

TIETEELLINEN ARTIKKELI

ELINA VÄLIMÄKI, MINNA KUJALA-WIRTH, MEERI KETTUNEN JA MARI HEINONEN

Teurasemakoiden mahalaukkumuutosten esiintyvyys ja riskitekijät

Prevalence and risk factors of gastric changes in slaughter sows

YHTEENVETO

Sikojen eriasteisten mahalaukun limakalvomuutosten esiintyvyydessä on havaittu suuria eroja eri maissa eri aikoina. Emakoiden mahalaukkumuutosten esiintyvyydestä ja riskitekijöistä on vähän julkaisuja. Muutoksia on tutkittu enemmän lihasioilla kuin emakoilla tai porsailla. Niiden merkittävimmät riskitekijät liittyvät rehuun tai samanaikaisiin sairauksiin. Mikä tahansa syömättömyyttä aiheuttava syy altistaa sekundaarisille mahalaukkumuutoksille. Tutkimme teurasemakoiden mahalaukkumuutoksia sekä niiden riskitekijöitä. Arvioimme yhdellä suomalaisella teurastamolla silmämääräisesti viikon aikana 19 tilan 142 emakon ja 18 ensikon mahalaukkumuutokset koko mahalaukun alueelta neliportaisella asteikolla (0–3). Tutkimme koko mahalaukun limakalvon, mutta löysimme limakalvomuutoksia vain ruokatorvialueelta. Emakoista 38,1 %:lla oli terve mahalaukun limakalvo, 28,1 %:lla kohtalainen muutos ja 33,8 %:lla vakava muutos. Vakavat ruokatorvialueen mahalaukkumuutokset ovat merkittäviä sian hyvinvoinnin kannalta, vaikka ne ovatkin usein subkliinisiä. Ne olivat yleisempiä vanhoilla kuin nuorilla emakoilla. Mitä lyhyempi aika oli porsimisesta teurastukseen, sitä suurempi kohtalaisen tai vakavan mahalaukkumuutoksen riski emakolla oli. Tämä koski erityisesti kaksi–kolme kertaa porsineita emakoita. Mahalaukkujen arviointi makroskooppisesti on helppoa ja riittää usein, mutta ilman histologista arviota vaurioalueen syvyyttä ei voida luotettavasti todentaa. Tiloilla tehtävillä raadonavauksilla ja silmämääräisillä muutosten arvioinneilla saa lisätietoa emakoiden mahan terveydestä.

SUMMARY

The prevalence of gastric mucosal changes varies in different countries and over decades. Little is known about their prevalence and risk factors in sows. These lesions have been studied more in finishing pigs than in sows or piglets. Several risk factors for gastric mucosal changes have been identified in pigs. The most significant ones are related to feeding or concomitant diseases. Any cause of inappetence will predispose a pig to secondary gastric changes. We investigated gastric mucosal changes and their risk factors in slaughter sows. We assessed visually gastric mucosal changes of 142 sows and 18 gilts originating from 19 farms with a four-point scale (0–3) during a week in one Finnish slaughterhouse. We examined the gastric mucosa of the whole stomach but found mucosal changes only in its oesophageal area. A healthy gastric mucosa was observed in 38.1%, a moderate gastric mucosal change in 28.1% and a severe mucosal change in 33.8% of the sows. Severe gastric lesions constitute a major porcine welfare problem, although they are often subclinical. Moderate and severe gastric mucosal changes were more common in older sows than in young ones. Shorter interval between farrowing and slaughter was associated with higher risk of moderate or severe gastric mucosal change, especially in parity 2–3 sows. Macroscopic assessment of the stomachs is reasonably easy and often sufficient, but the depth of the lesion cannot be verified reliably without histological evaluation. On-farm autopsies and visual assessments of gastric changes can provide additional information on the gastric health of sows.

JOHDANTO JA KIRJALLISUUSKATSAUS

Sian mahalaukkumuutokset ovat patologistia muutoksia, jossa mahalaukun limakalvo vaurioituu. Lievässä muutoksessa limakalvon epiteeli ohentuu, mutta epiteelin tyvikalvo säilyy ehjänä (eroosio), kun taas vakavammassa mahalaukkumuutoksessa kuten mahahaavassa (ulsera) vaurio ulottuu epiteelin tyvikalvon läpi limakalvon syvempiin kerroksiin. Mahalaukkumuutoksia esiintyy sioilla pääasiassa ruokatorvialueella (pars oesophagica), mutta niitä voi esiintyä myös mahalaukun rauhasalueella. Ruokatorvialue on ruokatorviaukon ympärillä ja se on keratinisoitunutta kerrosepiteeliä. Sen pinta-ala on noin 5 cm x 10 cm.¹

Mahahaavauman esiaste eli lievä mahalaukkumuutos alkaa epiteelin keratiinikerroksen epäsäännöllisellä paksuuntumisella (hyperkeratoosi). Makroskooppisesti ruokatorvialueen pinta muuttuu karkeaksi ja suomaiseksi. Seuraavassa vaiheessa epiteeli alkaa lohkeilla, jolloin epiteelin alla oleva kudosisäilyy mikrobeille ja mahanestien kemiallisille vaikutuksille. Tästä seuraa limakalvovaurio, joka on havaittavissa makroskooppisesti.^{2,3} Suotuisissa olosuhteissa limakalvoon rajoittuva muutos eli eroosio voi palautua täysin eikä alueelle muodostu arpikudosta.¹ Patologisen prosessin jatkuessa muutoskohtaan syntyy akuutti haavauma (ulsera), jonka parantua alueelle muodostuu arpikudosta.¹ Muodostuessaan lähelle ruokatorviaukkoa arpikudos johtaa osassa tapauksista aukon ahtautumiseen.^{2,4} Mahahaava voidaan luokitella vakavuuden ja laajuuden perusteella kohtalaiseen tai vakavaan mahalaukkumuutokseen.

Sikojen mahalaukkumuutokset ovat pääosin oireettomia.^{1,5} Siksi niiden arviointi elävästä siasta on mahdotonta ilman tähytystä tai muita invasiivisia menetelmiä. Ainoastaan sioilla, joilla on vakava mahalaukkumuutos, voidaan havaita kliinisiä oireita, kuten anemiaan liittyvää kalpeaa ihoa, tärinää, hitaita reaktioita, syömättömyyttä,^{5,6} oksentamista⁴ tai kuivumista, joka voi johtaa ummetukseen.⁷ Lisäksi voidaan todeta laihtumista tai hampaiden narskuttelua, ja uloste voi muuttua mustaksi ja tervamaiseksi.⁸ Ruokatorviaukon ahtautumisen seurauksena sioilla voi olla syömisvaikeuksia ja refluksi ja ruokatorvi voi laajentua.¹ Vakava mahalaukkumuutos aiheuttaa sialle epämukavuutta ja kipua.^{1,9} Yleisesti oletetaan, että viskeraalinen ki-

YDINKOHDAT

- Luokittelimme teurastamolla emakoiden mahalaukkumuutokset käyttäen neliportaista arviointiasteikkoa.
- Käytimme muutosten riskitekijöiden analyysissä 13 tilalle tehtyä tuottajakyselyä.
- Vakava ruokatorvialueen mahalaukkumuutos löytyi 33,8 %:lta teurasemakoista.
- Mahalaukkumuutoksia löytyi enemmän vanhoilta kuin nuorilta emakoilta.
- Mahalaukkumuutoksia löytyi enemmän, kun porsimisesta teurastukseen oli lyhyt aika.

Käskirjoitus saatiin toimitukseen 18.10.2021.

puaistimus syntyy, kun limakalvon alla olevat hermopunokset reagoivat paikalliseen tulehdukseen.¹ Vakavat mahalaukkumuutokset lisäävät emakoiden^{6,10} ja lihasikojen kuolleisuutta¹¹ ja heikentävät rehuhyötysuhdetta, joten niillä on merkittäviä taloudellisia vaikutuksia.^{11,12}

Mahalaukkumuutosten etiologia on monisyinen,¹³ ja niiden esiintyvyyteen vaikuttavat useat riskitekijät, jotka voivat vaihdella eri ikäryhmissä. Ruokatorvialueen haavaumia voi muodostua kaikenikäisille sioille, mutta useimmiten niitä havaitaan 3–6 kuukauden iässä.⁶ Lihasioilla riskitekijöitä on tutkittu huomattavasti enemmän kuin muilla ikäryhmillä. Näitä ovat ruokintaan liittyvät käytännöt, kuten pieni rehupartikkeleiden koko^{14–17} ja pellettien käyttö¹⁶ sekä rehun ravintoainepitoisuudet (pieni proteiini^{8,18} ja E-vitamiinipitoisuus,^{8,18} pieni kuitupitoisuus, suuri energiapitoisuus, vehnän osuus viljasta yli 55 %, pieni sinkki- ja seleenipitoisuus tai suuri rauta-, kupari- ja kalsiumpitoisuus, suuri tyydyttymättömien rasvojen määrä tai heran käyttö).⁸ Muita riskitekijöitä ovat rajoitettu vedensaanti⁸ ja muut stressiä aiheuttavat tekijät.^{4,19} Kun tutkittiin kuiva-

ja liemiruokinnan vaikutusta lihasikojen kuolleisuuteen, kuolinsyihin ja mahalaukkumuutoksiin,³ havaittiin, että kuolleisuus oli lähes sama molemmissa ruokintaryhmissä, mutta tulos vaihteli tilakohtaisesti paljon (vaihteluväli 0–3,8 %). Yleisimmät kuolinsyyt molemmissa ryhmissä olivat keuhkotulehdus ja vuotava mahahaavauma, joista molempien osuus oli lähes 20 %.³ Saksalaisessa tutkimuksessa liemirehu ei itsessään lisännyt mahahaavariskiä toisin kuin hienoksi jauhettu tai pellettirehu, jossa partikkelikoko oli pieni (enimmäkseen alle 1 mm). Tällainen rehu muutti mahalaukun olosuhteita esimerkiksi pienentämällä mahalaukun alueiden pH-eroja. Näin se lisäsi mahalaukkumuutoksia.^{16,17,20,21} Karkearehun mahalaukkumuutoksilta suojaavan vaikutuksen oletettiin perustuvan mahalaukun hitaampaan tyhjenemiseen, sillä hienoksi jauhetulla kuidulla ei ole mahan limakalvoa suojaavaa vaikutusta.²⁰ Syljessä on amylaasientsyymiä lisäksi limaa ja puskuroivia suoloja, joiden oletetaan suojaavan mahalaukun limakalvoa.³ Mahalaukun alkuosan pH:n on 5–7. Suolahapon erityksen takia pylorusalueen pH on 2–3.⁵ Rehun ollessa mahalaukussa kiinteämpää ruokatorvialueen pH on korkeampi ja siten pepsiniaktiivisuus vähäisempi kuin nestemäisessä mahansisällössä.²¹ Ruokatorvialueen matala pH ja korkea pepsiniaktiivisuus lisäävät mahalaukun patologisten muutosten riskiä.²¹

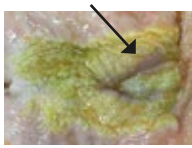
Lihasioilla ruokatorvialueen mahalaukkumuutosten esiintyvyys on vähäisempää, kun karsinassa on kiinteä lattia¹² tai virikkeitä, kuten olkea.¹⁹ Lattialle annettu olki²² tai heinäähäkistä jatkuvasti saatava pieni määrä olkea on tärkeä suojaava tekijä lihasikojen mahalaukkumuutosten ehkäisyssä. Oljen avulla voidaan vähentää, mutta ei kokonaan estää vakavien mahalaukkumuutosten muodostumista.¹⁹ Myös muut virikkeet, kuten puu, ketjut tai muoviyksin annettuna voivat suojata mahalaukkumuutoksilta.¹² Vaikka lihasiat saavat runsaasti olkea ja enemmän kasvutilaa, ei vakavien muutosten syntyä pystytä estämään, jos rehun partikkelikoko on pieni.¹⁵

Mikä tahansa syömättömyyttä aiheuttava tekijä altistaa sikoja sekundaarisille mahalaukkumuutoksille. Tällaisia ovat akuutit tulehdukselliset sairaudet tai erilaiset olosuhteet, kuljetus tai hoitokäytännöt.^{3,6–8,14} Sikojen vakavissa tulehduksellisissa sairauksissa erittyy runsaasti histamiinia, joka stimuloi mahahappojen erittymistä.⁵ Yli 80 %:lla vuotavaan mahahaava-

TAULUKKO 1 TABLE

Emakoiden mahalaukkumuutosten arvosteluasteikko.

Scoring of gastric changes in sows.

Luokka Grade	Ruokatorvialue Oesophageal area	Visuaalinen arvio Visual assessment	Rauhasalue Glandular area	Visuaalinen arvio Visual assessment
0 = Ei patologiaa muutoksia No pathological changes		Normaali ruokatorvialueen limakalvo. Väritään valkean kellanharmaa/ kellertävä. Pinta matalasti kumpuileva. Pehmeän ihon kaltainen. Selvä rajapinta rauhasalueeseen. Normal mucosa of pars oesophagea. White to yellowish gray/ yellowish in color. Surface mildly undulating. Like soft skin. Clear interface.		Normaali rauhasalueen limakalvo. Limakalvoon rajoittuvia vaurioita ei huomioida. Normal surface tissue of the glandular area. Lesions on mucosa are not considered.
1 = Lievä mahalaukkumuutos Mild mucosal epithelial lesion		Karkeutta, suomaisuutta osassa tai koko alueella ja/ tai eroosiota (= viirumaisia uria, tummia piste-mäisiä kuopakkeita) ja/ tai kypsää sidekudosta, joka ei aiheuta ruokatorviaukon ahtaumaa. Roughness, scaliness in part or the whole area and/ or erosion (= streaked grooves, dark dotted pits) and/or mature connective tissue not causing oesophageal stenosis.		
Ruokatorviaukon alueella arpea tai sidekudosta. Scar or connective tissue close to oesophageal opening		Arpea/ sidekudosta, joka ei ahtautaa ruokatorviaukkoa. Scar/ connective tissue not constricting the oesophageal opening.		
2 = Kohtalainen mahalaukkumuutos Moderate gastric lesion		Haavaumaa < 50 % pinta-alasta. syöpymää limakalvon lihaskerrokseen tai sitä syvemmälle. Ulcer < 50 % of the surface area. Erosion of the mucous membrane up to the muscle layer or deeper.		Verta vuotamaton haavauma. Non-bleeding ulcer
3 = Vakava mahalaukkumuutos Severe gastric lesion		Haavaumaa > 50 % pinta-alasta ja/ tai verta vuotava haavauma ja/ tai perforoitunut haavauma Ulcers > 50 % of the surface area and/ or bleeding ulcer and/ or perforated ulcer		
Ruokatorviaukon ahtaus Stenosis of the oesophageal opening		Arpikudos ahtauttanut ruokatorviaukkoa. Ahtaus tunnistettavissa joustamattomana renkaana, kun 1-2 sormea työnnetään aukkoon. Scar tissue constricts the opening of the oesophagus. Narrowing can be identified as an inelastic ring when inserting 1 to 2 fingers into the opening.		

TAULUKKO 2 TABLE

Yksittäisten muuttujien yhteys kohtalaisten (luokka 2) tai vakavien mahalaukkumuutosten (luokka 3) esiintyvyyteen (khiin neliö –testi luokkamuuttujille tai Wald-testi jatkuville muuttujille). Suurin osa tekijöistä oli assosioitunut voimakkaasti keskenään, useimmat porsimiskerran kanssa. Effect of individual variables on the development of gastric changes (grade 2 and 3) (chi-square test or Wald test). Most of the factors were strongly associated with each other, most with parity.

Muuttuja Variable	Lukumäärä (%) Number (%) ^a keskiarvo /average ^b hajonta / range	Testaus- tapa Test	p-arvo p-value
Porsimiskerta/ Parity - 0 - 1 - 2–3 - > 4	14 (10,4 %) 23 (6,7 %) 28 (20,9 %) 83 (61,9 %)	Khiin neliö Chi-square	p= 0,000
Aika porsimisesta teurastukseen/ Time from farrowing to slaughter	^a 51,5 pv ^b 10–175 pv	Wald testi Wald test	p= 0,002
Kuntoluokka/ Body condition score - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 (0,7 %) 42 (31,3 %) 70 (52,2 %) 21 (15,7 %) 0	Khiin neliö Chi square	p= 0,081
Paino/ Weight	^a 180,7 kg ^b 98,5–236,5 kg	Wald testi Wald test	p= 0,002
Lapavauriomuutokset/ Shoulder changes - 0 = ei muutoksia, no changes - 1 = yhdessä lavassa, on one shoulder - 2 = molemmissa lavoissa, on both shoulders	105 (78,4 %) 13 (9,8 %) 16 (11,9 %)	Khiin neliö Chi-square	p= 0,081
Yö teurastamolla/ Night at the slaughterhouse - 0 = ei, no - 1 = kyllä, yes	57 (42,5 %) 77 (57,5 %)	Khiin neliö Chi-square	p= 0,54
Lihantarkastuslöydökset/ Meat inspection findings (lapahautuma, keuhkokalvontulehdus, märkäpesäke, keuhkotulehdus, sydän- pussintulehdus, kiinnikkeitä sisäelimissä, ruhje, tulehdusmuutos) / (shoulder ulcer, pleuritis, abscess, pneumonia, pericarditis, visceral adhesion, bruising, infection) - 0 = ei löydöksiä, no findings - 1 = yksi löydös, one finding - 2 = kaksi löydöstä, two findings - 3 = kolme löydöstä, three findings	74 (61,7 %) 33 (27,5 %) 9 (7,5 %) 4 (3,3 %)	Khiin neliö Chi-square	p= 0,81

maan kuolleista lihasioista on myös jokin yleissairaus, esimerkiksi keuhkotulehdus.³ Tuoreessa suomalaisessa emakoiden kuolinsyytutkimuksessa krooniset mahahaavaumat olivat yleinen löydös sekä itsestään kuolleilla että lopetetuilla emakoilla.²³

Helikobakteerin osallisuudesta sikojen mahalaukkumuutosten muodostumiselle on ristiriitaisia tutkimustuloksia. Tuoreissa belgialaisissa tutkimuksissa^{5,13} ehdotetaan, että helikobakteerit ovat tärkeä osatekijä muutosten syntymisessä, vaikka aikaisemmissa tutkimuksissa tätä yhteyttä ei ole löydetty.²⁴ Helikobakteerit näyttävät olevan osa sian normaalia mahalaukun mikrobistoa.²⁴ Niiden pitoisuus lisääntyy mahalaukun pylorusalueella sian iän myötä. Aikuisista sioista helikobakteeripositiivisia on todettu olevan jopa 92 % (n= 55/ 66).¹³

Tarkoitamme tässä tutkimuksessa mahalaukun muutoksilla nimenomaan sen limakalvomuutoksia, mutta tekstin sujuvuuden takia puhumme vain mahalaukkumuutoksista. Sikojen mahalaukkumuutosten esiintyvyys vaihtelee paljon eri aikakausien, eri maiden ja eri tilojen välillä,^{5,12,25-27} mikä johtuu osittain arvioinnin subjektiivisuudesta,³ erilaisista arvosteluasteikoista, terminologiasta sekä tulosten ilmaisutavasta. Useimmiten käytetään termejä mahalaukkumuutos, mahahaava tai mahahaavauma ja osassa tutkimuksista muutosten vakavuusaste jaetaan esimerkiksi pinnallisiin ja syviin tai lieviin, kohtalaisiin ja/ tai vakaviin muutoksiin. On tärkeää huomioida, puhutaanko julkaisussa vakavista mahahaavaumista, kokonaisuudessaan mahalaukkumuutoksista vai vakavista mahalaukkumuutoksista. Joissain tutkimuksissa mahalaukkumuutokset arvioidaan neli-^{19,26} tai viisiportaisella asteikolla,¹³ mutta kaikki eristeiset mahahaavaumat luokitellaan silti aina samaan luokkaan. Tällöin eristeisiä mahahaavaumia ei erotella toisistaan vaan puhutaan mahahaavaumien kokonaisuutensa esiintyvyydestä. Osassa tutkimuksissa on käytetty neliportaista arvosteluasteikkoa (0–3), jossa kohtalaiset mahahaavaumat kuuluvat luokkaan 2 ja vakavat luokkaan 3.^{12,25} Mahalaukkumuutosten arvioinnissa on käytetty myös kahdeksanportaista,²² kymmenportaista^{9,28,29} tai kolmetoista portaista asteikkoa.¹⁰ Kun arvioidaan sikojen hyvinvointia mahalaukkumuutosten esiintyvyyden avulla, tulee huomioi-

da vain vakavat mahalaukkumuutokset.²⁷ Usein vakaviin mahalaukkumuutoksiin on saatettu laskea joko vain vakavin²⁸ tai kaksi vakavinta mahahaavauman arvosteluluokkaa.²⁹ Erilaisten arvosteluasteikoiden ja -kriteerien vuoksi eri julkaisujen tulokset eivät ole vertailukelpoisia.

Emakoiden mahalaukkumuutosten esiintyvyydestä, vaikutuksesta hyvinvointiin ja riskitekijöistä tiedetään vähän. Vakavia mahalaukkumuutoksia on löytynyt 5–50 %:lla emakoista.^{8,10,13,28,29} Ulkomaisissa julkaisuissa on tutkittu teurasemakoita, joiden yksilötietoja ei ole ollut saatavilla. Vain vähän tiedetään siitä, paljonko esimerkiksi emakon porsimiskerta tai teurastusajan kohta vaikuttavat mahalaukkumuutosten esiintymiseen.

Suomalaisten teurasemakoiden mahalaukkumuutoksia ei ole aiemmin raportoitu. Tavoitteenamme oli selvittää, paljonko ja minkälaisia mahalaukkumuutoksia suomalaisilla teurasemakoilla esiintyy ja mitkä riskitekijät vaikuttavat emakoiden mahalaukkumuutosten muodostumiseen. Ulkomaisten tutkimusten perusteella arvioimme, että myös suomalaisilla teurasemakoilla löytyy kohtuullisen paljon eristeisiä mahalaukkumuutoksia erityisesti ruokatorvialueella.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tietojen kerääminen emakoista

Tutkimme yhden teurastamon teurasemakoita 4 päivän aikana 1 viikolla elokuussa 2019. Viikkoa ennen tutkimusajankohtaa lähetimme sähköpostitse kyselyn emakoiden ruokinnasta ja tilan toimintatavoista niille tuottajille, jotka olivat ilmoittaneet tutkimusviikolle teuraaksi vähintään neljä emakkoa tai ensikkoo. Tuottajat vastasivat internetissä kyselykaavakkeeseen, jossa oli 22 monivalintakysymystä. 10 kysymyksessä oli mahdollisuus avoimeen lisätekstiin. Avoimia kysymyksiä oli 12. Lisäksi kysyimme emakon korvanumeroa, viimeistä porsimispäivää, poiston syytä ja mahdollisia lääkityksiä tai oireita viimeisen kuukauden aikana. Jälkikäteen selvitimme teurastamon tuotannonseurantajärjestelmästä emakoiden porsimiskerrat ja laskimme ajan viimeisimmästä porsimisesta teurastuspäivään. Emakoiden teurastamolle saapumisajan avulla selvitimme, mitkä emakot olivat yöpyneet siellä.

Teurastamotiedon kerääminen

Kaksi tutkijaa keräsi teuraslinjalla kahdessa tarkastuspisteessä tiedot tutkimuseläinten elimistä ja ruhoista teuraslinjanopeudessa. Ensimmäinen tarkastuspiste oli teuraslinjan alkupäässä. Ruhot tulivat siihen muutama minuutti tainnutuksen ja verenlaskun jälkeen. Kirjasimme sian yksilöllisen korvanumeron, ruhoon liittyvät havainnot, kuten kuntoluokan (asteikolla 0–5) ja lapavauriot (arpeutunut lapahaava tai lavan iho rikki) sekä tilakohtaisen tatuointinumeron. Kirjausten perusteella sikakohtaiset teurastulokset yhdistettiin tuottajakyselyn tuloksiin ja tarkastuspisteiden tutkimus- ja lihan tarkastuslöydöksiin. Toinen tarkastuspiste oli heti lihan tarkastuspisteen jälkeen. Ruhot tulivat siihen noin 35 minuuttia tainnutuksen jälkeen. Tässä pisteessä irrotimme mahalaukun muusta suolipaketista ja avasimme sen runko-osan ison kaarteensa puolelta (curvatura ventriculi major). Tyhjensimme mahalaukun koskematta sen pintakerrokseen ja huuhoimme sen vesiastiassa. Tämän jälkeen arvioimme koko mahalaukun alueella olevat muutokset käyttäen muokattua Hautalan ja Rautiaisen 1991¹ julkaisemaa sian mahalaukkumuutosten neliportaista arviointiasteikkoa (taulukko 1, joka sisältää tässä tutkimuksessa otetut kuvat mahalaukkumuutoksista). Mahalaukun limakalvo arvioitiin terveeksi, jos siinä ei ollut patologisia muutoksia (luokka 0) tai siinä oli lievä limakalvon epiteelin eroosio (luokka 1). Mahahaavaumat luokiteltiin kohtalaisiksi (luokka 2) tai vakaviksi (luokka 3). Tutkimuseläinten paino ja mahdollista sairautta tai tulehdusta osoittavat lihan tarkastusmerkinnät saatiin teurastamon kirjanpidosta.

Otoskoko

Otoskokolaskennassa arvioimme, että teurasemakoiden vakavien mahalaukkumuutosten esiintyvyys on 35 % (https://www.medcalc.org/calc/comparison_of_proportions.php). Tavoite oli tutkia vähintään 150 teurasemakkoa. Riskitekijöiden tutkimusaineistoon valittiin ne tilat, joilta teurastettiin vähintään neljä emakkoa tai ensikkoo. Tutkimuspäivien aikana tutkittiin kaikki teurasemakot. Kokonaisuaineistosta jätettiin myöhemmin pois ne teurasemakot, joista ei saatu tarvittavia sikakohtaisia tietoja, kuten tunnistetietoja, porsimiskertaa tai

TAULUKKO 3 TABLE

Kuvaileva tieto 13 tutkimustilalta, jotka vastasivat kyselyyn.

Descriptive statistics of 13 study herds responding to the questionnaire.

	Prosenttiosuus (tilojen lukumäärä) Percentage (number of farms)	
	Tiineiden osasto Room for pregnant pigs	Porsimisosasto Farrowing room
Teollinen kuivarehu/ Industrial dry feed Teollinen liemirehu/ Industrial liquid feed	30,8 % (n= 4) 30,8 % (n= 4)	30,8 % (n= 4) 38,5 % (n= 5)
Tilaseokseen perustuva liemirehu/ Liquid feed based on own farm mixture Ruokintakertojen määrä vuorokaudessa/ Number of feedings per day - Kaksi kertaa/ Two times - Kolme kertaa/ Three times - Neljä kertaa/ Four times	38,5 % (n= 5) 84,6 % (n= 11) a 7,7 % (n= 1) 0 %	30,8 % (n= 4) 30,8 % (n= 4) 61,5 % (n= 8) 7,7 % (n= 1)
Rehun kuitulisä/ Feed fiber supplement Karkearehua jatkuvasti saatavilla /Roughage constantly available Karkearehua jaetaan päivittäin/ Roughage distributed daily Tiineysrehun vaihto imetysrehuksi/ Change of pregnancy feed to lactation feed - Yhdellä kerralla viikkoa ennen porsimista/ At one occasion, a week before farrowing - Asteittain ennen porsimista/ Gradually before farrowing - Muutama päivä porsimisen jälkeen/ A few days after farrowing	23 % (n= 3) 38,5 % (n= 5) 23 % (n= 3)	23,1 % (n= 3) 0 % 30,8 % (n= 4) 57,8 % (n= 7) 15,4 % (n= 2) 38,5 % (n= 5)

a = Yhdellä tilalla on tiineiden osastolla ruokinta-automaatti, jolloin emakkokohtainen ruokintakertojen määrä vuorokaudessa vaihtelee.

a = One farm has a feeding machine in the pregnancy room. This causes variation to the number of feedings per sow per day.

viimeisintä porsimispäivää. Täten mahalaukkumuutosten esiintyvyys määritettiin 160 siasta ja vakavien mahalaukkumuutosten riskitekijät 134 siasta.

Tilastollinen analyysi

Tilastollisessa analyysissä käytimme Stata IC -ohjelman versiota 15.0 (Stata Corporation, Texas, USA). Mahalaukkumuutokset jaettiin kahteen luokkaan: terveisiin (luokat 0 ja 1) ja kohtalaisiin ja vakaviin mahalaukkumuutoksiin (luokat 2 ja 3). Mahdollisten riskitekijöiden (tila, porsimakerta, aika porsimisesta teurastukseen, kuntoluokka, paino, lapavaurio, viettikö sika yön teurastamolla vai ei, lihan tarkastuslöydökset) yhteys kohtalaisten tai vakavien mahalaukkumuutosten esiintymiseen emakolla testattiin ensin yksi kerrallaan khiin neliö -testillä (taulukko 2). Riskitekijät muokattiin tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Emakat jaettiin esimerkiksi porsimiskertojen mukaan luokkiin sekä tarkastettiin, mitkä tekijät olivat korreloituneet keskenään vai löytyikö tekijöiden väliltä yhteisvaikutusta kohtalaisten tai vakavien mahalaukkumuutosten syntyyn.

Aineisto analysoitiin lopuksi logistisella regressiolla käyttäen apuna tilastokäskyä ”stepwise”. Valittuun perusmalliin lisättiin jokainen poistettu tekijä takaisin vuorotellen, jotta mahdolliset sekoittavat vaikutukset saatiin näkyviin. Malli analysoitiin myös asettamalla tila satunnaistekijäksi, mutta tila ei tullut merkitseväksi, koska emakoita oli liian vähän tilaa kohden. Tekijöistä jäi malliin porsimiskerta ja aika porsimisesta teurastukseen. Näiden tekijöiden yhteisvaikutus testattiin tarkastelemalla kuvaajat interaktiotestillä sekä ajamalla malli porsimiskerroittain. Lopullisessa mallissa porsimiskerta jaettiin kolmeen luokkaan. Mallin sopivuus testattiin tilastollisesti.

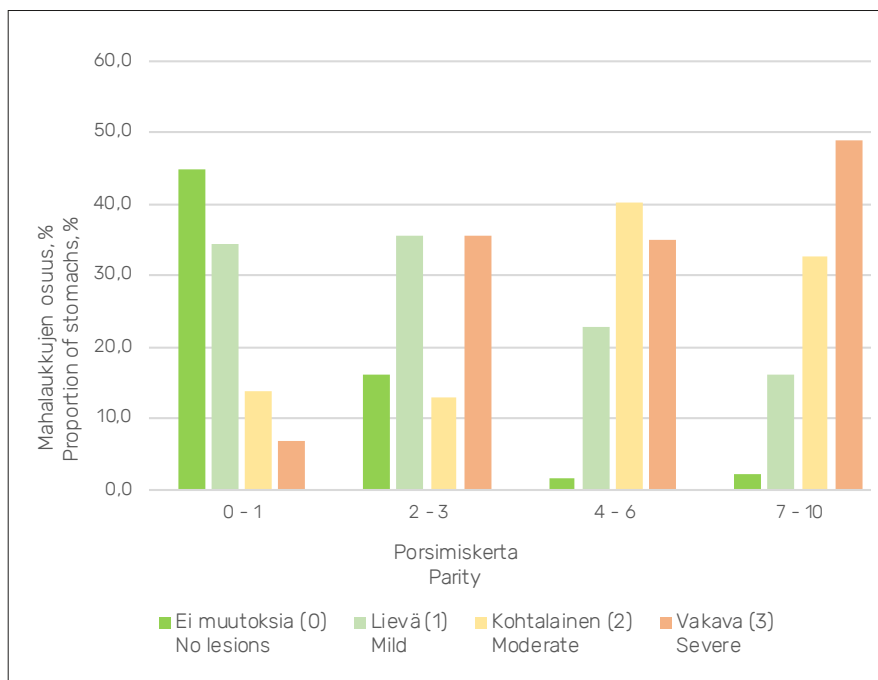
Taustatiedon kerääminen

Tuottajakyselyyn vastasi 13 tilaa (68 %), joilta teurastettiin yhteensä 134 sikaa (120 emakkoa ja 14 ensikkoa), keskimäärin 10 emakkoa tilaa kohti (mediaani 10, vaihteluväli 4–21). Tilojen emakkopaikkaluvun mediaani oli 556 (vaihteluväli 300–2000) ja tutkimusemakoiden keskiporsimiskerran mediaani 4,8 (vaihteluväli 1,4–7,1).

Tilojen tiineiden emakoiden ryhmäkoko oli keskimäärin 16 emakkoa ryhmää kohti (vaihteluväli 4–80), ja emakkoryhmä pidettiin yhdessä yli 2 kuukauden ajan 61,5 %:lla tiloista. Vaikka kyselyn vastauksia ei voitu testata tilastollisesti pienen tilamäärän takia, tilojen toimintatapojen välillä näytti olevan eroja, kuten ruokintamuutosten toteutuksessa porsimiskaudella (viikko ennen ja jälkeen porsimisen) sekä tiineysosastolla että porsitusosastolla olevien emakoiden kuidun saannissa ja kuidun koostumuksessa (taulukko 3).

TULOKSET

Saimme tutkittaviksi 19 tilan 160 sikaa, joista emakoita oli 142 ja ensikoita 18. Käytämme sioista jatkossa nimitystä emakko. Kultakin tilalta tutkittiin yksi teurasera, jossa oli keskimäärin 8 emakkoa/tila (mediaani 8, vaihteluväli 1–21). Tutkittujen sikojen keskimääräinen porsimiskerta oli 4,4 (mediaani 5, vaihteluväli 0–10). Mahalaukkumuutoksia havaittiin vain ruokatorvialueella. Terve mahalaukun ruokatorvialueen limakalvo löytyi 38,1 %:lla emakoista (12,5 %:lla ei lima-



KUVA 1 FIGURE

Teurasemakoiden (n=160) mahalaukkujen ruokatorvialueen limakalvomuutosten osuus jaoteltuna vakavuuden ja porsimiskertojen mukaan.

Proportion of stomachs of slaughter sows (n=160) with different scores of gastric oesophageal mucosal changes divided by parity.

kalvomuutoksia (luokka 0) ja 25,6 %:lla lievä mahalaukkumuutos eli limakalvon eroosio (luokka 1), kohtalaisia mahalaukkumuutoksia (luokka 2) 28,1 %:lla ja vakava mahalaukkumuutos (luokka 3) 33,8 %:lla. Tutkimuksen emakoilla rekisteröitiin seuraavat lihantarkastusmerkinnät: lapahautuma, keuhkokalvontulehdus, märkäpesäke, keuhkotulehdus, sydänpussintulehdus, kiinnikkeitä sisäelimeissä, ruhje, tulehdusmuutos, osaruhoihylkäys ja kokoruhoihylkäys. Yhden yksittäisen riskitekijän vaikutus kohtalaisten tai vakavien mahalaukkumuutosten (luokat 2 ja 3) syntyyn esitetään taulukossa 2. Suurin osa testatuista muuttujista oli assosioitunut voimakkaasti keskenään, useimmat porsimiskerran kanssa. Vakavia mahalaukkumuutoksia esiintyi erityisesti yli kuusi kertaa porsineilla emakoilla (kuva 1).

Porsimiskerta ja aika porsimisesta teurastukseen osoittautuivat monimuuttujamallissa tilastollisesti merkitseviksi. Porsimiskerta ($p=0,03$) oli riskitekijä kohtalaisen tai vakavan mahalaukkumuutoksen syntyyn niin, että emakoilla, jotka olivat porsineet neljä kertaa tai enemmän, oli 4,5 (luottamusväli 0,94–21,27) kertaa

suurempi todennäköisyys kohtalaiseen tai vakavaan mahalaukkumuutokseen kuin kerran porsineilla ($p=0,06$) ja kolme kertaa (luottamusväli 1,15–7,65) suurempi todennäköisyys kuin kaksi–kolme kertaa porsineilla ($p=0,03$). Aika porsimisesta teurastukseen vaikutti erityisesti kaksi–kolme kertaa porsineiden emakoiden ryhmässä niin, että mitä pitempi aika porsimisesta oli teurastukseen ($p=0,03$), sitä vähemmän löytyi kohtalaisia tai vakavia mahalaukkumuutoksia. Koska tilatekijä pystyttiin testaamaan vain vanhemmilla emakoilla, malli pystyi ennustamaan noin 74 % oikein, mutta mallin yleinen yhteensopivuuden aste oli heikko. Kun tarkasteltiin erikseen yli neljä kertaa porsineita emakoita, tilatekijä pystyttiin ottamaan huomioon. Se vastasi 24 % kaikista emakoiden välisestä hajonnasta.

POHDINTA

Eriasteisia mahalaukkumuutoksia löytyi teurasemakoiden ruokatorvialueelta paljon, mikä on samankaltainen tulos kuin viime vuosina julkaistuissa ulkomaisissa tutkimuksissa.^{28,29} Tutkimuksemme osoitti myös kaksi emakoiden kohtalaisen tai

vakavan mahalaukkumuutoksen riskitekijää. Mitä useamman kerran emakot olivat porsineet tai mitä lyhyempi aika oli porsimisen ja teurastuksen välissä, sitä enemmän emakoilla oli kohtalaisia tai vakavia mahalaukkumuutoksia. Näiden riskitekijöiden yhteyttä kohtalaisiin tai vakaviin mahalaukkumuutoksien esiintyvyyteen ei ole aikaisemmin raportoitu.

Käyttämämme osin muokattu mahalaukkumuutosten arviointiasteikko, on julkaistu Suomen Eläinlääkärilehdessä 1991.¹ Lähes samankaltaista asteikkoa on käytetty useissa muissa tutkimuksissa 2000-luvulla.^{12,15,19,26,27} Oletimme Hautalan ja Rautiaisen¹ tavoin, etteivät asteikon luokkien 0 ja 1 muutokset vaikuta lihasian hyvinvointiin, ja käytimme näistä arvosteluluokista yhteisnimitystä terve mahalaukun limakalvo. On esitetty, että kun arvioidaan sikojen hyvinvointia mahalaukkumuutosten perusteella, tulisi huomioida vain vakavat mahalaukkumuutokset.²⁷

Mahalaukkumuutosten arvioinnissa makroskooppinen tutkimus on usein riittävä,^{1,15} joten tilalla tehtävillä raadonavauksilla saadaan helposti riittävällä tarkkuudella tietoa tilakohtaisesta emakoiden ja lihasikojen mahaterveydestä. Limakalvovaurion histologinen tutkimus määrittelee luotettavasti muutoksen syvyyden ja mahdolliset tulehdusmuutokset. Tässä tutkimuksessa mahalaukkumuutoksia ei arvioitu histologisella tutkimusmenetelmällä. Tanskalaisten emakoiden mahalaukkumuutosten tutkimustuloksia on julkaistu useita, mutta eri vuosikymmenten aikana on käytetty erilaisia asteikkoja. Käytössä on ollut muun muassa kymmenportainen asteikko (0–10), jossa mahalaukkumuutokset luokiteltiin kolmeen eri luokkaan vakavuusasteen mukaan (6–8) ja arpikudokset kahteen eri luokkaan (9–10). Tanskalaisilla emakoilla mahalaukkumuutosten ja arpikudoksen kokonaisesiintyvyys oli vuonna 2003 28 %, kun mukaan laskettiin luokat 6–10.²⁹ Tanskalaisessa kongressiabstraktissa todettiin, että vuonna 2013 vakavia mahalaukkumuutoksia löytyi 9 %:lla emakoista (luokat 8–10).²⁸ Vuonna 2020 julkaistussa tanskalaisessa tutkimuksessa todettiin, että emakoiden vakavien mahalaukkumuutosten esiintyvyys oli vähentynyt vuosina 2013–2020 37,4 %:sta 21 %:iin.²⁹ Näissä tutkimuksissa

käytettiin samaa mahalaukkumuutosten arviointiasteikkoa (luokat 7–10).²⁹ Niissä ei selvitetty emakkokohtaisia tietoja, kuten porsimiskertaa tai riskitekijöitä. Suomalaisessa tutkimuksessa tilalla lopetettujen tai itsestään kuolleiden emakoiden mahahaavaumien esiintyvyys oli 9,2 % (n= 6/65), ja emakoiden keskiporsimiskerran mediaani oli kolme (vaihteluväli 0–10).²³ Näillä emakoilla mahahaavau-
mamutokset olivat pääasiassa toissijaisia eivätkä aiheuttaneet emakoiden kuolemaa.²³

Vaikka emakoiden mahalaukkumuutosten riskitekijöistä tiedetään vähän,¹⁰ oletetaan niiden olevan jossain määrin samoja kuin lihasioilla. Lisäksi emakoilla porsimisaika ja ensikoiden siirtäminen uuteen pitopaikkaan lisäävät vakavien mahalaukkumuutosten muodostumisen riskiä merkittävästi.⁶ On mahdollista, että tilakohtaiset emakoiden ruokintatavat, kuten ruokinta kerran päivässä energia-
pitoisella pienellä rehuannoksella tai pienipartikkelisella rehulla, voivat altistaa emakot mahalaukkumuutoksille.¹⁰

Porsimiskerta oli tilastollisesti merkitsevä riskitekijä emakoiden vakavalle mahalaukkumuutoksille. Emakoidemme keskiporsimiskerta oli suurehko, mikä saattaa osittain selittää suurta vakavien mahalaukkumuutosten esiintyvyyttä materiaalisammme. Yli kahdeksan kertaa porsineita emakoita oli jopa 9 % (n= 14/160), ja näistä 86 % tuli kolmelta tilalta. Yli neljä kertaa porsineiden emakoiden todennäköisyys saada kohtalainen tai vakava mahalaukkumuutos oli selkeästi suurempi kuin kaksi tai kolme kertaa porsineiden. Havaitsimme myös, että kaksi tai kolme kertaa porsineet emakot lähetettiin teuraaksi myöhemmin porsimisen jälkeen kuin vanhemmat emakot. Vanhempien emakoiden poistamisesta oli ehkä päätetty jo aiemmin, kun taas nuorempia oli yritetty tiineyttää. Mahalaukkumuutosten tutkimisajankohdalla voi olla suuri vaikutus niiden esiintyvyyden arvioinnissa, sillä muutosten syntyminen ja parantuminen ovat dynaamisia prosesseja.¹⁴ Sian mahalaukun ruokatorvialue on erittäin herkkä syömättömyyden aiheuttamille vaurioille,³⁰ ja lievät mahalaukkumuutokset voivat syntyä jopa 24 tunnin paaston aikana.¹⁴ Toisaalta ne myös paranevat muutamassa päivässä.^{1,14} On havaittu, että rehun saantihäiriöstä aiheutuneet

ruokatorvialueen vauriot näyttävät säilyvän, kun sikoja ruokitaan hienojakoisella rehulla. Ruokittaessa karkeammalla jauheella 7 vuorokauden ajan epiteeli voi uusiutua ja limakalvo palautuu normaalin näköiseksi.³⁰ Koska vanhemmat emakot laitettiin teuraaksi pian porsaiden vieroituksen jälkeen, niillä ei pystytty tutkimaan ajan vaikutusta mahalaukkumuutoksiin. Elävien emakoiden mahalaukkumuutosten todellisen esiintyvyyden arviointi teurastuksen yhteydessä on vaikeaa.⁶ Tätä puoltaa se, että tiloilla lopetettujen tai itsestään kuolleiden suomalaisten emakoiden mahahaavaumien esiintyvyys oli selvästi pienempi (9,2 %)²³ kuin teurasemakoillamme. Näiden emakoiden tuotantovaihetta tai aikaa edelliseen porsimiseen ei julkaisussa raportoitu.

Porsimisajankohtaan liittyvät tekijät,^{31–33} kuten porsitusosastoon siirtyminen, porsimisosaston lämpötila, lattiama-
teriaali, ruokintamuutos, porsiminen ja imetys ovat itsessään stressitekijöitä, jotka saattavat altistaa niin tilapäiselle syömättömyydelle kuin mahalaukkumuutosten muodostumisellekin. Emme kuitenkaan tiedä, ovatko esimerkiksi tiineysajan loppuvaihe ja siihen liittyvät tekijät^{32,33} (ruokintatavat, ruokintamuutokset, karkearehun saanti tai sosiaalinen stressi) mahalaukkumuutosten riskitekijöitä. Tilojemme toimintatavoissa oli suurta vaihtelua etenkin rehun ja kuidun jake-
luun liittyvissä asioissa. Yksittäisen tilan toiminta on siten saattanut vaikuttaa tuloksiimme. Muissa maissa julkaistut tutkimustulokset tukevat havaintojamme siitä, että tilan toimintatavoilla on suuri vaikutus sikojen mahalaukkumuutosten esiintyvyyteen.¹² Havaitsemamme tilavaikutus saatiin esille vain vanhojen emakoiden erillisessä analyysissä, koska näitä emakoita oli enemmän.

Emakoiden elinikä on pidentynyt viime vuosina uusien kaksirotoyhdistelmä Topigs Norsvin TN70 -hybridimakoiden myötä, mikä näkyy myös tilojen pienen-
tyneenä uudistusprosenttina. Tuottajien käyttämistä tuotannonseurantaohjelmista (PigVision ja Cloudfarms) tuotantotiedot siirtyvät My AgroVision -portaaliin, josta nähdään, että emakoiden uudistusprosentti oli vuonna 2015 52,1 %, 2019 45,6 % ja 2020 43,9 %.³⁴ Myös teurasemakoiden keskiporsimiskerta on noussut. Se oli vuonna 2017 keskimäärin 4,8 (hajonta

tilojen välillä 0,32) ja vuonna 2020 5,3 (hajonta 1,55).³⁴ Yleisesti ottaen emakoiden porsastuotanto vähenee kuuden–seitsemän porsimiskerran jälkeen pienemmäksi kuin ensikoilla, minkä vuoksi ne teurastetaan. Tutkimustuloksiimme voi vaikuttaa myös se, että aineisto kerättiin elokuussa, sillä emakot syövät normaalia huonommin kesäheleillä. Lihasioilla vakavia mahalaukkumuutoksia on löydetty kesäkuukausina enemmän kuin muina aikoina.¹²

Tuloksemme kuvaavat keskimääräistä kesällä 2019 teurastettujen emakoiden mahalaukkumuutosten esiintyvyyttä ruokatorvialueella eikä niitä voi yleistää tiloilla elävien emakoiden tilanteeseen. Emakoiden hyvinvointi on keskeinen asia porsastuotannossa ja porsaiden hyvinvoinnissa, joten lisätutkimuksia mahalaukkumuutosten riskitekijöistä tarvitaan.

KIITOKSET

Kiitämme emakkotiloja, jotka osallistuivat tutkimukseen. Kiitos avusta kuuluu tutkimuksessa avustaneille Jan Vugtsille, Riitta Pietilälle, Johanna Dakalle ja Ulla Ketolalle sekä teurastamon henkilökunnalle. Tutkimuksen mahdollisti HKScan Finland Oy.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Elina Välimäki, ELL, terveydenhuolto-
eläinlääkäri
HKScan Finland Oy, Lemminkäisenkatu
48, 20520 Turku,
elina.valimaki@hkscan.com
**Artikkeli on osa kirjoittajan erikois-
tumisopintoja.**

Minna Kujala-Wirth, ELT, kliininen
opettaja Helsingin yliopisto, eläinlääke-
tieteellinen tiedekunta, kliinisen tuotan-
toeläinlääketieteen osasto

Meeri Kettunen, ELK
Helsingin yliopisto, eläinlääketieteelli-
nen tiedekunta

Mari Heinonen, professori
Helsingin yliopisto, eläinlääketieteelli-
nen tiedekunta, kliinisen tuotantoeläin-
lääketieteen osasto

LÄHDEKIRJALLISUUS

- Hautala M, Rautiainen E. Eteläpohjalaisen kuiva- ja liemiruokintalihasikaloiden vertailua Osa II: Sian mahalaukkumuutokset ja niiden arvostelu. Suom Eläinlääkäril. 1991;97:298-307.
- Embaye H, Thomlinson JR, Lawrence TLJ. Histopathology of oesophagogastric lesions in pigs. J Comp Path. 1990;103:253-64.
- Rautiainen E, Hautala M, Saranpää T, Virtala A. Eteläpohjalaisen kuiva- ja liemiruokintalihasikaloiden vertailua Osa I: Kuolleisuus, kuolinsyyt ja mahalaukkumuutokset. Suom Eläinlääkäril. 1991;97:284-96.
- Partanen K, Karhapää M, Siljander-Rasi H, Virtanen E, Nilsson B. Performance, carcass quality, and gastric alterations in fattening pigs fed additives containing formic acid either coated with sorbate or mixed with lactic acid. Agr and Food Sci. 2006;15:324-39.
- De Witte C, Ducatelle R, Haesebrouck F. The role of infectious agents in the development of porcine gastric ulceration. Vet J. 2018;236:56-61.
- Thomson JR, Friendship RM. Digestive system. Kirjassa: Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW. Diseases of swine, 11. painos, 2019:243-6.
- Texas A&M Agrilife extension [kotisivu internetissä]. Lawhorn B. Gastric ulcers in swine. [päivitetty 10.6.2021] <https://agrilifeextension.tamu.edu/library/ranching/gastric-ulcers-in-swine/>.
- The Pig Site [kotisivu internetissä]. Global Ag Media [päivitetty 21.5.2021]. <https://thepigsite.com/disease-guide/gastric-ulcers>
- Rutherford KMD, Thompson CS, Thomson JR, Lawrence AB, Nielsen EO, Busch ME ym. A study of associations between gastric ulcers and the behaviour of finisher pigs. Livest Sci. 2018;212:45-51.
- Nielsen JP, Carstensen L, Banga-MBoko H, Stege H, Madsen MT. Epidemiology of gastric ulcers in sows. Kongressiesitys: 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics; Cairns, Australia, Animal health delivery & response: 2006.
- Melnichouk SI. Mortality associated with gastric ulceration in swine. Can Vet J. 2002;43:223-5.
- Gottardo F, Scollo A, Contiero B, Bottacini M, Mazzoni C, Edwards A. Prevalence and risk factors for gastric ulceration in pigs slaughtered at 170 kg. Animal. 2017;11:2010-8.
- De Witte C, Devriendt B, Flahou B, Bosschem I, Ducatelle R, Smet A ym. *Helicobacter suis* induces changes in gastric inflammation and acid secretion markers in pigs of different ages. Vet Res. 2017;48:34.
- Lawrence BV, Anderson DB, Adeola O, Cline TR. Changes in pars esophageal tissue appearance of the porcine stomach in response to transportation, feed deprivation and diet composition. J Anim Sci. 1998;76:788-95.
- Krauss I, Schwarz L, Schodl K, Knecht C, Brunthler R, Metzler-Zebeli B ym. Assessing gastric ulceration in fattening pigs housed without or with straw and additional space - A macroscopic and microscopic study on a conventional Austrian farm. Slov Vet Res. 2018;55:91-100.
- Möbeler AK, Wintermann MF, Beyerbach M, Kamphues J. Effects of grinding intensity and pelleting of the diet - fed either dry or liquid - on intragastric milieu, gastric lesions and performance of swine. An Feed Sci and Techn. 2014;194:113-20.
- Fossi M, Karhapää M, Partanen K, Kortelainen T, Siljander-Rasi H. Gastric ulcers in 7-8-week-old pigs, fed by various formulae of pelleted feed. Kongressiesitys: 2nd European Symposium on Porcine Health Management, Hannover, Saksa; 2010.
- Nafstad I. Gastric ulcers in swine. Pathol Vet. 1967;4:1-14.
- Di Martino G, Capello K, Scollo A, Gottardo F, Stefani AL, Rampin F ym. Continuous straw provision reduces prevalence of oesophago-gastric ulcer in pigs slaughtered at 170 kg (heavy pigs). Res Vet Sci. 2013;95:1271-3.
- Maxwell CV, Reese NA, Muggenburg BA, Reimann EM, Kowalczyk T, Grummer RH ym. Effect of oat hulls and other fractions on the development of gastric ulcers in swine. J Anim Sci. 1967;26:1312-8.
- Maxwell CV, Reimann EM, Hoekstra WG, Kowalczyk T, Benevenga NJ, Grummer RH. Effect of dietary particle size on lesion development and on the content of various regions of the swine stomach. J Anim Sci. 1970;30:911-22.
- Jensen KH, Jørgensen L, Haugegaard S, Herskin, MS, Jensen MB, Pedersen LJ ym. The dose-response relationship between the amount of straw provided on floor and gastric ulceration of pars oesophagea in growing pigs. Res Vet Sci. 2017;112:66-74.
- Ala-Kurikka E, Munsterhjelm C, Bergman P, Laine T, Pekkarinen H, Peltoniemi O ym. Pathological findings in spontaneously dead and euthanized sow - a descriptive study. Porc Health Manag. 2019;5:25.
- Melnichouk SI, Friendship RM, Dewey CE, Bildfell RJ, Smart NL. Helicobacter-like organisms in the stomach of pigs with and without gastric ulceration. J Swine Health Prod. 1999;7:201-5.
- Guisse HJ, Carlyle WWH, Penny RHC, Abbott TA, Riches HL, Hunter EJ. Gastric ulcers in finishing pigs: their prevalence and failure to influence growth rate. Vet Rec. 1997;141:563-6.
- Robertson ID, Accioly JM, Moore KM, Driesen SJ, Pethick DW, Hampson DJ. Risk factors for gastric ulcers in Australian pigs at slaughter. Prev Vet Med. 2002;53:293-303.
- Swaby H, Gregory NG. A note on the frequency of gastric ulcers detected during post-mortem examination at a pig abattoir. Meat Sci. 2012;90:269-71.
- Tolstrup L, Kristensen CS. Gastric ulcers in sow in Denmark. Kongressiesitys: 11th European Association of Porcine Health Management Conference; Alankomaat. SEGES abstract; 2019.
- Kristensen CS, Tolstrup L, Pedersen K, Haugegaard S, Sønderholm J, Hansen CF. National screening af mavesår hos søer. SEGES Svineproduktion meddelelse 2020; Nr.1207. [päivitetty 21.5.2021] https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu_medd/2020/1207.
- Lawrence BV, Anderson DB, Adeola O, Cline TR. Fasting, transportation, and diet particle size influence development of stomach ulceration in pigs. Purdue University 1996 Swine Day Report. [päivitetty 13.9.2021]
- Muns R, Malmkvist J, Larsen MLV, Sørensen D, Pedersen LJ. High environmental temperature around farrowing induced heat stress in crated sows. J Anim Sci. 2016;94:377-84.
- Zhao Y, Flowers WL, Saraiva A, Yeum K-J, Kim SW. Effect of social ranks and gestation housing systems on oxidative stress status, reproductive performance, and immune status of sows. J Anim Sci. 2013;12:5848-58.
- Quesnel H, Meunier-Salaün M-C, Hamard A, Guillemet R, Etienne M, Farmer C yms. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. J Anim Sci. 2009;87:2.
- MyAgroVision portaali [kotisivu internetissä]. [päivitetty 6.7.2021]. <https://www.agrovision.com/ff>.

Artikkelit julkaistaan Helsingin yliopiston kirjaston tietokannoissa

Eläinlääkärilehden vertaisarvioitua artikkelit, joiden kirjoittajista yksikin on Helsingin yliopistosta, julkaistaan avoimesti Helsingin yliopiston kirjaston tietokannossa alkaen vuodesta 2016. Keväällä 2022 niiden lisenssiksi valittiin CC-BY.

Eläinlääkäriliiton sivuilla www.sell.fi Eläinlääkärilehden kohdalla (aiemmin julkaistua aointa) voi avoimesti lukea vertaisarvioitujen artikkelien lyhennelmät.

Eläinlääkärilehden lukijat voivat kirjautumalla jäsen- eli Fimnet-tunnuksella lukea lehdissä julkaistut kokonaiset artikkelit verkkosivulla www.sell.fi Eläinlääkärilehden kohdalla.