

Virpi Seppänen, Paula Syrjälä,
Theresa Skryzkopf, Dietrich Kukowski,
Anu Korpikallio ja Juhani Taponen

Neosporatartunnan hallinta nautakarjassa – kirjallisuuskatsaus ja tapausselostus

Control of Neospora infection in cattle – a review and a case report

YHTEENVETO

Neospora caninum -alkueläin luokitellaan maailmanlaajuisesti yhdeksi merkittävimmistä aborttien aiheuttajista naudalla. Neosporan pääisäntinä ovat koiraeläimet. Väli-isäntänä voivat toimia muun muassa märehitjät, linnut ja jysijät – tai koirat. Nauta voi saada tartunnan infektoituneen koiran ulosteiden saastuttaman rehun tai veden välityksellä (horisontaalinen tartunta). Lehmästä tartunta voi levitä jälkeläiseen istukan kautta (vertikaalinen tartunta). Pääisäntä voi saada tartunnan horisontaalisesti syömällä loiskystia sisältäviä väli-isännän kudoksia. Neosporatartunta voi ilmetä karjassa luomisaaltona, mutta endemisissä tapauksissa luomisten osuus voi jäädä lähelle hälytysrajana pidettyä 5 %:a. Muita kliinisiä oireita nähdään naudalla harvoin. Suomessa neosporan esiintyvyyttä luonnoneläimissä tai selviämistä täkäläisissä ympäristöolosuhteissa ei ole tutkittu. Elävien eläinten neosporadiagnostiikka perustuu serologiaan. Kroonisissa infektoissa vasta-ainepitoisuudet voivat vaihdella jäädessä välillä positiivisiksi katsottavia arvoja pienemmiksi. Tämä tekee diagnostiikan haasteelliseksi. Tartunnan saaneelle tilalle kannattaa laatia saneerausohjelma, jolla leviäminen on mahdollista saada hallintaan. Neosporatartunnan saneerausessa on tärkeää puuttua sekä vertikaaliseen että horisontaaliseen tartuntaketjuun. Tapausselostus kertoo neosporatartunnan hallinnasta lypsykarjatilalla.

SUMMARY

Neospora caninum protozoa is globally acknowledged as one of the major causes of bovine abortions. The main host of *Neospora* are canids; ruminants, birds and rodents – or dogs – among other animals can act as intermediate hosts. Cattle can get infection through feed or water contaminated with dogs' stools (horizontal infection). The infection can spread from a dam to offspring transplacentally (vertical infection). The main host can get infection horizontally by eating tissues of an intermediate host containing parasite cysts. In cattle, *Neospora* infection can be seen as an abortion storm; in endemic cases, the proportion of abortions can be near the acknowledged alarm threshold, 5 %. Other clinical signs are rarely seen in cattle. In Finland, the prevalence of *Neospora* in wild animals and its survival in local circumstances have not been studied. The diagnosis of *Neospora* in living animals is based on serology. In chronic infections, the concentration of antibodies can undulate and stay lower than the threshold value. This makes the diagnostics challenging. A *Neospora* elimination program should be created for infected farms. This will facilitate stopping the spreading of the diseases. In the elimination of *Neospora* infection, it is important to cut both vertical and horizontal infection. The case report describes the control measures of infection on a dairy farm.

KIRJALLISUUSKATSAUS

Neospora caninum on maailmanlaajuisesti yksi merkittävimmistä naudan aborttien aiheuttajista.^{1,2} Suomessa todetaan vuosittain muutamalla tilalla suurentuneita neosporavasta-ainepitoisuuksia luomiselvitysten yhteydessä.³ Vuonna 2009 Evira tutki neosporavasta-aineita sellaisten tilojen tankkimaitonäytteistä, joilla rekisteritietojen mukaan oli lisääntynyt määrä luomisia. 851 tutkitusta tilasta 0,6 % oli seropositiivisia.⁴

Neosporan pääisäntänä ovat koiraeläimet.⁵ Väli-isäntänä voivat toimia useat eläinlajit mukaan lukien rotta, linnut ja villit märehitjät.⁶ Tartunnan saanut koira erittää ulosteessaan loisen ookesta-muotoja, jotka sopivissa olosuhteissa sporuloituvat infektiivisiksi. Rehun tai juomaveden mukana ookestat joutuvat väli-isännän elimistöön. Akuutissa infektiossa loisen nopeasti lisääntyvät takysoiitti-muodot jakaantuvat ja tunkeutuvat eri puolille elimistöä. Kudoksiin koteloitunutta muotoa kutsutaan bradysoiitiksi (hitaasti lisääntyvä). Koira voi saada tartunnan syömällä loiskystia sisältäviä väli-isännän kudoksia.^{1,7} Neospora on koirien primaaripatogeeni ja voi aiheuttaa kliinistä sairautta kaikenikäisillä koirilla.⁶ Tavallisimmin oireilevat pennut, jotka ovat saaneet tartunnan emältään tiineyden aikana. Pennut syntyvät oireettomina, mutta neurologiset oireet ilmenevät muutaman viikon iässä.⁶ Tehokasta hoitoa koiran neosporoosiin ei tunneta.⁶

Ihmisestä ei ole tavattu loiskystia tai neosporan DNA:ta, mutta pieniä vasta-ainetiitereitä on löydetty muun muassa Brasiliassa ja Irlannissa.² Koska vertailuseerumia neosporatartunnan varmuudella saaneesta tai tartunnasta vapaasta henkilöstä ei ole ollut käytettävissä, ei pienistä vasta-ainepitoisuuksista voida suoraan tehdä päätelmiä loisen kyvystä tarttua ihmiseen.²

Naudan neosporoosille on tyypillistä istukan kautta emästä jälkeläiseen siirtyvä eli vertikaalinen tartunta.^{1,6,7} Vertikaalisen tartuntatiheyden on todettu olevan naudalla suuri, 44–95 %.^{8,9} Tartunnan jälkeen sikiöt voivat kuolla kohtuun, muumioitua, autolysoitua, syntyä kuolleena, kuolla pian syntymän jälkeen tai syntyä terveinä.¹ Terveenä syntyminen on tavallisinta.¹⁰ Abortit tapahtuvat toisella tai viimeisellä tiineyskolmanneksella, tyypillisimmillään 5. tai 6. tiineyskuukaudel-

YDINKOHDAT:

- Neosporatartunnan ehkäisemiseksi tilan kannattaa ostaa jalostuseläimet tilalta, jossa selittämättömiä luomisia on alle 5 %.
- Jalostukseen käytettävät ostoeläimet voi testata neosporan varalta, joskaan tulos ei ole täysin luotettava.
- Tartunta emästä jälkeläiseen katkaistaan poistamalla seropositiiviset eläimet jalostuksesta.
- Hyvä rehu- ja vesihygienia auttavat katkaisemaan tartuntaketjun koirasta nautaan; koira ei saa syödä abortoituja sikiöitä, jälkeisiä ja synnytyseritteitä.

Artikkeli tuli toimitukseen 13.4.2015.

la.^{1,6} Alkutiineydessä saatu infektio johtaa tavallisimmin aborttiin.¹¹ Myöhemmän tiineysvaiheen infektio voi jättää sikiön henkiin. Tähän voivat olla synnä sikiön oman immuuniteetin kehittyminen ja emän erilainen immuunivaste eri tiineysvaiheissa.¹² Alkutiineyden infektio kerryttää runsaasti makrofageja emän istukka-alueeseen, mikä voi ratkaisevasti häiritä istukan toimintaa ja koitua sikiön kuolemaksi.^{13,14}

Hiehoilla ja nuorilla lehmillä vertikaalinen tartunta emästä sikiöön näyttää olevan yleisempää kuin vanhemmilla eläimillä, minkä on arveltu johtuvan vanhemman eläimen osittaisesta immuuniteetista neosporaa vastaan.^{2,15} Horisontaalisuunnassa naudasta toiseen neosporan ei ole todettu tarttuvan.¹⁶

Neitseellisessä karjassa neospora voi aiheuttaa luomisaaltoja, joissa yli 10 % kantavista emistä luo muutaman viikon aikana.¹⁶ Krooninen yksittäisten eläinten tartunta ei välttämättä merkittävästi vaikuta karjan luomisinnsidenssiin. Terveystarkastelu huoltokäynnillä tehty tilastojen tarkastelu voi kuitenkin paljastaa luomisongelman. Suunnitelmallinen neosporatartunnan kontrollointi edellyttää taudin levinneisyyden kartoitusta, epidemiologista selvitystä ja leviämisen kannalta oleellisten riskitekijöiden hallintaa.^{2,17,18}

LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS

Vaikka ongelmatilan esitiedot sopisivat neosporoosiin, lopullinen diagnoosi on mahdollista tehdä vain laboratoriotutkimusten perusteella. Näytteiksi suositellaan sekä abortoituneita sikiöitä jälkeiseen että verinäytteitä luoneista ja samassa tiineysvaiheessa luomishetkellä olleista emistä.¹⁹

Sikiön raadonauvauksessa löytyvät tyypilliset aivojen tai lihaskudoksen histologiset muutokset sekä positiivinen PCR-tulos varmistavat kuolinsyyksi neosporoosiin.¹ Diagnoosiin päästään myös immunohistokemiallisella värjäyksellä.¹ Elävien eläinten neosporadiagnostiikassa käytetyin menetelmä on vasta-ainepitoisuuksien mittaaminen joko seerumista tai maidosta.¹ Serologiaa voidaan käyttää myös selvittäessä tartunnan levinneisyyttä ongelmatilalla tai haluttaessa testata ostettavan jalostuseläimen neosporavapautta.¹ Neosporan serologiseen diagnostiikkaan on sekä koiralla että naudalla käytetty useita testimenetelmiä, kuten epäsuoraa immunofluoresenssitestiä (IFAT), suoraa agglutinaatiotestiä (DAT) ja lukuisia erilaisia ELISA-testejä.¹ Näistä osa on kaupallisesti saatavilla.

Infektion hallinnan suunnittelussa on eduksi tieto, onko tartuntatapa pääasiassa akuutti vai krooninen. Tähän tarkoitukseen on käytetty akuutissa vaiheessa muodostuneiden vasta-ainesten heikompaan kiinnittymisvoimaan eli aviditeettiin perustuvaa iscom-ELISA-testiä.²⁰ Infektio-otapojen eroteludiagnostiikan tueksi soveltuvat myös rekombinanttiproteiineihin (rNcGRA7 ja rNcSAG4) perustuvat ELISA-testit.²¹

Kaikki serologiset testit voivat tuottaa virhepositiivisia ja -negatiivisia tuloksia. Mahdollisia virhepositiivisia reaktioita on epäilty aiheutuvan ristireaktioista muiden alkueläinten pintarakenteiden kanssa.^{2,7,22} Serologisten testien tuloksiin voivat vaikuttaa myös testissä käytettävät muut reagenssit ja sekundaariset antigeenit.²³

Vasta-ainepitoisuuksien vaihtelu tuottaa virhenegatiivisia tuloksia. Uudessa infektiossa naudan vasta-aineet lisääntyvät huippuunsa muutamassa viikossa. Joillain yksilöillä seerumin vasta-ainepitoisuudet kohoavat kuitenkin viipeellä eivätkä jotkut yksilöt reagoi ollenkaan.^{1,15} Kerran infektionut nauta on neosporan kantaja lopun elämää, mutta kroonisissa infektioiden vasta-ainepitoisuudet voivat vaihdella jäädessä välillä positiivisiksi katsottavia arvoja pie-

nemmiksi. Aborttoineilla emillä vasta-ainepitoisuudet ovat yleensä suuremmat kuin oireettoman täysiaikaisen vasikan synnyttäneillä.¹⁶ Kroonisesti infektoituneilla eläimillä vasta-ainepitoisuuksien kuvataan tyypillisesti lisääntyvän 4–5 kuukautta ennen poikimista, mikä johtunee kudoksiin kapseloituneen neosporan bradytoiittien aktivoitumisesta uudelleen takytsiiteiksi tiineyden aikana.^{16,24,25} Yksiselitteisten raja-arvojen asettaminen serologisille testeille on näin ollen vaikeaa.

Positiiviseksi tulkittavan tuloksen raja-arvo voidaan valita sen mukaan, millaista herkkyyttä ja spesifisyyttä testiltä haetaan. Useimmat serologiset testit on kehitetty aborttidiagnostiikan tueksi.¹ Aborttidiagnostiikassa testiltä odotetaan mahdollisimman hyvää spesifisyyttä eli kohdentuneisuutta, jotta testi antaisi mahdollisimman vähän virhepositiivisia tapauksia. Mikäli halutaan etsiä piilevää neosporatartuntaa, tavoitellaan testiltä mahdollisimman suurta sensitiivisyyttä eli herkkyyttä, jotta löydetäisiin hyvällä varmuudella kaikki kantajaeläimet sillä riskillä, että joukkoon tulee jokunen virhepositiivinen. Esimerkiksi testattaessa ostoeläimen neosporavapautta varsin pienetkin pitoisuudet tulkitaan positiiviseksi.^{1,19,7,26}

Epidemiologinen selvitys

Neosporaepidemiassa ongelmanvyyhdin purku aloitetaan kartoittamalla tartunnan levinneisyys tilalla ja selvittämällä tartuntalähteet. Tilakäynnillä selvitetään omistajaa haastatteleamalla luomisten ajankohdat ja eläinten tiineysvaiheet luomisissa sekä tilan eläinten sukutaustat.¹⁷ Apuna käytetään omistajan muistiinpanoja ja nautojen terveysseurantajärjestelmistä saatavia tietoja. Esitietoja verrataan neosporoosille tyypilliseen taudinkuvaan.

Tartunnan levinneisyys selvitetään ottamalla verinäytteet kaikista tilan nautoista ja koirista.¹⁷ Näytteenoton ulkopuolelle jätetään alle puolivuotiaat vasikat, joilla emien vasta-aineet voivat häiritä tulosten tulkintaa.^{24,27} Verinäytetulokset analysoidaan vertailemalla vasta-ainepitoisuuksia eri ikäryhmien kesken sekä emien ja tytärtärien kesken. Seroposiitivisista sukulinjoista voidaan piirtää sukupuuta, joista on mahdollista tehdä päätelmiä tartunnan historiasta.¹⁸

Se, että ikäryhmässä todetaan paljon seroposiitivisia eläimiä, voi viitata piste-epidemiaan.¹⁵ Piste-epidemiasta puhutaan, kun tartuntoja on runsaasti lyhyellä

aikavälillä ja niiden taustalla on joku yhteinen tekijä, esimerkiksi aika, paikka, vesi, uusi rehuerä tai uuden koiran tulo tilalle.¹⁷ Piste-epidemiaan sopiva levinneisyys viittaa horisontaaliseen tartuntalähteeseen. Jos seroposiitivisiksi luokiteltujen eläinten emät ovat seronegatiivisia, on tämäkin viite syntymän jälkeisestä tartunnasta. Yhteisen tekijän löytämiseksi kannattaa serologisia tuloksia verrata paitsi ikäryhmien, myös eri osastossa pidettyjen ja eri ruokinnalla olleiden eläinryhmien kesken.¹⁷ Verinäytetuloksista johdetussa päätelyssä loisen leviämistä on syytä pitää mielessä edellä selostetut diagnostiikan mahdolliset virhelähteet.

Aborttiepidemian aiheuttajia voi olla muitakin kuin neosporoosi. Jos vain vähän luotuja sikiöitä on saatavilla luomisen syytä tutkittaessa, on hyvä pysähtyä miettimään, onko aborteilla ja neosporaseroposiitivisuudella todella yhteyttä. Oletusdiagnoosin todennäköisyyttä on mahdollista testata vertaamalla seroposiitivisten luoneiden lehmien määrää ei-luoneiden seroposiitivisuuteen khiin nelikenttätestin avulla.²⁸

Tilakäynnillä kirjataan kliiniset havainnot ja kartoitetaan neosporan leviämiseen altistavat tekijät eläinten ruokinnassa, hoidossa ja olosuhteissa.^{2,17} Rehun ja veden kulkureitti talouspihalla ja eläinsuojassa tulisi pitää puhtaana. Ulostetta voi kantautua ”puhtaalle reitille” muiden nautojen ja koirien, ihmisten tai koneiden renkaiden mukana. Puhtaan ja likaisen reitin visualisointi piirtämällä ne eri väreillä talouspihan ja eläinrakennuksen pohjapiirroksiin helpottaa hahmottamaan tilannetta. Puhtaan ja likaisen reitin risteymäkohdat ovat mahdollisia riskinhallintapisteitä.²⁹

Koirien pääsy laiturille, rehun varastointipaikoille ja ruokintapöydälle kannattaa selvittää. Tilalle tulleet uudet koirat, pentueet ja koirien kontaktit nautoihin ja muihin väli-isäntiin selvitetään omistajaa haastatteleamalla.

Riskitekijät

Tarttuvan taudin ehkäisyssä olennaista on tunnistaa tartunnalle altistavat riskitekijät.^{30,31} Tärkeimpinä horisontaalisen infektion lähteinä pidetään oोकystillä saastunutta rehua ja vettä.² Rehuun voi joutua koiran ulostetta laiturilla, rehun korjuuvaiheessa, varastoinnissa, jakelussa tai syötön aikana. Ruokintasysteemin on esitetty vaikuttavan oookystien leviämiseen jopa enemmän kuin itse rehun koostumus.¹⁷ Aperuokinnassa rehuseoksen

komponentit sekoittava apevaunu voi tehokkaasti levittää oookystien saastuttaman raaka-aineen koko rehuerään. Neosporan tarttumista imettäjistä vasikkaan maidon välityksellä ei pidetä käytännössä todennäköisenä, vaikka kokeellisesti vasikoita on saatu infektoidua maidolla, johon on lisätty takytsiiteja.^{32,33}

Koirien serologinen diagnostiikka on ongelmallista samoin kuin nautojen; joidenkin oookystia erittävien koirien on todettu olevan seronegatiivisia.^{2,5} Koiran ikä vaikuttaa horisontaalisen tartunnan riskiin: tartunnan saaneet koiranpentut saattavat erittää oookystia ulosteeseensa huomattavasti enemmän kuin aikuiset koirat.² Koirien ruokavalioon kuuluvat väli-isäntien (nauta, tuhoeläimet, luonnoneläimet) raaka liha, teurasjätteet ja jälkeiset altistavat pääisännän horisontaaliselle tartunnalle.^{34,35} Infektoiduneiden nautojen tuoreiden jälkeisten on arveltu olevan koirille merkittävämpi tartunnanlähde kuin abortoituneiden sikiöiden.³⁴ Neosporan kudokystien infektiokyvyyn on arveltu heikenevän kudoksen mätänemisen myötä.

Eläinkauppa voi tuoda mukanaan neosporan kantajia.³⁶ Infektioriskinä mainitaan karjakoko; suurissa karjoissa eläinliikennettä on yleensä enemmän.³⁷ Vanhemmilla ja useamman kerran poikineilla eläimillä seroposiitivisuuden on todettu olevan tavallisempaa.³⁸ Tämä viittaa loisen horisontaaliseen leviämiseen. Lypsykarjojen eläimillä neosporoosia ilmenee hieman tavallisemmin kuin emolehmäkarjojen eläimillä.³⁹ Lauha ja kostea ilmasto ilmeisesti suosii oookystien selviämistä ympäristössä ja sporulaatiota.⁴⁰

Tartunnan ehkäisy ja hallinta

Neosporatartunnan ehkäisemiseksi on tärkeää varmistua myyjäkarjan terveysstatuksesta jalostuseläimiä ostettaessa. Ostajan kannattaa selvittää, onko myyjätilalla löytynyt neosporaa luomisen syiden selvitysten yhteydessä tai onko tilalla esiintynyt paljon selittämättömiä luomisia. Ostoeläimien testausta neosporan varalta suositellaan, kunhan tuloksia tulkittaessa pidetään mielessä neosporavasta-ainepitoisuuksien mahdollinen vaihtelu.^{18,31}

Neosporatartunnan saaneella tilalla on tärkeää pyrkiä katkaisemaan sekä vertikaalinen että horisontaalinen tartuntaketju.⁴¹ Vertikaalisen leviämisen estämiseksi voidaan valita eri strategioita. Seroposiitivisiksi luokitellut naudat voidaan teurastaa heti tai tuotantokauden loputtua.^{18,42} Neosporan

kantajalehmät eivät ole tartuntariski muille eläimille, jolleivät ne abortoi tai synnytä.³¹ Siementämättömät seropositiiviset hiehot voidaan kasvattaa teuraiksi. Seropositiiviset eläimet voidaan myös pitää tuotannossa mutta poistaa jalostuksesta. Arvokkaiden neosporaa kantavien eläinten perimä voidaan hyödyntää alkiohuuhteluilla, kunhan alkion vastaanottajan seronegatiivisuudesta on varmistuttu.⁴³ Liharotusiemennyksiä käyttämällä ei neosporan kantajasta jää jalostuseläimiä karjaan. Laboratoriotutkimuksilla pyritään selvittämään kaikkien uusien aborttien ja vasikkakuolemien syyt.⁴⁴ Karjanhoitajan on tärkeää kirjata ylös kaikki muutokset karjan terveystilassa. Säännöllisesti teetetut tiineystarkastukset tai -testit – myös lopputiineille – auttavat jäljittämään uudet ongelmaeläimet ajoissa.

Horisontaalisen tartuntaketjun takaisussa ehkäistään neosporan leviämistä koirasta nautaan tai naudasta koiraan. Koska myös seronegatiivisten koirien on todettu erittävän ookystia, suositellaan koirien hävittämistä tartuntatilalta.⁵ Perheenjäsenenä pidetyn työkoiran tai lemmikin poistaminen voi olla monelle vaikeaa. Koulutetun työkoiran antama työpanos koetaan korvaamattomaksi. Koiran riskiä saada tartunta ja levittää sitä nautaan on mahdollista pienentää suunnittelemalla eläinsuojaan aita- ja porttiratkaisuja, jotka ehkäisevät koiran pääsyä eläintilan ja talouspihan rehun kulkureiteille.⁴² Koira voidaan opettaa jo pennusta ulostamaan vain tiettyyn paikkaan kauas tilan rehu- pihasta ja ruokintapöydästä.⁴² Synnyttäneiden emien ja pentueiden pitoa tilalla tulisi välttää.⁴²

Tartunnan leviämistä väli-isännästä koiraan voidaan ehkäistä huolehtimalla raatohygieniasta. Koiria ei päästetä raadonsäilytyspaikoille, ja raadot toimitetaan viivyttämättä raatokeräilyyn. Abortoidut sikiöt ja jälkeiset kerätään esimerkiksi kannelliseen astiaan pois koirien ulottuvilta.¹⁸ Jälkeiset joko haudataan tai mullataan lietteen mukana pellolle. Puerperaalikausi on riskiaikaa horisontaalisen tartunnan kannalta.³¹ Koiria ei saa päästä varsinkaan poikima-alueelle.¹⁸ Mikäli koiraa ruokitetaan lihalla tai teurasjätteillä, tulee näiden olla kypsennettyjä tai pakastettuja.⁴²

Sellaista kaupallista valmistetta, jolla todistetusti kyettäisiin häätämään kaikki neosporamuodot naudasta, ei markkinoilla ole. Toltratsuriilin johdannaisen ponatsuriilin tehoa on tutkittu kokeellisesti infektoiduilla vasikoilla.⁴⁵ Tutkimuk-

sen perusteella lääkitystä voidaan käyttää neosporan horisontaalisen tartunnan ehkäisyyn. Sulfadiatsiini-trimetopriimin ja toltratsuriilin yhdistelmähoidolla on saatu vähennettyä kokeellisesti infektoidujen lehmien aborttien määrää sekä kohennettua joitakin lypsykarjan hedelmällisyyttä kuvaavia parametreja.⁴⁶ Lisää tutkimusta tarvitaan lääkeyhdistelmän tehosta luonnollisesti hankitussa naudon neosporainfektiossa. Neospora tehoavia rokotteita on ollut kehitteillä ja myös markkinoilla.⁴⁷ Rokotteiden tarkoituksena on ehkäistä loistartuntaa emästä sikiöön, mutta tulokset eivät ole olleet vakuuttavia.⁴⁸ Suomen markkinoilla neosporarokotteita ei ole.

Kannattaako tartunnan hallinta?

Neospora ei kuulu virallisesti vastustet-taviin tarttuviin eläintauteihin.⁴⁹ Suurissa karjoissa, joissa infektio on levinnyt laajalle, omistaja väistämättä miettii saneerauksen taloudellista kannattavuutta.⁵⁰ Aborttiaaltoja mahdollisesti seuraavassa kroonisessa vaiheessa luomisten määrä voi tasoittua lähes tartuntaa edeltävään tilanteeseen. Aikuiselle naudalle neosporatartunnan ei ole todettu aiheuttavan muita klinisiä oireita.⁶

Jalostuksen eteneminen neosporakarjassa hidastuu. Tartunta saattaa rajoittaa eloeläinkauppaa, koska neosporan leviämisen lisäksi ympäristönvaihdos stressein- neen saattaa aktivoida piilevän tartunnan ja aiheuttaa tiineyden keskeytymisen.⁵¹ Jos yksittäisen eläimen maidontuotanto luomisen jälkeen käynnistyy tai jatkuu, ei luonut eläin kuitenkaan yllä normaalisti poikineen tuotokseen.⁵² Emolehmkarjoissa vasikka on tilan tärkein tuotos, ja sitä kautta taloudelliset menetykset ovat merkittävät. Seropositiivisten lehmien tiinehtyminen saattaa olla huonompaa kuin seronegatiivisten.¹⁸ Neosporatartunta voi joskus aiheuttaa klinistä sairautta vasikoilla ja koirilla.¹

Testaus ja välitön teurastus -metodin (test and cull) on todettu vähentävän seropositiivisten eläinten määrää tehokkaasti. Edellistä hitaammaksi mutta edullisemmaksi vaihtoehdoksi on laskettu seropositiivisten eläinten poistaminen jalostuksesta ja teurastaminen vasta tuotantokauden loputtua.^{18,50}

Neosporan elämänsyklistä ja selviämistä erilaisissa ympäristöolosuhteissa tiedetään vähän. Yleistä eurooppalaista vastustusohjelmaa on alueellisten erojen takia vaikea laatia. Loisen epidemiologia

paikallisissa oloissa tulisi tutkia huolella ennen virallisen vastustusohjelman laatimista.⁴² Tutkimustiedon puutteen ja diagnostiikan ongelmien vuoksi ei täydellistä neosporan eliminaatiota voida saneerauksella luvata. Hyvänä tavoitteena voidaan pitää tartunnan leviämisen saamista hallintaan.⁴²

TAPAUKSELASTUS

Lähtötilanne

Syksyllä 2011 huomattiin lypsykarjassa hiehon abortoineen sikiönsä tiineyden kestänyt 5,5 kuukautta. Sikiö jälkeiseen lähetettiin Eviraan. Sikiön aivokudoksesta todettiin PCR-menetelmällä luomisen aiheuttajaksi *Neospora caninum*. Seuraavana keväänä tilan tiineinä myymistä 12 hiehosta yksi osoittautui ostotilalla tyhjäksi. Ostaja otatti hiehoista verinäytteet, ja kaikki eläimet olivat neosporan suhteen seropositiivisia. Hiehokauppa peruttiin olettamalla, että loputkin kantajat luovat vasikkansa. Tila päätti aloittaa neosporan levinneisyyden systemaattisen kartoituksen ja saneeraustoimenpiteet kunnaneläinlääkärien ohjauksessa. Tuotantoeläinten terveyden- ja sairaanhoidon erikoiseläinlääkärinopintoja suorittava jatko-opiskelija seurasi saneerausta marraskuusta 2011 helmikuulle 2014 saakka.

125 lypsylehmää pidettiin makuuparrellisessa verhoseinäpihatossa. Pikkuvasikat olivat vieroitukseen saakka imettä-jälehmiä kanssa täyskuivikepohjaisissa ryhmäkarsinoissa. Vieroitetut sonnivasikat jatkoivat välitykseen ja lehmävasikat kasvatettiin vanhassa navetassa. Jalostukseen jätettävät hiehot siirrettiin puolivuotiaina erilliseen vinokuivikepohjaiseen kolmisenäiseen kylmäpihattoon, jossa pidettiin myös ummassa olevat lehmät. Eloeläimiä ei tilalle ollut ostettu.

Sekä lypsävillä että nuorkarjalla oli aperuokinta. Lypsävien seos koostui säilörehusta (esikuivattu paalattu tai siilossa säilötty), kotoisesta viljasta, rypsistä ja kivennäisestä. Ummassa olevien ape sekoitettiin säilörehusta, oljesta ja kivennäisestä. Talvella lehmät jaloittelivat hiekkapohjaisessa tarhassa. Lehmä laidunnettiin talouspihan välittömässä läheisyydessä. Viljeltävät ja säilörehun korjuuseen käytettävät pellot sijaitsivat kauempana.

Tila harrasti aktiivisesti paimenkäytössä olevia bordercolleita. Koirien määrä vaihteli tarkastelujaksolla neljästä kuuteen. Yksi koirista oli tuotu Ruotsista, muut

TAULUKKO 1 TABLE

Neosporatartunnat vuosina 2010–2012 syntyneillä lehmillä
Neospora infections in cows born in 2010–2012

2010 syntyneet lehmät Cows born in 2010	Neosporastatus	Lukumäärä	Osuus %	Luottamusväli (95 %)
	N-	14/40	35	20–50
	N+ yhteensä/total	26/40	65	50–80
	N+ horisontaalinen tartunta / horizontal transmission	14/40	35	20–50
	N+ vertikaalinen tartunta / vertical transmission	1/40	3	3–3
	N+ tartuntatapa ei tiedossa / transmission unknown	11/40	28	25–31
2011 syntyneet lehmät Cows born in 2011				
	N-	33/49	67	54–80
	N+ yhteensä/total	16/49	33	20–46
	N+ horisontaalinen tartunta / horizontal transmission	8/49	16	6–26
	N+ vertikaalinen tartunta / vertical transmission	4/49	8	0–16
	N+ tartuntatapa ei tiedossa / transmission unknown	4/49	8	0–16
2012 syntyneet lehmät Cows born in 2012				
	N-	37/51	73	61–85
	N+ yhteensä/total	14/51	27	15–39
	N+ horisontaalinen tartunta / horizontal transmission	2/51	4	0–9
	N+ vertikaalinen tartunta / vertical transmission	12/51	24	12–36
	N+ tartuntatapa ei tiedossa / transmission unknown	0	0	0

olivat suomalaisia. Koirilla oli yksi pentue keväällä 2014. Eläintiloissa koirista työskenteli pääasiassa yksi uros. Koiraa käytettiin lehmien siirtelyyn lypsyasemalle tai erotteluun toimenpiteitä varten. Luomisia oli omistajan tuntuman mukaan ollut vain satunnaisesti. Nautojen tuotoseurantajärjestelmän tilastojen mukaan luomisten ja kuolleena syntyneiden tai alle viikon iässä kuolleiden vasikoiden määrä oli lisääntynyt. Tarkkaa luomisten ajankohtaa ei aina tiedetty. Suurin osa vuosina 2011–2013 omistajan huomaamista luomisista oli tapahtunut viimeisellä tiineyskolmanneksella.

Epidemiologinen selvitys

Neosporan levinneisyys kartoitettiin ottamalla tilan eläimistä serologiset näytteet. Tarkastelujaksolla otettiin 259 verinäytettä ja 80 maitonäytettä. Näytteenoton ulkopuolelle jätettiin välitykseen menevät sonnit ja liharotuiset kasvatukseen myytävät hiehot. Näytteenottojärjestykseen ja -ajankohtaan vaikuttivat eläimen aborttihistoria, samassa osastossa oleva eläinryhmä ja eläinten

kiinniottoon kulloinkin saatavilla oleva työvoima. Näytteet analysoitiin Evirassa iscom-ELISA-testillä (Svanovir Neospora Ab, Svanova Biotech AB, Upsala, Ruotsi).

Tilan koirista otettiin verinäytteet, jotka lähetettiin tutkittavaksi Saksaan IFAT-menetelmällä (Laboklin, Bad Kissingen, Saksa). Navetassa työskennellyt koira osoitautui seropositiiviseksi. Koira oli kotoisin suomalaiselta karjatilalta, jossa ei ollut todettu luomisongelmaa.

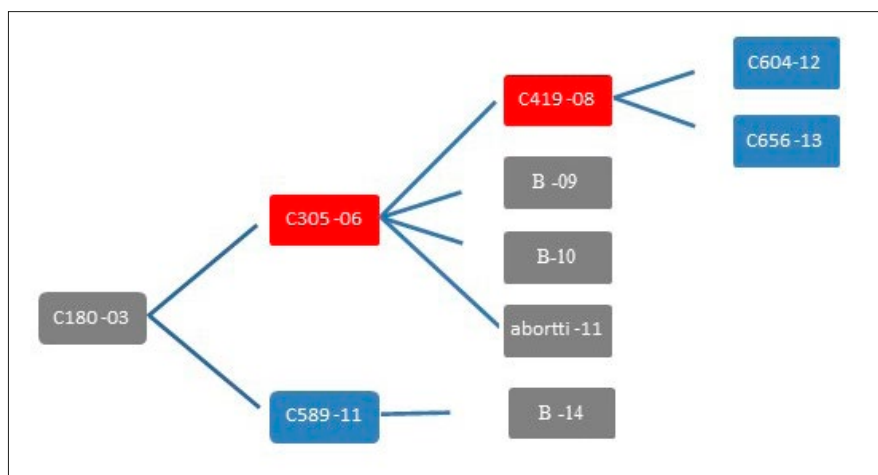
Nautojen veri- ja maitonäytteiden tulokset taulukoitiin, ja taulukkoon lisättiin emien ja tyttären tiedot. Seropositiivisia eläimiä löytyi tarkastelujaksolla 29 % tutkituista (78/ 269). Seropositiivisista eläimistä suurin osa oli poistettu karjasta tarkastelujakson lopussa.

Jos seropositiivisia eläimiä oli useamassa sukupolvessa, verinäytetulosten perusteella piirrettiin sukupuu (kuva 1). Sukupuusta voitiin arvioida aika, jolloin eläin oli mahdollisesti saanut tartunnan, ja päätellä, miten tauti oli levinnyt tilalla. Horisontaaliseksi katsottiin tartunta, jossa seronegatiivisen emän jälkeläinen oli sero-

positiivinen. Tulosten perusteella seropositiivisia eläimiä oli runsaasti 2010–2012 syntyneissä lehmässä ja hiehoissa. Vertailtaessa vuosina 2010–2012 syntyneiden hiehojen verinäytetuloksia todettiin, että neospora oli levinnyt sekä vertikaalisesti että horisontaalisesti (taulukko 1). Vuonna 2010 syntyneillä hiehoilla vallitsevana tartuntatapa oli horisontaalinen, kun taas 2012 syntyneillä vertikaalinen.

Horisontaalisen tartunnan saaneiden eläinten mahdolliset tartunta-aikajaksot (syntymästä ensimmäiseen positiiviseen näytetulokseen) ryvästyivät aikavälille loppukesä 2011–syksy 2012. Yhteisenä tekijänä tälle aikajaksolle oli hiehojen ja ummassa olevien eläinten kylmäpihato ja siellä jaettu ape. Kukin lehmä samoin kuin hiehot pidettiin ummassaolajakson kylmäpihaton puolella.

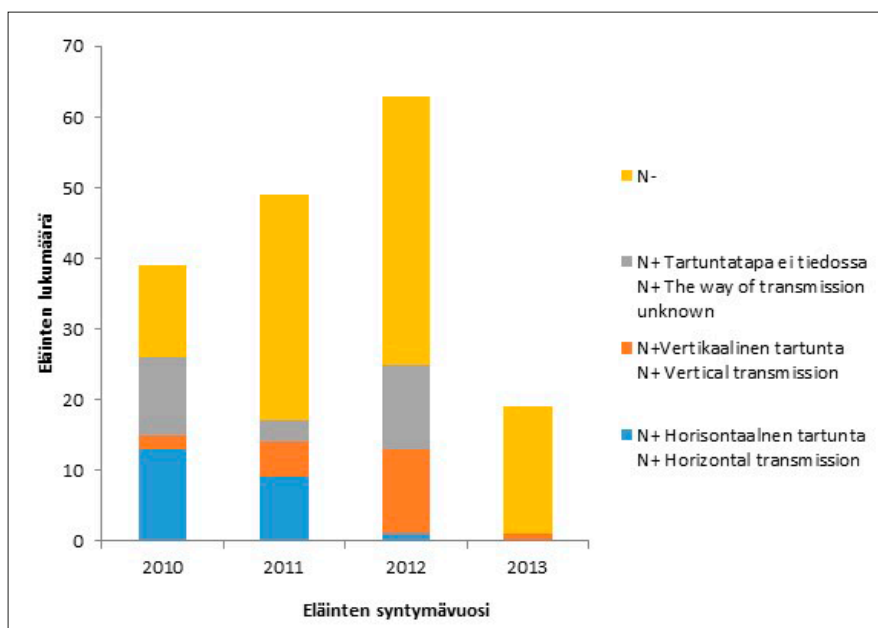
Abortoiduista sikiöistä ei tehty patologistaanatomista tutkimusta ensimmäistä neosporoosiaborttia lukuun ottamatta. Tilan luomisten ja neosporaseropositiivisten eläinten yhteys analysoitiin khiin nelikenttättestillä: vetosuhde oli 5,7 (95 %



KUVA 1 PICTURE

Sukupuun neosporoosin leviämisestä. Kuvan selitykset: harmaa laatikko= neosporastatus ei tiedossa, punainen laatikko= neospora-seropositiivinen, sininen laatikko= neospora-seronegatiivinen, C180= lehmä 180, B= sonni; -03 viittaa syntymävuoteen. Seropositiivisen C305:n emän C180:n neosporastatus oli tuntematon. C305:n sisar C589 oli seronegatiivinen. Kantaemä C180 oli siis todennäköisesti ollut seronegatiivinen ja C305:n tartunta oli horisontaalinen. C305 oli vuonna 2008 saanut tyttären, C419:n, joka todettiin seropositiiviseksi 17.6.2013. C419:n tyttäret C604 ja C656 olivat kuitenkin seronegatiivisia. C419 oli voinut saada tartunnan aikavälillä C656 syntymä (12.2.2013) – seropositiivinen testitulos (17.6.2013). C305:n positiivinen näyte oli otettu abortin jälkeen 21.11.2011. C305 horisontaalinen tartunta oli tapahtunut välillä C419 syntymä 2008 – abortti 2011.

A family tree concerning vertical transmission of Neospora. The Neospora status of the dam of seropositive C305 named C180 is unknown. The sister of C305, C589, is seronegative. The ancestor C180 had probably been seronegative and the infection of C305 was horizontal. C305 had gotten a daughter C419, which was seropositive. However, the daughters of the C419, C604 and C656, were seronegative. C305 may have been infected between the birth of C656 (12.2.2013) – seropositive test result (17.6.2013). The seropositive blood sample of C305 was taken after an abortion in 21.11.2011. The horizontal infection of C305 had occurred between the birth of C419 in 2008 – the abortion in 2011.



luottamusväli 2,4–13,8). Koska vetosuhde oli >2 , voitiin neosporaa pitää aborttien todennäköisenä syynä.

Riskitekijät

Horisontaalisen leviämisen suhteen riskitekijöiksi todettiin muun muassa aktiivinen työkoiratoiminta vierailuineen ja eläinkauppoineen sekä keväällä 2014 syntynyt koirapentue. Rehuhygieeninen riskitekijä oli appeen raaka-aineiden säilytys ja sekoitus ulkona. Kolmiseinäisen kylmäpihaston ruokintapöytä oli alttiimpi saastumiselle kuin suljetun rakennuksen ruokintapöytä.

Tartunnan hallinta

Kerran seropositiivisen tuloksen saaneet eläimet katsottiin neosporan potentiaalisiksi kantajiksi. Nämä eläimet poistettiin yksilöstä riippuen joko välittömästi, lypsykauden loputtua tai myöhemmin. Liharotusiemennyksiä tai alkionsiirtoa ei tilalla saneeraustarkoitukseen juurikaan käytetty. Seropositiivisia hiehoja myytiin lihaeläimiksi.

Näytteenotto jatkui tarkastelujakson loputtua niistä yli puolivuotiaista eläimistä, joista verinäytettä ei vielä ollut otettu. Virhenegatiivisten eläinten löytämiseksi seronegatiivisiksi todetuista eläimistä otettiin toinen verinäyte pääsääntöisesti aikaisintaan puolen vuoden kuluttua ensimmäisestä verinäytteenotosta.

Tilan koirat olivat koulutettuja, ja niiden liikkuminen eläinsuojassa tapahtui omistajan valvonnassa. Ulkopuolisia työkoiravierailuja tilakeskuksen läheisyydessä

KUVA 2 FIGURE

Tapausselostuksen karjassa vuonna 2010–2013 syntyneistä ikäluokista neosporan suhteen tutkittujen eläinten lukumäärät, neosporaposiitivisten (N+) osuus tutkituista sekä arvio positiivisten eläinten tartuntatavasta.

The number of animals studied for neosporosis, number of positive animals (N+) and assessment of the route of infection of the animals born in 2010–2013 in the herd.

rajoitettiin. Jälkeiset oli jo vuosia kerätty kannelliseen astiaan pois koirien ulottuvilta ja hävitetty lietalannan mukana. Neosporaprositiivisia lehmä ei käytetty imettäjä-lehminä paitsi omille jälkeläisilleen.

Vuonna 2013 syntyneillä eläimillä tartuntoja todettiin enää vain muutamalla (kuva 2).

POHDINTA

Epidemiologinen selvityksen tuloksena ainakin kaksi vanhempaa lehmää oli todennäköisesti ollut seropositiivisia jo ennen aikajaksoa 2011–2012. Nämä eläimet olivat saattaneet saada tartunnan ensimmäisten joukossa. Niiden emiä tai sisaruksia ei enää ollut seurantajaksolla karjassa, joten päätelyä vertikaalisen tartunnan historiasta ei voitu tehdä tätä kauemmas.

Appeen raaka-aineena käytetty ookeystilla saastunut väki- tai säilörehu oli mahdollinen tartuntareitti. Appeen raaka-aineita nostettiin suoraan laatalta apevaunuun, mikä oli rehuhygieeninen riski. Säilörehun tai laatumien saastuminen luonnoneläinten tai koirien ulosteesta oli mahdollista. Pitkä horisontaalisen tartunnan ajanjakso saattoi selittyä ookeystien selviämällä ympäristössä, toistuvalla rehun ulostesaastumisella tai saastuneen rehuerän käytöllä useampana vuonna. Seropositiivisen koiran rooli jäi epäselväksi. Emme pystyneet päättämään, oliko se saanut tartunnan lehmistä vai lehmät siitä, tai mikä oli koiran osuus myöhemmin ilmenneissä horisontaalisissa tartunnoissa. Koirat olivat voineet päästä kaatamaan astian, johon jälkeisiä kerättiin. Kontaktit lehmien synnytysritteihin ja valuttelijoihin saattoivat myös olla tartuntamahdollisuuksia koirille. Vaikka koirat oli testattu serologisesti, ei seronegatiivisten koirien osuutta tartunnan levittäjinä voitu täysin sulkea pois. Koirille ei syötetty raakaa lihaa, mutta jyrssiöiden tai lintujen saaliiksi saaminen oli mahdollista.

Sekä koirien että nautojen serologisten tulosten perusteella tehtyyn päättelyyn neosporatartunnan epidemiologiasta liittyy virheriski johtuen edellä mainituista diagnostiikan ongelmista. Tulisiko verinäytteenotossa keskittyä pelkästään tiineisiin eläimiin ja 4.–7. tiineyskuukaudelle, jolloin vasta-ainepitoisuuksien on kuvattu olevan suurimmillaan?²⁵ Tämä tarkoittaisi, että neosporan levinneisyyden tutkiminen kestäisi käytännössä vuoden. Hollantilaisessa tutkimuksessa seurattiin 21 neospor-

rakarjan epidemiologiaa verinäytteillä.⁵³ Koko karja testattiin kolmeen otteeseen puolen vuoden välein, ja tuloksia vertailtiin kunkin eläimen osalta. Kertänäytteenoton suhteellinen herkkyys verrattuna kolmeen näytteenottoon oli 95 % ja suhteellinen spesifisyys 96 %. Mahdolliset virhepositiiviset ja -negatiiviset eläimet yksilöitiin vertailemalla kunkin näytteenoton tuloksia, emän ja jälkeläisen testituloksia sekä sitä, kuuluiko eläin piste-epidemiassa seropositiiviseen ikäryppäeseen. Tutkimuksen perusteella koko karjan testaus kerralla, välittämättä eläimen tiineysvaiheesta, voi tuottaa virhepositiivisia ja -negatiivisia tuloksia yksittäisten eläinten osalta, mutta kuitenkin vain pienellä osalla karjasta.

Tapausselostuksen tilalla esiintyi sekä vertikaalisia että horisontaalisia tartuntoja. Tämä todisti sen, että tartunnan hallinnassa on tärkeää pyrkiä katkaisemaan sekä vertikaalinen että horisontaalinen tartuntaketju. Mikäli kyseessä olisi ollut hallittu koejärjestely, aineistosta olisi voitu kerätä tietoa huomattavasti enemmän, jolloin tulokset olisivat olleet vertailtavissa muihin julkaisuihin. Tilalla tehdyillä saneraustoimenpiteillä neosporan leviäminen saatiin kuitenkin hallintaan. Systemaattinen neosporoosin vastustus vaatii sekä tuottajalta että praktikolta kärsivällisyyttä ja sitoutumista.

LÄHTEET

- Dubey JP, Schares G. Diagnosis of bovine neosporosis. *Vet Parasitol.* 2006;140:1–34.
- Dubey JP, Schares G, Ortega-Mora LM. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin Microb Rev.* 2007;20:323–67.
- Eläintaudit Suomessa, Evira 2010–2014.
- Eläintaudit Suomessa, Evira 2009, 8/2010:22.
- McAllister MM, Dubey JP, Lindsay DS, Jolley WR, Willa RA, McGuire AM. Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int J Parasitol.* 1998;28:1473–8.
- Dubey JP, Schares G. Neosporosis in animals—The last five years. *Vet Parasitol.* 2011;180:90–108.
- Atkinson R, Harper PAW, Reichel MP, Ellis JT. Progress in the serodiagnosis of *Neospora caninum* infections of cattle. *Parasitol Today* 2000;16:110–4.
- Bergon N, Fecteau G, Pare J, Martineau R, Villeneuve A. Vertical and horizontal transmission of *Neospora caninum* in dairy herds in Quebec. *Can Vet J.* 2000;41:464–7.
- Davison HC, Otter A, Trees AJ. Estimation of vertical and horizontal transmission parameters of *Neospora caninum* infections in dairy cattle. *Int J Parasitol.* 2009;29:1683–9.
- Paré J, Thurmond MC, Hietala SK. Congenital *Neospora caninum* infection in dairy cattle and associated calfhood mortality. *Can J Vet Res.* 1996;60:133–9.
- Collantes-Fernandez E, Rodriguez-Bartos A, Arnaiz-Seco I, Moreno B, Aduriz G, Ortega-Mora LM. Influen-

ce of the stage of pregnancy on *Neospora caninum* distribution, parasite loads and lesions in aborted bovine fetuses. *Theriogenology* 2006;65:629–41.

- Lopez-Gatius F, Garbaya JM, Santolaria P, Yaniz JL, Almeria S, Ayad A ym. Plasma pregnancy-associated glycoprotein-1 (PAG-1) concentrations during gestation in *Neospora*-infected dairy cows. *Theriogenology* 2007a;68:502–8.
- Cantón GJ, Katzer F, Maley SW, Bartley PM, Benavides-Silvén J, Palarea-Albaladejo J ym. Inflammatory infiltration into placentas of *Neospora caninum* challenged cattle correlates with clinical outcome of pregnancy. *Vet Res.* 2014;45:11:1–5.
- Gibney EH, Kipar A, Rosbottom A, Guy CS, Smith RF, Hetzel U ym. The extent of parasite-associated necrosis in the placenta and foetal tissues of cattle following *Neospora caninum* infection in early and late gestation correlates with foetal death. *Int J Parasitol.* 2008;38:579–88.
- Dijkstra Th, Barkema HW, Eysker M, Beiboer ML, Wouda W. Evaluation of a single serological screening of dairy herds for *Neospora caninum* antibodies. *Vet Parasitol.* 2003;110:161–9.
- Dubey JP, Lindsay D. Neosporosis, toxoplasmosis and sarcocystosis in ruminants. *Vet Clin Food Anim.* 2006;22:645–71.
- Dijkstra T, Barkema HW, Hesselink JW, Wouda W. Point source exposure of cattle to *Neospora caninum* consistent with periods of common housing and feeding and related to the introduction of a dog. *Vet Parasitol.* 2002;105:89–98.
- Hall CA, Reichel MP, Ellis JT. *Neospora* abortions in dairy cattle: diagnosis, mode of transmission and control. *Vet Parasitol.* 2005;128:231–41.
- Ortega-Mora LM, Fernández-García A, Gómez-Bautista M. Diagnosis of bovine neosporosis: Recent advances and perspectives. *Acta Parasitol.* 2006;51:1–14.
- Björkman C, McAllister MM, Frössling J, Näslund K, Leung F, Ugglä A. Application of the *Neospora caninum* IgG avidity ELISA in assessment of chronic reproductive losses after an outbreak of neosporosis in a herd of beef cattle. *J Vet Diagn Invest.* 2003;15:3–7.
- Aquado-Martínez A, Álvarez-García G, Fernández-García A, Risco-Castillo V, Arnaiz-Seco I, Rebordosa-Trigueros X ym. Usefulness of rNcGRA7- and rNcSAG4-based ELISA tests for distinguishing primo-infection, recrudescence, and chronic bovine neosporosis. *Vet Parasitol.* 2008;157:182–95.
- Atkinson R, Harper PAW, Reichel MP, Ellis JT. Progress in the serodiagnosis of *Neospora caninum* infections of cattle. *Parasitol Today* 2000;16:110–4.
- Dubey JP. Recent advances in *Neospora* and neosporosis. *Vet Parasitol.* 1999;84:349–67.
- Conrad PA, Sverlow K, Anderson M, Rowe J, BonDurant R, Tuter G ym. Detection of serum antibody responses in cattle with natural or experimental *Neospora* infections. *J Vet Diagn Invest.* 1993;5:572–8.
- Stenlund S, Kindahl H, Magnusson U, Ugglä A, Björkman C. Serum antibody profile and reproductive performance during two consecutive pregnancies of cows naturally infected with *Neospora caninum*. *Vet Parasitol.* 1999;85:227–34.
- Schares G, Rauser M, Söngren P, Rehberg P, Bärwald A, Dubey JP ym. Use of purified tachyzoite surface antigen p38 in an ELISA to diagnose bovine neosporosis. *Int J Parasitol.* 2000;30:1123–30.
- Hietala SK, Thurmond MC. Postnatal *Neospora caninum* transmission and transient serologic responses in two dairies. *Int J Parasitol.* 1999;29:1669–76.
- Thurmond MC, Hietala SK, Blanchard PC. Herd-based diagnosis of *Neospora caninum*-induced endemic and epidemic abortion in cows and evidence for congenital and postnatal transmission. *J Vet Diagn Invest.* 1997;9:44–9.

29. Villarroel A., Dargatz D.A., Lane V.M., McCluskey B.J., Salman M.D. Food for thought for food animal veterinarians; Suggested outline of potential critical control points for biosecurity and biocontainment on large dairy farms. *J Am Vet Med Am.* 2007;230:808-19.
30. Dargatz DA, Garry FB, Traub-Dargatz JL. An introduction to biosecurity for cattle operations. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2002;18:1-5.
31. Sanderson MW, Gnad DP. Biosecurity for reproductive diseases. *Vet Clin Food Anim.* 2002;18:79-98.
32. Ugglä A, Stelund S, Homdahl OJM, Jakubek E-B, Thebo P, Konhdahl H ym. Oral *Neospora caninum* inoculation of neonatal calves. *Int J Parasitol.* 1998;28:1467-72.
33. Davison F, Williams DJL, Kelly DF, Trees AJ. Experimental studies on the transmission of *Neospora caninum* between cattle. *Res Vet Sci.* 2001;70:163-8.
34. Dijkstra T, Eysker M, Schares G, Conraths FJ, Wouda W, Barkema HW. Dogs shed *Neospora caninum* oocysts after ingestion of naturally infected bovine placenta but not after ingestion of colostrum spiked with *Neospora caninum* tachyzoites. *Int J Parasitol.* 2001;31:747-52.
35. Gondim LFP, Gao L, McAllister MM. Improved production of *Neospora caninum* oocysts, cyclical oral transmission between dogs and cattle, and in vitro isolation from oocysts. *J Parasitol.* 2002;88:1159-63.
36. Woodbine KA, Medley GF, Moore SJ, Ramirez-Villaescusa A, Mason S, Green L. A four year longitudinal sero-epidemiology study of *Neospora caninum* in adult cattle from 114 cattle herds in south west England: Associations with age, herd and dam-offspring pairs. *BMC Vet Res.* 2008; 4:35.
37. Schares G, Bärwald A, Staubach C, Ziller M, Klöss D, Schröder R ym. Potential risk factors for bovine *Neospora caninum* infection in Germany are not under the control of the farmers. *Parasitology* 2004;129:301-9.
38. Eiras C, Arnaiz I, Álvarez-García G, Ortega-Mora LM, Sanjuán ML, Yus E ym. *Neospora caninum* seroprevalence in dairy and beef cattle from the northwest region of Spain, Galicia. *Prev Vet Med.* 2011;98:128-32.
39. Moore DP, Pérez A, Agliano S, Brace M, Cantón G, Cano D ym. Risk factors associated with *Neospora caninum* infections in cattle in Argentina. *Vet Parasitol.* 2009;161:122-5.
40. Rinaldi L, Fusco G, Musella V, Veneziano V, Guarino A, Taddei R ym. *Neospora caninum* in pastured cattle: determination of climatic, environmental, farm management and individual animal risk factors using remote sensing and geographical information systems. *Vet Parasitol.* 2005;128:219-30.
41. Häslér B, Regula G, Stärk KDC, Sager H, Gottstein B, Reist M. Epidemiological and economic assessment of the control of bovine neosporosis in Switzerland. Konferenssiesitysten kokoelmassa: 11th Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Cairn, Australia, Aug 2006.
42. Reichel MP, McAllister MM, Pomroy WE, Campeiro C, Ortega-Mora LM, Ellis JT. Control options for *Neospora caninum* – is there anything new or are we going backwards? Special issue article *Parasitol Pages* 2014;201:1-16.
43. Baillargeon P, Fecteau G, Paré J, Lamothe P, Sauvé R. Evaluation of the embryo transfer procedure proposed by the International Embryo Transfer Society as a method of controlling vertical transmission of *Neospora caninum* in cattle. *J Am Vet Med Assoc.* 2001;218:1803-6.
44. Wells SJ, Dee S, Godden SD. Biosecurity for gastrointestinal diseases of adult dairy cattle. *Vet Clin Food Anim.* 2002;18:35-55.
45. Krizner S, Sager H, Blum J, Krebber R, Greif G, Gottstein B. An explorative study to assess the efficacy of Toltrazuril-sulfone (Ponazuril) in calves experimentally infected with *Neospora caninum*. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2002;1:4.
46. Canatan HE, Polat IM, Bayramoglu R, Kuplulu S, Vural MR, Ektug E. Effects on *Neospora caninum* on reproductive performance and the efficacy of treatment with a combination of sulphadiazine-trimethoprim and toltrazuril: a longitudinal field study. *Vet Med.* 2014;59:22-9.
47. Monney T, Debache K, Hemphill A. Vaccines against a major cause of abortion in cattle, *Neospora caninum* infection. *Rev Anim.* 2001;1:306-25.
48. Hecker YP, Côceres V, Wilkowsky SE, Jaramillo Ortiz JM, Morrell EL, Verna AE ym. A *Neospora caninum* vaccine using recombinant proteins fails to prevent foetal infection in pregnant cattle after experimental intravenous challenge. *Vet Immunol Immunopath.* 2014;162:142-53.
49. Maa- ja metsätalousministeriön asetus vastustettavista eläintautieista ja niiden luokittelusta 842/2013.
50. Reichel MP, Ellis JT. If control of *Neospora caninum* infection is technically feasible does it make economic sense? *Vet Parasit.* 2006;142:23-34.
51. Eastick FA, Elsheika HM. Stress-driven stage transformation of *Neospora caninum*. *Parasit Res.* 2010;106:1009-14.
52. Gädicke P, Vidal R, Monti G. Economic effect of bovine abortion syndrome in commercial dairy herds in Southern Chile. *Prev Vet Med.* 2010;97:9-19.
53. Dijkstra Th, Barkema HW, Eysker M, Beiboer ML, Wouda W. Evaluation of a single serological screening of dairy herds for *Neospora caninum* antibodies. *Vet Parasitol.* 2003;110:161-9.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Virpi Seppänen, ELL
 Räisäläntie 1, 71800 Siilinjärvi
 virpi.seppanen@siilinjärvi.fi
Artikkeli on osa kirjoittajan erikoistumiskoulutusohjelmaa.
 Paula Syrjälä, ELL, erikoistutkija
 Evira, tuotanto- ja villieläinterveyden tutkimusyksikkö, tuotantoeläinjaosto
 Teresa Skrzypczak, ELL, erikoistutkija
 Evira, tutkimus- ja laboratorio-osasto, eläintautibakteriologian tutkimusyksikkö, Helsingin laboratoriojaosto
 Dietrich Kukowski, ELL
 Anu Korpikallio, ELL
 Juhani Taponen, ELT, dosentti
 kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto, eläinlääketieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto