

Milla Hiekkaranta, Tarja Pohjanvirta, Satu Pyörälä ja Sinikka Pelkonen

***Mycoplasma bovis* -utaretulehdus Suomessa – tapausselostus ja kirjallisuuskatsaus**

***Mycoplasma bovis* mastitis in Finland – A case report and a review**

YHTEENVETO

Mycoplasma bovis aiheuttaa naudoilte utare-, keuhko-, nivel-, silmä- ja välikorvantulehdusta sekä hedelmällisyyden heikkenemistä ja abortteja. Mykoplasmatartunta leviää kantajaeläinten välityksellä. Oireeton kantajuus on yleistä. Tartunta voi olla karjassa piilevänä ja puhjeta altistavien tekijöiden vaikutuksesta sairaudeksi. *M. bovis*in aiheuttamien tulehdusten taudinkuva ja paranemisenuste vaihtelevat suuresti. Suomen ensimmäinen *Mycoplasma bovis* -utaretulehdus todettiin talvella 2012–2013. 25 lypsylehmän karjassa puhkesi hengitystietulehdus, jonka jälkeen neljä lehmää sairastui akuuttiin mykoplasmautaretulehdukseen. Nuorkarjassa ei havaittu tyypillisiä mykoplasmasairauden oireita. Yksi utaretulehduslehmistä abortoi viikon kuluttua sairastumisestaan. Kliininen taudinpurkaus kesti vain viikon ajan. Sairastuneet lehmät teurastettiin 3 viikon kuluessa suuren solupitoisuuden, vähentyneen maitotuotoksen sekä tartuntariskin takia. 2 vuoden seurantajakson aikana uusia tautitapauksia ei ole tullut huolimatta karjassa olevista kantajalehmistä. 3 viikkoa ennen hengitystietulehduksen puhkeamista tilalle hankittu hiebo oletettavasti oli oireeton kantaja, joka levitti *M. bovis* -infektion karjaan. Hiebon kotikarjan ja kontaktitilojen tutkimukset eivät paljastaneet tartunnan alkulähdettä. *M. bovis* on leviämässä piilevänä ja hitaasti Suomen nautapopulaatiossa. Tartunnan rajoittaminen on tärkeää, sillä *M. bovis* on merkittävä uhka Suomen nautakarjataloudelle.

SUMMARY

Mycoplasma bovis causes mastitis, respiratory disease, arthritis, keratoconjunctivitis, otitis and decreased fertility and abortions in cattle. Infected animals spread the infection within the herd and asymptomatic carriers are common. *Mycoplasma* can remain latent in the herd and cause clinical disease under predisposing conditions. Clinical severity and prognosis of mycoplasma infections vary considerably. *Mycoplasma bovis* mastitis was diagnosed for the first time in Finland in winter 2012–2013. A herd of 25 cows had an episode of mild respiratory disease that was followed by acute mycoplasma mastitis in four lactating cows. Young cattle showed no signs of typical mycoplasma infection. One of the sick cows aborted 1 week after the onset of the mastitis. The outbreak of clinical mastitis lasted only for 1 week. Infected cows were slaughtered during the subsequent 3 weeks because of high milk somatic cell count, poor milk production and potential risk for the herd. No new cases of clinical mycoplasma disease have occurred in spite of nasal carrier cows during the follow-up period of 2 years. A heifer, which was introduced into the herd 3 weeks before the onset of the respiratory disease, was presumably an asymptomatic carrier of *M. bovis* and initiated the infection in the herd. Epidemiological investigation of the home herd of the heifer and contacts did not reveal the origin of the infection. *M. bovis* infection is spreading slowly in the Finnish cattle population. Limiting mycoplasma infections is important, because they are a significant threat for the cattle industry.

KIRJALLISUUSKATSAUS

Mycoplasma bovis (*M. bovis*) on maailmanlaajuisesti merkittävä nautojen tartunnallisen utaretulehduksen ja hengitystietulehduksen aiheuttaja. Suomessa *M.*

bovis todettiin ensimmäisen kerran syksyllä 2012. Tarkastelemme *M. bovis* -tartuntaa, erityisesti utaretulehdusta, ja kuvaamme bakteerin aiheuttaman ensimmäisen utaretulehdustapauksen Suomessa.

Patogeneesi ja taudinkuva

M. bovis on pieni soluseinätön bakteeri, joka tarvitsee lisääntyäkseen isäntäsolun metaboliaa. Mykoplasmat kiinnittyvät tiukasti epiteelisolujen pintaan. Lisäksi niitä

on löydetty verisolujen sisältä.^{1,2} Osa kannoista voi muodostaa suojakseen biofilmin.³ Mykoplasmat voivat kolonisoitua limakalvoille aiheuttamatta sairastumista, sillä ne heikentävät immuunipuolustusta muokkaamalla leukosyyttien toimintaa ja pystyvät vaikeuttamaan vasta-aineisiin perustuvaa tunnistamista vaihtamalla anti-geenisia pinta-lipoproteiinejaan.^{2,4} Mykoplasman laukaisema voimakas tulehdusreaktio aiheuttaa kudostuhoa.²

Utare- ja hengitystietulehdusten lisäksi *M. bovis* aiheuttaa nivel-, silmä- ja välikorvantulehduksia sekä hedelmällisyyden heikkene- mistä ja abortteja.^{2,5-7} Tartunnan saaneessa karjassa havaitaan usein samanaikaisesti useampaa saman mykoplasmakannan aiheuttamaa sairautta, esimerkiksi utaretulehduksia lehmillä ja hengitystieoi-reilua vasikoilla.^{8,9} Mykoplasman aiheuttamat infektiot paranevat huonosti ja kroonistuvat helposti.^{1,2}

M. bovis viihtyy erityisesti nautan ylähengitysteiden limakalvoilla, mistä se voi levitä veritai imuteitse muualle elimistöön, kuten niveliin, utareeseen, kiveksiin, lisäsukurauhasiin tai koh- tuun.^{2,8,10-12} sekä korvatorvea pitkin välikorvaan.^{13,14} Tartunta utareesta muualle elimistöön, esimerkiksi niveliin, on mahdollista.¹⁵⁻¹⁷

Epidemiologia

M. bovis leviää karjassa pisaratartuntana tai lähikontaktissa hengitysteihin sekä maidon välityksellä vasikoihin tai toisiin lehmiiin.^{1,2,12,18,19} Vastasyntynyt vasikka voi olla infektoitunut jo kohdussa tai saada tartunnan synnytyskanavasta.^{8,15,20,21} Oireettomat kantajaeläimet ylläpitävät sekä levittävät tartuntaa karjassa.^{1,2,9,17} Ternimaitoa pidetään mahdollisena tartunnanlähteenä, vaikka bakteeria ei ole pystytty siitä vielä eristämään.^{1,2,13} Vesipisteet, kuivikkeet, lypsylvälineet ja lypsäjän kädet voivat myös levittää tartuntaa.^{1,19,22} Parsissa kui-

YDINKOHDAT:

- Suomessa on todettu *M. bovis* -tartunta huhtikuuhun 2015 mennessä 10 lypsykarjassa ja 26 lihanautakarjassa.
- Hengitystietulehdukset aiheuttavat tiloilla kuolleisuutta, kasvun hidastumista ja lisääntyntä antibioottien käyttöä.
- Utaretulehdus ei parane lääkkeillä. Lehmä joudutaan poistamaan huonontuneen tuotoksen, maidon laadun heikkenemisen ja tartuntariskin vuoksi.
- Tauti leviää enimmäkseen oireettomien kantajaeläinten välityksellä.
- Taudin saneeraus karjasta on vaikeaa.

Artikkeli tuli toimitukseen 3.2.2015.

Kirjoitusohje muuttui 6.3.2015 ja artikkelien pituutta rajoitettiin.

vikemateriaalina käytetty, kierrätetty hiekkakin on riski tartunnan leviämiseen karjassa.²³

Yleisin tartuttaja karjojen välillä on oireeton tai oireileva kantajaeläin.^{1,2,9,24} Tartunnan alkulähteen selvittäminen saattaa olla hankalaa, sillä kantajan tulosta karjaan voi olla kulunut jopa kuukausia. Stressaavat tilanteet, kuten kuljetus, eläinten yhdistelyt, poikiminen tai poikkeavat sääolosuhteet laukaisevat mykoplasmaerityksen kantajaeläimestä.^{1,2} Fomiitivälitteinen tartunta esimerkiksi saastuneesta ympäristöstä on mahdollista, sillä epidemioita on puhjennut karjoissa, joissa ei ole ollut ostoeläimiä.^{17,18} *M. bovis* säilyy jopa kuukausia kosteissa, pimeissä ja kylmissä olosuhteissa. Auringonvalo, lämpö ja kuivuminen sekä tavanomaiset desinfektioaineet tuhoavat mykoplasmoja tehokkaasti.²

Diagnostiikka

Hengitystieoireista, lääkitysmättömistä naudoista otetaan syväsi- velynäytteet tai trakeobronkiaali- huuhtelunäytteet bakteriologiseen tutkimukseen. Karjatason infekti-

tilannetta voidaan tutkia veren vasta-aineista, jos mahdollista pariseeruminäyttein. Alle puolivuotiaiden vasikoiden sierainlimanäytteistä osoitetaan *M. bovis* suoralla PCR-tutkimuksella. Vasikoiden tulos heijastaa koko karjan infektiotilannetta.⁶ Patologisiin tutkimuksiin lähetetään koko eläin tai elimiä.

Mykoplasmat eivät kasva utaretulehdusmaidon tavanomaisessa bakteeriviljelyssä, mutta PCR-testi (PathoProof™ Mastitis PCR Assay, Thermo Fisher Scientific, Vantaa) on herkkä osoittamaan *M. bovis*en maidosta. PCR on noin 10 kertaa viljelyä herkempi, eli se pystyy toteamaan 20 pesäkettä muodostavaa yksikköä millilitrassa maitoa (Jani Holopainen, Thermo Fisher Scientific, henkilökohtainen tiedonanto 6.5.2014). Myös tankkimaitoa voidaan seurata tällä testillä.^{12,25}

Mikrobilääkehoito ja rokotukset

Soluseinätön bakteeri on luonnostaan resistentti betalaktaamianti- biooteille. Hitaasti kasvavien mykoplasmojen lääkeaineherkkyttä on hankala tutkia, eikä yleisesti hyväksyttyjä määritysmenetelmiä tai raja-arvoja ole saatavilla.^{2,26} Mykoplasmat ovat *in vitro* herkkiä muun muassa oksitetrasykliinille, makrolideille ja fluorokinoloneille. Useissa tutkimuksissa on havaittu mykoplasmojen kehittäneen resistenssiä antibiooteille, mukaan lukien uusille makrolideille.²⁷⁻²⁹

Hengitystie- ja utaretulehduksen ehkäisyyn on kehitetty rokotteita. Niiden teho on ollut vaihteleva tai rokotetut eläimet ovat jopa sairastuneet vakavammin.^{2,30,31} *M. bovis* -hengitystietulehdukseen kehitetyllä kokeellisesta elävästä rokotteesta on ollut jonkin verran hyötyä taudin vastustamisessa.^{32,33} Luonnolliset vasta-aineet eivät kuitenkaan täysin suojaa tartunnalta, joskin kohdekudoksessa limakalvoilla muodostuneet vasta-aineet ovat estäneet uusia tartuntoja.^{2,15}

MYCOPLASMA BOVIKSEN AIHEUTTAMAT SAIRAUDET

Hengitystie- ja välikorvantulehdus

Nautakasvattamoissa *M. bovis* aiheuttaa taloudellisia menetyksiä lisääntyneen kuolleisuuden, kasvun hidastumisen ja lääkityksien takia sekä heikentää eläinten hyvinvointia. *M. bovis* voi esiintyä naudan hengitystietulehduksissa ainoana taudinaiheuttajana, mutta yleensä se esiintyy muiden bakteerien ja virusten kanssa,¹⁰ joista tärkeimmät ovat Suomessa Mannheimia hemolytica, Pasteurella multocida, Histophilus somni, Trueperella pyogenes, koronavirus ja naudan RS-virus (respiratory syncytial virus).³⁴ *M. bovis* aiheuttaa akuutin, interstitiellin pneumonian, joka kroonistuessaan muuttuu kaseonekroottiseksi bronkopneumoniaksi. Taudinkuva voi vaihdella suuresti akuutista tappavasta hengitystieinfektiosta krooniseen, huonona kasvuna havaittavaan tautiin.^{2,6}

Välikorvantulehdusten oireet, korvien riiputus ja ravistelu, korvavuoto tai jopa hermostolliset oireet, kuten kasvohermon halvaus ja tasapainohäiriöt, viittaavat vahvasti mykoplasmatartuntaan.^{2,7} Jos näiden oireiden lisäksi esiintyy niveltulehdusta tai kasvun pysähtymistä ja jopa painon alenemista, *M. bovis* tulee epäillä.¹⁰ Tavanomaisen lääkityksen heikko teho hengitystietulehdukseen vahvistaa diagnoosia.^{2,6} Hengitystie- ja välikorvantulehdusta voidaan hoitaa pitkällä antibioottikuurilla, joskin kliininen paraneminen saattaa johtua enimmäkseen muiden taudinaiheuttajien eliminoitumisesta.⁵

Niveltulehdus

M. bovis aiheuttaa äkillisesti alkavan, kivuliaan moniniveltulehduksen. Tulehdus on tyypillisesti etupolvisissa ja vuohis- tai kyynärnivelistä ja myös suuret nivelet, kuten takapolvet ja lonkat, voivat

tulehtua.^{1,10,16,17} Wilson ym. raportoivat mykoplasman aiheuttaneen eräässä lypsykarjassa niveltulehdusaallon, jota seurasi abortteja ja utaretulehduksia samoilla lehmillä.¹⁷ Niveltulehduksen paranemissennuste on huono.^{2,17}

Suomessa on todettu niveltulehdusta lehmällä, jolla oli samanaikaisesti *M. bovis* -utaretulehdus. Yhdessä ternikasvattamossa hengitystietulehdusta sairastaneilla vasikoilla on nivelistä sekä keuhkoista löytynyt *M. bovis*. Tanskassa utaretulehduslehmillä on usein niveltulehduksia, Britanniaassa taas hengitystieoireilevilla vasikoilla.⁶

Silmätulehdus

M. bovis aiheuttamaa tarttuvaa keratokonjunktiviittia voi esiintyä kaikenikäisillä naudoilla, yleisemmin hengitystietulehduksen yhteydessä tai sen jälkitautina. Taudinkuva muistuttaa *Moraxella bovis* -bakteerin aiheuttamaa pink eye -silmätulehdusta, joten diagnoosi on syytä varmistaa näytteenotolla.^{5,35}

Urogenitaali-infektiot

M. bovis esiintyy urogenitaalisen limakalvoilla. Sonni voi sairastua kivistulehdukseen tai lisäskurauhasten tulehdukseen. Mykoplasmaa saattaa löytyä tuore- ja pakastespermasta erityisesti sairailta sonneilta.³⁶ Pakastealkioidenkin pinnalla sitä voi olla, sillä käsitelyt eivät poista mykoplasmaa.³⁷ Lehmän sairastumista alkioiden tai sperman välityksellä ei ole osoitettu, mutta mykoplasmapositiivisuus heikentää hedelmöittymistä.^{38,39} *M. bovis* aiheuttaa kohtutulehduksia ja abortteja.^{1,20,38}

UTARETULEHDUS

Epidemiologia

M. bovis -utaretulehdusta esiintyy yleisesti Pohjois- ja Etelä-Amerikassa sekä monissa Euroopan maissa,^{1,2,18,40-42} lähinaapureistamme Virossa (P. Kalmus, henkilökoh-

tainen tiedonanto) ja Tanskassa.⁴³ Ruotsissa *M. bovis* aiheuttama utaretulehdus on esiintynyt satunnaisesti vuoden 2011 jälkeen. Norja on ilmeisesti taudista vapaa.^{44,45}

Utaretulehdukset ilmenevät usein epidemiankaltaisena taudinpurkauksena, joka aikaa myöten rajoittuu osin itsestään.^{1,8,9,46} Pahin vaihe on tyypillisesti ohi kuu-kauden kuluessa, mutta utaretulehdusongelma voi jäädä karjaan pitkäksi aikaa huolimatta vastustustoimista.^{9,46} Lypsyn välityksellä tapahtuvaa tartuntaa on pidetty tärkeimpänä reittinä, mutta tutkimukset ovat osoittaneet utareen tartunnan lähteneen usein muualta elimistöstä, kuten hengitysteistä.^{1,9,17,19} Tartunnan saaneessa karjassa mykoplasmaa löytyy erikikäisten eläinten limakalvoilta, erityisesti hengitysteistä, jopa vuosien ajan epidemian alkamisesta.⁹ Lypsylehmillä *M. bovis* on todettu esiintyvän oireettomana hengitysteissä.^{9,21} Hengitysteiden kolonisaatio ei välttämättä johda utaretulehduksen puhkeamiseen.⁹

Kliininen kuva

Lehmä voi saada *M. bovis* -utaretulehduksen kaikissa lypsykauden vaiheissa. Poikimaton hieho tai ummessa oleva lehmä voi sairastua tai olla kantaja. Maidoton neljännes vastapoikineella ensikolla voi olla mykoplasman tuhoama.^{7,21} Oireeton infektio on mahdollinen, kun soluttamaton lehmä levittää tartuntaa karjassa.^{21,47}

M. bovis -utaretulehdus voi olla akuutti, voimakkaat paikallisoireet aiheuttava tulehdus, tai krooninen, utarekudosta surkastuttava prosessi. Akuutin utaretulehduksen oireet ovat tavallisuudesta poikkeavia, sillä useimmiten yleisoireet puuttuvat tai ovat lieviä. Utarelohko ja utareen imusolmukkeet turpoavat voimakkaasti, kosketuskipua ei ole ja koko lehmän maitotuo- tos vähenee äkillisesti. Maito on ruskehtavaa tai kellertävää kuin

**KUVA 1 FIGURE**

Mycoplasma bovis –
utaretulehdus

Mycoplasma bovis
mastitis
Photo: R. Ayling, Crown
Copyright 2015

ternimaito sekä runsaan soluista, kokkareista ja juoksettunutta.^{2,24} Muutaman päivän sisällä infektoituu yleensä useampi utarelohko ja lehmällä voi olla keuhko- tai niveltulehdusoireita, sillä bakteeri leviää utareesta imu- tai veriteitse muualle elimistöön.^{8,9,11,16-18,24}

Akuutti vaihe kestää 2–8 viikkoa ja tuloksena on usein neljänneksen surkastuminen. Maitotuotoksen palautuminen on mahdollista mutta hidasta.^{1,2} Infektoitunut neljännes jää soluttamaan sekä erittämään mykoplasmaa maitoon ajoittain tai jatkuvasti.^{9,11} Infektion alkuvaiheessa bakteerin erityös on tehokasta, jopa 300 miljoonaa mykoplasmaa millilitrassa.¹¹ Immuunivasteen merkitys taudinkulussa on osin selvittämättä.¹¹

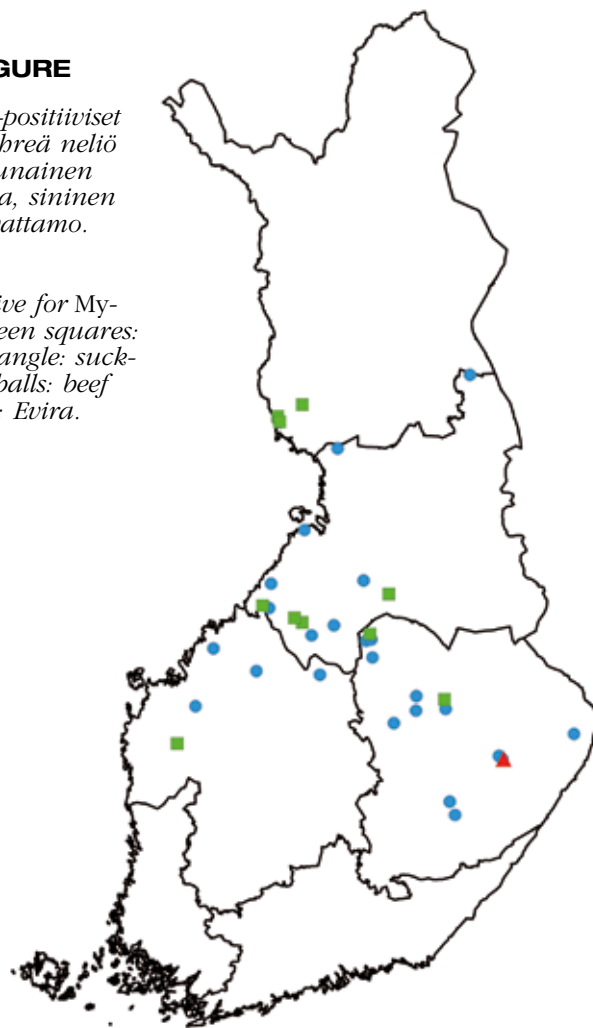
Lääkehoito ja tartunnan hallinta

M. bovis -utaretulehdukseen eivät mikrobilääkehoidot tehoa. Hoidotokokeiden tuloksena on ollut lehmän teurastuksen viivästyminen ja mykoplasman erityisajan

KUVA 2 FIGURE

Mycoplasma bovis -positiiviset karjat Suomessa. Vibreä neliö on lypsykarjatilalla, punainen kolmio emolehmätilla, sininen pallo lihanautakasvattamo. Kuva: Evira.

Finnish farms positive for Mycoplasma bovis. Green squares: dairy farms, red triangle: suckler cow farm, blue balls: beef cattle farms. Figure: Evira.



pidentyminen.¹⁹ *M. bovis* -tartuntaa on onnistuttu vähentämään lypsykarjoissa tehokkaan kartoituksen, eristämisen, teurastusten, seurannan ja hygienian parantamisen avulla.^{2,5,17,19,24,48}

Utaretulehdustilanteen kartoittaminen aloitetaan tankkimaidon tutkimisella. Positiivisen tuloksen löydyttyä lehmäkohtaiset maitonäytteet tutkitaan PCR:llä kantajalehmien löytämiseksi.^{1,2} Suurissa karjoissa näytteet voi yhdistää 10–20 eläimen ryhmäksi ja robottitiloilla käyttää apuna näytteenottolaitetta, huomioiden carry over -ilmiö eli se, että positiivisen lehmän jälkeen otettu näyte voi olla väärä positiivinen. Tartunnan saaneet lehmät poistetaan karjasta tai ainakin eristetään omaksi ryhmäkseen.^{1,2,5,46} Tankkimaitoseurantaa tehdään aluksi viikoittain ja kolmen ne-

gatiivisen näytteen jälkeen kerran kuukaudessa ainakin 4 kuukauden ajan.⁴⁹ Kaikki utaretulehdukset sekä poikineet lehmät tutkitaan PCR-menetelmällä.^{2,49}

Mykoplasmaa sisältävää maitoa ei juoteta vasikoille, jollei maitoa patogeenien tuhoamiseksi pastöroida.^{49,50} Eri lehmien ternimaitoja ei suositella sekoitettavaksi. Oireilevat vasikat pidetään erillään lypsylehmistä. Lypsyhygieniää tehostetaan: otetaan käyttöön kertakäyttöiset lypsypyyhkeet ja -käsineet, desinfioidaan lypsimit kuumalla vedellä lehmien välillä ja käytetään vedinkastoa. Lypsyrobotin päivittäinen puhtaanapito ja desinfiointi vähentävät tartuntapainetta. Hyvä ilmanvaihto, sopiva eläintiheys ja eläinten vastustuskykyä lisäävät toimet ovat myös tärkeitä.^{2,49}

TAPAUSSIELOSTUS

Vuoden 2012 joulukuussa yläsavolaisessa lypsykarjassa puhkesi *M. bovis*- aiheuttama hengitystie- ja utaretulehdusepidemia. Lypsykarjatilalla on 25 lehmän parsinavetta, jossa uudiseläimet kasvatetaan pääsääntöisesti itse ja sonnivasikat lähtevät ternivälitykseen. Osa hiehoista on kylmäpihatossa navetan läheisyydessä. Eläinten terveydentila oli keskivertoa parempi, keskipoikimakerta noin kolme ja keskituotos yli 9000 kg vuodessa. Navettahygienia oli hyvällä tasolla ja tautisuojaus suositusten mukainen. Utareterveys oli hyvä ja tankkimaidon solupitoisuus alle 150 000 solua/ml. Vasikoilla ei ollut hengitystietulehdusoireita vuoden 2002 RS-virusepidemian jälkeen.

Marraskuun 2012 puolella välissä karjaan ostettiin tutulta hiehonkasvattajalta yksi tiine hieho. Edellisen eläimen osto oli 10 vuoden takaa, eikä muita suoria kontakteja toisiin karjoihin ollut. Liettelevityskaluston yhteiskäyttöä oli ollut 3 vuotta aiemmin. Tilalla vieraili taudinpurkaukselta edeltävän 2 viikon aikana koneiden korjaajia, seminoologeja sekä lomittajia.

Taudinkuva

Joulukuun 2012 alussa, 3 viikkoa ostohiehon saapumisesta, karjassa puhkesi hengitystietulehdus, johon liittyi heikentynyttä ruokahalua ja maitotuotoksen laskua. Lähes kaikki karjan eläimet yskähtelivät kuivahkosti ja hengitys oli tiheytynyttä ja pinnallista. Silmävuotoa sekä sidekalvojen punoitusta esiintyi muutamalla eläimellä. Oireet helpottuivat 5 päivässä. Kolme lehmää sai tulehduskipulääkettä kuumeen ja huonon ruokahalun vuoksi. Yhtään eläintä ei hoidettu antibiooteilla. Hengitystietulehdus jatkui ajoittaisena lievänä yskänä. Kylmäpihatossa asuvilla hiehoilla ei ollut oireita.

Lehmä A sairastui akuuttiin uta-

retulehdukseen 5 vuorokautta hengitystietulehdusepidemian alettua. Turvonneen neljänneksen maitonäytteestä löytyi PCR-tutkimuksessa *M. bovis*. Lehmällä ei ollut kuumetta eikä hengitystietulehdusoireita. 2 vuorokauden kuluttua lehmän A sairastumisesta lehmään B iski samankaltainen, yhden neljänneksen utaretulehdus. Tällä lehmällä oli ollut syömättömyyttä hengitystietulehduksen aikana. Tulehdus levisi 2 vuorokauden sisällä toiseen neljännekseen ja molemmista löytyi *M. bovis*.

Lehmä C sairastui *M. bovis*-tulehdukseen 2 vuorokautta lehmän B jälkeen. Tällä lehmällä oli hengitystietulehduksen aikana voimakkaimmat yleisoireet. Lehmä yski edelleen ja sen sierainerite oli harmaanruskeaa ja pahanhajuista. Lehmän C toinen neljännes tulehtui 2 vuorokauden sisällä ensimmäisestä. 10 vuorokauden kuluttua utaretulehduksen alkamisesta lehmä C loi 3 kuukauden ikäisen sikiön. Luomisen syytä ei tutkittu.

2 vuorokautta myöhemmin lehmän D solutestin pH:n muutos ja solupitoisuuden nousu osoittivat tulehduksen alkaneen. Utare turposi voimakkaasti kuten muillakin lehmillä ja maito muuttui ensihavaintoa seuraavan 12 tunnin aikana keltaiseksi ja ternimaitomaiseksi, muttei kokkareiseksi. Maito valui parteen utareen ja vetimien turvotuksen takia. Merkittävää oli kivun ja kuumeen puuttuminen ja selvä maitotuotoksen lasku. Lehmän kaksi muutakin neljännestä tulehtuivat 2 vuorokauden sisällä. Tälläkin lehmällä oli ollut hengitystietulehdusoireita jo epidemian alkuvaiheessa; yskiminen oli varovaista ja hengitys pinnallista sekä sierainvuoto harmaata ja haisevaa.

Kliininen utaretulehdus parani kaikilta lehmiltä 2 viikon kulues- sa, mutta maitotuotos palasi vain kahden lehmän yhteensä kolmeen tulehtuneeseen neljännekseen (3/8). Solutus jatkui voimakkaana

kaikissa tartunnan saaneissa neljänneksissä. Kaikki neljä lehmää teurastettiin noin 3 viikon kuluttua utaretulehduksen alkamisesta. Lehmän D teurastamolöydös oli merkittävä keuhkotulehdus, mutta lehmässä C ei havaittu poikkeavaa hengitystieoireilusta huolimatta. Utaretulehdustaudinpurkaus kesti vain viikon, eikä uusia tartuntoja todettu sen jälkeen. Nuorkarja toipui hengitystietaudista nopeasti, eikä mykoplasmaalle tyypillisiä keuhko- tai välikorvantulehdusoireita havaittu.

Epidemiologinen tutkimus

Karjaa tutkittiin pian utaretulehdusten ilmestymisen jälkeen joulukuussa 2012 *M. bovis*-vasta-aineiden varalta Eivasssa kaupallisella ELISA-testillä (Bio K 302, Bio-X, Belgia). Tutkittujen 10 lehmän verinäytteissä todettiin vasta-aineita, myös ostohieholla, joka poiki utaretulehdusepidemian aikana. Näytteenottoa seuraavana päivänä utaretulehdukseen sairastuneella lehmällä D oli korkea vasta-ainepitoisuus.

Helmikuussa 2013 kaikki navetassa olevat eläimet tutkittiin veri- ja sierainlimanäyttein. Lehmistä kahdeksalta (8/25) ei löytynyt vasta-aineita ja aiemmin tutkittujen lehmien vasta-ainetasot olivat pääsääntöisesti alentuneet. Alle kuukauden ikäisillä vasikoilla ei todettu vasta-aineita ja kaikki nuorkarjasta otetut sierainlimanäytteet olivat kielteisiä. Sierainliman PCR-tutkimuksessa löytyi yksi positiivinen (lehmä E) ja heikko positiivinen tulos toiselta lehmältä. Kylmäpihatossa olevista hiehoista tutkittiin käytännön syistä vain yksi, kielteisillä tuloksilla.

Toukokuussa 2013 karja tutkittiin uudelleen sierainlima-, silmän sidekalvo- ja vaginanäyttein sekä valikoidusti seeruminäyttein oireettomien kantajien löytämiseksi. *M. bovis* löytyi vain lehmän E sierainlimasta. Muualta otetut näytteet olivat negatiivisia, eikä uusia

seroposiitiivisia löydetty. Elokuussa 2013 tutkittiin sierainlimanäyttein lievästi hengitystieoireilevia lemmiä sekä karjaan ostettuja hiehoja. Vain lehmä E oli edelleen positiivinen. Kuukautta myöhemmin sen sierainnontelosta onnistuttiin eristämään *M. bovis*.

Syyskuussa 2013 karjasta tehtiin kattava vasta-ainetasojen määrittäminen. Positiivinen tulos todettiin 10:ssä 43:sta (23 %) ja epäilyttävä tulos kuudessa 43:sta (14 %) näytteestä. Kaikki kahdeksan taudinpurkauksen jälkeen syntyneitä lehmävasik-kaa olivat vasta-ainetutkimuksessa kielteisiä, mutta kahdella hieholla oli uusi positiivinen tulos. Joulukuussa 2013 eli vuoden kuluttua taudinpurkauksesta todettiin lasteneita vasta-ainetasoja, mutta yhdellä vanhalla lehmällä oli uusi positiivinen sierainlimälöydös.

Tankkimaidosta otettiin viikoittain ja myöhemmin kuukausittain PCR-näytteet tilanteen seuraamiseksi. Kaikki soluttavat neljänneket sekä poikineiden lehmien maidot ternimaitovaiheen jälkeen tutkittiin PCR-testillä. Tulokset olivat kielteisiä.

Tartunnanlähteen selvittäminen

Utaretulehduskarjan tartuntalähdettä selvitettiin tutkimalla kontaktikarjoja *M. bovis* ja sen vasta-aineiden varalta. Hiehoikasvattajan karjaan oli yhdistetty laidunkauden 2012 jälkeen neljän eri tilan eläimiä. Karjassa oli vieraillut seminologi, lomittajia ja eläinkuljettajia, ja tautisulussa oli ollut puutteita. Karjassa ei ollut havaittu hengitystieoireita. Joulukuussa 2012 tutkituista verinäytteistä löytyi neljä vasta-aineposiitiivista hiehoa ja yhdellä vanhalla lehmällä korkea vasta-ainearvo. Positiiviset hiehot tutkittiin *M. bovis* varalta syväsiivelynäyttein ja myöhemmin vielä sierainlimanäyttein. Tulokset olivat negatiivisia. Kevättalvella 2013 tutkittiin otaksin hiehoikarjan kontaktitiloja. Joitakin vasta-aineposiitiivisia eläimiä löytyi, mutta bakteeriposiitiivisia eläimiä

ei löytynyt. Näiden tulosten perusteella ei pystytty varmentamaan tartunnan lähdettä.

Toimenpiteet

Hiehonkasvattaja päätyi varmuuden vuoksi kasvattamaan hiehot teuraaksi, sillä lähtökarjat eivät halunneet ottaa eläimiään takaisin mahdollisen *M. bovis* -tartunnan pelossa. Yhdeksän tiinettä hiehoa myytiin positiiviselle lypsykarjatilalle korvaamaan siellä menetettyjä lemmiä.

Lypsykarjanavetan ilmanvaihtoa tehostettiin. Epidemian jälkeen vesikuppeja ja ruokintapöytää desinfioitiin päivittäin ja kesän aikana navetta pestiin perusteellisesti ja desinfioitiin. Tautisulkua tiukennettiin ja seminologille tila oli työpäivän viimeinen. Tilan eläinliikenne vaikeutui selvästi, koska lähtevät sonnivasikat ohjattiin mykoplasmaposiitivisiin kasvattamoihin.

Oireeton kantajalehmä E päätettiin eristää toisen, hedelmättömyyden takia laidunkauden jälkeen poistettavan lehmän kanssa kesän ajaksi omalle laidunlohkolleen. Lemmät sijoitettiin lypsyt ajaksi vierekkäin navetassa. Vasikat ja hiehot laidunnettiin omina ikäryhminään erillään toisistaan. Tiineet hiehot kylmäkasvattamosta sekä ostohiehot liitettiin karjaan laidunaikana stressin välttämiseksi. KNS-utaretulehduksen saanut kantajalehmä E päätettiin poistaa karjasta loppusyksystä. Evirassa tehdyssä raadonavauksessa sen hengityselimistä ei löytynyt tulehdusmuutoksia. *M. bovis* ei kasvanut viljelyssä.

Pohdinta

Suomessa ei ollut aiemmin todettu *M. bovis* aiheuttamia utaretulehduksia. Vuonna 2011 tehdyssä tankkimaitojen kartoitustutkimuksessa, jossa oli 183 etelä- ja keskisuomalaista tilaa, löytyi kaksi tilaa, joilla PCR-testi oli heikosti positiivinen. Asiaa ei

selvitetty pitemmälle (Pyörälä, S. henkilökohtainen tiedonanto). Vuodesta 2012 alkaen *M. bovis* on sisällytetty yleisesti utaretulehdusmaitojen tutkimuksissa käytössä olevan PCR-testin valikoimaan. Vuonna 2012 *M. bovis* todettiin ensimmäisen kerran 3 kuukautta ennen utaretulehduspurkausta saman alueen vasikkakasvattamosta hengitystie- ja välikorvantulehduksen aiheuttajana. Huhtikuuhun 2015 mennessä tartunta oli todettu yhdeksältä muulta lypsykarjatilalta sekä yhteensä 26 lihanautatilalta.⁵¹

M. bovis löytyi ensimmäisenä pieneltä tilalta, vaikka kirjallisuuden mukaan suuri karjakoko on riskitekijä.¹ Muita riskitekijöitä ovat nuorkarjan kasvattaminen toisella tilalla sekä eläinten ostot eläinvälityksestä ja ulkomailta.^{9,40} Todennäköisesti ostohieho toi mykoplasman karjaan ja stressi laukaisi mikrobin erityksen hengitysteistä. Joulukuun alun pakkasjakso saattoi myötävaikuttaa hengitystietulehdusepidemian puhkeamiseen. Ostohiehon tartunnanlähde jäi arvoitukseksi. Hiehonavetan tautisulun puutteet mahdollistivat fomiittivälitteisenkin tartunnan. *M. bovis* voi levitä nautapopulaatiossa piilevästi jopa vuosien ajan ja puhjeta altistavien tekijöiden laukaisemana näkyväksi sairaudeksi. Itävallassa ensimmäistä tautitapausta seurasi 2 vuoden oireeton jakso, jonka jälkeen todettiin useassa saman alueen karjassa utaretulehdusepidemioita.⁴¹

Kaikki *M. bovis* saaneet lemmät olivat tiineitä eivätkä vastapoikineita, joilla on yleensä suurempi riski sairastua utaretulehdukseen. Korkeat vasta-ainetasot eivät estäneet niiden sairastumista utaretulehdukseen. Ostohieho, josta otetuista näytteistä ei mykoplasmaa löydetty, lypsettiin ensimmäisen kerran vasta epidemian puhjettua. Utaretulehdukseen sairastuneet lemmät olivat navetas- sa eri puolilla, eikä niitä lypsetty peräkkäin, joten tauti ei tarttunut

lypsyn välityksellä. *M. bovis* siirtyi todennäköisesti hengitysteistä utareeseen sekä mahdollisesti yhden lehmän kohtuun aiheuttaen luomisen.

Utaretulehduksen taudinkulku ja oireet olivat hyvin samankaltaisia, kuin kirjallisuudessa kuvataan.^{1,9} Epidemia rajoittui itsestään viikon kuluessa, vaikkei sairastuneita lemmiä heti eristetty tai poistettu karjasta. Utaretulehduslehmien eristämistä ja teurastamista suositellaan yleisesti. Punypapornwithayan ym.⁴⁶ tutkimuksessa lehmien poistaminen ei kuitenkaan vaikuttanut taudinpurkauksen kestoon. Hyvän lypsyhygienian merkitystä tartunnan pysäyttämisessä korostetaan useassa lähteessä.^{1,18,19,46,49}

Poikkeuksellista tapauksessa oli nuorkarjasta puuttuvat keuhkotai välikorvantulehduksen oireet. Kirjallisuuden mukaan utaretulehdustiloilla usein havaitaan oireilevia vasikoita.^{2,7,9,10} Vasikoiden sierainlimanäytteet olivat kielteisiä ja vasta-ainetasot matalia. Vastustustoimista huolimatta taudinaiheuttaja pysyi piilevänä karjassa, sillä vuoden kuluttua otetuissa seurantanäytteissä löytyi uusi lehmä, jolla sierainlimanäyte oli positiivinen. Näyttää siltä, että taudin reservoaari tässä karjassa olivat lypsylehmät, eivät vasikat.

Voiko *M. bovis* -tartunnasta päästä eroon? Täysin varmaa testiä karjan *M. bovis* -vapauden osoittamiseksi ei ole. Taudin piilevän luonteen sekä mykoplasman ajoittaisen ja monitahoisen erittämisen takia näytteenotto on työlästä ja tulosten arviointi epävarmaa. Säännöllinen ja pitkäaikainen kliinisten oireiden seuranta on perusta tautivapauden osoittamiselle. Tankkimaidosta säännöllisesti tehdyt PCR-testit osoittavat hyvin tautitilannetta, jos kaikki lehmät – myös utaretulehduksen takia erilleen lypsettävät – otetaan mukaan. Vasta-aineiden osoittaminen ainoalla kaupallisesti saatavalla ELISA-testillä on yksittäisiä näytteitä tut-

kittaessa epävarmaa, sillä testi voi antaa väärä positiivisia tuloksia.

M. bovis -tartunta kuuluu valvontaviranomaisille ilmoitettaviin eläintauteihin, mutta tartunnan vastustaminen ei ole maassamme lakisääteistä. Eläintautien Torjuntayhdistys ETT ry on laatinut *M. bovis* -vastustusohjelman, johon esimerkiksi eläinnäyttelyihin osallistuvien tilojen edellytetään kuuluvan.⁵²

Ennaltaehkäisy on paras vastustustoimi. Eläinten ostoissa ja hiehohotellitoiminnassa on syytä varmistua karjojen terveydentilasta mykoplasman suhteen. Uudiseläimiä ei pitäisi ostaa ternikasvattamoista tai teuraseläinvälityksestä. *M. bovis* -tartunnan yleistymistä Suomessa ei pystytä täysin estämään. Toivottavasti pystymme sitä hidastamaan. Taudin piilevän luonteen ymmärtäminen, oireiden tunnistaminen, diagnoosin varmistaminen ja vastustustoimiin ryhtyminen ovat tärkeitä, sillä tartunnan leviäminen johtaa lisääntyneeseen antibioottien käyttöön, eläinten hyvinvoinnin heikkenemiseen sekä taloudellisiin menetyksiin.

KIITOKSET

Kiitämme ELL Erja Tuunaista ja ELT Heli Simojokea käsikirjoituksen lukemisesta sekä arvokkaista kommentteista.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Milla Hiekkaranta, ELL, kunnan-eläinlääkäri, tuotantoeläinten terveyden- ja sairaanhoidon erikoistuva eläinlääkäri
Ylä-Savon SOTE ky, Kiuruvesi
milla.hiekkaranta@ylasavonsote.fi

Artikkeli kuuluu kirjoittajan erikoistumistutkintoon.

Satu Pyörälä, professori
Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto

Tarja Pohjanvirta, ELL, erikoistutkija, tarttuvien eläintautien erikoiseläinlääkäri, Evira, Eläintautibakteriologian tutkimusyksikkö, Kuopio

Sinikka Pelkonen, professori
Evira, Eläintautibakteriologian tutkimusyksikkö, Kuopio

LÄHTEET

1. Fox LK. Mycoplasma mastitis: causes, transmission and control. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2012;28:225-37.
2. Maunsell FP, Woolums AR, Francoz D, Rosenbusch RF, Step DL, Wilson DJ, Janzen ED. Mycoplasma bovis infections in cattle. J Vet Intern Med 2011; 25:772-83.
3. McAuliffe L, Ellis RJ, Miles K, Ayling RD, Nicholas RAJ. Biofilm formation by mycoplasma species and its role in environmental persistence and survival. Microbiology 2006;152:913-22.
4. Mulongo M, Pryslak T, Scruten E, Napper S, Perez-Casal J. In vitro infection of bovine monocytes with Mycoplasma bovis delays apoptosis and suppresses production of gamma interferon and tumour necrosis factor alpha but not interleukin-10. Infect Immun. 2014;82:62-71.
5. Nicholas RAJ, Ayling RD. Mycoplasma bovis: disease, diagnosis and control. Res Vet Sci. 2003;74:105-12.
6. Nicholas RAJ. Bovine mycoplasmosis: silent and deadly. Vet Rec. 2011;168:459-62.
7. Howie NM. Conditions associated with Mycoplasma bovis. Vet Rec. 2014;174:22.
8. Aebi M, Bodmer M, Frey J, Pilo P. Herd-specific strains of Mycoplasma bovis in outbreaks of mycoplasmal mastitis and pneumonia. Vet Microbiol. 2012;157:363-8.
9. Punypapornwithaya V, Fox LK, Hancock DD, Gay JM, Alldredge JR. Association between an outbreak strain causing Mycoplasma bovis mastitis and its asymptomatic carriage in the herd: A case study from Idaho, USA. Prev Vet Med. 2010;93:66-70.
10. Gagea MI, Bateman KG, Shanahan RA ym. Naturally occurring Mycoplasma bovis-associated pneumonia and polyarthritis in feedlot beef calves. J Vet Diagn Invest. 2006;18:29-40.
11. Biddle MK, Larry MS, Fox K, Hancock DD. Patterns of mycoplasma shedding in the milk of dairy cows with intramammary mycoplasma infection. J Am Vet Med Assoc. 2003;223:1163-6.
12. Fox LK, Kirk JH, Britten A. Mycoplasma mastitis: A review of transmission and control. J Vet Med. 2005;52:153-60.
13. Maunsell F, Brown MB, Powe J,

- Ivey J, Woolard M, Love W ym. Oral inoculation of young dairy calves with *Mycoplasma bovis* results in colonization of tonsils, development of otitis media and local immunity. *PloS ONE*. 2012;7:e44523.
14. Maunsell FP, Donovan GA. *Mycoplasma bovis* infections in young calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2009;25:139–77.
15. Jain NC, Jasper DE, Dellinger JD. Experimental bovine mastitis due to mycoplasma. *Cornell Vet*. 1969;59:10–28.
16. Houlihan MG, Veenstra B, Christian MK, Nicholas R, Ayling R. Mastitis and arthritis in two dairy herds caused by *Mycoplasma bovis*. *Vet Rec*. 2007;160:126–7.
17. Wilson DJ, Skirpstunas RT, Trujillo JD, Cavender KB, Bagley CV, Harding RL. Unusual history and initial clinical signs of *Mycoplasma bovis* mastitis and arthritis in first-lactation cows in a closed commercial dairy herd. *J Am Vet Med Assoc*. 2007;230:1519–23.
18. Radaelli E, Castiglioni V, Losa M, Benedetti V, Piccinini R, Nicholas RAJ ym. Outbreak of bovine clinical mastitis caused by *Mycoplasma bovis* in a North Italian herd. *Res Vet Sci*. 2011;91:251–3.
19. Bushnell RB. *Mycoplasma* mastitis. *Vet Clin North Am Large Animal Pract*. 1984;6:301–12.
20. Byrne WJ, Brennan P, McCormack R, Ball HJ. Isolation of *Mycoplasma bovis* from the abomasal contents of an aborted bovine fetus. *Vet Rec*. 1999;144:211–2.
21. Fox LK, Muller FJ, Wedam ML, Schneider CS, Biddle MK. Clinical *Mycoplasma bovis* mastitis in prepubertal heifers on 2 dairy herds. *Can Vet J*. 2008;49:1110–2.
22. Punyapornwithaya V, Fox LK, Hancock DD, Gay JM, Wenz JR, Alldredge JR. Incidence and transmission of *Mycoplasma bovis* mastitis in Holstein dairy cows in a hospital pen: A case study. *Prev Vet Med*. 2011;98:74–8.
23. Justice-Allen A, Trujillo J, Corbett R, Harding R, Goodell G, Wilson D. Survival and replication of mycoplasma species in recycled bedding sand and association with mastitis on dairy farms in Utah. *J Dairy Sci*. 2010;93:192–202.
24. Gonzalez RN, Wilson DJ. Mycoplasmal mastitis in dairy herds. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2003;19:199–221.
25. Sachse K, Salam HS, Diller R, Schubert E, Hoffmann B, Hotzel H. Use of a novel real-time PCR technique to monitor and quantitate *Mycoplasma bovis* infection in cattle herds with mastitis and respiratory disease. *Vet J*. 2010;186:299–303.
26. Aarestrup FM, Kempf I. 2006. *Mycoplasma*. Kirjassa: Aarestrup, FM toim. Antimicrobial resistance in bacteria of animal origin. Washington, DC USA, ASM Press; 2006,187–212.
27. Ayling RD, Rosales RS, Barden G, Gosney FL. Changes in antimicrobial susceptibility of *Mycoplasma bovis* isolates from Great Britain. *Vet Rec*. 2014 doi: 10.1136/vr.102303. [Epub ahead of print].
28. Lerner U, Amram E, Ayling RD, Mikula I, Gerchman I, Harrus S ym. Acquired resistance to the 16-membered macrolides tylosin and tilmicosin by *Mycoplasma bovis*. *Vet Microbiol*. 2014; 168:365–71.
29. Gautier-Bouchardon AV, Ferré S, Le Grand D, Paoli A, Gay E, Poumarat F. Overall decrease in the susceptibility of *Mycoplasma bovis* to antimicrobials over the past 30 years in France. *PLoS ONE*. 2014;91–9.
30. Boothby JT, Jasper DE, Thomas CB. Experimental intramammary inoculation with *Mycoplasma bovis* in vaccinated and unvaccinated cows: effect on the mycoplasmal infection and cellular inflammatory response. *Cornell Vet*. 1986;76:188–97.
31. Mulongo M, Pryslak T, Perez-Casal J. Vaccination of feedlot cattle with extracts and membrane fractions from two *Mycoplasma bovis* isolates results in strong humoral response but does not protect against an experimental challenge. *Vaccine*. 2013;31:1406–12.
32. Nicholas RAJ, Ayling RD, Stipkovits LP. An experimental vaccine for calf pneumonia caused by *Mycoplasma bovis*: clinical, cultural, serological and pathological findings. *Vaccine*. 2002;20:3569–75.
33. Zhang R, Han X, Chen Y, Mustafa R, Qi J, Chen X ym. Attenuated *Mycoplasma bovis* strains provide protection against virulent infection in calves. *Vaccine*. 2014;32:3107–14.
34. Autio T, Pohjanvirta T, Holopainen R, Rikula U, Pentikäinen J, Huovilainen A ym. Etiology of respiratory disease in non-vaccinated, non-medicated calves in rearing herds. *Vet Microbiol*. 2007;119:256–65.
35. Alberti A, Addis MF, Chessa B, Cubeddu T, Profti M, Rosati S ym. Molecular and antigenic characterization of a *Mycoplasma bovis* strain causing an outbreak of infectious keratoconjunctivitis. *J Vet Diagn Invest*. 2006;18:41–51.
36. Bielanski A, Devenish J, Phipps-Todd B. Effect of *Mycoplasma bovis* and *Mycoplasma bovis* in semen on fertilization and association with in vitro produced morula and blastocyst stage embryos. *Theriogenology*. 2000;53:1213–23.
37. Visser IJR, Ter Laak EA, Jansen HB. Failure of antibiotics gentamycin, tylosin, lincomycin and spectinomycin to eliminate *Mycoplasma bovis* in artificially infected frozen bovine semen. *Theriogenology*. 1999;51:689–97.
38. Guo M, Wang G, Lv T, Song X, Wang T, Xie G ym. Endometrial inflammation and abnormal expression of extracellular matrix proteins induced by *Mycoplasma bovis* in dairy cows. *Theriogenology*. 2014;81:669–74.
39. Riddell KP, Stringfellow DA, Panangala VS. Interaction of *Mycoplasma bovis* and *Mycoplasma bovis* with preimplantation bovine embryos. *Theriogenology*. 1989;32:633–41.
40. Filioussis G, Christodoulou G, Thatcher A, Petridou V, Bourti-Chatzopoulou E. Isolation of *Mycoplasma bovis* from bovine clinical mastitis cases in Northern Greece. *Vet J*. 2007;173:215–8.
41. Sperser J, Macher K, Kargl M, Lysnyansky I, Rosengarten R. Emergence, re-emergence, spread and host species crossing of *Mycoplasma bovis* in the Austrian Alps caused by a single endemic strain. *Vet Microbiol*. 2013;164:299–306.
42. ter Laak EA, Wentink GH, Zimmer GM. Prevalence of *Mycoplasma bovis* in the Netherlands. *Vet Quart*. 1992;15:100–4.
43. Kusiluka LJ, Ojeniyi B, Friis NF. Increasing prevalence of *Mycoplasma bovis* in Danish cattle. *Acta Vet Scand*. 2000;41:139–46.
44. Ericsson HE, Funghant K, Waller KP, Persson Y. *Mycoplasma bovis* hos kor och kalvar i Sverige. *Svensk Vet Tidn*. 2012;13:17–20.
45. Gulliksen SM, Jor E, Lie KI, Løken T. Respiratory infections in Norwegian dairy calves. *J Dairy Sci*. 2009;92:5139–46.
46. Punyapornwithaya V, Fox LK, Hancock DD, Gay JM, Alldredge JR. Time to clearance of mycoplasma mastitis: The effect of management factors including milking time hygiene and preferential culling. *Can Vet J*. 2012;53:1119–22.
47. Pinho L, Thompson G, Machado M, Carvalheira J. Management practices associated with the bulk tank milk prevalence of *Mycoplasma* spp. in dairy herds in Northwestern Portugal. *Prev Vet Med*. 2013;108:21–7.
48. Byrne WJ, Ball HJ, McCormack R, Brice N. Elimination of *Mycoplasma bovis* mastitis from an Irish dairy herd. *Vet Rec*. 1998;142:516–7.
49. Britten A. Getting the jump on mycoplasma outbreaks. *Kongressiesitys: NMC, Florida, USA*, 2006:212–16.
50. Butler JA, Sickles SA, Johanns CJ, Rosenbusch RF. Pasteurization of discard mycoplasma mastitic milk used to feed calves: thermal effects on various mycoplasma. *J Dairy Sci*. 2000;83:2285–8.
51. ETT ry 2015. ETT ry:n kotisivu, Ajankohtaista 15.4.2015. Ladattavissa: <http://ett.fi/ajankohtaista/mykoplasma-bovis-tilanne>
52. ETT ry 2013. ETT ry:n kotisivu, ladattavissa: http://www.ett.fi/sites/default/files/user_files/ohjeet_ja_lomakkeet/Mycoplasma%20bovis%20ohjelma%2029.1.2014.pdf