

# Myksomatoosi kaniineilla - kirjallisuuskatsaus

## Rabbit myxomatosis - Review

### > YHTEENVETO

Myksomatoosi on erittäin herkästi tarttuva ja erityisesti uusissa populaatioissa mahdollisesti lähes täydelliseen kuolleisuuteen johtava villi- ja kesykaniinien virustauti. Suomessa myksomatoosi on todettu ensimmäisen kerran vasta heinäkuussa 2020, mutta virus on endeeminen esimerkiksi Etelä-Ruotsissa, Virossa ja Venäjällä. Taudin aiheuttaa poxviruksiin kuuluva myksoomavirus, joka voi aiheuttaa taudin satunnaisesti myös muilla jäniseläimillä kuten rusakoilla. Sairaus on todettu ensimmäisen kerran Etelä-Amerikassa 1896 ja levitetty tarkoituksella Australiaan ja Eurooppaan 1950-luvulla kaniinikantojen hillitsemiseksi. Myksoomaviruksesta tunnetaan useita eri kantoja, jotka poikkeavat taudinaiheutuskyvyltään. Luonnossa esiintyy heikentyneitä kantoja, joiden vaikutuksesta kanipopulaatiot ovat kehittäneet vastustuskykyä. Merkittävin tartuntareitti on vektorivälitteinen. Tartunta suoran kontaktin ja fomiittien kautta on mahdollinen. Taudinkuvaan liittyy myksoomiksi kutsuttujen ihomuutosten lisäksi erityisesti silmien ja silmäluomien tulehdusta sekä pään alueen ja ulkoisten sukuelinten turvotusta. Sekundaariset hengitystietulehdukset ovat tyypillisiä. Diagnoosi perustuu tyypillisiin oireisiin sekä tietoon epidemiologisesta tilanteesta. Diagnoosi varmistuu PCR:llä sekä kudoksenäytteistä histopatologisin menetelmin. Sairauden vakavuuden vuoksi diagnoosi varmistetaan usein vasta ruumiinavauksessa. Myksomatoosiin ei ole hoitoa. Sairauden hallinta perustuu vektorieläimiltä suojautumiseen ja rokottamiseen. Eläinlääkärien on syytä olla tietoisia myksomatoosista ja tunnistaa mahdolliset tautitau-paukset varhain leviämisen estämiseksi.

### > SUMMARY

Myxomatosis is a highly contagious viral disease in wild and domestic rabbits. It may cause almost 100 % mortality in previously unexposed populations. It is caused by a poxvirus called myxoma virus that can occasionally infect other lagomorphs such as hares. The disease was first recognised in 1896 in South America and deliberately introduced to Australia and Europe in the 1950s to control wild rabbit populations. In Finland, myxomatosis was first diagnosed in July 2020. The disease is endemic in Sweden, Estonia and Russia. Myxomatosis is transmitted primarily by insects. Fomites and direct contact are possible modes of transmission. Typical clinical signs include skin lesions called myxomas, inflammation of the eyes and eyelids and swelling of the head and external genitals. Secondary respiratory infections are common. Many different strains of the virus exist. Attenuated strains occur and wild rabbit populations have developed some resistance against the virus. Diagnosis is based on the clinical signs in known epidemiological context. PCR and histopathology confirm the diagnosis. Because of the severity of the disease, definitive diagnosis is often achieved at necropsy. There is no cure. The control consists of vaccination and protection against insect vectors. Veterinarians should be aware of myxomatosis to be able to recognise and control it as early as possible.

## TAUDINAIHEUTTAJA

Myksoomavirus on poxvirus, joka kuuluu *Chordopoxvirinae*-alaheimoon ja *Leporipoxvirus*-sukuun.<sup>1,2</sup> Virus on läheistä sukua jäniksen fibroomaviruksella (rabbit (Shope) fibroma virus).<sup>1,2</sup> Kaikki poxvirukset ovat suurikokoisia, kaksijuosteisia DNA-viruksia.<sup>1</sup> Myksoomaviruksesta tunnetaan useita eri kantoja, jotka poikkeavat taudinaiheutuskyvyltään.<sup>3</sup>

Poxvirukset ovat hyvin kestäviä ympäristötekijöille, kuten lämpötilan ja pH:n vaihteluille sekä kuivumiselle.<sup>4</sup> Ne voivat säilyä ympäristössä pitkiä aikoja eritteissä, kuten hilseessä ja veressä.<sup>4</sup> Poxvirukset ovat herkkiä useimmille kemiallisille sekä lämpötilaan ja säteilyyn perustuville desinfektio menetelmille.<sup>4</sup>

Myksoomavirus tarttuu ainoastaan jäniseläimiin ja sen isäntäeläimiä ovat *Sylvilagus*-sukuun kuuluvat pumpulihäntäkaniinit, joita ei esiinny luonnonvaraisena Euroopassa eikä Australiassa.<sup>5,6</sup> Myksoomavirus aiheuttaa vakavan sairauden ainoastaan eurooppalaisille kaniineille (*Oryctolagus cuniculus*)<sup>7</sup> ja satunnaisesti rusakoille (*Lepus europaeus*)<sup>8</sup> sekä iberianrusakoille (*Lepus granatensis*).<sup>9</sup> Pumpulihäntäkaniineille myksoomavirus aiheuttaa ainoastaan fibroomia eli hyvänlaatuisia ihon sidekudoskasvaimia.<sup>5</sup>

## HISTORIAA

Myksomatoosi on kuvattu ensimmäisen kerran 1896 Uruguayssa laboratoriossa.<sup>10</sup> Taudinkuvaan liittyi myksoomiksi nimettyjen pseudotuumorien kehittyminen, blefarokonjunktiviitti ja hengitystieoireet.<sup>10</sup> Vakavimmat tapaukset johtivat kuolemaan 10 vuorokauden sisällä sairastumisesta.<sup>10</sup>

Myksoomavirus levitettiin Australiasa tarkoituksella villikanikannan hillitsemiseksi 1950-luvulla ja viruksen levitystä jatkettiin 1990-luvulle asti.<sup>11,12</sup> Euroopassa virus lähti liikkeelle 1950-luvulla bakteriologi Paul Armand Delillen tartuttaessa Lausannen yliopiston bakteriologian osastolta saamansa viruskannan hillitäkseen tilansa kaniinikantaa.<sup>12</sup> Virus levisi vastustusyrityksistä huolimatta suurimpaan osaan Eurooppaa.<sup>12</sup>

## EPIDEMIOLOGIA JA PATOGENEESI

Tärkein tartuntareitti on vektorivälitteinen tartunta lentävien, purevien ja pistävien

### YDINKOHDAT

- Myksomatoosi on myksoomaviruksen aiheuttama usein kuolemaan johtava sairaus kaniineilla.
- Virus tarttuu pääasiassa lentävien, purevien ja pistävien hyönteisten välityksellä.
- Virus aiheuttaa voimakkaita iho- ja silmämuutoksia.
- Tehokasta hoitoa ei ole.
- Tautia ehkäistään rokottamalla kanit ja suojaamalla ne vektorihyönteisiltä.

Käsitkirjoitus tuli toimitukseen  
30.3.2020.

hyönteisten, kuten kirppujen ja hyttysten välityksellä.<sup>5</sup> Hyttynen pystyy tartuttamaan viruksen 2–3 eläimeen imettyään verta myksomatoosia sairastavan kanin ihomuutoksista tai pumpulihäntäkaniinin fibroomista.<sup>5</sup> Virus säilyy vektorihyönteisessä tartuntakykyisenä 17 vuorokautta.<sup>5</sup> Tartunta on luonteeltaan mekaaninen, joten hyvin monet hyönteislajit kelpaavat vektoriksi. Korkeamman virulenssin myksoomavirus aiheuttaa kaniinin kuoleman vain muutama päivä sen jälkeen, kun ihomuutoksissa saavutetaan infektiivinen viruspitoisuus.<sup>13</sup> Tästä syystä heikentyneet viruskannat voivat levitä tehokkaammin.<sup>13</sup> Myksoomavirus muuntuu erittäin nopeasti ja kykenee leviämään huomattavan pitkiä matkoja verrattain lyhyessä ajassa.<sup>14</sup>

Australiassa tärkeimpiä vektoreita ovat sääsket, erityisesti *Culex*- ja *Anopheles*-suvut ja Euroopassa kanikirppu *Spilopsyllus cuniculi*.<sup>10,15</sup> Kirppujen merkitys korostuu talvella, jolloin lentäviä hyönteisiä ei ole.<sup>16</sup> Lentävät hyönteiset liikkuvat huomattavasti pidempiä matkoja kuin kanikirput. Voimakkaan tuulisella säällä lentävät hyönteiset voivat siirtyä jopa satoja kilometrejä lyhyessä ajassa.<sup>17</sup> Viruksen kulkeutuminen lintujen nokassa ja kynsissä on mahdollista.<sup>18</sup> Eurooppalaiset kanikirput levitettiin tarkoituksella australialaiseen kaniinikantaan tehostamaan viruksen leviämistä.<sup>19</sup>

Virusta erittyy runsaasti silmien eritteeseen, joten myös tartunta suoran kon-

taktin kautta on mahdollinen.<sup>20</sup> Kontaktitartunnalla on todennäköisesti eniten merkitystä lisääntymisaikaan, jolloin eläimet ovat paljon läheisessä kontaktissa ja pieniä iho- ja limakalvovaurioita syntyy paljon.<sup>10</sup> Tartuntaa suun kautta ei käytännössä tapahdu, ja tartunta hengitysteiden välityksellä on erittäin epätodennäköinen.<sup>10</sup> Unkarissa on kuitenkin kuvattu epäilty ilmajälitteinen tartunta.<sup>21</sup> Dyce osoitti myös elottoman vektorin mahdollisuuden viruksen tarttuessa ohdakkeiden piikkien välityksellä.<sup>22</sup>

Ihonsisäisen inokulaation jälkeen virus alkaa lisääntyä paikallisessa ihomuutoksessa.<sup>20</sup> 2 päivän kuluessa virus on havaittavissa paikallisessa imusolmukkeessa, missä se lisääntyy nopeasti parissa päivässä.<sup>20</sup> Virus leviää elimistössä valkosolujen välityksellä eikä sitä havaita vapaana veressä.<sup>20</sup> Viruksen lisääntyminen on todettavissa 3–5 päivää tartunnan jälkeen myös muissa imusolmukkeissa, pernassa, keuhkoissa, muissa sisäelimsissä, kiveksissä ja iho-limakalvoliitoksissa, erityisesti silmän sidekalvoilla.<sup>20</sup>

Myksoomavirus lamaa isäntäeläimen immuunijärjestelmää useilla eri mekanismeilla, joilla on huomattava merkitys taudinkuvan vakavuuden kannalta.<sup>23</sup> Tutkimusta on tehty runsaasti myös koska myksoomaviruksen on todettu infektoivan ihmisen syöpäsoluja ja sitä voi olla mahdollista hyödyntää ihmisen syöpähoidoissa.<sup>23</sup>

## TAUDINKUVA JA VIRULENSSI

Ensimmäinen myksomatoosiepidemia Australian villikanipopulaatiossa johti jopa 99,5 %:n kuolleisuuteen.<sup>24</sup> Vuotta myöhemmin samalla alueella todettiin noin 90 %:n kuolleisuus.<sup>24</sup> Hyvin nuoret kaninpoikaset ovat herkempiä myksomatoosille ja kuolevat nopeammin kuin aikuiset.<sup>25</sup> Ympäristön lämpötila ja viruksen virulenssi vaikuttavat taudinkuvaan.<sup>26</sup> Heikentyneillä kannoilla kuolleisuus on huomattavasti suurempaa kylmissä olosuhteissa kuin kesäaikaan.<sup>26</sup>

Taudinkuva vaihtelee kantojen välillä.<sup>3</sup> Australiassa luontoon vapautetun Standard laboratory -kannan ja Euroopassa levinneen Lausannen kannan aiheuttama kuolleisuus on hyvin lähellä 100 %.<sup>3</sup> Kaniinit menehtyvät keskimäärin 11–13 päivää tartunnan jälkeen (vaihteluväli 8–16 päivää).<sup>3</sup>



# KUVA 1 FIGURE

Irlantilainen villikani, jolla myksomatoosille tyypillisiä nodulaarisia muutoksia silmäluomissa.

Irish wild rabbit with nodular eyelid lesions typical for myxomatosis.

Inokulaatiokohtaan, johon virus siirtyy sairautta kantavan hyönteisen välityksellä, muodostuu 3. päivänä havaittava ihomuutos.<sup>3</sup> Sekundaariset ihomuutokset ja silmäluomien turpoaminen ovat havaittavissa 6. tai 7. päivänä.<sup>3</sup> Loppuvaiheessa koko pää, korvantyvet ja perineaalialue turpoavat.<sup>3</sup> Ihomuutokset voivat haavautua ja erittää runsaasti.<sup>3</sup> Loppuvaiheessa ihomuutoksia on nähtävillä kaikkialla vartalossa ja korvissa.<sup>3</sup> Silmät ovat tavallisesti täysin sulkeutuneet.<sup>3</sup> Silmistä erittyy vuotoa, joka muuttuu sameammaksi ja runsammaksi viimeisen 2–3 elinvuorokauden aikana.<sup>3</sup> Taudinkuvaan liittyy tyypillisesti hengitysoireita ja märkäistä sierainvuotoa.<sup>3</sup> Kaniinit jatkavat syömistä ja juomista tavallisesti pitkään sairauden edetessä.<sup>3</sup>

Heikentyneet kannat aiheuttavat hyvin samankaltaisia oireita kuin korkeamman virulenssin kannat, mutta taudinkulku on jonkin verran hitaampi, oireet lievempiä ja osa kaneista toipuu.<sup>3</sup> Sekundaariset bakteeri-infektiot ovat tavallisia.<sup>3</sup> Selviytyjillä muutosten päällä oleva iho muuttuu kuivaksi ja hilseileväksi.<sup>3</sup> Ihomuutosten häviäminen voi kestää huomattavan pit-

kään mahdollistaen viruksen tehokkaaman leviämisen.<sup>3</sup> Fenner ja Marshall<sup>3</sup> loivat myksoomaviruskantojen luokitteluun viisiportaisen luokittelun, jossa Grade 1-luokkaan kuuluvat virulenteimmat, lähes 100 %:n kuolleisuuden aiheuttavat kannat. Grade 5 -kantojen aiheuttama kuolleisuus on alle 30 %.<sup>3</sup>

Ranskassa ja Belgiassa on esiintynyt myös Lausannen kannan amyksomaattista muotoa, jossa ei havaita klassiselle nodulaariselle muodolle tyypillisiä ihomuutoksia.<sup>27</sup> Amyksomaattisessa taudinkuvassa gramnegatiivisten bakteerien aiheuttamat sekundaariset hengitystietulehdukset korostuvat.<sup>28</sup>

Euroopassa esiintyvistä kannoista ei ole päivitettyä tietoa. Iso-Britanniassa 1975 ja 1981<sup>29</sup> ja Espanjassa 1992–1995 tehdyissä selvityksissä korkeamman virulenssin kantojen osuus on lisääntynyt selvästi.<sup>30</sup> Syyksi on epäilty kanipopulaatioiden parantunut vastustuskykyä virusta vastaan.<sup>29</sup> Myksomatoosi todettiin Suomessa ensimmäisen kerran heinäkuussa 2020 nuorella villikanilla.<sup>31</sup> Ruotsissa, Virossa ja Venäjällä myksomatoosi on endeeminen.<sup>32,33</sup> Näiden

maiden myksoomaviruskannoista ei ole julkaistua tietoa.

Myksomatoosista selvinnyt kaniini voi jäädä viruksen kantajaksi.<sup>34</sup> Latentti infektio voi aktivoitua stressitilanteissa, ja kaniini voi tartuttaa tautia edelleen.<sup>34</sup> Kantajien ja latenttien myksoomavirusinfektioiden aktivoitumisen merkitys on epäselvä.

Luonnonvaraiset kaniinikannat ovat kehittäneet merkittävää vastustuskykyä myksomatoosia vastaan, eikä kuolleisuus luonnossa ole yhtä yleistä kuin laboratorioeläimillä edes korkean virulentin kantojen aiheuttamissa infektioiden.<sup>35–37</sup> Maternaaliset vasta-aineet suojaavat tehokkaasti vastustuskykyisten kaniinien nuoria jälkeläisiä ja pitävät yllä laumaimmunitteettia.<sup>38,39</sup> Laumaimmunitteetti suojaa parhaiten suuria populaatioita, joiden lisääntymiskausi on pitkä ja altistus virukselle jatkuvaa.<sup>39</sup> Infektion vaikutukset näihin populaatioihin eivät sen vuoksi ole yhtä dramaattisia.<sup>39</sup> Laboratorioeläinten geneettistä vastustuskykyä on saatu hieman (10–15 %) parannettua jalostamalla infektiosta selvinneitä eläimiä.<sup>40</sup>

## DIAGNOOSI

Myksomatoosin toteaminen perustuu yleensä tyypillisiin kliinisiin oireisiin ja tietoon epidemiologisesta tilanteesta. Diagnoosiin pääsy voi olla hankalaa, koska heikentyneiden viruskantojen aiheuttamat oireet voivat olla vähäisiä eikä amyksomaattisten muotojen aiheuttamissa tartunnoissa todeta tyypillisiä iho-oireita.<sup>28,41</sup> Virulenttien kantojen aiheuttamassa taudissa nopeasti etenevän taudinkuvan ja erittäin huonon ennusteen vuoksi ruumiinavaus on monessa tilanteessa käytännöllisin tapa diagnoosin varmistamiseksi. Kudosnäytteistä voidaan todeta myksomatoosille tyypillisiä histologisia muutoksia.<sup>42</sup>

PCR-tutkimuksella päästään nopeaan ja luotettavaan diagnoosiin.<sup>43</sup> Näytteeksi kelpaavat tuore tai parafiinissa säilötty kudospala ja silmän sidekalvolta, sieraimista tai sukupuolielimistä otettu nukkatikkunäyte.<sup>43</sup> PCR:n avulla pystytään erottamaan rokotetut ja infektoituneet eläimet toisistaan.<sup>44</sup>

Vasta-aineiden määrittäminen ELISA-menetelmällä on kuvattu.<sup>45</sup> Vasta-ainetaso nousee nopeasti rokottamisen tai luonnollisen infektion jälkeen.<sup>45</sup> ELISA-testillä voidaan arvioida vastetta rokoituksille.<sup>45</sup> Verestä on mahdollista havaita



## KUVA 2 FIGURE

Myksomatoosiin kuollut suomalainen villikani.  
Finnish wild rabbit that has died of myxomatosis.

IgG- ja IgM-vasta-aineita 6–10:nneestä infektiosta jälkeisestä päivästä lähtien.<sup>46</sup>

## HOITO, EHKÄISY JA VASTUSTUS

Myksomatoosiin ei ole parantavaa hoitoa. Jotkut sairastuneet yksilöt voivat parantua oireenmukaisella hoidolla. Hoito keskittyy ympäristön lämpötilan ylläpitoon, sekundaaristen infektioiden hoitoon, kivun hallintaan ja muuhun tukihoitoon.<sup>48</sup> Vakavaoireisten ja syömättömien kaniinien ennuste on hyvin huono, joten eutanasia on tarpeettoman kärsimyksen välttämiseksi monesti järkevintä.<sup>48</sup> Sairausten hallinta keskittyy ehkäisyyn. Ehkäisykeinoihin painottuvat vektorieläimiltä suojautumiseen mekaanisin keinoin ja loislääkitysten avulla sekä rokottamiseen.<sup>41</sup>

Euroopassa on saatavilla yhdistelmärokote myksomatoosia ja klassista RHD-viruksen aiheuttamaa kaniinien verenvuototautia vastaan (Nobivac Myxo-RHD). Syksyllä 2019 myyntiluvan on saanut yhdistelmärokote sekä myksomatoosia että klassista ja RHDV2-viruksen aiheuttamaa verenvuototautia vastaan (Nobivac MyxoRHD Plus). Immunitetti muodostuu 3 viikon aikana rokottamisesta ja kestää 12 kuukautta. Rokotus voidaan an-

taa yli 5 viikon ikäisille kaniineille. Suoja on tehokas molempia viruksia vastaan.<sup>48</sup> Haittavaikutuksia ovat lievä lämmön nousu ja paikalliset reaktiot. Kaneilla, joilla on piilevä myksoomavirusinfektio tai jotka ovat sairastaneet taudin hiljattain, saatetaan ilmetä lieviä myksomatoosin oireita 3 viikon sisällä rokotuksesta. Rokotteiden myyntikielto Suomessa poistettiin ensimmäisen tartunnan vahvistuttua.

Vektorihyönteisiltä suojautuminen on tärkeä ehkäisykeino. Suomessa ei ole yhtään kaniineille rekisteröityä ulkoloislääkettä. Euroopassa on yksi kaniineille rekisteröity imidaklopridivalmiste. Mikään kanille turvallinen lääke ei karkota luotettavasti kaikkia vektorihyönteisiä. Epidemian aikana kanit on syytä pitää sisätiloissa ja estää hyönteisten pääsy sisätiloihin. Useamman kanin talouksissa ja tuotantokaniloissa sairastuneet ja altistuneet tulee viipymättä eristää muista eläimistä ja estää vektorivälitteiset tartunnat. 2 viikon karanteeni uusille kaniineille on perusteltu. Myksomatoosi on Suomessa ilmoitettava<sup>49</sup> muttei lakisääteisesti vastustettava eläintauti.<sup>50</sup> Myksomatoosi on kansainvälisen eläintautijärjestö OIE:n valvoma eläintauti, joten jäsenmaiden on ilmoitettava todetuista tautitapauksista.<sup>51</sup>

Myksomatoosia todettiin ensimmäistä kertaa Suomessa vasta heinäkuussa 2020, mutta sitä esiintyy yleisesti Norjaa lukuun ottamatta kaikissa Suomen naapurimaissa. Leviäminen tapahtuu tyypillisesti ilman ja vektorihyönteisten mukana. Vapaata ja yleinen kaniinien tuonti Suomeen aiheuttaa riskin taudin leviämiseksi. Etenkin eteläisessä Suomessa laajalle levinnyt villikaniinikanta voi toimia reservoarina myksomatoosille Suomeen vuonna 2016 levinneen ja siitä lähtien täällä endeemisenä olevan kanien verenvuototaudin lisäksi. Leviäminen aiheuttaa yksittäisten lemmikkikaneihin kohdistuvien terveystarpeiden lisäksi lisääntymässä olevalle tuotantokanikasvatukselle taloudellisia tappioita. On tärkeää muistuttaa kaniininomistajia riskistä ja neuvoa ehkäisyssä. Eläinlääkärin on syytä tunnistaa myksomatoosin oireet ja osata epäillä tautia epämääräisesti oireilevilla kaniinipotilailla.

## LÄHDEKIRJALLISUUS

1. Lefkowitz EJ, Dempsey DM, Hendrickson RC, Orton RJ, Siddell SG, Smith DB. Virus taxonomy: the database of the International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV), Nucleic Acids Res. 2018;46:708-17.
2. Skinner M, Buller RM, Damon IK, Lefkowitz EJ, McFadden EJ, McInnes G ym. ICTV raportti 2011, [https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv\\_9th\\_report/dsdna-viruses-2011/w/dsdna-viruses/74/poxviridae](https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_9th_report/dsdna-viruses-2011/w/dsdna-viruses/74/poxviridae), haettu 6.7.2019.
3. Fenner F, Marshall ID. A comparison of the virulence for European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) of strains of myxoma virus recovered in the field in Australia, Europe and America. J Hyg (Lond). 1957;55:149-91.
4. Rheinbaben F, Gebel J, Exner M, Schmidt A. Environmental resistance, disinfection, and sterilization of poxviruses. Kirjassa: Mercer AA, Schmidt A, Weber O, toim. Poxviruses. Birkhäuser Adc Infect Dis. 12007:397-405.
5. Aragao HB. O virus do mixoma no coelho do mato (*Sylvilagus minensis*), sua transmissão pelos *Aedes scapularis* e *aegypti*. Mem Inst Osw Cruz. 1943;93-95.
6. Marshall ID, Regnery DC. Myxomatosis in a California brush rabbit (*Sylvilagus bachmani*). 1960;188:73-4
7. Bull LB, Dickinson CG. The specificity of the virus of rabbit myxomatosis. CSIRO J. 1937;10:291-4.
8. Barlow A, Lawrence K, Everest D, Dastjerdi A, Finnegan C, Steinbach F. Confirmation of myxomatosis in a European brown hare in Great Britain. Vet Rec. 2014;175:75-6.
9. Pinto AA, De Matos AL, Abrantes M, Krabberger S, Rialde MA, Gortázar C ym. Genetic characterization of a recombinant myxoma virus leap into the Iberian hare (*Lepus granatensis*). Viruses 2019; 11:530.
10. Fenner F, Ratcliffe FN. Myxomatosis. Cambridge: Cambridge University Press; 1965.

11. Ratcliffe FN, Myers K, Fennessy BV, Calaby JH. Myxomatosis in Australia. A step towards the biological control of the rabbit. *Nature* 1952;170:7-19.
12. Kerr PJ. Myxomatosis in Australia and Europe: a model for emerging infectious diseases. *Antiviral Res.* 2012;93:387-415.
13. Fenner F, Day MF, Woodroffe GM. Epidemiological consequences of the mechanical transmission of myxomatosis by mosquitoes. *J Hyg (Camb).* 1956;54:284-303.
14. Kerr PJ, Roger MB, Fitch A, DePasse JV, Cattadori IM, Twaddle AC ym. Genome scale evolution of myxoma virus reveals host-pathogen adaptation and rapid geographic spread. *J Virol.* 2013;87: 12900-15.
15. Armour CJ, Thompson HV (1955). Spread of myxomatosis in the first outbreak in Great Britain. *Ann Appl Biol.* 1955;43:511-18.
16. Shanks PL, Sharman GAM, Allan R, Donald LG, Young S. Experiments with myxomatosis in the Hebrides. *Br Vet J.* 1955;11:25-30.
17. Sellers R. Possible windborne spread of myxomatosis to England in 1953. *Epidemiol Infect.* 1987;98:119-25.
18. Borg K, Bakos K. Dissemination of myxomatosis by birds. *Nord VetMed.* 1963;15, 159.169. Viitattu kirjassa Fenner F, Ratcliffe FN. Myxomatosis. Cambridge University Press. 1965.
19. Sobey WR, Conolly D. Myxomatosis: the introduction of the European rabbit flea *Spilopsyllus cuniculi* (Dale) into wild rabbit populations in Australia. *J Hyg (Camb).* 1971;69:331-46.
20. Fenner F, Woodroffe GM. The pathogenesis of infectious myxomatosis: The mechanism of infection and the immunological response in the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Br J Exp Pathol.* 1953; 400-11.
21. Farsang A, Makranszki L, Dobos-Kovács M, Virág G, Fábrián K, Barna T ym. Occurrence of atypical myxomatosis in Central Europe: clinical and virological examinations. *Acta Vet Hung.* 2003;51:493-501.
22. Dyce AL. Transmission of myxomatosis on the spines of thistles, *Cirsium vulgare*. *CSIR J Wild Res.* 1961;6:88-90.
23. Liu J, Wennier S, McFadden G. The immunoregulatory properties of oncolytic myxoma virus and their implications in therapeutics. *Microbes Infect.* 2010;12:1144-52.
24. Myers K, Marshall ID, Fenner F. Studies in epidemiology of infectious myxomatosis of rabbits III. Observations in two succeeding epizootics in Australian wild rabbits on the Riverine plain of south-eastern Australia, 1951-1953. *J Hyg (Camb).* 1954;52:337-60.
25. Fenner F, Marshall ID. Passive immunity in myxomatosis of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): the protection conferred on kittens born by immune does. *J Hyg (Camb).* 1954;52:321-36.
26. Marshall ID. The influence of ambient temperature on the course of myxomatosis in rabbits. *J Hyg (Camb).* 1959;57:484-97.
27. Marlier D, Cassart D, Boucraut-Baralon C, Coignoul F, Vindevogel H. Experimental infection of specific pathogen-free New Zealand White rabbits with five strains of amyxomatous myxoma virus. *J Comp Path.* 1999;121:369-84.
28. Marlier D, Mainil J, Sulon J, Beckers JF, Vindevogel H. Study of the virulence of five strains of amyxomatous myxoma virus in crossbred New Zealand White/Californian conventional rabbits, with evidence of long-term testicular infection in recovered animals. *J Comp Path.* 2000;122:101-13.
29. Ross J, Sanders MF. Changes in the virulence of myxoma virus strains in Britain. *Epidem Inf.* 1987;98:113-7.
30. Bárcena J, Pagès-Manté A, March R, Morales M, Ramírez MA, Sánchez-Vizcaino JM ym. Isolation of an attenuated myxoma virus field strain that can confer protection against myxomatosis on contacts of vaccinates. *Arch Virol.* 2000;145:759-71.
31. OIE raportti, [https://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=35466](https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=35466), haettu 19.9.2020
32. OIE, Wahis-tietokanta, [https://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home](https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home), haettu 10.11.2019.
33. SVA:n raportti 2017, <https://www.sva.se/media/255bv0hk/wildlife-disease-surveillance-english-in-sweden-2017.pdf>, haettu 20.9.2020
34. Williams RT, Dunsmore JD, Parer I. Evidence for the existence of a latent myxoma virus in rabbits, *Oryctolagus cuniculus*. *Nature* 1972;359:99-101.
35. Ross J, Sanders MF. Innate resistance to myxomatosis in wild rabbits in England. *J Hyg (Lond).* 1977;79:411-15.
36. Ross J, Sanders MF. The development of genetic resistance to myxomatosis in wild rabbits in Britain. *J Hyg (Lond).* 1984;92:255-61.
37. Kerr PJ, Merchant JC, Silvers L, Hood GM, Robinson AJ. Monitoring the spread of myxoma virus in rabbit *Oryctolagus cuniculus* populations on the southern tablelands of New South Wales, Australia. II. Selection of a strain of virus for release. *Epidemiol Infect.* 2003;130:123-33.
38. Marchandeu S, Pontier D, Guitton JS, Letty J, Fouchet D, Aubineau J ym. Early infections by myxoma virus of young rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) protected by maternal antibodies activate their immune system and enhance herd immunity in wild populations. *Vet Res.* 2014;45:26-33.
39. Fouchet D, Guitton JS, Marchandeu S, Pontier D. Impact of myxomatosis in relation to local persistence in wild rabbit populations: the role of waning immunity and the reproductive period. *J. Theor Biol.* 2008;250:593-605.
40. Sobey WR. Selection for resistance to myxomatosis in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *J Hyg (Camb).* 1969;67:743-54.
41. Bertagnoli S, Marchandeu S. Myxomatosis. *Rev Sci Tech.* 2015;34: 549-56.
42. Ahlström CG. On the anatomical character of the infectious myxoma of rabbits. *Acta Path Microbiol Scand.* 1940;17:377-93.
43. Albini S, Sigrist B, Güttinger R, Schelling C, Hoop RK, Vögtlin A. Development and validation of a myxoma virus real-time polymerase chain reaction assay. *J Vet Diagn Invest.* 2012;24:135-7.
44. Cavadini P, Botti G, Barbieri I, Lavazza A, Capucci L. Molecular characterization of SG33 and Borghi vaccines used against myxomatosis. *Vaccine* 2010;28:5414-20.
45. Gelfi J, Chantal J, Phong TT, Boucraut-Baralon C. Development of an ELISA for detection of myxoma virus-specific rabbit antibodies: test evaluation for diagnostic applications on vaccinated and wild rabbit sera. *J Vet Diagn Invest.* 1999;11:240-5.
46. Best SM, Kerr PJ. Coevolution of host and virus: the pathogenesis of virulent and attenuated strains of myxoma virus in resistant and susceptible European rabbits. *Virology* 2000;267:36-48.
47. Varga M. Textbook of rabbit medicine). 2. painos. Edinburgh: Butterworth-Heinemann; 2014.
48. Spibey N, McCabe VJ, Greenwood NM, Jack SC, Sutton D, Van der Waart L. Novel bivalent vectored vaccine for control of myxomatosis and rabbit haemorrhagic disease. *Vet Rec.* 2012;170:309-12.
49. Maa- ja metsätalousministeriön asetus eläintautien ilmoittamisesta ja mikrobikantojen toimitamisesta 1010/2013
50. Maa- ja metsätalousministeriön asetus vastustettavista eläintaudeista ja niiden luokittelusta, 843/2013.
51. OIE Terrestrial Code. <https://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-code/access-online/>, haettu 7.9.2019.

## KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Jussi Virta, ELL  
 Omaeläinsairaala Mevet, Höyläämötie 5,  
 00380 Helsinki,  
[jussi.virta@omaelainklinikka.fi](mailto:jussi.virta@omaelainklinikka.fi)  
**Artikkeli on osa kirjoittajan erikoistumistutkintoa.**  
 Johanna Mäkitäipale, ELL, pieneläinsairauksien erikoiseläinlääkäri  
 Evidensia Tammiston eläinsairaala