS*, Vol. 107, No 12, (2009): 5306–5310. <https://doi.org/10.1073/pnas.090252210>

<sup>79</sup> Seija Tirri & Rauno Tirri, *Naantalin luostarin lääke- ja yrttikirja* (Parainen: Wanha Naantali Kauppa, 2012) 17, 43; Nådendals klosterbok, Kungliga biblioteket, A 49, f. 171r <https://www.manuscripta.se/ms/100225#>

<sup>80</sup> Heikki S. Vuorinen, *Tautinen historia* (Tampere: Tampere University Press, (2002) 194.

<sup>81</sup> Cornelia Silaghi, Dietmar Hamel, Claudia Thiel et al. “Spotted fever group rickettsiae in ticks, Germany”, *Emerging Infectious Diseases*, 17(5), 890–892, (2011). <https://doi.org/10.3201/eid1705.101445>

<sup>82</sup> Meriam Guellil, Oliver Kersten, Amine Namouchi et al, “Genomic blueprint of a relapsing fever pathogen in 15th century Scandinavia”, *PNAS*, Vol. 115, No 41, (2018): 10422–10427. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807266115>