

Hyönteisten käyttö kuoleman tutkimuksessa - arkeologisia ja oikeuslääketieteellisiä näkökulmia

Tranberg Annemari & Maijanen Heli

Johdanto

Hyönteisiä tutkitaan erilaisissa menneisyyden konteksteissa eri tieteenalojen yhteydessä. Paleoentomologia keskittyy tutkimaan hyönteisiä ulottuen kauemmas menneisyyteen satojen miljoonien vuosien päähän ja sen painopiste on, hyönteisissä itsessään, ilmastossa ja ympäristössä. Arkeoentomologian avulla tarkastellaan ihmisen menneisyyttä arkeologisessa kontekstissa aina esihistoriasta moderniin aikaan asti ja oikeuslääketieteellisessä kontekstissa rikosentomologia tutkii hyönteisten avulla nykyajan kuolemantapauksia ja rikospaikkoja. Vaikka näytteidenottokonteksti vaihtelee tutkimuksissa luontaisesti kerrostuneista maakerroksista ihmisen toiminnasta syntyneisiin kulttuurikerroksiin ja jopa tuoreisiin vainajiin, ja näytteenottotapa maanäytteistä yksittäisten jäännösten keräämiseen, niille on yhteistä se, että hyönteistutkimusten tuloksia käytetään valottamaan menneisyyttä ja menneisyyden ihmisen elämää ja sen tapahtumia. Siinä missä ilmastontutkimus liitetään Suomessa enemmän luonnontieteisiin, ei niinkään ihmistieteisiin, on paleoentomologia nivoutunut ilmastontutkimuksen kautta arkeologiaan vahvemmin muualla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa (esim. Rivers et al. 2010, Goff 2000; Benlow et al. 2015). Suomalaisen hyönteistutkimuksen historian ehkä tunnetuin kohde on keskiaikainen Turku ja Mätäjärven pohjakerrosten tutkiminen. Myös Oulun, Kokkolan ja Tornion 1600–1800-lukuisia kaupunkikerrostumia on tutkittu hyönteisten osalta 2000-luvulla (esim. Kallio-Seppä & Tranberg 2020).

Arkeologiassa hyönteistutkimus on yleistynyt 2000-luvulla ja lomittunut osaksi runsasta arkeologisten tekniikoiden kenttää. Se liitetään usein makrofossiilitutkimukseen, ikään kuin osaksi kasvientutkimusta. Makrotutkimuksen yleistymisen myötä myös hyönteistutkimuksen tuottamaa tietoa on meillä käytettävissä koko ajan enemmän. Erilaisten hyönteisten jäännökset kulttuurikerrostumissa voivat kertoa esimerkiksi maaperän ominaisuuksista, rakenteiden materiaaleista, ympäröivästä kasvillisuudesta ja eläimistöä ja niiden sairauksista.

Hyönteisten ja vainajien yhteys on ollut nähtävissä jo antiikin kirjallisuudessa ja 1500-luvun monitieteilijöiden tutkimuksissa. Hyönteisiä on tutkimusten mukaan käytetty jo 1200-luvulla

Kiinassa henkirikoksen selvittämisessä. Rikosentomologia soveltaakin tietoa hyönteisistä rikostapauksissa, useimmiten henkirikosten ja oikeuslääketieteellisen kuolemanselvittelyn yhteydessä (Amendt et al. 2007; Sääksjärvi et al. 2009). Samoja hyönteistutkimuksen perusperiaatteita hyödyntää 1900-luvun loppupuolella syntynyt hautausarkeontomologia (Vanin & Huchet 2017).

Arkeologisten hautojen ja oikeuslääketieteellisten tapausten yhteydessä hyönteiset voivat kertoa omaa tarinaansa tapahtumista. Niiden avulla voidaan saada käsitys kuolemaan johtaneista tekijöistä, hautaamistavasta, hautaamisolosuhteista, kuoleman ja hautaamisen välisen ajanjakson suhteellisesta pituudesta sekä hautaamisen jälkeen tapahtuneista prosesseista. Rikostutkimuksessa voidaan olla lisäksi kiinnostuneita ruumiin siirtämisestä, johon mahdolliset eri hyönteislajit voivat tuoda selvennystä (ks. tarkemmin Vanin & Huchet 2017). Kuolinajan (post-mortem interval PMI) tarkka määrittäminen hyönteisten avulla ei kuitenkaan ole mahdollista arkeologiassa samalla tavalla kuin tuoreemman vainajan tutkimuksissa. Kuolinajan määrittäminen hyönteisten avulla toimii parhaiten, kun kuolemasta on kulunut enintään kuukausi (Nuorteva 1977).

Hyönteisiä käytetään siis sekä arkeologisessa että oikeuslääketieteellisessä tutkimuksessa selvittelemään erilaisia kuolemaan liittyviä näkökohtia. Tässä artikkelissa esittelemme hyönteistutkimusta yleisellä tasolla menneisyyden ja tuoreempien kuolemien yhteydessä. Hyönteistutkimuksen käyttöä arkeologisessa hautatutkimuksessa esittelemme pohjoissuomalaisen tapaustutkimuksen kautta. Näiden lisäksi nostamme esiin myös luissa näkyvät hyönteisten jättämät jäljet, joita hyödynnetään arkeologisten luumateriaalien tutkimuksessa.

Hyönteiset arkeologisessa hautatutkimuksessa

Entomologian näkökulmasta hautatutkimuksen keskiössä ovat raadonsyöjät. Toki muutkin hyönteiset, kuten parasiitit tai esimerkiksi koiperhoset, antavat tietoa hautaamisesta ja vainajasta. Hyönteiset hyödyntävät vainajaa moniin eri tarkoituksiin. Osa lajeista käyttää ruumista ravintona. Toisille se on suotuisa elinympäristö, varasto- tai suojapaikka, ja toiset saapuvat ruumiin läheisyyteen saalistamaan muita hyönteisiä (Sääksjärvi et al. 2009). Erilaiset raatokärpäslajit kertovat siitä, miten vainajan ruumiin hajoamisprosessi on edennyt ja antavat viitteitä prosessin aikaisista lämpötiloista ja siitä, mihin vuodenaikaan tai missä olosuhteissa kuolema on tapahtunut (esim. Vanin & Huchet 2017). Hyönteiset, kuten museokuoriainen (*Anthrenus museorum*) tai

taljaraatokoi (*Monopis laevigella*), kertovat hautaan liittyvistä materiaaleista sekä siitä, miten nämä hyönteiset ovat hyödyntäneet haudan sisältöä, niin vainajaa, hautakasveja kuin hautatekstiilejäkin (Lipkin et al. 2021).

Hautojen tutkimuksessa raadonsyöjien toukat ja eri toukkavaiheet ovat tärkeitä, koska ne antavat välitöntä tietoa niiden elinoloista. Toukat pysyvät yleensä raadolla tai sen lähetyvillä ja reagoivat lajille ominaiseen tapaan ympäristöön ja sen valoon, kosteuteen ja lämpötilaan. Optimaalisissa olosuhteissa toukkien kehitys on nopeaa ja tällöin toukat ovat isoja ja lukumäärältään runsaita. Hyvin säilyneet toukat voidaan tunnistaa usein heimotasolle morfologian perusteella. Vaikka kuolinajan määrittämisessä arkeontomologisesti onkin rajoitteita, voidaan päätellä, onko hautaaminen tapahtunut heti kuoleman jälkeen vai huomattavasti myöhemmin. Hauta itsessään on eräänlainen hyönteisansa, jossa päästään käsiksi pysähtyneeseen hetkeen. Toisaalta maan pinnalle tai lähelle maanpintaa haudattujen vainajien hautalepoa on saattanut myöhemmin häiritä erilaiset eläimet jättämällä uusia ja tuhoamalla jo olemassa olevia jälkiä. On otettava huomioon, että jotkut lajit pystyvät kaivautumaan maan läpi hautaan, mikäli hauta on tarpeeksi pinnassa (Rivers et al. 2010; Vanin & Huchet 2017). Käytännössä hautatutkimuksessa näytteet voidaan ottaa muumioituneesta vainajasta, arkusta hyönteisinä poimien tai maanäytteenä, jos kyseessä on maahauta.

Viime vuosina hyönteistutkimusta on hyödynnetty myös Ruotsin ja Suomen alueen hautatutkimuksessa, jossa on tarkasteltu kirkkohautoja ja muumioita (esim. Fagerström et al. 2020; Tranberg 2021; Lipkin et al. 2020). (Kuva 1.) Myös vanhempia, keskiaikaisia ja kivikautisia, hautoja on tutkittu ottamalla maanäytteitä (esim. Tranberg et al. 2020). Kirkkohautatutkimuksesta esimerkkinä on artikkelissamme Haukiputaan kirkkohautojen tutkimukset.

Kirkkohautojen hyönteistutkimus – Haukiputaan puukirkko

Oulun pohjoispuolelle sijoittuvan Haukiputaan nykyisen ristikirkon rakentaminen aloitettiin, kun edeltävä vanha kirkko purettiin vuonna 1762. Viimeinen kirkkohautaus vuonna 1764 käyttöön vihittyyn kirkkoon tehtiin vuonna 1765. Yhteensä kirkon alle on haudattu ainakin 202 vainajaa (Koskela 1997). Haukiputaan kirkonkirkkohautauksen dokumentointia on tehty useaan otteeseen 1990-luvulla sekä 2000-luvulla (Paavola 1998; Kallio-Seppä et al. 2018). Haukiputaan kirkon alla tutkittiin useita muumioituneita vainajia. Vainajan muumioitumiseen vaikuttaa hautaolosuhteiden

lisäksi muun muassa se, miten vainaja on käsitelty tai se, mitä materiaaleja, esimerkiksi kasveja, vainajan arkussa on. Haukiputaan kirkkohautoja tutkittaessa hyönteisnäytteitä varten ei avattu arkkuja vaan näytteet otettiin jo auki olevista arkuista. Näytteitä ei siten voitu ottaa systemaattisesti ja tästä syystä tulokset ovat viitteellisiä. Arkuista ja hautojen ympäriltä otettiin sekä kasvi- että hyönteisnäytteitä. Arkuissa oli myös jyrsojen jättämiä jälkiä. Tässä esittelemme kolme esimerkkiä tutkituista hautauksista.

Haudassa numero 2 oli vastasyntynyt tyttölapsi, jonka ruumis oli vain osin muumioitunut. Vainajan pään ympärillä oli runsaasti *Megaselia* ja *Muscina* kärpäsen jäänteitä, jotka kumpikin viittaavat vainajan pitkälle edenneeseen hajoamiseen. *Muscina*-toukat elävät raadoilla ja *Megaselia* hyödyntää pitkälle edennyttä mätänemistilaa, samoin kuin *Fannia scalaris*, jonka jäänteitä löytyi tämän vainajan pään alueelta. Peittelykankaan päältä kerättiin jäänteitä *Protophormia terraenovae* lajista. Tämä laji viittaa runsaudessaan edellisten tavoin pitkälle edenneeseen mätänemistilaan, mutta se on myös ensimmäisten raadolle tulevien hyönteislajien joukossa kestäen hyvin viileitä lämpötiloja. Edellä mainittujen lajien lisäksi haudasta löytyi museokuoriaisen (*Anthrenus museorum*) osia. Kirkon kirjojen perusteella vainaja oli haudattu toukokuun 15. päivänä vuonna 1763, kahdeksan päivän päästä kuolemastaan.

Haudassa numero 6 oli muumioitunut vauva, jonka identiteettiä ja kirkonkirjoihin perustuvaa kuolinpäivää ei pystytty selvittämään. Haudan fauna kertoi kuitenkin hyvin viileistä hautaamisolosuhteista. Tämän vainajan kasvoilta löytyneet hyönteisten osat kuuluivat *Heleomyzidae* lajeille (*Heleomyzini/Neoleria*), joiden toukat hyödyntävät mätäneviä kasvi- ja eläinjäänteitä, sieniä ja eri homeita sekä kuivuneita raatoja. Ne ilmaantuvat jo kevättalvella viihtyen siis hyvin viileässä (Soszynska-Maj & Woznica 2016). Hautaamisen jälkeisestä häiriöstä kertovat muun muassa arkun jalkopäästä peittelykankaan päältä löytyneet metsämyyrän (*Myodes glareolus*) ulosteet.

Haudassa numero 1 oli puolestaan pitkälle muumioitunut 6-vuotias tyttö, jonka yhteydestä löytyi runsas määrä *Protophormia terraenovae* raatokärpäsen koteloita ja aikuisia. Vainajan kasvoista voidaan päätellä, että *P. terraenovae* toukkia on ollut iso määrä vainajan ruumiinonteloissa, joissa ne ovat hyödyntäneet ruumiin pitkälle edennyttä hajoamista ja siinä syntyneitä nesteitä. Seuraava kyseisen lajin kehitysvaihe hyödyntää itse ruumista. Vainaja oli hyvin muumioitunut, esimerkiksi kasvonpiirteet ja iho olivat säilyneet, ja tästä voidaan päätellä, että raatokärpästen kehitys oli keskeytynyt alhaisen lämpötilan takia (Logan et al. 1976; Warren 2006). Lämpötila on ensin ollut lämmin, mutta on sen jälkeen kylmentynyt. Vainaja oli kuollut huhtikuussa vuonna 1764.

Hyönteiset arkuissa ja haudoissa voivat antaa tietoa kuoleman vuodenaajasta tai ainakin lämpötiloista, joissa vainajia on säilytetty heti kuoleman jälkeen. On kuitenkin muistettava se, että kuolleen käsittely vaikuttaa hajoamisprosessiin. Myös hautaamisen jälkeen tapahtuneet häiriöt, kuten jyrksijöiden toiminta arkuissa, tuhoavat hyönteisjäämiä vaikuttaen löydettävien hyönteisten määrään ja laatuun. Edellä mainitut vainajat ovat kuolleet keväällä, jolloin, vuodesta riippuen, voi olla hyvinkin toisistaan poikkeavat sääolosuhteet.

Haukiputaan kirkon hautauksista hyönteisiin perustuen voidaan näiden esimerkkien pohjalta tehdä johtopäätöksiä. Haukiputaan muumioituneiden lapsivainajien (haudat 1 ja 6) hautauksien yhteydestä löydetty hyönteiset ovat talvilajeja, joista toiset tulevat raadolle ensivaiheessa ja toiset hyödyntävät jo kuivunutta ravintoa. Näistä haudoista ei löytynyt lajeja, jotka viittaisivat pitkälle edenneeseen hajoamistilaan ja näin hyönteiset korreloivat vainajien pitkälle edenneen muumioitumisasteen kanssa. Tätä tukevat myös toisen kohteen, Keminmaan keskiaikaisen kirkon, hyönteislöydöt: kahden pitkälle muumioituneen aikuisvainajan yhteydessä löydettiin samanlaisia lajeja. Haukiputaalla haudassa numero 2 vainaja ei ollut muumioitunut ja siitä löytyneet kärpäslajit viittasivat jo pitkälle edenneeseen mätänemisvaiheeseen, jolloin muumioituminen ei ole edennyt yhtä pitkälle kuin edellisissä esimerkeissä, vaan vainajan pehmytkudokset olivat maatuneet. Keminmaan kirkon haudoista ei löytynyt lajeja, jotka yhdistetään pitkälle edenneeseen mätänemisvaiheeseen. Molemmissa kirkoissa löydetty hyönteiset olivat enemmän kylmän vuodenaajan lajeja, eikä tyypillisiä kesälajeja löytynyt lainkaan.

Hyönteiset oikeuslääketieteellisessä tutkimuksessa

Suomessa hyönteisten käyttö oikeuslääketieteellisen tutkimuksen yhteydessä alkoi jo 1960-luvulla (Nuorteva et al. 1967; Pohjoismäki et al. 2010). Hyönteisten tunnistaminen on olennainen osa tätäkin tutkimusta. Ennen lajitunnistuksessa painotettiin hyönteisten morfologiaa, mutta nykyään molekyyli teknologian avulla tunnistaminen voi tapahtua hyönteisten DNA:n perusteella rikosentomologiassa (Gemmellaro et al. 2019).

Hyönteisiä käytetään avuksi oikeuslääketieteellisessä tutkimuksessa etenkin kuolinajan ja kuolemaan liittyvien olosuhteiden arvioinnissa. Hyönteislajien kirjo voi kertoa kuolinajasta, sillä hyönteislajit saapuvat paikalle tietyssä vaiheessa ja tietyssä järjestyksessä. Tämän lisäksi hyönteisten kehitysten vaiheiden ja iän tutkimus auttaa selvittämään, kuinka kauan aikaa sitten hyönteiset ovat löytäneet ruumiin äärelle. Hyönteisten saapumiseen ja kehittymiseen vaikuttavat

erilaiset tekijät, joista tärkeimmät lienevät lämpötila ja ruumiin ympäröivän tilan ilmatiiviys (Sääksjärvi et al. 2009). Hyönteisten pääsyä ruumiiseen voivat hidastaa muun muassa sisätilat, erilaiset säilytyslaatikot ja jollain tasolla myös materiaalit, joihin vainaja on kääritty. Kuolinajalla voi olla merkitystä muun muassa silloin kuin yritetään todistaa tai poissulkea epäillyn osuus henkirikokseen.

Hyönteisten avulla voidaan tutkia myös muita kuolemaan liittyviä asioita. Esimerkiksi hyönteislajien perusteella voidaan selvittää, onko vainaja kuollut löytöpaikassa, onko sitä säilytetty jossain muualla tai onko se kuljetettu löytöpaikkaan jostain kauempaa. Hyönteiset voivat myös paljastaa ruumiista vamma-alueita, sillä ne yleensä asettuvat ruumiin aukkoihin tai rikkoontuneeseen ihoon. Muuhun ruumiiseen verrattuna pitkälle edennyt hajoaminen voi olla seurausta aktiivisesta hyönteisten toiminnasta vamma-alueella (Sääksjärvi et al. 2009).

Hyönteisten toukkia voidaan käyttää myös toksikologisiin tutkimuksiin, jos vainajan pehmytkudosta ei ole juurikaan jäljellä. Toukista on löydetty jälkiä erilaisista lääke- ja huumausaineista sekä myrkyistä. Tutkimukset ovat osoittaneet, että tällaiset vierasaineet voivat muuttaa hyönteisten kehitysaikoja ja se pitää ottaa huomioon myös kuolinaikaa arvioitaessa. Esimerkiksi toukkien kehitys on nopeampaa huumausaineita (etenkin kokaiinia) sisältävien vainajien yhteydessä (Hodecek 2020; Introna et al. 2001).

Hyönteisten jättämät jäljet luissa

Hyönteiset eivät välttämättä itsessään säily arkeologisessa kontekstissa. Ne voivat kuitenkin jättää jälkiä, vaikkei nämä jäljet välttämättä liitykään suoraan vainajan kuoleman ajankohtaan. Vaikka hyönteisten jättämiä jälkiä on tutkittu paljon paleontologiassa, arkeologiassa tällaista luiden tafonomiaa on tutkittu kuitenkin vielä varsin vähän (Backwell et al. 2012; Paes Neto et al. 2015; Thompson et al. 2018). Useimmiten hyönteisten jättämät jäljet, kuten erilaiset kuopat ja uurteet, liittyvät ravinnonsaantiin, mutta myös pesimiseen ja jälkeläisten piilottamiseen (Thompson et al. 2018; Go 2018).

Tutkimukset ovat dokumentoineet hyönteisten, kuten muurahaisten, termiittien, kovakuoriaisten ja torakoiden, jättämiä jälkiä luihin niin arkeologisissa kuin tuoreemmissakin konteksteissa. Esimerkiksi Maltalta on löydetty neoliittisesta haudasta ihmisen kallon luita ja pitkiä luita, joissa on kovakuoriaisten (*Dermestidae*) jättämiä jälkiä (Thompson et al. 2018). Jäljet pitivät sisällään muun

muassa pieniä kuoppia ja uurteita. Jälkien avulla on tulkittu, että vainajat on tuotu hautaan pian kuoleman jälkeen, mutta niitä ei ole peitetty maalla. On arveltu, että kuoriaiset ovat voineet tulla vainajan kuljetukseen tai käärimiseen käytettyjen taljojen mukana, ja siten ne ovat voineet hyödyntää tuoreiden ja hajoamassa olevien ruumiiden lisäksi luita koteloitumiseen ja ravinnoksi.

Tuoreempi kuolemantapaus Filippiineiltä dokumentoi muurahaisten (*Hymenoptera: Formicidae*) aiheuttamia tuhoja luihin paikallisella hautausmaalla (Go 2018). Paikallisen tavan mukaan nykyajan haudat kaivetaan auki viiden vuoden vuokra-ajan jälkeen ja luut odottavat riisisäkeissä mahdollisia omaisia hautausmaan alueella. Jos omaisia ei löydy vuoden kuluessa, luut haudataan joukkohautaan tai siirretään osaksi luukokoelmaa. Kyseisessä tapauksessa todettiin vuonna 2017 suuri muurahaisinvaasio yhdessä riisisäkissä ja luissa todettiin erilaisia reikiä, etenkin oikean reisiluun alaosassa ja sääriluun yläosassa.

Myös torakat voivat hyödyntää tuoreita luita (Parkinson 2012). Yhdysvaltalaisessa modernissa luukokoelmassa (W. M. Donated Skeletal Collection) havaittiin torakoiden (*Periplaneta americana*) jättämiä jälkiä luissa (Kuva 2). Torakoiden toiminta huomattiin puhdistuksen jälkeen kuivumassa olleiden luiden pakkaustilanteessa, jossa luun pinnan puhkonut torakka tuli ulos luun sisältä. Torakoita kiinnostaneet luut olivat tässä tapauksessa siinä määrin tuoreita, että ne olivat yhä rasvaisia ja torakat olivat mitä luultavimmin käyttäneet luuta ravintona (Synsteliën & Maijanen 2018).

Lopuksi

Hyönteisten hyödyntäminen arkeologisessa tutkimuksessa tulee todennäköisesti lisääntymään, sillä hyönteisten merkitys ja mahdollisuudet menneisyyden tulkinnassa on alettu ymmärtää paremmin vasta viime vuosikymmeninä. Jotta hyönteistutkimusta voidaan paremmin soveltaa arkeologiassa ja muilla tieteenaloilla, on hyönteisbiologian ja -ekologian ymmärtäminen välttämätöntä. Nämä asiat ovat tärkeitä paitsi analyysivaiheessa, myös näytteiden keräysvaiheessa niin rikospaikoilla kuin arkeologisissa kaivauksissa. Suomessa arkeologinen hyönteistutkimus tehdään useimmiten samoista näytteistä kuin kasvijäänteiden tutkimus. Maanäytteet kuitenkin prosessoidaan yleensä kasvitutkimukselle sopivalla tavalla, ja siten osa hyönteisjäänteistä menetetään ja tutkittavat hyönteismäärät jäävät pieniksi. Onkin suositeltavaa, että tulevaisuudessa hyönteisiin keskittyvä tutkimus toimisi itsenäisesti, mikä olisi huomioitava jo näytteiden otossa ja niiden prosessoimisessa.

Hyönteisten tutkimuksen lisäksi voitaisiin huomiota kiinnittää myös luiden tafonomiaan ja luissa mahdollisesti oleviin hyönteisten toiminnan aiheuttamiin jälkiin.

Kirjallisuus

Amendt, J., Campobasso, C., Gaudry, E., Reiter, C., Leblanc, H., Hall, M. (2007). "Best practice in forensic entomology-standards and guidelines". *International Journal of Legal Medicine*, 121, 90–104.

Backwell, L., Parkinson, A., Roberts, E., d'Errico, F., Huchet, J. (2012). "Criteria for identifying bone modification by termites in the fossil record". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Volumes 337–338, 72–87.

Benbow, M.E., Tomberlin, J.K., Tarone, A.M. (2015). *Carrion Ecology, Evolution, and Their Applications*. CRC Press, 18.8.2015.

Fägerström, C., Buckland, P., Lemdahl, G., Karsten, P., Lagerås, P., Manhag, A. (2020). "Insects and other invertebrate remains from the coffin of a 17th century bishop in Lund Minster, S Sweden". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 31.

Gemmellaro, M., Hamilton, G., Ware, J. (2019). "Review of Molecular Identification Techniques for Forensically Important Diptera". *Journal of Medical Entomology*, 56(4), 887–902.

Go, M. (2018). "A Case of Human Bone Modification by Ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Philippines". *Forensic Anthropology* 1:2:117–123.

Goff, M. L. (2000). *A Fly for the Prosecution - How Insect Evidence Helps Solve Crimes*.

Hodecek, J. (2020). "Revisiting the concept of entomotoxicology". *Forensic Science International: Synergy*, Volume 2, 282–286.

Introna, F., Campobasso, C., Goff, M. (2001). "Entomotoxicology". *Forensic Science International*, Volume 120, Issues 1–2, 42–47.

Kallio-Seppä, T., Tranberg, A. (2021). "Materiality of Odors – Experiencing Church Burials and Urban Environment in Early Modern Northern Swedish Town". *Historical Archaeology*, 55, 65–81.

Kallio-Seppä T., Väre T., Lipin S., Junno J-A., Tranberg A., Niinimäki S., Vilkama R., Niskanen M., Ylimaunu T., Núñez M., Tuovinen S., Kinnunen I., Hakonen A. & Vaneckhout S. (2018). Haukiputaan kirkon lattian alaiset tutkimukset – kirkkovainajien dokumentointi 1.-2.4.2014 ja lämpö- ja kosteusmittarin lukemien tarkastus 20.3.2017. Raportti.

Koskela, T. (1997). "Kirkkohautaus Haukiputaan seurakunnassa". *Haukiputaan kirkkohaudat*, Meteli 13: 7–12. Toim. Alakärppä, J. & Paavola, K. Oulun yliopisto, Oulu.

Lipkin, S., Ruhl, E., Vajanto, K., Tranberg, A., Suomela, J (2021). "Textiles: Decay and Preservation in the 17th–19th century Burials in Finland. Historical Burials in Europe: Natural Mummification, Burial Customs, and Ethical Challenges". *Historical Archaeology*, 55, 49–64.

Logan, J., Wollkind, D., Hoyt, S., Tanigoshi, L. (1976). "An Analytic Model for Description of Temperature Dependent Rate Phenomena in Arthropods". *Environmental Entomology*, Volume 5, Issue 6, 1133–1140.

Nuorteva, P., Isokoski, M., & Laiho, K. (1967). "Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt.) as medicolegal indicators in Finland: 1. Report of four indoor cases from the city of Helsinki". *Annales Entomologici Fennici*, volume 33, 217–225.

Nuorteva, P. (1977). "Sarcophagous insects as forensic indicators". *Forensic Medicine: A Study in Trauma and Environmental Hazards*, vol II, 1072–1095. Edited by C. Tedeschi et al. Saunders, Philadelphia.

Paavola, K. (1998). *Kepeät mullat – Kirjallisiin ja esineellisiin lähteisiin perustuva tutkimus Pohjois-Pohjanmaan rannikon kirkkohautoista*. Acta Universitatis Ouluensis B Humaniora 28. Oulun yliopisto, Oulu.

Paes Neto, V., Parkinson, A., Preto, F., Soares, M., Schwanke, C., Schultz, C., Kellner, A. (2016). "Oldest evidence of osteophagic behavior by insects from the Triassic of Brazil". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Volume 453, 30–41.

Parkinson, A. (2012). "*Dermestes Maculatus* and *Periplaneta Americana*: Bone modification criteria and establishing their potential as climatic indicators". Master's thesis, University of the Witwatersrand (South Africa).

Pohjoismäki, J., Karhunen, P., Goebeler, S., Saukko, P., Sääksjärvi, I. (2010). "Indoors forensic entomology: colonization of human remains in closed environments by specific species of sarcosaprophagous flies". *Forensic Science International*, volume 199, issue 1–3, 38–42.

Rivers, D. and Dahlem, G. (2014). Archaeoentomology: insects and archaeology. In *The Science of Forensic Entomology*. 16: 293–304. John Wiley & Sons, Ltd.

Soszynska-Maj, A. and Woznica, A. (2016). "A case study of Heleomyzidae (Diptera) recorded on snow in Poland with a review of their winter activity in Europe". *European Journal of Entomology*, 113, 279–294.

Synsteliën, J. and Maijanen, H. (2018). "Bone modification by American cockroach". An abstract of the Society for American Archaeology 83rd annual meeting, Washington DC, 469.

Sääksjärvi, I., Pohjoismäki, J., Mäkinen, H., Palo, J., Saukko, P., Kahanpää, J., Karhunen, P., Kaartinen, R., & Sajantila, A. (2009). "Hyönteiset oikeuslääkärin apuna". *Suomen lääkärilehti*, 64, 769–174.

Thompson, J., Martín-Vega, D., Buck, L., Power, R., Stoddart, S., Malone, C. (2018). "Identification of dermestid beetle modification on Neolithic Maltese human bone: Implications for funerary practices at the Xemxija tombs". *Journal of Archaeological Science: Reports*, Volume 22, 123–131.

Tranberg, A., Alenius, T., Kallio-Seppä, T., Buckland, P. I., Mullins, P. R., Ylimaunu, T. (2020). "The Late Medieval Church and Graveyard at Ii Hamina, Northern Ostrobothnia, Finland – Pollen and macro remains from graves". *Journal of Archaeological Science*, vol. 19, 49–61.

Tranberg, A. (2021). "Coffin Gardens - Faunal and Floral Remains from Church Graves of the Coast of Bothnian Bay Finland". *European Crypt Burials – a heritage at risk between science and public display*. Toim. M. Majorek, A. Alterauge, K. Grömer, T. Väre, H. Mytum. Acta Universitatis Lodzianensis. Folia archaeologica. Lodz University Press.

Vanin, S. and Huchet, J. (2017). "Forensic Entomology and Funerary Archaeoentomology". In *Taphonomy of Human Remains: Forensic Analysis of the Dead and the Depositional Environment*, 13:167–186. Edited by Eline M. J. Schotsmans, Nicholas Márquez-Grant, Shari L. Forbes. Wiley-Blackwell.

Warren, J. (2006). *The Development of Protophormia Terraenovae (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae) at Constant and Fluctuating Temperatures*. Simon Fraser University (Canada).