


# Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift

JULI-AUGUSTUS 2015  
VOL. 84 - NR 4

VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS  
PUBLISHED BIMONTHLY  
ISSN 0303 9021  
WWW.VDT.UGENT.BE  
GENT X

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

- 
- Voortplanting van de neushoorn
  - Symptomen die pyometra bij de hond voorspellen
  - MRI bij katten met spondylomyelopathie
  - Boviene besnoitiose bij een stier
  - Relatie mens en kat in historisch perspectief
  - Tandheelkunde bij het paard

# Broadline®

WEDEROM EEN  
**INNOVATIEF**  
PRODUCT VAN MERIAL

## BREEDSPECTRUM PARASIETENBESTRIJDING VOOR KATTEN IN ÉÉN SPOT-ON TOEDIENING

**NIEUW**



Longworm



Lintworm



Spoelworm



Blaasworm



Haakworm



Hartworm

**INTERNE  
PARASIETEN**

**EXTERNE  
PARASIETEN**



Vlooien



Vlooieneitjes  
en -larven



Teken

**NIEUW**



Kattenschurftmijt

**ONTWORMEN IS NOG NOOIT ZO  
GEMAKKELIJK GEWEEST MET EEN  
GELIJKTijdIGE EFFECTIVITEIT OP  
VLOOIEN EN TEKEN BIJ GEMENGDE  
INFESTATIES.**

**MERIAL**  **LINE**  
DESIGNED FOR PETS MADE FOR VETS



**BROADLINE® spot-on oplossing voor katten < 2,5 kg of voor katten 2,5-7,5 kg** (fipronil + S-methopreen + eprinomectine + praziquantel). **Doelddiersoort:** Katten. **Indicaties:** Voor katten met, of met risico op, gemengde infestaties met cestoden, nematoden en ectoparasieten. Het diergeneesmiddel is uitsluitend geïndiceerd wanneer alle drie de groepen op hetzelfde moment het doelwit zijn. **Ectoparasieten:** Behandeling en preventie van infestaties met vlooien (*C. felis*). Eliminatie van vlooien binnen 24 uur. Eén behandeling voorkomt verdere infestaties gedurende minstens één maand. Preventie van vlooiensmetting vanuit de omgeving door inhibitie van de ontwikkeling van onvolwassen vlooiestadia (eieren, larven en poppen) gedurende meer dan een maand. Het product kan worden gebruikt als onderdeel van een programma ter bestrijding van door vlooien veroorzaakte allergische dermatitis (FAD). **Behandeling en preventie van infestaties met teken (*I. ricinus*).** Eliminatie van teken binnen 48 uur. Eén behandeling voorkomt verdere infestaties tot 3 weken. **Behandeling van notloedrische schurff (*Notoedres cati*).** **Cestoden:** Behandeling van infestaties met lintwormen (*D. caninum*, *T. taeniaeformis*, *E. multilocularis*). **Nematoden:** Behandeling van infestaties met gastro-intestinale nematoden (L3, L4 larven en volwassen stadia van *T. cati*, L4 larven en volwassen stadia van *A. tubaeforme* en volwassen stadia van *T. leonina* en *A. braziliense*), van infestaties met feline longworm (L3 larven, L4 larven en volwassen *Aelurostrongylus abstrusus*) en van infestaties met blaaswormen (*C. plica*). **Preventie van hartwormziekte (*D. immitis* larven).** **Contra-indicaties:** Niet gebruiken bij: zieke of herstellende dieren, konijnen en bij overgevoeligheid voor de werkzame bestanddelen of één van de hulpstoffen. **Voorzorgsmaatregelen bij gebruik:** o.m. het diergeneesmiddel is niet bedoeld voor gebruik bij honden. **Bijwerkingen (frequentie en ernst):** Ev. een tijdelijke geklitte of stekelige vacht op de toedieningsplaats na behandeling, milde en voorbijgaande huidreacties (jeuk, haarverlies) op de toedieningsplaats. Indien de kat aan de toedieningsplaats likt na behandeling, kan tijdelijk overmatig speeksel worden opgemerkt. **Orale opname van het diergeneesmiddel kan ook resulteren in braken en/of voorbijgaande neurologische verschijnselen zoals ataxie, desoriëntatie, apathie en pupililatatie.** Al deze verschijnselen verdwijnen spontaan binnen 24 uur. Een correcte toediening zal het optreden van dergelijke gebeurtenissen minimaliseren. **Gebruik tijdens dracht of lactatie:** De veiligheid is niet bewezen. **Dosering en toedieningsweg:** Spot-on toediening. Het gebruik van het diergeneesmiddel dient uitsluitend gebaseerd te zijn op bevestigde, gemengde infestaties of significant risico op een dergelijke gemengde infestatie met ectoparasieten en nematoden (inclusief hartwormziektepreventie) en wanneer gelijktijdige behandeling tegen cestoden geïndiceerd is. In de afwezigheid van het risico op co-infestaties dient het gebruik van een smal spectrum parasiticide overwogen te worden als eerstelijns therapie. De reden van voorschrijven dient te worden afgestemd op de individuele behoefte van de kat, gebaseerd op de klinische beoordeling, de leefwijze van het dier en de lokale epidemiologische situatie (inclusief, waar relevant, zoonotische risico's), ten einde uitsluitend de situatie van gemengde infestaties/risico op infestaties aan te pakken. **Behandeling dient niet geëxtrapoleerd te worden van het ene dier naar het andere zonder veterinaire opinie.** **Dosering:** De aanbevolen minimale doses zijn 10 mg/kg lichaamsgewicht voor fipronil, 12 mg/kg voor (S) methopreen, 0,5 mg/kg voor eprinomectine en 10 mg/kg voor praziquantel. **Selecteer de juiste applicatormaat voor het gewicht van de kat.** **Methode van toediening:** Plaats de punt van de applicator op de huid en breng de hele inhoud direct op de huid op één plaats aan. **Preventie van hartwormziekte (*D. immitis* larven)** moet starten binnen 1 maand na de eerste verwachte blootstelling aan muggen. Bij behandeling tegen *Aelurostrongylus abstrusus* kan een tweede toediening, een maand na de initiële behandeling, worden aanbevolen. EU/2/13/157/001-007 (REG NL 112919). **Uitsluitend op diergeneeskundig voorschrift verkrijgbaar diergeneesmiddel (UDA)** Verdere informatie beschikbaar bij Merial Belgium NV, Leonardo Da Vinciolaan 19, 1831 Diegem of Merial B.V., Kleermakerstraat 10, 1991 JI Velsbroek. hr210515. © geregistreerd handelsmerk van Merial. © Merial 2015. Alle rechten voorbehouden. Matt Art 17595\_1BVL/06/2015

# VLAAMS DIERGENEESKUNDIG TIJDSCHRIFT

2015, vol. 84, nr. 4

## INHOUD

### Overzichtsartikel

- 175 C. VERVERS, M. VAN ZIJLL LANGHOUT, J. GOVAERE, A. VAN SOOM  
Kenmerken van de voortplanting en de geassisteerde voortplanting bij de witte (*Ceratotherium simum*) en zwarte (*Diceros bicornis*) neushoorn

### Review

- C. VERVERS, M. VAN ZIJLL LANGHOUT, J. GOVAERE, A. VAN SOOM  
Features of reproduction and assisted reproduction in the white (*Ceratotherium simum*) and black (*Diceros bicornis*) rhinoceros

### Prospectieve studie

- 188 A.M. KITSHOFF, B. VAN GOETHEM, F. BOYEN, O. TAS, I. POLIS, H. DE ROOSTER  
Klinische symptomen als merker voor bacteriële isolatie uit de uterus van honden verdacht van pyometra

### Prospective study

- A.M. KITSHOFF, B. VAN GOETHEM, F. BOYEN, O. TAS, I. POLIS, H. DE ROOSTER  
Clinical parameters as predictors of bacterial isolation in the uterine content of dogs suspected of pyometra

### Retrospectieve studie

- 197 R. TAPIA-NIETO, G. B. CHERUBINI, S. JAKOVLJEVIC, A. CAINE  
MRI-bevindingen en klinische uitkomst bij tien katten met traumatische spondylomyelopathie

### Retrospective study

- R. TAPIA-NIETO, G. B. CHERUBINI, S. JAKOVLJEVIC, A. CAINE  
Magnetic resonance findings and outcome in ten cats with traumatic spondylomyelopathy

### Casuïstiek

- 205 A. VANHOUDT, B. PARDON, P. DE SCHUTTER, L. BOSSELER, C. SARRE, J. VERCRUYSSSE, P. DEPREZ  
Eerste bevestigde geval van bovine besnoitiose in België bij een ingevoerde stier

### Case report

- A. VANHOUDT, B. PARDON, P. DE SCHUTTER, L. BOSSELER, C. SARRE, J. VERCRUYSSSE, P. DEPREZ  
First confirmed case of bovine besnoitiosis in an imported bull in Belgium

### Uit het verleden

- 212 E. AERTS  
La relation entre l'homme et le chat dans les anciens Pays-Bas au moyen âge et à l'époque moderne – I. Le chat utile, diabolique et imaginaire

### From the past

- E. AERTS  
The relationship between man and cat in the medieval and early modern Low Countries - I. The functional, demonological and imaginary cat

### Permanente vorming

- 223 E. POLLARIS, L. VLAMINCK  
Tandheelkunde bij het paard in de 21<sup>e</sup> eeuw - Deel 1. Afwijkingen van het paardengebitt

### Continuing education

- E. POLLARIS, L. VLAMINCK  
Equine dentistry in the 21st century - Part 1. Dental pathology in the horse

### Vraag en antwoord

- 232 De oorzaak van therapiefalen bij cachectische runderen  
233 Bepalen van vaccindosissen bij zeugen en biggen  
234 Mycotoxinen in zeugenmelk en de gevolgen voor biggen

### 237, 240 Mededelingen

### 238 Persbericht

### 187, 196, 238 Uit het verleden

#### Coverfoto: Martine van Zijl-Langhout (Zuid-Afrika).

De neushoornstroperij bedreigt alle **neushoornsoorten**. In 2014 werden ruim 1 200 dieren gestroopt, omdat in sommige culturen geloofd wordt in de medicinale kracht van hun hoorn. Vele onderzoeken hebben reeds uitgewezen dat van deze werking niets waar is. In 2015 zitten we gemiddeld al aan ruim drie gestroopte neushoorns per dag! De huidige, in het wild levende populatie wordt nog geschat op ruim 15 000. Het vergroten van kennis en het toepassen van technieken om de voortplanting van deze indrukwekkende dieren te verbeteren, kunnen een grote bijdrage leveren tot het in stand houden van deze soort. De foto toont een gesedeerde, in het wild levende neushoorn met een intacte hoorn. Deze wordt tegenwoordig soms al preventief verwijderd in een poging om stroperij tegen te gaan.

Tekst: Cyriel Ververs

# VLAAMS DIERGENEESKUNDIG TIJDSCHRIFT

ISSN 0303-9021

<http://vdt.UGent.be>

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

## Redactiecomité:

P. Bols, C. Burvenich, E. Cox, S. Daminet, P. De Backer, P. De-prez, L. Devriese, R. Ducatelle, M. Haspeslagh, M. Hesta, K. Houf, J. Laureyns, I. Polis, J. Saunders, P. Simoens, L. Van Ham, F. Van Immerseel, A. Van Soom, A. Van Zeveren

**Druk:** Geers Offset NV  
Eekhoudriesstraat 67, B-9041 Oostakker

## Publiciteit:

Boerenbond – Media-Service, 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](mailto: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](mailto: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 literatuuaraangave **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 cijferaanwijzing 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 prostaglandins. *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, C. Burvenich, E. Cox, S. Daminet, P. De Backer, P. De-prez, L. Devriese, R. Ducatelle, M. Haspeslagh, M. Hesta, K. Houf, J. Laureyns, I. Polis, J. Saunders, P. Simoens, L. Van Ham, F. Van Immerseel, A. Van Soom, A. Van Zeveren

**Printed by:** Geers Offset NV  
Eekhoudriesstraat 67, B-9041 Oostakker

## Advertisements:

Boerenbond – Media-Service, 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](mailto: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](mailto: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  
[www.vdt.ugent.be](http://www.vdt.ugent.be)

**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](http://www.vdt.ugent.be)

## Features of reproduction and assisted reproduction in the white (*Ceratotherium simum*) and black (*Diceros bicornis*) rhinoceros

*Kenmerken van de voortplanting en de geassisteerde voortplanting bij de witte (*Ceratotherium simum*) en zwarte (*Diceros bicornis*) neushoorn*

<sup>1</sup> C. Ververs, <sup>2</sup>M. van Zijl Langhout, <sup>1</sup>J. Govaere, <sup>1</sup>A. Van Soom

<sup>1</sup>Department of Reproduction, Obstetrics and Herd Health, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgium

<sup>2</sup>WildlifeVet.nl, Amsterdam, the Netherlands

cyrillus.ververs@ugent.be

### ABSTRACT

Despite the worldwide increase of rhinoceros calf numbers, the growth of the population of white and black rhinoceros is slowing down mainly due to anthropogenic causes, such as poaching and habitat loss. Assisted reproduction is one of the methods of preserving the valuable genomes of these animals from being lost, and assists in breeding them in captivity to maintain the species numbers and provide an option for possible reintroduction into the wild. Since wild rhinoceros are difficult to handle and examine clinically, most of the current information available on their reproductive characteristics has been gained from captive rhinoceros populations. Nevertheless, very little is known about rhinoceros reproduction. Since the rhinoceros belongs to the odd-toed ungulates (Perissodactyls) group, like the horse and the tapir, the horse has been proposed as a suitable model to study reproduction and artificial reproductive techniques in the rhinoceros. In this review, the current knowledge of the reproduction of the rhinoceros is summarized.

### SAMENVATTING

De populatie in het wild levende witte en zwarte neushoorns neemt drastisch af, hoofdzakelijk ten gevolge van stroperij en het verlies van de natuurlijke habitat. Geassisteerde voortplanting kan dienen om waardevolle bloedlijnen te behouden en om neushoorns te kweken met als doel de soort in stand te houden en eventueel zelfs terug in het wild te introduceren. Omdat neushoorns moeilijk te benaderen en te onderzoeken zijn, is er nog relatief weinig bekend over de natuurlijke en kunstmatige voortplanting. De neushoorn behoort tot de onevenhoevigen (Perissodactyla), waartoe ook het paard en de tapir behoren. Zodoende kan het paard wellicht het best als model dienen voor het bestuderen van de karakteristieken van de voortplanting en geassisteerde voortplantingstechnieken bij de neushoorn. In dit overzichtsartikel wordt de huidige stand van zaken weergegeven.

### INTRODUCTION

Over the last decade, assisted reproduction and captive breeding have become more important for wildlife conservation. However, some species that are threatened do not breed well in captivity (Lueders, 2014). Extinction of a species may occur due to factors, such as habitat loss through human activity, poaching and effects of pollution on fertility and fecundity (Amin et al., 2006). The rate of man-induced deaths in rhino is increasing in Southern Africa as a result of poaching, with over three rhinoceros killed for their horn each day, in 2014. As a result, the popu-

lation of wild white and black rhinoceros is being tremendously threatened. At present, the ongoing debate on whether to legalize the trade of wildlife products or not, i. e. horn in case of the rhinoceros, could provide a viable solution for species conservation (Biggs et al., 2013). To help ensure the survival of wildlife species, the experience and knowledge gained from wildlife breeding operations, such as those in zoological institutions, may serve to provide options for conservational biologists for application in situ. Similarly, assisted reproduction may also play an important role in the above mentioned applications. However, facilitating optimal conditions for natural mating and

breeding remains the central goal for increasing population numbers. Furthermore, the increased economic interest of keeping wildlife species will result in more intensive captive breeding operations in the future.

The rhinoceros belongs to the Perissodactyls group or odd-toed animals, which is an order of large herbivores that may be subdivided in the suborder of Hippomorpha, to which the Equidae belong (including the horse, donkey and zebra), and a common clade for the families of the tapirs (Tapiridae) and rhinoceros (Rhinocerotidae). The latter consists of five species: the black rhinoceros (*Diceros bicornis*), with its four subspecies, of which the *D. b. longipes* or Western black rhinoceros is considered to be extinct, and the white rhinoceros (*Ceratotherium simum*), with its two subspecies, which live in Africa, and the Indian (*Rhinoceros unicornis*), Javan (*Rhinoceros sondaicus*) and Sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis*), which live in Asia. They differ in population numbers and level of endangerment, with some being listed as critically endangered (black, Javan, Sumatran rhinoceros) to vulnerable (Indian) and some being listed as near-threatened (white) (List, 2013).

It has been estimated that worldwide 20.405 white and 5.055 black rhinoceros are still living in the wild and that 750 white and 240 black rhinoceros exist in captivity (List, 2013). As mentioned above, the horse is one of the closest domestic relatives of the rhinoceros, and preferable over the donkey or zebra as a model since reproduction in the horse has been studied at a much profounder level than in other equids. Comparing the horse model with the current reproductive data on the (white and black) rhinoceros could hence provide useful information on how to improve the breeding techniques in rhinoceros. However, it should be kept in mind that equids and rhinoceros also differ in many aspects. Therefore, the horse is merely used as a basic model. Further research into rhinoceros reproduction as well as detailed knowledge on interspecies variation are warranted.

In this paper, an overview is given of the current information available on the reproduction and assisted reproduction techniques in the white and black rhinoceros and, if applicable, a comparison with the available knowledge of equine reproduction is provided.

## THE HORSE AND THE RHINOCEROS: TWO RELATED SPECIES

### Anatomy of the female reproductive tract

In the cycling mare (*Equus caballus*), the reproductive tract measures between 67 and 76 cm from the vulva to the utero-tubal junction. The ovaries are large (28 cm<sup>3</sup>), bean-shaped organs located in the sublumbar area. Ovulation of mature follicles only occurs in the ovulation fossa, because of tough and fibrous tunica albuginea covering the external surface of the

ovary (Allen, 2005). This is unique compared to other animal species. The uterine tubes are long and tortuous ducts, 20 to 30 cm in length, and are divided in the infundibulum, the ampulla and the isthmus. The uterus of the mare is bicornuate, with a pronounced corpus and short horns, and the lumen is lined with prominent endometrial folds. The longitudinal folds of the thick-walled cervix are continuous with the endometrial folds. The cervix is large (5 - 7.5 cm length) and softens during estrus. There are no cervical rings present, which enables the cervical lumen to greatly expand and contract during the estrous cycle. The vertically oriented vulva is located ventral to the anus (Brinsko et al., 2011).

In the rhinoceros cow, the length of the reproductive tract ranges between 0.8 and 1.5 m, from the vulva to the tip of the uterine horn, depending on the species (Godfrey et al., 1991; Schaffer et al., 2001). The ovaries are very large (34.1 ± 4.3 cm<sup>3</sup> for white rhinoceros with regular cycles. In animals with less regular cycles, active ovaries are much smaller in size (29.2 ± 2.2 cm<sup>3</sup>) and inactive ovaries are about half the size (14.7 ± 1.3<sup>3</sup>) (Hermes et al., 2006), and are located caudo-laterally to the kidneys (Schaffer et al., 2001). The ovaries are positioned within the ovarian bursa. Germinal epithelium lines the surface of the ovary, enclosing the stroma within, like in most domestic species. The follicles, unlike the situation in the horse, can ovulate at any place over the entire surface (Godfrey et al., 1991). It has been reported that in rhinoceros, ovulations generally occur in only one of the ovaries. However, this data is based on only a few individual animals (Radcliffe et al., 1997). This same phenomenon has been reported in maiden mares (Ginther, 1983). In the rhinoceros, each uterine tube consists of a small tubular structure with fimbriae at the open cranial end. The uterus is bicornuate. The anatomy of the uterus of the rhinoceros is anatomically more similar to the uterus of the bitch and the sow than that of the mare, since female rhinoceros have large uterine horns and a relatively short uterine body (Godfrey et al., 1991; Schaffer et al., 2001). The cervix, with its long and convoluted morphology and extremely tight folds of connective tissue, may represent an obstacle for artificial insemination (AI) (Godfrey et al., 1991; Hermes et al., 2007). The presence of the hymen or hymeneal membrane during examination can be used to determine whether there has been a successful mating earlier or not. Persistence of the hymen indicates that proper penetration during mating did not occur. This is not unique to rhinoceros, but this finding may be used as such to indicate possible reproductive problems in the white rhinoceros (Hermes et al., 2006).

### Estrous cycle: physiological changes and follow-up

Horses have a reproductive cycle of 22 days with 5-7 days of estrus (Aurich, 2011). They are long-day seasonal breeders. Puberty occurs around 12-18

months of age. Typically, there is no substantial post-reproductive life span. Estrous behavior is characterized by increased interest towards the stallion. Stallions are also attracted to the mare in heat. The mare turns her hindquarters towards the stallion and shows a typical posture with lowered pelvis and straddled hind limbs, accompanied by deviation of the tail with 'clitoral winking' (Aurich, 2011). One or two major follicular waves develop per cycle. The dominant follicle reaches an average size of 40 mm at ovulation, which can even go up to a pre-ovulatory size of 55 mm, also depending on the type of breed and time during the season (Ginther et al., 2008; Aurich, 2011). During estrus, progesterone levels are low (<1 ng per mL) but they reach high levels (often in excess of 10 ng per mL) three to four days after ovulation (Terblanche and Maree, 1981).

After fertilization, a single spherical blastocyst (sometimes two) migrates through the uterus until day 17, the time of fixation (Allen and Stewart, 2001). The placenta is of the endotheliochorial type. After 35-38 days of pregnancy, implantation starts and endometrial cups form in the placenta, which secrete a gonadotrophic hormone (eCG) (Allen, 2001). The eCG hormone stimulates the development of accessory corpora lutea by stimulating ovarian follicles to luteinize and secrete progesterone to maintain pregnancy. Horses have a gestation period of 330-350 days (Howell and Rollins, 1951; Satue et al., 2011).

For many years now, transrectal ultrasonography has been used to monitor the estrous cycle in the mare (Ginther and Pierson, 1983). It is a technique that can be applied in the standing, non-sedated horse. Examinations can be done repeatedly over many days (Griffin and Ginther, 1992). Peripheral blood progesterone concentrations can also be used to determine the stage of the cycle, due to the luteal phase being 14 days on average. During the first 14 days of pregnancy, the progesterone levels are similar to those of the luteal phase. During the follicular phase, the level of progesterone is at baseline (Allen and Hadley, 1974).

Rhinoceros are non-seasonal, poly-estrous breeders (Garnier et al., 2002). Follicular activity starts at puberty, at the age of three to four years. Follicular waves are present in these pubertal animals but ovulation does not yet occur at this age. Ovulation is mainly seen in females starting from four to five years of age. Social hierarchy might be one of the triggers to inhibit ovulation at this age, as suppression of subordinates might lead to increased social stress, which can have a negative impact on reproductive performances (Hermes et al., 2006; Metrione et al., 2007). As in the horse and most other mammals, ovulation occurs after a single pre-ovulatory LH peak. The size of the pre-ovulatory follicle varies between the different rhinoceros species. In captive white rhinoceros, Graafian follicles reach a preovulatory size of 30-34 mm (Radcliffe et al., 1997; Hermes et al., 2007; Hermes and Hildebrandt, 2011). Follicular growth rates, measured in two induced estrous cycles, are cal-

culated at ~0.2 mm per day (Hildebrandt et al., 2007). Graafian follicles of captive black rhinoceros reach a preovulatory size of 47-51 mm. Once the dominant follicle reaches 35 mm in diameter, the follicular growth rate is ~3 mm per day (Radcliffe et al., 2001). The formation of anovulatory, hemorrhagic follicles, which exceed Graafian follicle size by 10 to 30 mm, are known to occur in all four captive rhinoceros species and may have a negative effect on reproduction (Hermes and Hildebrandt, 2011). In estrus, female rhinoceros start to urinate small volumes, show tail-lifting and accept male rhinoceros in their close vicinity. Some of the females show a standing reflex to be mounted (Radcliffe et al., 1997). Local changes are also seen in the genital tract of the females during estrus. Vulvar swelling is classified as an indicator of estrus in the female rhinoceros. The swelling is not diffuse but more 'bubble-like' (Carter, 2007). There is also a color change of the vaginal mucosa during estrus: it is hyperemic and red during estrus and pale pink during anestrus. Color changes are seen from two days before until three days after estrus (Radcliffe et al., 1997). This is a fairly reliable, non-invasive technique.

Within the different rhinoceros species, different estrous cycle lengths have been observed, i. e. in the white rhinoceros 28 (Bertschinger, 1994) and 30-35 days (Hindle et al., 1992; Brown et al., 2001), and in the black rhinoceros 27 days (Schwarzenberger et al., 1993; Garnier et al., 2002). Only in the shorter 30-35 days cycle, the captive white rhinoceros appears to be fertile; the longer cycle of 65-70 days, which is also seen in captive rhinoceros, has been associated with reproductive aging in older females (Schwarzenberger et al., 1998; Patton et al., 1999; Brown et al., 2001).

The gestation length varies between the rhinoceros species, with the average being 15-16 months for the white, Sumatran, Indian and the black rhinoceros and the Javan at 16-19 months (Hermes et al., 2007). Pregnancy in captive rhinoceros can be diagnosed by the measurement of elevated progesterone levels in blood, urine and/or feces (Radcliffe et al., 1997) at about 3-5 months after conception. In free-roaming rhinoceros, the non-invasive method of fecal sampling is preferred. In pregnant animals, the progesterone metabolite levels (5 $\alpha$ -pregnan-3 $\beta$ -ol-20-one) are significantly higher than in non-pregnant and postpartum animals (Goot et al., 2013). The collection of freshly produced feces as predictive tool of the estrous cycle is the most recommended method. Fecal extracts can be measured for immune-reactive progesterone metabolites using an enzyme immunoassay (EIA) for 5 $\alpha$ -pregnan-3 $\beta$ -ol-20-one. These metabolites have been shown to provide reliable information about the reproductive steroid hormone pattern by reflecting total progestagens in different mammalian species (Szdzyt et al., 2006; Ahlers et al., 2012). Feces samples need to be freshly collected, stored frozen or lyophilized afterwards, and can be analyzed eventually or stored for a long time. Only very few labs of-

fer these hormone analyses of feces. In addition, early pregnancies of 1-3 months are more difficult to detect with fecal progesterone metabolite measurements, because they sometimes level luteal phase values, and there is no clear cut-off value (Hildebrandt et al., 2007; Goot et al., 2013). In some cases, inconsistency in plasma and fecal hormone levels is present until 4-5 months of gestation, which makes it more difficult to differentiate early pregnancy from normal cyclicity (Hermes et al., 2009b).

Blood and urine sampling in wild animals are more invasive and can only be performed in restraint or immobilized animals in the wild or well-trained animals in captivity. Therefore, these methods are not commonly used.

Ultrasound has also been used to detect pregnancy in captive rhinoceros. Pregnancy can be diagnosed starting from 15 days post-ovulation by visualization of the spherical embryonic vesicle. The embryo can be visualized as early as day 23 post-ovulation followed by heartbeat detection at day 26 (which is in accordance with the timing of the development in domestic horses). Mobility of the embryo during early pregnancy is seen both in the rhinoceros and in the domestic horse (Radcliffe et al., 1997; Hermes and Hildebrandt, 2011). The placenta is, like in the horse, of a diffuse epithelio-chorial type with large areas of villus-free areas (Benirschke and Lowenstine, 1995).

### Anatomy of the male genital tract

The stallion has two ovoid testes, the size of which is influenced by season, and which are located in the scrotum between the hind legs. The testicular diameter varies between 10.3 cm and 12.7 cm, depending on age and season (Burns et al., 1984) or average 11 to 12 cm in length by 5 to 7 cm in width, with an average weight of 225 g (Amann, 1981). The testes are positioned horizontally, with the caput epididymidis cranially and the cauda caudally, while the corpus epididymidis is located along the dorsomedial margin of the testis. The stallion has a musculocavernous type of penis. Accessory sex glands in the stallion are the bulbo-urethral glands, the prostate, the seminal ves-

icles and the ampullae ductus deferentes (Little and Woods, 1986).

In the male rhinoceros, both testes are positioned horizontally in the scrotum, comparable to their orientation in the stallion. Based on 24 ultrasounds of 21 male white rhinoceros, the mean testicular and epididymal diameter is  $6.5 \pm 0.3$  cm and  $2.8 \pm 0.1$  cm, respectively (Hermes et al., 2005). Due to the thick scrotal skin and the dense tunica, it is difficult to examine the testicles by palpation. Identical to the stallion, the rhinoceros has a penis of the musculocavernous type. In rest, it is pointed in caudal direction, even when the animal is urinating. Hence, the urine stream is always directed caudally. The preputial orifice is located just caudal to the umbilicus. Only when erect, the penis points in a cranial direction. Identical to the tapir but different to the stallion, the rhinoceros has penile flaps on both lateral sides of the penis. The glans penis has a typical, mushroom-like shape. This shape together with the penile flaps suggests that the male rhinoceros is a cervical ejaculator (Hermes and Hildebrandt, 2011). Accessory sex glands are present in the male rhinoceros. The bulbo-urethral glands, seminal vesicles and prostate are comparable to those of the stallion (Schaffer et al., 1990). In rhinoceros, there are no ampullae at the end of the deferent ducts (Hermes et al., 2005; Hermes and Hildebrandt, 2011).

### Semen

In rhinoceros, there is a positive correlation between sperm quality (viability, morphology and motility) and pregnancy rates (Hermes and Hildebrandt, 2011). Sperm quality is species-dependent, but is also affected by the semen collection method (Schaffer and Beehler, 1988; Hermes and Hildebrandt, 2011) (Table 1). Inbreeding and increased age of the male cannot be ruled out as a possible negative influence on sperm quality (Hermes et al., 2005). Apparently, semen quality in rhinoceros is also influenced by the social status of the bull in the group. If the bull switches from a subdominant to a dominant position in another herd, this can have a clearly positive effect on its fertility (Hermes et al., 2005). Libido, spermatogenesis

**Table 1. Semen parameters of the rhinoceros and the horse (Hermes et al., 2005; Juhász et al., 2000; Miller and Fowler, 2011; Roth et al., 2005)**

Parameter	White rhinoceros ( <i>Ceratotherium simum</i> )	Black rhinoceros ( <i>Diceros bicornis</i> )	Horse ( <i>Equus caballus</i> )
Volume (mL)	0.7- 80	17 - 62	30 - 70
Concentration (x10 <sup>6</sup> /mL)	7 - 165	15 - 58	178 - 335
Abnormal cells (%)	31	71	33 - 53
Progressive motility (%)	Cat 1: > 75 (n=21) Cat 2: 50 - 75 (n=5) Cat 3: < 50 (n=8)	40 - 50	53 - 76
pH	8	8	6.7 - 7.5

The progressive motility in the white rhinoceros was divided into different categories of quality by Hermes et al., (2005) (34 (n) ejaculates of 21 animals).



and mating behavior of bulls are positively correlated with testosterone levels. In the wild, territorial bulls have higher testosterone levels than non-territorial bulls (Rachlow et al., 1998; Kretzschmar et al., 2004).

## REPRODUCTIVE PATHOLOGIES IN THE RHINOCEROS

The breeding of captive rhinoceros provides a gene pool of valuable animals as a back-up source for wild populations. However, the natural breeding of rhinoceros in zoos continues to be problematic (Foose and Wiese, 2006). One of the main problems of captive breeding of rhinoceros is the high incidence of prolonged periods of anestrus in females, with more than half of these females remaining acyclic. This occurs both in old and young females (Hermes et al., 2004; Hermes et al., 2006; Hermes et al., 2007). Such young females show regular follicular waves but have no ovulation of the pre-ovulatory sized follicles (Radcliffe et al., 1997; Roth et al., 2004; Stoops et al., 2004). Another cause of the prolonged infertile cycle might be early embryonic death. Embryonic death can be associated with prolonged maintenance of the corpus luteum. This feature has also been described in the domestic cow (Kastelic et al., 1988) and horse (Bergfelt et al., 1992).

One of the approaches to improve fertility is to increase exposure to other individuals of the same species. When female rhinoceros are translocated to other facilities, the effect of transportation as well as encountering new rhinoceros can be sufficient to initiate regular estrous cycles. Likewise, the introduction of new males in a group can induce cyclicity in previously anestrus females (Rachlow et al., 1998; Kretzschmar et al., 2004; Hermes et al., 2005). This points out that socio-behavioral dynamics and/or pheromones influence the estrous cycle and ovulation in the rhinoceros. Poor management and animal husbandry often contribute to irregular or inactive cycles (Carlstead et al., 1999; Hermes et al., 2004). However, it should be kept in mind that moving animals between different facilities cannot be used as a routine management tool in captivity. Other reproductive pathologies are anovulatory and hemorrhagic follicles, which are common findings both in the white rhinoceros and in the domestic horse (Hermes et al., 2007; Cuervo-Arango and Newcombe, 2012). Sometimes only subtle, clinical signs of a possible reproductive pathology, such as vaginal discharge, are present in rhinoceros despite a prominent reproductive pathology of the uterus diagnosed later on necropsy. Recently, the increased application of ultrasound has facilitated earlier diagnosis and treatment of reproductive pathological conditions in the living animal. Pathologies, such as tumors and cysts of the endometrium and ovary, muco- and pyometra, and uterine leiomyoma, endometrial adenoma and adenocarci-

noma have been reported in rhinoceros (Hermes and Hildebrandt, 2011). Reproductive pathologies in male rhinoceros are less well-known. Penile edema with penile prolapse, which prevents normal mating, has been described. Testicular fibrosis, testicular neoplasia and epididymal cysts have been incidentally discovered in male rhinoceros, in zoological institutions; in some cases with a negative influence on fertility (Portas et al., 2005; Portas et al., 2010; Hermes and Hildebrandt, 2011).

## ROLE OF ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNIQUES IN THE RHINOCEROS

Assisted reproductive technologies (ART) have been applied with great success in several domestic species. However, despite the good results achieved in domestic species, researchers are repeatedly faced with the problem that the implementation of these techniques in wildlife is hampered by the diversely distinct traits of each species, which precludes the easy transfer and application of this technology, despite it having been refined in domestic animals, over the past decades. In order to apply techniques, such as ovum pick-up (OPU), in vitro fertilization (IVF) or intracytoplasmic sperm injection (ICSI), it is very important to have good knowledge of the female estrous cycle and of the anatomy of the reproductive tract of that specific species (Hermes et al., 2009a). This remains a problem in wild species, such as the rhinoceros, in which characteristics of estrous cycles are less well-defined and even differ between captive and free-ranging rhinoceros (Hermes et al., 2004; Hermes et al., 2006; Goot et al., 2013). To increase basic research efforts in these wild animals, more financial support is needed. Since wild animals generate less economic interest worldwide and because their wild state of being complicates easy collection of data, this presents as an ongoing problem.

Despite the potentially problematic species variation and the difficulty of implementing ART in captive breeding management, there are several potential advantages. Unnecessary risks during long transportation of living animals to increase population numbers are no longer required, and there is a reduced risk of disease transmission. With the aid of reproductive techniques, there might also be an increased chance of breeding with sub- or infertile animals as well as with animals that are physically or socially unable to mate naturally. Even post-mortem material from recently deceased animals can be used (epididymal semen) as a source for ART (fresh, cooled or cryopreserved). However, since so little is known about these species, any interfering factor like sub- or infertility is bound to compromise any ART procedure to some degree.

Most of the assisted breeding techniques used in wild animals have been extrapolated from techniques used in domestic animals. Techniques, such as preg-

nancy diagnosis by ultrasonography, AI, embryo transfer (ET) and OPU can be applied in wild species too, provided that they are adapted to the anatomical configuration and reproductive characteristics of the species in question.

### Assisted reproduction in the rhinoceros

#### *Animal restraint*

Husbandry systems used in horses are very well accessible for routine use in ART. In wild animals such as the rhinoceros, this is more complicated. These animals often need to be heavily sedated or immobilized to be able to work with them. In trained animals, chute conditioning with food may help the animals entering and remaining in a free-stall chute (Radcliffe et al., 1997). Other types of cage restraints may interfere and restrict the way of working (Schaffer et al., 1998b). In case of more invasive ART, such as ovum pick-up, the animals need to be fully restrained and anesthetized to facilitate handling (Hermes et al., 2009a).

#### *Regulation of the estrous cycle*

Regulation of the estrous cycle might be used for estrus induction, ovulation induction or estrus synchronization. A major impediment to the use of AI is the detection of estrus for the optimum timing of breeding. Good observation of the animals assists in detecting natural estrus, but estrus synchronization might be a very important tool as well. In domestic species, protocols have been developed to synchronize and regulate follicle development, luteal regression and the time of ovulation (Bisinotto and Santos, 2012). By controlling ovulation via synchronization, assisted reproductive procedures, like AI and ovum pick-up, can be timed.

In the domestic horse, ovulation synchronization programs are widely used. Estrus synchronization is used as part of the insemination strategy (timed insemination) on larger stud farms or AI centres (Allen and Cooper, 1975; Bergfelt et al., 2007; Handler et al., 2007; Squires and McCue, 2007), and as such, a single ejaculate from the same stallion can be applied to inseminate several synchronized mares. To gain high success rates in equine ET, it is necessary that the recipient mare is synchronized according to the moment of ovulation of the donor mares (Raz et al., 2011). In this way, pregnancy rates of >70 % can be achieved (Carnevale et al., 1987; McKinnon and Squires, 1988; Jacob et al., 2012; Leemans et al., 2012; Vandenberghe et al., 2012). As for wildlife, general information about the reproductive cycle of wild animals is collected by non-invasive hormonal analysis (feces, urine) and by observation of behavioral changes. But more invasive techniques, such as estrus synchronization and ovulation induction, might provide aid for the successful implementation of AI

programs in wildlife. Although little data were available on programs developed specifically for wildlife species (Pukazhenti and Wildt, 2004), the application of such programs has been described in captive rhinoceros (Schwarzenberger et al., 1998; Hildebrandt et al., 2007; Hermes et al., 2012).

Up till now, estrus synchronization, and estrus and ovulation induction have not been performed in the wild rhinoceros. Various combinations of follicle-stimulating hormone (FSH), equine chorionic gonadotropin (eCG), human chorionic gonadotropin (hCG) and gonadotropin-releasing hormone (GnRH) have failed in the past to induce ovulation in the captive rhinoceros (Godfrey et al., 1990; Hermes et al., 2012; Hildebrandt and Hermes, 2014). Other possibilities, although perhaps more complicated, are being investigated, i. e. hormone treatments based on the long-term downregulation of ovarian activity using long acting GnRH implants combined with an injection of hCG at the end, or using synthetic progesterone (Chlormadinone Acetate; Synchronin®, Werfft-Syntex, Vienna, Austria) followed by an injection of hCG (Chorulon®, Intervet, Boxmeer, the Netherlands) (10000 IU). Doses and treatment intervals have been extrapolated from those used in domestic horses (Schwarzenberger et al., 1998). Although continuous cyclicity could not be induced, ovulation induction has been successful in white rhinoceros (Schwarzenberger et al., 1998; Hermes et al., 2012). In a study by Hildebrandt et al. (2007), a more simplified protocol induced ovulation during anestrus with a GnRH analogue, deslorelin (Ovuplant®, Peptech, Melbourne, Australia). This short-term GnRH analogue was implanted subcutaneously on the day of insemination, in two estrous cycles, resulting in ovulation and pregnancy (Hildebrandt et al., 2007). Due to the thick skin, it is difficult to remove the deslorelin implant. It is often left behind under the skin. Nowadays, the use of injectable hCG (Chorulon®, Intervet, Boxmeer, the Netherlands) (10000 IU) one day prior to AI is suggested instead of the deslorelin implant (Hermes et al., 2012; Hildebrandt and Hermes, 2014).

#### *Semen collection*

Stallions can be trained to mount a phantom; this is obviously much more difficult in the rhinoceros. Male rhinoceros are either shy or aggressive, which can both be dangerous as they become unpredictable, and hence might be difficult to handle or to train (Young, 1967; Schaffer et al., 1990). Some researchers have tried to develop a modified artificial vagina to collect semen, based on the artificial vaginas used in stallions. Due to the size and anatomy of the rhinoceros penis and due to the lack of appropriate sexual stimulation, the collection of a good-quality ejaculate has been very difficult, resulting in ejaculates with a low concentration of spermatozoa and in most cases, a low progressive motility (Schaffer et al., 1990). Penile

massage is a more ancient technique that can be used to induce ejaculation in primates, pigs and carnivores. In other large mammals, it is usually ineffective, although it can be used for semen collection in stallions (Crump and Crump, 1989). In rhinoceros, it has been used to collect semen, although it is not the most effective way. This technique is often combined with rectal stimulation (massage or electroejaculation). The semen quality after penile massage is usually not as good as when semen is collected by other means, such as electroejaculation combined with rectal massage (Schaffer et al., 1990; Hermes et al., 2005).

Electroejaculation is another commonly used method for semen collection, especially in wild species. In horses, this invasive and painful method is rarely used since stallions are easy to train to mount a dummy for collection with an artificial vagina. In some cases however, electroejaculation is used as terminal sperm cell collection method, that is when stallions are no longer able to mount physically or stand up (Cary et al., 2004). Because it is difficult to work with wild animals without sedation or anesthesia, electroejaculation with concurrent sedation is an acceptable method for semen collection in the rhinoceros species (Schaffer et al., 1990; Roth et al., 2005). Probes are specially designed and adjusted to the different rectal anatomy of rhinoceros (Hermes et al., 2005; Roth et al., 2005). Typical rectal probes have longitudinal electrodes. The reproductive glands of the male rhinoceros, which need to be stimulated by electroshocks are adjacent to the neck of the bladder and lie ventral to the rectum (Schaffer et al., 1998a; Hermes et al., 2005). Electroejaculation in the rhinoceros is often combined and followed by manual massage of the pelvic and penile parts of the urethra (Schaffer et al., 1990; Schaffer et al., 1998a), which may result in urine contamination. As described in horses, there might be a chance of retrograde ejaculation during electroejaculation when attempted under general anaesthesia (Cary et al., 2004). This might interfere with semen quality.

As an alternative for electroejaculation or to apply electroejaculation in the gentlest possible way, the administration of hormones, which induce contractions of smooth muscle, such as oxytocin or prostaglandins, can be used. Oxytocin treatment to enhance smooth muscle activity in the ductus deferens, prior to electroejaculation has resulted in increased numbers of spermatozoa in the ejaculate of bulls (McDonnell et al., 1987a; Berndtson and Igboeli, 1988). Prostaglandin F<sub>2α</sub> used prior to semen collection may also influence smooth muscular contraction and consequent semen collection. In stallions however, the administration of prostaglandin F<sub>2α</sub> has been linked to inconsistent results (McDonnell et al., 1987a). In rhinoceros, this treatment has not been attempted yet.

Imipramine, a tricyclic antidepressant of the dibenzazepine group, with both central and peripheral effects on neurotransmission, has been used in stal-

lions with ejaculatory dysfunction to induce ex copula ejaculation. With variable results, positive effects on erection and ejaculation were achieved in the stallion (McDonnell et al., 1987a; McDonnell, 2001). It is important that the stallion is kept quiet and undisturbed. In some cases, the imipramine treatment has been combined with injections of xylazine; in other cases ejaculation has been induced with xylazine alone (McDonnell and Love, 1991). The induction can be preceded by sexual prestimulation. These induced ejaculates are of lower total volume, higher concentration, lower gel volume, higher total numbers of spermatozoa and lower pH than normal ejaculates after copulation (McDonnell et al., 1987b; McDonnell and Odian, 1994). It remains to be determined if this method is equally suitable for the male rhinoceros.

Post-coital semen collection could be a good alternative in cases where animals are difficult to train to mount a phantom. Although it is not the best (semen is often mixed with other vaginal fluids/cells) or most practical method, post-coital semen collection can be used in some cases, more specifically when the female is kept in a closed environment and can be darted. The semen samples collected by this method represent a sample of a natural ejaculate, whereas the small volumes of fluid emitted during methods like manual stimulation or electroejaculation may not consist of the appropriate mixture of seminal fluids (O'Brien and Roth, 2000).

Collection of epididymal spermatozoa is a terminal procedure in animals with irreparable conditions, such as complicated fractures, soon after (natural or induced) death or directly after castration. It might also be of great value to maintain genetic diversity in a gene bank for endangered species.

The two main techniques of epididymal sperm collection, i.e. retrograde flushing and floating method, are commonly used in domestic horses (Cary et al., 2004; Roels et al., 2014). These techniques have also been used in other species, such as goats, dogs, cows and humans (Marks et al., 1994; Sharma et al., 1997; Martins et al., 2007).

In rhinoceros, it has also been used as a semen collection technique, especially in cases where the animal has died or has been euthanized (Williams et al., 1995; O'Brien and Roth, 2000). Testes are removed 1-3 hours after death and semen is collected approximately 3-30 hours post-mortem (O'Brien and Roth, 2000). In this specific study, sperm motility of 60% (in black rhinoceros) could be achieved by warming samples to 37°C. More than 80% contained cytoplasmic droplets and 60% had an abaxially placed midpiece. This last characteristic has also been seen in stallions (O'Brien and Roth, 2000). Williams et al. (1995) recovered 80-85% motility in white rhinoceros. However, the number of reported cases is too small to set a standard for this method, but with the rising increase of man-induced deaths, such as poaching, this method may become more important in the future.

### *Semen processing*

The use of frozen semen in domestic animals like horses and cattle has been successful for years. Cryopreservation with an adequate extender for semen has been used successfully in cattle and horses since the fifties of the last century (Barker and Gandier, 1957; Foote, 2002; Allen, 2005). The possibility to freeze semen made it possible to spread valuable male genes from excellent sires during and also after their sports career. In addition, AI with either fresh, cooled and frozen semen results in a reduced transmission of venereal diseases (Foote, 2002).

In rhinoceros however, the application of frozen semen has only been successful since the beginning of the 21<sup>st</sup> century. In the rhinoceros, cryopreservation of semen is quite similar to that in the stallion. It has been found that rhinoceros sperm may survive the cryopreservation process as evaluated by motility and membrane integrity. In a study by Hermes et al., (2005), after collection of semen, the samples were immediately diluted (1:1) with pre-warmed (37°C) cryo-extender BC (Berliner Cryomedium). Semen extender BC is based on a buffer solution containing TES, TRIS, fructose and lactose, and supplemented with egg yolk (~16%), DMSO (~6%) and  $\alpha$ -tocopherol (20 IU/ml). BC extender was chosen in these experiments, because of its proven efficiency in preserving semen from a large variety of endangered species. In this study, 12 white rhinoceros were included and in total 14 ejaculates were frozen (motility  $\geq$  50%). Samples diluted 1:1 were centrifuged (800 x g) for 10 minutes at room temperature (20-23°C) to eliminate seminal plasma from the ejaculate. After removal of the supernatant, the samples were re-extended with BC to four times the native sample volume. The samples were equilibrated for 2 hours at 4°C, frozen in 0.5 mL straws, 2 cm over liquid nitrogen vapor for 15 minutes before being plunged into liquid nitrogen. For evaluation and usage, straws were thawed in a 38°C water bath for 60 seconds and evaluated after 10-15 minutes of incubation at 37°C. In a comparative trial, ejaculates of five males were treated as described above but diluted with four different extenders, i.e. BC, Biladyl (supplemented with egg yolk and DMSO, Gent (egg yolk-based) and Kenney (supplemented with egg yolk and DMSO). BC maintained sperm quality better than the other extenders (Hermes et al., 2005).

The first successful AI in rhinoceros was reported in 2007, using fresh semen (Hildebrandt et al., 2007; Hermes et al., 2009b). Only in 2009, AI with frozen semen resulted in the birth of the first living rhinoceros calf (Hermes et al., 2009b). In this particular case, the directional freezing technique was used (Hermes et al., 2009b; Reid et al., 2009). Two inseminations were necessary to obtain pregnancy. In the first (unsuccessful) insemination, a dose of  $\sim 135 \times 10^6$  motile sperm cells was used, whereas in the second (successful) attempt, the dose was increased to  $\sim 500 \times 10^6$  motile sperm cells. In the latter case, the semen was

collected using electroejaculation (customized probe, 125mm long with a diameter of 105mm and three longitudinal, slightly raised electrodes). The semen was immediately extended with isothermal BC at a ratio of 1:1. The extended semen was chilled slowly over  $\sim 2$  hours inside an isothermal water bath stored at 4°C. The chilled semen was packaged into 8 mL and 2.5 mL HollowTubes and frozen using the MTG-516 apparatus (IMT Ltd., Nes Ziona, Israel). The frozen samples were kept under liquid nitrogen till the moment of insemination. For thawing, the samples were first held in the air at room temperature (22-23°C) for 60 seconds, and then plunged into a water bath at 37°C for 30 seconds.

In a study by Reid et al. (2009), liquid nitrogen vapor (LN vapor) freezing was compared to multi-thermal gradient directional freezing in ejaculates of sixteen white rhinoceros. All of them were electroejaculated and semen was diluted with cryoextender (Tris, lactose, egg yolk, DMSO). Directional freezing resulted in a higher semen viability of 5.6% and progressive motility of 34.7% than LN vapor freezing.

### *Artificial insemination*

To date, fresh and cooled semen for AI is used in most domestic animal species, such as horses, donkeys, swine, cattle, dogs, sheep and goats; the cat being an exception. Up till now, in breeding programs, better results have been obtained by natural breeding than by AI. Besides studbook regulations and restrictions, sometimes, it is geographically not possible to bring the male and female animal together.

In zoos and game farms, breeding often happens naturally, which yields the best results but is never without the risk of injuries. Breeding healthy, fertile animals usually leads to the best breeding results. However, sometimes, assisted breeding techniques might be of use to increase the breeding results of less fertile animals (Blyde, 1997), as it is often the case in rhinoceros. Regarding genetic transfer of possible causes of infertility, these animals are usually not the best to breed with. However, because of the low number of white and black rhinoceros, it might also be considered to breed with animals that show a certain degree of subfertility.

Artificial insemination in the rhinoceros represents an anatomical challenge due to the firm tortuous cervix of the female rhinoceros. To overcome this problem, a rhinoceros-specific AI-catheter has been developed (Hermes and Hildebrandt, 2011). Artificial insemination with fresh semen is done in captive rhinoceros within zoological institutions (Hildebrandt et al., 2007). This is possible when both fertile male and female are on the same location, or within an acceptable geographical distance allowing preservation of semen quality during transport. Electroejaculation is usually followed by AI, when the female is anesthetized, examined and prepared for the insemination.

In case of wide geographic distances and spread

of genetic variety, AI can be done with frozen semen too. Semen collected after electroejaculation is diluted before cryopreservation. The use of frozen semen has already led to a successful pregnancy after two inseminations in two different cycles (Hermes et al., 2009b).

### *Modern ART*

Other techniques, like OPU, ICSI and cloning, have also been used in rhinoceros, but so far, with limited success (Hermes et al., 2007; Hermes et al., 2009a). Although resources are limited in endangered animals, transfer of modern ART from domestic animals can lead to positive results.

## **FURTHER RESEARCH IN RHINOCEROS REPRODUCTION**

Due to the increasing pressure on the small number of free-roaming rhinoceros, it will be important to perform further research on the reproduction of these species. Genetic variety will become very important to maintain a sustainable rhinoceros population in the future. Trying to stop the poaching might be the biggest challenge, but optimizing the breeding of these animals and increasing knowledge of their reproduction might compensate for current losses and be a solution to maintain a strong gene pool. Breeding rhinoceros in captivity remains a challenge.

Since pregnancy diagnosis by hormone analysis of feces is not always accurate within the first five months of pregnancy, ultrasound is the method of choice to determine early pregnancy. Pregnant females are of higher conservation priority and higher economic value. However, for ultrasound, the animal needs to be sedated, anesthetized or trained and it is not known yet what the influence of (frequent) anesthesia or sedation might be on early pregnancies. Although the rhinoceros is considered to be a non-seasonal breeder, there is some evidence that season might influence rhinoceros reproduction after all. It may be important to consider these factors for future breeding within zoological institutions. Due to the small number of animals used in most studies, it is sometimes difficult to find the true causes of reproductive failure.

Several aspects of rhinoceros reproduction have been studied. However, most of the research and above discussed techniques have been reported in captive rhinoceros in zoological settings. Breeding rhinoceros in their natural habitat, under natural circumstances might lead to different results. A lot of reproductive problems as described above are mainly seen in captive born male and female rhinoceros. Groups kept in most zoological institutions are small and stable when compared to animals living in the wild. Animals are often limited to breed only with certain other animals within the zoological institution. Males and females are often kept together in the same

group, and translocations and new introductions are rare. Studies have already shown that subadult mature bulls are often suppressed by an older dominant male in the group, which may affect semen quality. Evaluation of different group settings will be necessary in further research, as reproductive improvement has already been proven after management changes (Hermes et al., 2005). In wild rhinoceros, strong 'friendships' have been described between different animals (Smith and Norman, 1975). A better reproduction rate would be expected when individual animals have the opportunity to choose. Could extended sexual maturity of animals in the wild be beneficial for future reproductive success? Adult females in the wild tend to keep their calf on foot until the next calf is born. In zoological institutions, it is often more difficult for subadults to voluntarily move into a separate (bachelor) group, as they are mostly kept within the same enclosure. Could this be the reason for the early occurrence of sexual puberty in captivity, due to a lack of competition? Could this be the reason why certain sub- or infertile males and females become fertile (again) when transferred to another institution or back into their natural habitat? All these questions, as well as the breeding successes so far, prove that breeding rhinoceros in captivity is challenging. Creating a better understanding of rhinoceros reproductive health would be of great help, especially, when more and more reproductive techniques will be applied.

## **CONCLUSION**

Up till now, the domestic horse, being from the same order of Perissodactyla, has been demonstrated to be a good comparative model for the rhinoceros and can be used to gain knowledge for the improvement of reproductive parameters and reproductive techniques.

At present, AI with fresh and frozen semen is more often used than before. However, the results are inconsistent in reproductively healthy females. Therefore, the technique should be further developed. To improve semen analysis and semen (cryo)preservation, semen quality should be increased and semen collection methods improved for future species conservation (cf. frozen zoos).

For the future, investigation into other techniques, like ET, ICSI or even cloning, might be warranted. These techniques have already been used in horses and other domestic animals, with better-developed protocols (Smits et al., 2012).

Unfortunately, most of the research done so far has been based on only a small number of animals. Due to the non-domesticated origin of the rhinoceros, it is difficult to repeat certain examinations on a regular basis. Due to these small numbers and differences between captive and wild animals, zoological conditions and data derived from them might be problematic to use as an example for the whole species. The data de-

rived from these institutions can therefore only be extrapolated for the use in their wild counterparts, starting with semen collection, freezing of semen and AI. Using reproductive techniques on a larger scale, in a larger number of animals, might give a better idea of their reproductive rates. Implementing equine knowledge into this species might contribute to augment species numbers in the face of the severe implications of poaching. The use and development of assisted reproductive techniques are growing more rapidly in domestic species than in wildlife species. Zoological institutions might be challenged to keep on aiming at future rhinoceros breeding programs by working towards reproductive goals based on the analysis of the current reproductive parameters.

## REFERENCES

- Ahlers M.J., Ganswindt A., Münscher S., Bertschinger H.J. (2012). Fecal 20-oxo-pregnane concentrations in free-ranging African elephants (*Loxodonta africana*) treated with porcine zona pellucida vaccine. *Theriogenology* 78, 77-85.
- Allen W., Stewart F. (2001). Equine placentation. *Reproduction, Fertility and Development* 13, 623-634.
- Allen W.E., Hadley J.C. (1974). Blood Progesterone Concentrations in Pregnant and Non-pregnant Mares. *Equine Veterinary Journal* 6, 87-93.
- Allen W.R. (2001). Fetomaternal interactions and influences during equine pregnancy. *Reproduction* 121, 513-527.
- Allen W.R. (2005). The development and application of the modern reproductive technologies to horse breeding. *Reproduction in Domestic Animals* 40, 310-329.
- Allen W.R., Cooper M.J. (1975). The use of synthetic analogues of prostaglandins for inducing luteolysis in mares. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys* 15, 461.
- Amann R. (1981). A review of anatomy and physiology of the stallion. *Journal of Equine Veterinary Science* 1, 83-105.
- Amin R., Thomas K., Emslie R.H., Foose T.J., Strien N. (2006). An overview of the conservation status of and threats to rhinoceros species in the wild. *International Zoo Yearbook* 40, 96-117.
- Aurich C. (2011). Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science* 124, 220-228.
- Barker C.A.V., Gandier J.C.C. (1957). Pregnancy in a mare resulting from frozen epididymal spermatozoa. *Canadian journal of comparative medicine and veterinary science* 21, 47.
- Benirschke K., Lowenstine L.J. (1995). The placenta of the Rhinocerotidae. *Verhandlungsbericht der Erkrankungen der Zootiere* 37, 15-23.
- Bergfelt D.R., Meira C., Fleury J.J., Fleury P.D.C., Dell'Aqua J.A., Adams G.P. (2007). Ovulation synchronization following commercial application of ultrasound-guided follicle ablation during the estrous cycle in mares. *Theriogenology* 68, 1183-1191.
- Bergfelt D.R., Woods J.A., Ginther O.J. (1992). Role of the embryonic vesicle and progesterone in embryonic loss in mares. *Journal of Reproduction and Fertility* 95, 339-347.
- Berndtson W.E., Igboeli G. (1988). Spermatogenesis, sperm output and seminal quality of holstein bulls electroejaculated after administration of oxytocin. *Journal of Reproduction and Fertility* 82, 467-475.
- Berndtson W.E., Pickett B.W., Nett T.M. (1974). Reproductive physiology of the stallion. *Journal of Reproduction and Fertility* 39, 115-118.
- Bertschinger H.J. 1994. Reproduction in black and white rhinos: a review. In: *Proceedings of a Symposium on Rhinos as Game Ranch Animals. South African Veterinary Association*, 122-161.
- Biggs D., Courchamp F., Martin R., Possingham H.P. (2013). Legal trade of Africa's rhino horns. *Science* 339, 1038-1039.
- Bisinotto R.S., Santos J.E.P. (2012). The use of endocrine treatments to improve pregnancy rates in cattle. *Reproduction Fertility and Development* 24, 258-266.
- Blyde D.J. 1997. Maintaining populations with the aid of assisted breeding techniques. In: *Proceedings Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 667-671.
- Brinsko S.P., Blanchard T.L., Varner D.D., Schumacher J., Love C.C., Hinrichs K., Hartman D. (2011). *Manual of Equine Reproduction*. Third ed. Mosby, Missouri, 6-7.
- Brown J.L., Bellem A.C., Fouraker M., Wildt D.E., Roth T.L. (2001a). Comparative analysis of gonadal and adrenal activity in the black and white rhinoceros in North America by noninvasive endocrine monitoring. *Zoo Biology* 20, 463-486.
- Brown J.L., Bellen A.C., Fouraker M., Wildt D.E., Roth T.L. (2001b). Comparative analysis of gonadal and adrenal activity in the black and white rhinoceros in North America by noninvasive endocrine monitoring. *Zoo Biology* 20, 463-486.
- Burns P., Jawad M., Weld J., Kaufman W., Witherspoon D., Wilson E., Douglas R. (1984). Effects of season, age and increased photoperiod on reproductive hormone concentrations and testicular diameters in Thoroughbred stallions. *Journal of Equine Veterinary Science* 4, 202-208.
- Carlstead K., Fraser J., Bennett C., Kleiman D.G. (1999). Black rhinoceros (*Diceros bicornis*) in US zoos: II. Behavior, breeding success, and mortality in relation to housing facilities. *Zoo Biology* 18, 35-52.
- Carnevale E.M., Squires E.L., McKinnon A.O. (1987). Comparison of Ham's F10 with CO<sub>2</sub> or Hepes buffer for storage of equine embryos at 5 C for 24 H. *Journal of Animal Science* 65, 1775-1781.
- Carter L., Stephens S., Goold M., Morrow C. (2007). Reproductive monitoring in captive southern white rhinoceros: vulval swellings as an indicator for oestrus. *Australian Regional Association of Zoological Parks and Aquaria Conference Proceedings*, 1-8.
- Cary J.A., Madill S., Farnsworth K., Hayna J.T., Duos L., Fahning M.L. (2004). A comparison of electroejaculation and epididymal sperm collection techniques in stallions. *Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne* 45, 35-41.
- Crump J., Crump J. (1989). Stallion Ejaculation Induced by Manual Stimulation of the Penis. *Theriogenology* 31, 341-346.
- Cuervo-Arango J., Newcombe J.R. (2012). Ultrasound characteristics of experimentally induced luteinized unruptured follicles (LUF) and naturally occurring hemorrhagic anovulatory follicles (HAF) in the mare. *Theriogenology* 77, 514-524.
- Dooley M.P., Pineda M.H., Hopper J.G., Hsu W.H. (1990).

- Retrograde flow of spermatozoa into the urinary bladder of dogs during ejaculation or after sedation with xylazine. *American Journal of Veterinary Research* 51, 1574-1579.
- Foose T.J., Wiese R.J. (2006). Population management of rhinoceros in captivity. *International Zoo Yearbook* 40, 174-196.
- Footo R.H. (2002). The history of artificial insemination: Selected notes and notables. *Journal of Animal Science* 80, 1-10.
- Garnier J.N., Holt W.V., Watson P.F. (2002). Non-invasive assessment of oestrous cycles and evaluation of reproductive seasonality in the female wild black rhinoceros (*Diceros bicornis minor*). *Reproduction* 123, 877-889.
- Ginther O.J. (1983). Mobility of the early equine conceptus. *Theriogenology* 19, 603-611.
- Ginther O.J., Gastal E.L., Gastal M.O., Beg M.A. (2008). Dynamics of the equine preovulatory follicle and periovulatory hormones: what's new? *Journal of Equine Veterinary Science* 28, 454-460.
- Ginther O.J., Pierson R.A. (1983). Ultrasonic evaluation of the reproductive tract of the mare; principles, equipment, and techniques. *Journal of Equine Veterinary Science* 3, 195-201.
- Godfrey R.W., Pope C.E., Dresser B.L., Bavister B.D., Andrews J.C., Olsen J.H. (1990). An attempt to superovulate a southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). *Theriogenology* 33, 231.
- Godfrey R.W., Pope C.E., Dresser B.L., Olsen J.H. (1991). Gross anatomy of the reproductive tract of female black (*Diceros bicornis michaeli*) and white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). *Zoo Biology* 10, 165-175.
- Goot A.C.v.d., Dalerum F., Ganswindt A., Martin G.B., Millar R.P., Paris M.C.J. (2013). Faecal progesterone profiles in wild southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). *African Zoology* 48, 143-151.
- Griffin P.G., Ginther O.J. (1992). Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *Journal of Animal Science* 70, 953-972.
- Handler J., Schonlieb S., Hoppen H.O., Aurich C. (2007). Influence of reproductive stage at PRID (TM) insertion on synchronization of estrus and ovulation in mares. *Animal Reproduction Science* 97, 382-393.
- Heard D.J., Olsen J.H., Stover J. (1992). Cardiopulmonary changes associated with chemical immobilization and recumbency in a white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 23, 197-200.
- Hermes R., Goritz F., Portas T.J., Bryant B.R., Kelly J.M., Maclellan L.J., Keeley T., Schwarzenberger F., Walzer C., Schnorrenberg A., Spindler R.E., Saragusty J., Kaandorp S., Hildebrandt T.B. (2009a). Ovarian superstimulation, transrectal ultrasound-guided oocyte recovery, and IVF in rhinoceros. *Theriogenology* 72, 959-968.
- Hermes R., Goritz F., Saragusty J., Sos E., Molnar V., Reid C.E., Schwarzenberger F., Hildebrandt T.B. (2009b). First successful artificial insemination with frozen-thawed semen in rhinoceros. *Theriogenology* 71, 393-399.
- Hermes R., Göritz F., Streich W.J., Hildebrandt T.B. (2007). Assisted reproduction in female rhinoceros and elephants—current status and future perspective. *Reproduction in Domestic Animals* 42, 33-44.
- Hermes R., Hildebrandt T.B. 2011. Rhinoceros theriogenology. In: Miller R.E., Fowler M.E. (Editors). *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy*. Vol. 7. Elsevier Health Sciences, 546-561.
- Hermes R., Hildebrandt T.B., Blottner S., Walzer C., Silinski S., Patton M.L., Wibbelt G., Schwarzenberger F., Goritz F. (2005). Reproductive soundness of captive southern and northern white rhinoceroses (*Ceratotherium simum simum*, *Cs. cottoni*): evaluation of male genital tract morphology and semen quality before and after cryopreservation. *Theriogenology* 63, 219-238.
- Hermes R., Hildebrandt T.B., Goritz F. (2004). Reproductive problems directly attributable to long-term captivity—asymmetric reproductive aging. *Animal Reproduction Science* 82, 49-60.
- Hermes R., Hildebrandt T.B., Walzer C., Göritz F., Gray C., Niemuller C., Schwarzenberger F. (2012). Estrus induction in white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Theriogenology* 78, 1217-1223.
- Hermes R., Hildebrandt T.B., Walzer C., Goritz F., Patton M.L., Silinski S., Anderson M.J., Reid C.E., Wibbelt G., Tomasova K., Schwarzenberger F. (2006). The effect of long non-reproductive periods on the genital health in captive female white rhinoceroses (*Ceratotherium simum simum*, *Ceratotherium simum cottoni*). *Theriogenology* 65, 1492-1515.
- Hildebrandt T.B., Hermes R. (2014). Personal communication.
- Hildebrandt T.B., Hermes R., Walzer C., Sos E., Molnar V., Mezosi L., Schnorrenberg A., Silinski S., Streich J., Schwarzenberger F., Goritz F. (2007). Artificial insemination in the anoestrous and the postpartum white rhinoceros using GnRH analogue to induce ovulation. *Theriogenology* 67, 1473-1484.
- Hindle J.E., Mostl E., Hodges J.K. (1992). Measurement of Urinary Estrogens and 20-Alpha-Dihydroprogesterone during Ovarian Cycles of Black (*Diceros-Bicornis*) and White (*Ceratotherium-Simum*) Rhinoceroses. *Journal of Reproduction and Fertility* 94, 237-249.
- Howell C., Rollins W. (1951). Environmental sources of variation in the gestation length of the horse. *Journal of Animal Science* 10, 789-796.
- Jacob J.C.F., Haag K.T., Santos G.O., Oliveira J.P., Gastal M.O., Gastal E.L. (2012). Effect of embryo age and recipient asynchrony on pregnancy rates in a commercial equine embryo transfer program. *Theriogenology* 77, 1159-1166.
- Kastelic J.P., Curran S., Pierson R.A., Ginther O.J. (1988). Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology* 29, 39-54.
- Kretzschmar P., Gansloßer U., Dehnhard M. (2004). Relationship between androgens, environmental factors and reproductive behavior in male white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). *Hormones and Behavior* 45, 1-9.
- Leemans B., Smits K., Van Soom A., Nelis H. (2012). Fertiliteitsbehandelingen bij het paard: toepassingsmogelijkheden en beperkingen. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 81, 329-340.
- List I.R. (2013). Number of threatened species by major groups of organisms (1996-2013). *IUCN Red List Version 2013*.
- Little T.V., Woods G.L. (1986). Ultrasonography of accessory sex glands in the stallion. *Journal of Reproduction and Fertility* 35 Supplement, 87-94.
- Lueders I. (2014). Personal communication.
- Marks S.L., Dupuis J., Mickelsen W.D., Memon M.A., Platz C.C. (1994). Conception by use of postmortem epididymal semen extraction in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 204, 1639-1640.
- Martins C.F., Rumpf R., Pereira D.C., Dode M.N. (2007).

- Cryopreservation of epididymal bovine spermatozoa from dead animals and its uses in vitro embryo production. *Animal Reproduction Science* 101, 326-331.
- McDonnell S.M. (2001). Oral imipramine and intravenous xylazine for pharmacologically-induced ex copula ejaculation in stallions. *Animal Reproduction Science* 68, 153-159.
- McDonnell S.M., Garcia M.C., Kenney R.M. (1987a). Pharmacological manipulation of sexual behaviour in stallions. *Journal of Reproduction and Fertility* 35 supplement, 45-49.
- McDonnell S.M., Garcia M.C., Kenney R.M., Vanarsdalen K.N. (1987b). Imipramine-induced erection, masturbation, and ejaculation in male horses. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 27, 187-191.
- McDonnell S.M., Love C.C. (1991). Xylazine-induced ex copula ejaculation in stallions. *Theriogenology* 36, 73-76.
- McDonnell S.M., Odian M.J. (1994). Imipramine and xylazine-induced ex copula ejaculation in stallions. *Theriogenology* 41, 1005-1010.
- McFarlane J.R., Cabrera C.M., Coulson S.A., Papkoff H. (1991). Partial purification and characterization of rhinoceros gonadotropins, growth hormone, and prolactin: comparison with the horse and sheep. *Biology of Reproduction* 44, 94-101.
- McKinnon A.O., Squires E.L. (1988). Equine embryo transfer. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice* 4, 305-333.
- Mettrione L.C., Penfold L.M., Waring G.H. (2007). Social and spatial relationships in captive southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). *Zoo Biology* 26, 487-502.
- O'Brien J.K., Roth T.L. (2000). Post-coital sperm recovery and cryopreservation in the Sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis*) and application to gamete rescue in the African black rhinoceros (*Diceros bicornis*). *Journal of Reproduction and Fertility* 118, 263-271.
- Patton M.L., Swaisgood R.R., Czekala N.M., White A.M., Fetter G.A., Montagne J.P., Rieches R.G., Lance V.A. (1999). Reproductive cycle length and pregnancy in the southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*) as determined by fecal pregnancy analysis and observations of mating behavior. *Zoo Biology* 18, 111-127.
- Portas T.J., Hermes R., Bryant B.R., Göritz F., Ladds P., Hildebrandt T.B. (2005). Seminoma in a southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). *Veterinary Record* 157, 556-558.
- Portas T.J., Hildebrandt T.B., Bryant B.R., Göritz F., Hermes R. (2010). Seminoma in a southern black rhinoceros (*Diceros bicornis minor*): diagnosis, surgical management and effect on fertility. *Australian Veterinary Journal* 88, 57-60.
- Pukazhenthi B.S., Wildt D.E. (2004). Which reproductive technologies are most relevant to studying, managing and conserving wildlife? *Reproduction Fertility and Development* 16, 33-46.
- Rachlow J.L., Berkeley E.V., Berger J. (1998). Correlates of male mating strategies in white rhinos (*Ceratotherium simum*). *Journal of Mammalogy* 79, 1317-1324.
- Radcliffe R.W., Czekala N.M., Osofsky S.A. (1997). Combined serial ultrasonography and fecal progesterone analysis for reproductive evaluation of the female white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*): preliminary results. *Zoo Biology* 16, 445-456.
- Radcliffe R.W., Eyres A.I., Patton M.L., Czekala N.M., Emslie R.H. (2001). Ultrasonographic characterization of ovarian events and fetal gestational parameters in two southern black rhinoceros (*Diceros bicornis minor*) and correlation to fecal progesterone. *Theriogenology* 55, 1033-1049.
- Raz T., Green G.M., Carley S.D., Card C.E. (2011). Folliculogenesis, embryo parameters and post-transfer recipient pregnancy rate following equine follicle-stimulating hormone (eFSH) treatment in cycling donor mares. *Australian Veterinary Journal* 89, 138-142.
- Reid C.E., Hermes R., Blottner S., Goeritz F., Wibbelt G., Walzer C., Bryant B.R., Portas T.J., Streich W.J., Hildebrandt T.B. (2009). Split-sample comparison of directional and liquid nitrogen vapour freezing method on post-thaw semen quality in white rhinoceroses (*Ceratotherium simum simum* and *Ceratotherium simum cottoni*). *Theriogenology* 71, 275-291.
- Roels K., Leemans B., Ververs C., Govaere J., Hoogewijs M., Van Soom A. (2014). Collection and freezing of equine epididymal spermatozoa. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 83, 321-325.
- Roth T.L., Bateman H.L., Kroll J.L., Steinetz B.G., Reinhart P.R. (2004). Endocrine and ultrasonographic characterization of a successful pregnancy in a Sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis*) supplemented with a synthetic progestin. *Zoo Biology* 23, 219-238.
- Roth T.L., Stoops M.A., Atkinson M.W., Blumer E.S., Campbell M.K., Cameron K.N., Citino S.B., Maas A.K. (2005). Semen collection in rhinoceroses (*Rhinoceros unicornis*, *Diceros bicornis*, *Ceratotherium simum*) by electroejaculation with a uniquely designed probe. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 36, 617-627.
- Satue K., Felipe M., Mota J., Munoz A. (2011). Factors influencing gestational length in mares: A review. *Live-stock Science* 136, 287-294.
- Schaffer N., Bryant W., Agnew D., Meehan T., Beehler B. (1998a). Ultrasonographic monitoring of artificially stimulated ejaculation in three rhinoceros species (*Ceratotherium simum*, *Diceros bicornis*, *Rhinoceros unicornis*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 29, 386-393.
- Schaffer N.E., Beehler B. 1988. Overview of procedures and results of semen collection from ambulatory rhinoceroses. In: *Proceedings of the American Association of Zoological Parks and Aquariums Annual Conference*, 273-279.
- Schaffer N.E., Beehler B., Jeyendran R.S., Balke B. (1990). Methods of semen collection in an ambulatory greater onehorned rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*). *Zoo Biology* 9, 211-221.
- Schaffer N.E., Foley G.L., Gill S., Pope C.E. (2001). Clinical implications of rhinoceros reproductive tract anatomy and histology. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 32, 31-46.
- Schaffer N.E., Walasek J.G., Hall D.C., Bryant W.M., Reed M.C. (1998b). Cage restraints for rhinoceroses. *Zoo Biology* 17, 343-359.
- Schwarzenberger F., Francke R., Goltenboth R. (1993). Concentrations of fecal immunoreactive progestagen metabolites during the estrous-cycle and pregnancy in the black rhinoceros (*Diceros Bicornis Michaeli*). *Journal of Reproduction and Fertility* 98, 285-291.
- Schwarzenberger F., Walzer C., Tomasova K., Vahala J., Meister J., Goodrowe K.L., Zima J., Strauss G., Lynch M. (1998). Faecal progesterone metabolite analysis for non-invasive monitoring of reproductive function in the



- white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Animal Reproduction Science* 53, 173-190.
- Sharma R.K., Padron O.F., Thomas A.J., Agarwal A. (1997). Factors associated with the quality before freezing and after thawing of sperm obtained by microsurgical epididymal aspiration. *Fertility and Sterility* 68, 626-631.
- Smith O., Norman R. (1975). The social ethology of the white rhinoceros *ceratotherium simum* (Burchell 1817). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 38, 337-384.
- Smits K., Hoogewijs M., Woelders H., Daels P., Van Soom A. (2012). Breeding or assisted reproduction? Relevance of the horse model applied to the conservation of endangered equids. *Reproduction in Domestic Animals* 47, 239-248.
- Squires E.L., McCue P.M. (2007). Superovulation in mares. *Animal Reproduction Science* 99, 1-8.
- Stoops M.A., Pairan R.D., Roth T.L. (2004). Follicular, endocrine and behavioural dynamics of the Indian rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*) oestrous cycle. *Reproduction* 128, 843-856.
- Szdzuy K., Dehnhard M., Strauss G., Eulenberger K., Hofer H. (2006). Behavioural and endocrinological parameters of female African and Asian elephants *Loxodonta africana* and *Elephas maximus* in the peripartur period. *International Zoo Yearbook* 40, 41-50.
- Terblanche H.M., Maree L. (1981). Plasma progesterone levels in the mare during the oestrous cycle and pregnancy. *Journal of the South African Veterinary Association* 52, 181-185.
- Vandenbergh L., Govaere J., Nelis H., Hoogewijs M., Daels P., Van Soom A. (2012). Embryotransplantatie bij het paard: onmisbaar in de moderne fokkerij. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 81, 274-282.
- Williams K.R., Dyché W.K., Brinders J., Molteno F., van der Lanken M., Armstrong D.L., Simmons L.G. (1995). Longevity in vitro and glycerol toxicity of epididymal sperm recovered from a white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Theriogenology* 43, 353-353.
- www.savetherhino.org. (consulted on 09/03/2015).
- Young E. (1967). Semen extraction by manipulative technique in the Black rhinoceros *Diceros bicornis*. *International Zoo Yearbook* 7, 166-167.

Uit het verleden

### FOSFORVERGIFTIGING BIJ VARKENS IN HET FRONTGEBIED (1935)

Enkele zeugen en jonge varkens met buitenbeloop op een weide stierven in één dag tijd aan bloederige maag- en darmontsteking. Bij het opensnijden van de maag werd een sterke fosforgeur waargenomen. Toxicologisch onderzoek bevestigde de diagnose fosforvergiftiging. Hoe de dieren die opliepen, werd duidelijk nadat het boerengezin midden in de weide een vlam uit de grond zag slaan. Die bleek afkomstig van een door de varkens boven gewoelde, kapot geroeste granaat. Zodra onvermengde fosfor droogt, ontvlamt het spontaan in contact met lucht.

Notities van inspecteur De Jonckheere, destijds werkzaam in de West-Vlaamse frontzone.  
(Schenking Roland Vandermeersch aan de Museumcollectie Diergeneeskundig Verleden  
Merelbeke)

## Clinical parameters as predictors of bacterial isolation in the uterine content of dogs suspected of pyometra

*Klinische symptomen als merker van bacteriële isolatie uit de uterus van honden verdacht van pyometra*

<sup>1</sup>A.M. Kitshoff, <sup>1</sup>B. van Goethem, <sup>2</sup>F. Boyen, <sup>1,3</sup>O. Tas, <sup>1</sup>I. Polis, <sup>1</sup>H. de Rooster

<sup>1</sup> Department of Small Animal Medicine and Clinical Biology, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Belgium

<sup>2</sup> Department of Pathology, Bacteriology and Poultry Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Belgium

<sup>3</sup>Algemene Dierenkliniek Randstad, Antwerpen, Belgium

adriaan.kitshoff@ugent.be

### ABSTRACT

In this study, female canines referred with clinical signs consistent with pyometra were prospectively evaluated. Signalment, clinical signs, laboratory findings and surgical findings were compared between dogs with and without bacterial isolation based on aerobic techniques. Patients with positive bacterial isolation were placed in the pyometra group, whereas patients with negative bacterial isolation were grouped as mucometra. A total of 140 dogs (118 with pyometra and 22 with mucometra) met the inclusion criteria.

Prereferral antibiotic administration was associated with a prolonged duration of clinical signs in the patients of the pyometra group ( $12 \pm 2$  days versus  $7 \pm 1$  days;  $P=0.006$ ). In the pyometra patients, clinical signs, like pyrexia, anorexia and discomfort on abdominal palpation, were observed more commonly than in the mucometra group. The total leukocyte count was the only parameter that differed significantly between the two groups ( $P=0.01$ ). Although no difference in color and consistency of the uterine fluid was noted, the uteri of the pyometra group were heavier ( $851.80 \pm 800.30$  g compared to  $263.50 \pm 297.10$  g). *E. coli* was the most commonly isolated bacterium (92/123).

### SAMENVATTING

In deze studie werden vrouwelijke honden met klinische klachten verenigbaar met pyometra prospectief geëvalueerd. Het signalement, de klinische symptomen, laboratoriumresultaten en chirurgische bevindingen werden vergeleken tussen honden met en zonder bacteriële isolatie op basis van aërobe technieken. Patiënten met een positieve bacteriële isolatie werden in de pyometragroep geklasseerd, terwijl patiënten met een negatieve bacteriële isolatie als honden met mucometra werden gegroepeerd. Honderdveertig honden (118 met pyometra en 22 met mucometra) voldeden aan de inclusiecriteria.

De toediening van een antibioticum vooraleer door te verwijzen was geassocieerd met verlengde klinische symptomen bij de patiënten van de pyometragroep ( $12 \pm 2$  dagen versus  $7 \pm 1$  dagen;  $P = 0,006$ ). Bij de pyometrapatiënten werden klinische symptomen, zoals koorts, anorexia en ongemak bij abdominale palpatie vaker waargenomen dan bij de mucometrapatiënten. Het totale aantal leukocyten was de enige parameter die significant verschilde ( $P=0,01$ ). Hoewel er tussen de twee groepen geen verschil in kleur en consistentie van de baarmoedervloeistof werd opgemerkt, was de baarmoeder van de honden met pyometra zwaarder dan bij de honden met mucometra ( $851,80 \pm 800,30$  g versus  $263,50 \pm 297,10$  g). *E. coli* was de vaakst geïsoleerde bacterie (92/123).

### INTRODUCTION

Pyometra is defined as a dilatation of the uterus with pus and occurs in about one fourth of the intact female dog population by the age of 10 years (Egenvall et al.,

2001; Smith, 2006; Pretzer, 2008). It is regarded as a chronic disease that manifests acutely about eight to twelve weeks after estrus (Dow, 1959; Pretzer, 2008). Repeated oestrogen stimulation sensitizes the uterus to the effects of progesterone, which leads to cys-

tic endometrial changes, termed cystic endometrial hyperplasia (CEH). In some dogs with CEH, uterine fluid accumulation develops leading to the formation of mucometra, hematometra or hydrometra. In these cases, the uterus fills with mucoid, bloody or watery secretions, respectively (McAfee and McAfee, 1976), which predisposes the uterus to secondary infections (Dow, 1959; Smith, 2006). Although pyometra is often preceded by the development of CEH, these two conditions may occur independently (De Bosschere et al., 2001). Bacteria likely gain entrance to the uterus prior to diestrus when the cervix is open (Tsumagari et al., 2005; Pretzer, 2008). Uterine changes related to CEH may result in the inability of the uterus to contract and the cervix to relax, decreasing the effectiveness of bacterial clearance (Verstegen et al., 2008). If bacteria are not cleared efficiently before the onset of the luteal phase, pyometra will develop (Pretzer, 2008). The most commonly isolated bacterium in dogs is *Escherichia coli* (Rubio et al., 2014; Noakes et al., 2001; Allen et al., 1984; Dhaliwal et al., 1998; Fransson et al., 1997; Wheaton et al., 1989; Stone et al., 1988; Sandholm et al., 1975).

Dogs with mucometra, hematometra or hydrometra are mostly asymptomatic, although clinical signs such as abdominal distension and mucoid to watery vaginal discharge can be encountered (Pretzer, 2008; Potter et al., 1991; McAfee and McAfee, 1976). In contrast, clinical signs are consistently present in dogs with pyometra and commonly include abdominal distension, lethargy, polydipsia, polyuria, vomiting, diarrhea and dehydration (Wheaton et al., 1989; Smith, 2006). Other clinical findings, like pyrexia, hypothermia, tachycardia, tachypnea and abnormal mucous membrane color can also be present (Egenvall et al., 2001; Verstegen et al., 2008). Differentiation between these two disease conditions can be of clinical relevance when prioritizing surgeries or in cases where owner finances are of short-term concern.

The aim of this prospective study was to assess whether clinical parameters can be used to differentiate dogs with septic from dogs with aseptic uterine content based on aerobic culture in dogs suspected of pyometra. The signalment, clinical signs, blood values and surgical findings between the two groups were compared.

## MATERIALS AND METHODS

Dogs presented to the Department of Small Animal Medicine and Clinical Biology of Ghent University between May 2006 and June 2011, were prospectively evaluated when suspected of pyometra. Patient selection was based on the presence of a fluid distended uterus on ultrasonography in combination with one of the following clinical signs: anorexia, discomfort on abdominal palpation, pyrexia (body temperature equal to or higher than 39 °C), polyuria, polydipsia, vomiting or vaginal discharge. Clinical data were collected

preoperatively by using questionnaires completed by the clinician on duty. Data recorded included breed, age, weight and clinical findings (anorexia, discomfort on abdominal palpation, temperature, polyuria/polydipsia, vomiting and the presence or absence of vaginal discharge).

Preoperative blood analysis was advised in all cases but the availability of a complete blood count and/or biochemistry results was not a prerequisite to enter this study.

Perioperative findings were recorded on data sheets, but were occasionally inconsistently completed under emergency circumstances. The findings included location and extent of uterine dilatation, uterine wall integrity, presence or absence of free abdominal fluid, weight of the uterus with its contents (uterine weight), color and consistency of the intrauterine fluid. The location of the uterine distension was classified as distension of the uterine body, a single uterine horn or both uterine horns and the extent of uterine dilatation as uniform or ampulla-shaped. The presence of uterine fluid accumulation was confirmed after ovariohysterectomy by an incision into the uterine lumen. The uterine content was sampled aseptically, using a commercial swab and transport medium (eSwab, Copan diagnostics, Brescia, Italy) for aerobic culture and antimicrobial susceptibility testing. The intrauterine fluid was further subjectively classified based on color (white, coffee-colored, brown or red) and consistency (watery, creamy or thick creamy). Subsequently, the uterus with its content was weighed and the weight was recorded.

Antimicrobial susceptibility testing was performed according to the disk diffusion method. Manufacturer guidelines (Rosco, Denmark) were followed for the media and conditions related to inoculation and incubation. The growth inhibition zone diameters were measured manually. The criteria for interpretation of resistance were based on clinical breakpoints as described by the Clinical and Laboratory Standards Institute's 'Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals' (Watts et al., 2008). If the criteria were not available in these documents, the manufacturers criteria were used.

For the purpose of this study, all patients without bacteria isolated during the aerobic culture of the uterine content were classified as mucometra and all patients with positive bacterial cultures were regarded as pyometra cases. Patients with mucometra, hematometra and hydrometra were all included in the mucometra group. Data were collated into a spreadsheet program and compared between the pyometra group and the mucometra/hydrometra group. Descriptive statistics were performed using commercial SPSS software (IBM, New York, USA). Continuous variables were tested for normality using the Kolmogorov-Smirnov test. The comparison of quantitative data with outcomes pyometra and mucometra were evaluated with the independent samples t-test

or the Mann-Whitney rank sum test depending on the sample normality. When the independent sample t-test was used, the Levene's test was employed additionally to determine the equality of variance. Qualitative variables were compared between the two groups using the Fisher's exact test. This test was also used to compare the prevalence of dog breeds presented with pyometra or mucometra, with the prevalence of breeds in the at-risk hospital population.

Quantitative data within the pyometra and the mucometra groups were compared with qualitative data that had only two outcomes, using the independent samples t-test.

Data was presented as mean ± standard deviation and the significance was set at P<0.05.

**RESULTS**

A total of 140 patients were included in the study. Bacteria were isolated from the uterine content in 118 patients (pyometra), whereas in 22 dogs, no bacteria were isolated (mucometra).

**Signalment**

The prevalence of pyometra or mucometra in breeds that were presented more than five times is depicted in Figure 1. When compared to the at-risk hospital population (intact female dogs), the prevalence of pyometra (0.6%) was 60 times higher than that of

mucometra (0.01%). Golden retrievers (P=0.001), American Staffordshire terriers (P=0.002), Weimaraners (P=0.004), and Rottweilers (P=0.038) had a significantly higher prevalence of pyometra than the at-risk hospital population of the same breed.

The mean age of the dogs with pyometra was 98 ± 32 months (range 16-168 months) and the mean weight was 25.20 ± 15.40 kg (range 1.80-89.00 kg). The patients with mucometra had a mean age of 84 ± 42 months (range 13-159 months) and their mean weight was 18.40 ± 19.60 kg (range 2.00-79.00 kg).

The mean duration of clinical signs in the dogs diagnosed with pyometra was 9 ± 9 days (range 1-60 days) compared to 13 ± 11 days (range 1-42 days) for the mucometra cases.

No statistical differences were found between the age at presentation, body weight, or the mean duration of clinical signs between the pyometra and mucometra patients, although there was a tendency of the patients of the latter group to be younger (P=0.08) and to weigh less (P=0.07).

**Anamnesis**

The history of the patients indicated that most patients (pyometra 64/118; mucometra 11/22) had not yet received antibiotics before presentation. If however, an antibiotic had been administered, the type was mostly not known to the owner and was thus inconsistently recorded. Antimicrobial treatment prior to referral in patients with pyometra was associated with

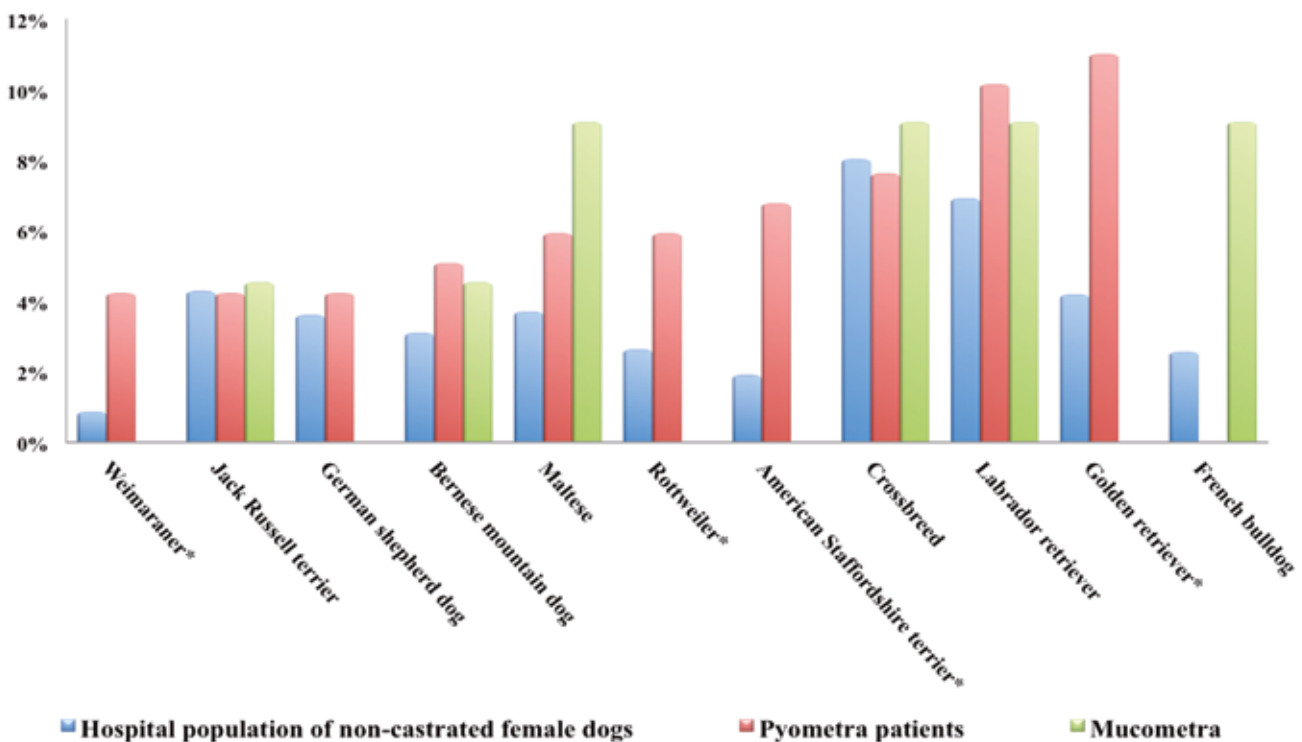


Figure 1. Diagram reflecting the prevalence of the most commonly presented breeds with pyometra and mucometra, compared to the prevalence of the at-risk hospital population during the study period. The prevalence of breeds marked with an asterisk (\*) is significantly higher than expected.

a prolonged duration of clinical signs when compared to no treatment ( $12 \pm 2$  days and  $7 \pm 1$  days, respectively;  $P=0.006$ ). A minority of the patients (pyometra 7/118; mucometra 2/22) had a history of anticonception therapy but the drug name and duration and/or frequency of administration were unknown to the owners in most instances.

### Clinical, laboratory and surgical findings

The prevalence of the most relevant clinical symptoms and the blood results are summarized in Table 1. Pyrexia at clinical presentation was more commonly seen in the pyometra patients (61/118) than in the mucometra patients (3/22) ( $P=0.001$ ). Patients that had received antimicrobial agents at home before referral had a lower body temperature than patients that had not been treated with antimicrobial agents ( $39.16 \pm 0.67$  °C and  $38.75 \pm 1.20$  °C, respectively;  $P=0.02$ ). Compared to mucometra, pyometra was more often associated with anorexia (93/118 versus 13/22;  $P<0.05$ ) and discomfort on abdominal palpation (51/118 versus 3/22  $P=0.006$ ). Most patients presented with an open-cervix pyometra (73/118). Vaginal discharge was also observed in 13/22 dogs of the mucometra group.

The total leukocyte count was the only blood parameter that differed significantly when compared between the two groups ( $P=0.01$ ). The mean value for the dogs with pyometra was  $26.97 \pm 22.72 \times 10^9/L$  and with mucometra  $10.72 \pm 5.99 \times 10^9/L$  (reference  $5.05-16.76 \times 10^9/L$ ). There was a significant difference in the pyometra group, when hematocrit and ALP levels were compared between vomiting ( $41.92 \pm 7.94$  % and  $338.97 \pm 368.98$  U/L) and non-vomiting dogs ( $37.75 \pm 9.37$  % and  $191.43 \pm 121.06$  U/L;  $P=0.04$  and  $P=0.03$ , respectively). Additionally, the dogs with pyometra that presented with polyuria/polydipsia, were significantly older ( $102.90 \pm 30.65$  days) than the patients that did not have polyuria/polydipsia ( $85.69 \pm 31.74$  days;  $P=0.01$ ). Patients that presented with mucometra, had higher blood glucose levels when no anorexia was present ( $6.21 \pm 0.95$  mmol/L) than when they were anorexic ( $4.77 \pm 0.53$  mmol/L) ( $P=0.004$ ).

Surgical findings indicated that the dilatation of the uterus mostly involved both uterine horns (pyometra 114/118; mucometra 21/22). Dilatation of the body of the uterus (pyometra: 2/118; mucometra: 0/22) or of only one horn (pyometra 2/118; mucometra 1/22) was less common. Distension of the uterus was uniform in 79/118 and 19/22 of the pyometra and mucometra cases, respectively. In the rest of the study population,

**Table 1. The most commonly encountered clinical signs and blood parameters in the dogs presented with pyometra and mucometra. The asterisk (\*) indicates statistical significance.**

Clinical signs				
	Pyometra		Mucometra	
Abdominal discomfort*	51/118	43.2%	3/22	13.6%
Anorexia*	93/118	78.8%	13/22	59.1%
Pyrexia*	61/118	51.7%	3/22	13.6%
Mucous membrane color				
Pale	8/118	6.8%	2/22	9.1%
Hyperemic	4/118	3.4%	0/22	0.0%
Polyuria/polydipsia	82/118	69.5%	11/22	50.0%
Vaginal discharge	73/118	61.9%	13/22	59.1%
Vomiting	45/118	38.1%	9/22	40.9%
Blood results				
	Pyometra		Mucometra	
Leukopenia	3/78	3.8%	1/14	7.1%
Leukocytosis*	55/78	70.5%	2/14	14.3%
Decreased hematocrit	33/81	40.7%	2/14	14.3%
Increased hematocrit	1/81	1.2%	0/14	0.0%
Thrombocytopenia	5/77	6.5%	1/13	7.7%
Thrombocytosis	8/77	10.4%	5/13	38.5%
Elevated alkaline phosphatase	25/68	36.8%	2/13	15.4%
Elevated blood urea nitrogen	2/79	2.5%	1/14	7.1%
Elevated creatinine	12/75	16.0%	1/15	6.7%
Hypoglycemia	6/67	9.0%	0/14	0.0%
Hyperglycemia	1/67	1.5%	0/14	0.0%
Hyperproteinemia	3/74	4.1%	1/12	8.3%

**Table 2. The culture and susceptibility testing results of the uterine content cultures in the dogs with pyometra (S=susceptible; I= intermediate susceptibility; R= resistant, NT= not tested).**

		Amoxicillin				Amoxicillin clavulanic acid				Cephalosporin				Ceftiofur			
		S	I	R	NT	S	I	R	NT	S	I	R	NT	S	I	R	NT
<i>Coryneforme spp.</i>	n=3	2	0	1	0	3	0	0	0	2	0	0	1	3	0	0	0
<i>E. coli</i>	n=92	63	0	29	0	89	0	3	0	17	2	0	73	86	1	3	2
<i>Enterobacter spp.</i>	n=5	1	0	4	0	3	1	1	0	0	0	0	5	4	1	0	0
<i>Enterococcus spp.</i>	n=4	2	0	2	0	4	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	1
<i>Klebsiella spp.</i>	n=5	1	0	4	0	5	0	0	0	0	1	0	4	3	1	0	1
Unknown gram-negative	n=1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Unknown gram-positive	n=1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Proteus spp.</i>	n=1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Pseudomonas spp.</i>	n=2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0
<i>Staphylococcus spp.</i>	n=3	1	0	1	1	2	0	1	0	0	0	0	3	3	0	0	0
<i>Streptococcus spp.</i>	n=6	5	0	1	0	6	0	0	0	2	0	0	4	6	0	0	0

the dilatation was 'ampulla-like' in shape. During surgery, a macroscopically visible tear in the wall of the uterine horn was identified in 7 cases. Swabs for culture were taken from the peritoneal cavity of the dogs (n=12) with free abdominal fluid and were bacteriologically positive in all cases. All of these dogs had concurrent positive isolates of the same bacteria from the intrauterine content.

The mean weight of the uterus was 851.80 ± 800.30 g (range 50.00 - 4500.00 g) in the pyometra cases and 263.50 ± 297.10 g (range 30.00 - 1280.00 g) in the mucometra cases (P<0.0001). The color and consistency of the uterine content and uterine weight in mucometra and pyometra cases did not differ significantly, nor was it associated with preoperative antibiotic administration.

In 108 patients, only one bacterial isolate was obtained. In 6 patients, 2 isolates and in 1 patient 3 isolates were cultured, whereas in another 3 dogs, the results were considered polybacterial (> 3 bacteria). In all of the patients, in which more than one bacterium was cultured, *E. coli* was always a component of the combination. In patients with polybacterial cultures, no attempt was made to isolate the species of bacteria with the exception of *E. coli* due to cost limitations.

Excluding the samples of the 3 patients with polybacterial cultures, a total of 123 bacterial isolates were identified. The bacteria cultured included: *E. coli* (73.2%), *Enterobacter spp.* (5.7%), *Streptococcus spp.* (4.9%), *Klebsiella spp.* (4.1%), *Enterococcus spp.* (3.3%), *Staphylococcus spp.* (2.4%), *Actinomycetaceae spp.* (2.4%), *Pseudomonas spp.* (1.6%), unidentified gram-negative (0.8%), unidentified gram-positive (0.8%) and *Proteus spp.* (0.8%). The results of culture and susceptibility testing were available for all of these bacteria except for 1 *E. coli* isolate and 2 *Enterobacter spp.* isolates (Table 2). In patients with only 1 isolate, the type of bacterium was not associated with clinical signs, blood values, uterine weight, color or consistency of the intrauterine fluid. In addition, no association was found between the number

of bacterial species cultured per patient and uterine weight, color of the intrauterine fluid or consistency of the uterine fluid.

## DISCUSSION

Repeated estrous cycling in dogs results in stimulation of the uterus by oestrogen, which makes the endometrium more responsive to progesterone (Smith, 2006). Progesterone induces uterine glandular secretion, endometrial proliferation, decreased myometrium contractility and leads to leukocyte inhibition (Smith, 2006; Bowen et al., 1985). The uterine responses to these ovarian hormones are interrelated and cumulative and lead to the development of CEH (De Cock et al., 1997). Dilatation of the uterus due to sterile content can occur secondarily to CEH and is classified based on the consistency and composition of the fluid into mucometra, hematometra or hydrometra (De Bosschere et al., 2001). In most instances, the intrauterine environment becomes favorable for bacterial growth, predisposing the uterus to secondary infection (Pretzer, 2008; Dow, 1959). Bacterial contamination is believed to occur by opportunistic fecal bacteria, prior to diestrus, when the cervix is still open (Pretzer, 2008; Tsumagari et al., 2005).

Pyometra is regarded as one of the most common urogenital disorders in intact female dogs (Ortega-Pacheco et al., 2012). Nevertheless, even after decades of research, the true etiopathogenesis of pyometra is still not fully understood (De Bosschere et al., 2001; Sandholm et al., 1975; Dow, 1959). In the literature, there is still controversy on whether or not the definition of pyometra should include the presence of bacteria in association with the presence of uterine pus (Pretzer, 2008; Dow, 1959), although pyometra is most commonly used to address only infected accumulation. Patients with pyometra are classically middle-aged to old (Gibson et al., 2013; Hagman et al., 2011; Egenvall et al., 2001; Niskanen and Thrus-

field, 1998; Wheaton et al., 1989; Dow, 1959) but dogs as young as six months of age can also be affected (Stone et al., 1988). The prevalence of pyometra in some breeds is higher than in others (Gibson et al., 2013; Smith, 2006) and differs according to the country of the study due to the regional popularity of specific breeds.

In the current study, only Golden retrievers, American Staffordshire terriers, Weimaraners and Rottweilers had a significantly higher prevalence. Of these dog breeds, Golden retrievers and Rottweilers have been previously reported to have a higher prevalence (Gibson et al., 2013; Smith, 2006; Egenvall et al., 2001; Niskanen and Thrusfield, 1998; Krook et al., 1960).

In this study, antibiotics had been administered to 50% of the mucometra cases before presentation, which might have resulted in some of the pyometra cases (developing or already established) incorrectly classified as mucometra because of negative bacteriology results. However, there is ample clinical evidence that suggests that antibacterial therapy alone cannot adequately control infection in pyometra cases (Verstegen et al., 2008), making it unlikely that short-term treatment would efficiently suppress *in vitro* growth. Furthermore, about 45% of the positively tested pyometra cases also received antibiotics before presentation. Previous studies have also documented negative bacterial cultures in 8.9-26% of dogs with suspected pyometra (Bigliardi et al., 2004; Dhaliwal et al., 1998; Wadås et al., 1996). It is believed that, in addition to preoperative antibiotic administration, the local immune system can kill bacteria leading to negative bacterial cultures (Dhaliwal et al., 1998). Previous studies have indicated that only 2% of histopathologically confirmed pyometra cases have negative isolations using aerobic and anaerobic techniques (Fransson et al., 1997). In this study, a number of 'negative' cultured samples contained anaerobic organisms rather than being truly sterile. However, only limited positive anaerobic cultures from pyometra in bitches have been documented (Dow et al., 1986; Berg et al., 1979; Osbaldiston, 1978). For this reason and due to financial constraints, no anaerobic isolation was performed.

According to the literature, mucometra, hematometra and hydrometra do not commonly result in obvious clinical signs (Pretzer, 2008; McAfee and McAfee, 1976; Dow, 1959), whereas pyometra always leads to signs of systemic illness (Pretzer, 2008; De Bosschere et al., 2002), such as anorexia, depression, vomiting, diarrhea, polydipsia, polyuria, pyrexia and dehydration (Smith, 2006; Wheaton et al., 1989). The results from the present study do not completely support this distinction since an equal percentage of dogs in both clinical groups were presented with symptoms, such as polyuria/polydipsia, vaginal discharge or vomiting. Hence, systemic clinical signs in combination with vaginal discharge do not suffice to make a definite diagnosis of pyometra in dogs (Fransson et al., 1997). Only the incidence of anorexia, py-

rexia and discomfort on abdominal palpation were statistically different between the dogs of the pyometra and the mucometra groups.

Open-cervix pyometra is suspected in dogs with vaginal discharge (Smith, 2006), but other potential causes include metritis, vaginitis, estrus and immune mediated thrombocytopenia (Troxel et al., 2002; Nelson and Feldman, 1986). To the authors' knowledge, discharge from the vagina is not a commonly reported clinical sign in mucometra cases. Fransson et al. 2004 reported discharge in 6 out of 9 cases with histopathologically confirmed CEH. Unfortunately, no bacterial culture results were available for this group of dogs (Fransson et al., 2004). In the current study, the same prevalence of vaginal discharge in bitches with mucometra as in those with pyometra was demonstrated. A distinction between pyometra and mucometra based purely on the visual examination of vaginal discharge may be inaccurate (Hagman et al., 2006; De Bosschere et al., 2001). In the current study, these observations were confirmed by finding no significant differences in color or consistency of the uterine content between the dogs with pyometra and those with mucometra.

Comparison of the pyometra and mucometra cases identified leukocytosis as the only parameter of the blood analysis that was significantly different. On the other hand, the present study failed to show any association between closed- or open-cervix pyometra and any of the blood parameters. In a previous report however, leukocytosis is suggested to be more pronounced in closed-cervix pyometra than in open-cervix pyometra (Gupta and Dhama, 2013).

There was no statistical difference in the weight of the uterus when compared to cervical patency in the current study; this is in contrast to a previous report (Dow, 1959). All patients with vaginal discharge were classified as having an open cervix but no attempt was made to measure the degree of cervical patency. The degree of opening of the cervix might have played a role in the extent of uterine filling and hence the weight of the uterus with its content.

This study shows that the presence of free abdominal fluid in combination with uterine distension with fluid may be indicative of septic peritonitis. The authors advise sampling any free abdominal fluid for culture and antimicrobial susceptibility testing. All patients with free abdominal fluid had concurrent positive bacterial cultures of the uterine content. The presence of free abdominal fluid in combination with uterine distension with fluid can potentially be used for ultrasonographic differentiation between pyometra and mucometra, hydrometra or hematometra.

Multiple veterinary studies have also shown that *E. coli* is the most commonly isolated bacterium in dogs with pyometra (Rubio et al., 2014; Dhaliwal et al., 1998; Fransson et al., 1997; Wheaton et al., 1989; Stone et al., 1988; Allen et al., 1984; Sandholm et al., 1975). Since *E. coli* is a member of the normal intestinal flora, this might explain its predominance (Hagman and Kühn, 2002; Wadås et al., 1996). Progesterone-primed uterine endometrium has an affinity for *E.*

*coli*, which may be an important pathogenic mechanism enhancing colonization of the uterus (Verstegen et al., 2008; Nelson and Feldman, 1986; Sandholm et al., 1975). In addition, colonization by *E. coli* is enhanced due to the presence of receptors in the endometrium and myometrium (Sandholm et al., 1975).

Normal commensal vaginal bacteria are believed to ascend into the uterus during diestrus (Pretzer, 2008; Tsumagari et al., 2005; Noakes et al., 2001) and to result in disease through toxin production or the release of inflammatory mediators (Noakes et al., 2001). The results of the present study indicate that there might be an interaction between *E. coli* and other bacteria in the pathogenesis of the disease, because if more than one bacterium was cultured, *E. coli* was always a component.

Amoxicillin and clavulanic acid or fluoroquinolones are good initial choices for dogs presenting with pyometra and should be continued at least up to 7-10 days after surgical treatment (Bassessaar et al., 2013; Verstegen et al., 2008; Bartoskova et al., 2007; Yates, 1996). Perioperative and postoperative antibiotic treatment is advised due to alterations in the immune system (Faldyna et al., 2001), the high incidence of concurrent cystitis (Sandholm et al., 1975) and the potential for peritonitis due to uterine rupture, bacterial translocation through the uterine wall and bacterial contamination of the ovarian bursa (Rubio et al., 2014; Van Israel et al., 2002). In vitro susceptibility testing revealed that 92.7% of all the cultured bacteria were sensitive to amoxicillin-clavulanic acid, the antibiotic of choice administered to pyometra-suspected dogs in the authors' institution (Maddens et al., 2010). It should be noted that by the time the bacteriological results became available, most pyometra cases had already been fully recovered, and no antibiotic regimen changes had been instilled if in vitro resistance was reported. All cases reported here survived to discharge. Despite the incorrect regime in some of the patients of the present study, the successful outcome could be related to differences between in vitro and in vivo sensitivity of bacteria to antibiotics. Fast improvement of immunological parameters is seen in patients that have undergone hysterectomy (Bartoskova et al., 2007). It is the authors' opinion that removal of the diseased tissue in patients receiving incorrect antibiotics likely results in a low enough bacterial and endotoxin load, with which the recovering immune system was able to cope.

Complete ovariohysterectomy still remains the treatment of choice for any bitch presenting with pyometra, and is the only treatment that -if conducted properly- excludes the risk of recurrence (Verstegen et al., 2008). Antibiotic treatment alone is never a sound treatment choice as at best, a delay in worsening of clinical signs is seen, hence requiring additional therapy at a later stage (Verstegen et al., 2008). This delay in worsening of clinical signs was observed in this study population. The delay in presentation of the dogs for treatment was likely due to failure of treatment, owner reluctance to treat or deterioration of the

clinical signs. Although not specifically assessed, it is also possible that some dogs might not have been presented for surgical treatment due to resolution of the clinical signs. Medical treatment options in dogs with pyometra involve the combination of antibiotics and either repeated prostaglandin F<sub>2α</sub> or progesterone-receptor antagonists resulting in cervical relaxation (Johnston et al., 2001) or a combination of dopamine agonists and progesterone receptor antagonists (Gobello, 2006). Medical treatment without surgical intervention should preferentially only be attempted in young breeding bitches with normal organ function (Verstegen et al., 2008; Smith, 2006).

Limitations of the current study include the selection of patients based on clinical signs, that might have favored the selection of patients with sterile uterine content in association with clinical signs. Therefore the results obtained do not necessarily give a true reflection of the whole dog population. Other limitations were the absence of intraoperative cytology of the uterine content and histopathological analysis of the uterine wall that might have had further helped to differentiate true mucometra cases from dogs with pyometra, in which no bacteria were cultured in vitro.

The results of the current study indicate that dogs with fluid-filled uteri with negative bacterial cultures may present with clinical signs similar to those observed in dogs with positive cultures. Patients with clinical signs of anorexia, pyrexia and discomfort on abdominal palpation or with free abdominal fluid are more likely to have a positive bacterial isolation based on aerobic culture techniques. Color and consistency of the uterine content are unreliable factors to differentiate between patients with septic and patient with aseptic uterine content. Amoxicillin clavulanic acid is a good first-line antimicrobial for the supportive treatment of pyometra in dogs.

## REFERENCES

- Allen W.E., Noakes D.E., Renton J.P. (1984). The genital system. In: Chandler E.A., Sutton J.B., Thompson D.J. (editors). *Canine Medicine and Therapeutics*. Oxford, Blackwell scientific publications, p. 442-462.
- Bartoskova A., Vitasek R., Leva L., Faldyna M. (2007). Hysterectomy leads to fast improvement of haematological and immunological parameters in bitches with pyometra. *Journal of Small Animal Practice* 48, 564-568.
- Bassessaar V., Verma Y., Swamy M. (2013). Antibigram of bacterial species isolated from canine pyometra. *Veterinary World* 6, 546-549.
- Berg J.N., Fales W.H., Scanlan C.M. (1979). Occurrence of anaerobic bacteria in diseases of the dog and cat. *Journal of the American Animal Hospital Association* 40, 876-881.
- Bigliardi E., Parmigiani E., Cavirani S., Luppi A., Bonati L., Corradi A. (2004). Ultrasonography and cystic hyperplasia-pyometra complex in the bitch. *Reproduction of Domestic Animals* 39, 136-140.
- Bowen R.A., Olson P.N., Behrendt M.D., Wheeler S.L., Husted P.W., Nett T.M. (1985). Efficacy and toxicity of



- estrogens commonly used to terminate canine pregnancy. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 186, 783-788.
- De Bosschere H., Ducatelle R., Vermeirsch H., Simoens P., Coryn M. (2002). Estrogen- $\alpha$  and progesterone receptor expression in cystic endometrial hyperplasia and pyometra in the bitch. *Animal Reproduction Science* 70, 251-259.
- De Bosschere H., Ducatelle R., Vermeirsch H., Van Den Broeck W., Coryn M. (2001). Cystic endometrial hyperplasia-pyometra complex in the bitch: should the two entities be disconnected? *Theriogenology* 55, 1509-1519.
- De Cock H., Vermeirsch H., Ducatelle R., De Schepper J. (1997). Immunohistochemical analysis of estrogen receptors in cystic-endometritis-pyometra complex in the bitch. *Theriogenology* 48, 1035-1047.
- Dhaliwal G.K., Wray C., Noakes D.E. (1998). Uterine bacterial flora and uterine lesions in bitches with cystic endometrial hyperplasia (pyometra). *Veterinary Record* 143, 659-661.
- Dow C. (1959). The cystic hyperplasia-pyometra complex in the bitch. *Journal of Comparative Pathology* 69, 237-250.
- Dow S.W., Jones R.L., Adney W.S. (1986). Anaerobic bacterial infections and response to treatment in dogs and cats: 36 cases (1983-1985). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 189, 930-934.
- Egenvall A., Hagman R., Bonnett B.N., Hedhammar A., Olson P., Lagerstedt A.S. (2001) Breed risk of pyometra in insured dogs in Sweden. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 15, 530-538.
- Faldyna M., Laznicka A., Toman M. (2001). Immunosuppression in bitches with pyometra. *Journal of Small Animal Practice* 42, 5-10.
- Fransson B., Lagerstedt A.S., Hellmen E., Jonsson P. (1997). Bacteriological findings, blood chemistry profile and plasma endotoxin levels in bitches with pyometra or other uterine diseases. *Zentralblatt für Veterinärmedizin A* 44, 417-426.
- Fransson B.A., Karlstam E., Bergstrom A., Lagerstedt A.S., Park J.S., Evans M.A., Ragle C.A. (2004). C-reactive protein in the differentiation of pyometra from cystic endometrial hyperplasia/mucometra in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association* 40, 391-399.
- Gibson A., Dean R., Yates D., Stavisky J. (2013). A retrospective study of pyometra at five RSPCA hospitals in the UK: 1728 cases from 2006 to 2011. *Veterinary Record* 173, 396.
- Gobello C. (2006). Dopamine agonists, anti-progestins, anti-androgens, long-term-release GnRH agonists and anti-estrogens in canine reproduction: A review. *Theriogenology* 66, 1560-1567.
- Gupta A.K., Dhami A.J. (2013). Haematological alterations in bitches affected with pyometra. *The Indian Journal of Field Veterinarians* 9, 1-5.
- Hagman R., Kindahl H., Fransson B.A., Bergström A., Holst B.S., Lagerstedt A.S. (2006). Differentiation between pyometra and cystic endometrial hyperplasia/mucometra in bitches by prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  metabolite analysis. *Theriogenology* 66, 198-206.
- Hagman R., Kühn I. (2002): Escherichia coli strains isolated from the uterus and urinary bladder of bitches suffering from pyometra: comparison by restriction enzyme digestion and pulsed-field gel electrophoresis. *Veterinary Microbiology* 84, 143-153.
- Hagman R., Lagerstedt A.S., Hedhammar Å., Egenvall A. (2011). A breed-matched case-control study of potential risk-factors for canine pyometra. *Theriogenology* 75, 1251-1257.
- Krook L., Larsson S., Rooney J.R. (1960). The interrelationship of diabetes mellitus, obesity, and pyometra in the dog. *American Journal of Veterinary Research* 21, 120-127.
- Maddens B., Daminet S., Smets P., Meyer E. (2010). Escherichia coli pyometra induces transient glomerular and tubular dysfunction in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 24, 1263-1270.
- McAfee L.T., McAfee J.T. (1976). Hydrometra in a bitch. *Modern Veterinary Practice* 57, 829.
- Nelson R.W., Feldman E.C. (1986). Pyometra. *Veterinary Clinics North America Small Animal Practice* 16, 561-576.
- Niskanen M., Thrusfield M.V. (1998). Associations between age, parity, hormonal therapy and breed, and pyometra in Finnish dogs. *Veterinary Record* 143, 493-498.
- Noakes D.E., Dhaliwal G.K., England G.C. (2001). Cystic endometrial hyperplasia/pyometra in dogs: a review of the causes and pathogenesis. *Journal of Reproduction and Fertility* 57, 395-406.
- Ortega-Pacheco A., Gutiérrez-Blanco E., Jiménez-Coello M. (2012). Common lesions in the female reproductive tract of dogs and cats. *Veterinary Clinics North America Small Animal Practice* 42, 547-559.
- Osbaldiston G.W. (1978) Bacteriological studies of reproductive disorders of bitches. *Journal of the American Animal Hospital Association* 14, 363.
- Potter K., Hancock D.H., Gallina A.M. (1991). Clinical and pathologic features of endometrial hyperplasia, pyometra, and endometritis in cats: 79 cases (1980-1985). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 198, 1427-1431.
- Pretzer S.D. (2008). Clinical presentation of canine pyometra and mucometra: A review. *Theriogenology* 70, 359-363.
- Rubio A., Boyen F., Tas O., Kitshoff A., Polis I., Van Goethem B., de Rooster H. (2014). Bacterial colonization of the ovarian bursa in dogs with clinically suspected pyometra an controls. *Theriogenology* 82, 966-971.
- Sandholm M., Vasenius H., Kivistö A.K. (1975). Pathogenesis of canine pyometra. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 167, 1006-1010.
- Johnston S.D., Root Kustritz M.V., Olson P.N.S. (2001). Disorders of the canine uterus. In: Johnston S.D., Root Kustritz M.V., Olson P.N.S. (editors). *Canine and Feline Theriogenology*. WB Saunders, Philadelphia, pp. 206-224.
- Smith F.O. (2006). Canine pyometra. *Theriogenology* 66, 610-612.
- Stone E.A., Littman M.P., Robertson J.L., Bovée K.C. (1988). Renal dysfunction in dogs with pyometra. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 193, 457-464.
- Troxel M.T., Cornetta A.M., Pastor K.F., Hartzband L.E., Besancon M.F. (2002). Severe hematometra in a dog with cystic endometrial hyperplasia/pyometra complex. *Journal of the American Animal Hospital Association* 38, 85-89.
- Tsumagari S., Ishinazaka T., Kamata H., Ohba S., Tanaka S., Ishii M., Memon M.A. (2005). Induction of canine pyometra by inoculation of Escherichia coli into the uterus.

- us and its relationship to reproductive features. *Animal Reproduction Science* 87, 301-308.
- Van Israel N., Kirby B.M., Munro E.A. (2002). Septic peritonitis secondary to unilateral pyometra and ovarian bursal abscessation in a dog. *Journal Small Animal Practice* 43, 452-455.
- Verstegen J., Dhaliwal G., Verstegen-Onclin K. (2008). Mucometra, cystic endometrial hyperplasia, and pyometra in the bitch: Advances in treatment and assessment of future reproductive success. *Theriogenology* 70, 364-374.
- Wadås B., Kühn I., Lagerstedt A.S., Jonsson P. (1996). Biochemical phenotypes of *Escherichia coli* in dogs: Comparison of isolates isolated from bitches suffering from pyometra and urinary tract infection with isolates from faeces of healthy dogs. *Veterinary Microbiology* 52, 293-300.
- Watts J.L., Shryock T.R., Apley M., Bade D.J., Brown S.D., Gray J.T., Heine H., Hunter R.P., Mevius D.J., Papich M.G., Silley P., Zurenko G.E. (2008). Clinical and laboratory standards institute: performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals. Approved standard. Third Edition [internet]. 2008 [cited 2014 Jun 5]; 33 (7): [about 99 p.]. Available from: <http://www.techstreet.com/products/1577345>
- Wheaton L.G., Johnson A.L., Parker A.J., Kneller S.K. (1989). Results and complications of surgical treatment of pyometra: a review of 80 cases 25. *Journal of the American Animal Hospital association* 25, 563-568.
- Yates D. (1996). The antimicrobial sensitivity of bacteria isolates from 30 cases of pyometra in the bitch. *Irish Veterinary Journal* 49, 709-710.

## Uit het verleden

### DOURINE BIJ PAARDEN NA WERELDOORLOG I

Als vergoeding voor het verlies van talrijke dieren, vooral paarden, opgeëist door de Duitse bezetters tijdens de eerste wereldoorlog, kregen de boeren vanaf 1920 paarden en runderen uit Duitsland toegewezen. Enkele maanden na de dekking begonnen zich verontrustende verschijnselen te manifesteren bij de merries, en wel enkel bij dieren die gedekt waren door rondreizende hengsten die eerder Duitse merries gedekt hadden. De eerste gevallen van dourine deden zich voor onder de paarden van een hengstenhouder uit Vladslø. Vanaf 1921 werden wettelijke maatregelen verplicht om de ziekte te stoppen en uit te roeien. Vooral een serologische test, de complementbindingsreactie van Bordet-Gengou (CBR), bleek erg nuttig om besmette dieren op te sporen. Hieronder geven we letterlijk een uittreksel weer uit een verslag opgemaakt door dierenarts - inspecteur De Jonckheere die een belangrijke rol speelde in dit verhaal.

*Dourine in korte woorden, is eene specifieke besmettelijke ziekte, dewelke in natuurlijke omstandigheden alleen peerden en ezels aantast. Zij heeft als oorzaak een woekerdierdje de Trypanosoma equiperdum (...).*

*De eerste kenteekens der ziekte verschijnen bij voorkeur op de geslachtsdeelen zelfs bij die dieren bij dewelke de besmetting niet langs deze weg geschiedt is. Daarna krijgen de woekerdierdjes ingang in den bloedstroom, gebeurlijk komen er huidplekken, en meerendeels wordt het zenuwstelsel aangetast. De ziekte gaat eenen slependen gang, brengt gewoonlijk totale verlamming der achterdeelen teweeg, tot de uiteindelijke uitkomst de dood. Het valt nochtans niet te betwijfelen dat genezing kan voorkomen.*

*Deze ziekte draagt verscheidene namen: dourine, koppelziekte (maladie du coït), dekziekte, peerdensyphilis, besmettelijke deklamheid, gelachtsklierziekte, enz. De naam dourine in ons land algemeen gebruikt, is een araabsch woord met beteekenis onzuiver, onkuisch, vuil.*

Notities van inspecteur De Jonckheere, destijds werkzaam in de West-Vlaamse frontzone. (Schenking Roland Vandermeersch aan de Museumcollectie Diergeneeskundig Verleden Merelbeke, UGent).

## Magnetic resonance findings and outcome in ten cats with traumatic spondylomyelopathy

*MRI-bevindingen en klinische uitkomst bij tien katten met traumatische spondylomyelopathie*

R. Tapia-Nieto, G. B. Cherubini, S. Jakovljevic, A. Caine

Dick White Referrals, Station Farm, London Road, Six Mile Bottom, Cambridgeshire, CB8 0UH, England

rtapiavet@gmail.com

### A BSTRACT

In this retrospective study, the MR findings of ten cats with acute post-traumatic spondylomyelopathy were described and the most useful MR sequences were determined. Spinal cord injury (SCI), bone and muscle trauma were compared with the clinical outcome (recovery or euthanasia). The extension of spinal cord injury (SCI) was measured in vertebral body length (VBL). Of the ten cats, only five fully recovered. In the recovery group, no SCI (n=1) or SCI <1 VBL (n=4) were found. In the group of euthanized dogs, SCI > 2 VBLs (n=4) or spinal cord transection (n=1) were found. Lesions were best seen on T2WSE (spinal cord injury), STIR (soft tissue trauma) and T1WSE (bone injury). Low-field MR was therefore helpful to assess feline spinal trauma and may prove helpful to predict the clinical outcome, although a larger case series is needed. The authors suggest that protocols with low-field MR should include T1WSE, T2WSE and STIR sequences.

### SAMENVATTING

In deze retrospectieve studie werden de laagveld-magnetic resonance imaging (laagveld-MRI)-bevindingen beschreven bij tien katten met acute traumatische spondylomyelopathie en werden de meest bruikbare MRI-sequenties om dit in beeld te brengen, besproken. De uitgebreidheid van ruggenmerg-, spier- en bottrauma werd vergeleken met de klinische uitkomst, ie. klinisch herstel of euthanasie. Van de tien katten herstelden vijf dieren volledig (de 'herstelgroep'). In deze herstelgroep werd er geen ruggenmergletsel gevonden, of als er een letsel aanwezig was dan was de lengte hiervan minder dan de lengte van een wervellichaam. In de groep met geëuthanaseerde dieren was de lengte van het ruggenmergletsel langer dan twee wervellichamen of er was transectie van het ruggenmerg zichtbaar. De meest bruikbare sequenties waarop de afwijkingen van de wervelkolom het meest naar voren kwamen, waren STIR (wekedelentrauma) T2WSE (ruggenmergletsel) en T1WSE (bottrauma). Laagveld-MRI is een bruikbare techniek om trauma van de wervelkolom van de kat in beeld te brengen en de klinische uitkomst te voorspellen. De auteurs stellen voor dat het onderzoeksprotocol ten minste T1WSE, T2WSE en STIR-sequenties omvat.

### INTRODUCTION

Acute spinal cord injuries (SCIs) caused by exogenous traumas, mainly road traffic accidents (RTA), are the fourth most common cause of feline death (Rochlitz, 2004). Other causes of acute spinal trauma include falls, gunshots, falling objects and accidental owner-induced injuries (Rochlitz, 2004; Marioni et al., 2004; Adamantos et al., 2007; Eminaga et al., 2011). In cats, vertebral fractures and/or luxations account for 6% of all spinal cord disorders (Marioni

et al., 2004). Traumatic SCIs are considered critical emergencies that must be recognized and treated rapidly to increase the chances of preventing permanent loss of function (Whitney et al., 1987; Glick et al., 1998; Arce et al., 2001; Pratschke et al., 2002; Cruz-Arámbulo et al., 2012). The effects of SCI depend on the severity of the injury: in a complete SCI, there is absence of neurotransmission below the level of the injury, while in an incomplete SCI, some functional axons remain with a reduced or temporary loss of neurotransmission (Dumont et al., 2001).

**Table 1. Modified Matthiesen neurological assessment score used.**

Grade	Neurological status
0	Normal
1	Hyperesthesia and no neurological deficits
2	Ambulatory paraparesis or ataxia
3	Non-ambulatory paraparesis
4	Paraplegia without loss of deep pain sensation
5	Paraplegia with loss of deep pain sensation

Diagnostic imaging plays a key role in the evaluation of spinal trauma (Besalti et al., 2002; Gramueck et al., 2004; Voss et al., 2004; Bali et al., 2009; Eminaga et al., 2011; Marioni et al., 2010). Lateral radiographs of the whole spine to detect vertebral luxations or fractures have been recommended for initial evaluation (Dennis, 1987; Sande, 1990; Bagley, 2000); however radiographic studies in dogs carry a low negative predictive value for the presence of vertebral canal narrowing (51%) and fracture fragments in the vertebral canal (58%) (Kinns et al., 2006).

More recently, computed tomography (CT) and magnetic resonance (MR) imaging have been increasingly used as the first-line imaging technique for the evaluation of spinal trauma (Jeffery, 2010; Da Costa et al., 2010; Park et al., 2012). CT is the cross sectional imaging modality with the best spatial resolution and allows accurate determination of the presence of vertebral fractures and bony fragments within the vertebral canal (Kinns et al., 2006; Da Costa et al., 2010). However, because MR provides superior contrast resolution and diagnostic sensitivity, it has been found to be significantly superior to CT in the diagnosis of soft tissue trauma, especially for ligamentous, discal, vascular and neural injuries (Ramon et al., 1997; Saifuddin, 2001; Muchow et al., 2008; Lundberg, 2008; Da Costa et al., 2010; Johnson et al., 2011; Morais et al., 2013). Low-field MR is a valid technique for assessing poly-traumatized humans (Silberstein et al., 1992) and dogs (Schouman-Claeys et al., 1990).

There is a paucity of published reports on the use of MR for the assessment of traumatic spinal injuries in small animals. The aims of this retrospective study were to describe the MR findings in a series of 10 cats with post-traumatic spondylomyelopathy, correlate these MR findings with clinical outcome, and determine the sequences that were found most useful in identifying pathology. To the best of the authors' knowledge, this article is the first to investigate a correlation between MR findings and the outcome in cats with acute spinal trauma.

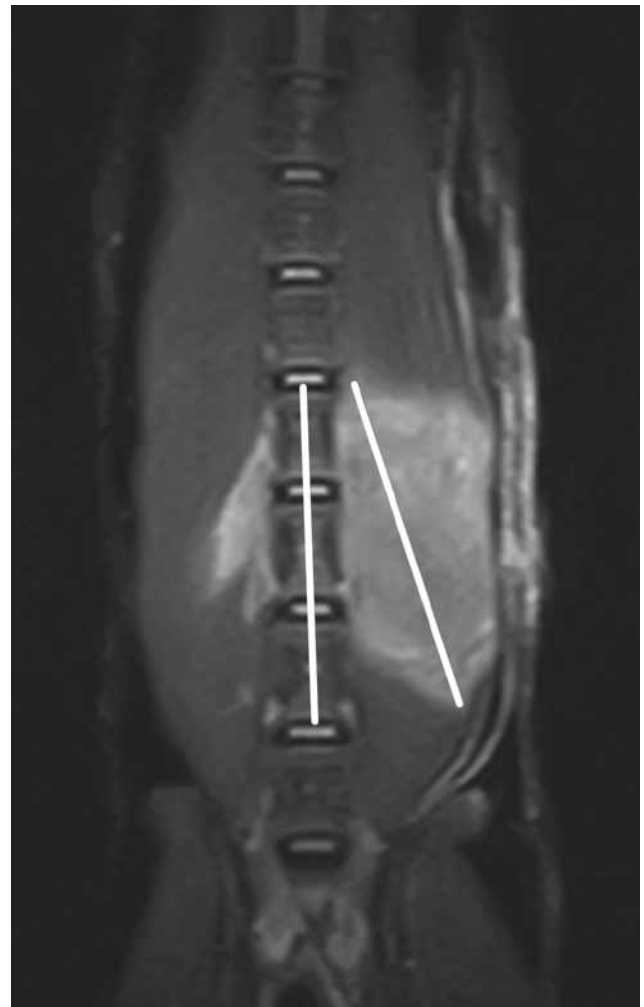
## MATERIALS AND METHODS

Medical records were reviewed retrospectively to identify cats with acute neurological deficits following a traumatic event, which were referred to Dick

White Referrals (Cambridgeshire, England) between 2010 and 2013. The cats included in the study were those diagnosed with traumatic spondylomyelopathy localized T3-S3 spinal cord segments, undergoing MR and with a follow-up or contact with the owners for at least six months post-discharge.

The neurological examination was performed by a board-certified neurologist or by a supervised resident in neurology. Neurological status was graded using a five-point scale adapted from Matthiesen (1983) (Table 1). All cats underwent a MR examination within 6 days (mean 2.5 days) of injury, which was within 6 hours of the admission in the referral centre. The following information was retrieved from the medical records: age, sex, breed, presenting clinical signs, results of physical, neurological and diagnostic imaging examinations, laboratory data (hematology, serum biochemistry and CSF analysis), treatment, duration of hospitalization and outcome (two groups were assigned for outcome: recovered and euthanized).

The MR imaging was performed under general anesthesia using a 0.4 Tesla open magnet (Hitachi Ap-



**Figure 1. Extension of the soft tissue injuries measured in vertebral body lengths on a dorsal STIR image. Note the severe paraspinal soft tissue injury, seen as a bilateral heterogeneous hyperintense signal more marked on the left and measuring up to 3 vertebral body lengths.**

erto, Tokyo, Japan). T2-weighted spin echo (T2WSE) and Short Tau Inversion Recovery (STIR) images were acquired in the sagittal, transverse and/or dorsal planes for all cats. T1-weighted spin echo (T1WSE) sequences were acquired in nine cases and T1WSE post-administration of gadoterate meglumine (Dotarem, Guerbert, France) at 0.1 mmol/kg body weight, were acquired in eight cats; T2\* gradient recalled echo (GRE) sequences were acquired in two cases.

All MR images were retrospectively reviewed by a board-certified radiologist and a resident in radiology, both unaware of the clinical outcome. The anatomic location and extension of the lesions were identified and noted for each cat. The lesions were divided into three groups: soft tissue injury (muscle contusion and hemorrhage), bone injury (fractures and luxations) and spinal cord injury (intramedullary pathology including contusion and cord compression). The soft tissue or spinal cord injury with the greatest cranio-caudal extension of the abnormal signal in a single slice was measured in vertebral body lengths in sagittal or dorsal planes (Figure 1). In addition to the signal characteristics of the lesions, the most sensitive MR sequence for each lesion was noted.

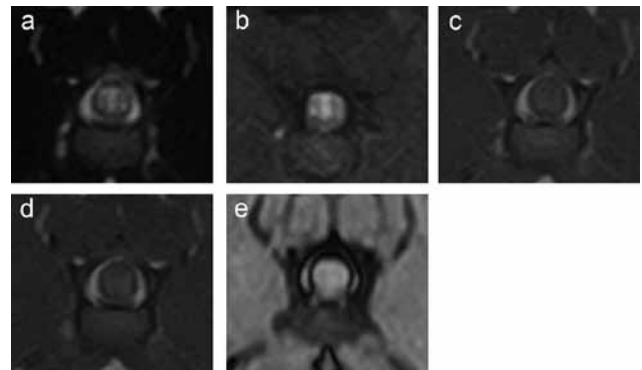
The outcome for each case was determined based on the information from a follow-up examination or by contacting the owner at the time of the study. Follow-up data were available from 6 months to 3 years following the traumatic event. Based on the outcome, the patients fell into one of two categories: recovered or euthanized (recovery group or euthanized group).

## RESULTS

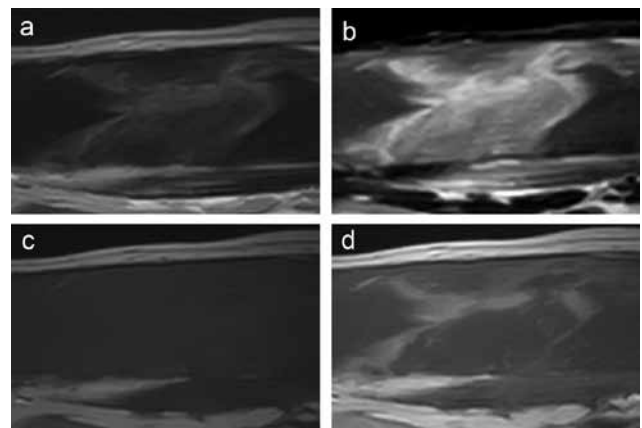
Ten cats were included in the study. Seven were males and three females, all neutered except for one young male. Eight were non-pedigree (Domestic Short/Long Hair) and two were pedigree (one Ragdoll and one Oriental Short Hair) cats. Their age ranged from 9 months to 7 years (mean age: 2.8 years). Nine cats were suspected to be involved in a RTA, and one cat was injured by a treadmill. The main neurological signs were ataxia (2), ambulatory paraparesis (2), non-ambulatory paraparesis (1), paraplegia with deep pain sensation (2) and paraplegia with loss deep pain sensation (3). The neurolocalization was T3-L3 in four cats, L4-S3 in four cats and T3-S3 in four cats. Detailed information about individual cases is given in Table 2.

### MR findings

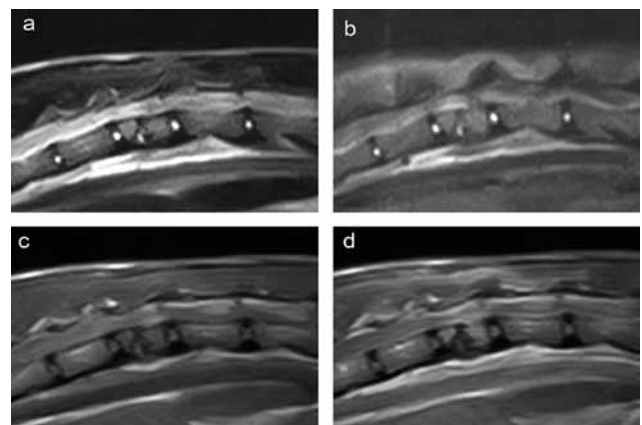
Nine cats had intramedullary spinal cord lesions identified on MR images as intramedullary high intensity signal on T2WSE images (Figure 2) extending between 0.5 and 6 vertebral body lengths (average 2.4 vertebral body lengths). In addition to these intramedullary lesions, one cat had a suspected laceration/



**Figure 2.** Transverse image of a SCI on: (a) T2WSE, (b) STIR, (c) T1WSE, (d) T1WSE post-contrast and (e) T2\* GRE sequences. Note the intramedullary lesions are best seen on T2WSE and STIR images as hyperintensities. There is no contrast enhancement in post-contrast T1WSE.



**Figure 3.** Sagittal images of an epaxial muscle injury on T2WSE (a), STIR (b), T1WSE (c) and T1WSE post-contrast (d) sequences. Note: the lesion is best seen on STIR and then on T2WSE image, as a heterogeneous hyperintense signal. There is contrast enhancement in post-contrast T1WSE.



**Figure 4.** Midline sagittal image showing a compression fracture of the 12<sup>th</sup> thoracic vertebrae on (a) T2WSE (b) STIR (c) T1WSE and T1WSE post-contrast sequences. This patient was euthanized shortly after the MR examination.

transection of the spinal cord. The greatest number of intramedullary SCI were identified on T2WSE (9/9); with 6/9 identified on STIR. SCIs were identified on pre-contrast T1WSE images in 2/9 cats; the lesions were contrast enhancing in only 3/8 cats.

Soft tissue injuries were detected in all cases and were identified by altered MR signal intensity of the muscles and/or subcutaneous tissues (Figures 1 and 3). Hyperintensity compared to normal muscle was identified on STIR sequences in all cats (10/10); and on T2WSE sequences in 8/10 cats, and was identified as contrast uptake in T1WSE post-contrast sequences in 5/8 cats. MR abnormality was seen in the paraspinal muscles in all cats (epaxial in 10/10 and hypaxial muscles in 8/10), pelvic muscles in 3/10 and abdominal muscles in 3/10. The epaxial muscles showed pathology that extended on average over 2.8 (range: 1-5) vertebral body lengths while the hypaxial injuries, when present, extended for a shorter distance - on average over 2 (range: 1-4) vertebral body lengths.

Bone injuries were identified in 6/10 cats. Four cats had fractures of the vertebrae affecting the vertebral bodies, articular facets and spinous processes. Of these, three out of four cats were considered unstable according to a three vertebral compartments model (Denis, 1984). Two of the vertebral fractures were at the thoracolumbar spine between T12 and L2 (Figure 4) and the other two were at the caudal aspect of the lumbar spine between L6 and L7. Two cats had pelvic fractures. In all the cases, T1WSE made the bone injuries most conspicuous; sagittal planes were preferred for vertebral luxations and transverse planes for vertebral fractures, particularly when the articular facets were involved.

### Outcome

Of the ten cats with SCIs, five had a good recovery and five were euthanized, and so were divided into

**Table 2. Case details of the ten cats with acute spondylomyelopathy according to their neurological grade.**

Signalment	Cause of trauma	Ambulation	Pain perception	Neurological grade	Neuro-localization	SCI length (VBL)	Epaxial muscle injury length (VBL)	Bone lesions	Treatment	Outcome
DSH, 9 m, Fn,	Treadmill	Ataxia	Present	2	T3-L3	-	4.8	-	Meloxicam and Gabapentin	Good
Ragdoll, M, 9 m	RTA	Ataxia	Present	2	T3-S3	0.5	2.3	Multiple pelvic fractures	Meloxicam and Gabapentin	Good
DSH, Mn, 3 y	RTA	Ambulatory Paraparesis	Present	2	T3-L3	1	-	-	Meloxicam and Gabapentin	Residual ataxia
DSH, Mn, 5.25y	RTA	Ambulatory Paraparesis	Present	2	L4-S3	1	1.5	L6 Fracture	Surgery and Meloxicam and Gabapentin	Good
DSH, Mn, 2 y	RTA	Non ambulatory paraparesis	Present	3	L4-S3	1	1.5	L6-7 Fracture/luxation	Surgery and Meloxicam and Gabapentin	Good
DSH, Mn, 2 y	RTA	Paraplegia	Present	4	L4-S3	2	2.4	-	Meloxicam and Gabapentin	Delayed 3 m euthanasia
DSH, Fn, 9 m	RTA	Paraplegia	Present	4	T3-S3	6	4.6	-	Meloxicam and Gabapentin	Delayed 6 m euthanasia
Oriental, Mn, 3y	RTA	Paraplegia	Absent	5	T3-L3	5	2.8	T12 Fracture	-	Immediate euthanasia
DSH, Mn, 7y	RTA	Paraplegia	Absent	5	L4-S3	2.5	5	Multiple pelvic fractures	-	Immediate euthanasia
DSH, Fn, 4y	RTA	Paraplegia	Absent	5	T3-L3	1.5 *	2.2	T13-L1-2 Fractures	-	Immediate euthanasia

\*suspected spinal cord transection/laceration.

DSH: domestic shorthaired cat, M: male, Mn: male neutered, Fs: female neutered, m: month, y: year, SCI spinal cord injury, VBL vertebral body length

**Table 3. Correlation between the neurological grade, the SCI length and the outcome.**

Neurological grade	SCI length in VBL (range)	Outcome
2 (n=4)	0.6 (0.5-1)	Good (except for one residual ataxia)
3 (n=1)	1	Good
4 (n=2)	4 (2-6)	Delayed euthanasia
5 (n=3)	3.75 * (2.5-5)	Immediate euthanasia

\*(Excluding the cat with transected spinal cord n=2)

two groups for assessment of outcome: recovery and euthanized. Three were euthanized immediately because of the severity of the primary lesions and two at a later date due to the lack of recovery of the normal neurological status.

The cats in the recovered group did not have evidence of neurological signs at 6 months after the traumatic event, except for one that had a residual ataxia. All cats in the recovery group scored 2 and 3 on the modified Matthiesen neurological assessment. Table 3 shows the correlation between SCI length and outcome according to the neurological grade. One cat had only soft tissue injury, despite clinical signs of spondylomyelopathy. SCIs were seen in the remaining four patients; extending maximally one vertebral body length (range from 0 to 1; mean 0.7 vertebral body length). Epaxial muscle injuries were seen in all five cats in the recovery group, extending between 1 and 4.8 with an average of 2.2 vertebral body lengths. Bone injury was seen in three cats: one cat had vertebral fractures of L6, one a fracture/luxation of L6-L7, and the third had multiple pelvic fractures. All underwent surgical repair.

Of the euthanized group, all cats had a Matthiesen neurological assessment score of 4 or 5. Those with a score of 4 (n=2) had a poor recovery and were euthanized 3 and 6 months post-discharge, and those with a score of 5 (n=3) were euthanized shortly after imaging. Four of the euthanized patients had SCIs that extended at least 2 vertebral body lengths (range from 2 to 6, average 3.9) while the remaining patient was suspected of having a transected/lacerated spinal cord. Epaxial muscle injuries in the five cats were also more extensive than in the groups with lower scores, being over 2.2 vertebral body lengths and with an average of 3.4 vertebral body lengths. Three cats in this group had bone injuries. Two cats had vertebral fractures; one at T12 and the other had multiple vertebral fractures affecting T13, L1 and L2; these cats were euthanized without repair. The third cat with bone injuries had multiple pelvic fractures, which required surgical repair.

## DISCUSSION

Nine of the ten cats presented with post-traumatic neurological deficits were suspected to be involved in a

RTA. They were predominantly young adults (median age 2.8 years old), males (7/10) and non-pedigree cats (8/10). Only five cats survived 6 months after the traumatic event. The survival rate of 50% in the present study is similar to the reported rate in a larger study of thirty cats (Gramueck et al., 2004). In the small population of ten cats of the present study, there is a clear correlation between clinical outcome and initial neurological grading according to the Matthiesen grading system. All the patients with grade 2 (four cats) and 3 (one cat) survived, and had a complete recovery except for one cat with grade 2 that remained ataxic. Two cats with grade 4 were discharged, but deterioration of their condition led to their euthanasia 3 and 6 months post-discharge. The three cats with grade 5 were immediately euthanized due to the severity of the lesions. Furthermore, all the cats in the study without deep pain sensation had a fatal outcome, in concordance with the literature (Gramueck et al., 2004).

Unsurprisingly, findings consistent with SCIs on MR imaging were found to have a negative influence on the outcome, with five out of nine patients having cord injury visible on MR imaging, being euthanized. The length of the SCI on MR imaging was observed to correlate with the survival of the patients; with the five cats with SCIs extending 1 vertebral body length or less making a full recovery. On the other hand, in four of the five fatal cases, the SCIs were 2 vertebral body lengths or more, with the remaining fatal case a suspected transected spinal cord. No significant differences in SCI extension could be made between the grade 2 and 3 and between the grade 4 and 5. Other authors have used the extension of the SCI in MR examinations to assess the prognostic value in the canine population in other types of SCI (Ito et al., 2005; Bruce et al., 2008; Levine et al., 2009; De Risio et al., 2009). The vertebral length ratio of T2WSE intramedullary hyperintensity appeared to be predictive of long-term ambulatory status in dogs with acute disc herniation (Levine et al., 2009; Ito et al., 2005). A cut-off value of 1.28 vertebral body lengths to predict an unsuccessful outcome in dogs with non-compressive disc extrusion resulted in 57% sensitivity and 82% specificity (De Risio et al., 2009). In another study by Ito et al. (2005), all paraplegic dogs following a thoracolumbar disk extrusion, with an SCI longer than 3 times L2 vertebra had a fatal outcome. Compared to canine vertebrae, feline vertebrae are rela-

tively more elongated. The authors postulate that the relatively elongated feline vertebra represents a longer spinal cord segment and the different mechanism of injury external trauma versus internal secondary to intervertebral disc, could contribute to the difference in length associated with non-survival in the present study compared to others. A study by Gramueck et al. (2004) established that cats with loss of deep pain sensation had a high incidence of myelomalacia at surgery or post-mortem examination. Unfortunately, myelomalacia has no specific characteristic appearance on MR, and since no post-mortem examinations were performed in the present study, it was impossible to correlate the findings of length of cord abnormality with presence or absence of myelomalacia.

In general, T2\* GRE sequences are most valuable for their increased ability to detect the paramagnetic blood degradation products associated with hemorrhage compared to conventional spin echo sequences (Atlas et al., 1988). In the present study, only two patients suspected of acute hemorrhage had T2\* GRE sequences, and these showed no susceptibility artefact (indicated by signal void), hence, it was not helpful in distinguishing hemorrhage from edema. In the authors' experience, T2\* GRE sequences have a limited use in feline spinal imaging because of the small cord size and relative lack of sensitivity of susceptibility artefact in low-field MR (Farahani et al., 1990); however these sequences may be more beneficial in larger patients or in different magnets. Contrast enhancement on T1WSE sequences indicates extravasation of contrast-enhanced blood into the interstitial space (Terae et al., 1997). Furthermore, a sizeable enhancement in the hyperacute stage might indicate continued bleeding (Nawashiro et al., 2001). Contrast enhancement was seen in three cats only; each with grade 4 and 5 SCIs and were subsequently euthanized. The significance of contrast enhancement with SCIs was difficult to interpret due to the low number of cats in the study. Further studies will be needed to establish if this is indeed a negative predictive factor.

In the present study, one cat had no SCI on MR despite evidence of spondylomyelopathy on neurological examination. Interestingly, the soft tissue damage in this patient was very extensive, with the second longest epaxial muscle injury (4.8 vertebral body lengths) of all cases. This cat was the only one cat not involved in a RTA but had a treadmill injury, which is likely to have a different physical mechanism of trauma, and therefore may have a different pattern of injury. Spinal cord injury without radiologic abnormality (SCIWORA) is documented in humans and is attributed to "cord concussion", where the biochemical alterations within the cord that led to the initial paralysis did not generate abnormal MR signals (Pang et al., 1982; Pang, 2004). More recently, diffusion-weighted MR (DWI) has been proposed as a method to evaluate the integrity of the spinal cord in SCIWORA cases (Shen et al., 2007). The authors of the present study have not assessed this, but it is

possible that DWI will further help elucidating cases of SCIWORA in cats, which would previously have been considered to have a normal MR investigation.

Epaxial muscle injuries were present in all the cats. In the euthanized group, the epaxial injuries were notably more extensive (extending for a mean of 3.4 (euthanized group) versus 2.2 (recovery group) vertebral body length suggesting that a greater trauma had occurred with more devastating injuries leading to poorer outcome.

Vertebral fractures were present in four cases, of which two fully recovered after surgical repair. In the recovery group, both cats suffered fractures of the caudal lumbar spine at the level of L6-7, and had small concurrent SCIs extending over 1 vertebral body length. In the euthanized group, both cats had vertebral fractures affecting the thoracolumbar region but the concurrent SCI was more severe: one cat was suspected to have a transected/lacerated spinal cord and the other had an extensive SCI over 5 vertebral body lengths. The presence of vertebral fracture did not have a detrimental effect on outcome when surgically repaired; however the presence of an extensive concurrent SCI and possibly the fracture location may be more relevant to the prognosis.

Of all the MR sequences that were used, STIR detected the greatest extension of paravertebral muscle trauma and on two occasions detected lesions that would have been missed on T2WSE or on T1WSE post-contrast. In human medicine, STIR sequences are widely used for excluding spinal trauma in adults (Richards, 2005) and are also highly sensitive in pediatric patients (Henry et al., 2013). Therefore, the authors suggest including STIR sequences in the MR protocol for acute spinal trauma in cats, in addition to standard T2WSE and T1WSE sequences. T2\* GRE sequences were not helpful in the present case, and the utility of post-contrast images is as yet unestablished.

There are limitations to the present study. It is a retrospective review of patients and as such has variations in the imaging protocol. Furthermore, the low number of cases, the variability of the injuries and the lack of post-mortem examination of the euthanized cats decrease the power of this study.

## CONCLUSION

Low-field MR imaging was useful to assess spinal trauma in cats and helped to predict the clinical outcome, although a larger case series is needed to evaluate this further. In the authors' opinion, protocols with low-field MR should include T1WSE, T2WSE and STIR images, ideally in two or more planes. The use of post-contrast sequences may be helpful; however, the low number of cats with contrast enhancement precludes conclusion. Cats with intramedullary hyperintensity on T2WSE over 2 vertebral body lengths or more had a 100% mortality rate, while patients with-



out spinal cord injury visible on MR or with intramedullary hyperintensity on T2WSE of 1 vertebral body length or less made a complete recovery, suggesting that MR features may prove to be useful in establishing a prognosis for cats with spinal trauma.

## REFERENCES

- Adamantos S., Corr S. (2007). Emergency care of the cat with multi-trauma. *In Practice* 29, 388-396.
- Arce D., Sass P. (2001). Recognizing spinal cord emergencies. *American Physician Family* 64, 631-638.
- Atlas S.W., Mark A.S., Grossman R.I., Gomori J.M. (1988). Intracranial hemorrhage: gradient-echo MR imaging at 1.5T: comparison with spin-echo imaging and clinical applications. *Radiology* 168, 803-807.
- Bagley R.S. (2000). Spinal fracture or luxation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 30, 133-153.
- Bali M.S., Lang J., Jaggy A., Spreng D., Doherr M.G., Forterre F. (2009). Comparative study of vertebral fractures and luxations in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 22, 47-53.
- Besalti O., Ozak A., Tong S. (2002). Management of spinal trauma in 69 cats. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 109, 315-320.
- Bruce C.W., Barisson B.A., Gyselinck K. (2008). Spinal fracture and luxation in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 21, 280-284.
- Cruz-Arámbulo R., Nykamp S. (2012). Acute intraparenchymal spinal cord injury in a cat due to high-rise syndrome. *Canadian Veterinary Journal* 53, 274-278.
- Da Costa R. C., Samii V. F. (2010). Advanced imaging of the spine in small animals. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 40, 765-790.
- De Risio L., Adams V., Dennis R., McConnell F.J. (2009). Association of clinical and magnetic resonance imaging findings with outcome in dogs with presumptive acute noncompressive nucleus pulposus extrusion: 42 cases (2000-2007). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 234, 495-504.
- Denis F. (1984). Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 189, 65-76.
- Dennis R. (1987). Radiographic examination of the canine spine. *Veterinary Record* 121, 31-35.
- Dumont R., Okonkwo D., Verma S. (2001). Acute spinal cord injury, part I: pathophysiologic mechanisms. *Clinical Neuropharmacology* 24, 254-261.
- Eminaga S., Palus V., Cherubini G. B. (2011). Acute spinal cord injury in the cat: causes, treatment and prognosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 13, 850-862.
- Farahani K., Sinha U., Sinha S., Chiu L.C., Lufkin R.B. (1990). Effect of field strength on susceptibility artifacts in magnetic resonance imaging. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 14, 409-413.
- Glick T.H., Workman T.P., Gaufberg S.V. (1998). Spinal cord emergencies: false reassurance from reflexes. *Academic Emergency Medicine* 5, 1041-1043.
- Grasmueck S., Steffen F. (2004). Survival rates and outcomes in cats with thoracic and lumbar spinal cord injuries due to external trauma. *Journal of Small Animal Practice* 45, 284-288.
- Hammond L.J., Hecht S. (2015). Susceptibility artifacts on T2\*-weighted magnetic resonance imaging of the canine and feline spine. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, doi: 10.1111/vru.12245. [Epub ahead of print].
- Henry M., Scarlata K., Riesenburger R.I., Kryzanski J., Rideout L., Samdani A., Jea A., Hwang S.W. (2013). Utility of STIR MRI in pediatric cervical spine clearance after trauma. *Journal of Neurosurgery Pediatrics* 12, 30-36.
- Ito D., Matsunaga S., Jeffery N.D., Sasaki N., Nishimura R., Mochizuki M., Kasahara M., Fujiwara R., Ogawa H. (2005). Prognostic value of magnetic resonance imaging in dogs with paraplegia caused by thoracolumbar intervertebral disk extrusion: 77 cases (2000-2003). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 227, 1454-1460.
- Jeffery N. D. (2010). Vertebral fracture and luxation in small animals. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 40, 809-828.
- Johnson P., Beltran E., Dennis R., Taeymans O. (2012). Magnetic resonance imaging characteristics of suspected vertebral instability associated with fracture or subluxation in eleven dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 53, 552-559.
- Kinns J., Mai W., Seiler G., Zwingenberger A., Johnson V., Cáceres A., Valdés-Martínez A. (2006). Radiographic sensitivity and negative predictive value for acute canine spinal trauma. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 47, 563-570.
- Levine J.M., Fosgate G.T., Chen A.V., Rushing R., Nghiem P.P., Platt S.R., Bagley R.S., Kent M., Hicks D.G., Young B.D., Schatzberg S.J. (2009). Magnetic resonance imaging in dogs with neurologic impairment due to acute thoracic and lumbar intervertebral disk herniation. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 23, 1220-1226.
- Lundberg G.D. (2008). MRI Is the new gold standard for excluding cervical spine injury in patients with blunt trauma. *Medscape Journal of Medicine* 10, 100.
- Marioni-Henry K., Vite C.H., Newton A.L., Van Winkle T.J. (2004). Prevalence of diseases of the spinal cord of cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 18, 851-858.
- Marioni-Henry K. (2010). Feline spinal cord diseases. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 40, 1011-1028.
- Matthiesen D.T. (1983). Thoracolumbar spinal fractures/luxations: Surgical management. *Compendium on Continuing Education for Small Animal Practitioners* 5, 867-878.
- Morais D.F., de Melo Neto J.S., Meguins L.C., Mussi S.E., Filho J.R., Tognola W.A. (2014). Clinical applicability of magnetic resonance imaging in acute spinal cord trauma. *European Spine Journal* 7, 1457-1463.
- Muchow R.D., Resnick D.K., Abdel M.P., Munoz A., Anderson P.A. (2008). Magnetic resonance imaging (MRI) in the clearance of the cervical spine in blunt trauma: a meta-analysis. *Journal of Trauma* 64, 179-189.
- Nawashiro H., Higo R. (2001). Contrast enhancement of a hyperacute spontaneous spinal epidural hematoma. *American Journal of Neuroradiology* 22, 1445.
- Pang D., Wilberger J.E. (1982). Spinal cord injury without radiographic abnormalities in children. *Journal of Neurosurgery* 57, 114-129.
- Pang D. (2004). Spinal cord injury without radiographic abnormality in children, 2 decades later. *Neurosurgery* 55, 1325-1342.

- Park E. H., White G. A. and Tieber L. M. (2012). Mechanisms of injury and emergency care of acute spinal cord injury in dogs and cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 22, 160-178.
- Pratschke K.M., Kirby B.M. (2002) High-rise syndrome with impalement in three cats. *Journal of Small Animal Practice* 43, 261-264.
- Ramon S., Dominguez R., Ramirez L., Paraira M., Olona M., Castello T. and Garcia Fernandez L. (1997). Clinical and magnetic resonance imaging correlation in acute spinal cord injury. *Spinal Cord* 35, 664-673.
- Richards P.J. (2005). Cervical spine clearance: a review. *Injury* 36, 248-269.
- Rochlitz I. (2004). Clinical study of cats injured and killed in road traffic accidents in Cambridgeshire. *Journal of Small Animal Practice* 45, 390-394.
- Sande R.D. (1990). Radiography, myelography, computed tomography, and magnetic resonance imaging of the spine. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 22, 811-831.
- Saifuddin A. (2001). MRI of acute spinal trauma. *Skeletal Radiology* 30, 237-246.
- Schouman-Claeys E., Frija G., Cuenod C.A., Begon D., Paraire F., Martin V. (1990). MR imaging of acute spinal cord injury: results of an experimental study in dogs. *American Journal of Neuroradiology* 11, 959-965.
- Shen H., Tang Y., Huang L. (2007). Applications of diffusion-weighted MRI in thoracic spinal cord injury without radiographic abnormality. *International Orthopaedics* 31, 375-383.
- Silberstein M., Tress B.M., Hennessy O. (1992). A comparison between M.R.I. and C.T. in acute spinal trauma. *Australasian Radiology* 36, 192-197.
- Terae S., Takahashi C., Abe S., Kikuchi Y., Miyasaka K. (1997). Gd-DTPA-enhanced MR imaging of injured spinal cord. *Clinical Imaging* 21, 82-89.
- Voss K., Montavon P.M. (2004). Tension band stabilisation of fractures and luxations of the thoracolumbar vertebrae in dogs and cats: 38 cases (1993–2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 225, 78-83.
- Whitney W.O., Mehlhaff C.J. (1987). High-rise syndrome in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 191, 1399-1403.

## First confirmed case of bovine besnoitiosis in an imported bull in Belgium

### *Eerste bevestigd geval van boviene besnoitiose in België bij een ingevoerde stier*

<sup>1,2</sup>A. Vanhoudt, <sup>1</sup>B. Pardon, <sup>1</sup>P. De Schutter, <sup>3</sup>L. Bosseler, <sup>4</sup>C. Sarre, <sup>4</sup>J. Vercruyse, <sup>1</sup>P. Deprez

<sup>1</sup> Department of Internal Medicine and Clinical Biology of Large Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

<sup>2</sup> Utrecht University, Veterinary Faculty, Department of Farm Animal Health, Yalelaan 7, NL-3584-CL Utrecht, the Netherlands

<sup>3</sup> Department of Pathology, Bacteriology and Poultry Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

<sup>4</sup> Department of Virology, Parasitology and Immunology, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

A.Vanhoudt@uu.nl

## ABSTRACT

*Besnoitia besnoiti* is a protozoan parasite known to cause important economic losses in the cattle industry in Africa, Asia and the Mediterranean area. In the last years, (re-) emergence of the parasite has been reported in France, Germany, Hungary and Italy with in some cases, establishment of an endemic infection. In this article, the first case of besnoitiosis in Belgium in a Blonde d'Aquitaine bull imported from the south of France is described. Additionally, a brief overview of the epidemiology of the disease is provided.

## SAMENVATTING

Het protozoön *Besnoitia besnoiti* is verantwoordelijk voor belangrijke economische verliezen in de rundvee-industrie in Afrika, Azië en het Middellandse Zeegebied. Tijdens de voorbije decennia zijn er verscheidene meldingen gedaan van deze ziekte in Europa. In dit artikel wordt het eerste bevestigde geval beschreven van besnoitiose in België bij een blonde d'aquitainestier geïmporteerd uit Zuid-Frankrijk. Daarnaast wordt de epidemiologie van besnoitiose beknopt toegelicht.

## INTRODUCTION

The European Food Safety Agency has recently declared bovine besnoitiosis an emerging disease in Europe (Anonymous, 2010). This disease in cattle is caused by *Besnoitia besnoiti*, an obligate intracellular protozoan parasite (genus *Besnoitia*, family Sarcocystidae, phylum Apicomplexa) (Cortes et al., 2014). Sub-Saharan Africa and Asia together with the Pyrenean area of France and Spain and southern Portugal in Europe are long-time endemic regions (Irigoiien et al., 2000; Cortes et al., 2005; Jacquiet et al., 2010; Olias et al., 2011). Whilst sporadic, non-endemic, imported cases of bovine besnoitiosis have been reported in France, Germany, Hungary and Italy (Mehlhorn et al., 2009; Jacquiet et al., 2010; Mutinelli et al., 2011; Hornok et al., 2014), more recently, epizootic outbreaks of the disease have been reported in these countries (Jacquiet et al., 2010; Rostaher et al., 2010; Gentile et al., 2012; Hornok et al., 2014). In this case

report, the first imported, non-endemic case of bovine besnoitiosis in Belgium is described.

## CASE DESCRIPTION

### Case history

On October 22<sup>nd</sup>, 2012, a six-year-old Blonde d'Aquitaine bull was presented to the Veterinary Clinic of Large Animal Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University (Belgium) with a history of lameness, constipation followed by diarrhea, weight loss and intermittent conjunctivitis. The farm of origin was situated in the northern part of the province of West-Flanders (Belgium). On the farm of origin, the bull had been treated with moxidectin (Cydectin pour-on, Pfizer Animal Health, Belgium) and albendazole (Valbazen, Pfizer Animal Health, Belgium) and had been given a vitamin and minerals sup-



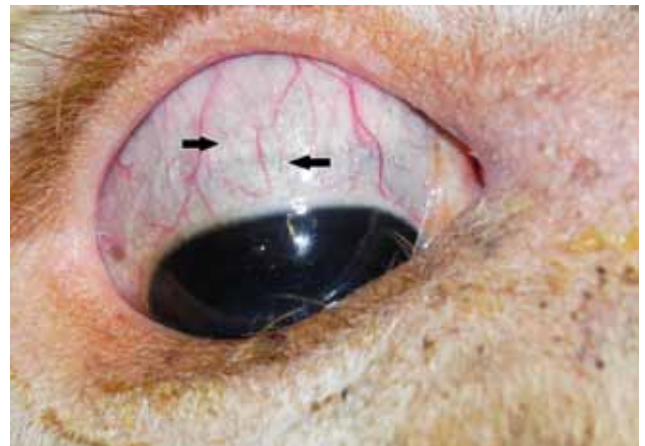
**Figure 1.** Thickening and wrinkling of the skin of the ventral abdomen and distal limbs of a six-year-old Blonde d'Aquitaine bull with bovine besnoitiosis in poor body condition.



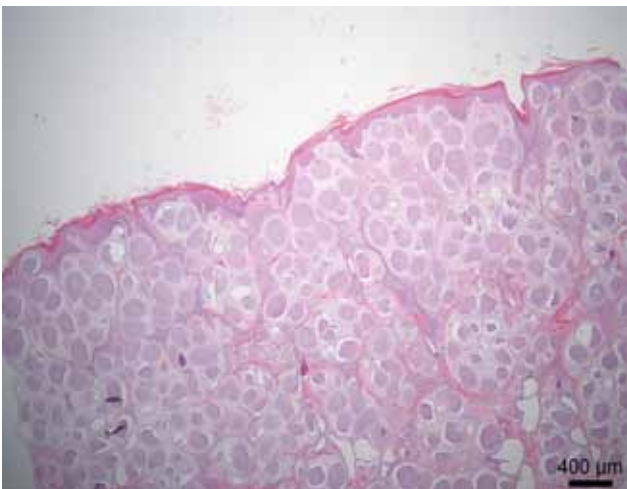
**Figure 2.** Detail of the thickening and wrinkling with patchy alopecia of the skin of the tarsal region of the hind limbs of a six-year-old Blonde d'Aquitaine bull with bovine besnoitiosis.



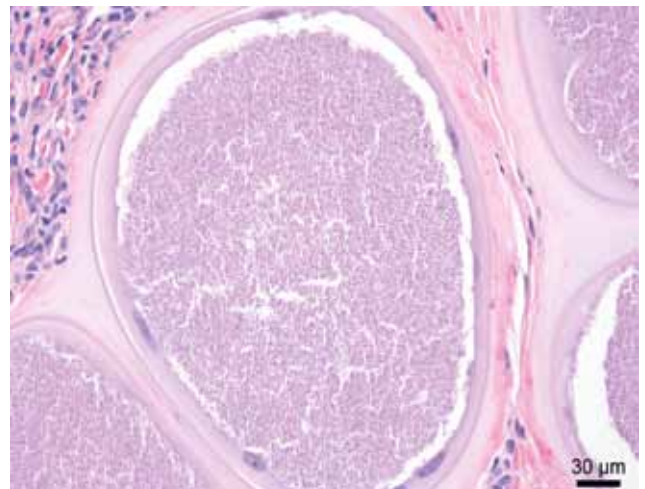
**Figure 3.** Detail of the thickening and wrinkling with patchy alopecia of the skin of the scrotum of a six-year-old Blonde d'Aquitaine bull with bovine besnoitiosis.



**Figure 4.** Detail of the pathognomonic tissue cysts (black arrows) in the scleral conjunctiva of a six-year-old Blonde d'Aquitaine bull with bovine besnoitiosis.



**Figure 5.** Skin of a six-year-old Blonde d'Aquitaine bull. A large number of tissue cysts are present in the dermis. The epidermis is diffusely hyperplastic and hyperkeratotic.



**Figure 6.** Close-up of an intracellular tissue cyst. Centrally, numerous crescent-shaped, 3-5 µm bradyzoites are seen. These are surrounded by several enlarged and peripheralized fibroblast nuclei and a thick hyaline capsule that consists of several layers.

**Table 1. Results from venous blood gas analysis and biochemistry<sup>a</sup>.**

	Result	Reference
pH	7.48	7.35 – 7.45
pCO <sub>2</sub> (mm Hg)	41.5	35.0 – 45.0
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	30.1	24 – 34 <sup>b</sup>
B.E. (mEq/L)	6.1	-5 to +5
HCT (%)	42	25 – 35
Serum total protein (g/L)	87	60 – 80
Total bilirubin (µmol/L)	12	2.5 – 6
Urea (mmol/L)	5.7	3 – 8
Creatinine (µmol/L)	62	88 – 172
GPT (mU/ml)	49	< 10
AST (mU/ml)	231	24 – 142
LDH (mU/ml)	5350	692 – 1450
CPK (mU/ml)	101	150 – 200
ALP (mU/ml)	76	150 – 200
γ-GT (mU/ml)	65	< 30
Na (mEq/L)	131.6	134 – 145 <sup>b</sup>
K (mEq/L)	4.95	3.9 – 5.3 <sup>b</sup>
Ca <sup>2+</sup> (mmol/L)	1.06	≥ 1.0 <sup>b</sup>
Cl (mEq/L)	97	94 – 105 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>. Laboratory of Internal Medicine, Department of Internal Medicine and Clinical Biology of Large Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Belgium.

<sup>b</sup>. Divers T.J. and Peek S.F. (2008). The clinical examination. In: Divers T.J. and Peek S.F. (editors). *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 2de Ed., Saunders Elsevier, Missouri, p. 14.

plement. The bull had been imported from the Pyrenees Mountain region in southern France on October 2<sup>nd</sup>, 2012 for fattening. On the farm in France, the bull had been used for breeding.

### Clinical examination

The bull was found to be in poor body condition (760 kg). On clinical examination, diarrhea was noted and the skin of the ventral part of the abdomen, hind legs and scrotum showed thickening, wrinkling and patchy alopecia (Figures 1, 2, 3). A close visual inspection of the eyes revealed translucent cysts of approximately 0.5 mm in diameter on the scleral conjunctiva of both eyes (Figure 4). During transport, the bull had incurred a lesion on its sacrum. Ultrasound examination of the abdomen and thorax was normal. No further abnormalities were detected.

### Blood and serological examinations

Jugular blood samples (heparin and ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)) were taken for blood gas analysis, standard biochemistry (Laboratory of Internal Medicine, Department of Internal Medicine and Clinical Biology of Large Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Belgium) and serology for *B. besnoiti* diagnosis by western blot (Cortes et al., 2006a) (Laboratory of Parasitology, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, France). The results of the blood gas analysis and standard biochemistry were generally indicative of mild liver damage, mild to moderate hemoconcentration, mild metabolic alkalosis and a moderate increase of muscle enzymes due

to muscle crush following recumbency (Table 1). The result of the western blot showed the typical besnoitiosis profile with three major antigenic areas of reactivity (Cortes et al., 2006a).

### Necropsy

Following the diagnosis of *B. besnoiti* by western blot serology, the bull was euthanized due to the poor prognosis in the chronic stage of the disease.

Post-mortem examination revealed a hyperkeratotic dermatitis of the scrotum, ventral abdomen and distal parts of the limbs. Furthermore, serous atrophy of the cardiac fat tissue, endocarditis of the tricuspid valve, a focal cyst in the right kidney, multifocal abscessation and interstitial emphysema of the lungs, multifocal ulcerative colitis, fasciolosis and paramphistomosis were noted. On histological examination, several tissue cysts containing numerous bradyzoites of *B. besnoiti* were found in tissue samples from the testis, planum nasale, sclera, skeletal and cardiac muscle, esophagus and skin from the scrotum, dorsal and ventral abdomen, distal limb, sternum and head (Figures 5 and 6).

## DISCUSSION

### Biological features

Bovine besnoitiosis is a disease in cattle caused by the obligate intracellular protozoan parasite *B. besnoiti* (Cortes et al., 2014). The species of the genus *Besnoitia* are closely related to *Neospora caninum* and

*Toxoplasma gondii* (Schaes et al., 2011a). The life cycle of *B. besnoiti* remains largely unknown (Olias et al., 2011; Cortes et al., 2014). In similarity to other cyst-forming coccidians, the presence of a definitive host, probably carnivore, in the close environment of cattle has been suggested for *B. besnoiti* (Tenter and Johnson, 1997). Several studies have attempted to generate *B. besnoiti* oocysts in cats. A Russian study by Peteshev et al. (1974, cited in Cortes et al., 2014) has confirmed the formation of oocysts in cats being fed with tissues from cattle supposedly infected with *B. besnoiti*. However, no other study has been able to reproduce these results (Diesing et al., 1988; Ng'ang'a and Kasigazi, 1994; Ayroud et al., 1995; Basso et al., 2011; Cortes et al., 2014). Therefore, the oral route of infection in cattle by ingestion of oocysts that have been shed by a definitive host has not yet been identified (Cortes et al., 2014). Evidence of infections in wild ruminants (caribou, impala, kudu, mule deer, musk ox, red deer, reindeer, roe deer and wildebeest) with *B. besnoiti* in South Africa (Basson et al., 1970), Canada (Gutiérrez-Expósito et al., 2012) and Spain (Gutiérrez-Expósito et al., 2013) suggest the existence of a sylvatic cycle. Consequently, infective oocysts could be produced by a definitive wildlife host (Cortes et al., 2014). Bigalke et al. (1967) however, concluded that the isolates from impala, wildebeest and cattle should be regarded as distinct strains or biologically different isolates of *B. besnoiti*. In general, the meaning of the evidence of infections with *B. besnoiti* in wild ruminants needs further investigation to explain their possible role in the transmission of bovine besnoitiosis (Cortes et al., 2014). On the other hand, it is known that blood feeding insects, horse flies and the stable fly, *Stomoxys calcitrans*, do play a role in the transmission of bovine besnoitiosis (Bigalke, 1968; Liénard et al., 2013; Cortes et al., 2014). By transmission via these vectors, *B. besnoiti* is able to bypass the sexual reproduction part of its life cycle. Other potential routes of transmission are via non-biting flies (*Musca* spp.) that have access to *B. besnoiti* in lacrimal fluid, iatrogenic transmission and direct contact of an infected animal with uninfected animals (Bigalke, 1968; Cortes et al., 2014). The role of these routes in the transmission of bovine besnoitiosis and the likelihood of occurrence under field conditions need further investigation. To date, no reports have been made of vertical transmission of bovine besnoitiosis or infections in humans with a species of the *Besnoitia* genus (Cortes et al., 2014).

### Epidemiology and clinical signs

In endemic areas, infection of a herd with *B. besnoiti* results in a subclinical seroconversion of the majority of the animals, whilst only a few develop clinical signs (Bigalke, 1968; Álvarez-García et al., 2013; Jacquiet et al., 2010). Introduction of the disease in herds in a non-endemic area on the other hand, of-

ten results in a higher number of animals developing clinical signs (Jacquiet et al., 2010; Álvarez-García et al., 2013). Infection with *B. besnoiti* can occur in animals of any age and in both sexes from all cattle breeds (Bigalke, 1968; Cortes et al., 2014). Clinical disease however, rarely occurs in calves younger than six months old (Bigalke, 1968; Cortes et al., 2014). This is likely to be a consequence of the presence of passively transferred maternal antibodies against *B. besnoiti* via the colostrum of the dams (Shkap et al., 1994). Mortality due to bovine besnoitiosis is expected to be less than 1% during the acute stage of the disease; however, this is higher in bulls, which seem to be more susceptible to clinical disease (Jacquiet et al., 2010; Álvarez-García et al., 2013). During the chronic stage of the disease, a case fatality rate of around 10% is to be expected (Pols, 1960).

An infection with bovine besnoitiosis may result in three different clinical manifestations (Jacquiet et al., 2010): an acute, febrile stage, which in general lasts between six and ten days and is characterized by typical clinical signs resulting from a generalized vasculitis and thrombosis caused by the rapid tachyzoite proliferation (Basson et al., 1970); followed by a life-long chronic, cyst-forming stage characterized by dermal lesions (Pols, 1960; Bigalke, 1968; Cortes et al., 2014) and the pathognomic thick-walled tissue cysts in the scleral conjunctiva and vaginal mucosa as the only clinical sign (Álvarez-García et al., 2013) (Figure 6); and seroconverted animals that remain asymptomatic. In general, the asymptomatic seroconverted animals form the largest proportion in the population following an infection with *B. besnoiti* (Jacquiet et al., 2010).

Clinical signs during the acute stage of the disease consist of fever (above 40°C), increased heart rate, intensive respiratory disorder, serous nasal and ocular discharge, loss of milk production, swelling of superficial lymph nodes, acute orchitis, generalized edema of the skin and sometimes anasarca, anorexia, generalized weakness and reluctance to move resulting in rapid weight loss and declining body condition (Schulz, 1960; Basson et al., 1970; Cortes et al., 2005; Jacquiet et al., 2010; Cortes et al., 2014). The formation of the pathognomic thick-walled tissue cysts in the scleral conjunctiva and vaginal mucosa starts one to two weeks after the onset of the acute stage (Basson et al., 1970; Álvarez-García et al., 2013; Cortes et al., 2014). These cysts have a high tropism for cutaneous and subcutaneous tissues and for the intermuscular fascia (Basson et al., 1970). During the chronic stage of the disease, the dermal lesions consist of a marked thickening, hardening and wrinkling of the skin due to scleroderma (Basson et al., 1970). This is predominantly seen on the skin of the neck, shoulders and rump. Hyperkeratosis, hyperpigmentation and alopecia are always present with dermal lesions (Pols, 1960).

In pregnant animals, abortion can occur in the

acute stage of the disease (Pols, 1960; Cortes et al., 2014). Cows remain fertile during the chronic stage of the disease (Cortes et al., 2014). In contrast, affected bulls often become infertile due to irreversible testicular lesions of vasculitis, focal necrosis, sclerosis and atrophy (Kumi-Diaka et al., 1981).

### Differential diagnosis and diagnosis

Based on the clinical signs, bovine besnoitiosis is often mistaken for blue tongue virus infection, malignant catarrhal fever, photosensitization or rinderpest (acute phase of bovine besnoitiosis) or dermatophytosis, fungal infection, mange or mineral deficiency (chronic phase of bovine besnoitiosis) (Jacquiet et al., 2010; Cortes et al., 2014). Therefore, clinical suspicion of an infection with *B. besnoiti* following observation of the thick-walled tissue cysts in scleral conjunctiva or vaginal mucosa or both on close visual inspection should always be confirmed using another diagnostic test. A range of direct and indirect diagnostic tests are available for the detection of bovine besnoitiosis. Which diagnostic approach should be used depends on the clinical status of the animal and the status of the herd it comes from (Cortes et al., 2014).

The detection of *B. besnoiti* DNA in a tissue sample (8 mm biopsy punch of the skin or a scrape of the vaginal mucosa) using PCR (Schaes et al., 2011b) or detection of antibodies against *B. besnoiti* using an avidity enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA, APure-BbELISA) (Schaes et al., 2013) have been found appropriate diagnostic techniques in the acute, clinical stage of the disease.

In subclinically infected animals, detection of bovine besnoitiosis is best done using a highly sensitive method, such as PCR (Schaes et al., 2011b) or by serology. An indirect fluorescence antibody test (IFAT) (Shkap et al., 2002) is considered the gold standard for serology. Alternatively, a modified direct agglutination test developed by Waap et al. (2011) or western blotting (Schaes et al., 2010) can be used. Western blotting has been recommended as a confirmation test in combination with other methods (García-Lunar et al., 2013). When handling a larger number of samples, an ELISA, which is commercially available (PrioCHECK Besnoitia Ab, Prionics AG, Schlieren, Switzerland), is more appropriate (Schaes et al., 2011a). The diagnosis of individual cases should however be confirmed using at least one other test, IFAT or western blotting (García-Lunar et al., 2013). Care should be taken for false positive results due to cross-reactions in several tests with related apicomplexans (Nasir et al., 2012).

Chronic infections with *B. besnoiti* can be detected by histopathology of skin biopsies (8 mm biopsy punch) from sites with dermal lesions associated with bovine besnoitiosis (Cortes et al. 2006b) or the other diagnostic tests available for the acute and subclinical stage of the disease.

### Therapy

Several attempts for the treatment of bovine besnoitiosis have been made. Unfortunately, to date, none has been found to be successful. Further details on these attempts are beyond the scope of this case report. The authors refer to the review by Cortes et al. (2014) for more information.

### Control

In South Africa and Israel, live vaccines have been used in order to control bovine besnoitiosis. As live-attenuated vaccines pose the risk of introducing the parasite into uninfected areas, their use is geographically limited. The use of live-attenuated vaccines also poses the risk of creating carrier animals amongst the vaccinated animals which is of particular concern in the case of *B. besnoiti* because knowledge of the biology, transmission and life cycle is limited (Cortes et al., 2014).

In their review, Álvarez-García et al. (2013) have suggested control of bovine besnoitiosis based on management measures coupled to diagnosis. This approach has two objectives. First, to avoid entrance of the disease into a naïve herd by rigorous testing of any animal entering the herd and biosecurity measures. Secondly, to avoid spread of the disease within infected herds by gradually decreasing the prevalence in the herd. This is best done by a long-term, step-by-step, selective culling strategy based on a cost-benefit balance together with biosecurity measurements.

Results of a pilot study by Jacquiet et al. (2013) indicated that in herds with low prevalence of the disease (less than 6%), exhaustive culling of seropositive animals has proven an efficient control strategy for bovine besnoitiosis even if the prevalence is higher (between 10 and 60%) and infection is active in neighbouring herds.

This strategy of exhaustive culling was applied in this case in Belgium as the farm of origin was a fattening unit with all animals leaving the farm for slaughter. Up to date, no further reports of animals suspected of infection with *B. besnoiti* have been made by the farmer and local veterinary surgeon. Therefore, it is likely that this infection with bovine besnoitiosis was an isolated, imported case.

### CONCLUSION

Bovine besnoitiosis has recently been declared an emerging disease in Europe (Anonymous, 2010). In non-endemic areas, the diagnosis of bovine besnoitiosis most commonly coincides with a recent introduction of animals on the farm (Cortes et al., 2014). The majority of infections with *B. besnoiti* are subclinical. The detection of the pathognomic, thick-walled tissue cysts in scleral conjunctiva and vaginal mucosa in

those animals that do develop clinical signs should be confirmed by at least one other diagnostic test (Álvarez-García et al., 2013). As no effective treatments or vaccines are available, exhaustive culling of seropositive animals together with biosecurity measurements, for example fly control, seem to be the most effective control strategy on farms with a low prevalence of the disease.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Prof. Dr. Philippe Jacquet of the Laboratory of Parasitology, École Nationale Vétérinaire de Toulouse (France) for the western blot serology, Mr. James Adams of the Farm Animal Clinical Centre, The Royal Veterinary College, University of London (United Kingdom) for his critical linguistic review of the manuscript and Dr. Alexandre Leitão of the Instituto de Investigação Científica Tropical, CVZ, CIISA Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa (Portugal) for his help in getting access to several references.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest with the contents of this paper in any respect.

## REFERENCES

- Álvarez-García G., Frey C.F., Ortega-Mora L.M., Schares G. (2013). A century of bovine besnoitiosis: an unknown disease re-emerging in Europe. *Trends in Parasitology* 29, 407-415.
- Anonymous (2010). Scientific statement on Bovine besnoitiosis. *EFSA Journal* 8, 1499.
- Ayroud M., Leighton F.A., Tessaro S.V. (1995). The morphology and pathology of *Besnoitia* sp. in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Journal of Wildlife Diseases* 31, 319-326.
- Basso W., Schares G., Gollnick N.S., Rütten M., Deplazes P. (2011). Exploring the life cycle of *Besnoitia besnoiti* experimental infection of putative definitive and intermediate host species. *Veterinary Parasitology* 178, 223-234.
- Basson P.A., McCully R.M., Bigalke R.D. (1970). Observations on the pathogenesis of bovine and antelope strains of *Besnoitia besnoiti* (Marotel, 1912) infection in cattle and rabbits. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 37, 105-126.
- Bigalke R.D. (1968). New concepts on the epidemiological features of bovine besnoitiosis as determined by laboratory and field investigations. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 35, 3-138.
- Bigalke R.D., van Niekerk J.W., Basson P.A., McCully R.M. (1967). Studies on the relationship between *Besnoitia* of blue wildebeest and impala, and *Besnoitia besnoiti* of cattle. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 34, 7-28.
- Cortes H., Leitão A., Gottstein B., Hemphill A. (2014). A review on bovine besnoitiosis: a disease with economic impact in herd health management, caused by *Besnoitia besnoiti* (Franco and Borges, 1916). *Parasitology* 141, 1406-1417.
- Cortes H., Leitão A., Vidal R., Vila-Viçosa M.J., Ferreira M.L., Caeiro V., Hjerpe C.A. (2005). Besnoitiosis in bulls in Portugal. *Veterinary Record* 157, 263-264.
- Cortes H.C.E., Nunes S., Reis Y., Staubli D., Vidal R., Sager H., Leitão A., Gottstein B. (2006a). Immunodiagnosis of *Besnoitia besnoiti* infection by ELISA and Western blot. *Veterinary Parasitology* 141, 216-225.
- Cortes H.C.E., Reis Y., Waap H., Vidal R., Soares H., Marques I., da Pereira F., Fazendeiro I., Ferreira M.L., Caeiro V., Shkap V., Hemphill A., Leitão A. (2006b). Isolation of *Besnoitia besnoiti* from infected cattle in Portugal. *Veterinary Parasitology* 141, 226-233.
- Diesing L., Heydorn A.O., Matuschka F.R., Bauer C., Pipano E., de Waal D.T., Potgieter F.T. (1988). *Besnoitia besnoiti*: Studies on the definitive host and experimental infections in cattle. *Parasitology Research* 75, 114-117.
- García-Lunar P., Ortega-Mora L.M., Schares G., Gollnick N.S., Jacquet P., Grisez C., Prevot F., Frey C.F., Gottstein B., Álvarez-García G. (2013). An Inter-Laboratory Comparative Study of Serological Tools Employed in the Diagnosis of *Besnoitia besnoiti* Infection in Bovines. *Transboundary and Emerging Diseases* 60, 59-68.
- Gentile A., Militerno G., Schares G., Nanni A., Testoni S., Bassi P., Gollnick N.S. (2012). Evidence for bovine besnoitiosis being endemic in Italy—First *in vitro* isolation of *Besnoitia besnoiti* from cattle born in Italy. *Veterinary Parasitology* 184, 108-115.
- Gutiérrez-Expósito D., Ortega-Mora L.M., Gajadhar A.A., García-Lunar P., Dubey J.P., Álvarez-García G. (2012). Serological evidence of *Besnoitia* spp. infection in Canadian wild ruminants and strong cross-reaction between *Besnoitia besnoiti* and *Besnoitia tarandi*. *Veterinary Parasitology* 190, 19-28.
- Gutiérrez-Expósito D., Ortega-Mora L.M., Marco I., Boadella M., Gortázar C., San Miguel-Ayán J.M., García-Lunar P., Lavín S., Álvarez-García G. (2013). First serosurvey of *Besnoitia* spp. infection in wild European ruminants in Spain. *Veterinary Parasitology* 197, 557-564.
- Hornok S., Fedák A., Baska F., Hofmann-Lehmann R., Basso W. (2014). Bovine besnoitiosis emerging in Central-Eastern Europe, Hungary. *Parasites & Vectors* 7, 20.
- Irigoien M., Del Cacho E., Gallego M., López-Bernad F., Quílez J., Sánchez-Acedo C. (2000). Immunohistochemical study of the cyst of *Besnoitia bensoiti*. *Veterinary Parasitology* 91, 1-6.
- Jacquet P., Liénard E., Franc M. (2010). Bovine besnoitiosis: Epidemiological and clinical aspects. *Veterinary Parasitology* 174, 30-36.
- Jacquet P., Prévot F., Grisez C., Liénard E., Bouhsira E., Franc M., Alzieu J.P., Desclaux X., Rameil M., Malavieille R., Boulon C., Mejean F. (2013). Emergence of bovine besnoitiosis in Europe: how to stop the spread? In: *Proceedings of the European Buiatrics Forum*. Marseille, 63.
- Kumi-Diaka J., Wilson S., Sannusi A., Njoku C.E., Osoru D.I.K. (1981). Bovine besnoitiosis and its effect on the male reproductive system. *Theriogenology* 16, 523-530.
- Liénard E., Salem A., Jacquet P., Grisez C., Prévot F., Blanchard B., Bohsira E., Franc M. (2013). Development of a protocol testing the ability of *Stomoxys calcitrans*



- (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) to transmit *Besnoitia besnoiti* (Henry, 1913) (Apicomplexa: Sarcocystidae). *Parasitology Research* 112, 479-486.
- Mehlhorn H., Klimpel S., Schein E., Heydorn A.O., Al-Quraishy S., Selmair J. (2009). Another African disease in Central Europa: Besnoitiosis of cattle. I. Light and electron microscopical study. *Parasitology Research* 104, 861-868.
- Mutinelli F., Schiavon E., Ceglie L., Fasolato M., Natale A., Rampin F., Carminato A. (2011). Bovine besnoitiosis in imported cattle in Italy. *Veterinary Parasitology* 178, 198.
- Nasir A., Lanyon S.R., Schares G., Anderson M.L., Reichel M.P. (2012). Sero-prevalence of *Neospora caninum* and *Besnoitia besnoiti* in South Australian beef and dairy cattle. *Veterinary Parasitology* 186, 480-485.
- Ng'ang'a C.J. and Kasigazi S. (1994). Caprine besnoitiosis: studies on the experimental intermediate hosts and the role of the domestic cat in transmission. *Veterinary Parasitology* 52, 207-210.
- Olias P., Schade B., Mehlhorn H. (2011). Molecular pathology, taxonomy and epidemiology of *Besnoitia* species (Protozoa: Sarcocystidae). *Infection, Genetics and Evolution* 11, 1564-1576.
- Peteshev V.M., Galuzo I.G. Polomoshov A.P. (1974). Cats – definitive hosts *Besnoitia* (*Besnoitia besnoiti*) (in Russian). *Izvestia Akademii Nauk Kazakheskan SSR B*, 33-38, cited in Cortes et al., 2014.
- Pols J.W. (1960). Studies on bovine besnoitiosis with special reference to the aetiology. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 28, 265-356.
- Rostaher A., Mueller R.S., Majzoub M., Schares G., Gollnick N.S. (2010). Bovine besnoitiosis in Germany. *Veterinary Dermatology* 21, 329-334.
- Schares G., Basso W., Majzoub M., Rostaher A., Scharr J.C., Langenmayer M.C., Selmair J., Dubey J.P., Cortes H.C., Conraths F.J., Gollnick N.S. (2010). Comparative evaluation of immunofluorescent antibody and new immunoblot tests for the specific detection of antibodies against *Besnoitia besnoiti* tachyzoites and bradyzoites in bovine sera. *Veterinary Parasitology* 171, 32-40.
- Schares G., Basso W., Majzoub M., Rostaher A., Scharr J.C., Langenmayer M.C., Selmair J., Dubey J.P., Cortes H.C., Conraths F.J., Haupt T., Pürro M., Raeber A., Buholzer P., Gollnick N.S. (2011a). Evaluation of a commercial ELISA for the specific detection of antibodies against *Besnoitia besnoiti*. *Veterinary Parasitology* 175, 52-59.
- Schares G., Langenmayer M.C., Scharr J.C., Minke L., Maksimov P., Maksimov A., Schares S., Bärwald A., Basso W., Dubey J.P., Conraths F.J., Gollnick N.S. (2013). Novel tools for the diagnosis and differentiation of acute and chronic bovine besnoitiosis. *International Journal for Parasitology* 43, 143-154.
- Schares G., Maksimov A., Basso W., Moré G., Dubey J.P., Rosenthal B., Majzoub M., Selmair J., Langenmayer M.C., Scharr J.C., Conraths F.J., Gollnick N.S. (2011b). Quantitative real time polymerase chain reaction assays for the sensitive detection of *Besnoitia besnoiti* infection in cattle. *Veterinary Parasitology* 178, 208-216.
- Schulz K.C.A. (1960). A report on naturally acquired besnoitiosis in bovines with special reference to its pathology. *Journal of the South African Veterinary Medical Association* 31, 21-35.
- Shkap V., Pipano E., Marcus S., Krigel Y. (1994). Bovine besnoitiosis: transfer of colostrum antibodies with observations possibly relating to natural transmission of the infection. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 61, 273-275.
- Shkap V., Reske A., Pipano E., Fish L., Baszler T. (2002). Immunological relationship between *Neospora caninum* and *Besnoitia besnoiti*. *Veterinary Parasitology* 106, 35-43.
- Tenter A.M. and Johnson A.M. (1997). Phylogeny of the tissue cyst-forming coccidia. *Advances in Parasitology* 39, 69-139.
- Wap H., Cardoso R., Marcelino E., Malta J., Cortes H., Leitão A. (2011). A modified agglutination test for the diagnosis of *Besnoitia* infection. *Veterinary Parasitology* 178, 217-222.

# La relation entre l'homme et le chat dans les anciens Pays-Bas au moyen âge et à l'époque moderne

## I. Le chat utile, diabolique et imaginaire

*The relationship between man and cat in the medieval and early modern*

*Low Countries*

*I. The functional, demonological and imaginary cat*

E. Aerts

Université catholique de Louvain (UCL), Département d'Histoire,  
Blijde Inkomststraat 21, B-3000 Louvain

## R ESUME

Les rapports entre l'homme et le chat dans les anciens Pays-Bas au cours des siècles passés peuvent être qualifiés de kaléidoscopiques, mais aussi contradictoires, problématiques et ambigus. Les hommes, surtout des intellectuels dans l'Église, ont bien vite apprécié les côtés utiles de leur relation avec le chat, mais ont aussi, dès le XII<sup>e</sup> siècle, commencé à diaboliser l'animal. Dans les anciens Pays-Bas également, l'image du chat démonologique était largement répandue, mais on n'y trouve aucune trace de procès de chats ou d'exécutions de chats à proprement parler. Au même moment s'est développée, tant dans la littérature que dans les arts plastiques, une représentation emblématique associant le chat à d'autres caractéristiques négatives comme la paresse, la vanité, l'arrogance et surtout la luxure.

## SAMENVATTING

De verhouding tussen mens en kat in de Nederlanden tussen 600 en 1800 kan worden omschreven met begrippen als caleidoscopisch, maar ook contradictorisch, problematisch en ambigu. Mensen, vaak geestelijken, waardeerden al in de vroege middeleeuwen de nuttige aspecten in hun omgang met de kat, maar begonnen deze vanaf de 12de eeuw ook te diaboliseren. Van kattenprocessen of specifieke kattenterechtingszaken zijn evenwel geen sporen. Op hetzelfde ogenblik groeide zowel in de literatuur als beeldende kunst een emblematische voorstelling die de kat verbond met andere negatieve eigenschappen, zoals luiheid, ijdelheid, hoogmoed en vooral wellust.

## ABSTRACT

The relationship between man and cat in the Low Countries between 600 and 1800 can be described in such terms as kaleidoscopic, but also contradictory, problematic and ambiguous. In the early Middle Ages, people - particularly intellectuals within the Church - came to appreciate the useful aspects of cats in their contacts with them, but from the 12th century, they began demonizing the animal. At the same time, in both the literature and visual arts, a symbolic representation was being developed that associated the cat with other negative qualities, such as laziness, vanity, pride, and especially lust.

## INTRODUCTION

La probabilité que le lecteur de cette contribution ne montre aucune affinité avec le sujet est faible. L'affection portée aux chats, en Belgique comme dans les pays voisins, est immense. Selon l'enquête de la Chambre syndicale des fabricants d'aliments pour animaux familiers, en 2008 la France comptait 10,7 millions de chats, ce qui implique que 26 pour cent des foyers hébergeaient un chat. Aux Pays-Bas<sup>1</sup> et en Belgique depuis quelques années, les minous sont même plus populaires que les toutous. Aux Pays-Bas fin 2009, on dénombrait 3,6 millions de chats domestiques et plus d'un ménage sur cinq avait un chat à la maison. La Belgique comptait quant à elle deux millions de chats domestiques fin 2008, si bien qu'un ménage sur quatre pouvait se targuer d'être l'heureux propriétaire d'au moins un chat. Ou plutôt avait au moins un chat sous sa protection, car comme le sait tout amateur de chats, on ne "possède" pas un chat comme un autre animal domestique. Le félinophile apprécie précisément cette indépendance en apparence imperturbable qui est souvent perçue par les profanes comme de l'indifférence. Le chat lui-même, ce chasseur solitaire, s'est transformé en agréable colocataire. Bref, la relation entre l'homme et le chat est aujourd'hui une affaire au poil.

Mais qu'en était-il autrefois de cette relation? Kaléidoscopique, mais aussi contradictoire, problématique et ambiguë semblent être les qualificatifs qui décrivent le mieux cette relation. Dans quelle mesure l'historien peut-il lever le voile sur les variables qui ont, à cet égard, exercé une influence? Ce qui suit est une reconnaissance de terrain, prudente et en apparence sinieuse mais néanmoins ciblée, pareille au chat qui explore son nouveau territoire. Ce territoire, en l'occurrence, est vaste mais centré avant tout sur les anciens Pays-Bas au Moyen Âge et à l'époque moderne. Je souhaite ainsi, à travers cet article, apporter une contribution à l'historiographie grandissante consacrée aux animaux de compagnie<sup>2</sup>.

## OBSERVATIONS D'ERUDITS. LE CHAT FONCTIONNEL

La science du Moyen Âge consiste dans une très large mesure en un dialogue avec le "livre des livres". La Bible elle-même ne parle pas du chat, pas même lorsqu'elle énumère les animaux purs ou impurs<sup>3</sup>. À l'époque moderne par contre, les chats comme les chiens et autres animaux familiers seront régulièrement ajoutés dans les traductions et commentaires de la Bible<sup>4</sup>. Le but étant bien entendu de mettre le contenu de la Bible en conformité avec la réalité quotidienne. Dans l'une des plus anciennes descriptions du chat dans le monde occidental, contenue dans une encyclopédie étymologique en vingt volumes due à l'évêque espagnol du VII<sup>e</sup> siècle Isidore de Séville, on

ne trouve en tout cas aucune trace de préjugés. Isidore fait l'éloge du *musio* qui doit son nom au fait que<sup>5</sup> :

"il est hostile aux souris (*mus*). On l'appelle vulgairement *catus* qui vient de *captura*. D'autres disent (qu'il s'appelle ainsi) parce qu'il 'guette' (*catat*). En effet, il a la vue si perçante que par l'éclat de ses yeux il surmonte les ténèbres de la nuit. *Catus*, c.-à-d. ingénieux, vient dès lors du mot grec qui signifie *brûler*"<sup>6</sup>.

Des auteurs de compendiums encyclopédiques plus récents, comme le dominicain français Vincent de Beauvais dans son *Speculum naturale* (avant 1245), le dominicain brabançon Thomas de Cantimpré dans son *Liber de natura rerum* (1235-1250)<sup>7</sup> ou le Flamand Jacques van Maerlant dans son *Der Naturen Bloeme* (1270) ont plagié ou paraphrasé ce texte<sup>8</sup>. Chez eux aussi, le *musio* est capable, grâce à ses yeux brillants comme des escarboucles, de capturer des souris dans l'obscurité la plus totale. Son précieux pelage constitue un trophée pour les marchands de peaux. Même les grands théologiens philosophes du XIII<sup>e</sup> siècle comme Albert le Grand (*De animalibus* de 1254-1257) et Thomas d'Aquin (*Quaestiones disputatae de malo* de 1269-1272) ont repris cette description<sup>9</sup>. Albert donnera par la suite une description détaillée du chat qui fera autorité pendant les siècles suivants. Le chat domestique existe en différentes couleurs, joue volontiers avec son image reflétée dans un miroir, aime se faire caresser par l'homme et est très attentif à son hygiène. Le *doctor universalis* s'inspire en partie de son coreligionnaire brabançon Thomas de Cantimpré, mais fait honneur à sa fameuse faculté d'observation lorsqu'il explique de quelle manière le chat commence par se laver le museau avec les pattes pour ensuite lécher soigneusement l'ensemble de son pelage<sup>10</sup>.

Tout cela reste peu spectaculaire. L'élite intellectuelle – principalement ecclésiastique – d'Europe, y compris dans les régions des anciens Pays-Bas, décrit principalement, de façon pragmatique, les caractéristiques fonctionnelles du chat qui sont appréciées dans la vie de tous les jours. Il est courant de retranscrire les observations faites par d'autres plutôt que les siennes<sup>11</sup>. À la même époque, comme nous le verrons plus loin, certains de ces intellectuels trouvent dans le chat un précieux compagnon, aussi bien la journée durant leurs travaux d'écriture dans le scriptorium, que la nuit. Tout semble propice au développement d'une relation presque osmotique. Mais il se produit alors une chose terrible. Il apparaît que le chat a le diable en lui.

## DEMON ET SORCIERES. LE CHAT DIABOLIQUE

La théorie populaire selon laquelle le chat était traité de façon abominable au Moyen Âge n'est pas entièrement correcte. Ce n'est qu'à partir de la fin du XII<sup>e</sup> siècle que cet animal sera de plus en plus asso-

cié avec le Mal et le Malin et que la vie du pauvre chat deviendra un véritable calvaire<sup>12</sup>. Cette association est la conséquence de l'apparition progressive d'une véritable démonologie. De plus en plus d'érudits croient que Satan et ses suppôts sont réellement présents sur terre et influencent la vie des mortels. Aux yeux de ces démonologues, la femme est la créature par excellence dont se sert le diable pour détruire l'humanité. Les femmes qui, auparavant, n'étaient accusées que de pratiques de magie, sont désormais considérées comme des servantes du diable et doivent par conséquent être punies beaucoup plus sévèrement en tant qu'hérétiques. La haine du chat grandit parallèlement à la misogynie. On se met non seulement à personnaliser le diable et ses alliés, mais aussi à leur donner une apparence animale<sup>13</sup>. Le chat apparaît bien vite, à cet égard, comme une figure de choix. Dans sa description des rites pratiqués par diverses sectes hérétiques, le Gallois Gautier (Walter) Map, présente dans son *De Nugis Curialium* ("radotages, anecdotes de cour"), écrit entre 1181 et 1193, le diable comme un "chat noir d'une taille prodigieuse" qui s'introduit la nuit dans les lieux saints à l'aide d'une corde<sup>14</sup>. Un peu plus tard paraissent les plus anciennes représentations dans lesquelles des sorcières sous l'apparence d'un chat s'emparent des attributs masculins<sup>15</sup>. De nombreux auteurs connus ou moins connus (parmi lesquels Alain de Lille, Gervais de Tilbury, Guillaume d'Auvergne) du XIII<sup>e</sup> siècle assimilent le chat noir à la sorcière ou au diable<sup>16</sup>. Dans sa bulle papale *Vox in rama* (1233), qui est plutôt une lettre décrétale adressée à quelques évêques allemands et un chasseur de sorcières, le pape Grégoire IX place résolument le chat dans un contexte démonologique. La plus haute autorité ecclésiastique y explique comment, lors d'une réunion d'adorateurs du diable, un chat noir de la taille d'un chien moyen et la queue dressée ("des-

*cedit retrorsum ad modum canis mediocris gattus niger retorta cauda*") fut embrassé sur l'anus<sup>17</sup>.

Ce document allait ouvrir la porte à tous les excès. On voit alors proliférer les textes et représentations montrant de quelle manière le démon et les sorcières peuvent facilement prendre l'apparence d'un chat pour harceler l'espèce humaine<sup>18</sup>. Désormais, on admet sans difficulté que les chats, comme le diable, sont idolâtrés lors de réunions de sorcières et de bacchantes et orchestrent des orgies, que des chats émasculent les seigneurs de la création pour voler et dissimuler leurs parties génitales, et tuent même la nuit de jeunes enfants dans leur lit (Figure 1). Cette dernière croyance fait référence à une fable qui a toujours cours, selon laquelle des nourrissons seraient étouffés par des chats dans le berceau, alors qu'en réalité il s'agit vraisemblablement de morts subites<sup>19</sup>. L'idée que des chats aient été mis à mort pour avoir étouffé des enfants apparaît du reste, dans les anciens Pays-Bas, comme une invention née au XIX<sup>e</sup> siècle<sup>20</sup>. Des sectes hérétiques comme les Vaudois, les Manichéens, les Albigeois et les Cathares (ces derniers furent même reliés étymologiquement au chat par leurs opposants) vénéraient toutes le diable sous la forme d'un chat noir<sup>21</sup>. En 1726 encore, on peut lire dans un ouvrage polémique du prédicateur de Middelburg Jacobus Leydekker comment

"les anciens Vaudois embrassaient le postérieur d'un chat, sous l'apparence duquel, dit-on, Lucifer leur apparaissait, d'où le nom Cathari qui vient de chat"

("de oude Waldenzen kusten het agterste gedeelte van een kat, in welker gedaante, men zegt, dat Lucifer hun verscheen, daarom zynze van de Kat Cathari genaamt")<sup>22</sup>.

Dans des cas très exceptionnels, le chat est perçu comme un instrument dans les mains de Dieu pour dé-



Figure 1. Chat qui tient dans sa gueule un pénis et des testicules (Vincent de Beauvais, *Speculum doctrinale*, fin XIII<sup>e</sup> siècle; Bibliothèque publique de Bruges, mss. 251, fol. 299v).

masquer les sorcières<sup>23</sup>. C'est surtout le chat noir qui en subit les conséquences. Dans le bas Moyen Âge, la symbolique des couleurs a déjà perdu de sa substance et donne lieu à des interprétations contradictoires. Le noir est mis en relation avec la ténacité, la distinction, la solennité et l'esprit de fête. Mais la triste absence de couleurs suscite principalement des sentiments négatifs. Pour beaucoup, le noir est la couleur de la mort et du diable, de la putréfaction, de la laideur et de l'hérésie<sup>24</sup>. "Il est vrai que la couleur noire nuit beaucoup aux Chats dans les esprits vulgaires" observe en 1727 François-Augustin Paradis de Moncrif, écrivain français, poète et historiographe de la cour<sup>25</sup>.

Pour autant, il serait faux de croire que l'élite intellectuelle a imposé au peuple, de façon partielle et unilatérale, une image éloignée de toute réalité<sup>26</sup>. Dans la croyance populaire également, on admet naïvement que le chat possède des propriétés magiques. La connotation relative à la sexualité féminine – qui s'est perpétuée jusqu'à ce jour – est, en particulier, très largement répandue<sup>27</sup>. Et il n'est pas absurde de supposer que cette connotation sexuelle, précisément, a inspiré bon nombre de constructions démonologiques de la part d'ecclésiastiques peu favorables aux femmes. Le choix d'autres animaux pour la représentation du démon va dans le même sens : le coq et le bouc sont connus, eux aussi, pour leur luxure et leur instinct de procréation débridé. Certains théologiens mêlent adroitement des éléments tirés de la démonologie savante et d'autres issus du monde magique et des superstitions imaginatives du peuple. L'interaction permanente entre éléments 'savants' et populaires semble être une meilleure formulation pour expliquer le développement de l'image du chat diabolique.

La littérature démonologique du Moyen Âge débouche sur le tristement célèbre *Malleus maleficarum*. Dans ce "Marteau des sorcières" (1486), qui allait faire l'objet d'un grand nombre de réimpressions, figure un récit marquant relatant l'histoire d'un ouvrier, dans une ville de l'évêché de Strasbourg, qui s'en va couper du bois dans la forêt proche. Soudain apparaît un grand chat qui se jette sur lui. Tandis qu'il le repousse, un deuxième chat, encore plus grand, surgit. Dès qu'il tente de chasser ce dernier, il est attaqué par un troisième chat. En panique, et avec grande difficulté, il parvint finalement à repousser l'attaque en mordant à son tour les chats, l'un à la tête, l'autre dans les pattes et le troisième dans le dos. Une heure plus tard, il est arrêté comme un malfaiteur par les sergents du magistrat et amené devant le bailli. Celui-ci le fait mettre immédiatement au cachot dans l'attente de la sentence capitale. Trois jours durant, le pauvre homme crie son innocence, avant d'être enfin entendu par le bailli et d'apprendre de quoi on l'accuse. Trois jours auparavant, il aurait durement brutalisé trois femmes respectables de la ville, si bien qu'elles sont toutes trois alitées avec de graves blessures. Heureusement pour l'accusé, le magistrat finit par croire sa version des faits. Dans leur sagesse, les édiles concluent que

tout ceci est l'œuvre du diable ("*intelligentes opus Daemonis fuisse*")<sup>28</sup>. Le grand savant français Jean Bodin a repris tel quel ce récit dans sa *Démonomanie des sorcières*, l'un des ouvrages démonologiques les plus influents des XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles<sup>29</sup>. Ceci a pour conséquence que les chats, dans plusieurs pays, partagent le triste sort de milliers de femmes. Elles aussi sont pourchassées, suppliciées et brûlées vives.

Il va de soi que dans une société où savoir lire et écrire est le privilège d'une élite, tout le monde ne lit pas le *Malleus*, un traité scolastique en latin très peu accessible. La pensée démonologique telle qu'elle était professée dans le *Malleus* n'aurait laissé que peu de traces, voire pas du tout, dans les anciens Pays-Bas. Le *Malleus* n'y faisait guère autorité et n'avait qu'une influence minimale. Des auteurs ont observé que la répression des sorcières par les autorités religieuses et civiles était surtout centrée, dans ces contrées, sur des pratiques magiques largement répandues parmi la population<sup>30</sup>. Peut-être le *Malleus* – et surtout certains éléments de la démonologie savante – a-t-il exercé une influence de manière indirecte. De nombreuses versions plus populaires, y compris sous la forme de "bandes dessinées", contribueront à populariser le contenu ou des éléments du *Malleus* et à les introduire dans les procédures de justice. Une série de préjugés et de stéréotypes qui avaient cours parmi la population s'en trouvent ainsi renforcés et légitimés. Si le chat en tant qu'incarnation du diable apparaît explicitement dans de nombreux procès de sorcellerie<sup>31</sup>, on ne trouve pas trace à l'époque, dans les anciens Pays-Bas, de procès de chats ou d'exécutions de chats à proprement parler. Les animaux, au même titre que les hommes, sont pénalement responsables des faits qui leur sont imputés, mais les chats sont curieusement absents des procès d'animaux<sup>32</sup>. De surcroît, le chat diabolique s'estompe avec l'apparition d'un nombre croissant de fissures dans la construction démonologique. Le prédicateur et théologien Balthasar Bekker (1634-1698) fustige en 1691 la superstition selon laquelle des personnes peuvent se transformer en chats<sup>33</sup>. Un demi-siècle auparavant déjà, Abraham Palingh, marchand de lin et barbier-chirurgien de la ville de Haarlem, s'était engagé dans une lutte intellectuelle contre Bodin et d'autres qui voyaient dans les chats des sorcières<sup>34</sup>. Cette dernière image a continué à subsister avec ténacité dans des légendes populaires, des contes et des proverbes, où des "animaux fantômes" comme le chat noir sont restés associés à la sorcellerie et au malheur<sup>35</sup> (Figure 2).

## INVENTIVITE ARTISTIQUE. LE CHAT IMAGINAIRE

À l'aspect fonctionnel des auteurs ecclésiastiques les plus anciens se substitue donc, apparemment sans transition, un stéréotype très négatif propagé par cette même Église. Mais assez vite, des artistes vont mettre

# MALLEVS MALEFICARVM, MALEFICAS ET EARVM

hereticum fraude conterens,

EX VARIIS AVCTORIBVS COMPILATVS,  
& in quatuor Tomos iuste distributus,

QUORVM DVO PRIORES VANIS DEMONIAS  
rescribat, prestigiosos certum delosinet, septuaginta Strigimagarum  
arcumetis, hereticas etiam cum illis congressus, exaltam denique  
tam pefisera sella difpofitorem, & pofitidim compelluntur,  
Tertius Francum exortifatum ad Damocum, & Strigimagarum male-  
fica de Clafsi fidelibus pellenda; Quartus verò Arum Dillincum,  
Kordillancum, & Extrifumalem continet.

TOMVS PRIMVS:

Indica Aullerem, cepiam, rebenque legat,

Uitio nouiffima, infidels pene totalis expurgata; culque nocella Vaga  
Durofium & Complementum artis eroticice.

U'ne fuc malaris, lepibus Pytonicus, vel dabois uis fucis fpiritus, nunc moriturus;  
Lentici cap. 10.



LYODVNI.

Sumptibus CLAVDII BOVRGEAT, sub signo Mercatorij Gallie

M. DC. LXIX.

HEVM TABVLLA REGIO FICVLLA

Figure 2. Couverture du *Malleus Maleficarum*, l'édition de 1669.

fortement en doute l'image dominante du chat maudit. Ils gratifient les chats d'une série de caractéristiques, bonnes ou mauvaises, que le lecteur d'aujourd'hui contemple avec amusement ou stupéfaction. Un artiste ne crée jamais à partir de rien : “*the concrete representation of his images will always reveal features of the real world around him*”<sup>36</sup>. Les préjugés, les impressions et perceptions populaires, la lecture des *auctoritates* et, dans une mesure bien moins grande les observations personnelles, alimentent l'image du chat imaginaire en le dotant de traits de caractère humains. Cette personnification mettant l'accent sur les vices sera à la base du traitement extrêmement négatif réservé au chat, mais l'anthropomorphisme communément accepté rend possible également, par la focalisation sur les vertus, une approche positive de l'animal.

Les témoignages littéraires les plus anciens sont encore tributaires des descriptions fonctionnelles des auteurs ecclésiastiques. Dans une énigme en vers, l'abbé anglais Aldhelm de Malmesbury (640-709), évêque de Sherborne, fait l'éloge du chat qu'il qualifie de gardien fidèle et de chasseur infatigable. Les yeux qui brillent dans l'obscurité sont souvent évoqués également<sup>37</sup>. De nombreux auteurs mentionnent naturellement la capture des souris. Mais très tôt déjà, on attribue au chat, dans des *exempla*, une série de

caractéristiques souvent moralisatrices qui – jusqu'à aujourd'hui – stigmatisent l'animal<sup>38</sup>. Et l'on n'hésite pas à recourir à l'anthropomorphisme<sup>39</sup>. Egbert de Liège (vers 972-1032), dans ses proverbes, traite le chat de créature hautaine, pleine de ruse et de roublardise, qui “sait fort bien quelle barbe elle peut lécher”<sup>40</sup>. Cette maxime sera abondamment plagiée, par exemple par la plus ancienne poétesse française connue, Marie de France, mais aussi dans ce proverbe du XV<sup>e</sup> siècle, d'ailleurs très répandu aux anciens Pays-Bas : “*de catte weet wel wat baert dat sij lackt*” (le chat sait bien quelle barbe il lèche)<sup>41</sup>. Marie de France soupçonnait donc chez le chat, dans ses fables animalières (*Isopets*) de la fin du XII<sup>e</sup> siècle, une dose de roublardise, mais aussi de l'intelligence, un sens des réalités et de l'humilité<sup>42</sup>. Un peu avant, Guillaume IX, duc d'Aquitaine et troubadour occitan reconnu, était allé plus loin en évoquant “*lo gat mal et felon*”, le chat malfaisant et perfide, bref infâme. Mais cette sentence s'explique par le fait qu'un chat roux aux moustaches impressionnantes l'a violemment griffé lorsque deux dames engageantes ont mis à l'épreuve sa prétendue surdité<sup>43</sup>. Aristote, déjà, associait le chat au désir éhonté et à l'appétit sexuel débridé des femmes<sup>44</sup>. De nombreux auteurs du Moyen Âge le suivront dans cette direction<sup>45</sup>. Le goliard allemand Freidank, au début du XIII<sup>e</sup> siècle, est de ceux-là. Le chasseur redoutable – *Katzen* (chats) rime chez lui avec “*kratzen*” (gratter) – séjourne volontiers en compagnie de “jeunes souris” (“*junger miuse*”). Il déclare par ailleurs que “*Eine Metze und eine Katze leben nach gleichem Satze*”, autrement dit une traînée et un chat, c'est du pareil au même<sup>46</sup>. La capture fonctionnelle des souris du haut Moyen Âge prend ici une connotation érotique. “*Sonder mauwen muijsen*” (c'est-à-dire, chasser les souris sans faire du bruit, sans miauler) fait référence, dans les siècles qui suivent, aussi dans les anciens Pays-Bas à une relation sexuelle secrète<sup>47</sup>. Vers le milieu du XIII<sup>e</sup> siècle déjà, Thomas de Cantimpré abonde dans le même sens. Il qualifie le chat d'animal impur et déplaisant avec un comportement d'accouplement sauvage. Chose intéressante, toutefois, il ajoute un élément neuf à la représentation courante. Il n'échappe pas à la perspicacité de ce dominicain de Sint-Pieters-Leeuw près de Bruxelles qu'un chat passe 70 pour cent de son temps à dormir. Désormais, la “paresse immodérée” (*nimia pigritia*) est un autre péché associé au chat<sup>48</sup>. Le chat anthropomorphe le plus célèbre des anciens Pays-Bas illustre lui aussi cette transition vers la stigmatisation et la représentation négative. Tibert, l'infortuné matou dans l'épopée animalière *Van den vos Reynaerde* (ou le *Roman de Renart*) (vers 1200-1260?), est sage, expérimenté et rusé, en dépit de sa petite stature. Mais parce qu'il juge un savoureux repas composé de souris plus important que l'âme et le salut, il est lourdement puni pour sa gloutonnerie<sup>49</sup>. Il est tout à fait clair que dans le bas Moyen Âge, le chat était tout sauf populaire et qu'au seuil de l'époque moderne, il

ne suscite encore que peu de sympathie<sup>50</sup>. Même son aptitude à capturer les souris, autrefois glorifiée, est à présent interprétée comme fourbe et trompeuse<sup>51</sup>. Comme l'écrit le peintre flamand Karel (Carel) van Mander en 1604, les chats, comme les juges iniques, sont "souvent plus nuisibles à la maison que les souris" ("*dickwils in huys schadigher als de Muysen*")<sup>52</sup>.

Une créature fidèle et vigilante, sage et agile, mais bien plus encore vaniteuse, altière, roublarde, paresseuse, fourbe et surtout lascive : c'est avec cette réputation littéraire peu enviable que le chat entre dans les temps modernes. Cette époque retient de la précédente principalement les connotations érotiques. Que ce soit dans le théâtre ou dans la poésie des rhétoriciens, la petite chatte ("*catken*") miaulante ou la minette ("*minneken*") ronronnante désigne une femme aguichante<sup>53</sup>. C'est le cas également dans des ouvrages plus moralisateurs. Abraham a Sancta Clara (1642-1709), par exemple, parle du frôlement et de la caresse du chat ("*stryken en streelen*"), une créature langoureuse qui lèche et caresse ("*likt en streelt*")<sup>54</sup>. Dans la littérature emblématique des Pays-Bas méridionaux et septentrionaux, le chat est généralement le symbole du désir charnel, de l'avidité et de la minauderie<sup>55</sup>. C'est ainsi qu'en 1646, le jésuite poétisant Adriaan Poirters conseille aux parents de surveiller attentivement leurs filles : "on a vu plus d'une fois des petits chats venir voler furtivement la viande dans la marmite" ("*t is meer als eens gesien dat de shuypende katekens het vleesch uyt den pot stolen*")<sup>56</sup>. Son conseil avisé a aussi eu une incidence sur l'iconographie (par exemple la peinture par Nicolaes Maes, *De Luistervink* en 1657). L'époque moderne ajoute toutefois à la symbolique du chat une caractéristique positive qui n'avait été reconnue que de manière sporadique au Moyen Âge<sup>57</sup>: le chat en tant que créature indépendante par excellence et symbole de liberté. Selon une *invented tradition*, cette représentation trouverait son origine dans des éléments préchrétiens et germaniques. Cette symbolique a connu son heure de gloire pendant la Révolution française et outre la France, s'est également propagée dans les anciens Pays-Bas<sup>58</sup>. Une autre nouveauté est l'apparition du chat dans les querelles confessionnelles et les polémiques religieuses. Les catholiques sont en effet associés par leurs opposants à "*catte lecken*" (des chats qui lèchent). Les hommes d'Église qui, selon leurs opposants, mènent la vie de cocagne cloîtrés dans leur monastère, sont qualifiés de "*kloosterkatten*" ("chats de monastère")<sup>59</sup>. Rien d'étonnant à cela. Depuis le bas Moyen Âge, les gens des villes sont parfois connus sous le nom de "*stadskatten*" ("chats de la ville"). Le grand écrivain hollandais Bredero parle quant à lui des "*stee-katten*" ("chats de la ville") pour faire référence aux bourgeois urbains<sup>60</sup>.

Des sources iconographiques ont représenté les caractéristiques qui étaient attribuées au chat dans les textes littéraires. Dans les bestiaires ou les compendiums du Moyen Âge, souvent enluminés avec des animaux fabuleux et des créatures fantastiques,

le chat apparaît relativement peu, même s'il y a des exceptions, comme par exemple l'Aberdeen Bestiary, le Bodley Manuscript 533 et le Morgan Library Manuscript 890<sup>61</sup>. À partir du bas Moyen Âge et jusqu'à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, la représentation du chat symbolise des caractéristiques négatives comme l'indolence, la coquetterie, la paresse, la fourberie, la gourmandise et surtout la luxure<sup>62</sup>. Durant cette période peu favorable aux femmes et souvent misogyne, il n'est guère étonnant que le chat illustré symbolise en fait la femme sexuellement suractive et adultérine<sup>63</sup>. Lorsque l'on a un couple qui roucoule, souvent un vieux vicieux avec une jeune fille, le chat n'est jamais bien loin<sup>64</sup>. Les estampes érotiques font explicitement le lien entre la chatte et la sexualité féminine. Une gravure populaire dans les anciens Pays-Bas au début du XVII<sup>e</sup> siècle représente ainsi une petite chatte dont la patte indique le sexe d'une femme qui fait chauffer une marmite sur le feu ouvert, la robe relevée et les jambes écartées. Cette gravure était parfois représentée sur une pièce de monnaie. Elle était accompagnée d'une légende – "*Eijgen haert is gout waart*" ("il n'y a rien de tel que d'avoir un chez soi" ou "un petit chez soi vaut mieux qu'un grand chez les autres") – on ne peut plus équivoque<sup>65</sup> (Figure 3).

Mais le chat est aussi l'objet d'une allégorie peu favorable sur certaines illustrations de thèmes religieux, comme le Paradis terrestre, le Christ devant Ponce Pilate et la Dernière Cène.

Dans certains cas, un singe – autre animal perçu négativement – prend un chat sous sa protection et les deux fuient devant un chien qui jappe<sup>66</sup>. Chez David Teniers, le chat n'est honnête que s'il y a du fromage dans l'armoire<sup>67</sup>. Les scènes de cuisine de maîtres flamands tels que Frans Snyders ou de maîtres hollandais comme Willem van Mieris comportent sys-



Figure 3. Gravure érotique avec chatte et femme (début du XVII<sup>e</sup> siècle, Bibliothèque royale, Bruxelles).

tématiquement un chat farouche qui quémante – ou tout bonnement vole – de la nourriture. Sur les natures mortes avec des aliments étalés ou des garde-mangers ouverts apparaît le chat roublard, presque invisible. D'autres peintures montrent des chats se disputant sur les tables garnies de pièces de viande<sup>68</sup>. Des chats assoupis sont immanquablement présents dans les scènes de fête, où l'on boit, où l'on fait ripaille<sup>69</sup>, même s'il peut s'agir dans ce cas, bien entendu, d'un souci de réalisme. Les chats peuplaient en effet les auberges et tavernes, les salles de fête et de repas. Mais les autres aspects attribués aux chats dans la littérature sont également représentés dans les arts plastiques. Dans le contexte de la lutte entre catholiques et protestants, les catholiques sont représentés, dans les anciens Pays-Bas comme dans toute l'Europe, comme des chats. Les papes, en tant que dirigeants suprêmes des catholiques, sont ainsi présentés avec des chats sur les genoux ou sur l'épaule<sup>70</sup>. Le jeu de mots "*catte lecken*" (des chats qui lèchent) est illustré par de nombreuses estampes populaires profanes. Le chat y est montré comme une créature fourbe qui, d'un côté, lèche le visage et de l'autre, griffe la nuque et les épaules<sup>71</sup>. Cette symbolique négative est, dans certains cas, fortement personnalisée. C'est ainsi que le franciscain et humaniste Thomas Murner (1475-1537) est non seulement dépeint dans des textes comme un matou fou ("*murr-nar*"), mais est aussi illustré avec une tête de chat<sup>72</sup>.

En dehors du monde de l'art proprement dit, le chat a également été représenté dans l'héraldique, en particulier sur des heaumes et sur des blasons ou des écus. Dans toutes l'Europe, de l'Italie – et de l'État pontifical – à la Scandinavie et des Îles britanniques à l'est de l'empire des Habsbourg, des nobles ont porté le chat sur leurs écus et leurs étendards. Le chat est une figure particulièrement populaire dans les petites principautés du Saint-Empire romain. Il est généralement représenté rampant de profil (*le chat rampant ou effarouché*), quelquefois avec le gros dos (*le chat hérissé*) ou assis<sup>73</sup>. La plupart du temps, on se limite à une tête de chat, mais dans certains cas, on y ajoute des détails, comme une souris entre les dents ou un chat aux aguets près d'un trou de souris. Dans un certain nombre de familles, le choix du chat comme figure héraldique s'impose comme une évidence, l'animal apparaissant dans le nom. C'est le cas dans les familles portant des noms tels que Gatti, Le Chat, Katt, Katzbeek, Katzenstein, Katzeler, von der Katze ou, dans les anciens Pays-Bas, Boschat, Caters, Cats, Kets, Kattendijk(e), Katwijk, etc. De même, certaines familles portant un nom tel que Muijs ou Muysers (souris) semblent trouver amusant d'être associées à l'ennemi de toujours du rongeur qui agrémentent leur nom<sup>74</sup>. Dans les cas où la justification ne réside pas dans le nom, le porteur du blason se réfère sciemment à certaines caractéristiques de l'animal auxquelles il souhaite être associé<sup>75</sup>. L'indépendance et la liberté sont ici nommées explicitement<sup>76</sup>. Le fait que la plu-

part des figures étaient en sable (noir) plus qu'en argent (blanc) ou or (jaune) montre que l'on était loin de l'idée du chat démoniaque. Les propriétaires non seulement portent leur blason avec fierté, mais emportent la symbolique jusque dans la mort. En témoignent les écussons funéraires et les épitaphes de la famille noble de Caters à 's-Gravenwezel, près d'Anvers. On y trouve deux matous dressés sur leurs pattes qui toisent hardiment le spectateur et qui tiennent un écu sur lequel sont représentés trois autres chats<sup>77</sup>. On retrouve le chat également sur des heaumes. Leonard Micault, seigneur de Buizingen, possédait vers 1600 un heaume avec un chat argenté tenant dans sa gueule une souris noire<sup>78</sup>. Le chat était aussi présent, bien entendu, dans les noms donnés aux gens simples. Les enfants abandonnés que l'on trouvait à un endroit associé à un chat étaient surnommés *katteken*, c.-à-d. "petit chat"<sup>79</sup>.

Le chat imaginaire prend vie également dans la toponymie, même si le toponyme "kat" et ses variantes germaniques donnent lieu, depuis déjà des décennies, à des problèmes d'interprétation parmi les toponymistes dans divers pays<sup>80</sup>. Le chat a laissé des traces dans des noms de places, de canaux fossés, de terrains, de bois, de champs et de prairies, de ruisseaux et de mares, des noms de rues, de maisons et de brasseries, sur des enseignes d'auberges et de magasins. Chaque commune avait sa "joli nom significatif" ("*mooie betekenisvolle benaming*")<sup>81</sup>, sa rue du chat (*kattenstraat*) ou rue du matou (*katerstraat*) ou l'une ou l'autre brasserie dénommée le Chat (*de Kat*), le grand Chat (*de grote Kat*), le petit Chat (*de kleine Kat*), le Chat sauvage (*de wilde Kat*), etc., autant d'appellations destinées, bien entendu, à rendre gloire à l'animal partout présent pour éloigner la vermine des stocks de grain<sup>82</sup>. Sur les enseignes, les minous et autres matous, à l'instar de bien d'autres animaux, sont également très populaires, représentés dans des couleurs variées (bigarré, rouge, noir, doré) et dans diverses poses et situations (dansant, capturé, chassant, éternuant, prêchant, jouant avec une souris, pêchant, etc.)<sup>83</sup>. Il y avait aussi aux anciens Pays-Bas, sous la forme des "*drie valsche dieren*", la variante du "trio de Malice" de Troyes, composé d'un singe, d'un chat et d'une femme<sup>84</sup>. Le chat héraldique est par contre absent sur les sceaux, de même que sur les armoiries communales, contrairement à de nombreux autres animaux. Ceci vraisemblablement en raison du fait qu'aucun nom de commune, en Belgique, ne fait directement référence au chat, ceci contrairement aux Pays-Bas où pourtant une commune telle que Katwijk, pas plus que d'autres communes ou hameaux (Kathoek, Katham, Kattendijke, Katwoude), ne porte de chat dans ses armoiries. La commune de Katwoude utilise néanmoins un cachet où est représenté un chat au repos sur une branche d'arbre<sup>85</sup>.

La description de trois aspects essentiels dans la relation entre l'homme et le chat nous mène à présent au XVII<sup>e</sup> siècle. Pour un groupe limité de chats,



une amélioration va se dessiner au cours de ce siècle, à la fois en termes de réputation et de traitement de l'animal. Mais pour l'immense majorité de la population féline, la réalité quotidienne restera placée sous le signe de la survie, parfois dans des conditions épouvantables. Ces deux aspects seront abordés dans une deuxième partie.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier pour leurs conseils et leurs suggestions: Luc Devriese, Brecht Dewilde, Johan Poukens, Johan Van Heesch, Leen Van Molle, Raymond Van Uytven et Johan Verberckmoes.

## NOTES

- <sup>1</sup> Comme a remarqué le professeur Lagrou, "Le terme de "Pays-Bas" prête à confusion dans sa traduction française. En néerlandais, *Nederlanden* ou *Lage Landen*, expressions plurielles, définissent les dix-sept provinces avant la séparation de 1581 à la différence de *Nederland*, mot au singulier qui désigne le pays réunissant les sept provinces du Nord après 1581, et dont le nom est traduit en français par Pays-Bas. La confusion n'existe pas en anglais où l'on distingue *the Netherlands* et *the Low Countries*" (Pieter Lagrou, *Mémoires patriotiques et Occupation nazie: Résistants, requis et déportés en Europe occidentale, 1945-1965*, Paris-Bruxelles, Éditions Complexe, 2003, p. 307, note 5). Dans cette étude j'utiliserai l'expression "anciens Pays-Bas" comme un synonyme du terme anglais *Low Countries*.
- <sup>2</sup> Tom De Roo, "Mens en hond in de Antwerpse gebodboeken, eind 15de tot eind 18de eeuw: een casestudie naar mens-dier relaties in een stedelijke omgeving", *Volkskunde. Driemaandelijks Tijdschrift voor de Studie van het Volksleven*, n° 108, 2007, p. 347.
- <sup>3</sup> Leviticus XI, 1-8 et Deuteronomium XIV, 4-8. À l'exception d'un passage obscur sur les chats volants dans le livre Baruch, VI, 21. Voir sur ce sujet Rainer Kampling, "Vom Streicheln und Nutzen der Katze. Die Wahrnehmung der Katze bei christlichen Autoren von der Spätantike bis zum 12. Jahrhundert", in Rainer Kampling (dir.), *Eine seltsame Gefährtin. Katzen, Religion, Theologie und Theologen*, Frankfurt am Main, P. Lang, 2007, pp. 95-96.
- <sup>4</sup> Gerardus Joannes Nahuys, Jacob Van Nuys Klinkenberg, *De Bijbel, door beknopte uitbreidingen en ophelderende aenmerkingen verklaerd*, Amsterdam, Johannes Allart, 1781, t. 3, pp. 92-93.
- <sup>5</sup> Dans le *liber XII* consacré aux *de animalibus*, Paragraphe 2 concernant *de bestiis*, versets 38 et 39: "*Musio appellatus, quod muribus infestus sit. Hunc vulgus cattum a captura vocant. Alii dicunt, quod catta, id est videt. Nam tanto acute cernit ut fulgore luminis noctis tenebras superet. Unde a Graeco venit cattus, id est ingeniosus, ἀπὸ τοῦ καίεσθαι*". Voir [http://penelope.uchicago.edu/Thayer/L/Roman/Texts/Isidore/12\\*.html#3](http://penelope.uchicago.edu/Thayer/L/Roman/Texts/Isidore/12*.html#3) (site consulté en décembre 2014). L'information disponible sur ce site est basée sur Wallace Martin Lindsay (éd.), *Isidori Hispanensis Episcopi Etymologiarum sive Originum*, Oxford, Oxford University Press, 1911, 2 vol.
- <sup>6</sup> Dans la traduction par Willem van Bentum, "Een kat in het nauw", *Tiecelijn*, n° 17, 2004, p. 68 et R. Kampling, "Vom Streicheln", art. cit., p. 111. Voir aussi Laurence Bobis, *Une histoire du chat*, Paris, Seuil, "Points. Histoire, 356", 2006, p. 97.
- <sup>7</sup> Helmut Boese (éd.), *Thomas Cantimpratensis Liber de Natura Rerum. Editio princeps secundum codices manuscriptos*, Berlin, 1973, t. 1, pp. 151-152, art. LXXVI.
- <sup>8</sup> Elco Verwijs (éd.), *Jacob van Maerlant's Naturen bloeme*, 1<sup>re</sup> éd., Groningen, J.B. Wolters, "Bibliotheek van Middelne-

- derlandsche letterkunde", 1878; Arnhem 1980, reprint, p. 126; Ludo Jongen, *Over Viervoeters. Jacob van Maerlant, Amersfoort-Bruges*, Bekking & Blitz, 2011, pp. 77-78.
- <sup>9</sup> Guy Guldentops, Carlos Steel, "Critical Study: The Leonine Edition of 'De spiritualibus creaturis'", *Recherches de théologie et philosophie médiévales. Forschungen zur Theologie und Philosophie des Mittelalters*, n° 68, 2001, p. 199; Ludger Bilke, "Was heißt hier Katze? Untersuchungen zum Namen der Katze", in Rainer Kampling (dir.), *Eine seltsame Gefährtin. Katzen, Religion, Theologie und Theologen*, Frankfurt am Main, P. Lang, 2007, pp. 87-88.
  - <sup>10</sup> Pierre Jammy (éd.), *Beati Alberti Magni De Animalibus lib. XXVI*, Lyon, 1651, t. 6, p. 603.
  - <sup>11</sup> Laurence Bobis, *Contribution à l'histoire du chat dans l'Occident médiéval. Etude critique des sources*, thèse diplômée d'archiviste-paléographe Ecole Nationale des Chartes, Paris, 1990, 3 vol. Ci-après, je cite le résumé du même titre in *Ecole Nationale des Chartes. Positions des thèses soutenues par les élèves de la promotion de 1990 pour obtenir le diplôme d'archiviste paléographe*, Paris, 1990, pp. 17-28.
  - <sup>12</sup> Caroline Everaert, *Dierenopvattingen en -voorstellingen in de stand van de kennis in de 13de eeuw*, mémoire de licence KU Leuven, département d'histoire, Louvain, 2003-2004.
  - <sup>13</sup> Raymond Van Uytven, *De papegaai van de paus. Mens en dier in de Middeleeuwen*, Louvain-Zwolle, Davidsfonds, 2003, pp. 75 et 152.
  - <sup>14</sup> "*descenditque per funem appensum in medio mire magnitudinis murelegus niger*" (Montague Rhodes James (dir.), *Walter Map. De Nugis Curialium*, Oxford, Clarendon Press, 1914, p. 57).
  - <sup>15</sup> Renilde Vervoort, "De zaak van de gestolen fallussen", *Millennium. Tijdschrift voor Middeleeuwse Studies*, n° 22, 1, 2008, p. 46.
  - <sup>16</sup> Philippe Menard, "La tête maléfique dans la littérature médiévale, étude d'une croyance magique", in Peter V. Davies, Angus J. Kennedy (dir.), *Rewards and Punishments in the Arthurian Romances and Lyric. Poetry of Medieval France*, Woolbridge, D.S. Brewer, 1987, p. 91; L. Bobis, *Une histoire du chat, op. cit.*, pp. 199-201; W. Van Bentum, "Een kat", art. cit., p. 71.
  - <sup>17</sup> R. Kampling, "Vom Streicheln", art. cit., p. 96; Bernd-Ulrich Hergemöller, "Vox in Rama: Die Dämonisierung des schwarzen Katers", in Rainer Kampling (dir.), *Eine seltsame Gefährtin. Katzen, Religion, Theologie und Theologen*, Frankfurt am Main, P. Lang, 2007, pp. 149-176; Alan Charles Kors, Edward Peters (dir.), *Witchcraft in Europe, 400-1700. A Documentary study*, 2<sup>e</sup> éd., Philadelphia, 2001, pp. 114-116; Carmelo Madaloni, "La bolla di Gregorio IX e l'olocausto del gatto nero", in *IV Congresso Italiano di Storia della Medicina Veterinaria Grugliasco (Torino), Italia, 8-11 Settembre 2004*, Turin, 2004, pp. 383-390.
  - <sup>18</sup> R. Vervoort, "De zaak", art. cit., pp. 57-58.
  - <sup>19</sup> Gina Spadafori, Paul D. Pion, *Katten voor dummies*, Nijmegen, Pearson Education Benelux, 2006, p. 317; Kiki Vleeschouwers, *Dr. Vleeschouwers' Kattenboek*, Tiel, Lannoo, 1992, p. 124.
  - <sup>20</sup> Joseph Bernard Canaert, Jean Baptiste Madou, *Bijdragen tot het oude strafregt in België*, Bruxelles, B. Van Kempen, 1829, p. 325.
  - <sup>21</sup> James A. Serpell, "The domestication and history of the cat", in Dennis C. Turner, Patrick Bateson (dir.), *The domestic cat. The biology of its behaviour*, Cambridge, Cambridge University Press, 1988, p. 155; Michael C. Thomsett, *Heresy in the Roman Catholic Church: A History*, Jefferson (NC), McFarland, 2011, p. 82.
  - <sup>22</sup> Jacobus Leydekker, *De hervormde kerk andermaal verdedigt in 't gemeen tegen het pausdom*, Middelbourg, M. Schryver, 1726, livre non paginé, "Aanspraak".
  - <sup>23</sup> Laurence Bobis, "Chasser le naturel... L'utilisation exemplaire du chat dans la littérature médiévale", in Jacques Berlioz, Marie Anne Polo de Beaulieu (dir.), *L'animal exemplaire au Moyen Age. V<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècle*, Rennes, Presses universitaires, 1999, pp. 239-240.
  - <sup>24</sup> Raymond Van Uytven, "Rood-wit-zwart: kleurensymboliek en kleursignalen in de Middeleeuwen", *Tijdschrift voor Geschiedenis*, n° 87, 1984, pp. 449, 453, 462, 469.
  - <sup>25</sup> Georges Grappe (éd.), *F. A. Paradis de Moncrif, Histoire des chats (1727). Edition ornée d'un portrait-frontispice avec une*

- Introduction*, Paris, 1909, p. 89.
- <sup>26</sup> Marcel Gielis, "Magie in het oude hertogdom Brabant. Een onderzoek naar de heksenwaan en de waan der historici", in Marco Mostert, Albert Demyttenaere (dir.), *De betovering van het middeleeuwse christendom. Studies over ritueel en magie in de middeleeuwen*, Hilversum, Verloren, 1995, p. 265; Guido Marnef, "Between religion and magic: an analysis of witchcraft trials in the Spanish Netherlands, seventeenth century", in Peter Schäfer, Hans Gerhard Kippenberg (dir.), *Envisioning magic. A Princeton seminar and symposium*, Leiden-New York-Cologne, Brill, 1997, pp. 235-236, 249; Merry E. Wiesner-Hanks, *Christianity and Sexuality in the Early Modern World. Regulating Desire, Reforming Practice*, Londres-New York, Routledge, 2000, p. 264.
- <sup>27</sup> Robert Darnton, *The Great Cat Massacre and Other Episodes in French Cultural History*, 2<sup>e</sup> éd., New York, Basic Books, 2009, p. 95.
- <sup>28</sup> L'histoire se trouve dans *pars II, quaestio I, cap. IX*. J'ai utilisé l'édition par N. Bassaeus (Basse): Jacobus Sprenger, Henricus Institoris, *Malleus maleficarum: De Lamiis Et Strigibus, Et Sagis, Aliisque Magis & Daemoniacis*, Frankfurt, 1588, pp. 308-309.
- <sup>29</sup> Jean Bodin, *De la Démonomanie des sorcières*, Paris, Chez Jacques du Puys, 1581, pp. 97-98.
- <sup>30</sup> Hans de Waardt, Willem de Blécourt, "De regels van het recht. Aantekeningen over de rol van het Gelderse hof bij de procesvoering inzake toverij, 1543-1620", *Bijdragen en Mededelingen Vereniging Gelre*, n° 80, 1989, p. 28; Marijke Gijswijt-Hofstra, "Toverij in Zeeland, een status quaestionis", in Willem De Blécourt, Marijke Gijswijt-Hofstra (dir.), *Kwade mensen. Toverij in Nederland*, Amsterdam, P.J. Meertens Instituut, 1986, pp. 107-151; M. Gielis, "Magie in het oude hertogdom", art. cit., pp. 263-313; Fernand Vanhemelryck, *De criminaliteit in de ammanie van Brussel van de late middeleeuwen tot het einde van het Ancien Régime (1404-1789)*, Bruxelles, "Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België. Klasse der Letteren", 43, 97", 1981, pp. 84 et 86; Fernand Vanhemelryck, *Heksenprocessen in de Nederlanden*, Louvain, Davidsfonds, 1982, p. 30.
- <sup>31</sup> Jos Monballyu, "Met de duivel op stap in Kortrijk. Heksenprocessen in 1598-1606 als symptoom van een harde tijd", *De Leiegouw*, n° 54, 2012, pp. 65, 68 et 89; Anne-Laure van Bruaene, "Revolted Beasts: Animal Satire and Animal Trials in the Dutch Revolt", in Walter S. Melion, Bret Rothstein, Michael Weemans (dir.), *The Anthropomorphic Lens. Anthropomorphism, Microcosmism and Analogy in Early Modern Thought and Visual Arts*, Leiden, Brill, 2015, p. 36.
- <sup>32</sup> J. Brants, "Over dierenprocessen", *Dietsche Warande en Belfort*, n° 120, 9, 1975, pp. 703-706; Edward Payson Evans, *The Criminal Prosecution and Capital Punishment of Animals*, 7<sup>e</sup> impression, Clark (NJ), The Lawbook Exchange, 2006 (1<sup>ere</sup> impression, 1906); Louis Th. Maes, *Vijf eeuwen stedelijk strafrecht. Bijdrage tot de rechts- en cultuurgeschiedenis der Nederlanden*, Anvers-La Haye, De Sikkell, 1947, p. 479; Jos Monballyu, "Van vuylle fayten ieghen de nature. Bestialiteitsprocessen in het graafschap Vlaanderen op het einde van de 16de eeuw en het begin van de 17de eeuw", *Biekorf*, n° 100, 2000, pp. 160-161; ; A.-L. van Bruaene, "Revolted Beasts", p. 32; F. Vanhemelryck, *De criminaliteit in de ammanie, op. cit.*, pp. 339-340; Tom Verschaffel, "Het varken (sus scrofa). Over misdadige dieren en hun verdiende loon", *De Brabantse Folklore en Geschiedenis*, n° 282, 1994, pp. 109-120.
- <sup>33</sup> Balthasar Bekker, *De betoverde wereld, zynde een grondig ondersoek van 't gemeen gevoelen aangaande de geesten (...)*, Amsterdam, Daniel van den Dalen, 1691, t. 3, p. 12.
- <sup>34</sup> Abraham Palingh, *'t Afgerukt mom-aansicht der tooverye (...)*, 2<sup>e</sup> éd., Amsterdam, Andries van Damme, 1725, pp. 154, 167.
- <sup>35</sup> Lieven Cumps, "Resultaten van het sagenonderzoek in het Nederlandse taalgebied", *Volkskunde. Driemaandelijks Tijdschrift voor de Studie van het Volksleven*, n° 73, 1972, pp. 34, 26, 41 et 59; Thomas Daniëls, "Resultaten van het sagenonderzoek in het Nederlandse taalgebied", *Volkskunde*, n° 73, 1972, p. 140; Anne-Marie Viaene-Devynck, "Resultaten van het sagenonderzoek in het Nederlandse taalgebied", *Volkskunde*, n° 73, 1972, p. 316; Pieter-Jacob Harrebomée, *Spreekwoordenboek der Nederlandsche taal of Verzameling van Nederlandsche spreekwoorden en spreekwoordelijke uitdrukkingen van vroegeren en lateren tijd*, Utrecht, Kemink en zoon, 1870, t. 3, p. 247.
- <sup>36</sup> Raymond Van Uytven, "Cloth in Medieval Literature of Western Europe", in Negley B. Harte, Kenneth Ponting (dir.), *Cloth and Clothing in Medieval Europe. Essays in Memory of Professor E.M. Carus-Wilson*, Londres, Heinemann Educational Books, "Pasold Studies in Textile History, 2", 1983, p. 152 et dans le même sens: Raymond Van Uytven, "L'ange Gabriel et le perroquet, selon Boccace", in Alex Vanneste, Peter De Wilde, Saskia Kindt, Joeri Vlemings (dir.), *Memoire en temps advenir. Hommage à Theo Venckeleer*, Louvain-Paris-Dudley (MA), Peeters, 2003, p. 189.
- <sup>37</sup> R. Kampling, "Vom Streicheln", art. cit., p. 107.
- <sup>38</sup> L. Bobis, "Chasser le naturel", art. cit., pp. 227-232.
- <sup>39</sup> *Ibidem*, pp. 236-237.
- <sup>40</sup> "ad cuius veniat scit cattus lingere barbam" (Ernst Voigt (éd.), *Egberts von Lüttich. Fecunda Ratis. Zum ersten Mal herausgegeben auf ihre Quellen zurückgeführt und erklärt*, Halle, Max Niemeyer Verlag, 1889, p. 4; Friedrich Seiler, *Deutsche Sprichwörterkunde*, München, Beck Verlag, 1922, t. 4, p. 86).
- <sup>41</sup> Eric De Bruyn, "The Cat and the Mouse (or Rat) on the Left Panel of Bosch's Garden of Delights Triptych: an Iconological Approach", *Jaarboek Koninklijk Museum voor Schone Kunsten Antwerpen*, 1991, p. 40. Pour Marie de France: "Bien seit chaz ki barbe il lecche" (R. Howard Bloch, *The Anonymous Marie de France*, Chicago, The University of Chicago Press, 2003, pp. 153-154).
- <sup>42</sup> R. Howard Bloch, *The Anonymous Marie, op. cit.*, pp. 125, 144, 154, 179, 194 et 196; voir aussi S. Amer, *Ésope au féminin: Marie de France et la politique de l'interculturalité*, Amsterdam, Atlanta (GA), Editions Rodopi, 1999, pp. 160-161, 166.
- <sup>43</sup> William De Witt Snodgrass, "The ladies with the cat", in Robert Kehew (dir.), *Lark in the morning. The verses of the troubadours. A bilingual edition*, Chicago, The University of Chicago Press, 2005, pp. 32 et 33.
- <sup>44</sup> Laurinda S. Dixon, *Perilous chastity: women and illness in pre-Enlightenment art and medicine*, New York, Cornell University Press, 1995, pp. 70-71.
- <sup>45</sup> L. Bobis, "Chasser le naturel", art. cit., pp. 234-235.
- <sup>46</sup> Wilhelm Grimm, *Freidank*, 2<sup>e</sup> éd., Göttingen, Verlag der Dieterichschen Buchhandlung, 1860, pp. 88 et 89; Karl Simrock, *Freidanks Bescheidenheit. Ein Laienbrevier*, Stuttgart, Gottaschen Buchhandlung, 1867, p. 122.
- <sup>47</sup> E. De Bruyn, "The Cat and the Mouse", art. cit., pp. 34-37.
- <sup>48</sup> H. Boese, *Thomas Cantimpratensis, op. cit.*, p. 151, art. LXXVI.
- <sup>49</sup> Francis Lulofs (éd.), *Van den vos Reynaerde. Kritische editie met woordverklaring, commentaar en tekstkritische aantekeningen en een inleiding*, Hilversum, Verloren, "Middel nederlandse tekstedities, 9", 2001, pp. 106-107; Wytze Hellinga, "Het laatste woord is aan Firapeel", in Hans Van Dijk, Paul Wackers (dir.), *Pade crom ende menichfoude. Het Reynaert onderzoek in de tweede helft van de twintigste eeuw*, Hilversum, Verloren, 1999, pp. 47-48.
- <sup>50</sup> Emmanuelle Rassart-Eeckhout, "Le chat, animal de compagnie à la fin du Moyen Âge? L'éclairage de la langue imagée", dans Liliane Bodson (dir.), *L'animal de compagnie: ses rôles et leurs motivations au regard de l'histoire. Journée d'étude Université de Liège, 23 mars 1996*, Liège, Université de Liège, "Colloques d'histoire des connaissances zoologiques, 8", 1997, pp. 95-118.
- <sup>51</sup> De nombreux exemples dans E. De Bruyn, "The Cat and the Mouse", art. cit., pp. 44-46.
- <sup>52</sup> Carel Van Mander, *Het Schilder-boeck (facsimile van de eerste uitgave)*, Utrecht, Davaco Publishers, 1969, f° 130r°.
- <sup>53</sup> E. De Bruyn, "The Cat and the Mouse", art. cit., p. 43.
- <sup>54</sup> Abraham Van Sancta Clara, *De gekheyt der wereldt, wyselyk beschreven en kluchtig vertoont (...)*, Amsterdam, G. Tielenburg, 1721, pp. 126 et 460; Abraham Van Sancta Clara, *Judas den aarts-schelm (...)*, Amsterdam, J. Wolters en J. Pauli, 1716, p. 402.
- <sup>55</sup> Karel Porteman, *Inleiding tot de Nederlandse emblemataliteratuur*, Groningen, Wolters-Noordhoff, "Nieuwe literaire verkenningen", 1977, pp. 46 et 101.
- <sup>56</sup> Eddy de Jongh, *Tot lering en vermaak. Betekenissen van Hol-*

- landse genrevoorstellingen uit de zeventiende eeuw, Amsterdam, Rijksmuseum, 1976, p. 149. Il a utilisé un proverbe connu à l'époque, dans ce cas par Johan de Brune en 1636 : "Les chats à l'affût ne sont pas bêtes : ils retirent la viande de la marmite" ("De luygend' Katten zijn niet bot, zij halen 't vleysjen uyt de pot").
- <sup>57</sup> L. Bobis, "Chasser le naturel", art. cit., pp. 231-232.
- <sup>58</sup> Annick Boesmans, "Huisdieren", *Volkskunde Driemaandelijks Tijdschrift voor de Studie van het Volksleven*, n° 85, 1984, p. 154; James Leith, "Ephemera: civic education through images", in Robert Darnton, Daniel Roch (dir.), *Revolution in print. The press in France, 1775-1800*, Berkeley-Los Angeles-Londres, University of California Press, 1989, p. 273; Sam Segal, *Jan Davidsz de Heem en zijn kring*, La Haye, Sdu, 1991, p. 217; Maurizio Viroli, *La théorie de la société bien ordonnée chez Jean-Jacques Rousseau*, Berlin-New York, De Gruyter, 1988, p. 122.
- <sup>59</sup> Andreas Bässler, *Sprichwortbild und Sprichwortschwank. Zum Illustrativen und Narrativen Potential von Metaphern in der deutschsprachigen Literatur um 1500*, Berlin, De Gruyter, 2003, p. 103.
- <sup>60</sup> Fokke Veenstra (éd.), *G.A. Bredero's Griane met fragmenten uit het volksboek van Palmerijn*, Culembourg, Tjeenk Willink, 1973, p. 184; Jörg Rogge, "Ehrverletzungen und Entehrungen in politischen Konflikten in spätmittelalterlichen Städten", in Klaus Schreiner, Gerd Schwerhoff (dir.), *Verletzte Ehre. Ehrkonflikte in Gesellschaften des Mittelalters und der frühen Neuzeit*, Cologne, Böhlau Verlag, "Norm und Struktur : Studien zum sozialen Wandel in Mittelalter und früher Neuzeit, 5", 1995, p. 120, note 45.
- <sup>61</sup> R. Kampling, "Vom Streicheln", art. cit., p. 111; W. Van Bentum, "Een kat", art. cit., p. 68. Voir aussi les exemples chez Laurence Bobis, *Contribution à l'histoire, op. cit.*, p. 26. Généralement: Baudouin Van den Abeele (dir.), *Bestiaires médiévaux. Nouvelles perspectives sur les manuscrits et les traditions textuelles*, Louvain-la-Neuve, Brepols, "Publications de l'Institut d'Études Médiévales. Textes, études, congrès, 21", 2005 et Sophie Van den Bossche, *Vupiz est beste tricheresse. De middeleeuwse mentaliteit ten opzichte van dieren aan de hand van bestiaaria*, mémoire de licence Université de Gand, département d'histoire, Gand, 2002. Pour un aperçu ("The Medieval Bestiary"): <http://bestiary.ca/beasts/beatgallery213.htm#> Site consulté en juin 2014.
- <sup>62</sup> Paul Adriaensen, *Iconografie van de honingbij in de Lage Landen. Bijenkunst en bijensymboliek in het straatbeeld en toegankelijke gebouwen*, Amsterdam-Apeldoorn, Maklu, 1998, p. 193; Eric De Bruyn, "Het Madrileense Tafelblad: een iconografische benadering", *Jaarboek Koninklijk Museum voor Schone Kunsten Antwerpen*, 1991, p. 19.
- <sup>63</sup> E. De Bruyn, "The Cat and the Mouse", art. cit., p. 26. Les exemples qui suivent sont empruntés à des sources iconographiques. J'ai fait, à l'aide du formulaire de recherche (BALaT, le moteur de recherches des bases de données), une recherche dans la photothèque en ligne de l'Institut royal du Patrimoine Artistique (désormais IRPA): [http://balat.kikirpa.be/search\\_photo.php](http://balat.kikirpa.be/search_photo.php). Ci-après je cite le "numéro d'objet" de l'illustration.
- <sup>64</sup> IRPA 40000184 (David Teniers, Vieil homme et jeune fille (1635)).
- <sup>65</sup> Bibliothèque royale de Belgique, Cabinet des Médailles, médailler D. Il s'agit d'une gravure du début du XVII<sup>e</sup> siècle. La monnaie sous-jacente est un sou d'argent de Frise frappé entre 1582 et 1625. Il existait plusieurs variantes de l'illustration. Avec mes remerciements au Professeur Johan Van Heesch (Bibliothèque royale et KU Leuven).
- <sup>66</sup> IRPA 20020710 (Derick Baegert, Le Christ devant Pilate (ca 1500). Volet gauche du triptyque de la passion (*Passionsaltar*) de l'église de Saint Laurent à Cologne).
- <sup>67</sup> *Bruegel. Une dynastie de peintres* (Europalia 80 Belgique), Bruxelles, 1980, p. 274 et p. 275, n° 13.
- <sup>68</sup> IRPA 20026152, 20026155, 20026158, 50005219.
- <sup>69</sup> Voir les exemples par Adriaen Brouwer, Jacob Jordaens, Jan Miense Molenaer, Cornelis Hermansz. Saftleven, William van Herp, Justus van Huysum, Adriaen van Ostade (IRPA 158673 20029072, 20025734, 40000542, 40005449).
- <sup>70</sup> *Ketters en papen onder Filips II. Het godsdienstig leven in de tweede helft van de 16de eeuw*, 2<sup>e</sup> éd., Utrecht, Rijksmuseum Het Catharijneconvent, 1986, p. 174; André Bauwens et alii (dir.), *Opstand en verval. Aspecten van het dagelijkse leven in het Brugse tijdens de laatste decennia van de 16de eeuw*, Bruges, J. Herrebout, 1987, p. 149; Élisabeth Foucart-Walter, Pierre Rosenberg, *The painted cat. The cat in western painting from the fifteenth to the twentieth century*, New York, Rizzoli, 1988, p. 14.
- <sup>71</sup> Maurits De Meyer, *Volksprenten in de Nederlanden 1400-1900*, Amsterdam, Scheltema en Holkema, 1970, p. 107, image n° 97.
- <sup>72</sup> Markus Thureau, "Ein Katholischer Kater. Zur Polemik Thomas Murners", in Rainer Kampling (dir.), *Eine seltsame Gefährtin. Katzen, Religion, Theologie und Theologen*, Frankfurt am Main, P. Lang, 2007, pp. 177-206.
- <sup>73</sup> Johannes Baptist Rietstap, *Handboek der wapenkunde*, Gouda, G.B. Van Goor, 1857, p. 178.
- <sup>74</sup> Un sondage basé sur un large échantillon dans Johannes Baptist Rietstap, *Armorial général, contenant la description des armoiries des familles nobles et patriciennes de l'Europe, précédé d'un dictionnaire des termes du blason*, Gouda, G.B. Van Goor, 1861, *passim*.
- <sup>75</sup> Stefaan Hublou, "Van trouwe paarden, ongewenste otters en verweerde valken. De heren van Beersel en de hertogen van Brabant in hun houding tegenover dieren (ca. 1405-1580)", *De Brabantse Folklore en Geschiedenis*, n° 270, 1991, p. 125.
- <sup>76</sup> Marc de Vulson, *La science héroïque, traitant de la noblesse, de l'origine des armes, de leurs blasons (...)*, Paris, S. Cramoisy, 1644, p. 286.
- <sup>77</sup> *Obiits & rouwgebruiken bij de adel. Rouwborden in de Sint-Catharinakerk te 's-Gravenwezel*, La Haye, Heemkring De Drie Rozen, 2002, pp. 36, 44 et 45; Luc Duerloo, Paul Janssens, *Wapenboek van de Belgische adel*, Bruxelles, Crédit communal, 1992, t. 4, ill. 2709-2710, planche 543; Fernand de Ryckman de Betz, *Armorial général de la noblesse belge*, Liège, H. Dessain, 1957, p. 119.
- <sup>78</sup> A.M.M. Bal, "Geschiedenis van Huizingen", *De Brabantse Folklore*, n° 147, 1960, p. 218.
- <sup>79</sup> Louis De Man, *Vondelingen en hun naamgeving*, Leuven, Instituut voor Naamkunde, "Anthroponymica Onomastica neerlandica, 7", 1956, p. 12 cite un exemple pour Louvain: "inventus in platea felium" (1786).
- <sup>80</sup> Gert Karsten, *Noordhollandse plaatsnamen*, Amsterdam, Jacob van Campen, 1951, p. 58; Rob Rentenaar, *Groeten van elders. Plaatsnamen en familienamen als spiegel van onze cultuur*, Naarden, Strengholt, 1990, pp. 29-30. Le toponyme néerlandais *kat* a ainsi pu être mis en relation avec un quai ou avec une ouverture étroite, une petite ruelle, un chenal étroit, à l'image du "Kattegat" entre le Danemark et la Suède. Par déduction, *kat* désignait quelque chose de petit ou dérisoire, une chose insignifiante, souvent avec une connotation péjorative teintée de mépris. Dans l'est du Brabant flamand, on trouve une série de noms de rue qui ont cette signification (par exemple Paul Kempeneers, *Oost-Brabantse plaatsnamen. 8. Waanrode*, Leuven, Instituut voor Naamkunde, 1998, p. 18; Paul Kempeneers, *Tiense plaatsnamen*, Tienen, P. Kempeneers, 1987, t. 2, p. 281; Paul Kempeneers, "Toponymie van Attenrode-Wever. Een geschiedkundige en toponymische studie", *Handelingen van de Koninklijke Commissie voor Toponymie & Dialectologie*, n° 79, 2007, p. 288; Paul Kempeneers, *Toponymie van Landen*, Leuven, Instituut voor Naamkunde, "Nomina Geographica Flandrica. Studiën en Monografieën uitgegeven door het Instituut voor Naamkunde te Leuven. Monografieën, 17", 2000, p. 156). Mais une tout autre signification était possible également, le terme *kat* (chat) ou *kater* (matou) renvoyant à la terminologie du siège et de la fortification. Un *kat(er)* pouvait en effet désigner soit un engin de guerre, soit un bouclier de siège ou un mur de défense (Clifford J. Rogers (dir.), *The Oxford Encyclopedia of Medieval Warfare and Military Technology*, Oxford, Oxford University Press, 2010, pp. 138, 326, 370. Voir aussi Willem Bilderdijk, *Geschiedenis des vaderlands*, Amsterdam, P. Meyer Warnars, 1833, t. 3, p. 232; Nicolaes van Rooswyck, *Korte historische aantekeningen, wegens het voorgevallene in de spaansche belegering der stad Haarlem in de jaaren 1572 en 1573 (...)*, Haarlem, Marshoorn en Van Assendelft, 1739, p. 46; Johannes Gerrit Willem Merkes, *Het beleg van Maastricht in 1579: Met geschied- en Krygskundige aantekeningen*, Arn-

hem, W.J. Thieme, 1827, pp. 92 et 94). À Ostende, le *Groote Kat* (grand chat) désignait une esplanade en hauteur où prenait place l'artillerie (Jules De Saint Genois, *Het kasteel van Wildenborg of de Spaansche muitelingen bij het beleg van Ostende (1604)*, La Haye, De Gebroeders Belinfante, 1846, t. 1, pp. 33-34, 160, 170). À Louvain, la *cattestraete* devait son nom à une enceinte de terre qui, durant la période française (à partir de 1794), aurait été traduite par erreur "rue des chats" (Kathia Glabeke, *Wat leert de straat? Leuvense straatnamen toegelicht*, Leuven, Peeters, 2011, p. 119, note 1). Pourtant, on trouve l'expression "*platea felium*" bien plus tôt (voir note 79). Même lorsque les noms avaient ces significations alternatives, ils faisaient allusion en définitive à l'animal : une rue à peine assez large pour laisser passer un chat, des engins de siège qui évoquaient les caractéristiques ou l'apparence du chat, etc. Le chat lui-même était donc une importante source de motivation et d'inspiration dans la formation de ces microtoponymes. Mais il existe également une hypothèse selon laquelle le toponyme "*kat*" renvoie non à l'animal, mais à la vase ou la boue: Magda Devos, "Valse katten in het Meetjesland", in *Vriendenboek Luc Stockman*, Eeklo, Van Hoestenbergh, 1998, pp. 107-109; Magda Devos, "Betekenis en motivering van enkele diernamen in de toponymie", *Naamkunde*, n° 34, 2002, pp. 218-220. Sa thèse

est appuyée par Bram Vannieuwenhuyze, "Katten en wolven, modder en mensen. Twee diernamen in middeleeuws Brussel", in Johan De Caluwé, Jacques Van Keymeulen (dir.), *Voor Magda. Artikelen voor Magda Devos bij haar afscheid van de Universiteit Gent*, Gand, Academia Press, 2010, pp. 765-766.

<sup>81</sup> Edward Amter, "Leuvensche straatnamen", *Mededeelingen uitgeg. Door de Vlaamse Toponymische Vereeniging te Leuven*, n° 8, 2, 1932, p. 33.

<sup>82</sup> D'autres entreprises ont aussi, parfois, reçu ce nom. Il y avait à Amsterdam, au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, des savonneries nommées "de Kat" (Johan Engelbert Elias, *De vroedschap van Amsterdam 1578-1795*, reprint, Amsterdam, N. Israel, 1963, t. 1, p. 492).

<sup>83</sup> Jacob Van Lennep, Jan Ter Gouw, *De uithangteekens in verband met geschiedenis en volksleven beschouwd*, Amsterdam, Gebroeders Kraay, 1868, t. 2, pp. 332, 345-346.

<sup>84</sup> Frans De Potter, *Het boek der vermaarde uithangborden*, Gand, F. La Fontaine, 1861, p. 22; Albert Rutgeerts, *Vlaamsche uithangborden en gevelsteenen*, Bruxelles, De Burcht, "Irmin reeks, 3", 1843, p. 19; Alice Morse Earl, *Stage-coach and tavern days*, New York-Londres, Macmillan, 1901, p. 160.

<sup>85</sup> Klaas Sierksma, *De gemeentewapens van Nederland*, Anvers-Utrecht, Het Spectrum, 1960, pp. 79 et 201.

## Tandheelkunde bij het paard in de 21<sup>e</sup> eeuw Deel 1. Afwijkingen van het paardengebit

*Equine dentistry in the 21<sup>st</sup> century  
Part 1. Dental pathology in the horse*

E. Pollaris, L. Vlaminck

Vakgroep Heelkunde en Anesthesie van de Huisdieren  
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, België

Elke.pollaris@ugent.be  
Lieven.Vlaminck@ugent.be

### SAMENVATTING

Het preventief onderzoeken en behandelen van het paardengebit geraakt stilaan meer ingeburgerd. Hoe meer men kijkt, hoe meer men bewust wordt van de hoge prevalentie aan gebitspathologieën. Zowel de kennis, de diagnostiek als de behandelingsmogelijkheden van deze problemen zijn de laatste jaren sterk geëvolueerd. Dit eerste artikel in een reeks over de moderne tandheelkunde bij het paard vertrekt vanuit het normale gebit om daarna stil te staan bij de klinische aspecten van de verschillende afwijkingen. In de volgende artikels zal ingegaan worden op de diagnostische mogelijkheden, alsook de verschillende facetten van de behandeling van uiteenlopende gebitsproblemen.

### ABSTRACT

Horse owners and veterinary surgeons have become aware of the necessity of performing regular dental check-ups in the horse. This has led to the understanding that the prevalence of dental pathology can be very high. In the last decade, equine dentistry has undergone an enormous progress due to advances in scientific knowledge, diagnosis and options of treatment. This first article in a series of papers on modern equine dentistry starts from the normal anatomy of the equine dentition to describe the diverse clinical aspects of dental abnormalities.

### INLEIDING

Doorgedreven wetenschappelijk onderzoek en het beschikbaar komen van een steeds meer gespecialiseerd instrumentarium hebben ervoor gezorgd dat het belang van een gezond en goed onderhouden paardengebit naar waarde kan ingeschat worden. Preventieve gebitsverzorging vormt geen uitzondering meer in de paardengeneeskunde alhoewel er toch nog veel ruimte blijft voor evolutie. We beseffen nu dat een gegeven paard wel in de mond moet gekeken worden aangezien deze dieren meesters zijn in het maskeren van gebitsproblemen. Veel problemen blijven symptomeloos tot er een bepaalde graad van (vaak irreversibele) schade ontstaat, waarvoor dan toch een oplossing moet gevonden worden (Tremaine en Casey, 2012). Gebitsproblemen kunnen zich op verschillende manieren en tijdstippen manifesteren. Zowel de algemene gezondheidstoestand (vermageren, dof haar-

kleed, spijsverteringsproblemen, conditieverlies), het kauwproces (anorexie, inefficiënt kauwen), alsook de rijcapaciteiten (bitproblemen) kunnen hierin betrokken zijn (Dixon en Dacre, 2005; Easley en Tremaine, 2011).

### HET NORMALE PAARDENGEBIT

Om alle aspecten van gebitsproblemen bij het paard goed te kunnen begrijpen is het belangrijk om over een grondige kennis van het normale gebit te beschikken. Tandten worden veelal niet meer geïdentificeerd met hun anatomische benaming (bv. I1, PM4, M2), maar er wordt eerder gebruik gemaakt van het zogenaamd 'gewijzigde Triadan systeem' (Vlaminck et al., 1999). Hierbij krijgt elke tand een driecijferig getal toegewezen. Het eerste cijfer vertegenwoordigt de kaakhelft of het kwadrant. Beginnend in de

rechterbovenkaak wordt in wijzerszin verder genummerd van 1 tot 4 (melktanden van 5 tot 8). De volgende twee cijfers bepalen de unieke positie van elke tand binnen het kwadrant ('01 tot '11) (Figuur 1).

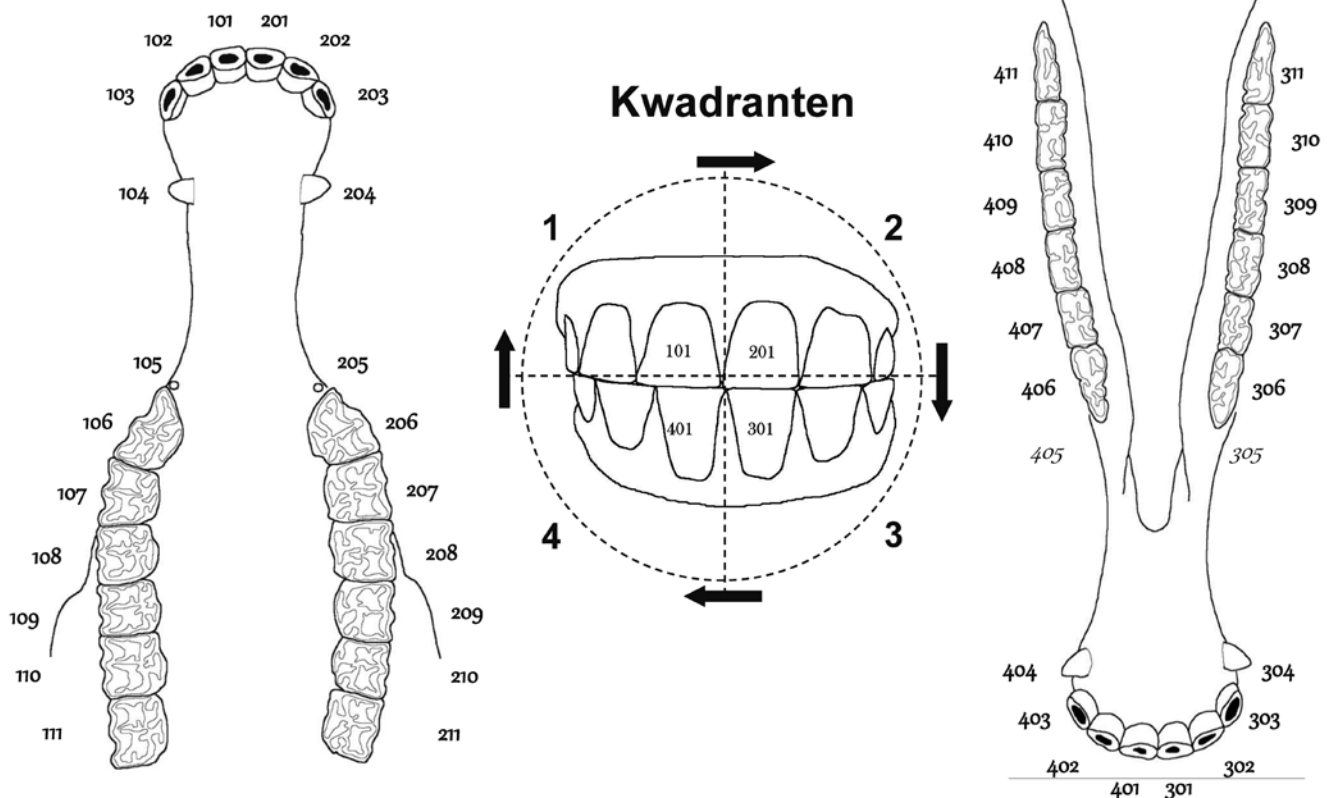
Het melkgebit bevat in iedere kaakhelft drie snijtanden ('01, '02 en '03) en drie premolaren ('06, '07 en '08), wat een volledig melkgebit op 24 tanden brengt. Bij het volwassen paard bevat elk kwadrant naast drie snijtanden en drie premolaren, ook drie molaren ('09, '10 en '11), eventueel aangevuld met een haaktand ('04) en/of een wolfstand ('05), wat een definitief gebit op minimaal 36 en maximaal 44 tanden brengt.

De hypsodonte tanden kenmerken zich enerzijds door een lange kroon waarvan het grootste deel (reservekroon) in het kaakbeen ingebed zit, en anderzijds een continue eruptie (2 tot 3 mm per jaar), wat een antwoord biedt op de voortdurende slijtage waaraan ze blootgesteld worden (Dixon en du Toit, 2011). De maaltanden binnen een kwadrant zijn alle even lang en sluiten perfect op elkaar aan, waardoor ze als één geheel kunnen functioneren tijdens het kauwen. Het kauwvlak van de maaltanden is niet plat maar vormt een variabele hoek van 10-30° die ontstaat onder invloed van de anatomisch smallere onderkaak ten opzichte van de bovenkaak en het typisch cirkelvormige kauwpatroon (Brown et al., 2008). Het ruwe kauwvlak van een individuele maaltand ontstaat door de verschillende slijtage-eigenschappen van de drie bouwstenen van de tand (dentine, email en cement), waarbij het email het meest prominent boven het op-

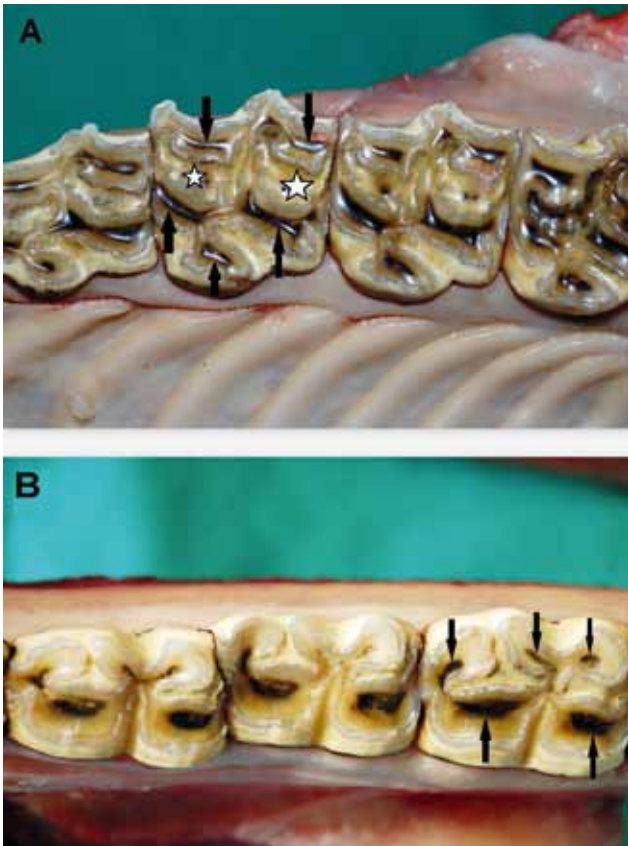
pervlak uitsteekt. Het kauwvlak van de snijtanden en de maxillaire maaltanden bevat bovendien één (snijtand) of twee (maaltand) zogenaamde infundibulae of glazuurbekers, wat het aandeel van het slijtvaste email binnen dit kauwoppervlak aanzienlijk vergroot. Voor de aanmaak van deze bouwstenen en om de tand vitaal te houden is de aanwezigheid van bloedvaten, lymfevaten en zenuwen noodzakelijk. Deze bevinden zich in de structuren rond de tand (peridontaal ligament, alveolair botweefsel), maar ook in het pulpaweefsel van de tand. Vanuit een aanvankelijk gemeenschappelijke pulpakamer ontspringen verschillende pulpahoorns die zich elk via een pulpakanaal uitstrekken in de richting van het kauwoppervlak. Het aantal pulpahoornen verschilt tussen tanden. De snijtanden bezitten één pulpahoorn, elementen '07 tot en met '10 bevatten ieder vijf pulpahoornen, elk '06-element en het mandibulaire '11 bevatten er zes, terwijl het maxillaire '11-element zeven pulpahoornen telt (Windley et al., 2009; Kopke et al., 2012). Op het kauwvlak zijn de posities van de verschillende pulpahoornen zichtbaar als de bruin gekleurde tandsterren (Figuur 2).

## ONTWIKKELINGSSTOORNISSEN VAN HET PAARDENGEBIT

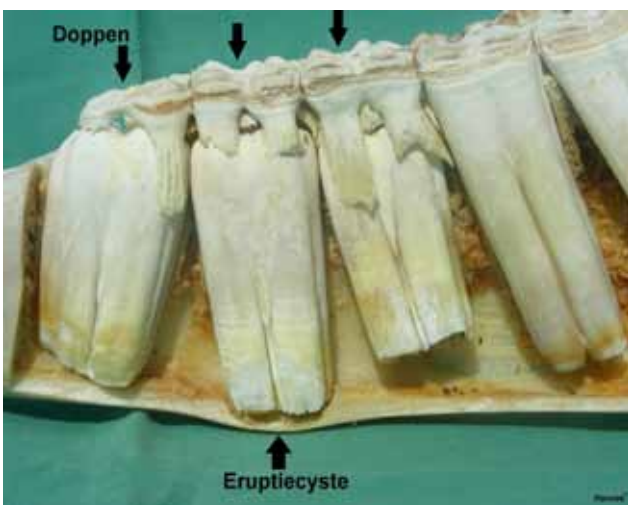
De meest frequent voorkomende ontwikkelingsstoornis van het paardengebit is het persisteren van melktanden. Een definitieve melksnijtand zal vaak achter (linguaal of palataal) de melksnijtand tevoor-



Figuur 1. Het gewijzigde triadansysteem. Een nummeringssysteem voor het paardengebit (Vlaminck et al., 1999).



**Figuur 2.** A. Bovenaanzicht van een maxillaire maaltand. Een maxillaire maaltand is vierkant van vorm, behalve de '06 en '11, die een meer driehoekig aspect hebben. Het kauwvlak bevat twee infundibula (ster) en meerdere tandsterren (pijl). B. Bovenaanzicht van een mandibulaire maaltand. De mandibulaire maaltanden zijn minder breed ten opzichte van de maxillaire maaltanden, waardoor ze meer rechthoekig zijn. Ook op hun kauwvlakken zijn meerdere tandsterren aanwezig (pijl).



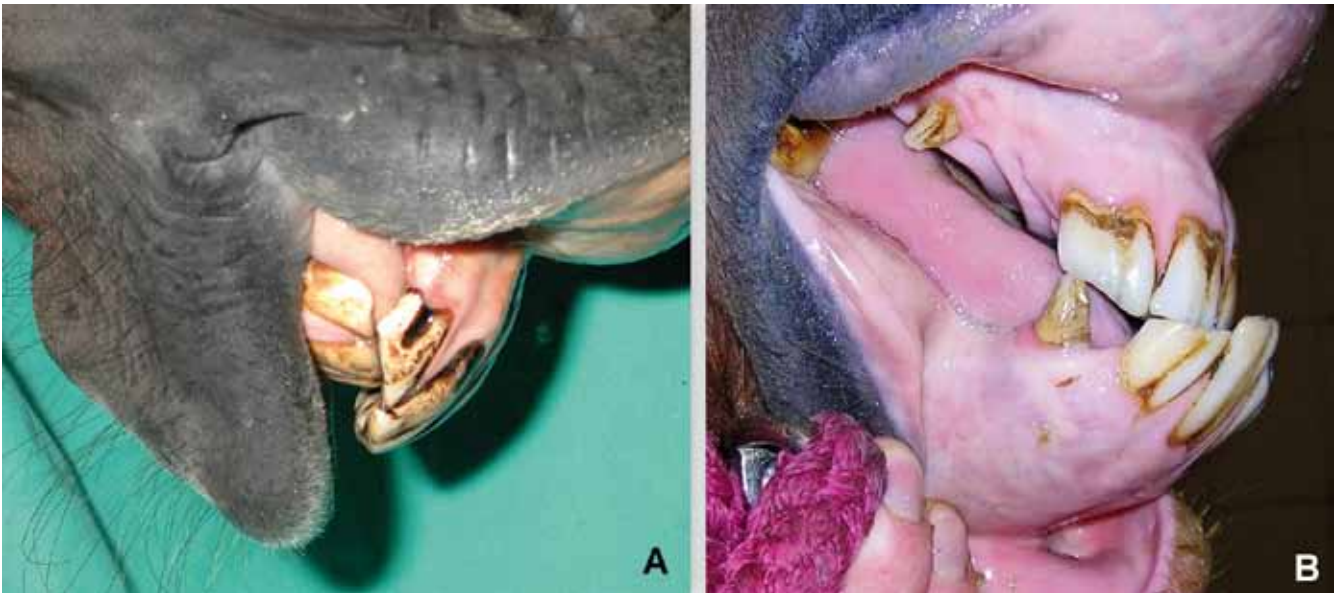
**Figuur 3.** Doppen en eruptiecyste onderkaak. Zijaanzicht van de maaltanden van de linkermandibula na het verwijderen van de laterale cortex. Ter hoogte van elementen 306, 307 en 308 zijn er 'doppen' aanwezig. Op het niveau van element 307 heeft zich apicaal een normale eruptiecyste ontwikkeld (Hannes<sup>©</sup>).



**Figuur 4.** Malpositie tanden en periodontitis. Elementen 409 en 410 nemen een afwijkende positie in de tandenrij in. Tussen beide bestaat een diastema met secundaire parodontitis door voedselopstapeling.

schijn komen, maar kan ook andere posities innemen. Persistierende melkpremolaren of doppen kunnen het eruptiepatroon van de onderliggende maaltanden belemmeren, waardoor een meer uitgesproken harde verdikking ter hoogte van onder- of bovenkaak ontstaat (Figuur 3). Zolang deze symmetrisch voorkomen en niet gepaard gaan met lokale tekenen van ontsteking (warmte, pijn, opzetting regionale lymfeklieren) kan dit als een normaal fysiologisch proces aanzien worden (NL: eruptiecyste, Engels: eruption bumps). Persistierende doppen verhogen echter de kans op de ontwikkeling van een apicale infectie (Dixon en Dacre, 2005) of kunnen leiden tot malpositie (rotatie, buccale of linguale/palatale verplaatsing) van definitieve maaltanden en dus afwijkingen in het occlusie- en slijtagepatroon (Figuur 4). Beide pathologieën worden het meest frequent gezien ter hoogte van element '08 in de onderkaak. Het klinisch belang van persistierende melksnijtanden is veel geringer alhoewel zij eveneens occlusieproblemen kunnen veroorzaken met een afwijkend slijtagepatroon tot gevolg.

Het definitieve gebit van voornamelijk ponyrassen kan slecht gepositioneerde maaltanden bevatten die het gevolg zijn van de relatief beperktere ruimte die in de kaken voorzien is in verhouding tot de grootte van de tanden. In het algemeen hebben mandibulaire maaltanden driemaal zoveel kans om een afwijkende



**Figuur 5. A. Overbeet. B. Onderbeet.**

positie in te nemen dan maxillaire maaltanden. Mandibulair elementen '09 en '10 zijn het frequentst betrokken (Dixon et al., 1999b).

Teveel (polydontie) of te weinig tanden (hypodontie) wordt relatief zelden aangetroffen. Ook deze afwijkingen zorgen voor een abnormaal occlusievlak dat resulteert in een afwijkend slijtagepatroon. Een typisch voorbeeld van polydontie is de bilaterale aanwezigheid van een extra (7<sup>e</sup>) maaltand (Triadan '12) achter de laatste maaltand in boven- en/of onderkaak (Quinn et al., 2005). Naast een abnormaal slijtagepatroon kan deze afwijking tevens aanleiding geven tot het ontstaan van een diepe infectie van de parodontale weefsels door aanwezigheid van een diastema. Extra tanden kunnen echter ook een willekeurige positie in de mond innemen, zowel binnen als buiten de tandenrij (Dixon et al., 1999b; Dixon et al., 2005).

Brachygnathie en prognathie zijn aangeboren afwijkingen waarbij één van beide kaken respectievelijk te kort of te lang is. Dit uit zich voornamelijk ter hoogte van de snijtanden waar verschillende gradaties van occlusie kunnen aangetroffen worden (Verwilghen en Vlaminck, 2010). Wanneer de voorrand van de maxillaire snijtanden meer naar voor staat ten opzichte van de mandibulaire terwijl de achterrand nog contact maakt, wordt gesproken van "overjet". Men spreekt van overbeet wanneer er geen contact meer is tussen snijtanden (Figuur 5A). De omgekeerde situatie in de onderkaak wordt respectievelijk "underjet" en onderbeet genoemd (Figuur 5B). Deze afwijkende occlusiepatronen kunnen eveneens aanwezig zijn ter hoogte van de maaltanden. Zonder behandeling leidt dit tot overgroeiing van deze tanden die geen slijtage ondervinden. Zo zullen er zich bij een paard met overbeet overgroeiingen ontwikkelen van alle maxillaire snijtanden, de voorrand van de maxillaire '06- en de achterrand van de mandibulaire '11-elementen

(Dixon et al., 1999a) (Figuur 6). Deze kunnen slijmvliesletsels in de mond veroorzaken en verhinderen de normale rostrocaudale beweging van de onder- en bovenkaak ten opzichte van elkaar. Onvoldoende slijtage van de centrale snijtanden ('01) bij een overjet leidt tot een convex aspect ('smile'-patroon) van het occlusievlak van de snijtanden.

#### SLIJTAGESTOORNISSEN VAN HET PAARDEN- GEBIT

De aanwezigheid van scherpe emailpunten is de meest voorkomende pathologie van het paardengebit (Figuur 7). Ze ontwikkelen zich voornamelijk aan de buccale zijde van de maxillaire en de linguale zijde van de mandibulaire maaltanden. Zachte voeding speelt een belangrijke predisponerende rol door een gedaalde benutting van het kauwoppervlak (Carmalt en Allen, 2006). Deze scherpe punten kunnen pijnlijke letsels veroorzaken in het slijmvlies van de wang of tong met verzet tijdens het rijden of een verminderde kauwefficiëntie tot gevolg.

Gelokaliseerde overgroeiingen van individuele tanden zijn eveneens het gevolg van onvoldoende slijtage en kunnen resulteren in slijmvlieslaesies of interfereren met de biomechanica van het kauwproces. Belemmering van een vlotte rostrocaudale beweging van de onderkaak ten opzichte van de bovenkaak kan tevens aanleiding geven tot rijtechnische klachten. Voorbeelden zijn 'haakvorming' op de eerste of laatste maaltanden secundair aan brachygnathie/prognathie, en een gelokaliseerde overgroeiing van een maaltand door het verlies van een tegenoverliggend element (trapgebit) (Figuur 8A). In plaats van een uitgesproken haak(je) op de voorzijde van een '06 element, kan zich ook een meer glooiende overgroei-



ing ontwikkelen die men aanduidt met de term ‘schiensans’ (Engels: ramp).

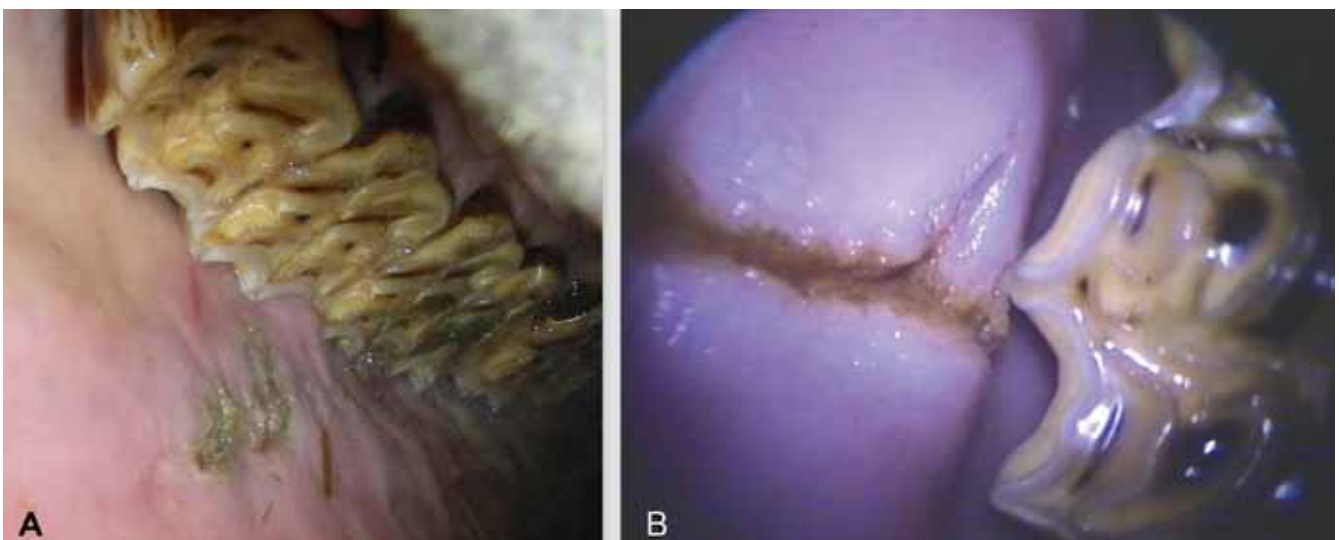
Een schaargebit en een golfgebit zijn meer generaliseerde overgroeiingen (Dixon et al., 2011). Het eerste wordt gekenmerkt door een opvallend scherpe kauwvlakhoek over de volledige lengte van twee tegenoverliggende kwadranten (Figuur 8B). Het wordt meestal unilateraal gezien, gelinkt aan een pijnproces dat unilateraal kauwen veroorzaakt, waardoor de tanden aan de schaargebitkant nauwelijks slijten. Een golfgebit wordt gekenmerkt door een overgroeiing van enkele opeenvolgende tanden. Daardoor ontstaat een golfvormig patroon. Men treft dit vaak bilateraal aan en wordt toegeschreven aan verschillen in eruptietijden tussen gelijkaardige tanden in onder- en bovenkaak (Dixon et al., 2000a). Ook verschillen in hardheid van individuele elementen wordt hieraan gelinkt (Kilic et al., 1997a; 1997b). Paarden kunnen perfect functioneren met een golfgebit, maar deze afwijking wordt wel geassocieerd met een hogere kans op de ontwikkeling van parodontale problemen. De

veranderde biomechanische belasting van de tanden door de aanwezigheid van slijtagestoornissen kan aanleiding geven tot positieveranderingen met het ontstaan van diastemata en secundaire parodontitis (Baker, 1970; Ramzan, 2010) (Figuur 4).

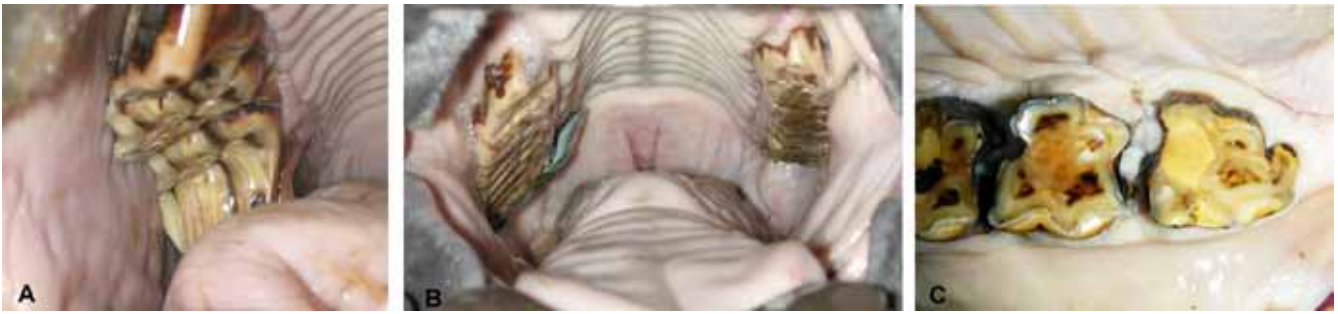
De kleine dwarsrichels die aanwezig zijn op het kauwvlak van het maaltandenplateau kunnen bij sommige paarden een meer uitgesproken karakter ontwikkelen, waardoor de rostrocaudale bewegingsmogelijkheden van de onderkaak tijdens het rijden op dezelfde manier belemmerd wordt als bij de aanwezigheid van haken. Deze aandoening wordt in de Engelse terminologie aangeduid als ‘accentuated/excess transverse ridges’ (ATR of ETR) (Figuur 6). Het belang hiervan werd tot op heden niet wetenschappelijk bewezen (Tremaine, 2013). Het tegenovergestelde proces treedt op bij geriatrische paarden (> 20j). De transversale kammen verdwijnen volledig, waardoor de tanden een glad kauwvlak krijgen (“smooth mouth”) (Figuur 8C). Hierdoor wordt de maalcapaciteit van het gebit enorm gereduceerd.



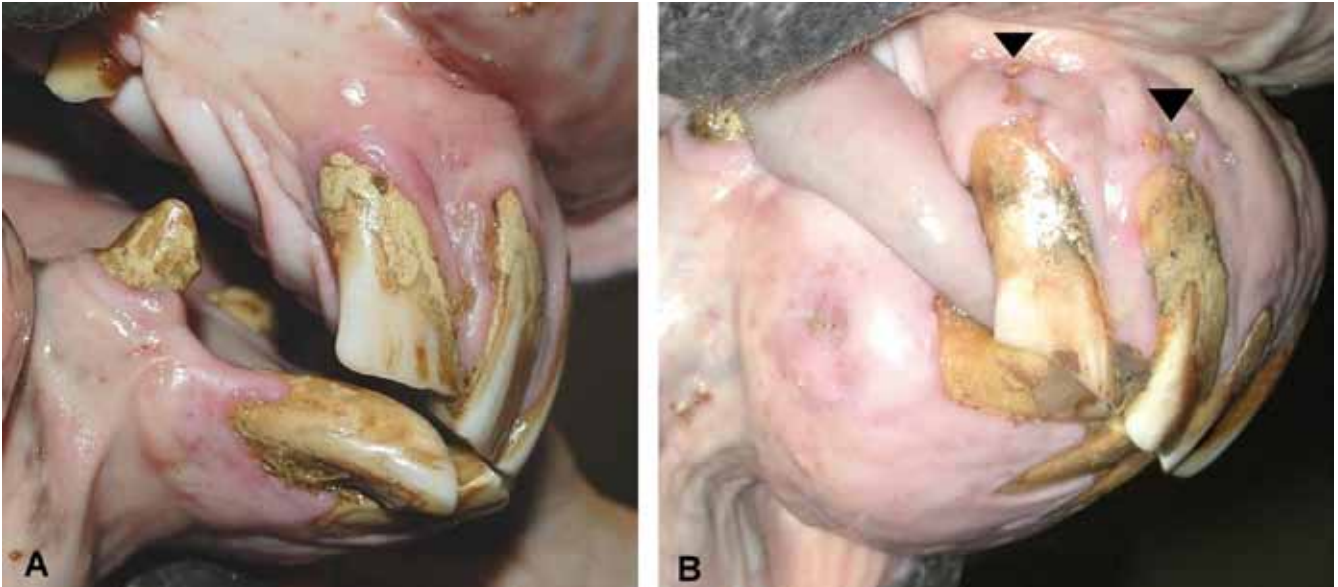
**Figuur 6.** Haak. Gelocaliseerde overgroeiing ter hoogte van de voorrand van element 106 (witte pijl). Op verschillende plaatsen vertoont het kauwvlak uitgesproken dwarsrichels (ATR) (\*) en parodontitis gekenmerkt door tandvleesretractie, subgingivale pockets en voedselopstapeling (zwarte pijlkop).



**Figuur 7.** Scherpe emailpunten. A. Scherpe emailpunten met correlerende wanglaesies. B. Intraoraal camerabeeld.



**Figuur 8.** Slijtagestoornissen van het paardengebit. A. Trapgebit. B. Unilateraal schaargebit. C. “Smooth mouth” (af-tands gebit).



**Figuur 9.** EOTRH. A. Beeld gekenmerkt door tandvleesretractie, tandsteenvorming, verhoogde mobiliteit van snijtanden en beginnende fistulatie. B. Hypercementosebeeld door proliferatie van perifeer cement ter hoogte van de reservekroon van de snijtanden. Tevens tandvleesretractie, tandsteenvorming en fistulatie doorheen het tandvlees (pijlpunt).

## DIASTEMATA EN PARODONTALE INFECTIE

De ruimte tussen twee aanpalende tanden (interproximale ruimte) is in normale omstandigheden onbestaande omdat de tanden tijdens hun continue eruptieproces naar elkaar toe groeien en een nauw aansluitende tandenrij vormen (Dixon en du Toit, 2011). Indien de interproximale ruimte zich ontsluit, wordt er gesproken van een diastema (Figuur 4). Voedsel dat hierin vast komt te zitten zal door een fermentatieproces ontsteking van het tandvlees veroorzaken (gingivitis). Het tandvlees trekt zich daardoor terug van z'n aanhechting aan de tand en doet een zogenaamde ‘subgingivale pocket’ ontstaan. Zonder behandeling tast de ontsteking geleidelijk alle parodontale weefsels aan (parodontaal ligament, alveolair botweefsel, buitenste cementlaag van de tand), waardoor tanden los komen te staan, een andere positie innemen en finaal voortijdig verloren gaan. Dit probleem wordt minder frequent aangetroffen ter hoogte van de snijtanden. Indien dit optreedt ter hoogte van de snijtanden, is het bijna altijd bij geriatrische patiënten. Ter hoogte van de maaltanden wordt dit echter heel frequent gezien en is het de belangrijkste reden voor het

paard om propfen te maken. Bij meer dan 60% van de paarden ouder dan 15 jaar wordt parodontitis aangetroffen (Baker, 1970). Primaire of congenitale diastemata kunnen reeds in het melkgebit aangetroffen worden. Deze zijn het gevolg van een ontwikkelingsstoornis waarbij de maaltanden meer parallel ten opzichte van elkaar groeien of wanneer de embryonale kiemen zich te ver uit elkaar ontwikkelen. Secundaire of verworven diastemata ontstaan secundair aan andere slijtagestoornissen (golfgebit, trapgebit, gelokaliseerde overgroeiing, door slecht gepositioneerde tanden) (Collins en Dixon, 2005; Dixon, 2006a). Diastemata kunnen zich eveneens ontwikkelen als gevolg van het verouderingsproces van het gebit. Men spreekt dan van seniele diastemata. Diastemata worden eveneens onderverdeeld in open en gesloten diastemata. Deze laatste zijn klinisch belangrijker aangezien ze het voedsel vasthouden tussen de tanden (synoniem: klepdiastrama) (Carmalt en Wilson, 2004). Op het kauwvlak tegenover een diastema kan een uitgesproken transversale kam (ATR) ontstaan door een gebrek aan slijtage. Deze duwen het voedsel dieper in het diastema en dragen zo bij tot het onderhouden van het probleem.

### “EQUINE ODONTOCLASTIC TOOTH RESORPTION AND HYPERCEMENTOSIS” (EOTRH)

“Equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis” (EOTRH) is een aandoening die wel eens verward wordt met parodontitis. Deze traag evoluerende en irreversibel destructieve aandoening van de snijtanden en haaktanden wordt gerapporteerd bij paarden vanaf 12 jaar, alhoewel het meer frequent bij geriatrische patiënten gevonden wordt. Het gaat gepaard met een intern resorptieproces van de tanden en osteomyelitis van het alveolaire botweefsel, soms gecombineerd met de afzetting van grote hoeveelheden tandcement (hypercementosis) (Staszuk et al., 2008). De exacte etiopathogenese is vooralsnog onbekend alhoewel overmatige belasting van de snijtanden en de aanwezigheid van spirochaeten als mogelijke predisponerende factoren beschreven worden (Schrock et al., 2013; Sykora et al., 2013). Vaak beginnend bij de buitensnijtanden (‘03) kenmerken de eerste symptomen zich door gingivitis, tandvleesretractie en de ontwikkeling van kleine fistels (Figuur 9). Bij verdere progressie van de aandoening komen tanden los te staan, ontstaan pathologische fracturen en/of gaan de snijtanden spontaan verloren.

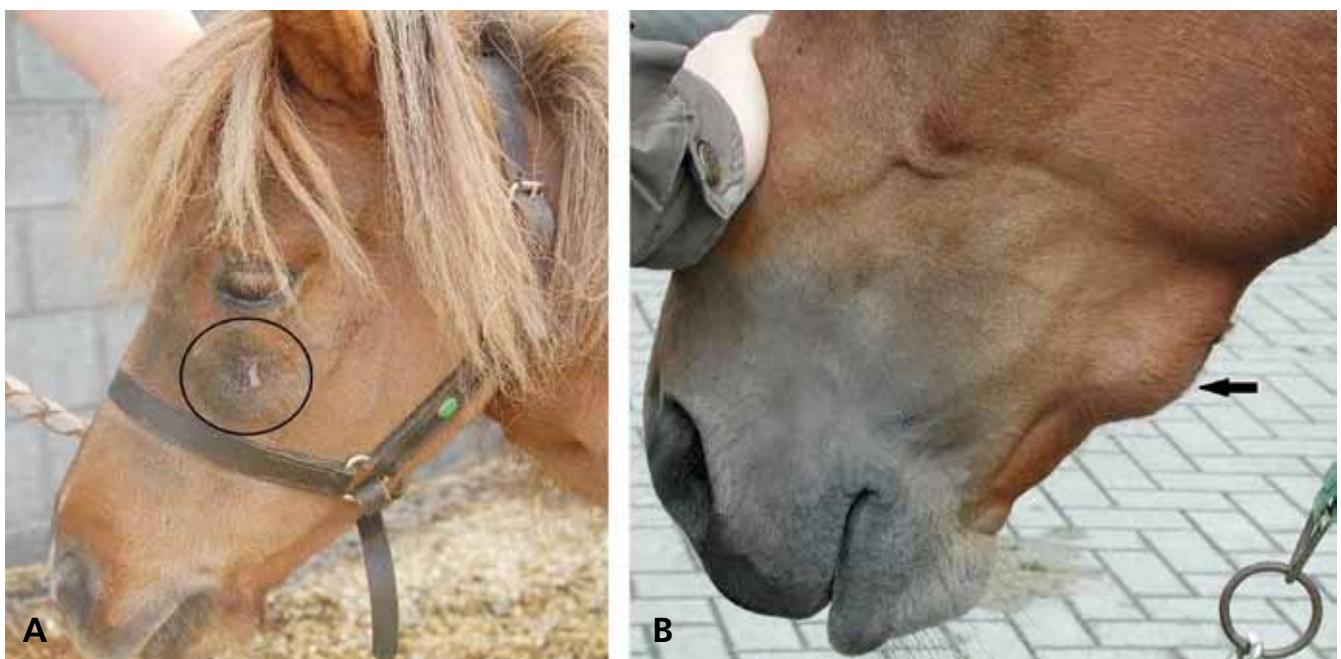
### APICALE INFECTIE

Apicale infecties worden voornamelijk aangetroffen bij maaltanden, terwijl dit bij snijtanden en haaktanden eerder uitzondering is. Dergelijke infecties tasten de omliggende ondersteunende structuren aan zoals het parodontale ligament, het alveolair botweef-

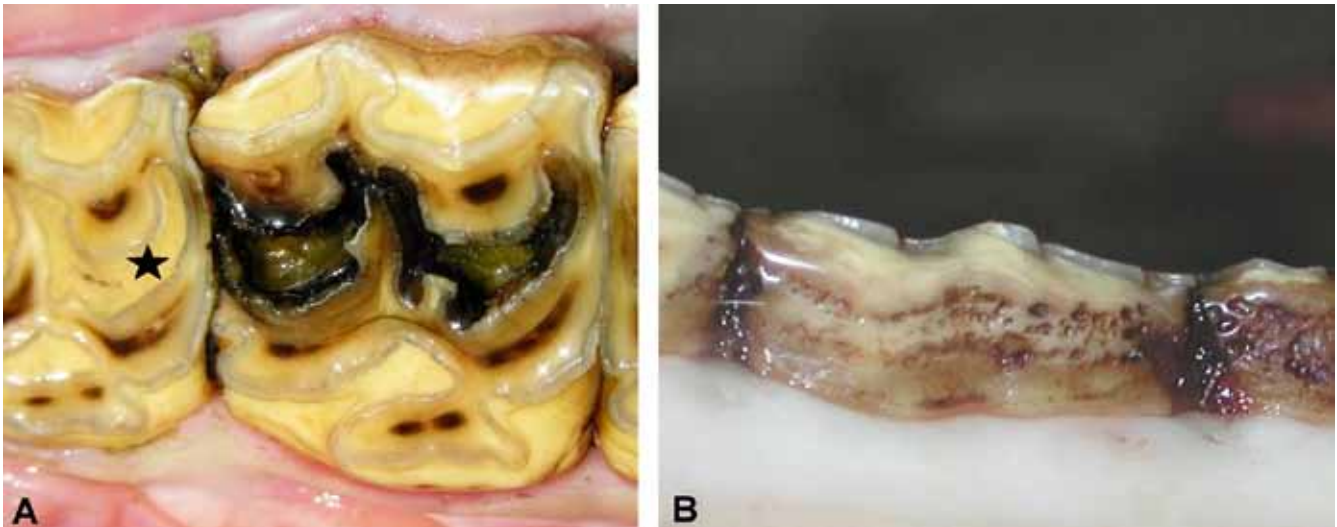
sel en, in geval van de laatste vier maxillaire maaltanden ook de sinus. Een infectie van een mandibulaire maaltand geeft aanleiding tot een unilaterale, ventrale verdikking van de mandibula al dan niet gepaard met een drainerende fistel (Figuur 10B). De mandibulaire elementen ’07 tot ’09 geraken het meest frequent geïnfecteerd (Casey en Tremaine, 2010). Infectie van de rostrale maxillaire maaltanden (‘06, ‘07 en soms ‘08) geeft gelijkaardige symptomen in de bovenkaak soms gepaard met neusvloeï indien de infectie via de neusholte draineert (Figuur 10A). Een apicale infectie ter hoogte van de caudale maaltanden (‘08 t.e.m. ‘11) kan sinusitis veroorzaken, wat gepaard gaat met een unilaterale (stinkende) neusvloeï (Dixon et al., 2011). Een apicale infectie bij jonge paarden (3 – 7 jaar) wordt relatief frequent gezien en heeft vaak een hematogene oorsprong. Andere belangrijke gerapporteerde infectiewijzen zijn een opklimmende parodontale infectie, fractuur van de klinische kroon of uitbreiding van infundibulaire caries (Dixon, 2006b; Dacre et al., 2008a; 2008b).

### CARIËS

Cariës of tandbederf wordt gekenmerkt door een passieve demineralisatie van tandweefsel onder invloed van een bacteriële fermentatiereactie (Baker, 1974). De meest frequent voorkomende cariësvorm bij paardentanden is infundibulaire cariës of infundibulumnecrose ter hoogte van de maxillaire maaltanden (Figuur 11A). Door hypoplasie van het cement in het infundibulum kunnen voedselresten naar binnen geduwd worden die het cariësproces in gang zetten.



**Figuur 10.** Apicale infectie. A. Maxillaire fistulatie ten gevolge van een apicale infectie. B. Unilaterale en gelokaliseerde verdikking van de onderkaak secundair aan een apicaal ontstekingsproces.



**Figuur 11. A. Infundibulumnecrose. Beide infundibulae zijn aangetast. Er zijn necrotisch materiaal en voedsel aanwezig in de infundibulae (ster: normaal infundibulum opgevuld met cement en een centraal voedingskanaal). B. Perifere cementcariës aan de binnenzijde van enkele mandibulaire maaltanden.**

Afhankelijk van de uitgebreidheid van dit tandbederf is de tand gepredisponeerd om te breken (sagittale breuk) of kan de pulpa geïnfecteerd raken, waardoor zich een apicale infectie ontwikkelt (Johnson en Porter, 2006; Dixon et al., 2011). Maxillair element '09 vertoont een duidelijk verhoogde prevalentie van uitgebreidere aantasting van de infundibula met secundaire complicaties tot gevolg (Veraa et al., 2009).

Cariës van het perifere cement van de maaltanden is minder bestudeerd maar lijkt eveneens relatief frequent voor te komen (Figuur 11B). Het wordt vooral gediagnosticeerd ter hoogte van de caudale elementen '09-'11 en komt typisch voor bij paarden die zure voeding te eten krijgen, zoals maaskuil (Gere en Dixon, 2010). De cementaantasting kan leiden tot tandfracturen. Een associatie met het ontstaan van diastemata en parodontitis blijft ter discussie (Ramzan en Palmer, 2011).

## TANDFRACTUUR

Snijtandfracturen ontstaan voornamelijk door een traumatisch insult, zoals een val of een trap van een ander paard, en gaan vaak gepaard met het breken van een deel van het kaakbeen. Fracturen van maaltanden kennen zelden een traumatische etiologie, waardoor men eerder van een idiopathische fractuur spreekt. De geschatte prevalentie gebaseerd op data uit eerstelijnsdierenarts- en gebitsverzorgerspraktijken varieert tussen 0,07% en 5,9%. Omdat veel paarden geen symptomen vertonen bij bepaalde kroonfracturen, ligt de echte prevalentie vermoedelijk een stuk hoger. Maxillaire maaltanden (meer specifiek element '09) vertonen vaker een idiopathische fractuur. De fractuurconfiguratie kan heel verschillend zijn van een kleine schilfer, over een groter buccaal fragment tot een sagittale fractuur. Indien de breuk doorloopt

tot in de pulpaholte, kan dit resulteren in het ontstaan van een pulpitis en secundaire apicale infectie. (Dacre et al., 2007; Taylor en Dixon, 2007). De paardentand kan in bepaalde gevallen (vooral bij buccale fragmenten) een beperkte betrokkenheid van de pulpa zelf oplossen door het afsluiten van de pulpaholte via de productie van zogenaamd tertiair dentine (van den Enden en Dixon, 2008).

## LITERATUUR

- Baker G.J., (1970). Some aspects of equine dental disease. *Equine Veterinary Journal* 2, 105-110.
- Baker G.J., (1974). Some aspects of equine dental decay. *Equine Veterinary Journal* 3, 127-130.
- Brown S.L., Arkins S., Shaw D.J., Dixon P.M., (2008). Occlusal angles of cheek teeth in normal horses and horses with dental disease. *Veterinary Record* 162, 807-810.
- Carmalt J.L., Allen A.L., (2006). The effect of rostro-caudal mobility of the mandible on feed digestibility and fecal particle size in the horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 229, 1275-1278.
- Carmalt J.L., Wilson D.G., (2004). Treatment of a valve diastema in two horses. *Equine Veterinary Education* 16, 188-193.
- Casey M.B., Tremaine W.H., (2010). The prevalence of secondary dental lesions in cheek teeth from horses with clinical signs of pulpitis compared to controls. *Equine Veterinary Journal* 42, 30-36.
- Collins N.M., Dixon P.M., (2005). Diagnosis and management of equine diastemata. *Clinical Techniques in Equine Practice* 4, 148-154.
- Dacre I., Kempson S., Dixon P.M., (2007). Equine idiopathic cheek teeth fractures. Part 1: Pathological studies on 35 fractured cheek teeth. *Equine Veterinary Journal* 39, 310-318.
- Dacre I.T., Kempson S., Dixon P.M., (2008a). Pathological studies of cheek teeth apical infections in the horse: 4. aetiopathological findings in 41 apically infected mandibular cheek teeth. *The Veterinary Journal* 178, 341-351.

- Dacre I.T., Kempson S., Dixon P.M., (2008b). Pathological studies of cheek teeth apical infections in the horse: 5. aetiopathological findings in 57 apically infected maxillary cheek teeth and histological and ultrastructural findings. *The Veterinary Journal* 178, 352-363.
- Dixon P.M., (2006a). Cheek teeth diastemata and impactions. In: *Proceedings: Focus on Dentistry, American Association of Equine Practitioners*, 68-82.
- Dixon P.M., (2006b). Apical infection of cheek teeth and their oral extraction. In: *Proceedings: Focus on Dentistry, American Association of Equine Practitioners*, 109-118.
- Dixon P.M., Dacre I.T., (2005). A review of equine dental disorders. *The Veterinary Journal* 169, 165-187.
- Dixon P.M., du Toit N., (2011). Dental anatomy. In: Easley J., Dixon P.M. Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3<sup>rd</sup> Edition., 51-76.
- Dixon P.M., Easley K.J., Ekmann A., (2005). Supernumerary teeth in the horse. *Journal of Clinical Techniques in Equine Practice* 4, 155-161.
- Dixon P.M., du Toit N., Dacre I.T. (2011). Equine dental pathology. In : Easley J., Dixon P.M. Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3<sup>rd</sup> Edition., 129-147.
- Dixon P.M., Tremaine W.H., Pickles K., Kuhns L., Hawe C., McCann J., McGorum B., Railton D.I., Brammer S., (1999a). Equine dental disease part 1: a long-term study of 400 cases: disorders of incisor, canine and first premolar teeth. *Equine Veterinary Journal* 31, 369-77.
- Dixon P.M., Tremaine W.H., Pickles K., Kuhns L., Hawe C., McCann J., McGorum B., Railton D.I., Brammer S., (1999b). Equine dental disease part 2: a long-term study of 400 cases: disorders of development and eruption and variations in position of the cheek teeth. *Equine Veterinary Journal* 31, 519-28.
- Dixon P.M., Tremaine W.H., Pickles K., Kuhns L., Hawe C., McCann J., McGorum B., Railton D.I., Brammer S., (2000). Equine dental disease part 3: a long-term study of 400 cases: disorders of wear, traumatic damage and idiopathic fractures, tumours and miscellaneous disorders of the cheek teeth. *Equine Veterinary Journal* 32, 9-18.
- Easley J., Tremaine W.H., (2011). Dental and oral examination. In: Easley J., Dixon P.M. Schumacher J. (editors). *Equine Dentistry*. 3<sup>rd</sup> Edition, 185-198.
- Gere I., Dixon P.M., (2010). Post mortem survey of peripheral dental caries in 510 Swedish horses. *Equine Veterinary Journal* 42, 310-315.
- Johnson, T.J., Porter, C.M., (2006). Infundibular caries. In: *Focus on Dentistry*. American Association of Equine Practitioners, Indianapolis, 101-107.
- Kopke S., Angrisani N., Staszyc C., (2012). The dental cavities of equine cheek teeth: three-dimensional reconstructions based on high resolution micro-computed tomography. *BMC Veterinary Research* 8, 173-189.
- Kilic S., Dixon P.M., Kempson S.A., (1997a). A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues in horses: 1. The occlusal surface and enamel thickness. *Equine Veterinary Journal* 29, 190-197.
- Kilic S., Dixon P.M., Kempson S.A., (1997b). A light microscopic and ultrastructural examination of calcified dental tissues in horses: 2. Ultrastructural enamel findings. *Equine Veterinary Journal* 29, 198-205.
- Quinn G.C., Tremaine W.H., Lane J.G. (2005). Supernumerary cheek teeth (n = 24): clinical features, diagnosis, treatment and outcome in 15 horses. *Equine Veterinary Journal* 37, 505-509.
- Ramzan P.H.L., (2010). Cheek tooth malocclusions and periodontal disease. *Equine Veterinary Education* 22, 445-450.
- Ramzan P.H.L., Palmer L., (2011). The incidence and distribution of peripheral caries in the cheek teeth of horses and its association with diastemata and gingival recession. *The Veterinary Journal* 190, 90-93.
- Staszyc C., Bienert A., Kreutzer R., Wohlsein P., Simhofer H., (2008). Equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis. *The Veterinary Journal* 178, 372-379.
- Schrock P., Lüpke M., Seifert H., Staszyc C., (2013). Finite element analysis of equine incisor teeth. Part 2: Investigation of stresses and strain energy densities in the periodontal ligament and surrounding bone during tooth movement. *The Veterinary Journal* 198, 590-598.
- Sykora S., Pieber K., Simhofer H., Hackl V., Brodesser D., Brandt S., (2013). Isolation of *Treponema* and *Tannerella* spp. From equine odontoclastic tooth resorption and hypercementosis related periodontal disease. *Equine Veterinary Journal* 46, 358-363.
- Taylor L., Dixon P.M., (2007). Equine idiopathic cheek teeth fractures: part 2: A practice-based survey of 147 affected horses in Britain and Ireland. *Equine Veterinary Journal* 39, 322-326.
- Tremaine W.H., (2013). Advances in the treatment of diseased equine cheek teeth. *Veterinary Clinics of North America Equine Practice* 29, 441-465.
- Tremaine H., Casey M. (2012). A modern approach to equine dentistry. 1. Oral examination. In *Practice* 34, 2-10.
- Van den Enden M.S.D., Dixon P.M., (2008). Prevalence of occlusal pulpar exposure in 110 equine cheek teeth with apical infections and idiopathic fractures. *The Veterinary Journal* 178, 364-371.
- Veraa S., Voorhout G., Klein W.R., (2009). Computed tomography of the upper cheek teeth in horses with infundibular changes and apical infection. *Equine Veterinary Journal* 41, 872-876.
- Verwilghen D.R., Vlaminck L. (2010). Behandeling van overbeet bij het paard. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 79, 190-198.
- Vlaminck L., Desmet P., Steenhaut M., De Moor A., (1999). Classificatie, nomenclatuur en identificatiesystemen van het paardengebit. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 68, 299-302.
- Windley Z., Weller R., Tremaine W.H., Perkins J.D., (2009). Two- and three-dimensional computed tomographic anatomy of the enamel, infundibulae and pulp of 126 equine cheek teeth. Part 1: Findings in teeth without macroscopic occlusal or computed tomographic lesions. *Equine Veterinary Journal* 41, 433-440.

---

**DE OORZAAK VAN THERAPIEFALEN BIJ CACHECTISCHE RUNDEREN**


---

**VRAAG**

*“In het najaar zie je soms runderen einde dracht binnenkomen met erge cachexie door een combinatie van wormen, dracht en mischien ondervoeding. De landbouwer ontwormt de dieren, maar erge gevallen gaan dikwijls over in parese en sterven uiteindelijk. Het vreemde daaraan is dat de aangetaste runderen toch dikwijls nog een aantal weken goed eten en mest maken vóór ze sterven en dat ze meestal sterven door doorligwonden, etc. Is hier een plausibele uitleg voor?”*

**ANTWOORD**

De belangrijkste worminfecties bij runderen in onze streken zijn infecties met *Ostertagia ostertagi* en *Cooperia oncophore* (Rinaldi en Geldhof, 2012). De infecties leiden tot schade in het maagdarmsstelsel, wat leidt tot een verminderde opname van voedingsstoffen en bij zware infecties een belangrijk verlies van plasma en eiwitten naar de darm teweegbrengt. Door de verminderde opname en het lekken van eiwitten ontstaan, naast een algemene hypoproteïnemie, vaak tekorten aan essentiële aminozuren. Gezien het belang van de aanmaak van eiwitten voor de immuniteit van het dier, leidt dit tot een verhoogde gevoeligheid voor secundaire infecties (Szanto et al., 1964).

Zodra een dikbilrund drachtig is, daalt bovendien de grasopname snel als gevolg van de toename van vruchtvliezen, water en de foetus. Daarnaast gaat de dracht zelf ook gepaard met een hogere energie- en eiwitbehoefte, respectievelijk 2700 VEM en 280g DVE in de negende maand van de dracht. Om deze behoeften te compenseren, dienen (hoog)drachtige dieren op de weide bijgevoerd te worden met een energiesupplement. Hoeveel bijvoeding er nodig is, wordt uiteraard ook bepaald door het grasaanbod en de smakelijkheid van het gras. In mei-juni is er een overaanbod aan gras, maar vanaf juli daalt het grasaanbod en in het najaar neemt ook de smakelijkheid af. Op dat moment is bijvoeding voor drachtige dieren op de weide absoluut noodzakelijk. Indien dan niet bijgevoerd wordt, raakt het dier ondervoed (Voeding van runderen van het Belgisch Witblauwe ras, 2010).

Zelfs wanneer op de weide wel bijgevoerd wordt, kunnen problemen optreden. Zo werd door het Instituut voor Landbouw en visserijonderzoek (ILVO, Melle) een voederproef uitgevoerd waarbij droge bietenpulp ad libitum werd bijgevoerd. Uit het onderzoek bleek dat de dieren te weinig gras of relatief te veel pulp opnamen. Bietenpulp heeft een hoge VEM-waarde maar een lage eiwit- (OEB-)waarde, wat bijdraagt tot een eiwittekort. Zeker groeiende vaarzen en drachtige vaarzen hebben een relatief zeer grote eiwitbehoefte en zijn gevoeliger voor het ont-

wikkelen van hypoproteïnemie (Voeding van runderen van het Belgisch Witblauwe ras, 2010).

De combinatie van energietekort en hypoproteïnemie leidt uiteindelijk tot cachexie en parese door verzwakking. Bij uitgesproken hypoproteïnemie zijn er ook onvoldoende aminozuren beschikbaar voor de aanmaak van onder andere ontstekings-eiwitten en antistoffen, met verzwakking van zowel de aspecifieke als de specifieke immuniteit tot gevolg. Daarnaast vraagt een afweerreactie ook energie en dragen zware energietekorten bij tot een verhoogde gevoeligheid voor secundaire infecties. Dit effect kan verergerd worden als er naast energie- en eiwittekorten ook specifieke deficiënties aan mineralen of vitaminen aanwezig zijn, met de nadruk op zink, selenium en ijzer (Cunningham-Rundles et al., 2005).

Dieren die in het najaar sterk verzwakt opgesteld worden, hebben dus een onderdrukte immuniteit. Opstallen verhoogt het risico op secundaire infectie: enerzijds door de stress van het verplaatsen en anderzijds doordat de dieren vaak in een omgeving terechtkomen met een hogere infectiedruk dan op de weide. Bovendien is het risico op parese na het opstallen groter bij sterk verzwakte dieren, gezien de vaak minder geschikte bodem van de stal dan de weide. Bovendien kan de kans op “downer cow” vergroot worden wanneer er door malnutritie of door andere metabole stoornissen ionaire stoornissen optreden, zoals hypocalcemie en hypokaliëmie (Sattler en Fecteau, 2014). Wanneer een dier niet meer recht kan, komt het bovendien vaak in een vicieuze cirkel terecht, doordat op die moment de voederopname verminderd en door het langdurig neerliggen spierschade en doorligwonden kunnen ontstaan (Huxley, 2006). Bij dieren met ernstige energie- en/of eiwittekorten neemt het enige tijd in beslag om de reserves aan te vullen. Daarom blijven deze dieren, ondanks een correcte ontworming en een goede voeding, gedurende enige tijd gevoelig voor secundaire infecties en kunnen enkele weken na het opstallen alsnog overlijden aan de indirecte gevolgen van de tekorten die ontstaan zijn tijdens de weidegang.

**REFERENTIES**

- Voeding van runderen van het Belgisch Witblauwe ras.* Vlaamse Overheid Departement Landbouw en Visserij Afdeling duurzame landbouwontwikkeling. Aangepaste versie Oktober 2010.
- Cunningham-Rundles S., McNeeley M.D., Moon A. (2005). Mechanisms of nutrient modulation of the immune response. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 115(6), 1119-1128.
- Huxley J. (2006). Assessment and management of the recumbent cow. *In Practice* 28, 176-184.
- Rinaldi M., Geldhof P. (2012). Immunologically based

control strategies for ostertagiosis in cattle: where do we stand? *Parasite Immunology* 34(5), 254-264.

Sattler N., Fecteau G. (2014). Hypokalemia syndrome in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30(2), 351-357.

Szanto J., Mohan R.N., Levine N.D. (1964). Prevalence of coccidia and gastrointestinal nematodes in beef cattle in Illinois and their relation to shipping fever. *Journal of the*

*American Veterinary Medical Association* 144, 741-746.

Dierenarts B. Valgaeren  
Vakgroep Interne Geneeskunde en Klinische  
Biologie van de Grote Huisdieren,  
Faculteit Diergeneeskunde, UGent,  
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

---

## BEPALEN VAN VACCINDOSISSEN BIJ ZEUG EN BIG

---

### VRAAG

**“Bij antibiotica geven we een dosis op basis van lichaamsgewicht. Waarom is de dosis van een vaccin voor een zeug hetzelfde als voor een big?”**

### ANTWOORD

Vaccinatie wordt beschouwd als een efficiënte bestrijdingsmethode voor veel infectieuze ziekten en vormt een interessant en kostenbesparend alternatief voor een doeltreffende behandeling. Gezien de grote economische verliezen als gevolg van ziekte-uitbraken bij nutsdieren, wordt de preventie ervan nog belangrijker. De toenemende antibacteriële resistentie draagt bij tot de zoektocht naar andere oplossingen, zoals preventie van infecties door vaccinatie.

Echter, er zijn enkele bedenkingen te maken bij het gebruik van vaccins. Immunisatie dient om een dier tegen een bepaald antigen te beschermen door het opwekken van een efficiënte en snelle immunorespons. Het gebruik van vaccins moet echter veilig blijven voor het dier, met zo weinig mogelijk ongewenste neveneffecten ten gevolge van de vaccinatie. Het effect zou ook een duurzame (bij voorkeur levenslange) bescherming moeten bieden en niet of nauwelijks met maternale immuniteit mogen interfereren. Naast de keuze van een immunogeen(ene) antigen(en) in combinatie met een geschikt adjuvans om het immuniserend effect te versterken, is de opgestelde vaccinatiestrategie van erg groot belang om een significant resultaat te bekomen.

Er bestaan immers diverse toedieningswijzen en vaccinatieschema's ter bestrijding van verschillende infectieuze ziekten bij dieren. Afhankelijk van het beoogde resultaat, i.e. systemische, lokale of mucosale immuniteit, humorale respons of eerder stimulatie van de componenten van de specifieke afweer, wordt er bewust voor een bepaalde samenstelling, toedieningswijze, startdosis, tijdstip ten opzichte van de passieve immuniteit en het aantal boostervaccinaties gekozen. De meest immunogene epitopen worden tijdens het productieproces behouden en kunnen zo de hoogste bescherming bieden.

Daarnaast bestaan er multiple-antigenenvaccins, waarbij immuniteit wordt opgewekt voor meerdere ziekteverwekkers. Hierbij is het belangrijk dat er vol-

doende aandacht besteed wordt aan de eventuele interactie tussen antigenen. Een dominerend effect van één antigen kan de immuniteitsopbouw voor andere antigenen negatief beïnvloeden.

Wanneer een vaccin wordt gebruikt tegen een intestinale pathogeen, wordt meestal voor een orale toedieningswijze gekozen. In theorie is orale vaccinatie mogelijk via onder andere voedsel of drinkwater. Tevens is het mogelijk om immunogene antigenen te produceren in zaden of planten door genetische manipulatie van het DNA van bepaalde planten. Echter, in dat geval heeft men weinig controle over de opgenomen hoeveelheid van het antigen, zeker wanneer dieren samen gehuisvest worden. Een andere beperking is dat er maar weinig antigenen bestaan die via deze route een intestinale immunorespons geven. Daarom zijn de meeste orale vaccins levende vaccins die individueel aan mens/dier moeten toegediend worden (Brooks en Brooks, 2012; Lycke, 2012).

De gebruikte startdosis bij primovaccinatie via parenterale toediening overschrijdt vaak de hoeveelheid pathogenen, waarmee een dier geïnfecteerd kan worden bij een gemiddelde infectiedruk op een bedrijf. Deze geconcentreerde dosis, strikt onafhankelijk van het gewicht van het dier, bevat voldoende antigenen om de lokale lymfeknopen te bereiken en daar zowel lokale als systemische immuniteit te induceren. Naast het aantrekken van cellen van het aangeboren immuunsysteem, zoals dendritische cellen, macrofagen en neutrofielen, die voor antigenverwerking en een pro-inflammatoir effect zorgen, worden eveneens de cellen van de verworven immuniteit betrokken, met name T- en B-lymfocyten. Dankzij de interactie tussen de verschillende componenten van het aangeboren en verworven immuunsysteem wordt er uiteindelijk humorale en/of cellulaire immuniteit opgebouwd. Deze immuniteit is echter van beperkte duur, zeker bij eenmalige toediening van het antigen. Bovendien staat een hoge titer antistoffen tegen een infectieus agens niet garant voor een volledige bescherming; hetzelfde geldt voor celgemedieerde immuniteit. Tegelijkertijd betekent een lage concentratie aan antigenspecifieke immunoglobulinen of T-lymfocyten niet dat er geen efficiënte respons geïnduceerd kan worden bij een volgende blootstelling; dit dankzij de geheugencellen (Tizard, 2012).

Samengevat verloopt het immunisatieproces bij

dieren van verschillend(e) gewicht of grootte op dezelfde manier, op voorwaarde dat het vaccin een voldoende hoeveelheid antigenen bevat zodat het immuunsysteem in voldoende mate gestimuleerd kan worden.

Het gebruik van adjuvans zorgt bijkomend voor een snellere en versterkte immunerespons dan wanneer enkel een zwak immunogeen antigen zou toegediend worden. Het biedt vaak ook fysieke bescherming aan onstabiele antigenen die op die manier traag vrijgesteld kunnen worden en een langdurig effect kunnen uitoefenen (Schwendener, 2014).

Ten slotte moet er rekening gehouden worden met andere, dier- en populatie-afhankelijke factoren, zoals de rol van de maternale immuniteit, de genetische achtergrond en omgevingsinvloeden, die kunnen bijdragen tot een betere weerstand tegen of juist een hogere vatbaarheid voor infectieuze ziekten.

Passieve of maternale immuniteit biedt een pasgeboren dier bescherming tegen een brede waaier pathogene agentia. Hierbij speelt de immuniteitsstatus van het moederdier een cruciale rol. Afhankelijk van de diersoort vindt de overdracht van de maternale antistoffen plaats tijdens de dracht doorheen de baarmoeder-placentabarrière of pas na de geboorte onder de vorm van colostrum en melk. De maternale antistoffen blijven enkele weken tot maanden in het jonge dier aanwezig, waardoor de opbouw van de eigen verworven immuniteit in zekere mate vertraagd wordt.

Echter, het immuunsysteem van een pasgeboren dier is nog niet in staat efficiënt te reageren op antigenstimulatie, omdat het een periode van maturatie moet doormaken. De aangeboren afweer vormt enkel een eerstelijnsbescherming en moet geholpen worden door de werking van T-helper, T-cytotoxische en B-lymfocyten. De passieve immuniteit overbrugt de periode van maturatie totdat het jonge dier als immunocompetent beschouwd kan worden. Vaccineren

kort na de geboorte, met de kans op interferentie met maternale antistoffen en met het risico op onvoldoende reactie van het immature immuunstelsel, wordt daarom zelden of niet toegepast. De aanwezigheid van maternale immuniteit en de lage maturiteit bij jonge dieren maken ook dat de antigen dosis voldoende hoog moet zijn om voldoende activatie teweeg te brengen. Bij ouderen dieren, waarbij geen maternale immuniteit is en het immuunsysteem matuur is, krijgen men met een schijnbaar lagere dosis in verhouding tot het lichaamsgewicht daarom op zijn minst een even goede of zelfs een betere immunerespons (Tizard, 2012).

Een succesvolle vaccinatiestrategie kent veel uitdagingen en beperkingen maar toch is het een zeer waardevolle stap in de richting van preventieve in plaats van therapeutische (dier)geneeskunde.

## REFERENTIES

- Brooks B.D., Brooks A.E. (2014). Therapeutic strategies to combat antibiotic resistance. *Advanced Drug Delivery Reviews* 78C, 14-27.
- Lycke N. (2012). Recent progress in mucosal vaccine development: potential and limitations. *Nature Reviews Immunology* 12(8), 592-605.
- Schwendener R.A. (2014). Liposomes as vaccine delivery systems: a review of the recent advances. *Therapeutic Advances in Vaccines* 2(6), 159-182.
- Tizard, I.R. 2012. Vaccines and their production. In: *Veterinary Immunology*. 9th Edition, Ian Tizard, Saunders.

Dierenarts J. Malgorzata  
Vakgroep Virologie, Parasitologie en  
Immunologie,  
Faculteit Diergeneeskunde, UGent,  
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

---

## MYCOTOXINEN IN ZEUGENMELK EN DE GEVOLGEN VOOR BIGGEN

---

### VRAAG

**“Schimmeltoxinen in zeugenmelk en de gevolgen voor biggen”**

### ANTWOORD

#### Wetgeving mycotoxinen in diervoeding

Schimmeltoxinen, ook wel mycotoxinen genoemd, worden beschouwd als een van de belangrijkste chronische contaminanten van voedsel en voeder. Om de schadelijke effecten van mycotoxinen op de diergezondheid in te perken, heeft de Europese Commissie richtlijnen uitgevaardigd met maximale richtwaarden in diervoeders voor de mycotoxinen deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZEN), fumonisinen B1 en B2 (FB1 en FB2), ochratoxine A (OTA), T-2 toxine (T-2)

en HT-2 toxine (HT-2) (2006/576/EC, 2013/165/EC). De enige aanbeveling met bindend effect voor diervoeders betreft aflatoxine B1 (AFB1) (2002/32/EC). Deze wetgevingen worden weergegeven in Tabel 1.

#### Overdracht naar zeugenmelk

De overdracht van sommige mycotoxinen naar melk is bekend. Het voorbeeld bij uitstek is de uitscheiding van een AFB1-metabool, aflatoxine M1 (AFM1), in koemelk. Gezien de hoge consumptie van koemelk is het onderzoek naar overdracht naar melk dan ook voornamelijk toegespitst op melkvee. Niettemin is er ook beperkte informatie beschikbaar over zeugenmelk, die hieronder wordt samengevat.

Voor DON is er een studie voorhanden waarin zeugen gevoederd werden met een DON-geconta-



**Tabel 1. Maximale richtwaarden voor de mycotoxinen deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZEN), fumonisinen B1 en B2 (FB1 en FB2), ochratoxine A (OTA), T-2 toxine (T-2) en HT-2 toxine (HT-2) en maximale concentraties van aflatoxine B1 (AFB1) in varkensvoerders volgens EC-aanbevelingen 2006/576/EC, 2013/165/EU en de EC-richtlijn 2002/32/EG.**

Producten die bedoeld zijn voor het voederen van dieren	Mycotoxine	Richtwaarde/ Maximale concentratie (mg.kg <sup>-1</sup> )	Richtlijn/ Aanbeveling
Aanvullende en volledige diervoeders voor varkens	DON	0,9	2006/576/EC
	OTA	0,05	2006/576/EC
	FB1 + FB2	5	2006/576/EC
Mengvoeder met uitzondering van kattenvoer	T-2 + HT-2	0,25	2013/165/EU
Aanvullende en volledige dierenvoerders voor zeugen en mestvarkens	ZEN	0,25	2006/576/EC
Aanvullende en volledige dierenvoerders voor biggen en gelten	ZEN	0,1	2006/576/EC
Volledige dierenvoerders voor varkens en pluimvee (met uitzondering van jonge dieren)	AFB1	0,02	2002/32/EG
		0,01	2002/32/EG

mineerd voeder (6 mg/kg). Dit komt overeen met 6,7 maal de maximale richtwaarde in voeder bestemd voor zeugen, namelijk 0,9 mg/kg. Vergeleken met een controle-groep werd er geen afwijkend gewicht (op speen- en slachtleefstijd) aangetoond voor de zuigende biggen van zeugen die het met mycotoxine gecontamineerd voer kregen. Echter, bij analyse van de melk kon wel DON aangetoond worden, zij het in minimale concentraties van 2 µg/kg (3000 maal lager dan het gehalte in het voeder). Verder kon er geen nadelig effect op de nutritionele waarde of kwaliteit van de melk geconstateerd worden (Friend et al., 1986).

Wat ZEN betreft, toont onderzoek bij zeugen gevoerd met een ZEN-gecontamineerd dieet (40 mg/kg, 160 maal de maximale richtwaarde) aan dat er residuen in de melk te vinden zijn. Van de totale hoeveelheid gedetecteerde toxinen in melk werd slechts 1% teruggevonden als het oorspronkelijk mycotoxine, namelijk ZEN. De rest werd als metabolieten aangetroffen, meer specifiek β-zearalenol en α-zearalenol, respectievelijk 84% en 15% van de totale hoeveelheid toxinen. Het maximale gehalte zearalenol was 0,8 mg/kg. Deze concentraties aan ZEN en de voornaamste metabolieten liggen respectievelijk ongeveer 5000 en 50 maal lager dan het gehalte aan ZEN in het voeder. Tot vijf dagen na het stoppen met het voeren van het gecontamineerde voeder konden deze metabolieten in de melk aangetoond worden (Palyusik et al., 1980). In deze studie waren de toegediende dosissen echter irrealistisch hoog.

Voor T-2 is er één studie beschikbaar waarbij een zeug gevoerd werd met voeder artificieel gecontamineerd met 12 mg T-2 per kg gedurende 220 dagen. Zes dagen na het werpen bevatte de melk 76 µg/kg T-2. Opnieuw overschrijdt de toegediende hoeveelheden mycotoxine de maximale richtwaarde in voeder, meer specifiek 48 maal hoger. Ook voor dit mycotoxine

zijn de concentraties in melk beduidend lager dan die in het voeder, bij benadering 160 maal. De auteurs van deze studie vermelden verder nog dat er na consumptie van natuurlijk gecontamineerd materiaal met deze methode geen toxine in de melk aangetoond kon worden (Robinson et al., 1979).

De overdracht van AFB1 wordt beschreven in twee studies. In de eerste studie werd het voeder gecontamineerd met 6,4 µg AFB1/kg (alsook 0,67 µg AFB2/kg), een realistische concentratie die overeenkomt met 1/3 van de maximale norm. Zowel AFB1, AFM1 als AFM2 werden teruggevonden met maximum concentraties in de melk van 7,7, 3,9 en 4,6 ng/L, respectievelijk. De concentratie aan AFB1 in melk was meer dan 800 maal lager dan de maximale richtwaarde in het voeder. Als conclusie wordt vermeld dat de overdracht van AFB1 in melk als AFM1 beduidend lager ligt dan bij runderen en dat als de maximale concentraties in voeder gerespecteerd worden, biggen geen nadelig effect zouden mogen ondervinden (Bertuzzi et al., 2003). In het tweede onderzoek met gecontamineerd voeder aan 800 µg AFB1/kg worden zelfs concentraties in melk vermeld die 1000 maal lager zijn dan in het voeder (Silvotti et al., 1997).

Van de fumonisinen, met FB1 als voornaamste vertegenwoordiger, is bekend dat dit mycotoxine, zij het in minimale hoeveelheden, kan worden aangetroffen in melk na opname van gecontamineerd voeder. In tegenstelling tot bij koeien kunnen lacterende zeugen niet-letale dosissen FB1 innemen zonder dat dit in de melk aangetoond kan worden en zonder zichtbare of biochemische nadelige effecten op zuigende biggen (Becker et al., 1995).

Wat het mycotoxine OTA betreft, werd in een studie van Mortensen et al. (1983) de overdracht naar melk van zeugen die natuurlijk gecontamineerd OTA-voeder kregen, niet vastgesteld.

## Risicoanalyse voor biggen

Kennis van de kwantitatieve bepaling van de overdracht naar melk laat toe een risico-evaluatie voor biggen uit te voeren. In de bovenstaande studie met DON werd een overdracht van voeder naar melk bepaald van 0,033% (Friend et al., 1986). De richtwaarde voor DON in voeder voor varkens, zonder onderscheid naargelang geslacht of leeftijd, bedraagt 0,9 mg/kg voeder. Uitgaande van een lineaire overdracht van voeder naar melk bedraagt het DON-gehalte in melk van zeugen die voeder aan de maximale richtwaarde consumeren 0,3 µg DON/kg melk. De melkconsumptie per kg lichaamsgewicht is het hoogst bij pasgeboren biggen en bedraagt 210 tot 370 ml colostrum per kg lichaamsgewicht (Zimmerman et al., 2012). Wanneer biggen met de fles gevoed worden, kan deze waarde oplopen tot 450 ml/kg lichaamsgewicht. Naarmate een nest ouder wordt, neemt de absolute hoeveelheid melk die een big zuigt toe, de melkconsumptie uitgedrukt per kg lichaamsgewicht daalt echter. In de veronderstelling dat een big 500 mL drinkt per kg lichaamsgewicht (worst-case scenario), resulteert dit in een blootstelling aan 0,15 µg DON/kg lichaamsgewicht. Deze waarde kan vergeleken worden met de blootstelling van gespeende biggen via voeder met de maximale richtwaarde voor DON. Gespeende biggen eten ongeveer 40 g per kg lichaamsgewicht. Zoals reeds vermeld, bedraagt de richtwaarde voor DON in voeder voor biggen 0,9 mg/kg voeder. Dit geeft een blootstelling via voeder van 36 µg DON/kg lichaamsgewicht. Als we deze waarde vergelijken met de maximale blootstelling van zuigende biggen via melk, namelijk 0,15 µg/kg lichaamsgewicht, is dit 240 maal lager dan deze van gespeende biggen via het voeder, 36 µg/kg lichaamsgewicht.

Als dezelfde risico-evaluatie wordt gemaakt voor mycotoxinen die via melk kunnen worden overgebracht, namelijk ZEN, T-2 en AFB1, levert dit een blootstelling op van respectievelijk 160, 12 en 33 maal kleiner dan de berekende toegestane hoeveelheid per kg lichaamsgewicht uitgaande van voeder.

## Besluit

Uit bovenstaande risico-evaluatie en de lage overdracht van de meest voorkomende mycotoxinen naar melk, kan er besloten worden dat er geen reden is om aan te nemen dat melk van zeugen nadelige effecten kan teweegbrengen bij zuigende biggen. Voor drachtige zeugen daarentegen werden wel nadelige effecten voor de foetus aangetoond van voeders met een hoge DON- of ZEN-contaminatie (Long et al., 1982). Verder houdt deze risico-evaluatie enkel rekening met de toxinen beschreven in de wetgeving. Metabolieten van de beschreven mycotoxinen kunnen mogelijk bijdragen tot de graad van contaminatie en toxiciteit van de zeugenmelk. Verder kan voeder met hier niet-vernoemde, minder frequent voorkomende, mycotoxinen gecontamineerd zijn. Deze kunnen mogelijk wel een

grotere overdracht naar melk hebben. Algemeen kan echter gesteld worden dat de gehaltebeperking van mycotoxinen op niveau van het voeder voldoende bescherming lijkt te bieden voor zowel zeug, foetus als zuigende big.

## REFERENTIES

- Aanbeveling van de commissie betreffende de aanwezigheid van deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxine A, T-2- en HT-2-toxine en fumonisinen in producten die bedoeld zijn voor het voederen van dieren (2006/576/EC).
- Aanbeveling van de commissie betreffende de aanwezigheid van T-2- en HT-2-toxine in granen en graanproducten (2013/165/EU).
- Becker, B. A., Pace, L., Rottinghaus, G. E., Shelby, R., Missett, M., Ross, P. F. (1995). Effects of feeding fumonisin B<sub>1</sub> in lactating sows and their suckling pigs. *American Journal of Veterinary Research* 56, 1253-1258.
- Bertuzzi, T., Pietri, A., Barbieri, G., Piva, G. (2003). Aflatoxin residues in milk of sows fed a naturally contaminated diet. *Italian Journal of Animal Science* 2, 234-236.
- Friend, D.W., Trenholm, H.L., Hartin, K.E., Prelusky, D.B., Thompson, B.K. (1986). Effects of feeding deoxynivalenol (DON)-contaminated wheat diets to pregnant and lactating gilts and on their progeny. *Canadian Journal of Animal Science* 66, 229-236.
- Long, G.G., Diekman M., Tuite J.F., Shannon G.M., Vesonder R.F. (1982). Effect of *Fusarium roseum* corn culture containing zearalenone on early pregnancy in swine. *American Journal of Veterinary Research* 43, 1599-1603.
- Mortensen, H.P., Hald, B., Larsen, A.E, Madsen A. (1983). Ochratoxin A contaminated barley for sows and piglets. Pig performance and residues in milk and pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica* 33, 349-352.
- Palyusik, M., Harrach, B., Mirocha, C. J., Pathre, S. V. (1980). Transmission of zearalenone and zearalenol into porcine milk. *Acta Veterinaria Academiae Scientiarum Hungaricae* 28, 217-222.
- Richtlijn van het Europees parlement en de raad inzake ongewenste stoffen in diervoeding (2002/32/EC).
- Robinson, T.S., Mirocha, C.J., Kurtz, H.J., Behrens, J.C., Chi, M.S., Weaver, G.A., Nystrom, S.D. (1979). Transmission of T-2 toxin into bovine and porcine milk. *Journal of Dairy Science* 62, 637-641.
- Silvotti, L., Petterino, C., Bonomi, A., Cabassi, E. (1997). Immunotoxicological effects on piglets of feeding sows diets containing aflatoxins. *Veterinary Record* 141, 469-472.
- Zimmerman, J.J., Karriker, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W. (2012). *Diseases of Swine*. Tiende druk, Wiley-Blackwell, Hoboken.

Apr. N. Broekaert, Dr. M. Devreese,  
Prof. dr. S. Croubels

Laboratorium voor Farmacologie en Toxicologie  
Vakgroep Farmacologie, Toxicologie en Biochemie  
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent  
Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke  
www.vetftb.ugent.be / www.mytox.be  
veterinaire.farmacotoxico@ugent.be

WWW.BWDS.BE

# 6th Symposium of the Belgian Wildlife Disease Society

## *Climate Change & Wildlife Health*

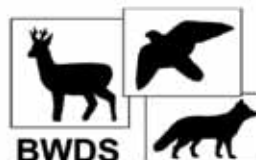
Friday 16 October 2015

QUEEN ASTRID MILITARY HOSPITAL, Brussels



We invite you to submit oral or poster communications on the subject “wildlife diseases” in its broadest sense.

RESEARCH INSTITUTE  
NATURE AND FOREST



### Merial neemt HYONATE® over van Bayer Healthcare

Natriumhyaluronaat is in Europa al meerdere jaren op de markt onder de naam HYONATE. HYONATE is een injecteerbare oplossing voor niet-infectieuze gewrichtsontstekingen bij paarden.

Indicaties:

- Behandeling van verschillende acute aseptische gewrichtsontstekingen door een intraveneuze of intra-articulaire injectie.
- Behandeling van chronisch degeneratieve processen van de gewrichten door intra-articulaire injectie.

HYONATE werd tot voor kort op de markt gebracht door Bayer Healthcare. De distributie is per 1 maart 2015 overgegaan naar Merial. Voor Merial is de aanwinst van HYONATE een mooie aanvulling op de portfolio paard. Het blijft onveranderd beschikbaar via de bekende groothandels. Op termijn zou het wel een andere verpakking krijgen.

### CASTRATIE BIJ DE STAANDE HENGST

In de tijd dat anesthesie in praktijkomstandigheden nog quasi onmogelijk was, waren ‘castreurs’ actief, die gespecialiseerd waren in het castreren van staande hengsten. Weliswaar kon men paarden ‘omleggen’ en met boeien vakkundig vastkluisteren. Eén been werd naar voor getrokken om de balzak optimaal te exposeren. Dat omtrekken was echter niet zonder risico en werd door de eigenaars ongaarne gezien. Kantelende operatietafels waren dure constructies en bestonden enkel aan de veeartsenijscholen.

Een bekende castreur was wijlen Ernest (Nesten) Ollivier uit Kuurne, werkzaam in België en Noord-Frankrijk, vooral in het draversmilieu. Wat hier volgt is een ooggetuigeverslag van de manier waarop de man te werk ging.



Castratiemateriaal van Ernest Ollivier, overgemaakt aan Dr. Gunst en door deze laatste geschonken aan de Museumcollectie Veterinair Verleden Merelbeke, Faculteit Diergeneeskunde, UGent.

Hij spoot de hengst vooraf in met combelene (1ml per 100 kg L.G.) intramusculair in de pectoraalspieren. Dat gebeurde dus niet in de nekspieren om te vermijden dat het paard bij mogelijke infectie met abcesvorming een stijve nek zou overhouden.

Intussen nam de castrateur een gewone huishoudemmer, vulde hem halfvol met lauw water en deed daar een scheut creoline in. Op de rand van deze emmer stak hij dan twee zelfgemaakte houten klemmen vast, die aan één zijde samengeknoopt waren en waarvan de binnenkant ingestreken was met een adstringerende (10% kopersulfaat) zalf. In diezelfde emmer legde hij ook zijn bistouri (dit was eigenlijk een aangepast zakmes dat gemakkelijk toeklapte om bij elke onverwachte beweging van het paard niets te kwetsen) en ook een lichte, handige zelfgemaakte tang waarmee hij de klem, die over de zaadstreng zou worden geschoven, kon toenijpen.

Vervolgens plaatste hij een ijzeren neusnijper op de neus van de reeds gesedeerde (lichtjes uitlangende) hengst. Dit was een speciale praam die, eenmaal op de neus gezet, er niet meer kon afglijpen! Een helper moest het touwtje aan de nijper vasthouden en indien nodig een beetje mee schudden. Ook werd die helper gewaarschuwd op te letten voor de voorpoten van het paard, op het zogenaamde 'stekken'.

Toen was het moment van de castratie gekomen. Nesten plaatste zich dan tegen de linker flank van de hengst 'schoorde' zich letterlijk met hoofd en linker schouder, de benen een beetje gespreid, in de linker flank van het paard. Hij fixeerde met zijn linkerhand de linker teelbal naar beneden en met het zakmes in de andere hand kliefde hij in één k(l)ap over 5 à 10 centimeter lengte doorheen huid, subcutaan bindweefsel en Tunica dartos. Zo hing de testikel bloot. Hij stak een middenvinger in het zakje gevormd door de omgeslagen tunica en duwde met de andere hand het bindweefsel rond de zaadstreng omhoog en los. Van achter naar voor schoof hij toen een van de twee houten klemmen over de vrij gemaakte zaadstreng. De tang griste hij uit de emmer om op het voorste uiteinde van de klem te plaatsen en kneep die toe (het andere, achterste uiteinde van de klem werd dicht gehouden door een touwtje). Dat toe nijpen deed de castrateur altijd in twee tijden, niet alleen omdat dit zeer pijnlijk is, maar ook omdat het toch wat tijd vroeg om de meer dan één centimeter dikke zaadstreng tot een papierdunne streng te reduceren. Tot slot plaatste hij met een touwtje een mastknoop op het voorste deel van de klem, verwijderde de tang en sneed (enkel) de testis af.

De castratie van de rechter testikel gebeurde op dezelfde wijze aan de rechter zijde van het paard. Antitetanosserum werd toegediend, de neuspraam afgenomen en de rest van de creolineoplossing werd tussen de achterbenen van de paard gegoten ter ontsmetting.

Dat alles gebeurde met een bewonderenswaardige snelheid en accuraatheid. Naar eigen zeggen kon Nesten op een voormiddag enkele tientallen bijeengebrachte hengsten castreren. Dat betekende echter niet dat alles en altijd zomaar probleemloos verliep. Op de vraag of hij soms klop kreeg, antwoordde Nesten simpelweg: 'Ja, veel, en overal'. Zelfs met een dreigende liesbreuk kon hij overweg. Minstens één keer wist hij nog snel het zaakje terug te duwen en de huid vast te zetten met een castratieklem op beide lippen van de snijwonde. De klem werd extra bevestigd met twee hoefnagels doorheen de huidflappen er onder gestoken. Daarna het paard naar de 'school' gevoerd werd om een en ander in betere omstandigheden en met beter materiaal te hechten.

O. Gunst (Torhout)  
met dank aan Paul Desmet



# XPOVET 2015

DE GROOTSTE VAKBEURS VOOR DE DIERENARTS



- 2150 dierenartsen verbroederen op 1 plaats...
- 350 studenten slaan de handen in elkaar op 1 plaats...
- 78 gerelateerde bedrijven networken op 1 plaats...

## 1 WEEKEND PER JAAR KLOPT HET HART VAN DE DIERGENEESKUNDIGE SECTOR IN GENT

### In de kijker!

- **Demozaal, wegens succes verlengd**
- **Bijscholing i.s.m. Instituut Permanente Vorming van de universiteit Gent**

### Nieuw!

- **Debatten**  
Met AMCRA en de ORDE der dierenartsen
- **Casuïstieken**  
Een dag vol interessante casuïstieken over runderen en paarden

24 oktober & 25 oktober 2015 van 13u tot 21u  
Flanders Expo – Hal 8, Maaltekouter 1, 9051 Gent  
[www.expovet.be](http://www.expovet.be)

flanders expo



Available on the  
App Store

Available on Google play

U staat elke dag opnieuw klaar voor uw patiënten en wilt hun de allerbeste medische zorg bieden. Maar staat er ook iemand klaar om u te helpen als u advies nodig hebt?

KBC

[kbc.be/  
mediservice](http://kbc.be/mediservice)



medical **ECONET**  
GERMANY



Digitale radiografie van medical **ECONET**  
Aangepaste oplossingen voor kleine dieren en paarden.

**Zo eenvoudig als een foto maken  
met een digitaal fotoapparaat**

medical ECONET GmbH  
Im Erlengrund 20  
D-46149 Oberhausen

t: +49 (0)208 / 377 890 - 29  
f: +49 (0)208 / 377 890 - 55  
m: info@medical-econet.com  
w: www.medical-econet.com

