

Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift

 **FACULTEIT
DIERGENEESKUNDE**
accredited by EAEVE

**JULI-AUGUSTUS 2022
VOL. 91 - NR 4**

**VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS
PUBLISHED BIMONTHLY
ISSN 0303 9021
[HTTPS://OPENJOURNALS.UGENT.BE/VDT/](https://openjournals.ugent.be/vdt/)**

**Afgiftekantoor 9099 Gent X
v.u. Luc Peelman
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke**


**UNIVERSITEIT
GENT**



- **Chirurgische correctie nasale opening bij een Franse bulldog**
- **Predisponerende factoren voor mastitis bij vleeschapen**
- **Neonatale kalverdiarree**
- **Diergeneeskunde in samenwerking met Stichting Prins Laurent**
- **Vroege miltvuurvaccinaties**
- **Hematocrietwaarden bij varkens**

Sylvia Bannier-Strik: 'Mijn naam zegt het al, ik ben van de knoopjes.'

Sylvia Bannier-Strik is van huis uit dierenarts en was een 'typische' student. Wilde niets liever dan practicus worden. Beleid maken, wetenschap: weinig interessant en een beetje abstract vond ze het. Nu weet ze dat ze toen veel niet wist. En is ze vanuit de NVWA (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit) een fervent pleitbezorger voor nauwe samenwerking tussen de toezichthouder en wetenschap. Niet alleen in Nederland, maar overal.

'Ik ben fulltime bezig om dingen aan elkaar te knopen'

Strik gaf al een aantal jaar les aan de faculteit Diergeneeskunde in Utrecht. Vanuit die rol zag ze overal kansen voor de versteviging van de relatie tussen de wetenschap en de praktijk van de NVWA. Tot haar grote vreugde kreeg ze eind vorig jaar de opdracht om de banden tussen beide verder te versterken. Ze hoopt ook de samenwerking te kunnen verwezenlijken met de faculteit diergeneeskunde in Gent. De samenwerking tussen een toezichthouder en wetenschap is overal belangrijk.

Hoe werkt dat: de relatie verstevigen?

'Ik heb een groot netwerk, dat is voor mij de basis. Verder werk ik aan de verbreding en versteviging van dat netwerk op drie gebieden: door onderwijs te ontwikkelen en les te geven, door samen te werken in het wetenschappelijk onderzoek en door nascholing te (laten) ontwikkelen.'

Onderwijs is een belangrijke pijler.

'We gebruiken casuïstiek en ontwikkelen e-learnings en cursussen, deels specifiek voor de groep studenten met de richting Landbouwhuisdieren/veterinaire volksgezondheid. Ons werk wordt dan meer zichtbaar in de studie. Ik ben bezig met de ontwikkeling van een nieuw vak over duurzame dierlijke productieketens. Maatschappelijk ontzettend belangrijk! Hiermee hopen we studenten verder te interesseren voor het huidige werk en het werk van de toekomst. Ook voeren we volgend jaar een keuzevak: Toezichthouderschap in. Het zijn voor de NVWA belangrijke studenten, omdat ze echt een keuze maken voor dit onderwerp. Het zou fijn zijn als in de toekomst de



studenten uit Gent dit vak ook kunnen volgen.'

Onderzoek is de tweede pijler en die werkt twee kanten op.

'We willen graag dat studenten meer onderzoekstages lopen bij de NVWA. Daarnaast willen we graag dat NVWA collega's meedraaien in bestaand onderzoek, meeschrijven aan een artikel of een PhD doen. Er gaan ook ideeën op om bij de Faculteit Diergeneeskunde een bijzonder hoogleraar Veterinair Toezicht aan te stellen. Dat is een mooie win-win situatie.'

De derde pijler: Nascholing.

'Er zijn bij de NVWA wel op de praktijk toegepaste cursussen en trainingen, maar als het gaat om pathologie bijvoorbeeld, is het beperkt. Er zit heel veel kennis bij de faculteit over levende dieren en pathologie van bijvoorbeeld runderen, varkens en pluimvee, over stallen en klimaat. Dan moet de vertaalslag naar voedselveiligheid en toezicht gemaakt worden. Wat er aan pathologie gezien wordt in een dier, vertalen naar volksgezondheid. Dat doen we gezamenlijk en dan kan het een waardevolle nascholing worden.'

'De' diergeneeskunde is in Gent anders dan in Utrecht

Strik vindt de samenwerking met de faculteit Diergeneeskunde in Gent interessant. 'Sommige studenten die in Nederland uitgeloot zijn gaan studeren in Gent. Na hun studie komen ze vaak ook weer terug. In België verschilt de veterinaire structuur van Nederland; het werk is anders verdeeld met andere arbeidsvoorwaarden. We zien ook dat Belgische dierenartsen ervoor kiezen om in Nederland te gaan werken. De studie is ook anders ingericht. Mijn gevoel is dat het meer 'klassiek' is en op het gebied van de veterinaire volksgezondheid misschien meer geïntegreerd. Ik verwacht dat we binnenkort de banden kunnen aanhalen, er kan zoveel worden uitgewisseld. Lijkt me geweldig, ik hou ervan mensen en ideeën aan elkaar te knopen.'

VLAAMS DIERGENEESKUNDIG TIJDSCHRIFT

2022, vol. 91, nr. 4

INHOUD

Casuïstiek

- 155 T. BOGENHAGEN, L. STEGEN
Chirurgische correctie van bilaterale congenitale stenose van de nasale pyriforme opening bij een Franse bulldog

Case report

- T. BOGENHAGEN, L. STEGEN
Surgical correction of a bilateral congenital nasal pyriform aperture stenosis in a French Bulldog

Voor de praktijk

- 161 D. BLOCKX, S. PIEPERS, S. DE VliegHER
Predisponerende factoren voor mastitis bij vleeschapen

In practice

- D. BLOCKX, S. PIEPERS, S. DE VliegHER
Predisposing factors for mastitis in sheep raised for meat

Permanente vorming

- 167 W. VAN MOL, J. CLINQUART, M. PAS, J. BOKMA, B. PARDON
Pathogeen-specifieke aanpak van neonatale kalverdiarree

Continuing education

- W. VAN MOL, J. CLINQUART, M. PAS, J. BOKMA, B. PARDON
Pathogen-oriented approaches for neonatal calf diarrhea

Uit het verleden

- 182 L. DEVRIESE, C. VAN DER MEEREN
Vroege miltvuurvaccinaties in onze streken: Kruishoutem, 1885

From the past

- L. DEVRIESE, C. VAN DER MEEREN
Early anthrax vaccinations in our regions: Kruishoutem, 1885

Diergeneeskundige opleiding

- 187 L. DEVRIESE, H. DE ROOSTER
Eerstelijnsdiergeneeskunde in samenwerking met Stichting Prins Laurent

Vraag en antwoord

- 188 Hematocrietwaarden bij varkens

Uit de faculteit

- 192 Oproepen

- 194 SAVAB-nieuws en dierenartseninfo

Uit het verleden

- 181, 191,
193

Tekening cover: Lieve Okerman

Mastitis komt niet alleen bij melkschapen maar ook bij **vleeschapen** voor. Evenwel zijn niet alle schapenhouders zich daarvan bewust zoals blijkt uit het onderzoek dat in het huidige nummer wordt gepubliceerd. Meerdere predisponerende factoren voor mastitis blijken aanwezig te zijn op heel wat bedrijven en zijn vaak gerelateerd aan een gebrekkige hygiëne. Sensibilisering en verspreiding van informatie zijn nodig om de houders te informeren en de prevalentie en incidentie van mastitis ook bij vleeschapen terug te dringen (cf. pg. 161).

Tekst: Sarne De Vliegheer

VLAAMS DIERGENEESKUNDIG TIJDSCHRIFT
ISSN 0303-9021
HTTPS://OPENJOURNALS.UGENT.BE/VDT

Hoofdredacteur en verantwoordelijke uitgever: Luc Peelman
Coördinator en eindredacteur: Nadia Eeckhout
Redacteur rubriek “Uit het verleden”: Luc Devriese

Redactiecomité:

P. Bols, B. Broeckx, E. Cox, J. De Smet, W. De Spiegelaere, M. Devreese, R. Ducatelle, M. Haspeslagh, M. Hesta, K. Houf, B. Pardon, D. Paepe, I. Polis, J. Saunders, F. Van Immerseel, A. Van Soom

Druk: Graphius

Traktaatweg 8, B-9041 Oostakker

Publiciteit:

Boerenbond – Mediaservice, Diestsevest 40, B-3000 Leuven
Tel. 016 28 63 33

Inlichtingen (voor auteurs) en Abonnementen:

Nadia Eeckhout
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke
Tel. 09 264 75 13
nadia.eeckhout@UGent.be

Het Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift verschijnt 6 maal per jaar en wordt uitgegeven door de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent.

Voor intekening dient U contact op te nemen met het secretariaat van het tijdschrift: nadia.eeckhout@UGent.be; tel. 09 264 75 13; fax 09 264 77 99. Er zal u een factuur toegestuurd worden van 60 euro (+6% BTW) (abonnees in België) of 80 euro (+6% BTW) (abonnees in het buitenland). Studenten en faculteitspersoneel kunnen genieten van een gunsttarief.

De verantwoordelijkheid voor alle gepubliceerde methoden, materialen en aanbevelingen berust bij de auteurs van de betreffende bijdragen. De redactie en uitgever zijn niet verantwoordelijk voor eventuele letsels of schade als gevolg van toepassingen die daaruit voortvloeien.

Beknopte richtlijnen voor auteurs

Ieder manuscript zal qua inhoud en vorm beoordeeld worden door 2 onafhankelijke personen.

De samenvatting mag niet langer zijn dan 5% van het artikel met een max. van 150 woorden.

De literatuuuraangave **in de tekst** dient als volgt te gebeuren: de naam van de auteur(s) en het jaar van publicatie (Voorbeeld: “... werd vroeger aangetoond (Brown, 1975; Brown en Ellis, 1975; Brown *et al.*, 1975)” ofwel “Brown (1975) toonde vroeger aan dan ...”. Er is dus geen cijferaanuiding in de tekst.

In de **literatuurlijst** dienen achtereenvolgens vermeld: namen van auteur(s), initialen van voornamen, jaartal, titel van artikel, naam van tijdschrift, volume, paginering. Voorbeeld: Allan W.R., Rowson L.B., (1973). Control of the mare’s oestrus cycle by prostatic glands. *Journal of Reproduction and Fertility* 33, 539-543.

De referenties zijn alfabetisch gerangschikt. Artikels van dezelfde auteur(s) dienen per jaartal gerangschikt en in de tekst aangeduid te worden als: (1975a, 1975b)... Bij boeken dienen plaats en naam van uitgever vermeld te worden.

Editor-in-chief and publisher: Luc Peelman
Editorial office: Nadia Eeckhout
Editor “History”: Luc Devriese

Editorial board:

P. Bols, B. Broeckx, E. Cox, J. De Smet, W. De Spiegelaere, M. Devreese, R. Ducatelle, M. Haspeslagh, M. Hesta, K. Houf, B. Pardon, D. Paepe, I. Polis, J. Saunders, F. Van Immerseel, A. Van Soom

Printed by: Graphius

Traktaatweg 8, B-9041 Oostakker

Advertisements:

Boerenbond – Mediaservice, Diestsevest 40, B-3000 Leuven
Tel. 016 28 63 33

Information (for authors) and Subscriptions:

Nadia Eeckhout
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke
Tel. 09 264 75 13
nadia.eeckhout@UGent.be

The ‘Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift’ is published six times per year by the Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University. For subscriptions, please contact the administrative offices of the journal: nadia.eeckhout@UGent.be; tel. 0032 9 264 75 13; fax 0032 9 264 77 99. An invoice of 80 euros (+6% VAT) will be sent.

The responsibility for all methods, materials and recommendations published herein rests solely with the authors of the various contributions. No responsibility is assumed by the editorial staff or publisher for any resulting injury or damage.

More detailed information is available on
[HTTPS://OPENJOURNALS.UGENT.BE/VDT/](https://openjournals.ugent.be/vdt/)

Figuren en tabellen dienen contrastrijk te zijn en op afzonderlijke bijlagen te worden ingediend. De figuren moeten een grootte hebben van minstens 200 kb.

Het aantal tabellen en figuren wordt tot een noodzakelijk minimum beperkt.

Voor de figuren dienen titels en teksten gezamenlijk op een apart blad aangebracht te worden.

Overzichtsartikelen mogen niet te uitgebreid zijn (norm: max. 20 getypte bladzijden) en het aantal referenties wordt beperkt gehouden.

De auteurs gaan ermee akkoord dat hun gepubliceerd artikel hergebruikt kan worden, mits vermelding van de bron.

Verdere details kunnen verkregen worden op de redactie of op www.vdt.ugent.be

Surgical correction of a bilateral congenital nasal pyriform aperture stenosis in a French Bulldog

Chirurgische correctie van bilaterale congenitale stenose van de nasale pyriforme opening bij een Franse bulldog

T. Bogenhagen, L. Stegen

Anicura Ahlen GmbH, Bunsenstrasse 20, 59229 Ahlen, Germany

ludostegen@me.com

ABSTRACT

A four-month-old, male, intact French Bulldog was presented with bilateral purulent nasal discharge and difficulties in breathing. A congenital nasal pyriform aperture stenosis with closure of both nasal cavities was diagnosed. The aperture was surgically opened through a midline approach, and a covered metallic stent (CMS) was inserted in each nasal cavity to prevent the newly constructed airway from obstructing. Seven weeks after implantation, the left nasal cavity was obstructed by granulation tissue. Further diagnostics revealed that the left stent had migrated caudally. The aperture had to be reopened and a new stent was placed. The right stent was removed endoscopically at that time, the left stent was removed six weeks after implantation. Four weeks after the removal of the left stent, the dog had normal airflow through both nares with very mild serous nasal discharge.

SAMENVATTING

Een vier maanden oude, mannelijke Franse bulldog met klachten van bilaterale purulente neusvloeï werd doorverwezen voor verder onderzoek. Bilaterale congenitale stenose van de apertura pyriformis werd gediagnosticeerd en chirurgisch gecorrigeerd. Vervolgens werd een bedekte metaalstent ("covered metallic stent", CMS) in iedere neusopening geplaatst om herstenose te voorkomen. Zeven weken na de ingreep werd er recidief van de stenose vastgesteld ter hoogte van de linker neusopening door granulatieweefsel. Verder onderzoek toonde aan dat de linker stent naar caudaal gemigreerd was. De linker apertura werd opnieuw chirurgisch geopend en een nieuwe stent werd geplaatst. Tijdens deze ingreep werd de rechter stent endoscopisch verwijderd. De linker stent werd zes weken later eveneens verwijderd. Vier weken na het verwijderen van de linker stent kon de patiënt door beide neusgaten ademen en vertoonde milde sereuze neusvloeï.

INTRODUCTION

Craniofacial development is a well-coordinated and highly complex process. In early embryonic development, there are seven prominences forming the face. The forehead, the philtrum of the upper lip, the primary palate and the middle of the nose are produced by the frontonasal prominence whereas the sides of the nose are formed by the lateral nasal and the lower jaw by the mandibular prominences. The maxillary prominences form the lips, secondary palate and the sides of the face (Tapadia et al., 2005). Disturbances of this complex process can induce a va-

riety of abnormalities (Nemec et al., 2015). Localized congenital abnormalities of the nasal cavity are rare, and as in other organs, it is difficult to determine the actual cause (Lopez, 2006). In this case report, a malformation is described, known in human medicine as congenital nasal pyriform aperture stenosis (CNPAS). CNPAS is a rare cause of neonatal obstruction leading to respiratory distress (Moreddu et al., 2016). Both nasal cavities were surgically opened and covered metallic stents (CMS) were placed in each cavum to prevent the newly constructed airway from recurrent stenosis. To the authors' knowledge this has not been previously described.

CASE DESCRIPTION

A four-month-old, male, intact French Bulldog was presented with a six-week history of bilateral purulent nasal discharge and continuous open-mouth breathing. The owner mentioned the dog needed a thumb or a toy in his mouth before being able to fall asleep. Additionally, he displayed episodes of regurgitation. At the time of presentation, he was clearly smaller than his litter mates. Previous bacteriologic (aerobic and anaerobic) as well as fungal cultures had been performed by the referring veterinarian after which the patient was treated with an appropriate antimicrobial drug (unknown product and dosage). The nasal discharge initially improved with antimicrobial drug therapy; however recurred multiple times after discontinuing the therapy. No further diagnostic tests were performed by the referring veterinarian. On initial physical examination, the dog had a breed specific shortened skull and muzzle, with a craniofacial ratio of 0.24. His body condition score was slightly reduced (3 out of 9). An absence of airflow through both nares resulted in open-mouth breathing at a normal frequency (20/min). A laryngeal and pharyngeal stridor and bilateral purulent nasal discharge were also present. Due to the absence of airflow, a stertor was not present. The remainder of the physical examination was unremarkable. A complete blood count and serum biochemistry profile were within normal ranges. The dog was anesthetized for diagnostic imaging. Induction was initiated with an intravenous bolus of propofol (4 mg/kg, PropoVet Multidose, Ecuphar GmbH, Greifswald, Germany), followed by diazepam (0.5 mg/kg, Diazepam, Merckle, Ulm, Germany) and maintained with isoflurane (2%, Isoflo, Ecuphar GmbH, Greifswald, Germany) vaporized in oxygen.

Computed tomographic (CT) imaging was done using a 16-slice spiral CT scanner (Toshiba). The dog

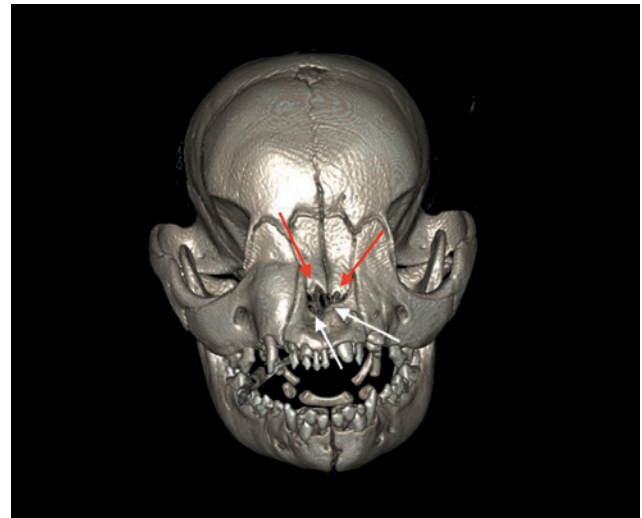


Figure 1. Three-dimensional, reconstructed CT image of the skull showing bilateral deformation of the nasal bone (red arrows) and incisive bone (white arrows).

was positioned in sternal recumbency. One-millimeter thick contiguous transverse CT skull images were obtained at 120 kV and 150 mA. The display field of view (DFOV) was 16.2 cm x 16.2 cm with a 512 x 512-pixel matrix with and without intravenous contrast (2 ml/kg, Accupaque 300, GE Healthcare Buchler GmbH & Co.KG, Braunschweig, Germany). The images were analyzed in a soft tissue window (WW 350 and WL 100) and in a bone window (WW 3500 and WL 1000). Subsequently, a multiplanar reconstructive image was created.

A severe brachycephalic deformation of the rostral cranium with a high-grade shortening of the left maxilla was shown on the CT reconstruction images. As a result of this shortening, a deformation with an oblique orientation of the incisive bone and the nasal bone was present (Figure 1). Both nasal and incisive

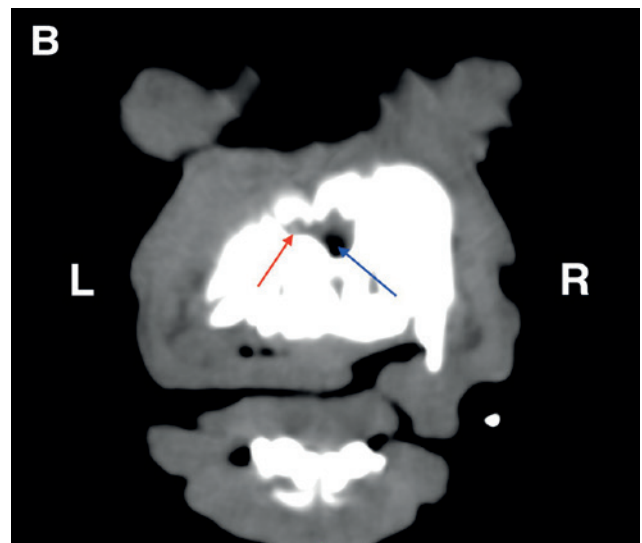


Figure 2. A. Sagittal multiplane reconstructed CT image through the left nasal cavity showing the stenotic pyriform aperture (red arrow). B. Transverse multiplane reconstructed CT image through both nasal cavities. The completely obstructed left pyriform aperture (red arrow) and the 2 mm opening of the right pyriform aperture (blue arrow) are shown.

bones had a concave shape and narrowed the nasal cavity up to a few millimeters. Additionally, both nasal cavities were narrowed further by a dense soft tissue material, closing the right nasal cavity up to 2 mm and the left cavum nasi completely. (Figures 2A and 2B). The nasal planum was developed normally. The frontal sinuses were absent on both sides and the endoturbinates showed retrograde growth into the nasofarynx.

For surgical correction, the dog was premedicated with methadon (0.5 mg/kg, Comfortan, Eurovet Animal Health B.V., the Netherlands) induced with intravenous propofol (4 mg/kg, PropoVet Multidose, EcupharGmbH, Greifswald, Germany) and anesthesia was maintained with isoflurane (2%, Isoflo, EcupharGmbH, Greifswald, Germany) vaporized in oxygen. Additionally, a constant rate infusion with fentanyl (8 µg/kg/h, Fentadon, Eurovet Animal Health B.V., the Netherlands) was administered during surgery. The procedure was performed by the first author. The dog was positioned in sternal recumbency. A midline skin incision over the nasal bone was performed. The incision was spread using Gelpi retractors. The dorsal and lateral nasal ligaments were sharply dissected and the nasal planum was dissected bluntly from the bone (Figure 3). The right opening of the cavum nasi was enlarged by removing excessive fibrous soft tissue and incisive bone as well as nasal bone. The nasal planum cartilage was macroscopically normal. The stenotic left nasal cavity was opened using a burr, and was consecutively enlarged as described above (Figures 4 and 5). The surgical field was rinsed with lukewarm, isotonic saline (NaCl 0.9%, B. Braun, Melsungen, Germany), and the incision was closed routinely. Based on preoperative CT measurements of the nasal cavity, a covered metallic stent (Conovet, Achern, Germany) of 10 mm diameter (20% larger than the estimated 8-mm end result) was placed in each cavity (Figures 6A and 6B) and correct stent placement for all three dimensions was controlled by using computed tomographic imaging (Figures 7). No intra-operative complications occurred.

The day after surgery, the dog had airflow through both nares and showed no signs of open-mouth breathing anymore. Amoxicillin-clavulanic acid (8.75 mg/kg, Synulox; Zoetis Deutschland GmbH, Berlin, Germany) and meloxicam (0.2 mg/kg, Metacam, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim/Rhein, Germany) were administered subcutaneously. The second day postoperatively, the dog was discharged and oral medication was continued with amoxicillin-clavulanic acid (12.5 mg/kg, twice daily, Synulox, Zoetis Deutschland GmbH, Berlin, Germany) and meloxicam (0.1 mg/kg, Metacam, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim/Rhein, Germany) for ten days.

Two weeks after surgical correction, the dog was reassessed in the clinic. On physical examination, he was alert and active with vital signs within nor-

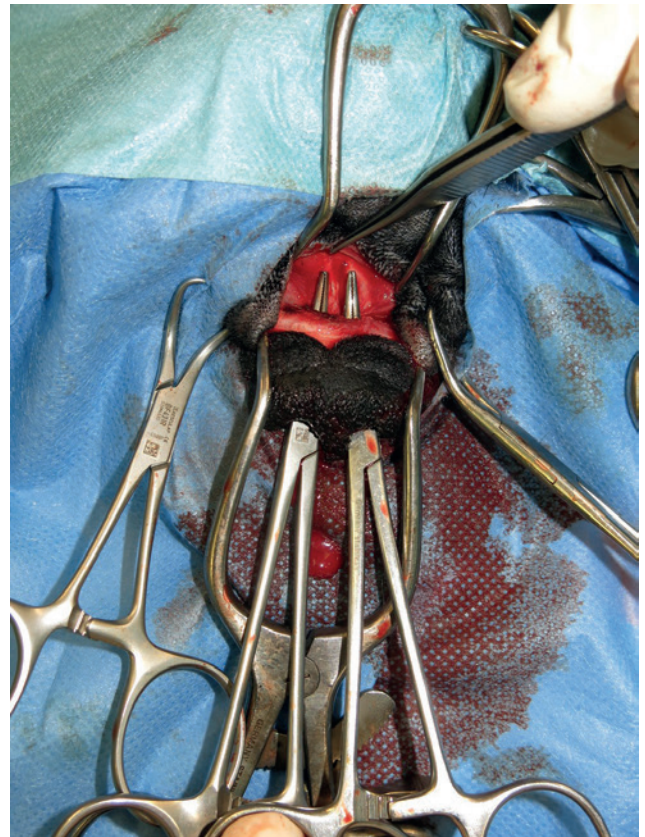


Figure 3. Intraoperative view of the dorsal midline incision. The incision was spread using Gelpi retractors, showing cranial and caudal V-shaped endings. The nasal planum was dissected bluntly from the nasal bone.

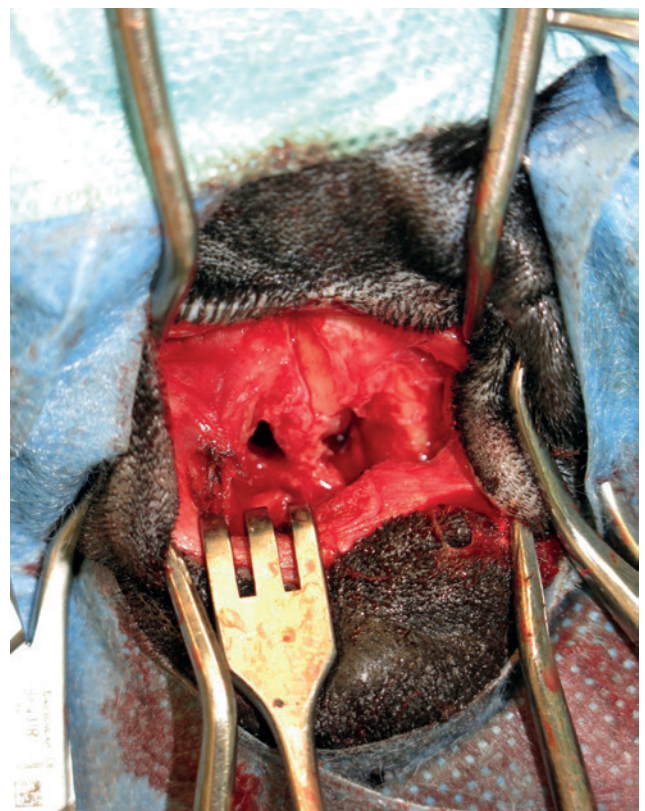


Figure 4. The stenotic nasal cavities after opening, using a burr and removing redundant soft tissue and bone.

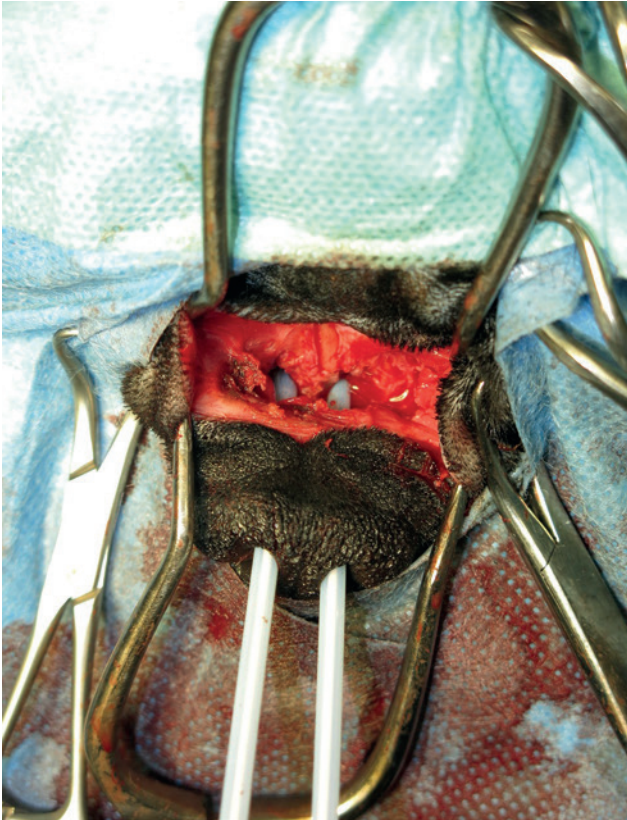


Figure 5. Assessment of the correct diameter of the newly created openings before final placement of the metallic stents.

mal ranges. He was breathing through both nares but had bilateral purulent discharge. Treatment with oral amoxicillin-clavulanic acid (12.5 mg/kg twice daily, Synulox, Zoetis Deutschland GmbH, Berlin, Germany) was restarted and continued for seven days. This resolved the purulent discharge initially but on recheck examination seven weeks later, a purulent discharge on the right side recurred and absence of nasal airflow on the left side was detected. The dog was examined under anesthesia using video endoscopy. The same anesthesia protocol of the previous CT examination was used. Endoscopic examination of the right nasal opening showed the stent in situ with a high degree of purulent discharge. The cavity was flushed with isotonic saline (NaCl 0.9%, B. Braun, Melsungen, Germany). The left cavum nasi was completely closed by granulation tissue at the level of the rostral tip of the nasal bone (rostral process), which was not visible during clinical examination. The subsequent CT showed a caudal migration of the left stent and recurrent stenosis of the left nasal cavity.

The left nasal cavity was reopened using the same technique as before. The migrated stent was removed and a new stent of the same dimension was inserted. The right stent was removed. The dog made an uneventful recovery. The newly placed left stent was removed six weeks after implantation.

Five months after implantation of the first stent

and four weeks after removing of the left stent, the dog was bright, alert and normal airflow through both nares with very mild serous nasal discharge was detected on physical examination. His reduced body condition had improved (5 out of 9) and the owner reported very rare episodes of regurgitation after surgery. Furthermore, during walks and during sleeping, the dog could breathe through his nose.

DISCUSSION

In the case presented here, a rare congenital abnormality of the nose was diagnosed in a four-month-old French Bulldog. Intranasal anomalies leading to anatomical obstruction of the intranasal airways in brachycephalic breeds are well described (Oechtering et al., 2016). This malformation called CNPAS, clinically first described in 1989 in human medicine, has not been described in dogs yet.

Craniofacial formation is a very complex and exact concerted process. Impairment of this developmental process can induce a variety of abnormalities (Nemec et al., 2015). In humans, this rare condition occurs in newborns and is caused by a premature fusion and overgrowth of the nasal medial processes of the maxilla; however, the exact etiology remains unclear (Brown et al., 1989; Belden et al. 1999). Depending on the severity of the patient's symptoms conservative treatment can be attempted. Nevertheless, in most cases, surgery is required (Moreddu et al., 2016). Since there was a complete closure of the aperture in this French Bulldog, surgery was required and the goal of treatment was to allow nasal breathing, to reduce the upper airway resistance and consequently to increase quality of life. To enable sufficient nasal breathing, the nasal bone was opened using a burr, and subsequently the obstructing soft tissue was removed. The primary goal after surgical opening of the nose was to prevent recurrent stenosis due to stricture formation or granulation tissue. Surgical treatment for humans with CNPAS is classically followed by nasal stenting in order to maintain patency and prevent adhesions of the newly established airway (Chander et al., 2015; Moreddu et al., 2016). For intraluminal stent placement in the trachea, a 10%-20% greater stent diameter than the maximum diameter is recommended to prevent stent migration (Beal, 2013). Therefore, a stent 20% larger than the estimated diameter of the new nasal openings was chosen in this clinical case. Despite this larger diameter, the left nasal stent migrated caudally, granulation tissue closed the surgical opening again and surgical intervention was required. The strong negative inspiratory breathing pressure of brachycephalic dogs might have facilitated the caudal migration of the stent. The left nasal cavity had to be reopened, the stent removed and a new one inserted. Retrospectively, the new bony opening of the left nasal cavity was not enlarged adequately. Therefore,

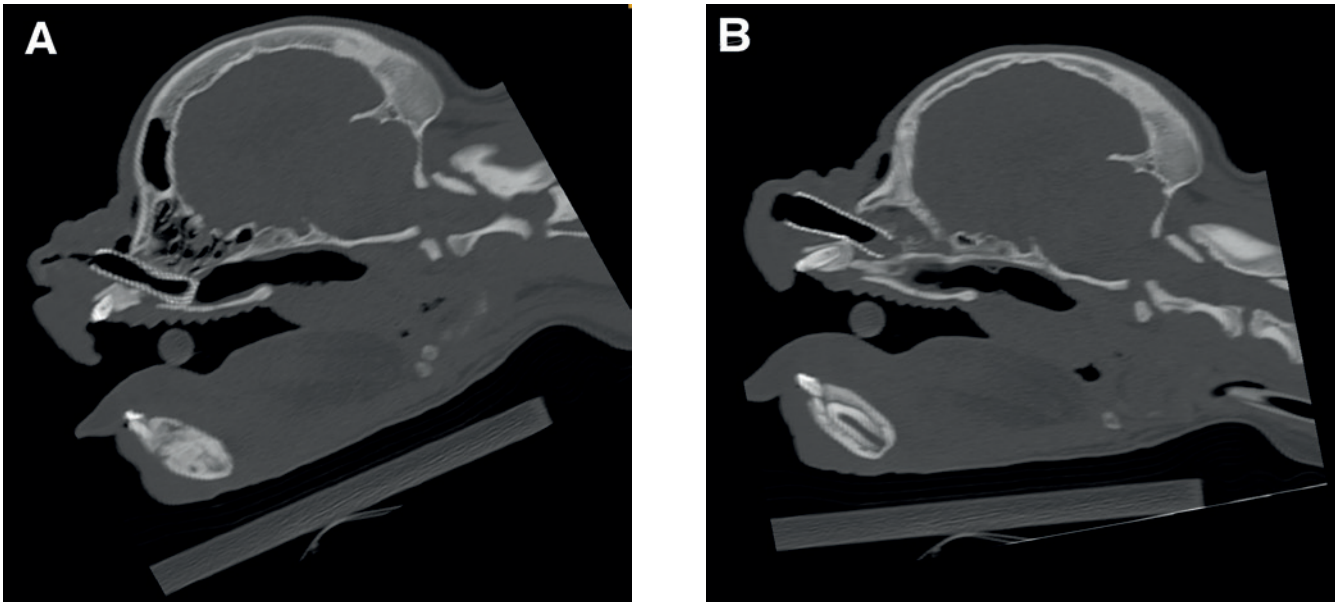


Figure 6. Sagittal reconstructed CT image after placement of both metallic stents into the nasal cavity. **A.** The right nasal stent. **B.** The left stent in situ.

the original stent could not expand sufficiently and subsequently did not come into full contact with the caudally located mucosa in the somewhat larger diameter nasal cavity, which can cause infection. During the second procedure, the newly created opening was slightly larger. The same diameter stent could therefore expand more than previously, made better contact with the caudal nasal mucosa, and consequently, might have prevented stent migration.

For the treatment of nasopharyngeal stenosis and imperforate nasopharynx, placement of uncovered (UMS) and covered metallic nasal stents have been described. CMS seem to prevent tissue ingrowth, bending and stent fracture, but unlike UMS, they are not incorporated in the mucosa and therefore, foreign body reaction and infection are more likely to occur (Burdick et al., 2018). Even in humans, given the rarity of the disease, no standard for the size and duration of post-surgical stenting period has been described, but nasal stents are generally left in place for two to four weeks (Moreddu et al., 2016). In this case, CMS were chosen to prevent abundant granulation tissue ingrowth and recurrent stenosis of the nasal cavity.

Although pathogenic infections are usually not increased after correct tracheal stent placement (Lesnikowski et al., 2020), an infection might have caused problems after intraluminal nasal stenting in this patient. The purulent discharge occurred on both sides after stent placement. The lack of contact between stent and mucosa leads to accumulation of mucus, fluid, tissue and subsequent infection. In tracheal stenting, bacterial infection has been associated with a decreased mucosal integration thus resulting in coughing or stent migration (Durant et al., 2012). The lack of contact between the stent and nasal mucosa in this case might have facilitated stent migration in the

left cavum nasi. In tracheal stenting, inflammatory tissue formation that may or may not be associated with bacterial tracheitis has been a documented problem in some dogs undergoing stent placement. Some animals with this complication may respond to antimicrobial treatment followed by corticosteroid therapy (Beal, 2013). In the dog of the present case, purulent nasal discharge improved initially with antimicrobial treatment but resolved only after stent removal. Corticosteroid therapy was not considered in this patient. Since there is only limited benefit of performing cytology bacterial culture of nasal discharges to diagnose bacterial infection and guide the antimicrobial

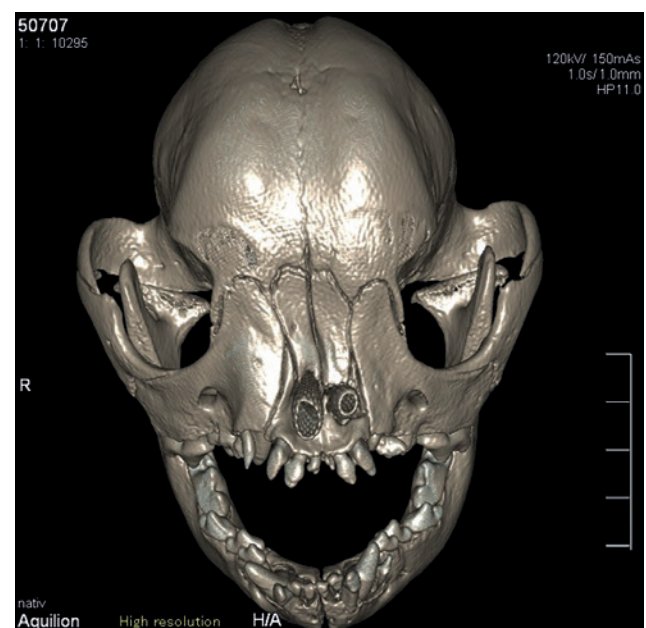


Figure 7. Three-dimensional reconstructed CT image (front view) after placement of both metallic stents.

choice, no further bacteriological examination was performed and a therapy with amoxicillin-clavulanate as a first-line antimicrobial treatment option was chosen (Lappin et al., 2017). Retrospectively, in the view of antimicrobial resistance, a local lavage might have been sufficient.

The concurrent prevalence of gastrointestinal tract problems accompanied by upper respiratory disease in brachycephalic breeds is well established (Poncet et al., 2005). The initial examination of this dog showed him to have retarded growth and a slightly reduced body condition with frequent episodes of regurgitation. The absence of nasal air passage resulted in highly increased negative lower airway pressure and therefore worsened his gastrointestinal signs. (Freiche et al., 2021; Poncet et al., 2006). After surgical treatment of the nasal airway passage, the gastrointestinal clinical signs resolved, and subsequently his body condition improved.

CONCLUSION

Despite stent migration in this case, placement of a CMS prevented the nasal cavity from closing and patency was maintained after corrective surgery. Further cases are necessary to evaluate the use of these stents to treat similar malformations.

LITERATURE

- Beal, M. W. (2013). Tracheal stent placement for the emergency management of tracheal collapse in dogs. *Topics in Companion Animal Medicine* 28, 106-111.
- Belden, C.J., Mancuso, A.A., Schmalfuss, I.M. (1999). CT features of congenital nasal piriform aperture stenosis: initial experience. *Radiology* 213 (2), 495-501.
- Brown, O.E., Myer, C.M., Manning, S.C. (1989). Congenital nasal pyriform aperture stenosis. *Laryngoscope* 99, 86-91.
- Burdick, S., Berent, A. C., Weisse, C., Palma, D., Asprea, L., Lamb, K., Tozier, E. (2018). Interventional treatment of benign nasopharyngeal stenosis and imperforate nasopharynx in dogs and cats: 46 cases (2005-2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 253, 1300-1308.
- Chander, K. S., Komala, J., Reddy, R., Umair, M., Rajender, K., Venkatesh, K. (2015). Prosthetic rehabilitation of bilateral external nasal valve area after nasal reconstruction for a congenitally missing nose: A clinical report. *Journal of International Oral Health* 7, 80-82.
- Durant, A. M., Sura, P., Rohrbach, B., Bohling, M. W. (2012). Use of nitinol stents for end-stage tracheal collapse in dogs. *Veterinary Surgery* 41, 807-817.
- Freiche V., German A.J. (2021). Digestive diseases in brachycephalic dogs. *Veterinary Clinics of North America, Small Animals* 51, 61-78.
- Lappin, M.R., Blondeau, J., Booth, D., Breitschwerdt, E.B., Guardabassi, L., Lloyd, D.H., Papich, M.G., Rankin, S.C., Sykes, J.E., Turnidge, J., Weese, J.S. (2017). Antimicrobial use guidelines for treatment of respiratory tract disease in dogs and cats: antimicrobial guidelines working group of the international society for companion animal infectious diseases. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 31 (2), 279-294.
- Lesnikowski, S., Weisse, C., Berent, A., Le Roux, A., Tozier, E. (2020). Bacterial infection before and after stent placement in dogs with tracheal collapse syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 34, 725-733.
- Lopez, A. (2006). Respiratory system. In: McGavin, M. D. and Zachary, J. F. (editors). *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. Fourth edition, Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri, p. 463-558.
- Moreddu, E., Le Treut-Gay, C., Triglia, J.M., Nicollas, R. (2016). Congenital nasal pyriform aperture stenosis: Elaboration of a management algorithm from 25 years of experience. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 83, 7-11.
- Nemec, A., Daniaux, L., Johnson, E., Peralta, S., Verstraete, F. J. M. (2015). Craniomaxillofacial abnormalities in dogs with congenital palatal defects: computed tomographic findings. *Veterinary Surgery* 44, 417-422.
- Oechtering, G.U., Pohl, S., Schlueter, C., Lippert, J.P., Alef, M., Kiefer, I., Ludewig, E., Schuenemann, R. (2016). A novel approach to brachycephalic syndrome. evaluation of anatomical intranasal airway obstruction. *Veterinary Surgery* 45, 165-172.
- Poncet, C. M., Dupre, G. P., Freiche, V. G., Estrada, M. M., Poubanne, Y. A., and Bouvy, B. M. (2005). Prevalence of gastrointestinal tract lesions in 73 brachycephalic dogs with upper respiratory syndrome. *The Journal of Small Animal Practice* 46, 273-279.
- Poncet, C.M., Dupre, G.P., Freiche, V.G., et al. (2006). Long-term results of upper respiratory syndrome surgery and gastrointestinal tract medical treatment in 51 brachycephalic dogs. *The Journal of Small Animal Practice* 47, 137-142.
- Tapadia, M. D., Cordero, D. R., Helms, J. A. (2005). It's all in your head: new insights into craniofacial development and deformation. *Journal of Anatomy* 207, 461-477.



© 2022 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of

the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Predisponerende factoren voor mastitis bij vleeschapen

Predisposing factors for mastitis in sheep raised for meat

D. Blockx, S. Piepers, S. De Vliegheer

M-team UGent, Vakgroep Inwendige Ziekten, Voortplanting en Populatiegeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

Sarne.Devliegheer@UGent.be

SAMENVATTING

Mastitis bij vleeschapen is een ernstige ziekte die vaak fataal is. In dit onderzoek wordt het voorkomen van de ziekte beschreven met klemtoon op de predisponerende factoren. Aan Vlaamse en Nederlandse schapenhouders werd in een enquête gevraagd of predisponerende factoren al dan niet aanwezig zijn op hun bedrijf, alsook werd hun kennis van mastitis en de bijhorende factoren in kaart gebracht. De aanwezigheid van predisponerende factoren op de bedrijven varieerde sterk. Risicofactoren, zoals gebrekkige mestverwijdering (aanwezig op 90% van de bedrijven), overbevolking in de stallen (26%), gebrek aan ontworming (58%), een groot aandeel oudere ooiën in de veestapel (30%) en melken zonder handschoenen (50%) waren prominent aanwezig. Andere factoren, zoals buiten lammeren (5%), een gebrek aan stalventilatie (15%), het niet-voederen van krachtvoer (5%) en de aanwezigheid van stress (4%) werden door de schapenhouders wel goed vermeden. Tot slot werd op basis van tien kennisvragen aan elke schapenhouder een score toegekend. De gemiddelde score bedroeg 4,1/10. Uit dit onderzoek blijkt dat er ruimte is voor verbetering van de kennis van schapenhouders wat betreft de factoren die mastitis kunnen veroorzaken bij de ooi.

ABSTRACT

Mastitis in sheep bred for meat is a severe disease that is often fatal. In this study, the prevention of this disease by determining the predisposing factors was targeted. In a survey, sheep farmers from Flanders and the Netherlands were asked about the presence of predisposing factors for mastitis on their farms; in addition, their knowledge of the disease and the corresponding predisposing factors was questioned. The presence of predisposing factors for mastitis varied widely. Factors, such as deficient manure removal (present on 90% of the farms), overpopulation in the sheds (26%), deficient deworming (58%), a high proportion of older ewes in the flock (30%) and milking without gloves (50%) were notably present. Other factors, such as lambing outdoors (5%), deficient ventilation in the sheds (15%), not giving concentrate feed (5%) and the presence of stress (4%) were well avoided by the sheep farmers. Finally, a score was assigned to each sheep farmer based on ten knowledge questions. An average score of 4.1/10 was obtained. In this study, it is shown that there is room for improvement of the sheep farmers' knowledge of the factors that can cause mastitis in the ewe.

INTRODUCTIE

Mastitis of uierontsteking kan voor grote problemen zorgen op vleeschapenbedrijven (Gelasakis et al., 2015). Aangezien therapieën vaak falen, is preventie het sleutelwoord om deze ziekte aan te pakken. Om mastitis bij het schaap te voorkomen, moet men

zich bewust zijn van de predisponerende factoren, zodat deze vermeden kunnen worden.

Er zijn zowel schaap- als omgevingsgebonden factoren die predisponerend voor mastitis werken. Deze studie is vooral gericht op omgevingsgerelateerde factoren, waaronder het management, omdat de veehouder deze zelf naar zijn hand kan zetten. Verder

wordt gefocust op de factoren die relevant zijn voor schapen in de vleessector.

Klimaat

Slechte weersomstandigheden, zoals regen en wind, hebben een negatief effect op de immuniteit van het dier (Vasileiou et al., 2019a; Vasileiou et al., 2019b). Daarnaast kunnen lage en hoge temperaturen, met name temperaturen buiten de thermoneutrale zone van schapen (- 5°C tot +15°C), het aantal leukocyten in het bloed verlagen (Vasileiou et al., 2019a; Vasileiou et al., 2019b).

Voeding

Een tekort aan energieopname tijdens de (late) dracht en de lactatie kan ervoor zorgen dat een ooi in een negatieve energiebalans terechtkomt (Barbagianni et al., 2015). Hierdoor stijgt de ketonenconcentratie in het bloed, wat de proliferatie van neutrofielen en de werking van lymfocyten onderdrukt (Vasileiou et al., 2019b).

Ook een tekort aan vitamine A, zink en selenium kan de immuniteit van de ooi onderdrukken, waardoor mastitis makkelijker zal ontstaan (Gelasakis et al., 2015; Vasileiou et al., 2019b).

Huisvesting en hygiëne

De infectiedruk in de stal wordt bepaald door de stalgrootte, de stalstructuur en de hygiëne. Een ooi die minder dan 1,5m² plaats heeft, geeft minder melk en heeft een hoger celgetal (Caroprese et al., 2008), wat de beschikbaarheid van melk voor de lammeren kan beïnvloeden. Zowel overbevolking als geringe ventilatie zorgt voor een stijging van het aantal bacteriën in de stallen, omdat bacteriën makkelijker vermenigvuldigen in een vochtig milieu (Gelasakis et al., 2015; Vasileiou et al., 2019b). Ook een harde ondergrond, zoals beton en roostervloeren, kunnen zorgen voor klauwproblemen die op hun beurt kunnen leiden tot mastitis doordat de ooi langer op de grond blijven liggen en zo de uier langer contact maakt met omgevingsbacteriën die de speen kunnen binnendringen (Cooper et al., 2016; Vasileiou et al., 2019b).

Relatie veehouder – schaap

Stress in de stal maakt de ooiën meer vatbaar om mastitis te ontwikkelen doordat er massaal glucocorticoïden vrijkomen in het lichaam (Manuja et al., 2012). Ook het melken van ooiën zonder het dragen van handschoenen, wat bijvoorbeeld gedaan wordt voor het verkrijgen van colostrum (zodat de veehouder kan weten hoeveel het lam gedronken heeft), is predisponerend voor mastitis omdat er stafylokokken kunnen worden overgedragen van de handen van de veehouder naar de uier (Mavrogianni et al., 2006; Vasileiou et al., 2019b).

Schaapgebonden factoren

Schaapgebonden factoren, zoals een slechte algemene gezondheid van het dier (worminfecties, drachtigheidstoxemie, ecthyma, etc.), grote worpgroottes (>2 lammeren) en een hoge pariteit zijn predisponerend voor mastitis (Arsenault et al., 2008; Cooper et al., 2016; Gelasakis et al., 2015; Grant et al., 2016; Waage en Vatn, 2008). Deze twee laatste zijn predisponerend omwille van de hoge belasting van de uier die gevoeliger wordt voor binnendringende bacteriën.

MATERIAAL EN METHODEN

Studiepopulatie

Om een representatieve studie te bekomen, werd geprobeerd om zo veel mogelijk bedrijven te bereiken. Er werd een e-mail verzonden naar 47 vleesschapenhouders (28 Vlamingen, 19 Nederlanders) met een link naar de onlinevragenlijst. Enkele dagen later werd de link naar de enquête ook op sociale media geplaatst.

Enquête

De enquête werd opgemaakt met Google Formulieren en bestond uit een onlinevragenlijst van 41 vragen, verdeeld over vier secties. De eerste sectie bestond uit een inleiding en algemene vragen over de schapenhouder en het bedrijf zelf. De tweede sectie, genaamd 'mastitis', bevroeg de kennis van de schapenhouder van mastitis en de prevalentie op het bedrijf volgens de veehouder. De derde sectie was een vragenlijst betreffende de op literatuur gebaseerde predisponerende factoren van mastitis. In deze sectie werd gevraagd naar de aanwezigheid van de factoren op de bedrijven. De vierde en laatste sectie bestond uit een vragenlijst over de predisponerende factoren die de kennis van de veehouder test.

Data-analyse

Sectie 1 van de enquête, de inleiding en de informatieverzameling over de schapenhouders en hun bedrijf, werd grafisch omgezet om meer inzicht te verkrijgen in het schapenras, de lammerperiode, etc. De kennis van de veehouder van mastitis van sectie 2 werd omgezet in grafieken met percentages met behulp van Excel (Microsoft, versie 2018). Daarna werd berekend hoeveel schapenhouders aan een vorm van preventie van mastitis deden en werd nagegaan wat deze precies inhield. Tot slot werd ook de prevalentie van mastitis volgens de schapenhouder berekend. Sectie 3, de aanwezigheid van de op de literatuur gebaseerde predisponerende factoren op de bedrijven (verkregen uit meerkeuze-antwoorden), werd volledig omgezet naar percentages en grafieken met behulp van Excel. Daarnaast moesten de antwoorden op

nog enkele open vragen individueel bekeken worden.

De laatste sectie die de kennis van de veehouder bevroeg, kon ook volledig grafisch omgezet worden. Er werden in totaal tien meerkeuzekennisvragen gesteld met telkens vier keuzemogelijkheden. Elke vraag uit deze laatste sectie bevatte één antwoord dat (het meest) juist was volgens de literatuur. Per schapenhouder werd individueel nagegaan hoeveel van deze tien vragen hij of zij juist kon beantwoorden. Op deze manier werd aan elke schapenhouder een score op 10 toegekend. Nadat de score van elke schapenhouder werd berekend, werden alle scores samen opgeteld en gedeeld door het aantal deelnemers, waarna een gemiddelde score kon bekomen worden.

Descriptieve analyse

In totaal werden er 145 enquêtes beantwoord waarvan er 129 geldig waren. De overige 16 beantwoorde vragenlijsten werden niet opgenomen in de studie omwille van de volgende redenen: Er moest een minimum aantal schapen aanwezig zijn op het bedrijf. Een bedrijf waar minder dan tien ooiën ouder dan zes maanden op hetzelfde moment werden gehouden, werd geklasseerd als een hobbybedrijf (DGZ, 2019). Dertien van de zestien verwijderde enquêtes vielen onder deze definitie van hobbybedrijf en werden niet weerhouden voor verdere data-analyse. De overige drie vragenlijsten werden niet opgenomen omwille van inconsistentie in de antwoorden. Daaronder wordt begrepen het onzorgvuldig (geen of onmogelijke antwoorden) invullen van de vragenlijst.

De verdeling van de rassen, de grootte en de lammerperiodes van de participerende bedrijven worden weergegeven in respectievelijk Figuur 1, 2 en 3.

RESULTATEN

De resultaten van de enquête worden samengevat in Tabel 1.

In deel 1 van de enquête werd aan de schapenhouders gevraagd of ze preventieve maatregelen tegen mastitis op hun bedrijf nemen, waarop 26% van de schapenhouders “ja” antwoordde. Enkele voorbeelden van deze preventieve maatregelen (gerangschikt van het meest naar het minst voorkomend antwoord): 1. een goede hygiëne in de stal door geregeld bij te strooien, 2. kwaliteitsvolle voeding, 3. selectie van de ooiën, 4. het gebruik maken van pleegmoeders, 5. het dagelijks voelen aan de uiers en 6. vaccineren.

De gemiddelde prevalentie van mastitis volgens de veehouders was 5,2%. Dit percentage is het aantal mastitisgevallen dat werd vastgesteld door de schapenhouders zelf of door de dierenarts over een tijdsperiode die gelijk is aan de afgelopen lammerperiode, die bedrijfsafhankelijk is.

Er werden tien kennisvragen gesteld: de eerste vraag betrof de oorzaak van mastitis, de tweede de

symptomen van mastitis en de acht volgende vragen betroffen predisponerende factoren van mastitis. De schapenhouders scoorden gemiddeld 4,1/10. De laagst behaalde score is 0/10 en de hoogst behaalde score is 9/10.

De kennis van de schapenhouders van mastitis was aldus uiteenlopend. Drieëntachtig procent van de schapenhouders wist aan te duiden dat mastitis wordt veroorzaakt door bacteriën die de speen binnendringen. Slechts 20% van de schapenhouders kon alle symptomen aanduiden die geassocieerd zijn met mastitis. Symptomen zoals een pijnlijke uier werden goed herkend, maar andere symptomen zoals manken waren voor de ondervraagde schapenhouders moeilijker te linken aan mastitis.

DISCUSSIE

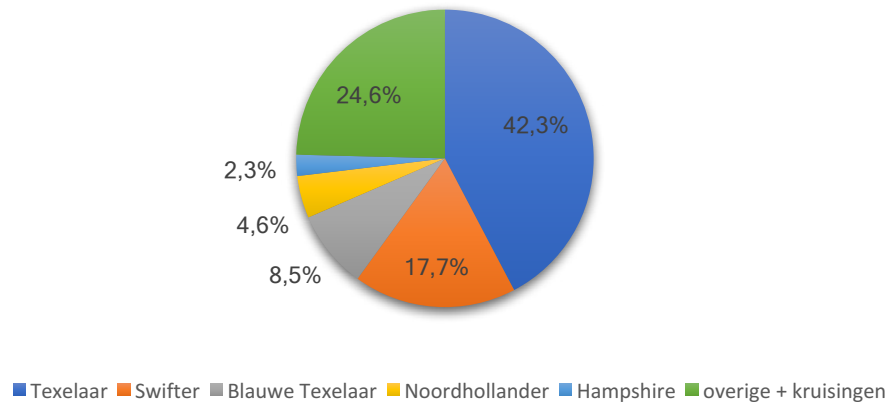
Deze studie naar predisponerende factoren voor mastitis bij vleeschapen was gericht op factoren die gelinkt zijn aan management en omgeving. Er kan echter niet gegarandeerd worden dat het vermijden van deze predisponerende factoren effectief zal zorgen voor een daling van de prevalentie en incidentie van mastitis. Er zijn ook schaapgebonden predisponerende factoren die in het voorliggende onderzoek niet aan bod zijn gekomen. Een studie in Nederland, waarin de kennis van melkveehouders van mastitis werd onderzocht, toonde wel aan dat na het updaten van de kennis van de veehouders het celgetal in de melk daalde met 15 000 cellen/ml over een periode van vijf jaar (Jansen et al., 2010; van den Borne et al., 2014). Eveneens werd in een Australische studie aangetoond dat de manier waarop schapenhouders hun ooiën onderhouden en verzorgen het welzijn van de dieren kan beïnvloeden (Munoz et al., 2019).

In talrijke onderzoeken werd het effect van managementpraktijken op mastitis aangetoond, maar er bestaan nog andere factoren die een invloed hebben op de prevalentie en incidentie van mastitis op een bedrijf. Volgens een Nederlandse studie kunnen de attitude en het gedrag van de melkveehouder mede het verschil in prevalentie van mastitis verklaren (Jansen et al., 2009).

Uit de resultaten van de voorliggende enquête blijkt dat veel predisponerende factoren niet gekend zijn door de schapenhouders. De factor hygiëne daarentegen wisten de meeste schapenhouders (79%) wel aan te duiden als predisponerende factor. Uit de resultaten van deze studie is echter gebleken dat de hygiëne in veel van de bedrijven ondermaats is (gebrekkige mestverwijdering), wat contradictorisch is. Dit kan eventueel verklaard worden door de houding en het karakter van de schapenhouder (Jansen et al., 2009).

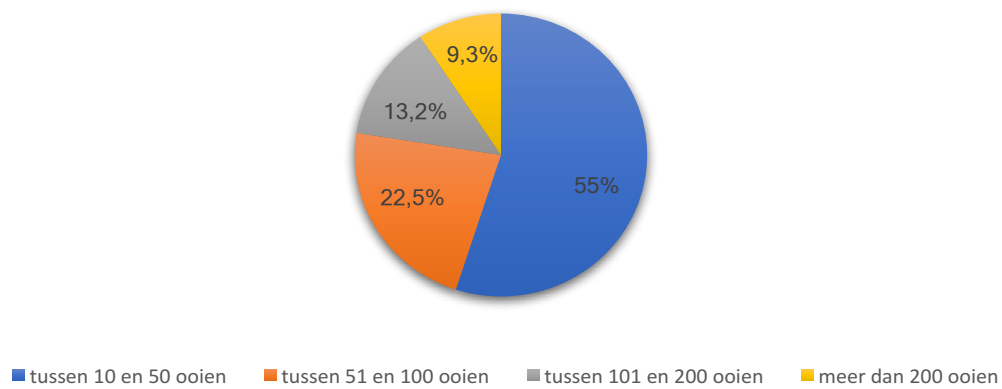
Een vervolgstudie na het updaten van de kennis van de schapenhouders zou interessant zijn om de verschillen in de kennis en in de aanwezigheid van de predisponerende factoren op hun bedrijf te achterha-

Schape­ras



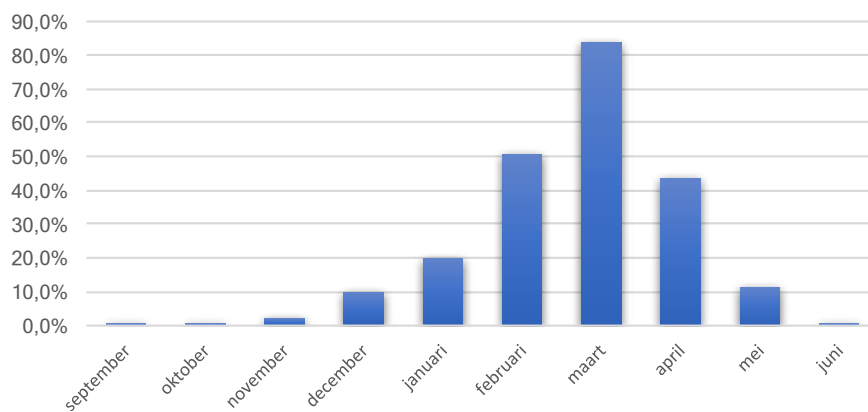
Figuur 1. Overzicht van de schape­ras­sen.

Aantal ooien op het bedrijf



Figuur 2. Overzicht van de grootte van de bedrijven.

Lammerseizoen



Figuur 3. Overzicht van de lammerperiodes.

Tabel 1. Overzicht van de aanwezigheid van predisponerende factoren en de kennis van de schapenhouders.

Predisponerende factor		% aanwezig gevonden	% kennis van factor*
Weer en klimaat	Buiten lammeren	5,4%	
	Lammeren en ooi snel buiten laten (<1 week leeftijd)	14%	
Stalinfrastructuur en stalklimaat	Harde ondergrond, roostervloer en/of organische bedding	21,7%	
	Geen ventilatie in de stal	14,6%	} 27%**
	Overbevolking (<2m ² per schaap)	26,5%	
Hygiëne	Gebrekkige mestverwijdering (<1 keer per week)	90,8%	
	Melken zonder handschoenen	50%	} 79,2%
Voeder	Geen krachtvoer	5,4%	
	Geen krachtvoer tijdens late dracht en lactatie	36,9%	19%
	(Tekort aan) vitaminen en mineralen - Geen likblok/likemmer - Geen vitamine supplementen	73,1% 96,2%	45%
Kudde	Veel (>1/2) oudere ooiën in de kudde (3 of meer keer gelammerd)	30%	
	Weinig enters in de kudde (<1/4)	85%	35%
Management	Veel lammeren per ooi (geen gebruik van pleegmoeders)	28%	28%
	Zichtbare stress onder de dieren	4%	61%
	Geen ontworming	58,5%	14%

* Deze kolom geeft de percentages van de veehouders weer die zich bewust zijn dat de factor predisponerend is voor mastitis. Zie (**) voor een voorbeeld.

** Verduidelijking: 27% van de schapenhouders is er zich van bewust dat stalinfrastructuur en stalklimaat een invloed kunnen uitoefenen op het ontstaan van mastitis bij de ooi.

len. Door de grote deelname aan de enquête werden er in deze studie interessante resultaten bekomen die benut kunnen worden in een vervolgstudie.

Hoewel er door middel van de online-opzet veel schapenhouders in België en Nederland konden bereikt worden, bleef er bij de auteurs een bepaalde onzekerheid bestaan over de participanten en de resultaten. Er werden namelijk geen bedrijfsbezoeken georganiseerd, waardoor de resultaten van de studie enkel gebaseerd zijn op de antwoorden van de schapenhouders. Een opvolgstudie waarbij bedrijven worden bezocht, zou hier nuttige informatie kunnen opleveren.

Om zoveel mogelijk participanten te kunnen bereiken, werd geen at random-selectie gemaakt van de Vlaamse en Nederlandse schapenbedrijven, waardoor er een zekere vorm van selectiebias aanwezig was.

Daarnaast waren er enkele beperkingen in de en-

quête zelf. De vraag over de kennis van de schapenhouder van de predisponerende factor 'weer en klimaat' werd in de enquête niet opgenomen, waardoor hierover geen gegevens beschikbaar zijn. Bovendien was de vraag over de aanwezigheid van stress onder de dieren op de bedrijven louter subjectief. Ter info werd aan de schapenhouders een korte beschrijving van een gestresseerd dier gegeven, maar dit is voor individuele interpretatie vatbaar. Tot slot werden geen bedrijfsbezoeken georganiseerd, wat bijvoorbeeld het meten van worminfecties en mineralentekorten onmogelijk maakte. Dit werd gecompenseerd in de enquête door te informeren naar ontworming en mineralen-supplementatie.

Ondanks enkele beperkingen heeft deze studie toch voor interessante inzichten gezorgd mede dankzij de grote participatie van de schapenhouders.

CONCLUSIE

Uit deze verkennende studie is gebleken dat er nog veel nood is aan het verspreiden van informatie onder de schapenhouders rond mastitispreventie. Er is een duidelijk gebrek aan kennis van de predisponerende factoren. Een goede kennis van de schapenhouder kan ervoor zorgen dat de prevalentie en incidentie van mastitis op het bedrijf dalen (Jansen et al., 2009; Jansen et al., 2010; Rahman et al., 2018). Het is belangrijk om zich te realiseren dat het gebrek aan kennis voor een verhoogde prevalentie van mastitis op een schapenbedrijf kan zorgen. Er zijn echter verdere studies nodig om te bepalen hoe schapenhouders het beste gesensibiliseerd kunnen worden en om voor en na de bijscholing het verschil aan te tonen in de aanwezigheid van predisponerende factoren en in de kennis van de schapenhouders op lange termijn.

LITERATUUR

- Arsenault J., Dubreuil P., Higgins R., Bélanger D., (2008). Risk factors and impacts of clinical and subclinical mastitis in commercial meat-producing sheep flocks in Quebec, Canada. *Preventive Veterinary Medicine* 87, 373-393.
- Barbagianni M.S., Mavrogianni V.S., Katsafadou A.I., Spanos S.A., Tsioli V., Galatos A.D., Nakou M., Valasi I., Gouletsou P.G., Fthenakis G.C., (2015). Pregnancy toxemia as predisposing factor for development of mastitis in sheep during the immediately post-partum period. *Small Ruminant Research* 130, 246-251.
- Caroprese M., Annicchiarico G., Schena L., Muscio A., Migliore R., Sevi A., (2008). Influence of space allowance and housing conditions on the welfare, immune response and production performance of dairy ewes. *The Journal of dairy research* 76, 66-73.
- Cooper S., Huntley S.J., Crump R., Lovatt F., Green L.E., (2016). A cross-sectional study of 329 farms in England to identify risk factors for ovine clinical mastitis. *Preventive Veterinary Medicine* 125, 89-98.
- DGZ, D.G.V., (2019). Wie is hobbyhouder (amateurkweker) van dieren? <https://www.dgz.be/faq/wie-hobbyhouder-amateurkweker-van-dieren> (accessed 12/11/2020 2020).
- Gelasakis A.I., Mavrogianni V.S., Petridis I.G., Vasileiou N.G.C., Fthenakis G.C., (2015). Mastitis in sheep – The last 10 years and the future of research. *Veterinary Microbiology* 181, 136-146.
- Grant C., Smith E.M., Green L.E., (2016). A longitudinal study of factors associated with acute and chronic mastitis and their impact on lamb growth rate in 10 suckler sheep flocks in Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine* 127, 27-36.
- Jansen J., van den Borne B.H., Renes R.J., van Schaik G., Lam T.J., Leeuwis C., (2009). Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: the influence of farmers' attitudes and behaviour. *Preventive Veterinary Medicine* 92, 210-223.
- Jansen J., van Schaik G., Renes R.J., Lam T.J., (2010). The effect of a national mastitis control program on the attitudes, knowledge, and behavior of farmers in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 93, 5737-5747.
- Manuja B., Manuja A., Aich P., (2012). Stress and its impact on farm animals. *Frontiers in Bioscience E4*, 1759-1767.
- Mavrogianni V., Cripps P., Tzora A., Skoufos I., Fthenakis G., (2006). Effects of hand milking on the bacterial flora of mammary gland and teat duct of ewes. *The Journal of dairy research* 73, 353-356.
- Munoz C.A., Coleman G.J., Hemsworth P.H., Campbell A.J.D., Doyle R.E., (2019). Positive attitudes, positive outcomes: The relationship between farmer attitudes, management behaviour and sheep welfare. *PLOS ONE* 14, e0220455.
- Rahman M., Sarker Y., Parvej M., Parvin A., Rimon M., Tarafder M., Sultana S., Saha A., (2018). Farmers' knowledge, attitude and practices of mastitis in dairy cows at selected areas of bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine* 16.
- van den Borne B.H., Jansen J., Lam T.J., van Schaik G., (2014). Associations between the decrease in bovine clinical mastitis and changes in dairy farmers' attitude, knowledge, and behavior in the Netherlands. *Research in Veterinary Science* 97, 226-229.
- Vasileiou N.G.C., Giannakopoulos A., Cripps P.J., Ioannidi K.S., Chatzopoulos D.C., Gougoulis D.A., Billinis C., Mavrogianni V.S., Petinaki E., Fthenakis G.C., (2019a). Study of potential environmental factors predisposing ewes to subclinical mastitis in Greece. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* 62, 40-45.
- Vasileiou N.G.C., Mavrogianni V.S., Petinaki E., Fthenakis G.C., (2019b). Predisposing factors for bacterial mastitis in ewes. *Reproduction in Domestic Animals* 54, 1424-1431.
- Waage S., Vatn S., (2008). Individual animal risk factors for clinical mastitis in meat sheep in Norway. *Preventive Veterinary Medicine* 87, 229-243.



© 2022 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of

the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Pathogen-oriented approaches for neonatal calf diarrhea

Pathogeen-specifieke aanpak van neonatale kalverdiarree

W. van Mol, J. Clinquart, M.L. Pas, J. Bokma, B. Pardon

Department of Internal Medicine, Reproduction and Population Medicine
Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

wouter.vanmol@ugent.be

ABSTRACT

Neonatal calf diarrhea (NCD) is the leading health concern in calves during the first weeks of their lives. In this narrative review, the potential for pathogen-oriented approaches for NCD is discussed. The literature on NCD clearly shows substantial differences in spread and characteristics between the major NCD pathogens, making pathogen-oriented approaches possible, justifying the use of etiological diagnostics. For enterotoxigenic *Escherichia coli*, colostrum delivery and dam vaccination, biosecurity around calving and antimicrobial therapy are key. Both for bovine coronavirus (BCV) and bovine rotavirus (BRV), biosecurity and disinfection, dam vaccination in combination with adequate and prolonged colostrum delivery are the essentials. However, a different focus concerning biosecurity is necessary given the airborne spread of BCV and higher environmental persistence of BRV. For an effective *Cryptosporidium* spp. control, the use of disinfectants that kill oocysts is crucial. Evidence supporting the prophylactic use of halofuginone lactate to reduce shedding and diarrhea, is available, but in terms of biosecurity, attention should be placed on the proper use of this product. In case of a *Salmonella enterica* outbreak, antimicrobial use remains important, and biosecurity wise, attention should be paid to shedding of periparturient cows in the calving pen and administration of infected colostrum. Both for *S. enterica* and cryptosporidiosis, farm staff should be informed on how to protect themselves against these zoonotic infections. Nutritional factors play an additional role within NCD. Improper nutrition management can induce diarrhea or can further enhance infectious NCD through osmosis or dysbiosis. In conclusion, the suggested pathogen-oriented approaches can aid to economize labor and financial investments, limit the environmental impact of NCD control and prevention and valorize tailor-made farm advisory work.

SAMENVATTING

Neonatale kalverdiarree (NKD) is het belangrijkste gezondheidsprobleem bij kalveren tijdens de eerste weken van hun leven. In dit overzicht wordt het potentieel voor een pathogeen-specifieke aanpak van NKD besproken. Uit literatuuronderzoek is duidelijk gebleken dat er aanzienlijke verschillen in de verspreiding en kenmerken bestaan tussen de belangrijkste NKD-pathogenen, waardoor pathogeen-gerichte benaderingen mogelijk zijn en het gebruik van etiologische diagnostiek gerechtvaardigd is. Voor enterotoxische *Escherichia coli* zijn de biestgift en vaccinatie van het moederdier, bioveiligheid rond het afkalven en antimicrobiële therapie van cruciaal belang. Zowel voor het boviene coronavirus (BCV) als het boviene rotavirus (BRV) zijn bioveiligheid en ontsmetting, vaccinatie van het moederdier in combinatie met adequate en verlengde biestgift van essentieel belang. Gezien de verspreiding van BCV via de lucht en de hogere persistentie van BRV in het milieu is echter een andere aanpak van de bioveiligheid noodzakelijk. Voor een doeltreffende bestrijding van *Cryptosporidium parvum* is het gebruik van ontsmettingsmiddelen die oöcysten doden cruciaal. Er zijn bewijzen voor het profylactisch gebruik van halofuginone lactaat om uitscheiding en diarree te verminderen, maar binnen de bioveiligheid moet aandacht worden besteed aan het juiste gebruik van dit product. Bij een uitbraak van *Salmonella enterica* blijft het gebruik van antimicrobiële middelen belangrijk, en op het gebied van bio-

veiligheid moet aandacht worden besteed aan de uitscheiding van periparturiënte koeien in de afkalfstal en de mogelijke toediening van besmette biest. Zowel voor *S. enterica* als voor cryptosporidiose moet het personeel op het bedrijf worden voorgelicht over hoe zij zich tegen deze zoönosen kunnen beschermen. Voedingsfactoren spelen een bijkomende rol bij NKD. Onjuist voedingsmanagement kan diarree veroorzaken of kan infectieuze NKD verder versterken door osmose of dysbiose. Concluderend kan worden gesteld dat de voorgestelde pathogeen-specifieke aanpak zou kunnen bijdragen tot een besparing van arbeid en financiële investeringen, een beperking van de milieueffecten van de bestrijding en preventie van NKD en een valorisatie van op maat gesneden bedrijfsadviesing.

INTRODUCTION

Despite decades of research and information campaigns, neonatal calf diarrhea (NCD) is still one of the biggest challenges for farmers and veterinarians in the first weeks of the new-born's life. Approximately, one in five calves develops NCD (Bartels et al., 2010; Windeyer et al., 2013), which is also the leading cause of mortality in the first month of life (41.9% of calf mortalities) (Florrez, 2020). The economic losses are substantial and attributable to reduced growth, animal mortality, delayed first calving, treatment costs and increased risk for other diseases like bovine respiratory disease (Waltner-Toews et al., 1986; Donovan et al., 1998; Pardon et al., 2013). NCD is referred to as a multifactorial disease, resulting from the interplay between host resilience and infectious pressure, both influenced by environmental factors in which nutrition and hygiene are key. The major underlying pathogens are enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC), bovine rotavirus (BRV), bovine coronavirus (BCV), *Cryptosporidium parvum* and *Salmonella* spp. (Drackley, 2008; Cho and Yoon, 2014; Heller and Chigerwe, 2018; DGZ, 2020; Brunauer et al., 2021), but NCD can also be caused by multiple pathogens, nutritional factors or dysbiosis.

NCD is a well-studied problem and over the years, several key factors have been identified for a successful control and prevention. These key prevention elements are appropriate colostrum management to assure adequate transfer of passive immunity from dam to calf, appropriate biosecurity and hygiene to reduce infectious pressure, specific immunity induced by vaccination of the dam and the use of specific chemophylaxis to control *C. parvum*. This knowledge has frequently been translated or communicated to farmers and veterinarians by research institutes and pharmaceutical companies under the format of 'one size fits all', meaning that the approach offers the solution regardless of whatever pathogen is involved. In its simplest way, this was represented as a scale, balancing calf immunity and infectious pressure. Later, step-by-step and check list approaches were used, which consisted of series of risk factors to check or action points to complete (Meganck et al., 2015). Typically, the different action points can be numerous and no priority is given to one over another. Also, they remain rather vague on certain action points, such as those regarding biosecurity and hygiene. Remarkably, with the exception of halofuginone use, most of these guidelines do not strictly advice on the role of

prophylactic treatment in NCD control. Although the primary involvement of bacteria in NCD is limited, antimicrobial use is still part of both treatment and control in many farms and veterinary practices (Pardon et al., 2012). This mostly refers to the individual animal, but antimicrobial metaphylaxis in NCD outbreaks is not uncommon. However, the off-label oral use of paromomycin to control cryptosporidiosis has been criticized in the framework of responsible and reduced antimicrobial use (Brainard et al., 2020).

In mastitis management, claw health and more recently also for bovine respiratory disease, the interest awoke to develop pathogen-oriented approaches (Ostergaard et al., 2005; Pardon et al., 2020). Additionally, for bovine viral diarrhea virus, bovine herpesvirus type 1 and also *Salmonella* spp. pathogens specific control and prevention programs have been designed (Nielsen et al., 2012; Raaperi et al., 2014; van Roon et al., 2020). The key principle of these approaches is that some risk factors or management measures are crucial for one pathogen, whereas they are not for another. By designing control and prevention programs tailored to the identified pathogen, attention and efforts are directed to the key factors for that pathogen. Not all of the identified risk factors are equally important for each of the possible involved pathogens. Hence, the question arises whether there is benefit for NCD in a pathogen-oriented approach, especially regarding limiting environmental pollution by use of antimicrobials, antiparasitics and/or chemical disinfectants. In this narrative review, the key elements of control and prevention of the specific pathogens are summarized and a basic framework for pathogen-oriented approaches is presented. Furthermore, control and prevention at herd level are focussed upon. The evaluation and treatment of the individual animal are not included in this review, neither is fluid therapy.

FRAMEWORK

The basic framework for pathogen-oriented approaches for the control of NCD at herd level consists of diagnosis, subsequently followed by control or prevention of pathogen specific risk factors to limit spread or disease severity. The problem assessment always begins with a proper anamnesis and detection of the affected animals, because it might be that the problem is not limited to neonatal calves only. It is recommended to at least visually inspect the mater-

nity pen next to the individual calf hutches, as disease transmission may occur there.

The next step towards disease control is the identification of the underlying etiology, either infectious or non-infectious, with proper diagnostics. The most likely non-infectious cause lies within inappropriate nutrition that can evolve towards dysbiosis. When the cause of NCD is known, the specific risk factors can be additionally evaluated, reducing the amount of time needed for the herd visits. Present risk factors can subsequently be translated to recommendations for the control of NCD.

Regardless of the underlying infectious cause of NCD, avoidance of direct and indirect transmission of pathogens between calves is always a crucial factor. Visually, as with all infectious NCD agents, a ‘follow-the-shit’ approach clarifies where potential hotspots of infection are located and how transmission is possible, such as drainage of diarrhea in front of the calf pens where animal caretakers usually walk.

Sufficient administration of good quality colostrum is mandatory for every calf, but the effect on the prevention of NCD depends on the underlying pathogen. Additionally, prolonged colostrum delivery will not directly aid in the prevention for all the possible pathogens, but it has positive effects on the length and width of the villi, depth of the crypts and thickness of the mucosae of the duodenum, jejunum and ileum. This intestinal maturation increases the digestion and absorption potential of the intestines, while increasing the resilience against opportunistic pathogens, resulting in better growth (Yang et al., 2015). In Figure 1, a general overview of the pathogen specific key factors is given.

Etiology and diagnostics

NCD can be both of infectious and non-infectious nature, but is often a combination when maldigestion occurs following intestinal damage (Heller and Chigerwe, 2018). Infectious causes of NCD can be categorized as major and minor pathogens. Based on the fulfilment of the Koch postulates and a high prevalence, five major pathogens are identified: ETEC,

Salmonella enterica, BRV, BCV and *Cryptosporidium parvum*. Mixed infections are present in 15% of the cases in the North of Belgium (Forrez, 2020). In Table 1, an overview of the prevalence of the major NCD pathogens in Belgium and several other European countries is given. These results need to be interpreted carefully since the sampled population differs between studies. In some studies, samples submitted to the laboratory or obtained from necropsies were used, whereas in other studies, on-farm sampling was performed. Hence, these studies can deviate from first-line cases, especially since the cow-side antigen-ELISA tests are frequently used by many practitioners.

Next to the major pathogens, minor NCD pathogens have been identified. In general, these are less prevalent or their etiological nature to cause diarrhea as a single agent is incompletely understood or evidenced. Minor NCD pathogens are bovine viral diarrhea virus (BVDv), norovirus, torovirus, astrovirus, nebovirus, enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC), *Enteropathogenic (EPEC)* and *Clostridium perfringens* type C (Cho and Yoon, 2014; Heller and Chigerwe, 2018; Martella et al., 2020; DGZ, 2020; Brunauer et al., 2021).

After the timely detection of the clinical problem of diarrhea, identification of the involved etiology is the next step. For that, diagnostic methods are needed. Below, an overview is given of commercially available diagnostic tests for NCD and their diagnostic accuracy.

First of all, the typical age distribution of NCD infections can be a diagnostic aid. However, this is mainly limited to the fact that ETEC infections only have a clinical effect in calves aged less than five days old (Kolenda et al., 2015). Historically, the aspect of diarrhea has sometimes been mentioned to be different between pathogens, but this is not supported by scientific evidence, with the exception of the presence of blood in the feces. ETEC cases do not have blood in the feces given the pathophysiology of the disease, while feces can contain blood in cases of *C. parvum*, *Salmonella*, BRV and BCV (Heller and Chigerwe, 2018). In contrast to infectious diarrhea, nutritional

Table 1. Prevalence estimate of the major neonatal calf diarrhea pathogens in calves admitted for necropsy at the Animal Health Care Flanders (DGZ Vlaanderen), from Wallonia (ARSIA), the Netherlands, Northern Ireland, Norway and Switzerland (Uhde et al., 2008; Gulliksen et al., 2009; Bartels et al., 2010; Forrez, 2020; Forsythe, 2020; ARSIA, 2022).

Etiology	Flanders (Belgium)	Wallonia (Belgium)	The Netherlands	Northern Ireland	Norway	Switzerland
ETEC	41 %	30%	3%	7%	3%	6%
Bovine rotavirus	13 %	26%	18%	32%	10%	59%
Bovine coronavirus	Unknown	10%	3%	4%	0	6%
<i>C. parvum</i>	23 %	46%	28%	35%	4%	55%
<i>Salmonella spp.</i>	6 %	2%	Unknown	2%	Unknown	Unknown
<i>No pathogen identified</i>	17%	Unknown	60 %	49%	Unknown	Unknown

diarrhea is short-lived (24 to 48 hours) after fastening of the animals. However, fastening of neonates cannot be recommended due to the risk of hypoglycemia.

Regarding the real diagnostic tests, the most widely used type of test is the cow-side antigen-ELISA. These types of tests consist of four dipsticks that test for F5-ETEC, BRV, BCV and *C. parvum*. These tests have the advantage that they can be performed cow-side and they give results within some minutes. There are multiple tests from different manufacturers available, but in Belgium, the Rainbow calf scours BIO K 306 (BIO-X, Rochefort, Belgium) is most frequently used. A point of attention is that depending on the tests, sensitivity and specificity can be highly variable for certain pathogens (Mohler et al., 2009). According to leaflet recommendations (BIO-X, Rochefort, Belgium), the Rainbow calf score has a sensitivity and specificity of over 80% for all pathogens. However, an independent evaluation of a Canadian test (Bovine Enterichek, Biovet, Quebec, Canada), showed much lower sensitivity in general and an overall low diagnostic accuracy for BCV (Cho et al., 2012). Also, to the authors' knowledge, in only a single study on *C. parvum*, antigen-ELISA for NCD in a Bayesian latent class model has been evaluated, taking the absence of a gold standard test into account. Results showed an estimated sensitivity of 59% and 76%, and a specificity of 93% and 89% for the Tetrakit (Bio-X, Rochefort, Belgium) and Techlab *Cryptosporidium* test (Techlab, Inc., Blacksburg, VA, USA), respectively. A limitation of the available antigen ELISAs is that most of them only detect ETEC F5 and no other pathogenic fimbriae, potentially leading to an underestimation of ETEC prevalence. Few exceptions test for one or two additional *E. coli* fimbriae. Overall, most tests have the lowest accuracy for BCV, which may lead to a systematic underestimation of the role of BCV in NCD. Testing multiple animals is a way to increase diagnostic sensitivity at herd level. When assuming a 100% specificity of the test, testing of five animals

reliably allows to declare the presence or absence of a pathogen in the affected group (Pardon and Buczinski, 2020).

Salmonella enterica and ETEC can also be detected with bacterial culture. The detection of *S. enterica* is possible with brilliant green, xylose lysine deso-oxycholate or *Salmonella* identification agar. Enrichment in broths as tetrathionate or selenite can be necessary at 41°C – 42°C for a 24-hour period. The specificity (20% - 100%) and sensitivity (18% - 100%) depend on the used medium and enrichment broth (Waltman, 2000). *E. coli* can also be diagnosed with the use of bacterial culture, and hemolytic activity is strongly associated with the presence of virulence factors of ETEC (Weber et al., 2017). However, to confirm ETEC, identification of fimbriae with immunoassay or polymerase chain reaction (PCR) is needed after in vitro growth (Heller and Chigerwe, 2018), but this is seldom done.

All major NCD pathogens can be detected by PCR. PCR tests are assumed to have a high sensitivity and specificity, and are therefore frequently used as reference tests when evaluating antigen ELISAs. However, to the authors' knowledge, there are no peer-reviewed Bayesian latent class evaluations of PCR tests for NCD pathogens available. Previous work on PCR for bovine respiratory disease pathogens has shown that these tests do not have a perfect sensitivity and specificity (Bokma et al., 2021).

A promising new technique for the identification of pathogens is nanopore sequencing. The viral metagenome can be identified in a sample, as well as certain bacteria. The technique has already shown its added value for diagnostics in diarrheic pigs and bovine respiratory disease (Theuns et al., 2018; Bokma et al., 2021). Other techniques like immunofluorescence assay or the carbol-fuchsin smear method for microscopic examination for *C. parvum* are either not feasible on farm level or no longer widely offered by veterinary laboratories, and hence outside the scope

Table 2. Overview of the different diagnostic techniques used in Belgium with the reported sensitivity, specificity and practical feasibility for every pathogen.

Test	Pathogens	Sensitivity	Specificity	Time to result	Cow-side/ laboratory	References
Antigen-ELISA	ETEC	71% - 100%	85% - 99%	Minutes	Cow-side	Bartels et al., 2010 Cho et al., 2012 Bio-X, Rochefort, Belgium Techlab, Inc., Blacksburg, VA, USA
	Rotavirus	42% - 96%	98% - 100%			
	Coronavirus	60% - 89%	51% - 99%			
	<i>C. parvum</i>	59% - 94%	89% - 96%			
Bacterial culture	ETEC	98%	92%	1-2 days	Laboratory	Weber et al., 2017 Waltman, 2000
	<i>S. enterica</i>	20% - 100%	18% - 100%			
PCR	<i>S. enterica</i>	20%	99%	Hours	Laboratory	Jensen et al., 2013

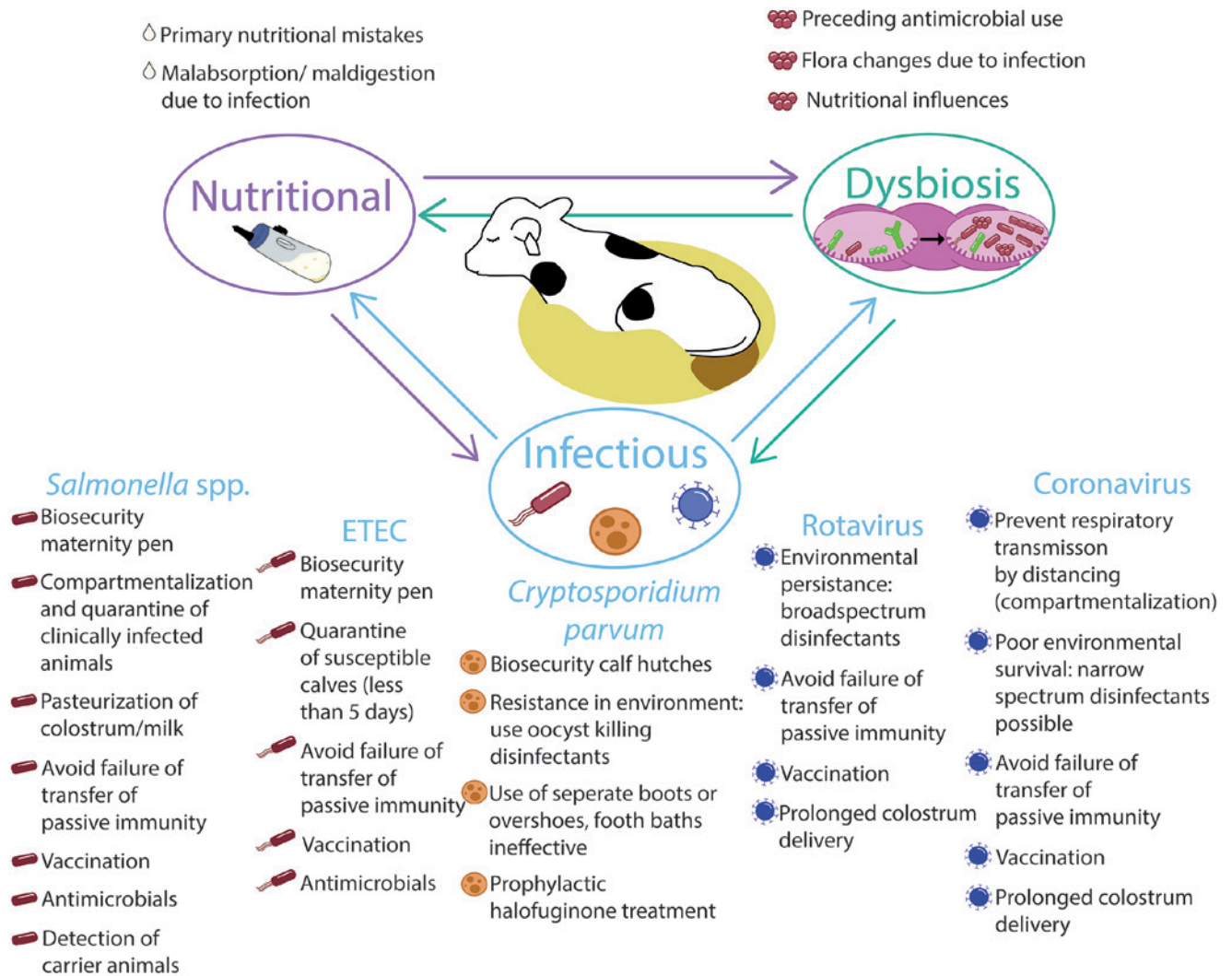


Figure 1. Schematic representation of key factors for pathogen-oriented approaches in neonatal calf diarrhea and the interaction with nutritional diarrhea and dysbiosis.

of this review. In Table 2, an overview is given of the most prevalent diagnostic techniques used in Belgium and their testing properties.

Pathogen-oriented approaches

Below, an overview of the characteristics of NCD pathogens is given, and the key elements in the control of that specific pathogen are described.

Enterotoxigenic *Escherichia coli*

The immature enterocytes of neonatal calves are susceptible to ETEC strains with F4- (K88), F5- (K99), F6- (K987P), F17- and F41-fimbriae, because these can attach to the immature enterocytes of the neonate (Dubreuil et al., 2016). F5- and F41-fimbriae are the most prevalent (Kolenda et al., 2015). The target sites of the F5-fimbria on the immature enterocytes decrease from 12 hours onwards (Runnels et al., 1980). The relatively short incubation time of 12 hours and possibility to attach to the immature entero-

cytes makes it the most prevalent underlying pathogen of NCD in calves less than five days old. The infection route is fecal-oral and the infectious dose is most likely less than the infectious dose in humans (10^8 – 10^{10} bacteria). Clinically affected calves can shed up to 10^{10} ETEC/ml (Acres, 1985; Kolenda et al., 2015; Dubreuil et al., 2016). ETEC produces heat stable and labile toxins that induce a secretory diarrhea through the increase of intracellular cAMP, which activates the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (Foster and Smith, 2009). The Heat Stable Toxin-a additionally blocks the absorption of sodium ions and induces the secretion of bicarbonate, resulting in a metabolic acidosis. The expression of fimbriae and Heat Stable Toxin-a are low in an environmental pH < 7.0. Therefore, the expression will only be increased in the distal part of the small intestine (Foster and Smith, 2009). Even though ETEC can cause severe diarrhea and massive dehydration, the damage to the intestinal wall is limited. Adult cows can have subclinical infections and serve as a reservoir (Dean-Nystrom et al., 1997; Ferens and Hovde, 2011; Ko-

lenda et al., 2015). Periparturient dams can shed up to $10^2 - 10^4$ ETEC/ml without showing clinical signs (Acres, 1985). Feces are highly contagious and *E. coli* can survive in the environment for a period between three weeks and 300 days depending on humidity and temperature. *E. coli* is generally susceptible to most classes of disinfectants, as long as the environment is appropriately cleaned and rinsed (Maule, 2000; Chauret, 2011). Key areas for improved biosecurity in an ETEC infection include all materials used around the birth process, such as for colostrum delivery (e.g. buckets, teat), resuscitation after birth, transport of the calf to a calf hutch (e.g. wheel barrow), hygiene of the calving pen (especially when calving in groups) and worker hygiene by wearing separate clothing, boots and gloves and the use of disinfection baths in contaminated situations.

To what considers prevention, neutralizing IgA antibodies directed to the fimbriae are highly efficient. Dams can transfer protective passive immunity to the calves via colostrum. However, dams can have low antibody titers against ETEC. To enhance immunity, inactivated vaccines against the K99-adhesins (F5) of ETEC have been developed for dams in gestation. High antibody concentration in colostrum can be reached after vaccination, although there is variation between different commercial vaccines (Gonzalez et al., 2019).

Given that after colostrum delivery and subsequent milk replacer feeding, ETEC antibodies remain present for a minimum of seven days in the intestine after termination of colostrum feeding, and the infectious period is limited to the first five days of life, there is no crucial role for prolonged colostrum delivery for an ETEC-problem herd (Saif and Smith, 1985).

Antibiotics may be needed in the acute phase of an ETEC outbreak and metaphylaxis may exceptionally be needed if many calves are affected or suspected to be in the incubation period. However, preventive antimicrobial use is prohibited in the European Union and there is no evidence in peer-reviewed literature for any positive effect. Antimicrobial use should by no means replace the biosecurity measures mentioned above. The absence of a functional rumen in the susceptible period for ETEC offers the opportunity to use antimicrobials orally. Parental administration of antimicrobials can be useful if sufficient intestinal distribution is reported for the product. To the authors' knowledge, comparisons of the efficacy of antimicrobials against ETEC between the different administration routes have not been published.

In summary, hygiene around birth, vaccination and adequate colostrum delivery and, when unavoidable, antimicrobial use are the key factors for ETEC control (Table 3).

Bovine rotavirus

The rotavirus is a double stranded RNA-virus without an envelope (Fritzen et al., 2019). After oral

uptake, BRV replicates in the epithelial cells of the villi of the small intestines. The damaged epithelium will increase gastrointestinal motility through the release of vasoactive compounds, and increased permeability between the epithelial cells will result in elevated fluid transport to the intestinal lumen. Cytolysis of these cells will result in blunting of the villi and malabsorption diarrhea. Additionally, the expression of the NSP4-toxin will induce fluid secretion by elevating intracellular calcium. The incubation time is 12 hours to three days and clinical signs last five to nine days on average (Heller and Chigerwe, 2018).

The disease is self-limiting, but adult cattle can be an asymptomatic carrier. Increased shedding of BRV has been observed in the periparturient period (Heller and Chigerwe, 2018). Thus, periparturient cattle should not be housed close to neonatal calves. Also, if possible in the production system, calves should be immediately separated from their dam, and group calving pens should be avoided. Regardless of the calving process, the main source of infection are shedding calves and their direct environment (Dhama et al., 2009; Cho and Yoon, 2014; Heller and Chigerwe, 2018; Fritzen et al., 2019). BRV is relatively resistant in the environment and can survive for several months. Disinfection with alcohol or steam are effective ways to reduce the number of BRV particles (Barrington et al., 2002; Dhama, 2009). The use of foot baths with disinfectants, separate boots, clothing and the use of gloves to quarantine infected compartments or to protect compartments with highly susceptible animals, e.g. new-borns, are recommended. Attention needs to be paid that the disinfectant used in the foot bath is effective at the environmental temperature and in situations with excessive fecal contamination. Regular replacement is needed. The presence of BRV-specific antibodies in the intestinal lumen is important in the prevention of clinical disease. Vaccination of dams in late gestation can enhance the levels of BRV-specific antibodies (Saif and Smith, 1985; Gonzalez, 2019). Compared to ETEC, unvaccinated dams can have higher antibody levels as well (Gonzalez et al., 2019). Prolonged colostrum feeding for five days or the administration of colostrum to the milk was evidence to reduce the number of BRV infections (Saif and Smith, 1985; Dhama et al., 2009; Gonzalez et al., 2019). Prolonged colostrum delivery for the whole length of the risk period is advisable, and the required amount of colostrum depends on antibody concentration. Practically, when supported by an etiological diagnosis, it is important to persist in the strategy of prolonged colostrum delivery and realize that results can be suboptimal when the delivered antibody dose is too low (Parreno et al., 2010). Increasing the volume delivered until clinical effect is reached is the message. Pooling of colostrum from different cows does not result in a reduced antibody delivery to the calves (Barry et al., 2022). Mixed infections with BCV are common and can result in higher mortality. The odds of BCV detection after a positive test for BRV are 1.8

Table 3. An overview of the major pathogens in neonatal calf diarrhea, their environmental survival time and disinfectants with a high efficacy.

Pathogen	Environmental survival time	Effective disinfectants	References
<i>Escherichia coli</i>	28 days in slurry 50 – 57 days in feces 130 days in soil 21 – 300 days in water	Chlorine Chlorine Hypochlorite Cationic and anionic active compounds Lime (CaO) Pasteurization/Steam	Chaulet, 2011 Maule, 2012
Rotavirus	6 months in feces	Ethanol Phenol Formalin Lysol Pasteurization/Steam	Barrington et al., 2002 Dhama et al., 2009
Coronavirus	4 days in feces Weeks in water/slurry at 27 °C Year in water/slurry at 4 °C	Detergent Hypochlorite Quaternary ammonium Ethanol Phenol Formalin Lysol Pasteurization/Steam (≥ 60 °C)	Barrington et al., 2002 Casanova et al., 2009 Mullis et al., 2012
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Several months in a moist environment	Quaternary ammonia compounds Hydrogen peroxide ($\geq 6\%$) Steam (≥ 80 °C for 2 minutes)	Chalmers and Giles, 2010 Bogan, 2018
<i>Salmonella enterica</i>	1 day in feces compost at 64 °C 4 days in manure pile 4 months in slurry 9 months in soil	Hydrogen peroxide Quaternary ammonium Hypochlorite Phenols Peroxides	Holschbach and peek, 2018

times higher. Therefore, the presence of other pathogens should be monitored (Brunauer et al., 2021).

In summary, improving biosecurity in calving pens and in neonatal housing is essential in tackling rotavirus. Next to this, vaccination in combination with adequate and prolonged colostrum delivery tailored by clinical effect are the key factors for BRV control.

Bovine coronavirus

Bovine coronavirus is a single stranded RNA-virus with an envelope. Infections in cattle can either induce diarrhea or respiratory disease (Hodnik et al., 2020). Diarrhea in calves is mostly seen in the first two weeks of life, but also older calves and adults can be affected, i.e. winter dysentery (Cho and Yoon, 2014). Calves become infected after oral uptake of the virus or through aerosols. After ingestion, BCV primary replicates in epithelial cells of the villi, but can also invade the crypt cells. This will result in atrophy of epithelial cells of the villi and proliferation of secreto-

ry cells in the crypts. The lamina propria will become necrotic. Therefore, damage of the intestinal mucosae is more severe compared to BRV infections. This will clinically manifest as a mucohemorrhagic diarrhea and subsequently anorexia, weakness, metabolic acidosis and hypoglycemia. The incubation time is one to seven days and clinical disease will last for three to six days (Hodnick et al., 2020). Independent of the primary route of infection, virus shedding can happen both in feces and respiratory secretions (Hodnik et al., 2020). Adult cattle can become asymptomatic carriers of the disease and infect calves after development of clinical winter dysentery (Cho and Yoon, 2014; Heller and Chigerwe, 2018; Hodnik et al., 2020). Due to the possibility of spread through aerosols, prevention of both direct and indirect contact between infected and susceptible animals is of high importance (Oma et al., 2016). Airborne spread can be limited by distancing animal housings from one another, avoiding nose-nose contacts and short-distance spread. In humans, 1.5 metres distance has been recommended

for SARS-CoV-2, but to the authors' knowledge, the maximum length of BCV spread through aerosols has not been determined, making it difficult to take effective measures in practice. Although environmental survival is much shorter for BCV than for BRV and despite BCV is susceptible to most disinfectants due to its envelope, high viral loads can be present on fomites, indicating a potentially high risk of indirect transmission through shared clothes and material between animals. Humans can passively carry BCV, but so far, there is no evidence that calves can be infected by this route (Barrington et al., 2002; Casanova et al., 2009; Mullis et al., 2012; Oma et al., 2018).

In the control and prevention of BCV, adequate colostrum management and prolonged colostrum delivery play a pivotal role. Adult dams can already have high antibody titres against BCV prior to vaccination, but antibody concentration will be elevated in colostrum and transition milk after vaccination in the periparturient period (Gonzalez, 2019). Although in vaccination studies, varying efficacy has been reported, potentially due to mixed infection, vaccination is regarded as an important cornerstone in the control of BCV problem herds (Gonzalez et al., 2019; Maier et al., 2022).

In summary, a BCV-oriented NCD approach should consist of biosecurity in the neonatal housings, attention to aerosol spread by compartmentalization or distancing, and the possibility to use disinfectants with more limited environmental impact, dam vaccination, adequate and prolonged colostrum delivery.

Cryptosporidium parvum

Four *Cryptosporidium* species can infect cattle (*C. bovis*, *C. ryanae* and *C. andersoni*), but only *C. parvum* is associated with clinical disease (diarrhea) in neonatal calves, predominantly at the end of the first week of life (Cho and Yoon, 2014; Thomson et al., 2017). The infection is mostly self-limiting and asymptomatic in cattle, but neonatal calves, especially when undernourished, are very susceptible to develop more severe disease due to their immunocompromised status (Tarekegn et al., 2021).

After ingestion, oocysts invade the extracytoplasmic space of epithelial cells of the distal part of the small intestines and reproduce asexual into type I meronts and subsequently sexual into type II meronts that differentiate into micro- and macrogametocytes (Fayer and Ungar, 1986). This will cause loss of microvilli and shortening of the epithelial cells, resulting in blunting of the villi. Additionally, crypt cell proliferation is observed. The damage to the intestinal mucosae is less severe than in case of BRV or BCV infection (Heller and Chigerwe, 2018). Cryptosporidiosis will manifest as malabsorption diarrhea with the possibility of secondary nutritional diarrhea and dysbiosis (Heine et al., 1984). Due to the possibility of autoinfection, the uptake of 10^2 oocysts is enough

to establish an infection (Heller and Chigerwe, 2018). Afterwards, the prepatent period is three to six days and calves can shed up to 10^7 oocysts per gram for a period of six to eight days (Fayer et al., 1998; Zambrinski et al., 2013). The initial number of ingested oocysts will influence the magnitude of oocyst shedding (Zambrinski et al., 2013). The infection route is strictly fecal-oral. Oocysts persist multiple months in the environment (Table 3). Also, for *Cryptosporidium*, contaminated areas in the farm can be visualized by 'following the shit' and clarify walking lines on farm. Contamination of feed and water with oocysts is frequent and can be the consequence of drainage of feces or indirect transmission through boots or vermin.

Within the control of cryptosporidiosis, strict biosecurity and hygiene measures are necessary, due to the low infectious dose needed and high shedding. Accumulation of infectious oocysts can result in high environmental contamination, due to high resilience against environmental conditions (Table 3). Therefore, hygiene may of all causes of NCD be the most important in the prevention of *C. parvum*. Unfortunately, *C. parvum* is resistant against the majority of disinfectants. The most well-known disinfectants with high efficacy are the quaternary ammonia releasing compounds, but also hydrogen peroxide ($\geq 6\%$ for 20 minutes) is effective on clean surfaces (Chalmers and Giles, 2010; Bogan, 2018). Steaming (2 minutes at 80°C) is another option, but difficult to assure on farm that the required temperature is reached sufficiently long to effectively kill the pathogen (Harp and Goff, 1998; Bogan, 2018). An important difference with the other major pathogens is that the use of foot baths is generally ineffective against *Cryptosporidium*, because most of the disinfectants registered for this application do not cover *Cryptosporidium*. Furthermore, commercially available disinfectants registered against *Cryptosporidium* demand a contact time of at least two hours. Making them unsuitable for the use in foot baths (Cid Lines, Ieper, Belgium). Hence, overshoes or preferably separate boots and clothing for compartments with either infected animals or highly susceptible animals are needed, as well as attention for hand hygiene and gloves. A recent meta-analysis has shown that intensity of calf contacts, larger herd size, organic farming, warm and wet weather are risk factors for cryptosporidiosis, whereas hard flooring is a protective factor (Brainard et al., 2020). A key difference with the other four major pathogens is that colostrum management and vaccination have no direct effectiveness in the prevention of cryptosporidiosis (Kaçar et al., 2022).

Today, prophylactic treatment with halofuginone lactate is one of the cornerstones in cryptosporidiosis control and prevention. Its mode of action is unknown, but is believed to affect the merozoite and sporozoite stages (Thomson et al., 2017). The recommendation is to prophylactically start giving the drug on the second day of life and continue the treatment for seven

days, or administer it therapeutically within 24 hours after the onset of diarrhea (Thomson et al., 2017). Halofuginone lactate cannot be given to calves that already have had diarrhea for more than 24 hours or that are weak and dehydrated (European Medicines Agency, 2007) (off label use). In a recent meta-analysis, it has been shown that oocyst shedding, diarrhea incidence and mortality are significantly reduced when the prophylactic therapy is initiated before calves are five days old (Brainard et al., 2021). In contrast, robust evidence of high therapeutic efficacy of halofuginone lactate against cryptosporidiosis is still lacking. Halofuginone use does not completely prevent and especially does not cure cryptosporidiosis (Thomson et al., 2017). At the time of writing, no alternative nutritional strategies have shown any advantageous effects in the prevention of clinical cryptosporidiosis. The usefulness of treatment with halofuginone lactate should therefore always be considered with special care, especially with regard to its narrow toxic margins. Its caustic effects on pharynx and esophagus may result in milk refusal. The leaflet of commercial formulations describes toxic adverse effects at twice the recommended dose. No conclusions can be drawn about the ecotoxicity of halofuginone formulations, but usage should be taken with care due to its efficacy against protozoa (EFSA, 2020). Alternatively, compounds as paromomycin or azithromycin are worldwide used as alternative prophylactic or therapeutic group treatments, but clear evidence of their efficacy in calves is still lacking (Brainard et al., 2020). Although more research on the efficacy of paromomycin on cryptosporidiosis has been recommended in a systematic review, within the framework of rational and responsible antimicrobial use, the practice of oral mass medication should absolutely be discouraged (Brainard et al., 2021).

Finally, *C. parvum* is a zoonosis and therefore, sufficient attention should be given to communication towards farm owners and staff to clarify the risk for immunocompromised persons, like children and pregnant women.

In summary, biosecurity, environmental hygiene and the use of ammonia-releasing disinfectants together with prophylactic halofuginone lactate use where deemed necessary, are the key elements of cryptosporidiosis control. Field experience is that cryptosporidiosis is most difficult to control and requires absolute compliance with farm biosecurity protocols.

Salmonella enterica

Multiple serogroups of *Salmonella enterica* subspecies I can affect calves, mostly type B, C, D and E. Serotype D is exclusive to cattle (Brenner et al., 2000; Holsbach and Peek, 2018). The most prevalent serotype in Europe is *S. enterica* serotype Dublin (*S. Dublin*), followed by *S. enterica* serotype Typhimurium

(*S. Typhimurium*) (Gutema et al., 2019). Salmonellosis in calves is characterized by a hemorrhagic enterocolitis with possible clinical signs as bloody diarrhea, fever, weakness, depression, anorexia and in severe cases death. The cattle-adapted serotype *S. Dublin* is associated with pneumonia and sepsis in calves (Nielsen, 2013). Infections happen through the fecal-oral route, although *Salmonella spp.* can be shed in colostrum and milk (Holsbach and Peek, 2018; Castañeda-Salazar et al., 2021). For calves, the infectious dose is approximately 10^6 colony forming units (Holsbach and Peek, 2018). The subsequent clinical signs vary with age, but pre-weaned calves are highly susceptible. Infectious doses for adult cattle are around 10^9 - 10^{11} colony forming units. *Salmonella spp.* invade enterocytes in the distal jejunum and ileum. From there, they use the lymphatic system to reach the organs with the mononuclear phagocyte system, where they invade macrophages. The rate of intestinal damage, mucosal penetration and intracellular survival is strain dependent. Post clinically, animals can become persistent carriers of *S. enterica* and shed the pathogen intermittently without developing clinical signs. The number of excreted colony forming units in asymptomatic carriers varies from 10 to 10^5 (Nielsen, 2013; Holsbach and Peek, 2018).

Antimicrobials are necessary for calves with acute signs of NCD caused by *S. enterica*, especially when the risk of sepsis is high. However, resistance can be present on a farm with varying results. Therefore, the susceptibility of the *S. enterica* strain should be evaluated and appropriate therapy should be administered (Smith, 2015). In Europe, resistance against ampicillin, tetracyclines and sulphonamides has been reported most often, but it should be evaluated case by case (EFSA, 2022). Furthermore, aminoglycosides and first- and second-generation cephalosporins can have a high in-vitro efficacy, but are not recommended against clinical salmonellosis, due to the low intracellular accumulation (CLSI, 2022). Within the framework of rational antimicrobial use, there is an ongoing discussion in Belgium on recommended antimicrobial therapy for *S. enterica*. One topic is the apparent need of fluoroquinolones to effectively treat *S. enterica* in cattle given the disappointing results that some veterinarians experience of the first-choice antimicrobial mentioned in the Belgian national formulary (sulphonamides-trimethoprim), even when the strain is susceptible. Another topic is the discussion on metaphylaxis to control a *Salmonella* outbreak situation. Both topics urgently request more research in order to support antimicrobial therapy guidelines.

A structured approach for general control of *S. enterica* on cattle farms is beyond the scope of this review and has been described by Nielsen et al. (2012). The emphasis on the control of NCD caused by *S. enterica* should be on the identification of the main routes of infection of the calves. Regardless of the involved transmission routes, strict separation of age

groups in space and material is recommended. Primary infection can happen directly through contact with shedding cattle (calves or cows) or closely after birth at the maternity pen, especially if sick or carrier animals are located there. Transmission via indirect contact can happen through fomites. Dams can be asymptomatic carrier animals that start re-shedding in the periparturient period due to immunosuppression (Holsbach and Peek, 2018). Hence, limiting contact between dam and calf, and avoiding clustered births may be beneficial. Another important aspect is that colostrum can be infected with *S. enterica*, which was the case in about 15% of colostrum samples in a United States study (Houser et al., 2008). However, on the other hand, colostrum antibodies can be protective and this can be enhanced by dam vaccination during late gestation using commercially available vaccines (Smith et al., 2014; Smith et al., 2015). Nevertheless, results can be variable since in an oral challenge trial with *S. enterica* var. Newport colostrum provision from a *Salmonella*-vaccinated dam did not decrease disease nor mortality (Foster et al., 2019). Colostrum pasteurization for 120 minutes at 60 °C may be an option to reduce the risk of infection by colostrum uptake (Godden et al., 2006). The effect of whole herd vaccination to control *Salmonella* is variable (Nielsen et al., 2012; Kent et al., 2021).

After the acute phase of the outbreak and after identification of the main transmission routes, carrier animals should be identified. Carrier removal can be initiated the earliest six months after infection, due

to *Salmonella* antibody persistence (Nielsen, 2013). Lactating cows are at high risk of being a carrier, when they test highly positive twice on subsequent antibody ELISA with at least a 120-days' interval (Nielsen et al., 2012). Due to their risk to infect other animals and people, it is recommended to cull these animals. An important remark is that vaccination against *Salmonella* interferes with the antibody-based carrier detection and culling decision making. Also, with *Salmonella*, attention should be paid to inform farmers and staff on appropriate measures to reduce zoonotic transmission, especially to risk groups.

In summary, the use of antibiotics in the acute phase of an outbreak is inevitable. Within the control of *S. enterica*, identification of the main transmission route and carrier animals is necessary. Limiting contact between shedding animals and pasteurization of colostrum and milk will reduce the risk of transmission.

Minor pathogens

NCD pathogens of minor importance in Belgium are bovine viral diarrhea virus (BVDv), norovirus, torovirus, astrovirus, nebovirus, enterohemorrhagic *E. coli* (*EHEC*), *Enteropathogenic (EPEC)* and *Clostridium perfringens* type C (Cho and Yoon, 2014; Heller and Chigerwe, 2018; Martella et al., 2020; DGZ, 2020; Brunauer et al., 2021). With the exception of BVDv, the absence of routine diagnostics results in the lack of a prevalence estimate for these pathogens.

Table 4. An overview of minor neonatal calf diarrhea pathogens, their known infection routes, associated clinical signs and incubation time.

Pathogen	Infection route	Associated clinical signs	Incubation time	References
Astrovirus	Fecal-oral Possibly nasal	Diarrhea Neurological signs	Unknown	Zhu et al., 2022
<i>Clostridium perfringens</i> type C	Present in gastrointestinal flora	Sudden death Hemorrhagic diarrhea	Multiple hours	Simpson et al., 2018
Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i>	Fecal-oral	Hemorrhagic diarrhea	2-12 days	Stein and Katz, 2017
Enteropathogenic <i>Escherichia coli</i>	Fecal-oral	Debatable		Kolenda et al., 2015
Nebovirus	Fecal-oral	Mild diarrhea	1 – 3 days	Hall et al., 1984 Cho and Yoon, 2014
Norovirus	Fecal-oral	Diarrhea, no intestinal lesions	4-7 days	Van der Poel et al., 2003 Di Felice et al., 2016
Torovirus	Fecal-oral Nasal	Mild- moderate diarrhea	1 – 3 days	Hoet and Saif, 2004 Cho and Yoon, 2014

Astrovirus, torovirus and bovine caliciviruses (e.g. norovirus and nebovirus) are sometimes considered as emerging causes of NCD. However, their equal presence in healthy and diarrheic calves makes it difficult to estimate their pathogenicity (Cho and Yoon, 2014). In Table 4, an overview of known pathogenicity and incubation periods of these pathogens is given. EHEC differs from ETEC with the presence of the *eae* gene, responsible for attachment, and one of the two Shiga toxins. EHEC causes severe damage to the enterocytes and results in hemorrhagic diarrhea with possible pseudomembranes in calves up to three weeks of age. Adult cows can have subclinical infections and serve as a reservoir (Dean-Nystrom et al., 1997; Ferens and Hovde, 2011; Kolenda et al., 2015; Stein and Katz, 2017). When genes encoding for the Shiga toxin are lacking, then *E. coli* is classified as enteropathogenic *E. coli* (EPEC). EPEC causes disruption of the microvilli and subsequently malabsorption. The pathogenic importance of EPEC is up for debate. Both pathogens are seldom identified in NCD cases in Belgium; likely because they are not included in routine diagnostics and require molecular tests to be differentiated from other *E. coli* strains.

C. perfringens type C most commonly affects calves aged one to four weeks and is occasionally characterized by bloody diarrhea, but mainly manifests as sudden death. *C. perfringens* can naturally occur in the gastrointestinal tract, hence detection of the pathogen without detection of the toxin is meaningless. The consumption of large volumes of carbohydrates and/or proteins are believed to be the leading risk factor (Simpson et al., 2018).

Nutritional diarrhea

Nutritional diarrhea is likely the most frequent cause of diarrhea, either as the sole cause, but often as a complicating factor in infectious diarrhea. Certain infectious pathogens (*C. parvum*, BRV and BCV) can cause blunting of the villi and inflammation of the small intestine, resulting in maldigestion and malabsorptive diarrhea. Hence, a diet which resulted in adequate growth before the NCD outbreak, may no longer be optimal for NCD-affected calves, as it results in too many nutrients that are not resorbed. Consequently, fermentation of these unabsorbed nutrients can induce D-lactic acidosis and osmotic diarrhea (Foster and Smith, 2009; Lorenz and Gentile, 2014; Heller and Chigerwe, 2018). In this way, nutrition can aggravate the diarrhea problem, especially in combination with hyperosmolal oral rehydration solutions (>700 mOsm/L). However, nowadays, it is widely accepted that milk feeding needs to be continued during an NCD episode to assure feeding of enterocytes and avoid caloric-proteinic malnutrition and a negative energy balance (Constable, 2009). Therefore, it is not recommended to deprive a calf of milk or milk replacer for a period longer than 12 hours and combine

it with oral rehydration solutions with low to moderate osmolality (250–600 mOsm/L) (Foster and Smith, 2009; Smith and Berchtold, 2014; Wilms et al., 2020).

The potential involvement of nutrition in a herd problem with NCD should always be evaluated, either as a primary cause (quality or formulation of feed is insufficient) or as a secondary complicating factor (associated with an intestinal infection). Too high concentrations of lactose or monosaccharides, due to too large volumes, too concentrated milk or factory formulation mistakes are among the most common causes of osmotic diarrhea. Also, some carbohydrate sources, as sucrose, cannot be digested by neonatal calves and will result in diarrhea (Drackley, 2008). An increased concentration of ashes can have similar effects (Drackley, 2008). High concentrations of fat, similar to whole milk, will not increase the incidence of diarrhea (Heller and Chigerwe, 2018; Amado et al., 2019). However, milk fat that was not emulsified properly by mixing at the appropriate temperature, is another frequent cause, which can be visualized by inspecting fat micelles (<3µm) under the microscope (Drackley, 2008). More difficult to characterize are certain combinations of protein and carbohydrate sources that result in dysbiosis, and subsequently in diarrhea with or without D-lactic acidosis (Drackley, 2008). Finally, many farmers are still afraid of increasing the nutritional plane because of a perceived risk of diarrhea. When milk is well formulated and administered under hygienic circumstances, this fear appears unjustified. In a recent study by Lorenz, et al. (2021), ad libitum milk feeding appeared to be a protective factor for the development of NCD in German dairy herds.

In the framework of this article, it is important to realize that diagnosing a nutritional diarrhea herd problem is equally important as finding the infection involved, if any.

Microbiome

A relatively new field of interest is the gastrointestinal microbiome. The microbiome itself also has an effect on the prevention of NCD, but up till now, pathogen specific knowledge is lacking. A higher abundance of *E. coli* in the intestine has been observed with diarrhea, regardless of the etiology. However, the presence of *Faecalibacterium prasunitzii* is negatively correlated with the prevalence of diarrhea. A higher gut-prevalence of *Bifidobacterium* is correlated with a lower abundance of *E. coli* at three to seven days of age. The administration of *Bifidobacterium* to neonati is also associated with a higher weight gain and feed conversion ratio and lower incidence of diarrhea (Malmuthuge et al., 2015; Slanzon et al., 2022).

Regardless of the primary infectious agent, dysbiosis, defined as disturbance of the normal gut microbiome, can occur as a complication. Dysbiosis can also occur in response to nutritional mistakes or anti-

biotic use, and in the last case is then referred to as ‘antibiotic induced diarrhea’. Diarrhea persisting for more than ten days is most likely complicated by dysbiosis (Gomez et al., 2017). Immediate administration of colostrum after birth enhances the development of the intestinal tract and immunity directly, but also indirectly through stimulation of the microbiome. It is suspected that mucosa-attached bacteria have an effect on the gut barrier and the development of the hosts’ immunity. *F. prausnitzii* and *Bifidobacterium spp.* could promote the intestinal junctions and *Blautia* and *Brevibacterium* are correlated with the development of the ileal immunity (Fischer et al., 2018; Osorio, 2020; Song et al., 2021). Unfortunately, practical implementations of the microbiome related to NCD prevention and therapy are still lacking for the moment. Further research on the microbiome could result in predictive biomarkers or new prophylactic treatments.

CONCLUSION

NCD is one of the biggest challenges for veterinarians and farmers during the first weeks of the newborn’s life. In this review, substantial differences in the importance of risk factors and control measures for the different NCD pathogens were identified. This emphasizes the potential of pathogen-oriented approaches for the control of NCD on herd level, helping to economize both labor and financial resources on farm level, limiting environmental impact.

REFERENCES

- Acres, S.D., (1985). Enterotoxigenic *Escherichia coli* infections in newborn calves: a review. *Journal of Dairy Science* 68(1), 229-256. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80814-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80814-6)
- Amado, L., Berends, H., Leal, L.N., Wilms, J., Van Laar, H., Gerrits, W.J.J., Martín-Tereso, J., (2019). Effect of energy source in calf milk replacer on performance, digestibility, and gut permeability in rearing calves. *Journal of Dairy Science* 102(5), 3994-4001.
- ARSIA, (2022). Rapport 2021, <https://www.arsia.be/wp-content/uploads/documents-telechargeables/RA-2021-FR.pdf>
- Barrington, G.M., Gay, J.M., Evermann, J.F. (2002). Biosecurity for neonatal gastrointestinal diseases. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 18(1), 7-34.
- Bartels, C.J., Holzhauer, M., Jorritsma, R., Swart, W.A., Lam, T.J. (2010). Prevalence, prediction and risk factors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine* 93(2-3), 162-169.
- Barry, J., Bokkers, E.A.M., Sayers, R., Murphy, J.P., de Boer, I.J.M., Kennedy, E., (2022). Effect of feeding single-dam or pooled colostrum on maternally derived immunity in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 105, 560-571.
- Bogan, J.E. (2018). Disinfection techniques for *Cryptosporidium*. *Journal of Dairy Veterinary Science* 7,1-3.
- Bokma, J., Vereecke, N., Pas, M.L., Chantillon, L., Vahl, M., Weesendorp, E., Deurenberg, R.H., Nauwynck, H., Hae-sebrouck, F., Theuns, S., Boyen, F., Pardon, B. (2021). Evaluation of nanopore sequencing as a diagnostic tool for the rapid identification of *Mycoplasma bovis* from individual and pooled respiratory tract samples. *Journal of Clinical Microbiology* 59(12), e01110-21.
- Brainard, J., Hooper, L., McFarlane, S., Hammer, C. C., Hunter, P. R., Tyler, K. (2020). Systematic review of modifiable risk factors shows little evidential support for most current practices in *Cryptosporidium* management in bovine calves. *Parasitology Research* 119(11), 3571-3584.
- Brainard, J., Hammer, C. C., Hunter, P. R., Katzer, F., Hurle, G., Tyler, K. (2021). Efficacy of halofuginone products to prevent or treat cryptosporidiosis in bovine calves: a systematic review and meta-analyses. *Parasitology* 148(4), 408-419.
- Brunauer, M., Roch, F.F., Conrady, B. (2021). Prevalence of worldwide neonatal calf diarrhoea caused by bovine rotavirus in combination with Bovine Coronavirus, *Escherichia coli* K99 and *Cryptosporidium spp.*: a meta-analysis. *Animals* 11(4), 1014.
- Brenner, F.W., Villar, R.G., Angulo, F.J., Tauxe, R., Swaminathan, B. (2000). Salmonella nomenclature. *Journal of Clinical Microbiology* 38(7), 2465-2467.
- Casanova, L., Rutala, W.A., Weber, D.J., Sobsey, M.D. (2009). Survival of surrogate coronaviruses in water. *Water Research* 43(7), 1893-1898.
- Castañeda-Salazar R., Pulido-Villamarin A., Ángel-Rodríguez G.L., Zafra-Alba C.A., Oliver-Espinosa O., (2021). Isolation and identification of *Salmonella spp.* in raw milk from dairy herds in Colombia. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 58, e172805.
- Chalmers, R. M., Giles, M. (2010). Zoonotic cryptosporidiosis in the UK—challenges for control. *Journal of Applied Microbiology* 109(5), 1487-1497.
- Chauret, C., (2011). Survival and control of *Escherichia coli* O157: H7 in foods, beverages, soil and water. *Virulence* 2(6), 593-601.
- Cho, Y.I., Sun, D., Cooper, V., Dewell, G., Schwartz, K., Yoon, K.J., (2012). Evaluation of a commercial rapid test kit for detecting bovine enteric pathogens in feces. *The Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 24, 559-562.
- Cho, Y.I., Yoon, K.J. (2014). An overview of calf diarrhea-infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science* 15(1), 1-17.
- CLSI., (2022). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing 2021*. 31st Edition.
- Constable, P.D. (2009). Treatment of calf diarrhea: antimicrobial and ancillary treatments. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25(1), 101-120.
- Cook, N.B., (2016). A lesion oriented, life cycle approach to preventing lameness in dairy herds. In: *The 29th World Buiatrics Congress, Dublin 2016-Congress Proceedings*. Veterinary Ireland.
- Dean-Nystrom, E.A., Bosworth, B.T., Cray Jr, W.C., Moon, H.W. (1997). Pathogenicity of *Escherichia coli* O157: H7 in the intestines of neonatal calves. *Infection and Immunity* 65(5), 1842-1848.
- Dhama, K., Chauhan, R.S., Mahendran, M., Malik, S.V.S. (2009). Rotavirus diarrhea in bovines and other domestic animals. *Veterinary Research Communications* 33(1), 1-23.

- Di Felice E., Mauroy A., Pozzo F.D., Thiry D., Ceci C., Di Martino B., Marsilio F., Thiry E., (2016). Bovine noroviruses: A missing component of calf diarrhoea diagnosis. *Veterinary Journal* 207, 53-62.
- Donovan, G.A., Dohoo, I.R., Montgomery, D.M., Bennett, F.L., (1998). Calf and disease factors affecting growth in female Holstein calves in Florida, USA. *Preventive Veterinary Medicine* 33(1-4), 1-10.
- Drackley, J.K., (2008). Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24(1), 55-86.
- Dubreuil, J. D., Isaacson, R. E., Schifferli, D. M. (2016). Animal enterotoxigenic *Escherichia coli*. *EcoSal Plus* 7(1), 10.1128/ecosalplus.ESP-0006-2016.
- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP), Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M.D.L., Christensen, H., Dusemund, B., Vettori, M. V., (2020). Safety and efficacy of STENOROL®(halofuginone hydrobromide) as a feed additive for chickens for fattening and turkeys. *EFSA Journal* 18(11), e06169.
- European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control. (2020). The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2019-2020. *EFSA Journal* 29, 20(3) e07209.
- Fayer, R., Ungar, B.L. (1986). *Cryptosporidium* spp. and cryptosporidiosis. *Microbiological Reviews* 50(4), 458-483.
- Fayer, R., Gasbarre, L., Pasquali, P., Canals, A., Almeria, S., Zarlenga, D. (1998). *Cryptosporidium parvum* infection in bovine neonates: dynamic clinical, parasitic and immunologic patterns. *International Journal for Parasitology* 28(1), 49-56.
- Ferens, W.A., Hovde, C.J. (2011). *Escherichia coli* O157:H7: animal reservoir and sources of human infection. *Foodborne Pathogens and Disease* 8(4), 465-487.
- Fischer, A.J., Song, Y., He, Z., Haines, D.M., Guan, L.L., Steele, M.A. (2018). Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *Journal of Dairy Science* 101(4), 3099-3109.
- Forsythe, C. (2020). Bovine neonatal enteritis, AFBI. *All-Island Animal Disease Surveillance*, 125.
- Forrez, E. (2020). Dierengezondheidszorg Vlaanderen www.dgz.be
- Foster, D.M., Smith, G.W. (2009). Pathophysiology of diarrhea in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25(1), 13-36.
- Foster, D., Jacob, M., Stowe, D., Smith, G., 2019. Exploratory cohort study to determine if dry cow vaccination with a *Salmonella* Newport bacterin can protect dairy calves against oral *Salmonella* challenge. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 33, 1796-1806.
- Fritzen, J.T., Oliveira, M.V., Lorenzetti, E., Miyabe, F.M., Viziack, M.P., Rodrigues, C.A., Ayres, H., Alfieri, A.F., Alfieri, A.A., (2019). Longitudinal surveillance of rotavirus A genotypes circulating in a high milk yield dairy cattle herd after the introduction of a rotavirus vaccine. *Veterinary Microbiology* 230, 260-264.
- Godden, S., McMartin, S., Feirtag, J., Stabel, J., Bey, R., Goyal, S., Metzger, L., Fetrow, J., Wells, S., Chester-Jones, H., (2006). Heat-treatment of bovine colostrum. II: effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. *Journal of Dairy Science* 89, 3476-3483.
- Gomez, D.E., Arroyo, L.G., Costa, M.C., Viel, L., Weese, J.S., (2017). Characterization of the fecal bacterial microbiota of healthy and diarrheic dairy calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 31(3), 928-939.
- Gonzalez, R., Elvira, L., Carbonell, C., Vertenten, G., Fraile, L., (2021). The specific immune response after vaccination against neonatal calf diarrhoea differs between apparent similar vaccines in a case study. *Animals* 11(5), 1238.
- Gulliksen, S. M., Jor, E., Lie, K. I., Hammes, I. S., Løken, T., Åkerstedt, J., Østerås, O., (2009). Enteropathogens and risk factors for diarrhea in Norwegian dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 92(10), 5057-5066.
- Gutema, F.D., Agga, G.E., Abdi, R.D., De Zutter, L., Duchateau, L., Gabriël, S. (2019). Prevalence and serotype diversity of *Salmonella* in apparently healthy cattle: systematic review and meta-analysis of published studies, 2000-2017. *Frontiers in Veterinary Science* 6, 102.
- Harp, J.A., Goff, J.P., (1998). Strategies for the control of *Cryptosporidium parvum* infection in calves. *Journal of Dairy Science* 81, 289-294.
- Heine, J., Pohlenz, J.F.L., Moon, H.W., Woode, G.N., (1984). Enteric lesions and diarrhea in gnotobiotic calves monoinfected with *Cryptosporidium* species. *Journal of Infectious Diseases* 150(5), 768-775.
- Heller, M.C., Chigerwe, M., (2018). Diagnosis and treatment of infectious enteritis in neonatal and juvenile ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 34(1), 101-117.
- Hodnik, J.J., Ježek, J., Starič, J. (2020). Coronaviruses in cattle. *Tropical Animal Health and Production* 52(6), 2809-2816.
- Hoet, A.E., Saif, L.J. (2004). Bovine torovirus (Breda virus) revisited. *Animal Health Research Reviews* 5(2), 157-171.
- Holschbach, C.L., Peek, S.F. (2018). *Salmonella* in dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 34(1), 133-154.
- Houser, B.A., Donaldson, S.C., Kehoe, S.I., Heinrichs, A.J., Jayarao, B.M., (2008). A survey of bacteriological quality and the occurrence of *Salmonella* in raw bovine colostrum. *Foodborne Pathogens and Diseases* 5, 853-858.
- Jensen, A.N., Nielsen, L.R., Baggesen, D.L. (2013). Use of real-time PCR on faecal samples for detection of sub-clinical *Salmonella* infection in cattle did not improve the detection sensitivity compared to conventional bacteriology. *Veterinary Microbiology* 163(3-4), 373-377.
- Kaçar, Y., Baykal, A.T., Aydin, L., Batmaz, H., (2022). Evaluation of the efficacy of cow colostrum in the treatment and its effect on serum proteomes in calves with cryptosporidiosis. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 248, 110429.
- Kent, E., Okafor, C., Caldwell, M., Walker, T., Whitlock, B., Lear, A., (2021). Control of *Salmonella* Dublin in a bovine dairy herd. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 35(4), 2075-2080.
- Kolenda, R., Burdukiewicz, M., Schierack, P. (2015). A systematic review and meta-analysis of the epidemiology of pathogenic *Escherichia coli* of calves and the role of calves as reservoirs for human pathogenic *E. coli*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 5, 23.
- Lorenz, I., Gentile, A. (2014). D-lactic acidosis in neonatal ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30(2), 317-331.
- Lorenz, I., Huber, R., Trefz, F.M., (2021). A high plane of

- nutrition is associated with a lower risk for neonatal calf diarrhea on bavarian dairy farms. *Animals* 11, 3251.
- Maier, G.U., Breitenbuecher, J., Gomez, J.P., Samah, F., Fausak, E., Van Noord, M., (2022). Vaccination for the prevention of neonatal calf diarrhea in cow-calf operations: a scoping review. *Veterinary and Animal Science* 15, 100238.
- Malmuthuge, N., Griebel, P.J., Guan, L.L. (2015). The gut microbiome and its potential role in the development and function of newborn calf gastrointestinal tract. *Frontiers in Veterinary Science* 2, 36.
- Martella, V., Catella, C., Capozza, P., Diakoudi, G., Camero, M., Lanave, G., Galante, D., Assunta Caffiero, M., Lavazza A., Bányai, K., Buonavoglia, C., (2020). Identification of astroviruses in bovine and buffalo calves with enteritis. *Research in Veterinary Science* 131, 59-68.
- Maule, A., (2000). Survival of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157 in soil, water and on surfaces. *Journal of Applied Microbiology* 88(S1), 71S-78S.
- Mohler, V.L., Izzo, M.M., House, J.K., (2009). Salmonella in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25, 37-54.
- Mullis, L., Saif, L.J., Zhang, Y., Zhang, X., Azevedo, M.S., (2012). Stability of bovine coronavirus on lettuce surfaces under household refrigeration conditions. *Food Microbiology* 30(1), 180-186.
- Nielsen, L.R., Nielsen, S.S. (2012). A structured approach to control of Salmonella Dublin in 10 Danish dairy herds based on risk scoring and test-and-manage procedures. *Food Research International* 45(2), 1158-1165.
- Nielsen, L. R. (2013). Review of pathogenesis and diagnostic methods of immediate relevance for epidemiology and control of Salmonella Dublin in cattle. *Veterinary Microbiology* 162(1), 1-9.
- Oma, V.S., Traven, M., Alenius, S., Myrmel, M., Stokstad, M., (2016). Bovine coronavirus in naturally and experimentally exposed calves; viral shedding and the potential for transmission. *Virology Journal* 13, 100.
- Oma, V.S., Klem, T., Trávén, M., Alenius, S., Gjerset, B., Myrmel, M., Stokstad, M., (2018). Temporary carriage of bovine coronavirus and bovine respiratory syncytial virus by fomites and human nasal mucosa after exposure to infected calves. *BMC Veterinary Research* 14, 22.
- Osorio, J., (2020). Gut health, stress, and immunity in neonatal dairy calves: the host side of host-pathogen interactions. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 11(1), 1-15.
- Ostergaard, S., Chagunda, M.G., Friggens, N.C., Bennedsgaard, T.W., Klaas, I.C., (2005). A stochastic model simulating pathogen-specific mastitis control in a dairy herd. *Journal of Dairy Science* 88, 4243-4257.
- Pardon, B., Catry, B., Dewulf, J., Persoons, D., Hostens, M., De Bleecker, K., Deprez, P., (2012). Prospective study on quantitative and qualitative antimicrobial and anti-inflammatory drug use in white veal calves. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 67, 1027-1038.
- Pardon, B., Hostens, M., Duchateau, L., Dewulf, J., De Bleecker, K., Deprez, P., (2013). Impact of respiratory disease, diarrhea, otitis and arthritis on mortality and carcass traits in white veal calves. *BMC Veterinary Research* 9, 1-14.
- Pardon, B., Callens, J., Maris, J., Allais, L., Van Praet, W., Deprez, P., Ribbens, S., (2020). Pathogen-specific risk factors in acute outbreaks of respiratory disease in calves. *Journal of Dairy Science* 103, 2556-2566.
- Pardon, B., Buczinski, S., (2020). Bovine respiratory disease diagnosis: what progress has been made in infectious diagnosis? *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 36, 425-444.
- Parreno, V., Marcoppido, G., Vega, C., Garaicoechea, L., Rodriguez, D., Saif, L., Fernandez, F., (2010). Milk supplemented with immune colostrum: protection against rotavirus diarrhea and modulatory effect on the systemic and mucosal antibody responses in calves experimentally challenged with bovine rotavirus. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 136, 12-27.
- Raaperi, K., Orro, T., Viltrop, A. (2014). Epidemiology and control of bovine herpesvirus 1 infection in Europe. *The Veterinary Journal* 201(3), 249-256.
- Runnels, P.L., Moon, H.W., Schneider, R.A. (1980). Development of resistance with host age to adhesion of K99+ *Escherichia coli* to isolated intestinal epithelial cells. *Infection and Immunity* 28(1), 298-300.
- Saif, L.J., Smith, K.L., (1985). Enteric viral infections of calves and passive immunity. *Journal of Dairy Science* 68(1), 206-228.
- Simpson, K.M., Callan, R.J., Van Metre, D.C., (2018). Clostridial abomasitis and enteritis in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 34(1), 155-184.
- Slanzon, G.S., Ridenhour, B.J., Moore, D.A., Sischo, W.M., Parrish, L.M., Trombetta, S.C., McConnel, C.S., (2022). Fecal microbiome profiles of neonatal dairy calves with varying severities of gastrointestinal disease. *PLoS one* 17(1), e0262317.
- Smith, G.W., Berchtold, J., (2014). Fluid therapy in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30(2), 409-427
- Smith, G.W., Alley, M.L., Foster, D.M., Smith, F., Wilman, B.W., (2014). Passive immunity stimulated by vaccination of dry cows with a Salmonella bacterial extract. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 28, 1602-1605.
- Smith, G., (2015). Antimicrobial decision making for enteric diseases of cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 31(1), 47-60.
- Smith, G.W., Smith, F., Zuidhof, S., Foster, D.M., (2015). Short communication: Characterization of the serologic response induced by vaccination of late-gestation cows with a Salmonella Dublin vaccine. *Journal of Dairy Science* 98, 2529-2532.
- Song, Y., Sun, H., He, Z., Fischer-Tlustos, A., Ma, T., Steele, M., (2021). Transcriptome analysis revealed that delaying first colostrum feeding postponed ileum immune system development of neonatal calves. *Genomics* 113(6), 4116-4125.
- Stein, R.A., Katz, D.E., (2017). *Escherichia coli*, cattle and the propagation of disease. *FEMS Microbiology Letters* 364(6), 1-11.
- Tarekegn, Z.S., Tigabu, Y., Dejene, H., (2021). Cryptosporidium infection in cattle and humans in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Parasite Epidemiology and Control* 14, e00219.
- Theuns, S., Vanmechelen, B., Bernaert, Q., Deboutte, W., Vandenhoe, M., Beller, L., Matthijnsens, J., Maes, P., Nauwynck, H., (2018). Nanopore sequencing as a revolutionary diagnostic tool for porcine viral enteric disease complexes identifies porcine kobuvirus as an important enteric virus. *Scientific Reports* 8, 1-13.
- Thomson, S., Hamilton, C.A., Hope, J.C., Katzer, F., Mabbott, N.A., Morrison, L.J., Innes, E.A., (2017). Bovine

- cryptosporidiosis: impact, host-parasite interaction and control strategies. *Veterinary Research* 48, 42.
- Uhde, F.L., Kaufmann, T., Sager, H., Albin, S., Zanoni, R., Schelling, E., Meylan, M., (2008). Prevalence of four enteropathogens in the faeces of young diarrhoeic dairy calves in Switzerland. *Veterinary Record* 163(12), 362-366.
- van der Poel, W.H., van der Heide R., Verschoor, F., Gelderblom, H., Vinje, J., Koopmans, M.P., (2003). Epidemiology of Norwalk-like virus infections in cattle in the Netherlands. *Veterinary Microbiology* 92, 297-309.
- Van Roon, A.M., Santman-Berends, I.M., Graham, D., More, S.J., Nielen, M., van Duijn, L., Mercat M., Foruichon C., Madaouasse A., Gethmann J., Sauter-Louis C., Frössling J., Lindberg A., Correia-Gomes C., Gunn G.J., Henry M.K., Van Schaik, G., (2020). A description and qualitative comparison of the elements of heterogeneous bovine viral diarrhoea control programs that influence confidence of freedom. *Journal of Dairy Science* 103(5), 4654-4671.
- Waltman W.D. (2000). Methods for the cultural isolation of Salmonella. In: Wray C. Wray A. (editors). *Salmonella in Domestic Animals*. CABI Publishing, Wallingford (UK) 355-372.
- Waltner-Toews, D., Martin, S.W., Meek, A.H., (1986). The effect of early calfhood health status on survivorship and age at first calving. *Canadian Journal of Veterinary Research* 50(3), 314.
- Weber, N.R., Nielsen, J.P., Hjulsgaard, C.K., Jorsal, S.E., Haugegaard, S., Hansen, C.F., Pedersen, K.S., (2017). Comparison of bacterial culture and qPCR testing of rectal and pen floor samples as diagnostic approaches to detect enterotoxigenic *Escherichia coli* in nursery pigs. *Preventive Veterinary Medicine* 143, 61-67.
- Windeyer, M.C., Leslie, K.E., Godden, S.M., Hodgins, D.C., Lissemore, K.D., LeBlanc, S.J., (2013). Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Preventive Veterinary Medicine* 113(2), 231-240.
- Yang, M., Zou, Y., Wu, Z.H., Li, S.L., Cao, Z.J., (2015). Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. *Journal of Dairy Science* 98(10), 7153-63.
- Zambriski, J.A., Nydam, D.V., Bowman, D.D., Bellosa, M.L., Burton, A.J., Linden, T.C., Linden, J.L., Olivett, T.L., Tondello-Martins, L., Mohammed, H.O., (2013). Description of fecal shedding of *Cryptosporidium parvum* oocysts in experimentally challenged dairy calves. *Parasitology Research* 112(3), 1247-1254.
- Zhu, Q., Li, B., Sun, D., (2022). Bovine astrovirus-a comprehensive review. *Viruses*. 14(6), 1217.



© 2022 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

uit het verleden

Paardenkerkhof van Childerik in Doornik

De Salische Franken, een tak van de Frankische Germanen, veroverden bij de val van het Romeinse Rijk onze streken en vestigden hun hoofdplaats in Doornik. Hun koning Childerik werd er begraven met onvoorstelbare rijkdom. Daarvan getuigen niet enkel de zogenaamde 'schat van Childerik', maar ook een massagraf met niet minder dan 21 paardenskeletten. C14-dateringen lieten toe dit 'paardenkerkhof' te situeren in de tijd van Childerik. De dieren waren begraven in drie holten in de rots gehouwen ongeveer twintig meter van het graf van de koning zelf.

Een dergelijk paardenkerkhof was uitzonderlijk bij de westelijke Germanen. Het getuigt van het aanzien, dat zowel paarden als Childerik zelf genoten. Zijn zoon Clovis (Chlodovich, Ludovik, Lodewijk, Ludwig, Louis) zou het kleine rijk uitbreiden over heel Frankrijk (het Rijk van de Franken) tot in het noorden van Spanje en over een groot gedeelte van het huidige Duitsland.

Een opstelling in het archeologisch museum van Doornik geeft daar een beeld van weer.

Met dank aan Sabine Lauwers en Luc Van Damme

Vroege miltvuurvaccinaties in onze streken: Kruishoutem, 1885

Early anthrax vaccinations in our regions: Kruishoutem, 1885

¹L. Devriese, ²C. Van der Meeren

¹Collectie Diergeneeskundig Verleden, UGent, Faculteit Diergeneeskunde,
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke
²IJzerbergstraat 5, B-9770 Kruisem

chris.vandermeeren@skynet.be

SAMENVATTING

In 1885 kon het nog maar pas in Frankrijk beschreven miltvuurvaccin (1880 en 1881) in het Oost-Vlaamse dorp Kruishoutem al toegepast worden bij varkens. Dit blijkt uit brieven van de plaatselijke dierenarts aan het gemeentebestuur, bewaard in het gemeentelijk archief. De diagnose miltvuur was hier waarschijnlijk foutief, maar dit doet niets af van de historische en didactische betekenis van de voorgestelde inenting. Deze korte mededeling kadert de miltvuurvaccinatie in het geheel van onze kennis over deze toen revolutionaire nieuwigheid.

ABSTRACT

In 1885, a few years after the publications in France on *Bacillus anthracis* as the cause of anthrax in cattle and sheep, as well as on the promising possibilities of vaccination, this entirely new procedure was proposed to be used in pigs by a local veterinarian in Kruishoutem (East-Flanders, Belgium). This has been attested by letters conserved in the communal archives. Although the diagnosis of anthrax in the piggeries concerned was probably erroneous, these early proposals to vaccinate are illustrative for the rapid international spread of this revolutionary practice.

INLEIDING

De introductie door Toussaint (1880) en Pasteur (1881) van de vaccinatie ter bescherming tegen het destijds zeer gevreesde miltvuur, vormde een mijlpaal in de geschiedenis van de diergeneeskunde en van de geneeskunde in het algemeen. Het was het eerste effectieve bacteriële vaccin, geïntroduceerd vele decennia na de virale pokkenenting bij mensen. Hoewel er, achteraf gezien, heel wat aan te merken valt op de manier van werken van Louis Pasteur en ook op de claim dat hij de eerste zou zijn geweest die de miltvuurenting succesvol toepaste, blijft zijn faam onaangetaast.

De erkenning van de waarde van zijn bevindingen kwam trouwens zeer snel. Vrijwel onmiddellijk na de eerste proeven van Pasteur werd in Parijs met de vaccinproductie gestart. De entstoffen werden blijkbaar meteen ook geëxporteerd. In deze korte mededeling wordt aangetoond dat het vaccin beschikbaar was in het Oost-Vlaamse Kruishoutem in 1885.

GEVALLEN IN KRUISSHOUTEM

Brieven van de lokale veearts Amand De Meestere, gedateerd 17 en 29 augustus 1885, bewaard in het gemeentelijk archief van Kruisem, destijds Cruyshoutem of Kruishoutem (doos 467, landbouwtellingen 1811-1897, doos 2), hebben het over miltvuur bij varkens in die gemeente (Figuur 1). In de in het Frans opgestelde documenten gebruikt De Meestere de term “*érysipèle charbonneux*”.

Uit de periode 1884-1889 bleven elf dergelijke brieven bewaard met aangifte van miltvuur- of vlekziekte-achtige letsels bij varkens. Alle brieven gingen over verschillende bedrijven in de praktijk van De Meestere. In twee gevallen werd de arrondissementscommissaris verwittigd. Dat is een plaatselijk hooggeplaatste, juridisch gevormde ambtenaar die de provinciegouverneur bijstaat. In precies die gevallen kreeg de veehouder het bevel de stal te ontsmetten. Vermoedelijk gebeurde dit door de muren te reinigen

*L'Autopsie du Cadavre m'a permis de constater
 la présence de l'érysipèle charbonneux, C'est à ce propos que
 j'enfouissement du Cadavre et la désinfection du local
 Le Médecin vétérinaire du Gouv^t,
 A. De Meestere.*

Figuur 1. Diagnose van miltvuur met bevel tot het desinfecteren van de lokalen en begraven van het lijk door de “vétérinaire du Gouv(ernement)” (aangenomen dierenarts, rijksveearts) De Meestere (briefdetail in het archief van de gemeente Kruisem).

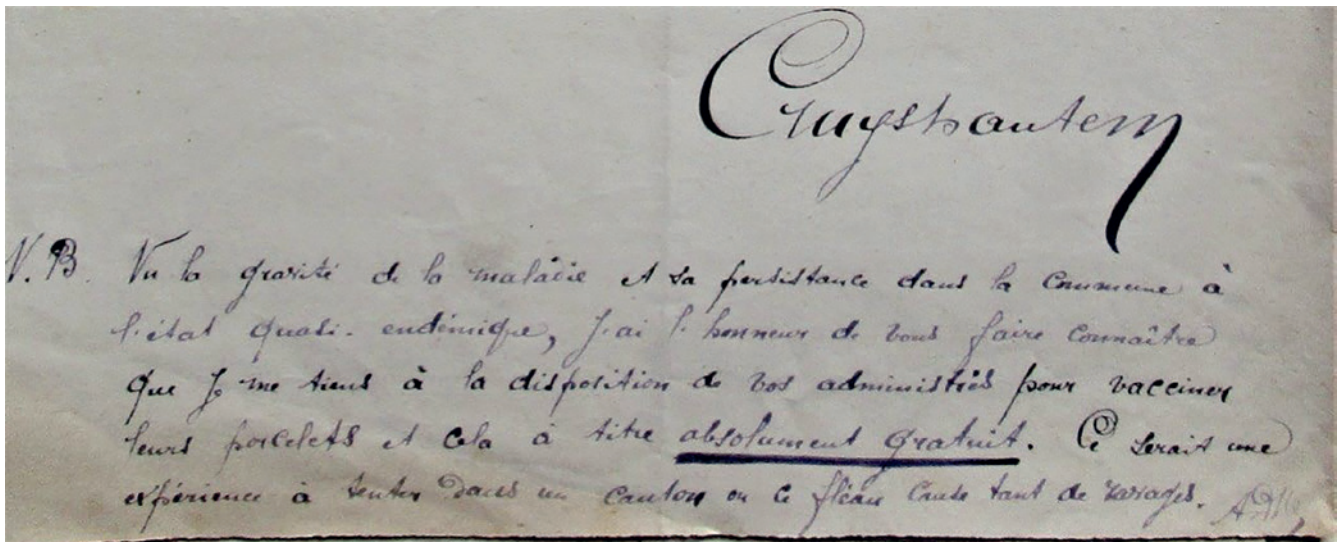
en te kalken (‘witten’), een maatregel die in militaire kampementen al veel langer toegepast werd in de bestrijding van besmettelijke ziekten onder de soldaten.

In de brieven staan vermoedens aangegeven van de veehouder of redenen van de veterinaire tussenkomst. Symptomen en letsels worden kort maar duidelijk beschreven. Waar mogelijk werd een diagnose vermeld, samen met een indicatie van wat er met het vlees moest gebeuren. Vier gevallen werden als vlekziekte (“rouget”) gediagnosticeerd. Het ging dan wellicht over een snel verlopende septicemische vorm met nog geen sterk uitgesproken huidletsels. Het vlees mocht niet geconsumeerd of moest onmiddellijk gepekeld worden, waarna het gezouten vlees na veertien dagen aan een extra controle moest onderworpen worden. Op andere bedrijven waren de huidletsels veel meer uitgesproken. Hoewel wij er nu van uitgaan dat het ook dan om vlekziektegevallen ging, benoemde De Meestere die aandoeningen met “érysipèle cutanée” of “erysipèle aigue de la peau”. Volgens hem was deze ziekte ‘proche parent du rouget, mais ce n’est pas lui’. Over wat volgens hem dan wel de oorzaak was van de aandoening, laat hij ons in het ongewisse. Over het vlees van deze dieren oordeelde hij dat het wel geschikt was voor consumptie. Bij nog andere zieke varkens waren de symptomen onvoldoende typerend en kon geen zekere diagnose gesteld worden.

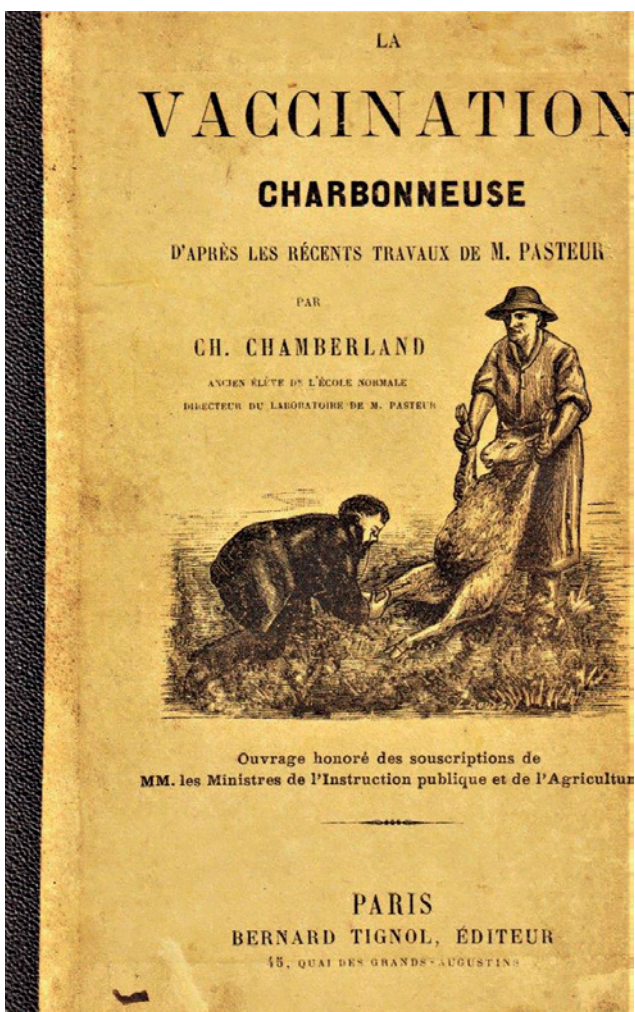
Bij dieren van drie varkenshouders werd “érysipèle charbonneux” vastgesteld. Wellicht werd hiermee zwart uitslaande roodheid bedoeld. Bij een van deze gevallen staan lijkschouwingsresultaten in enig detail beschreven: multipale plekken van variabele grootte met rood-paarse kleur op rug, billen en nek. Bloeduitstortingen en puntbloedingen op de slijmvliezen van dun- en dikdarm. Zwart, niet gestold bloed in de kleine vaten. Het vlees werd ongeschikt bevonden voor consumptie en de kadavers moesten begraven worden. Het was bij twee van die gevallen dat De Meestere voorstelde gratis te vaccineren.



Figuur 2. Typische ‘Backsteinblätter’-letsels van vlekziekte (overgenomen uit: Schmidt et al., 1941).



Figuur 3. Veearts De Meestere verklaart dat hij bereid is biggen in de gemeente gratis te vaccineren. Het is een proef die moet geprobeerd worden, gezien deze gesel (van miltvuur) zoveel verwoest in het kanton ('une expérience à tenter dans un canton ou ce fléau cause tant de ravages') (herkomst: zie Figuur 1).



Figuur 4. Omslag van het eerste, maar al omvangrijke overzicht in boekvorm van de toenmalige kennis van miltvuurvaccinatie door Chamberland (1885), bewaard in de collectie 'Diergeneeskundig Verleden', Faculteit Diergeneeskunde, UGent, Merelbeke.

De vraag kan gesteld worden of de diagnose miltvuur überhaupt correct was. Betreft het bij de Kruishoutemse varkens daadwerkelijk miltvuur, was het vlekziekte of nog iets anders? Miltvuur was een mogelijkheid, maar of De Meestere hier correct was in zijn diagnosestelling valt te betwijfelen. Deze infectie kwam in die tijd slechts zelden voor bij varkens en dan vooral in een voor deze diersoort typische vorm met roodheid en zwelling in de keelstreek (Hoorens, 1973). Ook Schultze (1980) heeft het over keelontsteking met sterke zwelling in de keelstreek met slikbezwaren en snurkende ademhaling tot gevolg, eventueel gepaard gaande met cyanose van de wroetschijf en de onderbuik. Een eeuw eerder al werd deze ziektevorm vastgesteld bij varkens (Nocard en Leclainche, 1896). Deze beschrijvingen stroken op het eerste zicht niet met wat De Meestere vaststelde bij een lijkschouwing op een volgens hem aan "érysipèle charbonneux" gestorven varken. Aangezien hij het had over een 'plaag', kunnen we ons ook afvragen of het hier niet eerder om varkenspest ging.

Hoe dan ook, Amand De Meestere die in 1882 afstudeerde aan de veeartsenijsschool van Kuregem en daarmee de eerste wetenschappelijk geschoolde veearts van Kruishoutem was, besloot dat vaccinatie met het pas beschikbare miltvuurvaccin hier aangewezen was (Figuur 3).

VACCINATIE

In overzichten uit de vorige eeuw (Shlyakov et al., 1996) wordt gesteld dat de eerste vaccins tegen miltvuur waarschijnlijk levende, gesporuleerde bacteriën bevatten. Ze werden ingespoten in de liesstreek (Figuur 4) met doseerspuiten voor meervoudig gebruik (Figuur 5).

De brieven van veerarts De Meestere betreffende het miltvuur en de vlekziekte dateren uit de periode 1884 tot 1889. Dat is nauwelijks enkele jaren na de publicatie van de eerste vaccinatieproeven door Tous-saint (1880 en 1881) en Pasteur (1881). De Meestere legde er de nadruk op dat het vaccin gratis was. De kosten werden wellicht betaald door de overheid, i.c. de gemeente.

Deze entstoffen waren in het beste geval volkomen avirulent, maar ze hielden aanzienlijke, feitelijk onverantwoorde risico's in, met soms infectie en dood tot gevolg. Zo bestond er een reëel gevaar dat deze ziekte op die manier verder verspreid kon worden. Men moest de culturen bestemd voor vaccinproductie meerdere dagen bewaren om ze sporen te laten vormen, maar de vaccinvloeistof kon nog steeds niet-gesporuleerde virulente kiemen bevatten (Figuur 6).

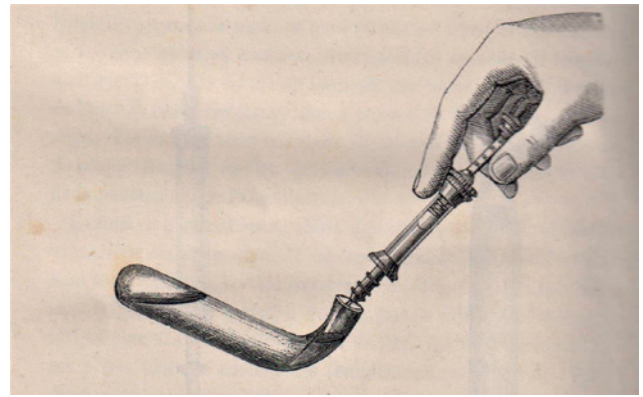
Al spoedig echter begon men procedures toe te passen om de bacteriën te doden (Chamberland, 1883) en in 1935 werd het Sterne-vaccin geïntroduceerd. Dat bevatte een levende verzwakte *B. anthracis*-stam en bracht aanzienlijk minder accidenten met zich mee. De latere vaccins op basis van onschadelijk gemaakte miltvuurtoxines, in het Engels meestal 'toxoid' genoemd, waren geheel veilig voor wat kiemverspreiding betreft. Dergelijke aloude vaccintypes werden plots terug actueel, nadat in 2002 geruchten opdoken dat het regime van Saddam Hoessein (Irak) miltvuur zou gebruiken in bacteriologische oorlogsvoering.

DISCUSSIE

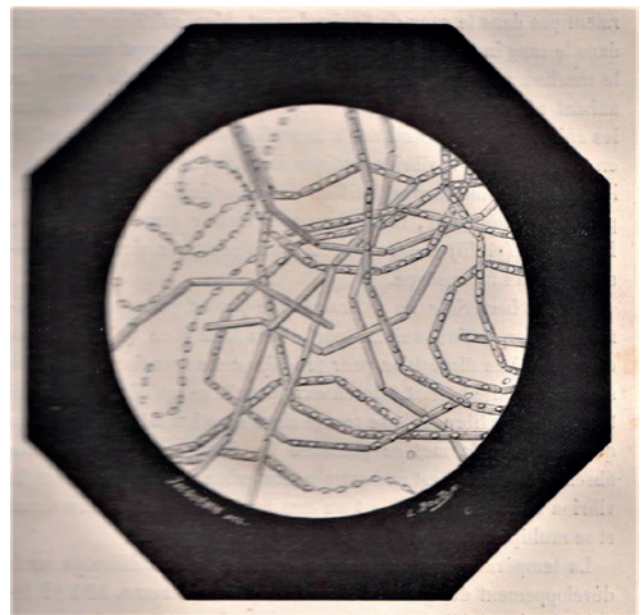
Vermoedelijk ging het bij de meeste Kruishoutemse gevallen wel degelijk om vlekziekte. Sommige huidletsels gelijken sterk op deze van miltvuur. Vandaar wellicht dat ook vlekziekte moest aangegeven worden bij de gemeentelijke overheid. In dat laatste geval was volgens De Meestere het vlees soms geschikt voor consumptie. Bij miltvuur was dat uiteraard niet het geval en werd bevolen het lijk te begraven en de stal te ontsmetten.

In de literatuur vinden we de door De Meestere gebruikte term "erysipèle charbonneux", naast andere benamingen van de verschillende vormen van miltvuur. Nocard en Leclainche (1896) namen de term op in hun '*Maladies Microbiennes des Animaux*', maar enkel in het hoofdstuk 'Rouget des porcs'. Zowel "rouget" als "erysipèle" duiden op roodheid (denk aan het woord erythrocyt) en beide stemmen overeen met het Nederlandse woord vlekziekte. Rode vlekken zijn het eerste en meest typische symptoom van deze infectie bij varkens, veel minder bij andere diersoorten waar de ziekte ook voorkomt. Later kunnen de letsels necrotiseren en zwart worden. Vandaar ook de mogelijkheid tot verwarring met miltvuur ("le charbon").

Men kan zich hierbij de vraag stellen hoe de entstof zo vroeg al in Kruishoutem terecht kwam. Blijkbaar produceerde het Parijse Institut Pasteur meteen na de eerste proeven en hun beschrijving in de jaren 1880,



Figuur 5. Vaccinbuisje en doseerspuit (overgenomen uit: Chamberland, 1885).



Figuur 6. Cultuur van *Bacillus anthracis* (de milturbacil) met overwegend gesporuleerde kiemen en vrije sporen, maar ook nog enkele intacte staafjes (overgenomen uit: Chamberland, 1885).

op grote schaal miltvuurvaccins, geconditioneerd in ampullen met gebogen hals (Figuur 5) en rubberstoppen. Ook een vaccin tegen vlekziekte werd door Pasteur ontwikkeld, zoals blijkt uit zijn correspondentie uitgegeven door Pasteur Vallery-Radot (1952). Hij stelde zijn studie '*La Vaccination du Rouget des Porcs à l'Aide du Virus Atténué de cette Maladie*' voor aan de Academie des Sciences op 26 november 1883. Dit vaccin redde in die tijd het leven van duizenden varkens. Vlekziekte was toen immers een bijzonder frequent voorkomende ziekte die meestal fataal eindigde door gebrek aan therapeutische mogelijkheden.

NASCHRIFT

De publicatie uit 1996 kan ingekeken worden op het internet via Wikipedia of Google Books; een papieren versie is aanwezig in de leeszaal van de UGent

Faculteit Diergeneeskunde. De collectie ‘Diergeneeskundig Verleden Merelbeke’ bevat het boek van Chamberland. De negentiende-eeuwse referenties kunnen ook geconsulteerd worden op Gallica [archive], de Franse tegenhanger van Wikipedia.

REFERENTIES

- Chamberland, Ch. (1885). *La Vaccination Charbonneuse*. Bernard Tignol, Parijs, 3-316.
- Hoorens, J. (1973). Ziekten In: *Huisvesting, Voeding, Ziekten, van het Varken*. Story-Scientia, Gent, 369.
- Nocard, E., Leclainche, E. (1903). *Maladies Microbiennes des Animaux*. Masson, Parijs, 94.
- Pasteur Vallery-Radot, L. (1952). *Pasteur. Correspondence, Flammarion*. Parijs. Zie ook de brieven van Pasteur over vlekziekte (rouget) op het internet.
- Schultze, W. et al. (1980). *Klinik der Schweinekrankheiten*. Schaper, Hannover, 1-480.
- Shlyakhov, E., Blancou, J., Rubinstein, E. (1996). Les vac-

- cins contre la fièvre charbonneuse des animaux, de Louis Pasteur à nos jours. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Épizooties* 15(3), 853-862.
- Schmidt, J., Kliesch, J., Goertler, D. (1941). *Lehrbuch der Schweinezucht*. Paul Parey, Berlijn. 331.
- Toussaint, H. (1880). Note contenue dans un pli cacheté et relative à un procédé pour la vaccination du mouton et du jeune chien. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 91, 2 août, 303.
- Toussaint, H. (1881). Vaccinations charbonneuses. *Association Française pour l'Avancement des Sciences. Comptes rendus de la 9e Session*. Séance du 19 août 1880, Reims, 1021-1025.



© 2022 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Oproep

Gevallen uit de praktijk in het Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift

Omdat het Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift in de eerste plaats een tijdschrift van en voor dierenartsen is, wil de redactieraad een oproep doen om bijzondere gevallen die u in uw praktijk ziet, kenbaar te maken in de vorm van een artikel dat in het tijdschrift na beoordeling gepubliceerd kan worden.

Geïnteresseerden worden voor de opmaak van hun case-report aangeraden de richtlijnen voor auteurs te volgen: <https://openjournals.ugent.be/vdt/site/guidelines/> of kunnen terecht bij nadia.eeckhout@ugent.be

Als voorbeeld kunnen reeds eerder in het VDT gepubliceerde casuïstieken dienen.



Eerstelijnsdiergeneeskunde in samenwerking met Stichting Prins Laurent

Eigenaars van huisdieren in een moeilijke financiële situatie kunnen voor diergeneeskundige zorgen terecht in dispensaria van de Stichting Prins Laurent (<https://www.sfprlaurent.be/nl/>). De Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Gent (en ook die van Luik) heeft een samenwerkingsverband met de Stichting Prins Laurent, waarbij de dienstverlening in het dispensarium geïntegreerd wordt in de opleiding van de studenten diergeneeskunde. Ook Stad Gent ondersteunt dit project. Enkele jaren geleden verhuisde het dispensarium vanuit de Dampoortstraat naar een veel ruimere locatie, een paviljoentje in modernistische (Expo '58) stijl, in het Vogelenzangpark aan de toegangsweg tot het AZ Sint-Lucas in Gent (Figuur 1, 2 en 3).

De voorwaarden voor de eigenaars om, qua inkomen, in aanmerking te komen als klant zijn streng. Aan de straatzijde hangen ze duidelijk zichtbaar en leesbaar uit. Mensen die zich met hun huisdier aanbieden moeten recente bewijzen van hun financieel onvermogen voorleggen en mogen maximaal twee huisdieren aanbieden.

De consultaties en eenvoudige chirurgische ingrepen worden uitgevoerd door interns en studenten van de Faculteit Diergeneeskunde, onder begeleiding van een eerstelijnsdierenarts. Uiteraard is er steeds ruimte



Figuur 1. Het vroegere dispensarium in de Dampoortstraat (Gent).

om meer complexe gevallen eveneens te bespreken met andere dierenartsen en specialisten van de faculteit. Het initiatief is erkend als “community service learning” om zijn maatschappelijke relevantie en heeft daarenboven ook voor de opleiding van de studenten een grote meerwaarde door het kunnen aanbieden van eerstelijnsgevallen.

Luc Devriese en Hilde De Rooster



Figuur 2. Het huidige dispensarium in het Vogelenzangpark (Gent).



Figuur 3. Een consultatieruimte in het huidige dispensarium.

HEMATOCRIETWAARDEN BIJ VARKENS

VRAAG

“Met regelmaat vraag ik van zeugen het ‘klein bloedbeeld’ aan en kijk dan onder andere naar het aantal leukocyten en het gehalte aan hemoglobine. Zeer lage of zeer hoge aantallen leukocyten kunnen wijzen op acute of chronische ontsteking bijvoorbeeld ten gevolge van (virale) infecties.

Je ziet echter bij zeugen dat de hematocriet van individuele zeugen nogal kan verschillen afhankelijk van hun wateropname. In de kraamstal wordt soms bijvoorbeeld veel water opgenomen en kan de hematocriet nogal eens lager zijn dan in de dracht.

Mijn vraag is nu: zou het aantal leukocyten en de Hb-waarde niet beter gecorrigeerd kunnen worden naar een ‘gemiddelde hematocrietwaarde’ zoals die bij het varken wordt gevonden zodat vergelijkbaar tussen groepen dieren en tussen bedrijven makkelijker wordt?”

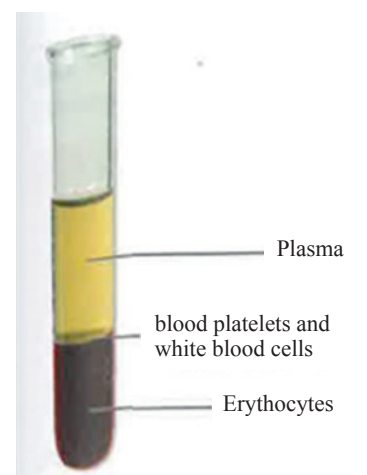
ANTWOORD

De hematocriet (Hct) geeft het volume van het bloed weer dat wordt ingenomen door de rode bloedcellen, waardoor deze waarde informatie geeft over de hoeveelheid rode bloedcellen in het lichaam. Deze wordt bepaald na centrifugatie, zodat het plasma gescheiden wordt van de cellen die in het bloed voorkomen. De rode bloedcellen liggen onderaan. Het fijne, witte laagje er bovenop is de “buffy coat” die de witte bloedcellen en bloedplaatjes bevat (Figuur 1). Het aantal witte bloedcellen in het bloed staat los van de Hct.

De Hct wordt beïnvloed door verschillende factoren. Niet alleen zijn er diersoort- en rasverschillen, maar ook factoren, zoals geslacht, voeding, hydratietoestand, hoogte waarop geleefd wordt en fysieke activiteit, hebben een invloed op de Hct. Vandaar dat de normale of fysiologische Hct-waarde aanzienlijk

kan variëren. Vrouwelijke dieren hebben doorgaans een lagere Hct dan mannelijke dieren omdat ze minder rode bloedcellen hebben. De productie van rode bloedcellen wordt immers gestimuleerd door testosteron.

In de literatuur zijn er weinig studies bij varkens beschreven, waarin de Hct bij zeugen werd onderzocht. De algemene referentiewaarden die in handboeken te vinden zijn, variëren van 32 tot 50 (Radosz et al., 2007; Thorn, 2010). In een studie van Žvorc et al. (2006) werden wel de Hct-waarden tijdens verschillende fasen van de cyclus bij gezonde zeugen van één bedrijf onderzocht, namelijk begin van de dracht (dag 30-35), einde van de dracht (dag 81 tot 87), en bij lacterende zeugen (dag 12-20 na het werpen). Er werden significante verschillen vastgesteld in Hct-waarden tussen de verschillende tijdstippen (Tabel 1).



Uit: Physiology of domestic animals. Sjaastad & Sand & Hove

Figuur 1. Bloedbuisje na centrifugatie (uit: Sjaastad, et al., 2010). De rode bloedcellen bevinden zich onderaan. Het fijne, witte laagje er bovenop is de “buffy coat” die de witte bloedcellen en bloedplaatjes bevat. Bovenaan bevindt zich het plasma.

Tabel 1. Hematocrietwaarden bij zeugen tijdens verschillende fasen van de reproductiecyclus (Žvorc et al., 2006). Groep 1: begin van de dracht (dag 30-35); Groep 2: einde van de dracht (dag 81 tot 87); Groep 3: lacterende zeugen (dag 12-20 na het werpen).

	Groep 1 (n=62)	Groep 2 (n=77)	Groep 3 (n=75)
Gemiddelde Hct (g/Lit)	0,44 ^a	0,30 ^b	0,34 ^b
Standaarddeviatie (g/Lit)	0,17	0,09	0,13
Variatiecoëfficiënt (%)	38,6	30,0	38,2
95%-Betrouwbaarheidsinterval	0,42-0,47	0,27-0,33	0,31-0,37

De laagste waarden werden gevonden bij de zeugen op het einde van hun dracht. Dit kan onder andere verklaard worden door het grotere plasmavolume bij deze dieren (Singh et al., 1991). Bij de interpretatie van resultaten is het dus belangrijk om referentiewaarden voor een specifiek cyclusstadium te gebruiken. Verder werd er in de studie van Žvorc et al. (2006) een grote individuele variatie gevonden tussen de zeugen van eenzelfde drachtstadium (variatioecoëfficiënten van 30 tot 39%). Dit maakt het lastiger om Hct-waarden van individuele zeugen als afwijkend te beschouwen. Het is daarom belangrijk om de waarden ook op groepsniveau te bekijken. Eenzelfde grote individuele variatie werd waargenomen bij verschillende biochemische parameters in serum van zeugen in de periode voor en na het werpen (Verheyen et al., 2007). Om een volledig beeld te krijgen bij het hematologisch onderzoek van varkens wordt tenslotte ook aangeraden om niet enkel één parameter, maar meerdere parameters te onderzoeken (Bhattarai en Nielsen, 2015).

REFERENTIES

- Bhattarai S., Nielsen J.P. (2015). Early indicators of iron deficiency in large piglets at weaning. *Journal of Swine Health and Production* 23 (1), 10-17.
- Radostis O.M., Blood D.C., Gay C.C. (2007). Iron deficiency. In Radostis O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. (editors). *Veterinary Medicine*. Tenth edition, Saunders Elsevier, 1725-1729.
- Singh R., Singha S.P.S, Singh R., Setia M.S. (1991). Distribution of trace elements in blood, plasma and erythrocytes during different stages of gestation in buffalo (Bubalus Bubalis). *Buffalo Journal* 1, 77-85.
- Sjaastad Q.V., Sand O., Hove K. (2010). Blood and its functions. In: *Physiology of Domestic Animals*. Second edition, Scandinavian Veterinary Press, 309-332.
- Thorn C.E. (2010), Hematology of the pig. In: Weis D.J., Wardrop K.J., (editor). *Schalms Veterinary Hematology*. Wiley-Blackwell, 843-851.
- Verheyen A., Maes D., Mateusen B., Deprez P., Janssens G, Lange L, Counotte G. (2007). Serum biochemical reference values for gestating and lactating sows. *The Veterinary Journal* 174, 92-98.
- Žvorc Z., Mrljak V., Sušić V., Pompe Gotal J. (2006). Haematological and biochemical parameters during pregnancy and lactation in sows. *Veterinarski Arhiv* 76 (3), 245-253.

Prof. dr. D. Maes,
Vakgroep Interne Geneeskunde, Voortplanting en
Populatiegeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde,
UGent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

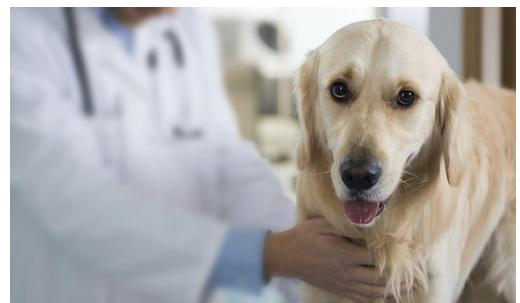
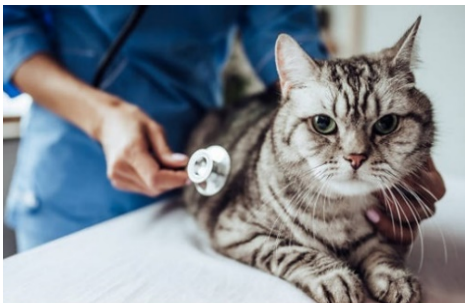
Prof. dr. C. De Schauwer,
Vakgroep Vakgroep Translationele Fysiologie,
Infectiologie en Volksgezondheid,
Faculteit Diergeneeskunde, UGent,
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

Oproep

Vragen uit de dierenartsenpraktijk

De vraag- en antwoordrubriek behandelt reeds lang probleem- en vraagstellingen waarmee de dierenarts-practicus te maken krijgt. Het is een graag gelezen rubriek en om haar succes staande te houden, zijn wij immer op zoek naar vragen die oprijzen tijdens de praktijk.

Indien u met een dergelijk probleem of vraag geconfronteerd werd/wordt, dan kunt u ze te allen tijde doorsturen naar nadia.eeckhout@ugent.be Ze worden door een expert (Faculteit Diergeneeskunde of elders) van een deskundig antwoord voorzien dat samen met de vraag in het tijdschrift gepubliceerd wordt.



De “**Universitaire Nierkliniek voor Kat en Hond**”, kortweg de “**Nierkliniek**”, bestaat uit een mobiel team van gecertificeerde specialisten in de interne geneeskunde van gezelschapsdieren (DipECVIM), samen met doctoraatsstudenten.

Wij zoeken gezonde oude katten en katten en honden met chronische nierziekte (CNZ) in verschillende praktijken in het land, om halfjaarlijks te onderzoeken, bloed- en urineonderzoeken bij uit te voeren en de bloeddruk op te volgen.

De stalen worden gratis geanalyseerd zodat de eigenaar dit niet zelf moet financieren. De Nierkliniek zorgt zelf voor al het nodige materiaal (incl bloeddrukmeter, echotoestel) en nadien krijgt de doorverwijzende dierenarts een verslag.

Op deze manier krijgt de eigenaar, zonder verre verplaatsing een opvolging om de 6 maanden voor zijn/haar huisdier, en dit op een goedkopere tot gratis wijze bij u op uw praktijk.

DOEL

- Screening van geriatrische katten voor vroegtijdige detectie van CNZ (en andere aandoeningen) en optimale opvolging van honden en katten gediagnosticeerd met CNZ, op regelmatige basis.
- Gratis hulp bieden aan eigenaar en dierenarts voor de optimale aanpak van CNZ per patiënt.
- Verbetering van de huidige wetenschappelijke kennis omtrent CNZ met als toekomstig doel: een eerdere detectie en meer doeltreffende therapie.

WELKE DIEREN KOMEN ER IN AANMERKING

- Katten van alle leeftijden die reeds in het verleden gediagnosticeerd zijn met CNZ.
- Gezonde katten vanaf 11 jaar.
- Honden van alle leeftijden die reeds in het verleden gediagnosticeerd zijn met CNZ.
- Op voorhand wordt een moment afgesproken met de dierenarts waarop de Nierkliniek verschillende gezonde katten/CNZ patiënten na elkaar onderzoeken. Idealiter zien ze dan diezelfde patiënten om de 6 maanden terug bij de praktijk. De dierenarts mag hierbij zeker aanwezig zijn als hij/zij dit wil, maar indien hij/zij liever andere consulten doet op dat moment is dit zeker ook prima.

DEELNEMEN ALS DIERENARTS

De hoge prevalentie van CNZ onderstreept het belang van een **grondige screening** van deze aandoening in de dierenartsenpraktijk. Aangezien CNZ in het merendeel van de gevallen in de **eerstelijnspraktijk** aangepakt wordt, willen wij met de “Nierkliniek” **ondersteuning** bieden aan de dierenartsen in het veld, waarbij een **optimale verzorging** van het dier centraal staat.

Het vergroten van de **populatie onderzochte katten en honden** kan ons helpen om voldoende urine- en bloedstalen te verzamelen, dewelke gebruikt zullen worden om de **wetenschappelijke kennis** omtrent CNZ te verruimen met als toekomstig doel, **betere diagnostiek en therapieën** te genereren en zo de gereserveerde prognose van de ziekte te verbeteren.

WAT IS HET VOORDEEL VOOR DE EIGENAAR

Eigenaars kunnen zich aan een **goedkopere tot gratis consultatie** verwachten. Hun huisdier zal bovendien door ons team grondig worden **opgevolgd in uw praktijk**. Daarnaast laat dit project toe om bij geriatrische katten ziekten (zoals CNZ, maar ook hyperthyroïdie, etc.) **vroegtijdig op te sporen**, zodat de levensverwachting verlengd kan worden.

WAT IS UW VOORDEEL ALS DIERENARTS

U kunt als **extra service gratis diergeneeskundige diagnostiek en opvolging** aanbieden aan uw cliënteel in uw eigen praktijk terwijl daarnaast uw eigen activiteiten (consultaties, operaties, ...) kunnen doorgaan. Dit kan eigenaars motiveren om voor **follow-up** naar uw praktijk te blijven komen en de drempel voor het opvolgen van een door u verschaft behandeling en opvolging (medicatie, nierdieet, regelmatige monitoring van waarden in het bloed en de urine) verlagen.

PRAKTISCH

Op een afgesproken datum komen we langs in uw praktijk waarbij we mikken op een aantal van **minstens drie** te onderzoeken patiënten. Contact met de betrokken eigenaars kan indien gewenst, steeds via u gebeuren. Naast het uitvoeren van een **uitgebreid lichamelijk onderzoek** (inclusief bloeddrukmeting) worden ook **bloeden urinestalen** afgenomen. Al het nodige materiaal, inclusief echotoestel indien niet voorhanden in uw praktijk, zal door ons ter beschikking gesteld worden. Bovendien worden alle stalen **gratis geanalyseerd**, zodat de eigenaar dit zelf niet hoeft te financieren. Een verslag zal opgemaakt worden voor u en de eigenaar.

uit het verleden

‘Zotte’ schapen in Vossem bij Leuven (1445 – 1460)

Blijkens de bewaard gebleven rekeningen van de landbouwdomein Vossem van het Brussels Apostelengodshuis waren sommige jaren ‘slecht’ omdat er hoge sterfte optrad in de schapenkudde die jaarlijks zorgde voor 5 tot 20 percent van de inkomsten. Rond het midden van de vijftiende eeuw staan er, met tussenpozen, vier jaren genoteerd met tegenvallende resultaten. Een aandoening aangeduid als ‘zotte schapen’ verspreidde zich snel in de kudde. Lammeren moesten aangekocht worden om de verliezen te compenseren. In normale jaren lag de sterfte rond 5% en overtrof het aantal nieuwgeboren lammeren veruit de sterfte.

Als oorzaken komen in aanmerking: coenurusaantasting in de hersenen (door larvaire cysten van *Taenia*-soorten), scrapie (toen al?) en listeriose. Geen enkele aanduiding wordt gegeven die meer specifiek naar een bepaalde ziekte kan wijzen. Dat was nog minder het geval in het rampjaar 1465-1466 toen de hele kudde verkocht werd omdat er schapen waren die ‘ongeveer (ongaaf) ende besmet waeren’ en men vreesde dat ze ‘al besmet’ zouden worden. In andere jaren waren belangrijke verliezen te wijden aan roofzuchtige wolven of legerbenden.

Bron: Blockmans, W. (1970). De rendabiliteit van de schapenteelt in Brabant tijdens de 15^{de} eeuw. *Bijdragen tot de Geschiedenis* 53, 113-125.

Luc Devriese. Met dank aan Marc Hanson

Vakgroep Kleine Huisdieren op zoek naar honden met een portosystemische shunt of andere leveraandoening

Momenteel lopen er verschillende studies aan de faculteit diergeneeskunde. Voor deze studies zijn we op zoek naar honden met portosystemische shunts. Patiënten die deelnemen worden intensief opgevolgd door een team van specialisten. Met behulp van deze studies willen we de behandeling en opvolging van toekomstige patiënten met portosystemische shunts optimaliseren. Alle uitslagen van de verschillende onderzoeken zullen naar u gestuurd worden, en u kan ons steeds contacteren voor extra vragen om zo de behandeling en opvolging van de patiënten te optimaliseren.

Voor deze studies zoeken we honden die verdacht worden van of gediagnostiseerd worden met een portosystemische shunt, waarbij nog geen medicamenteuze therapie werd ingesteld.

Optimaliseren van medicamenteuze ondersteuning van honden met een extrahepatische portosystemische shunt

Het doel van deze studie is om de doeltreffendheid van de verschillende geneesmiddelen bij patiënten met extrahepatische portosystemische shunts te evalueren en om de metabole en pathologische veranderingen die gepaard gaan met extrahepatische portosystemische shunts beter te begrijpen.

Inclusiecriteria: Honden verdacht of gediagnostiseerd met extrahepatische portosystemische shunt waarbij nog geen medicamenteuze therapie (inclusief dieet) werd ingesteld

Studie: Elke patiënt wordt aan een specifieke behandelgroep (leverdieet + lactulose, leverdieet + sivomixx, leverdieet+ fortiflora) toegewezen die strikt moet worden toegediend gedurende 1 maand, daarna worden de klassieke combinatietherapie opgestart (leverdieet + lactulose).

Controlebezoeken: 4 en 6 weken na het opstarten van de medicatie

- Vragenlijst
- Algemeen lichamelijk onderzoek
- Bloedonderzoek

Voor meer informatie en voor doorverwijzing, gelieve contact op te nemen met de dierenartsen G. Serrano (dienst interne geneeskunde) of N. Devriendt (dienst chirurgie) via lever.khd@ugent.be of 09/264 77 00 of met hun promotoren Prof. dr D. Paepe of Prof. dr H. de Rooster.

Honden met schildklierkanker gezocht



Samen met mijn promotoren, professor Sylvie Daminet en Dr. Kathelijne Peremans, ben ik (Stephanie Scheemaeker) nog steeds op zoek naar honden met schildklierkanker voor het doctoraatsonderzoek 'Optimalisatie van de behandeling van schildklierkanker bij honden' aan de Faculteit Diergeneeskunde (UGent). Aangezien het om een zeldzame aandoening gaat, betekent elke hond met schildklierkanker een grote meerwaarde voor de studie en bijgevolg elke toekomstige hond met schildklierkanker.

Hoe kan u helpen: Als u een hond als patiënt heeft, verdacht van of gediagnostiseerd met schildklierkanker, kan u mij contacteren. Belangrijk is dat de hond nog niet behandeld is. Na onderling overleg is de eigenaar altijd

welkom voor een gratis consultatie ter bespreking en/of uitvoering van de diagnose en behandeling van de schildklierkanker. Terzelfdertijd wordt geëvalueerd en besproken of de hond kan deelnemen aan ons lopend onderzoek. Het onderzoek omvat geen behandeling en neemt maximum twee weken in beslag. De hond kan dus zeker voor de behandeling en verdere opvolging bij u terecht.

Voordelen van deelname aan de studie: financiële voordelen (vb. kosteloze consultatie op interne geneeskunde en kosteloze scintigrafische scans), een individuele opvolging van de hond, één-op-één communicatie met de dierenarts, enz.).

Voor meer info: stephanie.scheemaeker@ugent.be

Ook kan u terecht op onze website waar u meer details vindt over het verloop en de inhoud van de lopende studies: schildklier.khd@ugent.be

<http://www.schildklierziekten-khd.be/schildklierkanker-bij-honden>

uit het verleden

Vooraleer er vilbeluiken bestonden: Delven van kadavers

Gereguleerd door de stad Gent (1804)

De peêrde-vilders en andere, zyn gehouden, alvooren zy peêrden of andere doode dieren het vel afstroopen, 'er t' elkens den commissaris van policie van hunnen wyk van te verwittigen, die hun de plaets zal aenwyzen waer zy de zelve mogen delven.

De rompen der dieren zullen buyten de stad vervoerd en in de opene velden gedolven worden, ten minsten ter diepte van eenen meter 30 centimeters; den grond zal gedekt worden met doornen, om er de huysdieren van te verwyderen (...).

De eygenaers of hueraers van gronden op welke zullen gevonden worden overblyfsels van peêrden of andere doode of verrotte dieren, zullen gehouden worden als borg en verantwoordelyk voor de overtreëding in den voórgaenden artikel, behoudens hunnen toevlugt als na regte.

Bron: Recueil des Réglemens de Police de la ville de Gand (1819). (N.° 17.) BESLUYT raekende de policie der Straeten en publieke Wegen van den 10 Pluviose jaer XII (31 January 1804). Den MEYER der stad GEND. Geteek(end). J. DELLAFAILLE, meyer. CANNAERT, secretaris-greffier.



Sint Truidersteenweg 193
3700 Tongeren
info@savab.be

WSAVA
2022

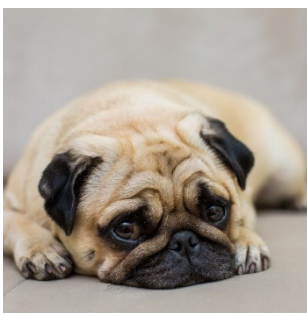
47th World
Small Animal Veterinary
Association World
Congress and the
XVIII FIAVAC Congress
29-31 October 2022
Lima, Peru



Van **29 tot 31 oktober 2022** houdt WSAVA haar congres in Peru. Het 47ste WSAVA-congres vindt plaats in Lima, Peru en zal zoals steeds een internationaal gebeuren zijn.

Het grootste diergeneeskundige congres ter wereld zal gevuld worden met maar liefst 50 verschillende topics, lezingen, cases en meer. Voertaal is deels Engels, deels Spaans (al dan niet met vertaling naar het Engels).

SAVAB leden zijn automatisch lid van WSAVA en genieten dus van extra korting. Registreer via: <https://wsava2022.com/register/>



“De mopshond kan niet langer beschouwd worden als een typische hond, gezien zijn stoornisprofiel”

Een onderzoek uitgevoerd door Britse professor Dan O’Neill, hoofddocent epidemiologie van gezelschapsdieren aan het Royal Veterinary College (University of London), haalde onlangs het nieuws.

Hieronder een schets van de studie-achtergrond middels enkele citaties uit het onderzoek:

“Pugs are a brachycephalic dog breed that has become phenomenally popular over recent decades. However, there is growing concern about serious health and welfare issues in the breed. To augment the evidence-base on the comparative health of Pugs, this study aimed to compare the odds of common disorders between Pugs and all remaining dogs under primary veterinary care in the UK during 2016.”

“A cross-sectional study design of VetCompass clinical records was used to estimate the one-year (2016) period prevalence for the disorders most commonly diagnosed in Pugs and non-Pugs. Risk factor analysis applied multivariable logistic regression modelling methods to compare the odds of 40 common disorders between Pugs and non-Pugs.”

*“The current study highlights a series of common disorders that show either predisposition or protection in Pugs and that add to the evidence base urgently needed to **reform this breed**. Predispositions were shown to greatly outnumber protections, suggesting that there are some critical health and welfare challenges to overcome for Pugs. The widely differing health profiles between Pugs and other dogs in the UK suggest that the Pug has diverged to such an extent from mainstream dog breeds that the Pug breed can no longer be considered as a typical dog from the perspective of its disorder profile.”*

Een woordvoerder van SAVAB Flanders, Louise Mollaert, stond Radio 1 te woord voor een interview over dit topic dat via volgende link kan beluisterd worden: <https://radio1.be/luister/select/de-wereld-vandaag/je-koopt-maar-beter-geen-mopshonden-meer-vanaf-geboorte-zuurstoftekort>

Bijkomend vroeg SAVAB-Flanders naar een reactie aan Bart Broeckx, Professor Genetica aan de vakgroep Veterinaire en Biowetenschappen, Faculteit Diergeneeskunde (UGent).

Bart Broeckx geeft aan dat er iets moet gedaan worden aan het BOAS-probleem, maar het moet correct gebeuren. Er moet volgens hem onder andere gekeken worden naar de prevalentie in de populatie, net zoals bij heupdysplasie bij bijvoorbeeld de Duitse herder. Professor Broeckx is op basis van de huidige informatie geen voorstander van een fokverbod, maar er moet wel dringend actie ondernomen worden om het BOAS-probleem om te buigen.

Vetstream

SAVAB-Flanders leden kregen een gratis online abonnement op de online naslaggids Vetlexicon. Vetlexicon Canis, Felis, Lapis en Exotis zijn een erg snelle en efficiënte informatiebron over zowat elke diergeneeskundige discipline.

In elke discipline worden verschillende pathologieën uitgebreid besproken: pathogenese, diagnose, behandeling, preventie, prognose. In de behandeling wordt zowel de farmacologische als de mogelijks chirurgische benadering beschreven; aangevuld met talrijke beelden en video-opnames.

Dankzij de connectie met VetMedResource en PubMed en de continue up-to-date actualisering van het systeem is het een onmisbare tool in de actuele dierenartspraktijk.

PRAKTISCH

Van zodra je lidmaatschap van SAVAB-Flanders betaald is, worden uw gegevens doorgestuurd naar Vetstream die na enkele dagen contact opneemt via mail. Zo krijg je je unieke logingegevens. Elk lidmaatschap verloopt per kalenderjaar. Zolang het lidmaatschap van SAVAB-Flanders blijft doorlopen, blijven de logingegevens van Vetstream geldig. Mocht je niet kunnen inloggen, neem dan contact op met ons via info@savab.be.

Samenwerking regionale dierenartsenkringen

SAVAB-Flanders streeft naar zoveel mogelijk toenadering en samenwerking met de regionale dierenartsenverenigingen. Zij bieden hoogkwalitatieve bijscholingen aan in de directe nabijheid van de dierenartsen en zorgen voor goedwillige collegiale contacten.

Regionale dierenartsenkringen bevorderen de collegialiteit tussen confraters uit eigen regio en daarbuiten. Dit doen ze niet alleen door verschillende bijscholingen in diverse vakgebieden te organiseren, maar ook door sport, cultuur en gastronomie te promoten.

Voor meer info: info@savab.be



Van links naar rechts. Eerste rij: Brugse Dierenartsenkring, Iepense Dierenartsenkring, Kempense Dierenartsenkring, Leuvense Dierenartsenkring, Limburgse Dierenartsenkring. Twee rij: Dierenartsenkring Meetjesland, Noord-West Brabantse Dierenartsenkring, Dierenartsen Rivierenland, Dierenartsenkring Vlaamse Ardennen, Wase Diergeneeskundige Kring.



Flitsend goed!

Laser, wat is dat? Wat kun je er mee? Is dat iets voor mij?

Wil je antwoord op deze vragen en meer te weten komen over hoe therapeutische lasers in de praktijk te gebruiken?

Kom naar onze lasercursus op 10 of 11 oktober in België of Nederland!

Er zijn een beperkt aantal plaatsen dus meld je snel aan.

Kijk voor meer info op www.eickemeyer.nl/opleidingen

Eerlijk

Echt

Eickemeyer



TELEFOON +31 (0) 345 - 589400

www.eickemeyer.nl

veterinary technology for life
Eickemeyer®

X-Ray VERACHTERT Digital nv

Specialist medische beeldvorming sinds 1979 - RX - CR - DR - CT



**Koop bewust
Belgisch!**
Wij zijn 100%
Belgisch en
zijn daar fier
op.

Duraline DR Detectors

AGFA 
HealthCare



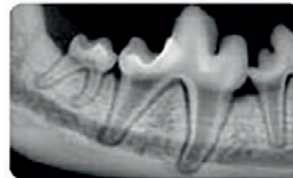
- De nieuwste DR detectoren - **model 2022**
- Minder straling, dus **lagere dosis** !
- **Spatwaterdicht**
- **Schokbestendig** voor val tot op 1 meter !
- Opladen via USB
- **Draadloos** of bekabelde werking
- **Service** en onderhoud door Verachttert Digital



MUSICA



Alles voor uw Dentale RX



X-Ray Verachttert Digital nv
Bisschoppenhoflaan 662
2100 Deurne - Belgium

phone : +32 (0)3 239 05 79
fax : +32 (0)3 218 50 61

mail : info@xrayverachttert.be
web : www.xrayverachttert.be