

Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift

 **FACULTEIT
DIERGENEESKUNDE**
accredited by FAEVE

NOVEMBER-DECEMBER 2021

VOL. 90 - NR 6

VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS

PUBLISHED BIMONTHLY

ISSN 0303 9021

[HTTPS://OJS.UGENT.BE/VDT](https://ojs.ugent.be/vdt)

[WWW.VDT.UGENT.BE](http://www.vdt.ugent.be)

GENT X

Afgiftekantoor 9099 Gent X

v.u. Luc Peelman

Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke


UNIVERSITEIT
GENT



- Lever-naar-harttransittijd en shuntfractie bij katten
- Meerwaarde van botscintigrafie bij honden
- Algehele warmtebehandeling bij een hond met adenocarcinoom
- Voordeel van CT bij equine orthopedische aandoeningen
- Aderlaten
- Runderen versus paardachtigen in de vroeg-West-Europese geschiedenis



Bedankt!

voor uw vertrouwen en opdrachten in 2021!

We hopen u in 2022 wederom van dienst te mogen zijn!

© soulfier1113 - stock.adobe.com



SCAN MIJ VOOR EEN SNEAK PREVIEW



TELEFOON +31 (0) 345 - 589400

www.eickemeyer.nl

veterinary technology for life
Eickemeyer®

VLAAMS DIERGENEESKUNDIG TIJDSCHRIFT

2021, vol. 90, nr. 6

INHOUD

Origineel artikel

- 275 E. VANDERMEULEN, K. PEREMANS, E. STOCK, T. BOSMANS, M. HESTA, J. SAUNDERS
Normale lever-naar-harttransittijd en shuntfractie na transsplenische injectie van ^{99m}Tc-pertechnetaat bij gezonde katten

Original article

- E. VANDERMEULEN, K. PEREMANS, E. STOCK, T. BOSMANS, M. HESTA, J. SAUNDERS
Normal liver-to-heart transit time and shunt fraction after transsplenic injection of ^{99m}Tc-pertechnetate in healthy cats

Retrospectieve studie

- 283 N. DE WILDE, K. PEREMANS
De meerwaarde van botscintigrafie bij honden met ongedefinieerd manken achteraan of niet-gelokaliseerde pijn op de achterhand

Retrospective study

- N. DE WILDE, K. PEREMANS
The value of bone scintigraphy in dogs with undefined hind limb lameness or unlocalized pain

Casuïstiek

- 289 S. JANSSEN, B. WYLLEMAN, K. KROMHOUT, J. BENOIT, S. MARYNISSEN, I. VAN DE MAELE, H. DE ROOSTER
Algehele warmtebehandeling als adjuvanttherapie bij radiotherapie bij een hond met uitgezaaid anaalzakadenocarcinoom

Case report

- S. JANSSEN, B. WYLLEMAN, K. KROMHOUT, J. BENOIT, S. MARYNISSEN, I. VAN DE MAELE, H. DE ROOSTER
Whole-body thermal therapy as adjuvant therapy to radiation in a dog with metastasized anal sac adenocarcinoma

Permanente vorming

- 299 L. M. J. VANDEKERCKHOVE, E.V. RAES, M. DUMOULIN, A. MARTENS, K. VANDERPERREN
De voordelen van computertomografie in de diagnose, prognose en behandeling van orthopedische aandoeningen bij het paard: zes gevallen

Permanent education

- L. M. J. VANDEKERCKHOVE, E.V. RAES, M. DUMOULIN, A. MARTENS, K. VANDERPERREN
The benefits of computed tomography imaging in the diagnosis, prognosis and treatment planning of equine orthopedic patients illustrated by six cases

Uit het verleden

- 313 L. DEVRIESE, C. VAN DER MEEREN, J. DE SMET
Aderlaten - bloed evacueren: achtergrond en technieken gebruikt in de diergeneeskunde

From the past

- L. DEVRIESE, C. VAN DER MEEREN, J. DE SMET
Bloodletting: background and techniques used in veterinary medicine

- 319 L. DEVRIESE
Runderen versus paardachtigen in de vroeg West-Europese geschiedenis

Vraag en antwoord

- 323 Overkoot bij hoogdrachtige dikbilkoeien

Inhoud 2021

Errata

Boekennieuws

SAVAB-nieuws

- 312, 335 Uit het verleden - Over dieren

Coverfoto: Tom Rijsselaere

Bij *de kat* met leverproblemen of groeistoornissen wordt niet steeds gedacht aan het voorkomen van een portosystemische shunt (PSS). Abnormale vascularisatie van de lever komt inderdaad frequenter voor bij de hond, maar mag echter niet uitgesloten worden als differentiaaldiagnose bij de kat. Hoewel het signalement niet geheel overeenstemt met dat van de hond met PSS, is diagnostiek wel gelijkaardig. Naast bloed- en urineonderzoeken is diagnostische beeldvorming van groot belang in de identificatie van de PSS. In de eerste plaats gaat het om echografie, maar ook meer gespecialiseerde technieken, zoals CT angiografie en portale scintigrafie dragen bij tot het stellen van een correcte diagnose. Het bepalen van kat-specifieke parameters kunnen hierbij nodig zijn, zeker in het licht van meer species-specifieke diergeneeskunde.

Tekst: Eva Vandermeulen

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

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

Redactiecomité:

P. Bols, B. Broeckx, E. Cox, S. Daminet, J. De Smet, W. De Spiege-laere, M. Devreese, R. Ducatelle, M. Haspeslagh, M. Hesta, K. Houf, B. Pardon, I. Polis, J. Saunders, F. Van Immerseel, A. Van Soom

Druk: Graphius

Traktaatweg 8, B-9041 Oostakker

Publiciteit:

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

Inlichtingen (voor auteurs) en Abonnementen:

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

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

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

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

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

In de **literatuurlijst** dienen achtereenvolgens vermeld: namen van auteur(s), initialen van voornamen, jaartal, titel van artikel, naam van tijdschrift, volume, paginering. Voorbeeld: Allan W.R., Rowson L.B., (1973). Control of the mare’s oestrus cycle by 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, B. Broeckx, E. Cox, S. Daminet, J. De Smet, W. De Spiege-laere, M. Devreese, R. Ducatelle, M. Haspeslagh, M. Hesta, K. Houf, B. Pardon, I. Polis, J. Saunders, F. Van Immerseel, A. Van Soom

Printed by: Graphius

Traktaatweg 8, B-9041 Oostakker

Advertisements:

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

Information (for authors) and Subscriptions:

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

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

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

More detailed information is available on
[HTTPS://OJS.UGENT.BE/VDT](https://OJS.UGENT.BE/VDT)

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

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

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

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

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

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

Normal liver-to-heart transit time and shunt fraction after transsplenic injection of ^{99m}Tc -pertechnetate in healthy cats

Normale lever-naar-hart-transittijd en shuntfractie na transsplenische injectie van ^{99m}Tc -pertechnetaat bij gezonde katten

¹E. Vandermeulen, ¹K. Peremans, ¹E. Stock, ²T. Bosmans, ¹M. Hesta, ¹J. Saunders

¹Department of Medical Imaging of Domestic Animals and Orthopedics of Small Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

²Department of Small Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

E.Vandermeulen@ugent.be

ABSTRACT

Portosystemic shunts (PSS) are rare vascular anomalies in cats. Transsplenic portal scintigraphy (TSPS) can aid in diagnosing PSS in cats. Although the actual performance of the scan remains the same between species, it is questionable whether the generally accepted transit time of seven seconds for small dogs can be applied to cats, thereby influencing shunt fraction (SF) calculation. In this study, normal mean transit time and SF were determined in a population of cats without PSS following two methods established in canine medicine. For both, the mean \pm SD transit time was calculated as 6.75 ± 1.58 seconds and 7.40 ± 1.64 seconds respectively, without significant difference between both methods. The results confirmed the validity of the generally used transit time of seven seconds for SF calculation in cats. The average normal SF (\pm SD) for the cats in this study was 0.73 % (± 0.74 ; range 0.11-2.48%).

SAMENVATTING

Portosystemische shunts (PSS) zijn een zeldzame vasculaire afwijking bij katten. Transsplenische portale scintigrafie (TSPS) kan helpen bij het stellen van de diagnose. Hoewel het uitvoeren van de scan identiek is voor beide species, rees de vraag of de algemeen aanvaarde transittijd van zeven seconden voor kleine honden ook toepasbaar is voor katten. De transittijd heeft een invloed op het berekenen van de shuntfractie (SF). In deze studie werden de normale gemiddelde transittijd en SF berekend bij een groep katten zonder PSS op basis van twee methoden die hiervoor gebruikt worden bij honden. Dit leverde een gemiddelde transittijd (\pm SD) van respectievelijk 6,75 ($\pm 1,58$) seconden en 7,40 ($\pm 1,64$) seconden op. Er was geen significant verschil tussen beide methoden. Dit resultaat bevestigt dat de transittijd van zeven seconden die tot op heden gebruikt wordt om de SF bij katten te berekenen, correct is. De gemiddelde normale SF (\pm SD) voor de katten in deze studie was 0,73% ($\pm 0,74\%$; spreiding 0,11 - 2,48%).

INLEIDING

Congenital vascular anomalies of the portal system are rare in cats when compared to the prevalence of portosystemic shunts (PSS) in the canine population. Reports of congenital feline PSS in the literature are scarcer and usually comprise case reports with a low number of patients (Blaxter, 1988; Schunk, 1997;

Kyles, 2002; Lipscomb, 2007; Tivers, 2011; Palerme, 2013). The most frequently reported type of PSS in cats is a single anomalous extrahepatic connection between the left gastric vein and caudal vena cava, with a lower prevalence of PSS arising from the splenic vein, left gastroepiploic vein or the right gastroduodenal branches (Birchard, 1992; van den Ingh, 1995; Lamb, 1998; Santilli, 2003).

The majority of cats is diagnosed at a young age, although some patients reach adulthood (> one year old) before the disease is detected (Rothuizen, 1982; Scavelli, 1986). Affected cats can present stunted growth and clinical signs are often of neurological nature, such as ptyalism, ataxia, tremor, depression or even seizures (Rothuizen, 1982; Scavelli, 1986; Blaxter, 1988; Birchard, 1992; Havig, 2002; Kyles, 2002; Tillson, 2002). Other (non-neurological) clinical signs are often vague and not specific, either related to the gastrointestinal tract (e.g. vomiting or intermittent anorexia) or the urinary tract (e.g. polyuria, pollakisuria, hematuria, or ammonium urate urolithiasis) (Scavelli, 1986; Havig, 2002; Kyles, 2002; Tillson, 2002;). Congenital heart murmurs (Scavelli 1986; Havig, 2002; Kyles, 2002; Tillson, 2002; Broome 2004) or cryptorchidism (Schunk, 1997; Tillson, 2002) are identified as possible concomitant anomalies, and a relation between copper-colored irises and the presence of an extrahepatic portosystemic shunt is seen but is not pathognomonic (Broome, 2004).

Although the first step in the diagnostic work-up is a blood examination with special attention to indicators of hepatic function, i.e. blood ammonia levels and pre- and postprandial bile acids (Howe, 2002; Tivers, 2011), diagnostic imaging is required for confirmation (Tivers, 2011). Due to its widespread availability, abdominal ultrasonography is the imaging modality of choice in many first-line practices and referral centers. Diagnosis is made by direct visualization of the aberrant vessel or detection of circumstantial signs, such as the decreased size of the portal vein (PV) at the hepatic hilus, turbulent flow in the caudal vena cava, microhepatia, renomegaly and/or urolithiasis (Holt, 1995; Tiemessen, 1995; Lamb, 1996; Lamb, 1998; Lamb, 2002; Santilli, 2003; d'Anjou, 2004, d'Anjou, 2007). The chance of a successful diagnosis rises with increasing experience (Holt, 1995), and with the use of Doppler ultrasound (Lamb, 1996). Transsplenic portal scintigraphy (TSPS) is not a first choice modality but in equivocal ultrasound cases, the presence or absence of a PSS can be confirmed. TSPS

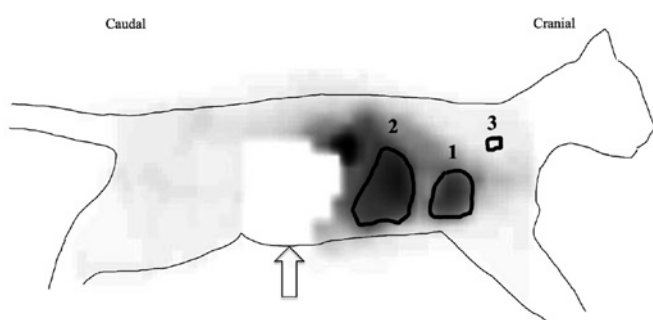


Figure 1. This image is the summation of all 240 frames of the dynamic acquisition. ROI 1 is placed over the heart, ROI 2 over the liver, ROI 3 over the dorsal cervical soft tissue. The injection site in the spleen is masked in post-processing to improve image quality (hollow arrow). A cat-contour is added for clarification (cranial to the right, caudal to the left).

was developed and established in a canine population, and without alteration applied in feline medicine (Cole, 2005; Morandi, 2005; Sura, 2007; Vandermeulen, 2013). While the technical aspects may be identical, the hemodynamics of cats may not be. The shunt fraction (SF) is a quantitative representation of the amount of portal blood flow that bypasses the liver before arriving in the heart, as is the case in a PSS. In patients with normal vasculature, SF will be low, as opposed to patients with a PSS, in which the SF is increased.

The calculation of the SF is based on the transit time of blood between the liver and the heart (Daniel, 1990; Koblik, 1990; Daniel, 1991; Koblik, 1995; Forster-van Hijfte, 1996; Cole, 2005; Morandi, 2005). The aim of the present study was to determine the liver-to-heart transit time in cats with normal hepatic vasculature, based on the methods described earlier for normal dogs (Cole, 2005), as well as to determine the shunt fraction in this normal population. Secondly, the radiation burden is reported, represented by the dose rate in microsievert per hour ($\mu\text{Sv/h}$). The legal parameter for release of patients from the clinic in Belgium is a dose rate below 20 $\mu\text{Sv/h}$ at a distance of one meter.

MATERIAL AND METHODS

Patients

Fifteen normal adult cats (European Shorthair), part of the cat colony of the Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University (Belgium), were included in the study after approval of the local Ethical Committee (2012/190).

Clinical parameters

One day prior to the portal scintigraphy, a general physical examination of the cats was performed, as well as a cardiopulmonary auscultation. Indirect blood pressure measurement using Doppler signal was obtained (measured at the tail or thoracic limb, depending on the cat's tolerance).

On the fasted patients (food withheld for twelve hours, ad libitum access to water), a 4 mL blood sample was taken via venipuncture of the jugular vein using a 24-gauge needle in order to assess the clinical condition, to evaluate anesthetic safety and to investigate the hepatic function. Standard biochemical and hematological tests were run, extended with preprandial bile acids.

For the postprandial bile acids, the cats were given a meal of a traditional commercially adult cat food, which they were used to consume. One mL blood sample was taken two hours after feeding, similar to the one described above.

During the abdominal ultrasound investigation, a urine sample was taken via cystocentesis using a 22-gauge needle and 5 mL syringe.

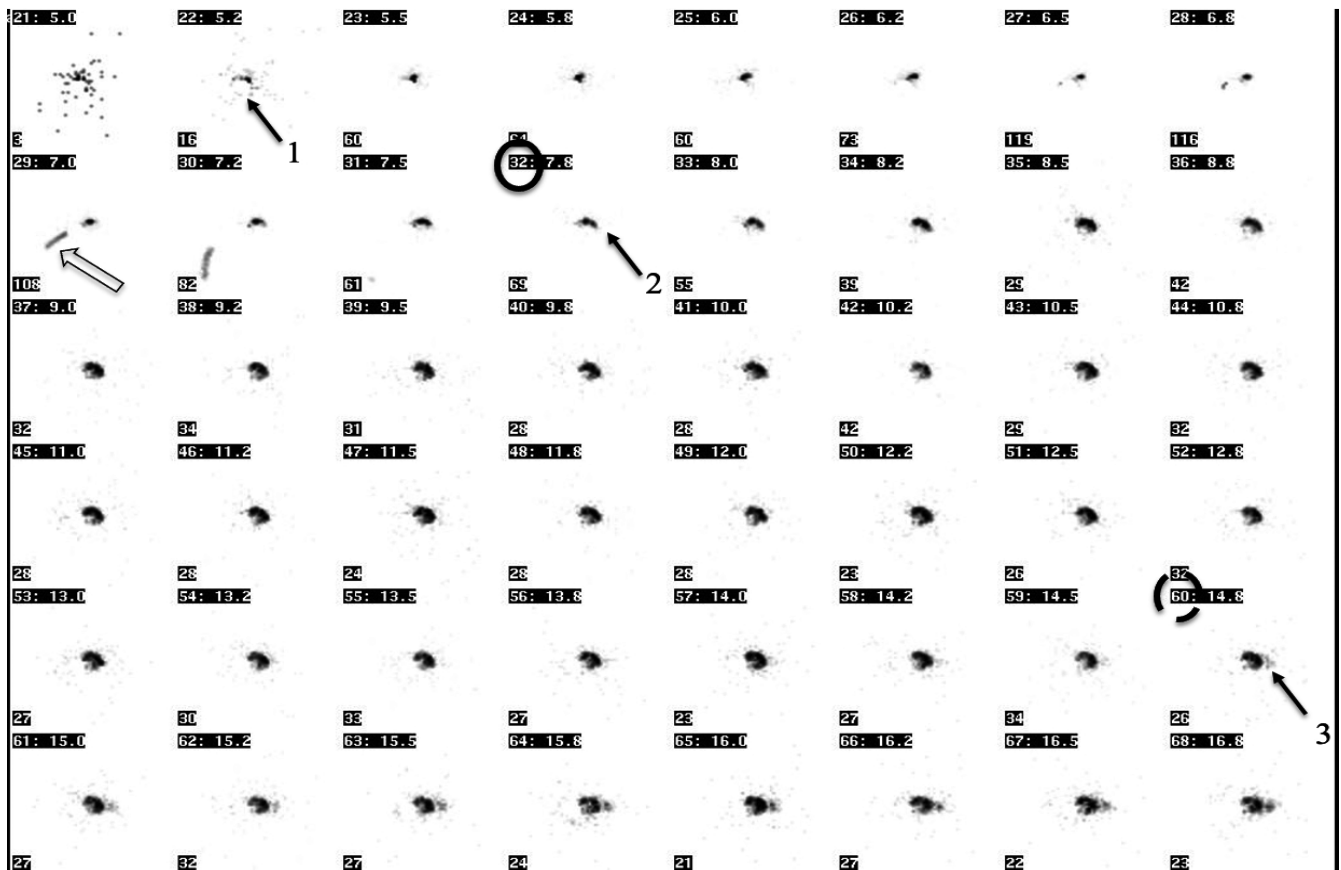


Figure 2. Frame 21-68 (0.25 seconds/frame): starting immediately prior to the injection of the pertechnetate in the spleen (frame 21). Black arrow 1 marks the injection site in the spleen (removed in post-processing to improve image quality). Black arrow 2 indicates arrival of the absorbed pertechnetate in the liver via the portal system, in frame 32 (circled). Black arrow 3 points to the arrival of pertechnetate in the heart via the caudal vena cava, in frame 60 (interrupted circle). The liver-to-heart transit time equals $60 - 32 = 28$ frames, or seven-seconds (28 frames / 4 frames per second). The hollow arrow indicates the movement of the syringe used for transsplenic injection away from the patient.

Imaging studies

Abdominal ultrasound

During the twelve-hour fasting period, a full abdominal ultrasound was performed to rule out the presence of vascular or other abnormalities that may influence the results or indicate other health issues. Special attention was given to the measurement of PV/aorta ratio, the presence or absence of abnormal portal vein branches or other aberrant vessels, and secondary signs of PSS, such as decreased hepatic size, increased renal size or the presence of urolithiasis. The ultrasonographic examinations were performed with a 12MHz-linear probe (MyLab30Vet, Esaote Europe B.V., Zaventem, Belgium).

TSPS

To perform the scintigraphic study, the cats were anesthetized using an intravenous bolus injection of propofol to effect (Propofol, 10 mg/mL, Abbott Laboratories, Wavre, Belgium), via an indwelling catheter in the cephalic vein. The cats were then placed in right

lateral recumbency above the gamma camera (Toshiba GCA401A), equipped with a low-energy, high-resolution collimator. Under ultrasound guidance, a 22-gauge needle was placed in the splenic parenchyma from a caudoventral approach to avoid overlap with the liver after injection of the radiopharmaceutical and therefore interference with scan processing and interpretation. A shielded syringe containing the small volume of ^{99m}Tc -pertechnetate was coupled to the needle. An average \pm SD of $67,0 \pm 11,47$ megabecquerel (MBq) in a volume of 0.2 ± 0.03 mL was then injected in the splenic parenchyma with continuous ultrasonographic guidance.

A dynamic acquisition protocol was started immediately prior to intrasplenic injection, following a fixed scan protocol (Cole, 2005; Morandi, 2005) that registered 240 image frames over a total duration of one minute (four frames per second). Images were stored in a 128 x 128 x 16 matrix size.

Once the TSPS was performed, the cats recovered from the short anesthesia in dedicated cages in the feline hospitalization ward of the veterinary nuclear medicine department.

Scintigraphic data gathering and processing

Dedicated nuclear medicine software (Hermes Medical Solutions, Stockholm, Sweden) was used to process the acquired image data.

Prior to transit time calculations, individual display of the frames was used to assess the trajectory of the injected radiopharmaceutical after absorption from the splenic parenchyma into the splenic veins.

A summed image of all 240 frames was composed, and a region of interest (ROI) was manually placed over the cardiac region, hepatic region and over the soft tissue in the dorsal cervical region as representation of background soft tissue and circulatory activity (Figure 1).

To assess the transit time between the arrival of the intrasplenic injected activity in the liver and arrival in the heart, the following methods were applied.

Visual assessment

A frame-by-frame analysis was done by scrolling through the individual image frames. The first image frame in which the activity arrived in the liver was noted, as well as the first frame in which the activity arrived in the heart. As each frame lasted 0.25 seconds, the number of frames between arrival in the liver and heart multiplied by 0.25 yields the transit time in seconds between liver and heart (Figure 2).

Quantitative assessment

For each ROI, the number of counts (i.e. incidence of gamma rays arising from this ROI) was depicted in 'list mode' (Figure 3). The frame with a 100%-increase of counts compared to background activity was defined as the frame in which the bolus of radiopharmaceutical arrived in the liver or heart. Identical to the visual assessment, the number of frames between arrival in liver and heart multiplied by 0.25 was consistent with the liver-to-heart transit time(s).

A student's t-test was performed to establish a possible difference between both methods of transit time calculation, with significance set at $p \leq 0.001$.

Based on the established average transit time, the shunt fraction was calculated. For this, the activity in the cardiac ROI during a predetermined time period (i.e. the liver-to-heart transit time) was summed, and divided by the summed activity in the cardiac ROI plus the summed activity in the liver ROI for the same time period. To obtain a percentage, this value was then multiplied by 100. The liver-to-heart transit time used for the calculation was determined in the first part of the study.

The SF formula is as follows (with n = liver-to-heart transit time):

$$\text{Shunt fraction (\%)} = \left(\frac{\sum_n \text{cardiac activity}}{\sum_n \text{cardiac activity} + \sum_n \text{hepatic activity}} \right) \times 100$$

Dose rate measurement

The dose rate was measured using a handheld Geiger-Müller counter (Radiagem™ 2000, Mirion Technologies (MGPI) SAS, Lamanon, France), immediately after completion of the scan and 24 hours after the scan. The dose rate was recorded at two locations: at the level of the injection site in the spleen, and at one meter distance from the patient. The highest amount of remaining activity was assumed to be registered at the level of the injection site: approximately 50% of the injected dose is absorbed rapidly from the spleen into the blood stream, the remaining 50% remains temporarily in the splenic parenchyma and is absorbed more slowly into the blood stream (Cole, 2005). The activity at one meter distance was measured as this is the Belgian legal parameter for patient discharge. All dose rates were recorded in $\mu\text{Sv/h}$.

RESULTS

Demographical data

The average age of the European Shorthairs at the date of the study was 40 ± 13.7 months (range: 20 months – 64.8 months) and there were ten females and five males (one intact female and two intact males). The average weight was 3.5 ± 0.95 kg (range: 2.4 – 5.0 kg).

Clinical parameters

For all cats, the clinical parameters were unremarkable and auscultation of the heart and lungs was normal. None of the cats showed abnormalities on the general hematological and biochemical blood examinations.

The preprandial bile acids for twelve cats were <1 $\mu\text{mol/L}$, for three cats they were 2, 3 and 4 $\mu\text{mol/L}$, respectively, all well below the upper limit of 10 $\mu\text{mol/L}$. Postprandial bile acids were higher than the preprandial values in all cats as expected, but all remained under 10 $\mu\text{mol/L}$ (average 6.7 ± 1.59 $\mu\text{mol/L}$, range 4-9), and corresponded to the reported postprandial values of 8.3 ± 0.3 $\mu\text{mol/L}$ for normal cats (Center, 1995; Webster, 2009).

Routine urinalysis was performed, determining urinary specific gravity, proteinuria and the presence of cellular material. With the exception of a trace amount of proteinuria in two cats, the findings were unremarkable.

Ultrasonographic findings

As there are no objective measurements to evaluate hepatic size, subjective interpretation was done. For all cats in the study, this was deemed normal.

The average \pm SD values of the PV/Ao ratio was 0.97 ± 0.10 (range 0.90 – 1.15) and this falls within the normal range established for cats (0.78–1.25, average 0.93 (d’Anjou, 2004)), thereby excluding the presence of a macroscopic PSS, either intrahepatic or extrahepatic.

No renomegaly was noted, the average \pm SD size was 3.64 ± 0.30 cm for the left kidney and 3.74 ± 0.39 cm for the right kidney (range left: 3.28 – 4.28 cm and right: 3.32 – 4.35 cm), all within the normal range reported for cats (d’Anjou, 2015).

Urolithiasis or nephrolithiasis were not seen in any of the cats.

TSPS

All injections were successful on first trial. The cinematic display of the scans showed arrival of the absorbed radiopharmaceutical in the liver before progressing to the heart, thereby confirming the absence of abnormal vasculature of the portal system cranially to the connection of the splenic vein to the PV. Absorbed ^{99m}Tc-pertechnetate was transported via the blood stream into the splenic vein and thereafter to the portal vein, thus arriving in the liver. Later, the hepatic venous blood gathered into the caudal vena cava and arrived in the right atrium of the heart.

Visual assessment of the transit time from liver to heart yielded an average \pm SD of 6.75 ± 1.58 seconds. When based on the listed data, the transit time was 7.40 ± 1.64 seconds. The range of transit times was equal for both methods: 5.25 to 9.25 seconds. If there was a difference between both transit times for each individual cat, the visual transit time was generally slightly shorter than the transit time derived from listed data. However, this did not result in a significantly different transit time for the entire group ($p = 0.07$).

The average \pm SD shunt fraction for this group of cats was $0.73 \pm 0.736\%$ (range 0.11 – 2.48 %), calculated with a seven-second transit time. The low SF in normal cats is due to the appearance of cardiac activity in only a few of the 28 frames that are included in the seven-second period for calculation, whereas liver activity is present in all frames.

Dose rate

The dose rate at the injection site immediately after the scan was logically the highest (234.4 ± 86.67 μ Sv/h). The rapid physical decay (the physical half-life of ^{99m}Tc is approximately six hours) combined with further absorption from the injection site already provided a much lower dose rate at the injection site 24 hours later (5.99 ± 2.63 μ Sv/h). At a distance of one meter from the patient, the dose rate was much lower both immediately after the scan and 24 hours later: 1.95 ± 0.89 μ Sv/h and 0.57 ± 0.24 μ Sv/h, respectively.

DISCUSSION

Transsplenic portal scintigraphy can be an adjunct imaging tool when abdominal ultrasound is not diagnostic. The aim of this study was to investigate the transferability of the SF formula derived from a TSPS scan from dogs to cats. The SF determines the amount of injected activity that bypasses the liver via an aberrant blood vessel (i.e. the portosystemic shunt) after

Point	Start	Length	Roi 1	Roi 2	
1	1.0	0.2	0,0000	2,000	
2	2.0	0.2	0,0000	1,0000	
3	3.0	0.2	0,0000	0,0000	
4	4.0	0.2	0,0000	2,000	
5	5.0	0.2	0,0000	0,0000	
6	6.0	0.2	0,0000	1,0000	
7	7.0	0.2	0,0000	0,0000	
8	8.0	0.2	0,0000	0,0000	
9	9.0	0.2	0,0000	2,000	
10	10.0	0.2	0,0000	1,0000	
11	11.0	0.2	0,0000	0,0000	
12	12.0	0.2	0,0000	1,0000	
13	13.0	0.2	0,0000	0,0000	
14	14.0	0.2	0,0000	4,000	Arrival in liver
15	15.0	0.2	0,0000	5,000	
16	16.0	0.2	0,0000	8,000	
17	17.0	0.2	0,0000	10,000	
18	18.0	0.2	0,0000	2,000	
19	19.0	0.2	0,0000	2,000	
20	20.0	0.2	0,0000	8,000	
21	21.0	0.2	0,0000	12,000	
22	22.0	0.2	0,0000	33,000	
23	23.0	0.2	0,0000	89,000	
24	24.0	0.2	0,0000	139,000	
25	25.0	0.2	0,0000	162,000	
26	26.0	0.2	0,0000	207,000	
27	27.0	0.2	1,0000	219,000	
28	28.0	0.2	0,0000	231,000	
29	29.0	0.2	0,0000	197,000	
30	30.0	0.2	0,0000	220,000	
31	31.0	0.2	0,0000	257,000	
32	32.0	0.2	1,0000	291,000	
33	33.0	0.2	1,0000	323,000	
34	34.0	0.2	0,0000	326,000	
35	35.0	0.2	2,000	345,000	
36	36.0	0.2	0,0000	348,000	
37	37.0	0.2	0,0000	356,000	
38	38.0	0.2	2,000	373,000	
39	39.0	0.2	0,0000	344,000	
40	40.0	0.2	0,0000	387,000	
41	41.0	0.2	0,0000	381,000	
42	42.0	0.2	0,0000	366,000	
43	43.0	0.2	0,0000	344,000	
44	44.0	0.2	0,0000	342,000	
45	45.0	0.2	0,0000	374,000	
46	46.0	0.2	3,000	346,000	Arrival in heart
47	47.0	0.2	2,000	380,000	
48	48.0	0.2	4,000	374,000	
49	49.0	0.2	8,000	420,000	
50	50.0	0.2	12,000	353,000	
51	51.0	0.2	9,000	395,000	
52	52.0	0.2	18,000	386,000	
53	53.0	0.2	26,000	316,000	
54	54.0	0.2	35,000	353,000	
55	55.0	0.2	36,000	355,000	
56	56.0	0.2	50,000	319,000	
57	57.0	0.2	47,000	301,000	
58	58.0	0.2	44,000	294,000	
59	59.0	0.2	69,000	311,000	
60	60.0	0.2	80,000	314,000	

Figure 3. Example of a part of the list-mode data as used for the quantitative assessment of liver-to-heart transit time. ‘Point’ and ‘Start’ indicate the frame number, ‘Length’ is frame duration (0.25 seconds - automatically abbreviated to ‘0.2’), ‘ROI 1’ and ‘ROI 2’ represent the amount of pertechnetate in the heart (ROI 1) and liver (ROI 2) per individual frame. Arrival of the activity in the liver occurs at point 14, arrival in the heart at point 46, yielding a transit time of $(46 - 14) / 4 = 8$ seconds.

ultrasound-guided, intrasplenic deposition of a small bolus of ^{99m}Tc -pertechnetate (Cole, 2005; Morandi, 2005; Vandermeulen, 2013). Its calculation is based on the transit time of blood between the liver and the heart (Daniel, 1990; Koblik, 1990; Daniel 1991; Koblik, 1995; Forster-van Hijfte, 1996; Cole, 2005; Morandi, 2005). Initially, portal scintigraphy relied on the per rectal deposition of a small amount of ^{99m}Tc -pertechnetate (per rectal portal scintigraphy or PRPS), after which the absorbed radiopharmaceutical is transported to the PV, liver, hepatic veins, caudal vena cava and then the heart. This procedure was developed in the early 1990's and the average transit time was set at twelve seconds (Daniel, 1990; Koblik, 1990; Daniel, 1991; Koblik, 1995; Forster-Van Hijfte, 1996). The PRPS technique was later modified into TSPS to decrease the amount of radiopharmaceutical needed for the evaluation of the portal system. Because of the higher absorption of the injected activity (15% for PRPS, 50% for TSPS), the transsplenic approach requires a lower amount of radiopharmaceutical, and yields qualitatively better scans (Cole, 2005; Morandi, 2005; Sura, 2007; Morandi, 2010; Vandermeulen, 2013). Due to the different location of radiopharmaceutical deposition, the shunt fraction needed to be revised, which was done in a population of young beagles: a transit time of seven seconds was established. Thereafter, these seven seconds have been widely accepted for canine and feline patients (Cole, 2005; Morandi, 2005; Sura, 2007; Vandermeulen, 2013).

However, the increasing awareness of possible differences between cats and dogs lies at the base of this study, which aimed to investigate if the seven-second transit time, established in a canine population, is valid for feline patients. Inspired by the calculation methods by Cole (2005), in this study, the average transit time was calculated using visual assessment of the scans and secondly, using the listed data. This resulted in an average transit time of 6.75 ± 1.58 seconds for the visual method, and 7.4 ± 1.64 seconds for the list-data method. The range of transit times was an identical range for both: 5.25 - 9.25 seconds. This finding confirms the validity of previous studies, in which the seven-second transit time was applied to TSPS of feline patients.

The normal SF for this group of cats, using this seven-second transit time and based on the visual arrival of the injected activity in the liver ROI, was $0.73 + 0.74\%$ (range 0.11 – 2.48 %). Compared to the SF obtained for dogs using the same calculation method, the normal average and range are mildly lower: Cole et al. (2005) reported an average + SD of $2.6 + 1.3\%$ (range: 0.8 – 4.3%). However similar, there is no clear explanation for this mild discrepancy between dogs and cats. Despite the mild discrepancy, these values can however be considered identical for normal cats and dogs. Indeed, due to the small value, one frame more or less with the appearance of cardiac activity can change the SF. This is reflected in the relatively wide normal range. Although the exact SF value is

of little interest in normal cats (a SF value within the normal range with a normal visual assessment is sufficient to confirm normalcy), the SF can be of great value in patients with abnormal or collateral portal circulation. An increase in SF will be seen, together with a larger number of frames within the seven-second period with cardiac activity, due to earlier arrival via the shunting vessel(s).

The choice to perform a TSPS is only done after inconclusive results of the ultrasonographic examination. Nowadays, there is a wide range of advanced imaging techniques at our disposal. Computed tomographic angiography (CTA) gains importance as it gives detailed information of the abdominal blood vessels (Echandi, 2007; Zwingenberger, 2009; Brown, 2010), and even magnetic resonance angiography (MRA) has been reported in veterinary medicine (Seguin, 1999; Bruehschwein, 2010). Despite the limited number of veterinary nuclear medicine centers, scintigraphic techniques have been widely studied since the early 1990's and have been successfully used in clinical practice to diagnose PSS since then. Not only can it rapidly confirm the presence of an extraphepatic macroscopic portosystemic shunt, it also gives an indication of the morphology of the ending of the shunt, i.e. the connection to the azygos vein, the caudal vena cava or internal thoracic vein can be distinguished (Morandi, 2005; Morandi, 2007).

A disadvantage is the use of radiopharmaceuticals. The ALARA principle dictates sensible use of radioactivity in (veterinary) medicine. The low activity that is injected (67.0 ± 11.47 MBq) together with the short half-life of ^{99m}Tc -pertechnetate (physical half-life of \pm six hours, decay via low-energy gamma radiation) only gives a relatively low radiation burden for the patient and its owner. The Belgian legal dose rate limit below which the measured dose rate needs to be for safe release, is set at $20 \mu\text{Sv/h}$ at a distance of one meter, a threshold that is not even reached immediately after the injection. At a distance of one meter from the patient, the dose rate is much lower both immediately after the scan and 24 hours later: $1.95 \pm 0.89 \mu\text{Sv/h}$ and $0.57 \pm 0.24 \mu\text{Sv/h}$.

There are some limitations to be noted in this study. Firstly, the age at which a PSS is diagnosed is usually younger than the age of the cats included in this study. As this study was performed with cats that resided in the cat colony of the Faculty of Veterinary Medicine and because this colony only consists of adult cats, this was an unavoidable difficulty. Although a wide age range for the diagnosis of PSS in cats has been reported in the literature (which is often not made until the patient reaches adulthood), the results of the present study are deemed to be valid (Blaxter, 1988; Forster-van Hijfte, 1996; White, 1996; Havig, 2002; Kyles, 2002; Palerme, 2013; Vandermeulen, 2013; Valiente, 2020). Later diagnosis is more often seen when a portoazygos or -hemiazygos shunt rather than a portocaval shunt is present (Rothuizen, 1982; Martin, 1993; Kyles, 2002).

A potential indicator for the presence of an extrahepatic PSS is the alteration of the portal blood flow velocity and the direction on Doppler investigation. Hepatofugal flow, the consequence of lower flow resistance through the shunting vessel, or irregular flow velocity in the PV, could increase confidence to identify the presence of an extrahepatic PSS (d'Anjou, 2004). In this study, the portal vasculature was thoroughly examined, including Doppler investigation. Absence of reversed flow direction or turbulence on Doppler investigation was seen in all cats. Unfortunately, the PV flow velocity was not measured, although it could be beneficial in the search to diagnose PSS.

A limiting factor of TSPS is the requirement of a veterinary nuclear medicine facility, the presence of trained and licensed personnel and the use of radioactive isotopes. However, if available, it is a fast and solid method to confirm the presence of a macroscopic PSS (either intra- or extrahepatic). As with many ultrasound-based methods, the technique requires a learning curve to familiarize the operator with the injection in the splenic parenchyma. Indeed, the main cause of a nondiagnostic scan is the deposition of the radiopharmaceutical into the peritoneal cavity, as intrasplenic injection may be challenging in the small-sized feline spleen. Although this does not give a diagnostic scan, the low amount of radioactivity does not have negative consequences for the patient.

CONCLUSION

The seven-second transit time, as it has previously been applied in the calculation of a SF in cats, is consolidated in this study. TSPS is a rapid imaging method in the diagnostic work-up of patients suspected of PSS. The low activity that is injected, allows this technique to be performed on an out-patient base, provided the owner is given radioprotective measures prior to the scan in order to limit exposure as much as possible.

REFERENCES

- Birchard S.J., Sherding R.G. (1992). Feline portosystemic shunts. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 14, 1295-1301.
- Blaxter A.C., Holt P.E., Pearson G.R., Gibbs C., Gruffydd-Jones T.J. (1988). Congenital portosystemic shunts in the cat: a report of nine cases. *Journal of Small Animal Practice* 29, 631-645.
- Broome C.J., Walsh V.P., Braddock J.A. (2004). Congenital portosystemic shunts in dogs and cats. *New Zealand Veterinary Journal* 52, 154-162.
- Brown, Jr J.C., Chanoit G., Reeder J. (2010). Complex extrahepatic portocaval shunt with unusual caval features in a cat: computed tomographic characterisation. *Journal of Small Animal Practice* 51, 227-230.
- Bruehschwein A., Foltin I., Flatz K., Zoellner M., Matis U. (2010). Contrast-enhanced magnetic resonance angiography for diagnosis of portosystemic shunts in 10 dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 51, 116-121.
- Center S.A., Erb H.N., Joseph S.A. (1995). Measurement of serum bile acids concentrations for diagnosis of hepatobiliary disease in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 207, 1048-1053.
- Cole R.C., Morandi F., Avenell J., Daniel G.B. (2005). Trans-splenic portal scintigraphy in normal dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 46, 146-152.
- d'Anjou M-A., Penninck D., Cornejo L., Pibarot P. (2004). Ultrasonographic diagnosis of portosystemic shunting in dogs and cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 45, 424-427.
- d'Anjou M-A. (2007). The sonographic search for portosystemic shunts. *Clinical Techniques in Small Animal Practice* 22, 104-114.
- d'Anjou M-A., Penninck D. (2015). Kidneys and ureters. In: Penninck D. and d'Anjou M-A. (editors). *Atlas Of Small Animal Ultrasonography*. Second edition, Wiley Blackwell, Ames, p. 331-362.
- Daniel G.B., Bright R., Monnet E., Ollis P. (1990). Comparison of per-rectal portal scintigraphy using ^{99m}technetium pertechnetate to mesenteric injection of radioactive microspheres for quantification of portosystemic shunts in an experimental dog model. *Veterinary Radiology* 31, 175-181.
- Daniel G.B., Bright R., Ollis P., Shull R. (1991). Per rectal portal scintigraphy using ^{99m}technetium pertechnetate to diagnose portosystemic shunts in dogs and cats. *Journal Veterinary Internal Medicine* 5, 23-27.
- Echandi R.L., Morandi F., Daniel W.T., Paquette J.L., Daniel G.B. (2007). Comparison of transsplenic multidetector CT portography to multidetector CT-angiography in normal dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 48, 38-44.
- Forster-van Hijfte M.A., McEvoy F.J., White R.N., Lamb C.R., Rutgers H.C. (1996). Per rectal portal scintigraphy in the diagnosis and management of feline congenital portosystemic shunts. *Journal of Small Animal Practice* 37, 7-11.
- Havig M., Tobias K.T. (2002). Outcome of ameroid constrictor occlusion of single congenital extrahepatic portosystemic shunts in cats: 12 cases (1993-2000). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 220, 337-341.
- Holt D.E., Schelling C.G., Saunders H.M., Orsher R.J. (1995). Correlation of ultrasonographic findings with surgical, portographic, and necropsy findings in dogs and cats with portosystemic shunts: 63 cases (1987-1993). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 207, 1190-1193.
- Koblik P.D., Komtebedde J., Yen C-K., Hornof W.J. (1990). Use of transcolonic ^{99m}technetium-pertechnetate as a screening test for portosystemic shunts in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 196, 925-930.
- Koblik P.D., Hornof W.J. (1995). Transcolonic sodium pertechnetate Tc 99m scintigraphy for diagnosis of macrovascular portosystemic shunts in dogs, cats, and potbellied pigs: 176 cases (1988-1992). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 207, 729-733.
- Kyles A.E., Hardie E.M., Mehl M., Gregory C.R. (2002). Evaluation of aneroid ring constrictors for the management of single extrahepatic portosystemic shunts in cats:

- 23 cases (1996-2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 220, 1341-1347.
- Lamb C.R., Forster-van Hijfte M.A., White R.N., McEVoy F.J., Rutgers H.C. (1996). Ultrasonographic diagnosis of congenital portosystemic shunt in 14 cats. *Journal of Small Animal Practice* 37, 205-209.
- Lamb C.R., White R.N. (1998). Morphology of congenital intrahepatic portacaval shunts in dogs and cats. *Veterinary Record* 142, 55-60.
- Lamb C.R., Daniel G.B. (2002). Diagnostic imaging of dogs with suspected portosystemic shunting. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians* 24, 626-635.
- Lipscomb V.J., Jones H.J., Brockman D.J. (2007). Complications and long-term outcomes of the ligation of congenital portosystemic shunts in 49 cats. *Veterinary Record* 160, 465-470.
- Martin R.A. (1993). Congenital portosystemic shunts in the dog and cat. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 23, 609-623.
- Morandi F., Cole R.C., Tobias K.M., Berry C.R., Avenell J., Daniel G.B. (2005). Use of $^{99m}\text{TcO}_4^-$ trans-splenic portal scintigraphy for diagnosis of portosystemic shunts in 28 dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 49, 153-161.
- Morandi F., Cole R.C., Echandi R.L., Daniel G.B. (2007). Transsplenic portal scintigraphy using ^{99m}Tc -mebrofenin in normal dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 48, 286-291.
- Morandi F., Sura P.A., Sharp D., Daniel G.B. (2010). Characterization of multiple acquired portosystemic shunts using transsplenic portal scintigraphy. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 51, 466-471.
- Palermo J-S., Bronw J.C., Marks S.L., Birkenheuer A.J. (2013). Splenosystemic shunts in cats: a retrospective of 33 cases (2004-2011). *Journal of Veterinary Internal Medicine* 27, 1347-1353.
- Rothuizen J., Van den Ingh S.G.A.M., Voorhout G., Van der Luer R.J.T., Wouda W. (1982). Congenital porto-systemic shunts in sixteen dogs and three cats. *Journal of Small Animal Practice* 23, 67-81.
- Santilli R.A., Gerboni G. (2003). Diagnostic imaging of congenital porto-systemic shunts in dogs and cats: a review. *Veterinary Journal* 116, 7-18.
- Scavelli T.D., Hornbuckle W.E., Roth L., Rendano, Jr V.T., de Lahunta A., Center S.A., French T.W., Zimmer J.F. (1986). Portosystemic shunts in cats: Seven cases (1976-1984). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 189, 317-325.
- Schunk C.M. (1997). Feline portosystemic shunts. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)* 12, 45-50.
- Seguin B., Tobias K.M., Gavin P.R., Tucker R.L. (1999). Use of magnetic resonance angiography for diagnosis of portosystemic shunts in dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 40, 251-258.
- Sura P.A., Tobias K.M., Morandi F., Daniel G.B., Echandi R.L. (2007). Comparison of $^{99m}\text{TcO}_4^-$ trans-splenic portal scintigraphy with per-rectal portal scintigraphy for diagnosis of portosystemic shunts in dogs. *Veterinary Surgery* 36, 654-660.
- Tiemessen J., Voorhout G. (1995). Ultrasonography in the diagnosis of congenital portosystemic shunts in dogs. *Veterinary Quarterly* 17, 50-53.
- Tillson D.M., Winkler J.T. (2002). Diagnosis and treatment of portosystemic shunts in the cat. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice* 32, 881-889.
- Tivers M., Lipscomb V. (2011). Congenital portosystemic shunts in cats. Investigation, diagnosis and stabilisation. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 13, 173-184.
- Valiente P., Trehy M., White R., Nelissen P., Demetriou J., Stanzani G., de la Puerta B. (2020). Complications and outcome of cats with congenital extrahepatic portosystemic shunts treated with thin film: Thirty-four cases (2008-2017). *Journal of Veterinary Internal Medicine* 34, 117-124.
- van den Ingh T.S., Rothuizen J., Meyer H.P. (1995). Circulatory disorders of the liver in dogs and cats. *Veterinary Quarterly* 17, 70-76.
- Vandermeulen E., Combes A., de Rooster H., Polis I., de Spiegeleer B., Saunders J., Peremans K. (2013). Trans-splenic portal scintigraphy using ^{99m}Tc -pertechnetate for the diagnosis of portosystemic shunts in cats: a retrospective review of 12 patients. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 15, 1123-1131.
- Webster C.R.L. (2009). History, clinical signs, and physical findings in hepatobiliary disease: bile acids. In: Ettinger S. and Feldman E. (editors). *Textbook Of Veterinary Internal Medicine*. Seventh edition, vol. 2, Elsevier, p. 1613-1625.
- White R.M., Forster-van Hijfte M.A., Petrie G., Lamb C.R., Hammond R.A. (1996). Surgical treatment of intrahepatic portosystemic shunts in six cats. *Veterinary Record* 139, 314-317.
- Zwingenberger A.L., Schwarz T., Saunders H.M. (2009). Helical computed tomographic angiography of canine portosystemic shunts. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 46, 27-32.



© 2021 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of

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

De meerwaarde van botscentigrafie bij honden met ongedefinieerd manken achteraan of niet-gelocaliseerde pijn op de achterhand

The value of bone scintigraphy in dogs with undefined hind limb lameness or unlocalized pain

N. De Wilde, K. Peremans

Vakgroep Medische Beeldvorming van de Huisdieren en Orthopedie van de Kleine Huisdieren, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, Merelbeke

Kathelijne.Peremans@UGent.be

SAMENVATTING

Botscentigrafie is een zeer gevoelige techniek om vroege veranderingen in de metabole activiteit van botstructuren weer te geven, zoals verhoogde bloedperfusie en/of verhoogde botremodelering. Botscentigrafie is uiterst geschikt als gevoelige diagnostische tool in het mankeidsonderzoek van de hond maar moet wegens de beperkte specificiteit gecombineerd worden met structurele beeldvormingstechnieken. In deze retrospectieve studie werden 194 patiënten opgenomen die mankten op de achterpoten en/of pijn vertoonden op de achterhand in de periode van 2001 tot en met 2020. Vierenzestig honden werden in de studie ingesloten op basis van patiëntengegevens. Bij de geselecteerde honden werden de bevindingen van de botscentigrafie vergeleken met de vaststellingen op andere beeldvormingsmodaliteiten die eventueel vooraf uitgevoerd werden en met de beeldvorming die achteraf gebeurde op basis van de scintigrafiebeelden. Uit deze retrospectieve studie kan besloten worden dat botscentigrafie zijn nut bewijst bij aandoeningen, waarbij het voorgaande onderzoek niet conclusief was.

ABSTRACT

Bone scintigraphy is a very sensitive technique to detect early changes in the metabolic activity of bone structures such as a higher blood perfusion and/or bone remodeling. Therefore, bone scintigraphy is highly suited as sensitive diagnostic tool in the lameness examination of dogs. Due to the limited specificity of this technique, scintigraphy has to be combined with structural imaging techniques. In this retrospective study, 194 patients with complaints of limping and/or pain in the hind legs were observed in the period of 2001 until 2020. Sixty-four dogs were included in the study based on patient data and results. In the selected dogs, the findings on the scintigraphy scans were compared to the results of prior examinations and to the imaging techniques which were taken based on the scintigraphy images. Based on this retrospective study, it can be concluded that bone scintigraphy is useful in conditions where previous examinations were inconclusive.

INLEIDING

Achterhandsmanen bij de hond wordt doorgaans onderzocht tijdens het klinisch en orthopedisch onderzoek, inclusief palpatie, bepaling van de pijnlijkheid en “range of motion” (ROM) van de gewrichten, het bekijken van de gang en, indien geïndiceerd, een neurologisch basisonderzoek.

Wanneer het manken zich in de achterhand situeert, is er tijdens het klinisch onderzoek vaak een lage

houding van de kop waarneembaar bij beweging en wordt er een hogere belasting geplaatst op de voorpoten. Bij heupaandoeningen kan een ‘waggelende gang’ voorkomen. Wanneer er knieproblemen aanwezig zijn, wordt de aangetaste poot vaak verder naar voren geplaatst, waardoor een gestrekte pas ontstaat. Het op en neer bewegen van de staart bij het stappen kan eveneens wijzen op een probleem aan de achterhand (Leach et al., 1977). Naast het bewegingsonderzoek volgt er palpatie en manipulatie van de verschil-

lende skeletregio's om de lokalisatie van pijn te bepalen. De oorzaak van pijn kan klinisch moeilijker vast te stellen zijn wanneer er met behulp van manipulatie geen lokalisatie kan bepaald worden en/of wanneer er sprake is van een multifocale oorsprong (Schwarz et al., 2004), wat gerichte beeldvorming bemoeilijkt. Het karakter van de hond kan eveneens een rol spelen in het al dan niet lokaliseren van het probleem. Als vervolg op het klinisch onderzoek worden medische beeldvormingstechnieken ingeschakeld.

De meest gebruikte en toegankelijke beeldvormingsmodaliteit in de eerstelijnspraktijk is radiografie. Radiografie is ideaal voor het beoordelen van beenderige structuren. Radiografische veranderingen treden echter meestal later op, waardoor aanwezige aandoeningen niet altijd (vroeg) gediagnosticeerd kunnen worden. Langdurige problemen zijn vaker zichtbaar op radiografieën vanwege de secundaire veranderingen die optreden, zoals osteoartrose. Het bijkomende nadeel is dat een driedimensionale structuur omgezet wordt in een tweedimensionaal radiografisch beeld en er daardoor superpositie van verschillende structuren optreedt.

Complexe gewrichten en subtiele botlaesies zijn dan ook beter zichtbaar op een driedimensionale weergave zoals bij computertomografie (CT). Osteolyse en sclerose zijn eerder zichtbaar op een CT-scan dan op radiografieën aangezien een CT-scan verschillen in densiteit van zelfs 0,5% in beeld brengt (Hoskinson en Tucker, 2001); dit in tegenstelling tot radiografisch onderzoek, waarbij er 30-50% verschil in densiteit nodig is. Bij CT is er evenmin sprake van superimpositie van bovenliggende structuren aangezien de roterende detectoren de uitgezonden straling van een eveneens roterende röntgenbuis opvangen en er zo doorsnedes worden gemaakt van het lichaamsdeel (Tidwell en Jones, 1999; Ohlerth en Scharf, 2007).

Bij een vermoeden van aandoeningen van het centrale zenuwstelsel (Pooya et al., 2004) of bij musculoskeletale problemen wordt vaak een "magnetic resonance imaging scan (MRI) uitgevoerd. Daarbij wordt een magnetisch veld gecreëerd en worden radiogolven doorheen het lichaam gezonden. De gewijzigde magnetische signalen vormen via ontvangstspoelen een driedimensionaal beeld.

Niet zelden wordt er beroep gedaan op botscintigrafie wanneer er met behulp van de hierboven genoemde structurele beeldvormende modaliteiten, i. e. radiografie, CT, MRI, geen lokalisatie toegeschreven kan worden aan het klinische achterhandsprobleem.

Op de Faculteit Diergeneeskunde (UGent) is botscintigrafie minder duur dan CT en MRI; het is bovendien een zeer gevoelige techniek en leent zich uitstekend om in een vroeg stadium veranderingen in de metabole activiteit van botstructuren weer te geven, zoals verhoogde bloedperfusie en/of veranderde botremodellering. Dit uit zich bij verhoogde botactiviteit in de vorm van "hotspots" en bij botdestructie in "coldspots". Opname kan gebeuren op het niveau van

de afzonderlijke ledematen maar ook een opname van het hele lichaam in één scanbeurt ("total body scan") is mogelijk.

Methyleendifosfonaat-gelabeld technetium O_4^{99m} , afgekort als ^{99m}Tc -MDP wordt het vaakst gebruikt voor botscintigrafie. Deze radioactieve stof wordt intraveneus geïnjecteerd en bindt aan de blootgestelde hydroxyapatietcomponent van bot op plaatsen waar een actieve botremodellering gebeurt (Balogh et al., 1999). Door middel van een gammacamera wordt een scan genomen twee à drie uur na injectie van ^{99m}Tc -MDP. Hierbij capteert de gammacamera straling die vanuit de patiënt komt. Deze straling wordt dan omgezet in een elektrisch signaal dat uiteindelijk resulteert in een beeld. Er is de tweedimensionale beeldvorming (planaire scans) die te vergelijken is met de tweedimensionale beeldvorming bij radiografie. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om met de hedendaagse gammacamera's die bij kleine huisdieren gebruikt worden, ook driedimensionale beelden te maken tijdens hetzelfde onderzoek. Dit onderzoek wordt "single photon emission computed tomography" (SPECT) genoemd en is sinds kort ook mogelijk bij paarden (Harding et al., 2021).

Regio's waar een verhoogde botremodellering aanwezig is, zijn reeds na enkele uren zichtbaar op de botscan; dit in tegenstelling tot radiografische veranderingen die pas laattijdig gezien kunnen worden (Balogh et al., 1999; Jankowski et al., 2003; Schwarz et al., 2004; Samoy et al., 2008). Een van de nadelen van botscintigrafie is de beperkte spatiale resolutie (scherpheid/detail van beelden). Dit wordt opgevangen door "high resolution single photon emission computed tomography" (HiSPECT), een gammacamera die over aangepaste collimatoren beschikt, waardoor anatomische lokalisatie bijvoorbeeld binnen een gewricht, verbeterd wordt (Peremans et al., 2013). Verder is botscintigrafie zeer gevoelig (snelle diagnose van botremodellering) maar niet specifiek (elke botremodellering ongeacht de onderliggende pathologie resulteert in een gelijkaardig beeld), waardoor de klinische situatie (infectie versus tumor of trauma) belangrijk is voor de diagnose. Dit leidt eveneens tot de inzet van anatomische beeldvorming/artroscopie die de diagnostiek verder kan verfijnen (Debruyne et al., 2013, Hoskinson en Tucker, 2001).

Het doel van deze retrospectieve studie was het analyseren van de bevindingen tijdens botscintigrafisch onderzoek van honden met achterhandsproblemen en niet-gelocaliseerde pijnklachten, waarbij er met behulp van andere diagnostische middelen en beeldvormingsmodaliteiten geen duidelijke oorzaak van het probleem gevonden kon worden. Significante veranderingen vastgesteld op een botscan werden vervolgens vergeleken met de vaststellingen via andere modaliteiten, zoals radiografieën, CT en MRI, die vooraf uitgevoerd werden en met die van een specifiek gebied die op basis van de botscintigrafie werden genomen.

MATERIAAL EN METHODEN

De retrospectieve studie liep van 2001 tot en met december 2020. Alle gegevens werden uit het papieren archief en de digitale databanken van de Faculteit Diergeneeskunde (UGent) verzameld.

In die periode werden er op de Faculteit Diergeneeskunde in totaal 371 botscans bij honden uitgevoerd. Hiervan werden er 194 botscans uitgevoerd bij honden met niet-gelokaliseerde pijn of met specifieke achterhandsproblemen.

De patiënten die in het onderzoek werden opgenomen, werden geselecteerd op basis van de anamnese (klachten, pijn op de achterhand, manken) en op basis van de uitgevoerde scintigrafieën (scans van de achterpoten, de sacrale regio, het pelvisgebied, de rug en scans van het volledige lichaam met bevindingen op de achterhand). Het kliniekprogramma van Kleine Huisdieren met alle patiëntendossiers werd gebruikt om het signalement, de anamnese en (resultaten van) uitgevoerde onderzoeken aan te vullen.

Gevallen waarbij verslagen onvolledig waren, er geen afwijkingen op scintigrafie vastgesteld werden en/of waarbij er geen bijkomende onderzoeken naast scintigrafie gebeurden om tot een definitieve diagnose te komen, werden niet in de studie ingesloten.

Vervolgens werden de resultaten in een tabel verwerkt om alle patiëntengegevens duidelijk weer te

geven en een vergelijking te maken tussen de bevindingen van eerder onderzoek, de botscans en daaropvolgende beeldvormende onderzoeken. De verschillende diagnoses werden opgesomd, gerangschikt volgens anatomische lokalisatie en er werd nagegaan in hoeveel gevallen verder onderzoek van de aangetaste locaties op botscan resulteerden in een diagnose.

RESULTATEN

In totaal werden er 194 patiëntendossiers in beschouwing genomen. Bij twintig gevallen ontbraken gegevens over signalement, anamnese of scintigrafieresultaten. Bij 18 honden werden er geen afwijkingen gevonden op scintigrafie en bij 86 honden werd er geen verder onderzoek uitgevoerd ondanks de verhoogde opname die tijdens de botscan werd vastgesteld. Bij zes honden kon er na verder onderzoek geen definitieve diagnose gesteld worden. Bij de definitieve groep van 64 honden werd gericht onderzoek uitgevoerd met behulp van medische beeldvorming (n=62) en artroscopie (n=2). Van deze 64 honden waren er 35 mannelijk, waarvan vijf gecastreerd. Negenentwintig honden waren vrouwelijk, waarvan 12 gesteriliseerd. De gemiddelde leeftijd van de geselecteerde patiënten was vijf jaar (variërend van negen maanden tot elf jaar).

Tabel 1. Vergelijking van de bevindingen tijdens voorafgaand onderzoek en tijdens de scintigrafiescan.

Onderzoek	Aantal	Geen afwijkingen op initieel onderzoek	Wel afwijkingen zelfde regio op scintigrafie	Afwijkingen op initieel onderzoek	Afwijking zelfde regio op scintigrafie	Afwijkingen andere regio op scintigrafie dan aangetaste regio initieel onderzoek			
						Tarsus	“Whole leg uptake”	Knies	Heupen + iliosacraal
Geen	31								
Radiografie									
Heupen	22	14	0	8	5	1	1	1	0
Wervelkolom	11	6	3	5	3	1	0	0	1
Knieën	10	7	2	3	3	0	0	0	0
Tarsi	3	3	0	0	0	0	0	0	0
LiVP+ ReAP	1	0	0	1	1	0	0	0	0
CT									
Wervelkolom	6	2	0	4	1	1	0	1	1
Knieën	1	1	0	0	0	0	0	0	0
MRI									
Wervelkolom	4	2	1	2	1	0	0	0	1
Artrocentese									
Heup	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 2. Vergelijking van de bevindingen tijdens verder onderzoek en bevindingen tijdens een eerdere scintigrafiescan.

Verder onderzoek	Aantal	Afwijking in dezelfde regio aangetoond met scintigrafie	Afwijking in regio niet aangetoond met scintigrafie
Radiografie	33	33	0
Radiografie + CT	6	4	2
Radiografie + CT + arthroscopie	1	1	0
Radiografie + CT + MRI + echo	1	1	0
Radiografie + CT + MRI + biopt	1	1	0
Radiografie + MRI	1	1	0
CT	11	9	2
CT + MRI	2	1	1
CT + MRI + botbipt	1	1	0
CT + echo	1	1	0
CT + echo + biopt	1	1	0
CT + autopsie	1	1	0
CT + US + FNA	1	1	0
MRI	2	0	2
Arthroscopie	1	1	0

De rassen vertegenwoordigd in deze retrospectieve studie waren de Duitse herder (n=8), labrador retriever (n=8), Mechelse herder (n=8), border collie (n=5), golden retriever (n=4), rottweiler (n=4), boxer (n=3), bernese sennen (n=2), bouvier des Flandres (n=2), Duitse staander (n=2), jack russel terriër (n=2). Van de volgende rassen werd telkens één hond ingesloten: Afgaans windhond, Bordeaux dog, bulterriër, chihuahua, deerhound, dobermann, Drentse patrijshond, Duitse dog, Engelse bulldog, Engelse cockerspaniël, flatcoated retriever, hovawart, Italiaanse brak, kruising, maltezer en Schotse terriër.

Vooraleer het scintigrafisch onderzoek werd uitgevoerd, werden bij dertig dieren radiografieën genomen van een of meer regio's, zes dieren ondergingen een CT-scan en drie honden een MRI-scan. Bij één hond werd ook artrocentese van de heup uitgevoerd. Bij zes honden werd meer dan één beeldvormingsmodaliteit uitgevoerd en bij 31 patiënten werd er voorafgaand aan de scintigrafiescan geen beeldvormingsonderzoek gerapporteerd. In vijftien gevallen leidde het voorafgaand onderzoek tot een definitieve diagnose. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de bevindingen tijdens de voorafgaande onderzoeken en deze tijdens het scintigrafisch onderzoek. Veertien regio's bij tien honden werden zowel aangetoond tijdens een voorafgaand onderzoek als tijdens het scintigrafisch onderzoek. Zes regio's vertoonden geen afwijkingen bij voorafgaand onderzoek terwijl ze een verhoogde activiteit vertoonden tijdens de scintigrafiescan.

Bij zestig van de 64 geselecteerde honden werd er structurele beeldvorming (RX, CT, MRI) uitgevoerd op basis van de hotspot(s) aangetoond tijdens het botsintigrafisch onderzoek. Bij twee honden werd een echografisch onderzoek uitgevoerd en twee honden ondergingen artroscopie. Bij de meerderheid van de honden (n=52) werden er op meer dan één lo-

kalisatie hotspots vastgesteld. Bij 27 honden werden niet alle hotspots verder onderzocht. Bij tien honden met multipale hotspots waren er regio's met een verhoogde activiteit die geen afwijkingen vertoonden op verdere beeldvorming. In Tabel 2 wordt weergegeven in hoeveel gevallen er dankzij gerichte beeldvorming op basis van de scintigrafieresultaten een diagnose gesteld kon worden. Slechts in zeven gevallen werd de aangetaste regio tijdens verder beeldvormingsonderzoek niet vooraf vastgesteld met scintigrafie. In 57 gevallen kwamen de bevindingen tijdens verder onderzoek (structurele beeldvorming/ artroscopie/ artrocentese/ echografie) overeen met de bevindingen tijdens het scintigrafisch onderzoek. Bij 33 honden van de 57 werd elke aangetaste regio verder onderzocht. Bij zes honden werd op het onderzoek voorafgaand aan de scintigrafiescan vastgesteld dat dezelfde regio was aangetast als op het structurele beeldvormingsonderzoek dat volgde op de scintigrafiescan.

Volgend op de scintigrafiescan werden radiografieën genomen (n=43) en CT-scans (n=27) en MRI-scans (n=8) uitgevoerd. In drie gevallen werd een bipt genomen van de verdachte regio. Bij twee honden werd echografisch onderzoek uitgevoerd en twee dieren ondergingen artroscopie. Bij één dier werd een fijnealdaspiraats (FNA) genomen van de verdachte regio. Na de bevindingen op de scintigrafiescan werd bij 16 honden meer dan één beeldvormingstechniek uitgevoerd. Bij zeven honden werden er geen structurele veranderingen opgemerkt met CT (n=2), MRI (n=2), of met de combinatie van RX en CT (n=2) en CT en MRI (n=1) van de regio die tijdens het scintigrafisch onderzoek werd aangetoond.

De aandoeningen die werden vastgesteld met structurele beeldvorming op basis van de hotspots waren gelokaliseerd ter hoogte van de rug (n=27), het heupgewricht (n=13), de tarsusregio (n=13), het kniege-

wricht (n=7), het iliosacrale gewricht (n=7), de tibia (n=3), metatarsi (n=2), tenen (n=1), spieren (n=1), zenuwen (nervus ischiadicus) (n=1).

De aandoeningen van de rug betroffen de tussenwervelschijf, i. e. discus hernia (n=2), “bulging” van de lumbosacrale tussenwervelschijf (n=2) en dehydratatie van de lumbosacrale tussenwervelschijf (n=2). In enkele gevallen (n=2) werd er collaps van de lumbosacrale intervertebrale ruimte beschreven. Spondylosis deformans kwam in 13 gevallen voor en dan vooral ter hoogte van de lumbosacrale streek (n=5) en de thoracale wervels (n=4). Discospondylitis kwam vooral lumbosacraal (n=4) voor bij een beperkt aantal honden (n=5). Degeneratieve gewrichtsafwijkingen (n=23) werden bij een groot aantal patiënten gediagnosticeerd. De volgende degeneratieve afwijkingen werden het vaakst vastgesteld: lumbosacraal (n=4), iliosacraal (n=4) en ter hoogte van de heupen (n=4). Ter hoogte van het iliosacrale gewricht werd een fragment aangetoond (n=1) en werd bij meerdere honden (n=3) ontsteking (sacro-iliïtis) vastgesteld.

Naast de degeneratieve veranderingen werden bij een groot aantal honden aandoeningen ter hoogte van de heupen vastgesteld. Hierbij kwamen heupdysplasie (n=4) en heupsubluxatie (n=2) voor maar ook effusie van het gewricht (n=1) en infectie van een heupprothese (n=1).

De tarsus was een vaak aangetaste regio in deze retrospectieve studie. Ter hoogte van het laterale collaterale ligament van de tarsus werd bij een patiënt een enthesiofyt vastgesteld (n=1) en sclerose ter hoogte van de aanhechting van ditzelfde ligament werd bij een andere patiënt (n=1) aangetoond. Een afwijkende zachte botstructuur (n=1), een oude avulsiefractuur van het mediale collaterale ligament of oud trauma van de mediale malleolus (n=1), opzetting (n=1), enthesopathie (n=1) en subluxatie (n=1) werden eveneens ter hoogte van de tarsus gediagnosticeerd. Daarnaast werden er fragmenten aangetoond in de tarsale regio (n=5) en ter hoogte van de metatarsi (n=1). Er werd ook een oude fractuur van een laterale teen gezien (n=1).

De knieën vertoonden effusie (n=4) en rupturen van de voorste kruisband (n=2).

Aandoeningen van de spieren werden bij enkele honden (n=4) aangetoond. Deze betroffen myositis/myotendinitis, veralgemeende letsels van de spieren van de achterhand en twee laesies van de spieren/ligamenten ter hoogte van de heup. Neoplastische processen werden gediagnosticeerd bij vier patiënten en sterk vermoed bij twee patiënten.

Bij een klein aantal honden (n=5) was er sprake van “whole leg uptake”, waarbij er een veralgemeende verhoogde opname van de radioactieve stof ^{99m}Tc-MDP gezien kon worden in eenzelfde lidmaat. Deze bevinding kan in verband gebracht worden met neurologische aandoeningen wanneer een lidmaat een uitgesproken verhoogde opname vertoont zonder focale hotspots (Peremans et al., 2007). In deze studie was er in één geval verdikking van de nervus ischia-

dicus die middels CT bevestigd werd. Na CT, echografisch onderzoek en fijnaaldaspiratie werd bij één hond een rhabdomyosaroom in het bekken vastgesteld. Bij één andere patiënt werden er met behulp van RX, CT, MRI en tenslotte in spierbiopten multifocale letsels aangetoond ter hoogte van de spieren van één achterpoot. Tijdens het artrosopisch onderzoek werd er bij één hond ter hoogte van de tarsus een zone met zacht bot gezien, met onregelmatige synovi in het laterale gewrichtscompartiment. Bij één hond kon er met CT enkel bilaterale effusie van de knieën gediagnosticeerd worden naast milde spondylosis deformans en hypoplasie van de caudale thoracale en lumbale facetgewrichten.

Een groot aantal honden (n=22) werd gediagnosticeerd met aandoeningen ter hoogte van verschillende regio's. Bij vier honden, waarvan er twee geen klachten op de voorpoten vertoonden, werden eveneens aandoeningen van de voorhand vastgesteld. Ter hoogte van de voorpoten was de locatie van de gediagnosticeerde afwijkingen als volgt: elleboog (n=3), schouder (n=2) en humerus (n=1).

DISCUSSIE

Bij 57 honden stemde verder onderzoek (structurele beeldvorming/ artrosopie/ artrocentese/ echografie) overeen met de bevindingen op de scintigrafiescan. Bij 33 van deze 57 honden werd er voor elke aangetaste regio verder onderzoek uitgevoerd. In 27 gevallen werden multipele hotspots aangetoond waarbij niet van alle regio's een structureel beeldvormingsonderzoek werd uitgevoerd. In vier gevallen werden er geen afwijkingen gevonden tijdens de structurele beeldvorming van alle verdachte regio's die op de scintigrafiescan aangetoond werden.

Bij een groot aantal afwijkende botscaans (n=86) werd geen vervolgonderzoek gepland of het was in de betreffende dossiers niet aanwezig. Hierdoor ontbreekt er een groot deel aan informatie over de definitieve diagnoses.

Zoals eerder vermeld is scintigrafie een zeer sensitive techniek maar is het laag-specifiek. Dit wil zeggen dat ondanks het feit dat er duidelijke regionale hotspots te zien zijn, er niet altijd een exacte diagnose gesteld kan worden. De klassieke planaire botscintigrafie heeft bovendien een gelimiteerde spatiale resolutie, waardoor de exacte anatomische lokaliseringslocatie, bijvoorbeeld binnen het gewricht, niet mogelijk is. Een belangrijk punt is dat er een groot verschil is in wat de verschillende beeldvormingstechnieken in beeld kunnen brengen. Met scintigrafie kunnen fysiologische veranderingen aangetoond worden zoals botremodellering in een vroeg stadium. Gezien fysiologische veranderingen in het algemeen vroeger voorkomen dan anatomische, kunnen vroege stadia van bepaalde aandoeningen zichtbaar worden terwijl er nog geen afwijkingen gezien worden met structurele beeldvorming. Bij tien honden met multipele

hotspots werden er niet van alle hotspots afwijkingen vastgesteld met structurele beeldvorming. Gezien de hoge gevoeligheid van scintigrafie kan dit een gevolg zijn van fysiologisch verhoogde activiteit door de veranderde biomechanica in andere gewrichten/skeletstructuren als gevolg van de primaire aandoening. Niet elke botremodellering wijst immers de facto op een aandoening. Bij paarden is bekend dat afhankelijk van de sport waarin ze gebruikt worden, er bepaalde skeletregio's meer belast worden en er fysiologische botremodellering plaatsvindt (Dik et al., 2015). Hierbij kunnen meerdere hotspots voorkomen die meestal een matige opname vertonen en op zich niet onmiddellijk van klinisch belang zijn. In de voorliggende studie konden bij 57 van de 64 honden de voorafgaande onderzoeken desalniettemin bevestigd worden of kon er een volledige diagnose gesteld worden met de specifieke verdere onderzoeken gebaseerd op de scintigrafiebevindingen. Slechts bij zeven patiënten kon een aangetaste regio niet aangetoond worden middels scintigrafie. Hier kan de vraag gesteld worden of zich in die regio wel degelijk het mankheidsprobleem stelde gezien botsintigrafisch onderzoek had aangetoond dat de regio fysiologisch niet actief was.

Aangezien deze resultaten bekomen werden via een retrospectieve studie zijn er de typische beperkingen verbonden aan dit soort onderzoek. De voornaamste beperking van de voorliggende studie was dat gegevens dikwijls onvolledig waren en dat het onderzoek niet volgens een bepaald, vooraf vastgelegd protocol verliep. De selectie van de honden voor deze studie werd voornamelijk gelimiteerd door de onvolledigheid van patiëntendossiers.

CONCLUSIE

Uit deze beperkte retrospectieve studie kan besloten worden dat botsintigrafie zijn nut bewijst bij aandoeningen waarbij het voorafgaande onderzoek niet conclusief is. De grote meerderheid van hotspots wordt geassocieerd met degeneratieve veranderingen ("degenerative joint disease") in meerdere gewrichten. Afgaand op de overeenkomst van de scintigrafiebeelden met de bevindingen vastgesteld met andere beeldvormingsmodaliteiten, en het grote aantal honden waarbij meerdere hotspots aangetoond werden, kan vastgesteld worden dat verder onderzoek steeds nodig is om tot een definitieve diagnose te komen. Een prospectieve studie met actieve opvolging van honden met aangetaste regio's op de botscan maar geen afwijkingen tijdens structurele beeldvorming zou goed aansluiten bij deze retrospectieve studie, om de diagnostische waarde van scintigrafie binnen het mankheidsonderzoek nog beter in kaart te brengen.

REFERENTIES

- Balogh L., Andócs G., Thuróczy J., Németh T., Láng J. Bodó K., Jánoki G.A. (1999). Veterinary Nuclear Medicine. Scintigraphical Methods – review. *Acta Veterinaria Brno* 68 (4), 231-239.
- Debruyne K., Peremans K., Vandermeulen E., Van Ryssen B., Saunders J.H. (2013). Evaluation of semi-quantitative bone scintigraphy in canine elbows. *The Veterinary Journal* 196 (3), 424-430.
- Dik K.J., Weller R., Saunders J.H., Van den Belt A.J.M., Bergman H.J., De Sadeleer C., Peremans K. (2015). Diagnostic Imaging of Equine Sport Injuries. In: Glaudemans A., Dierckx R., Gielen, J., Zwerver J. (editors). *Nuclear Medicine and Radiology Imaging in Sports Injuries*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 1007-1034.
- Harding P.G., Tually P., Cullimore A.M., Peremans K. (2021). Case report: Single-photon emission computed tomography of the pelvis and lumbar spine contributes to the diagnosis of injury in two horses. *Equine Veterinary Education*. <https://doi.org/10.1111/eve.13504>
- Hoskinson J.J., Tucker R.L. (2001). Diagnostic imaging of lameness in small animals. *Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 31, 165-180.
- Jankowski M.K., Steyn P.F., Lana S.E., Dernel W.S., Blom C.M., Uhrig J.L., Lafferty M., Withrow S.J. (2003). Nuclear scanning with 99mTc-HDP for the initial evaluation of osseous metastasis in canine osteosarcoma. *Veterinary and Comparative Oncology* 1 (3), 152-158.
- Leach D., Sumner-Smith G., Dagg A.I. (1977). Diagnosis of lameness in dogs: a preliminary study. *Canine Veterinary Journal* 18 (3), 58-63.
- Ohlerth S., Scharf G. (2007). Computed tomography in small animals - Basic principles and state of the art applications. *The Veterinary Journal* 173 (2), 254-271.
- Peremans K., Van Caelenberg A., Vandermeulen E., Vermeire S., van Bree H. (2007). "Whole leg" uptake on the bone scintigram of the lame dog. In: *European Association Of Veterinary Diagnostic Imaging- Annual Meeting 2007*.
- Peremans K., Duchateau L., Vermeire S., Vandermeulen E., Dobbeleir A., Gielen I., Polis I., Van Rijssen B., De Bakker E., Saunders J., et al. (2013). The use of the HiSPECT bone scan in canine flexor enthesopathy and coronoid pathology. *Research in Veterinary Science* 94, 628-633.
- Pooya H.A., Séguin, B., Tucker, R.L., Gavin P.R., Tobias K. (2004). Magnetic resonance imaging in small animal medicine: Clinical applications. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 26, 292-302.
- Samoy Y., Van Ryssen B., Van Caelenberg A., Gielen I., Van Vynckt D., Van Bree H., De Bacquer D., Peremans K. (2008). Single-phase bone scintigraphy in dogs with obscure lameness. *Journal of Small Animal Practice* 49, 444-450.
- Schwarz T., Johnson V.S., Voute L., Sullivan M. (2004). Bone scintigraphy in the investigation of occult lameness in the dog. *Journal of Small Animal Practice* 45, 232-237.
- Tidwell A.S., Jones J.C. (1999). Advanced imaging concepts: a pictorial glossary of CT and MRI technology. *Clinical Techniques in Small Animal Practice* 14 (2), 65-111.



© 2021 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of

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

Whole-body thermal therapy as adjuvant therapy to radiation in a dog with metastasized anal sac adenocarcinoma

Algehele warmtebehandeling als adjuvanttherapie bij radiotherapie bij een hond met uitgezaaid anaalzakadenocarcinoom

¹S. Janssen, ²B. Wylleman, ³K. Kromhout, ⁴J. Benoit, ¹S. Marynissen, ¹I. Van de Maele, ^{1,5}H. de Rooster

¹Small Animal Department, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

²ElmediX NV, Esperantolaan 4, B-3001 Leuven, Belgium

³Department of Medical imaging of Domestic Animals and Orthopedics of Small Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

⁴Oncovet Veterinary Cancer Center, Radiation Oncology, Avenue Paul Langevin, 59650 Villeneuve-d'Ascq, France

⁵Cancer Research Institute Ghent (CRIG), Medical Research Building, University Hospital Ghent, Corneel Heymanslaan 10, B-9000 Ghent, Belgium

Simone.Janssen@UGent.be

ABSTRACT

An eleven-year-old Galgo Español was diagnosed with metastasized anal sac adenocarcinoma. The patient was enrolled into a clinical trial and underwent three “whole-body thermal therapy” (WBTT) sessions combined with four hypofractionated radiotherapy sessions during a ten-weeks’ time period. The medical device and corresponding treatment protocol were designed by ElmediX (ElmediX NV, Belgium). Air was injected at high speed in a treatment chamber and automatically regulated to reach and maintain a body temperature of 41.5°C for eight hours. Thermometry was ensured by temperature sensors placed in and on the patient. During four radiotherapy sessions, an external beam delivered hypofractionated doses of 6Gy on both the primary tumor and the metastatic lymph nodes. Clinical monitoring and assessment of quality of life confirmed that the WBTT sessions were well tolerated. Although burn wounds at pressure points occurred, prolonged severe adverse effects were not observed. Furthermore, the disease progression was deemed slower than the expected progression based on the literature.

SAMENVATTING

Bij een elf jaar oude Spaanse galgo werd een uitgezaaid anaalzakadenocarcinoom gediagnosticeerd. De patiënt werd opgenomen in een klinische studie van drie algehele warmtebehandelingsessies gecombineerd met vier hypofractionaire radiotherapieessies verspreid over tien weken. Het medische toestel en het behandelingsprotocol werden ontwikkeld door ElmediX (ElmediX NV, België). Lucht werd onder hoge snelheid in het behandelingstoestel gebracht en automatisch aangepast om acht uur lang een lichaamstemperatuur van 41,5°C te garanderen. De temperatuur werd gemeten met temperatuursensoren die in en op de patiënt geplaatst werden. Tijdens de vier radiotherapieessies werden de primaire tumor en de metastatische lymfeknopen, met behulp van een externe stralingsbron, behandeld met hypofractioneerde doseringen van 6Gy. Klinische monitoring en beoordeling van de levenskwaliteit bevestigden dat de algehele warmtebehandelingsessies goed getolereerd werden. Brandwonden op drukpunten werden waargenomen, maar er werden geen langdurige ernstige bijwerkingen vastgesteld. Daarnaast leek de progressie van de ziekte langzamer dan de verwachte progressie beschreven in de literatuur.

CASE HISTORY

An eleven-year-old, female, spayed, Galgo Español was presented to the Veterinary Hospital of the Faculty of Veterinary Medicine (Ghent University, Belgium), to be enrolled as a presumed healthy dog in a doctoral project studying early detection of kidney disease in senior dogs. The physical examination revealed moderate gingivostomatitis, regional enlargement of the submandibular and prescapular lymph nodes and moderate, stress-related, hypertension (Doppler method: 180.0 mmHg; High definition oscillometry: 144.8 mmHg). On hematology, neutropenia was noticed, which was presumed to be breed-associated ($2.59 \times 10^9.L^{-1}$ reference interval, $2.95-11.64 \times 10^9.L^{-1}$) and urinalysis revealed isosthenuria (USG 1.019) with pronounced renal proteinuria (UPC 2.6).

Thoracic radiographs and an abdominal ultrasound were scheduled to identify the cause of the proteinuria. The radiographs revealed no abnormalities. The abdominal ultrasound showed a mildly distended urinary bladder with anechoic fluid, and normally shaped kidneys with a normal cortico-medullary distinction, and no distention of the pelvis. Both adrenal glands were relatively large but retained their normal shape and echogenicity. The right medial iliac and right internal iliac lymph node were markedly enlarged (approximately 30 mm), rounded, and the parenchyma had a heterogeneous echogenicity. Since this finding was suspicious for either inflammation or neoplasia in the draining area, the perineal area was also screened by ultrasonography. Both anal sacs were filled with echogenic fluid but at the right side, an ovoid hyper-echoic, vascularized, nodule arose from the ventro-medial wall. Fine-needle aspirations of the anal sac nodule and of the right medial and right internal iliac lymph nodes were obtained under ultrasound guidance. Cytology revealed clusters of malignant epithelial cells embedded in cytoplasm with poorly delineated cell margins and the presence of various criteria for malignancy, such as anisocytosis, anisokaryosis, multiple nucleoli and coarse chromatin in the primary tumor as well as in the lymph nodes. The diagnosis of metastatic anal sac apocrine gland adenocarcinoma (ASAGA) was made.

To assess the extent of the metastatic disease, a thoraco-abdominal computed tomography (CT) scan was performed. The patient was intravenously (IV) premedicated with butorphanol (Dolorex®; 0.20 mg.kg^{-1} ; Intervet International, Brussel, Belgium) and midazolam (Midazolam Mylan®; 0.38 mg.kg^{-1} ; Cenexi; Fontenay-sous-Bois, France). General anesthesia was induced with propofol IV to effect (Propo-vet Multidose®; 4.90 mg.kg^{-1} ; Zoetis; Louvain-la-Neuve, Belgium). Maintenance of general anesthesia was obtained by inhalation of isoflurane (Isoflutek®; Laboratorios Karizoo; Barcelona, Spain). The CT scan confirmed the nodule in the right anal sac; it was hyperattenuating and ovoid-shaped. The right medial

iliac ($35.6 \times 26.4 \times 22.5 \text{ mm}$) and the right internal iliac lymph node ($38.3 \times 24.7 \times 29.6 \text{ mm}$) showed a heterogeneous post-contrast attenuation with hypovascular hilar areas, indicative of malignant infiltration (Cui et al., 2013). Hyperattenuating micronodules were visible in the caudal aspect of both lung lobes and were considered to most likely represent pulmonary osteomatosis. Based on these images, there were no indications for distant metastases. A blood sample was taken for measurement of ionized calcium, of which the value was within the normal range (2.41 mmol.L^{-1} ; within the reference interval of $1.98-3.00 \text{ mmol.L}^{-1}$).

Proposed options were surgery, in combination with radiotherapy or chemotherapy, or a palliative medical treatment approach with a tyrosine kinase inhibitor or non-steroidal anti-inflammatory drugs. Surgery was considered too complex and invasive due to the extent of abdominal metastases and would require adjuvant therapy to prevent further spread of the metastatic disease. Furthermore, chemotherapy and radiotherapy were declined by the owners because they were worried about the possible side effects in their apparently healthy dog. Since the owners were not keen on any of the traditional curative-intent treatment modalities, an ethically approved experimental clinical trial, involving whole-body thermal therapy (WBTT), was discussed with them as a potential alternative. Prior to the actual enrollment, a complete physical examination, an echocardiography, an electrocardiogram and a quality-of-life (QoL) assessment were performed. Blood samples were taken for hematology, biochemistry and coagulation times. The patient fulfilled all inclusion criteria. The owners received in-depth information about the experimental treatment protocols, including the possibility and added value of low-dose adjuvant radiotherapy after WBTT, which was believed to limit the seriousness of the side effects from conventional treatment strategies. The owners were well informed of all steps and risks and agreed with the full protocol, consisting of three WBTT sessions and four sessions of radiotherapy with a dose of 6 Gy, of which three immediately following a WBTT session. Written informed consent was signed.

The clinical study took place at the Oncovet Veterinary Cancer Center (Villeneuve d'Ascq, France) with the cooperation of Oncovet Clinical Research (OCR). The protocol was approved by OCR's ethical committee. A schematic overview of the WBTT sessions and follow-up days is shown in Figure 1.

The patient was hospitalized the day before the actual treatment (D-1) to guarantee a perfect hydration status at the start of the WBTT. A complete physical examination was repeated, and hematology, serum biochemistry, electrolytes and coagulation profiles were monitored for safety measures prior, during and after each treatment.

A pre-established anesthetic protocol was used for all WBTTs after a peripheral catheter had been placed

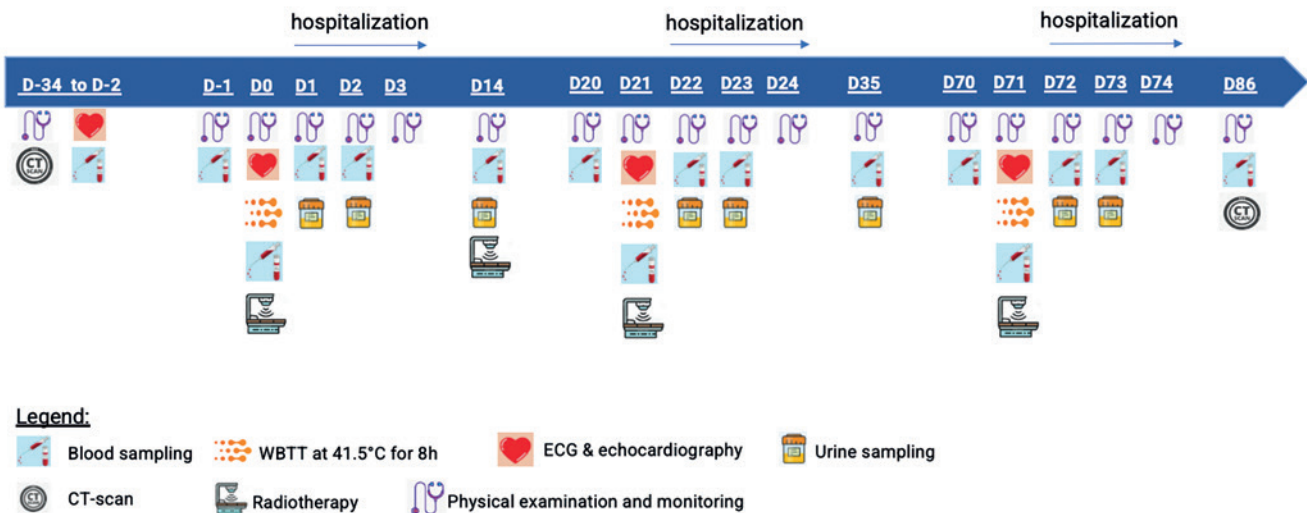


Figure 1. A schematic overview on the whole-body thermal therapy (WBTT) sessions, sampling, and follow-up days. D = day; D-1 = hospitalization day prior to the actual treatment; D0 = 1st WBTT treatment; D1-D3 = hospitalization days after treatment; D14, D35 and D86 are the follow-up dates. Permission granted, an edited version of the original timeline created by ElmediX NV (2020).

in a cephalic vein: 15 minutes before anesthesia, the patient was premedicated with morphine IV (Morphine Chlorhydrate Cooper® Sanofi; 0.2 mg.kg⁻¹; Paris, France) and the administration of morphine was repeated every three hours. General anesthesia was induced IV with a combination of propofol (2mg.kg⁻¹) and ketamine (Ketamidol®; 1mg.kg⁻¹; Richter Pharma AG; Wels, Austria). The patient was intubated, and the cuff was inflated but deflated and re-inflated every four hours. A pulse oximeter and electrocardiogram were installed.

During the induction, temperature flow sensors and temperature sensors were calibrated at 41.5°C to ensure a reliable measurement of body temperature during treatment. The sensors were thereafter disinfected with alcohol and placed on and in the patient. The main steering temperature sensor was placed about 3-4 cm deep in the left lateral liver lobule under ultrasound-guidance with an AniCath L/A 16g, 133mm catheter. This specific site was chosen due to its easy accessibility and to ensure avoidance of other organs, namely the spleen. The other sensors were placed in the rectum, close to the tumor in the right anal sac, on the skin at the level of the liver, in the treatment cabinet and in the treatment room.

General anesthesia was maintained with 2% volatile isoflurane in diluted oxygen. Fluid therapy (Ringer Lactate®; 10ml.kg⁻¹.h⁻¹; B. Braun Melsungen AG; Melsungen, Germany) was provided. An arterial catheter was placed in a dorsal pedal artery. A urinary catheter connected to a collection bag was placed to monitor urine output. Furthermore, eye ointment was applied to the corneal surface and mucous membranes were regularly moistened. As soon as the patient was installed in the treatment cabinet, a constant rate infusion (CRI) of midazolam (0.2 mg.kg⁻¹.h⁻¹) was ad-

ministered. Mechanical ventilation was instituted at a tidal volume of 10-12 ml.kg⁻¹ and a respiratory rate of 12 per minute. The positive-inspiratory-pressure (PIP) was set for no more than 20cm H₂O according to the expiratory (ET) CO₂ values of 40-45 mmHg. No positive-end-expiratory-pressure (PEEP) was used. On the abdomen, a heat flux sensor was positioned to monitor the provided and extracted heat during treatment (Figure 2). For rectal measurement of the body temperature, a standard temperature hospital probe was inserted into the rectum and connected to the sensor in the rectum. The treatment was then initiated.

The HyperTherm treatment cabinet, in which the patient was installed, consists of four units: (1) the treatment chamber; (2) the sensing unit; (3) the regu-

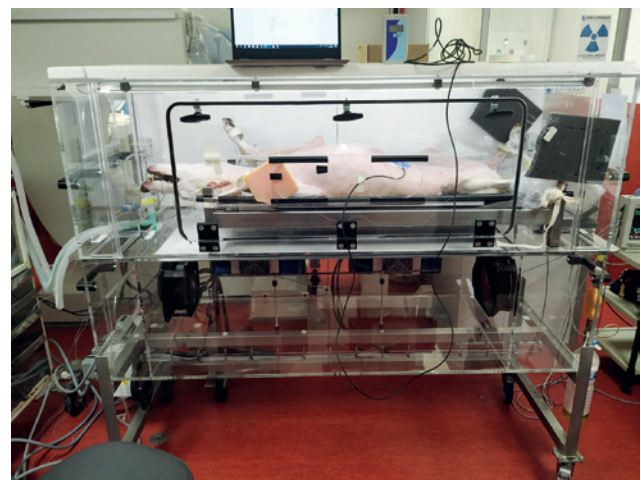


Figure 2. The patient was placed into the treatment cabinet and connected to all relevant equipment. A heat flux sensor on the abdomen monitored the provided and extracted heat during treatment.

lation unit; and (4) the data logging unit. Air is injected at high speed in a treatment chamber to regulate the patient's temperature, which is being continuously measured by an invasive sensor in the liver. The temperature sensors deliver the data into the regulation unit, an accurate proportional-integral-derivative controller present within the treatment cabinet, which automatically regulates the circulating air temperature based on the data collected from all temperature sensors. During the heating phase, the air temperature is around 41.5°C in order to heat up the patient; during the plateau phase, it is much lower, in order to maintain the patient's core temperature around the set-point of 41.5°C while metabolic heat production rises.

Heat was delivered through circulating warm air. An increase in body temperature took place at a rate of 2°C/hour until the designed treatment temperature of 41.5°C was reached and read-out on the temperature sensor in the liver. This temperature was then maintained for eight hours. The highest temperature measured by the liver sensor in this patient during treatment was 41.53°C, the maximum cabinet temperature was 41.52°C and the highest temperature measured at the level of the tumor during treatment was 41.56°C.

The length of the WBTT at 41.5°C was decided on by ElmediX, based on previous experiments.

Thereafter, the cooling phase was initiated. The treatment cabinet was opened and all sensors were disconnected from the patient. Additionally, the patient was disconnected from the gas anesthesia machine. The patient, still intubated, was thereafter immediately moved from the treatment cabinet to the radiotherapy room where the patient was again connected to the gas anesthesia machine. External beam radiotherapy was used (Elekta Precise®; 6MV; Stockholm, Sweden) to apply hypofractionated dose fractions (6Gy every 1-3 weeks for a total dose of 24Gy) at the primary tumor as well as the lymphatic metastases. For an optimal synergistic effect between the two treatment modalities, all three WBTT sessions were immediately followed by three radiotherapy sessions, while still under anesthesia. The one radiotherapy session not following a WBTT session was applied during a follow-up examination. During these radiotherapy sessions, the dog was breathing spontaneously. After the radiotherapy sessions, the patient was brought back to the hospitalization room, where the patient recovered from anesthesia. The patient

Table 1. Changes in hematology and serum biochemistry during each whole-body thermal therapy and at one, two and approximately eleven days after treatment (T24h, T48h and the follow-up days (D14, D35, D86) respectively).

	WBTT session 1				WBTT session 2				WBTT session 3			
	During	After			During	After			During	After		
		T24h	T48h	D14		T24h	T48h	D35		T24h	T48h	D86
WBCs	↓***	↑*	↑*	↓*	↓***	↑*	↓*	↓***	↓***	↑*	↑*	↓***
RBCs	↓***	↑*	↓*	↑**	↓***	↑*	↓*	↑**	↓***	↑*	↑*	↑*
Reticulocytes	↓***	↑*	↓***	↑**	↓***	↑***	↓***	↑*	↓***	↑***	↓***	↑*
Hemoglobin	↓***	↑*	↓*	↑*	↓***	↑*	↓*	↑*	↓***	↑*	↑*	↑*
Hematocrit	↓***	↑*	↓*	↑*	↓***	↑*	↓*	↑*	↓***	↑*	↑*	↑*
Platelets	↓***	↑*	↓*	↑*	↓***	↑*	↑*	↑*	↓***	↑*	↑*	↑*
Plateletcrit	↓***	↑*	↓*	↓*	↓*	↑*	↑*	↑**	↓***	↑*	↑*	NA
Blood pH	↑**	NA	NA	NA	↑*	NA	NA	NA	↑**	NA	NA	NA
Urea	↑*	↓***	↑*	↓*	↑*	↓***	↑*	↓*	↑*	↓***	↑*	↓*
AST	↑**	↑↑**	↓↓**	↓*	↑**	↑**	↓**	↓**	↑**	↑**	↓**	NA
ALT	↓**	↑**	↓**	↓**	↓**	↑**	↓**	↑**	↓**	↑**	↑**	↓**
ALKP	↓*	↑**	↓**	↓*	↓*	↑**	↓**	↓**	↓*	↑**	↑**	↓**
Total Bilirubin	↓***	↑**	↓*	↓*	↓***	↑*	↓*	↓*	↓***	↑**	↑*	NA
Total Protein	↓***	↑*	↑*	↑*	↓***	↑*	↑*	↑*	↓***	↑***	↑*	↓*
TG	↓***	↑*	↑*	↑**	↓***	↑*	↑*	↑**	↓***	↑*	↑*	NA
Potassium	↓*	↓*	↑*	↑*	↓*	↑*	↑*	↑*	↓*	↓*	↑*	↑*
Sodium	↑**	↓*	↓*	↓*	↑*	↑*	↓*	↓*	↑*	↑*	↓*	↓*
Ionized Ca ²⁺	↓***	↑***	↓***	↑***	↓***	↑***	↓***	↑***	↓***	↑*	↓***	NA
CK	↑↑**	NA	↑↑**	↓*	↑**	↑↑**	↓**	↓*	↑**	↑↑**	↓**	NA
Lactate	↓*	↓*	↓*	↑**	↓*	↓*	↓*	↑**	↓*	↓*	↓*	NA
Troponine I	↑**	↑**	↓**	↓*	↑**	↑**	↓**	↓*	↑**	↑**	↓**	NA

WBCs = white blood cells; RBCs = red blood cells; AST = aspartate amino transferase; ALT = alanine amino transferase; ALKP = alkaline phosphatase; TG = triglycerides; CK = creatinine kinase; ↑ = increased; ↑↑ = extremely increased; ↓ = decreased; ↓↓ = extremely decreased; * = within reference interval; ** = above reference interval; *** = below reference interval; NA = Not available. Due to fluctuations in values during each treatment, the increase or decrease during treatment is based on the average increase or average decrease compared to the value before anesthesia was induced. Each increase or decrease after treatment is in comparison with the previous time stamp. In example, an increase or decrease at T24h means values have increased or decreased compared to the values during treatment.

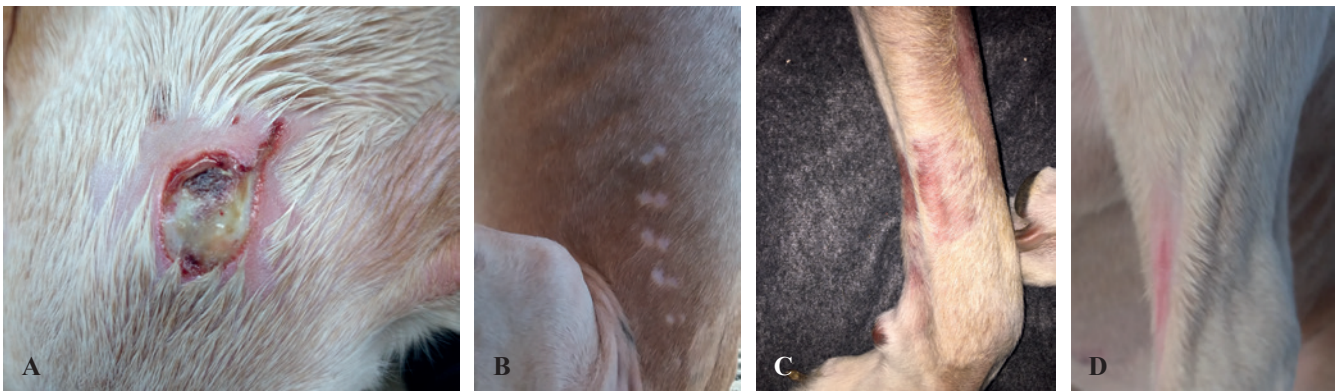


Figure 3. A. Third-degree full-thickness burn wound on the head and B. alopecia and erythema on the flank, C. left forelimb and D. at the level of the medial epicondyle of the left humerus.

was allowed to further cool down to a normal body temperature during the night.

At times of reduced urinary output, furosemide (Dimazon®; 0.5 mg.kg⁻¹; Intervet International; Unterschleißheim, Germany) was administered IV to revive diuresis. A CRI of Tracrium (Atracrium®; 0.2 mg.kg⁻¹.h⁻¹; Aspen Pharma Trading Limited; Dublin, Ireland) was administered IV when the patient started to fight the mechanical ventilation and remained ongoing until the end of treatment. The means of anesthetic monitoring were limited, and the anesthetic depth was mainly judged based on heart rate and respiratory rate.

Arterial blood pressure was continuously measured. When low blood pressure was registered, an IV CRI of dopamine (Dopamine hydrochloride®; 2.5 µg.kg⁻¹.h⁻¹; Laboratório MEDINFAR; Amadora, Portugal) was installed and remained ongoing until the patient was able to maintain its own blood pressure. Every two hours, blood samples were taken for hematology, biochemistry, electrolyte analysis, coagulation status, coagulation factors and blood gases (Table 1).

During the first WBTT, an episode of hypotension was registered (T2h; SAP: 88 mmHg; DAP: 42 mmHg; MAP: 58 mmHg) that responded to the Dopamine CRI. The patient was disconnected from all medical devices and recovered uneventfully from the first anesthesia. Because blood pressure measurements with a Doppler probe and inflatable cuff during hospitalization revealed that hypotension was still present (data not shown), the dopamine CRI remained ongoing until the patient was able to maintain its own blood pressure. During the first day of hospitalization (D1), anorexia was noticed. On the third day of hospitalization, edema was noticed, cranio-distal in the right anal sac. The patient was discharged at D3. No other clinically relevant side effects were present until the next scheduled follow-up appointment at D14. At that time, the patient had developed a 2 cm patch of erythema and alopecia on the head.

The treatment was repeated on D21. A CRI of dopamine (4 µg.kg⁻¹.h⁻¹) was again administered due to an episode of hypotension. After this second WBTT, the patient was tachypneic. The tachypnea disap-

peared without additional treatment on the third day of hospitalization (D24).

The third session was postponed for twenty days because of technical issues with the WBTT device. On the first and second day of hospitalization, after the third WBTT treatment (D72 and D73), edema of the left forelimb was noticed. The edema had disappeared on the third day of hospitalization (D74). In addition, numerous areas of alopecia were observed during hospitalization. The follow-up appointment on D86 revealed a full-thickness third-degree burn wound on the head and multiple partial thickness burns on the flank and forelimbs (Figure 3).

The CT scan performed after the last combined treatment session (D86) revealed the right medial iliac lymph node had decreased in length but increased in height (17.8 x 20.6 x 33.4 mm), while the right internal iliac lymph node had decreased in length, width, and height (38.2 x 20.3 x 17.7 mm). The nodule in the right anal sac had also decreased in size (8.1 x 5.6 x 5.6 mm). A well-defined hypoattenuating nodule (5 mm in diameter) in the right medial liver lobe was present and likely degenerative, but a metastatic lesion could not be excluded. A soft tissue attenuating nodule (8.9 x 5.0 mm) was visible in the right caudal lung lobe. In the dorsal aspect of the right cranial lung lobe, another ill-defined region (4 mm) of soft tissue attenuation was present.

Another agreed-upon follow-up appointment was planned two months later for restaging of the anal sac adenocarcinoma and its metastases, after the combined treatment of WBTT and hypofractionated radiotherapy. The CT scan performed on that day (D148) revealed the nodule in the right anal sac had even further reduced in size (7.6 x 3.7 x 6.0 mm) and was barely distinguishable from the wall of the right anal sac. Both the right medial iliac lymph node (18.0 x 7.9 x 9.7 mm) and right internal iliac lymph node (14.0 x 11.0 x 14.4 mm) had also decreased in size. An increase in size of the left medial iliac lymph node was noticed (22.0 x 5.8 mm), which was not present in the previous examinations. The adrenal glands had also increased in size compared to previous examina-

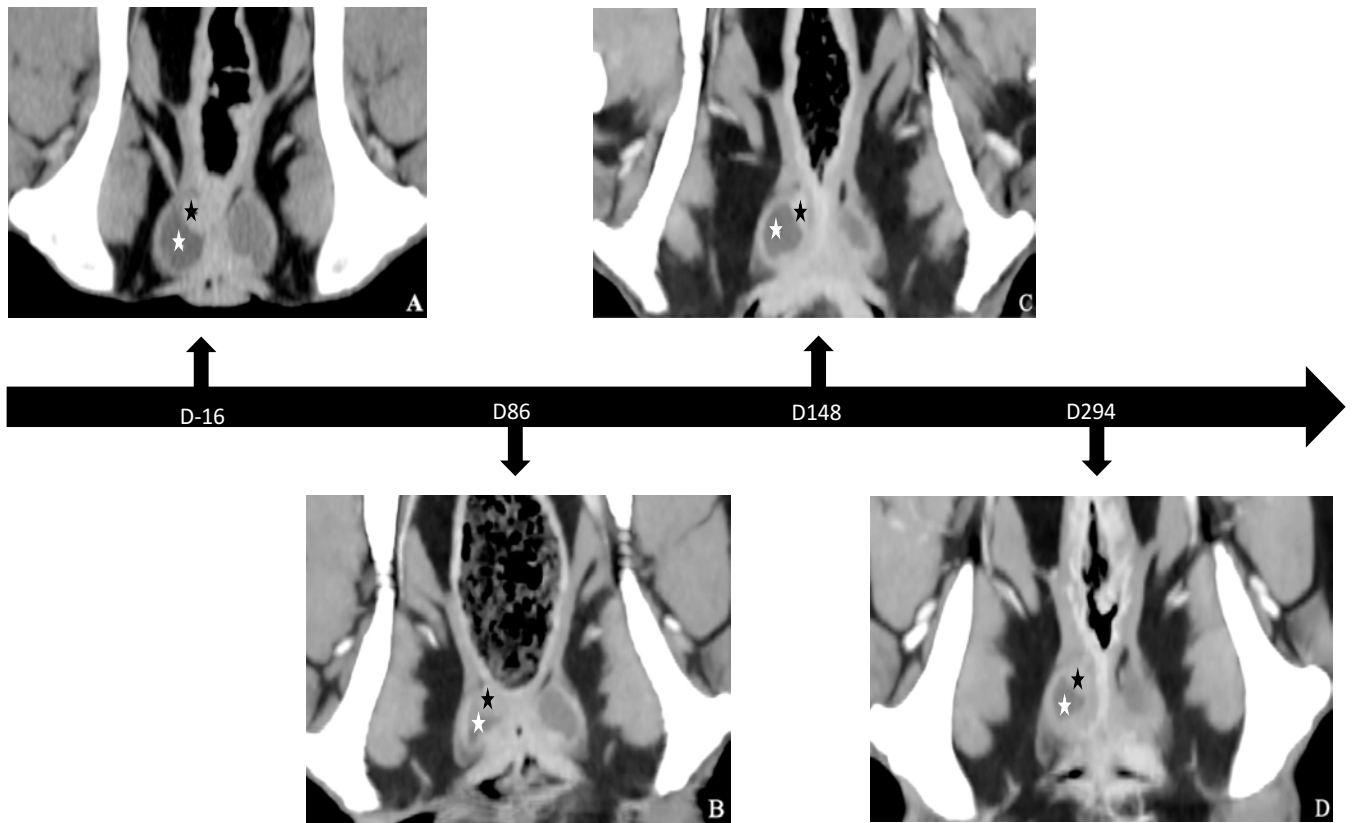


Figure 4. Dorsal reconstruction post contrast CT image in soft tissue algorithm at the level of the anal sacs. An overview on the evolution of the size of the primary tumor at four different time points: D-16 (A), D86 (B), D148 (C), D294 (D). Based on the calculations the nodule had been reduced in size on D86 and D148. A slight increase in size is noticed on D294. White asterisk = anal sac; black asterisk = primary tumor.

tions (left 20% and right 15.5% increase in size). Because the pituitary gland height to brain ratio was 0.41 (normal < 0.31), the adrenomegaly was thought to be associated with pituitary-dependent hyperadrenocorticism. However, a low-dose dexamethasone suppression test, a urinary cortisol:creatinine test in combination with a high-dose dexamethasone suppression test and an adrenocorticotropic hormone stimulation test to test for Cushing disease were all negative. The previously described nodule in the right caudal lung lobe had decreased in size (7.1 x 3.5 mm) but a few small hyperattenuating nodules of maximum 1 mm were noticed in the peripheral pulmonary parenchyma. These pulmonary nodules were most likely consistent with benign osseous metaplasia.

The last follow-up appointment for restaging was performed on D294. The CT scan revealed a 76.8% increase of the nodule in the right anal sac (Figure 4). The right internal iliac lymph node had mildly increased in size (23.0 x 10.0 x 15.8 mm). The right medial iliac lymph node had further decreased in size (11.4 x 6.3 x 6.4 mm) (Figure 5). The left medial iliac lymph node had remained approximately the same size as on D148. The appearance of both adrenal glands and the pituitary gland was similar to D148. A hypoattenuating nodule was present in the parenchyma

of the right lateral liver lobe (5.3 mm in diameter) and the left lateral liver lobe (6.4 mm in diameter) but these nodules were presumed to be either degenerative or due to metabolic hepatopathy.

The QoL was measured during and after each treatment. Throughout and after the combined WBTT and hypofractionated radiotherapy sessions, QoL was good. The physical examination on D294 revealed the same moderate gingivostomatitis and mild regional enlargement of the submandibular and prescapular lymph nodes. Blood pressure was not measured due to a history of white-coat hypertension. On hematology, no clinically relevant deviations were noticed. Breed associated neutropenia remained present. Urinalysis revealed isosthenuria (USG 1.017) with the same pronounced renal proteinuria (UPC 2.6). However, the UPC ratio had been reduced to 1.7 with telmisartan (Telmisartan EG® 40mg; Eurogenerics NV; Brussels, Belgium) on D229, but, as diarrhea was noticed and the owners suspected it to be a side effect of the drug, the treatment was stopped and, subsequently, the pronounced renal proteinuria returned. Furthermore, two subcutaneous nodules were observed, one lipoma-suspected cranio-ventrally on the thorax and one hard nodule on the sternum. Cytological examination of these nodules was not diagnostic. The patient was

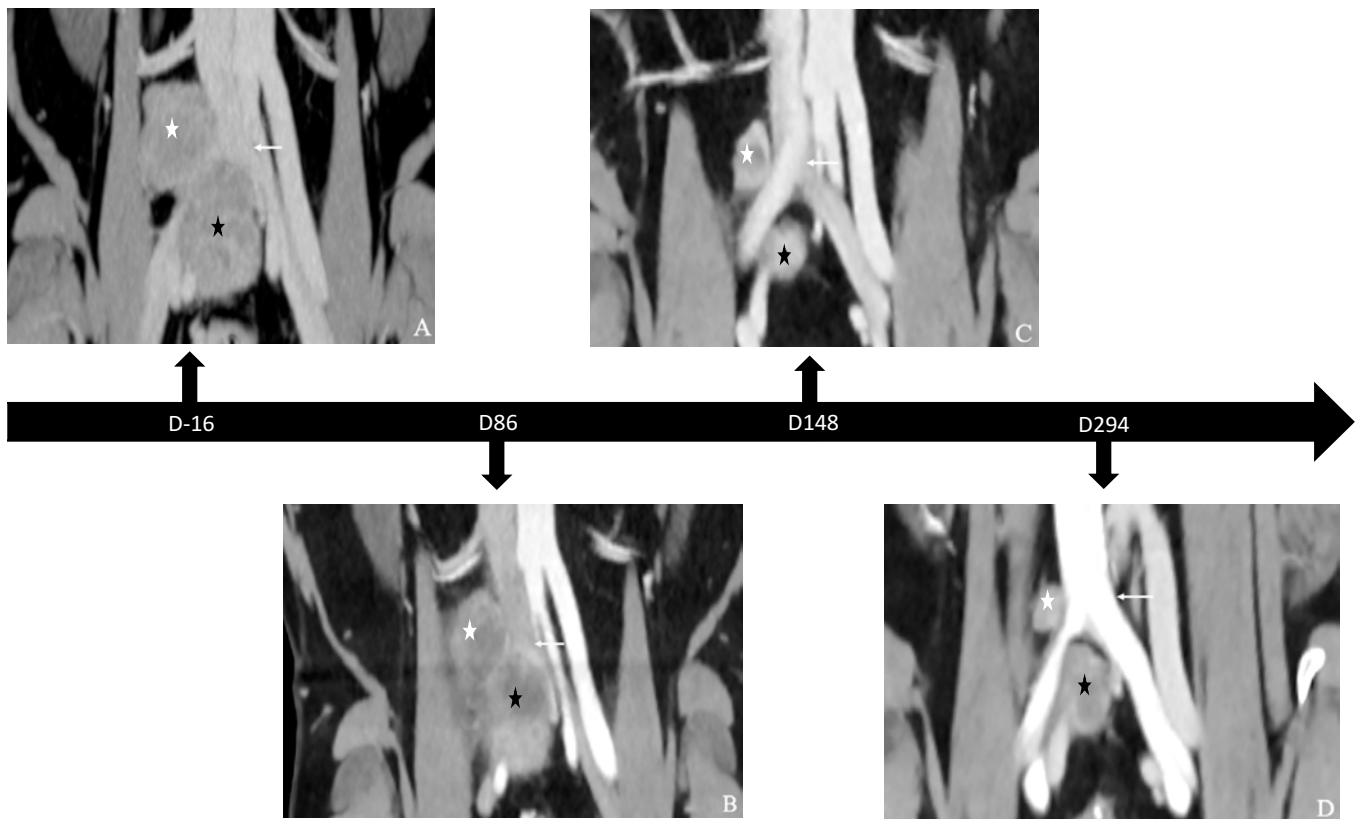


Figure 5. Dorsal reconstruction post contrast CT image in soft tissue algorithm at the level of the caudal abdominal aorta trifurcation. An overview on the evolution of the size of the locoregional metastases at four different time points. The four different time points include D-16 (A), D86 (B), D148 (C) and D294 (D). A reduction in size of the right medial iliac lymph node is visible on D86. On D148, both lymph nodes are clearly reduced in size. On D294, the right medial iliac lymph node decreased even further in size, whereas the right internal iliac lymph node had increased in size again. White arrow = caudal abdominal aorta trifurcation; white asterisk = right medial iliac lymph node; black asterisk = right internal iliac lymph node.

in good health according to the owners. Meloxicam (Metacam®; 1.5mg/ml; 0.1 mg/kg; Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH; Ingelheim, Germany) was started for palliative treatment control and telmisartan was again prescribed.

Due to sudden rapid progressive polyneuropathy, the patient was euthanized on D506. The sudden polyneuropathy might have been linked to the progression of the disease or might have been paraneoplastic. Autopsy was declined by the owners.

DISCUSSION

Thermal therapy is a medically induced treatment approach, clinically applied to enhance the effectiveness of radiotherapy and chemotherapy in the treatment of primary and recurrent tumors (Oei et al., 2020). In the literature, thermal therapy is most often referred to as hyperthermia. The term hyperthermia refers to the use of heat in the treatment of malignant tumors (Cheng et al., 2019). Medical thermal therapy can be divided into local thermal therapy, regional thermal therapy and WBTT. In addition, subdivisions

are made in the range of temperature elevations (Rao et al., 2010; Wehner et al., 2018). In the care of cancer dogs, mild thermal therapy (39-42°C) is used. This temperature range is also called fever-range thermal therapy (Yagawa et al., 2017).

In case of metastatic disease, only WBTT is considered a plausible hyperthermic method (Oei et al., 2020). Heating methods for WBTT include biological methods, contact methods, extracorporeal perfusion and superficial heating methods (Milligan, 1984; Pang and Lee, 2016). The biological method aims to heat the body by injection of a pyrogenic microbial or biologic agent. This method is rarely applied at present due to unpredictable sensitive reactions and uncontrolled temperature rises and duration (Pang and Lee, 2016). Direct-contact methods aim to transfer heat to the patient by using conduction, convection and/or distribution via circulating blood (Milligan, 1984; Pang and Lee, 2016). Modalities like hot wax baths, heated water blankets surrounding the patient or a space suit have been developed. The space suit offers more surface area available for heat transfer and therefore requires a lower temperature of circulating water, which decreases the risk of burns at pres-

sure points (Milligan, 1984). However, direct-contact methods are not without risks and therefore have never been popular (Pang and Lee, 2016). Nor are extracorporeal perfusion methods appealing as blood needs to be heated outside the patient, requiring the use of anti-coagulants (Vertrees et al., 2001; Pang and Lee, 2016). There is interest in the use of superficial heating methods, such as infrared radiation heating techniques, due to fewer side effects, ease of monitoring and lower costs (Pang and Lee, 2016).

In this case report, a repeated long-term WBTT (eight hours at 41.5°C) is described in a sophisticated medical treatment cabinet. An experimental medical device, the HyperTherm, and the treatment protocol were developed by ElmediX to deliver controlled and accurate thermal treatment as an adjuvant therapy for oncology patients. The length of therapy was decided upon based on previous preclinical experiments by ElmediX. The sessions were well tolerated, and prolonged severe adverse effects were not observed. In addition, preliminary results of the efficacy were noticed, as the combined treatment sessions with hypofractionated radiotherapy, which aimed at the primary tumor as well as the lymphatic metastases, clearly reduced the size of the anal sac nodule and its lymphatic metastases (Table 2). These results obviously need to be confirmed in a larger population of canine cancer patients.

The described patient was diagnosed with disseminated anal sac adenocarcinoma. Treatment of anal sac adenocarcinoma traditionally consists of surgery in combination with adjuvant chemo- or radiotherapy (Morris and McNaught, 2015), hypofractionated radiotherapy alone (Sivacolundhu, 2016), tyrosine kinase inhibitors (Morris and McNaught, 2015) or non-steroidal anti-inflammatory drugs (Knudsen et al., 2013). Chemotherapy is often used in case of distant metastases as it targets possible micrometastases (Oei et al., 2020). Radiotherapy is better suited for local macroscopic tumor lesions (Oei et al., 2020). Tyrosine kinase inhibitors and non-steroidal anti-inflammatory drugs are palliative treatment options but can also be of clinical benefit when other therapies have failed or are not desired (Knudsen et al., 2013; Morris and McNaught, 2015). The survival rates with treatment depend on the choice of treatment, the cancer stage and the physiological state of the patient (Morris and McNaught, 2015). In this patient, surgery was considered too complex and invasive due to the pres-

ence of the abdominal lymphatic metastases. Chemo- and radiotherapy alone were declined because of their possible side effects. However, as the survival rate without any treatment would have been approximately six months (Polton and Brearley, 2007; Meier et al., 2017), the owners decided to enroll their dog in a clinical trial, involving the combination of WBTT and hypofractionated radiotherapy. The combination of WBTT with a low dose of radiotherapy gave the patient a survival in the upper range of what could have been expected in case she would have received a standard of care treatment such as curative-intent surgery or isolated radiotherapy (Meier et al., 2017).

The patient underwent WBTT at 41.5°C by circulating air in a dedicated treatment cabinet designed to safely induce, measure and maintain a constant elevated body temperature. The used treatment protocol was proven safe and manageable in Aachen minipigs (Carneiro et al., 2021). Reported beneficial effects of WBTT include enhancement of immunity, inhibition of DNA repair mechanisms and an increase of perfusion to tumors, making them more susceptible to adjuvant radiotherapy (Mallory et al., 2015). The molecular changes involved have been attributed to the upregulation of heat shock proteins (Calderwood et al., 2005; Calderwood, 2007), a defective G1/S checkpoint in tumor cells (Kaur et al., 2011), inhibition of DNA-repair mechanisms (Oei et al., 2015) and dilation of host-incorporated arterioles in tumor vascular beds (Song et al., 2005).

Incorporating this treatment modality into multimodality treatment planning enhances sensitivity of tumor cells to chemo- and radiotherapy, whereas normal tissue cells are protected from damage due to their normal hierarchically assembled vasculature, allowing heat dissipation (Mallory et al., 2015). The temperature dose, temperature duration and time interval between administering WBTT and the second treatment are possible key factors in the anti-cancer effect (Kaur et al., 2011; Oei et al., 2020). Inhibition of DNA repair mechanisms occurs at temperatures above 41°C, and synergistic effects are optimal in case of simultaneous administration of both heat and ionizing radiation (Oei et al., 2020).

Although long-term effects were not obtained, as eight months after the last combined treatment session the anal sac nodule and lymph nodes had again increased in size, the combined treatment sessions substantially slowed down the progression of the disease.

Table 2. An overview on evolution of growth of the primary tumor as well as its lymphatic metastases at the level of the right medial iliac lymph node and right internal iliac lymph node.

Day	Primary tumor	Right medial iliac lymph node	Right internal iliac lymph node
D16	12.6 x 6.9 x 10.5 mm	35.6 x 26.4 x 22.5 mm	38.3 x 24.7 x 29.6 mm
D86	8.10 x 5.6 x 5.6 mm	17.8 x 20.6 x 33.4 mm	38.2 x 20.3 x 17.7 mm
D148	7.6 x 3.7 x 6.0 mm	18.0 x 7.9 x 9.7 mm	14.0 x 11.0 x 14.4 mm
D294	7.9 x 5.9 x 6.4 mm	11.4 x 6.3 x 6.4 mm	23.0 x 10.0 x 15.8 mm

Observed adverse effects during and following WBTT included hypotension, tachypnea, anorexia and skin lesions. In human medicine, it has been shown that while WBTT increases the heart rate, a drop in the systemic vascular resistance occurs during WBTT when the body temperature exceeds 40°C (Kerner et al., 2002), most likely due to alterations in thermal sensitivity of arterial baroreceptors and/or effects on the central nervous system (Haveman et al., 2004). The dopamine CRI in the dog of the present case successfully counteracted the hypotension. Also tachypnea has previously been reported and has been associated with a drop in PCO₂ in dogs under WBTT (Macy et al., 1985). The occurrence of post-treatment anorexia may be explained by changes in splanchnic oxygen levels triggered by a redistribution of blood flow, thermal (in)activation of enzymes (Hall et al., 2001) and alterations in the gut microbiome (Hylander and Repasky, 2019). However, as this patient had always been very nervous at the clinical appointments and during hospitalization, the authors believe that the observed anorexia in this patient was likely also related to stress. The only severe adverse effects in the treated dog were skin lesions: erythema, alopecia, a full-thickness, third-degree burn wound on the head and partial thickness burn wounds on the flank and limbs. These wounds occurred at pressure points. During each treatment session, the patient was positioned in dorsal recumbency. The inciting factor of the reported skin lesions (present after the first WBTT session and worse after the second and third WBTT sessions) is believed to be due to prolonged unrelieved pressure on the skin during treatment, resulting in alterations in skin vascularization. Superficial skin lesions on the head were also noticed in two other dogs undergoing this WBTT (41.5°C, 8 hours). However, the patient described in this case report was the only patient with this severity of burn wounds. Galgo Espagnols are known to have a very thin skin and a low amount of subcutaneous fat tissue compared to other dog breeds, which may have made her more prone to burn injuries at pressure points. These wounds at pressure points should be counteracted in future trials by the use of special mattresses which provide a softer surface for the patient and a treatment cabinet that is large enough to allow for ideal positioning of the patient. Given the experimental nature of the clinical trial, regular blood analyses were performed. The observed abnormalities in the blood parameters were very temporary in nature and did not seem to be of any clinical relevance in the patient.

Whether the enlargement of the pituitary gland was due to the exposure of heat during treatment or whether it should be seen as an entity with a different cause, is not known. No pre-treatment CT images of the pituitary gland were available, and therefore, no comparison between pre- and post-treatment could be made. However, in five other dogs with disseminated neoplastic disease enrolled in this clinical trial, enlargement of the pituitary gland was not observed.

Necropsy of Aachen minipigs that underwent WBTT for safety evaluation also revealed no abnormalities within the brain (Carneiro et al., 2021). The effect of WBTT on brain tissue in dogs has been reported, both on the effect of brain hemodynamics and the blood-brain barrier (Katsumura et al., 1995) as well as histological induced changes (Takahashi et al., 1999; Haveman et al., 2005). In several studies, it has been shown that temperatures up to 42°C for sixty minutes induce neither microscopic damage to the central nervous system nor central neural dysfunction (Takahashi et al., 1999; Haveman et al., 2005).

HyperTherm-mediated WBTT combined with hypofractionated radiotherapy in the patient of the present case was safe and clinically manageable. Although a positive treatment effect was observed, retardation of tumor growth was only temporarily. Nevertheless, the outcome invites to unravel the biological induced effects and molecular mechanisms involved to further adjust the treatment protocol and obtain longer-lasting effects in combination with increased QoL by limiting the severity of potential side effects observed with conventional treatment strategies such as chemotherapy and radiotherapy.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors want to thank Oncovet Clinical Research (OCR) for the coordination of the study, the set-up of the protocol and for processing the data, and Oncovet Veterinary Cancer Centre for conducting the study.

REFERENCES

- Calderwood, S.K. (2007). Heat shock proteins in extracellular signaling. *Methods* 43, 167.
- Calderwood, S.K., Theriault, J.R., Gong, J. (2005). How is the immune response affected by hyperthermia and heat shock proteins? *International Journal of Hyperthermia* 21, 713-716.
- Carneiro, M.W., Brancato, L., Wylleman, B., van Zwol, E., Conings, L., Vueghs, P., Gorbashieva, I., Bossche J. Van Den, Rudenko, O., Janicot, M., Bogers, J. (2021). Safety evaluation of long-term temperature controlled whole-body thermal treatment in female Aachen minipig. *International Journal of Hyperthermia* 38, 165-175.
- Cheng, Y., Weng, S., Yu, L., Zhu, N., Yang, M., Yuan, Y. (2019). The role of hyperthermia in the multidisciplinary treatment of malignant tumors. *Integrative Cancer Therapies* 18, 1.
- Cui, X-W., Jenssen, C., Saftoiu, A., Ignee, A., Dietrich, C.F. (2013). New ultrasound techniques for lymph node evaluation. *World Journal of Gastroenterology* 19, 4853.
- Hall, D.M., Buettner, G.R., Oberley, L.W., Xu, L., Matthes, R.D., Gisolfi, C.v. (2001). Mechanisms of circulatory and intestinal barrier dysfunction during whole body hyperthermia. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology* 280, 509-521.

- Haveman, J., Sminia, P., Wondergem, J., van der Zee, J., Hulshof, M. C. C. M. (2005). Effects of hyperthermia on the central nervous system: What was learnt from animal studies? *International Journal of Hyperthermia* 21, 473-487.
- Haveman, J., Van der Zee, J., Wondergem, J., Hoogeveen, J.F., Hulshof, M.C.C.M. (2004). Effects of hyperthermia on the peripheral nervous system: A review. *International Journal of Hyperthermia* 20, 371-391.
- Hylander, B.L., Repasky, E.A. (2019). Temperature as a modulator of the gut microbiome: what are the implications and opportunities for thermal medicine? *International Journal of Hyperthermia* 36, 83-89.
- Katsumura, H., Kabuto, M., Hosotani, K., Handa, Y., Kobayashi, H., Kubota, T. (1995). The influence of total body hyperthermia on brain haemodynamics and blood-brain barrier in dogs. *Acta Neurochirurgica* 135, 62-69.
- Kaur, P., Hurwitz, M.D., Krishnan, S., Asea, A. (2011). Combined hyperthermia and radiotherapy for the treatment of cancer. *Cancers* 3, 3799-3823.
- Kerner, T., Desja, M., Ahlers, O., Hildebrandt, B., Dieing, A., Riess, H., Wust, P., Gerlach, H. (2002). Monitoring arterial blood pressure during whole body hyperthermia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 46, 561-566.
- Knudsen, C.S., Williams, A., Brearley, M.J., Demetriou, J.L. (2013). COX-2 expression in canine anal sac adenocarcinomas and in non-neoplastic canine anal sacs. *Veterinary Journal* 197, 782-787.
- Macy, D.W., Macy, C.A., Scott, R.J., Gilette, E.J., Speer, J.F. (1985). Physiological Studies of Whole-Body Hyperthermia of Dogs. *Cancer Research Journal* 45, 2769-2773.
- Mallory, M., Gogineni, E., Jones, G.C., Greer, L., Simone II, C.B. (2016). Therapeutic hyperthermia: The old, the new, and the upcoming. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 97, 56-64.
- Meier, V., Polton, G., Cancedda, S., Roos, M., Laganga, P., Emmerson, T., Bley, C.R. (2017). Outcome in dogs with advanced (stage 3b) anal sac gland carcinoma treated with surgery or hypofractionated radiation therapy. *Veterinary and Comparative Oncology* 15, 1073-1086.
- Milligan, A.J. (1984). Whole body hyperthermia induction techniques. *Cancer Research* 44, 4869-4872.
- Morris, J., McNaught, K. (2015). Anal sac adenocarcinoma; a hidden cancer. *International Animal Health Journal* 43, 38-43.
- Oei, A.I., Kok, H.P., Oei, S.B., Horsman, M.R., Stalpers, L.J.A., Franken, N.A.P., Crezee, J. (2020). Molecular and biological rationale of hyperthermia as radio- and chemosensitizer. *Advanced Drug Delivery Reviews* 163-164, 84-97.
- Oei, A.L., Vriend, L.E.M., Crezee, J., Franken, N.A.P., Krawczyk, P.M. (2015). Effects of hyperthermia on DNA repair pathways: One treatment to inhibit them all. *Radiation Oncology* 10, 1-13.
- Pang, C.L.K. (2016). Whole-body hyperthermia. In: Lee, K. (editor). *Hyperthermia in Oncology*. First edition, CRC Press, Boca Raton, p. 113.
- Polton, G.A., Brearley, M.J. (2007). Clinical stage, therapy, and prognosis in canine anal sac gland carcinoma. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 21, 274-280.
- Rao, W., Deng, Z-S., Liu, J. (2010). A review of hyperthermia combined with radiotherapy/chemotherapy on malignant tumors. *Critical Reviews in Biomedical Engineering* 38, 109.
- Sivacolundhu, R.K. (2016). Anal sac adenocarcinoma in dogs. *World Small Animal Veterinary Association Congress Proceedings*. URL: <https://ap.lc/5MuK0>
- Song, C.W., Park, H.J., Lee, C.K., Griffin, R. (2005). Implications of increased tumor blood flow and oxygenation caused by mild temperature hyperthermia in tumor treatment. *International Journal of Hyperthermia* 21, 764.
- Takahashi, S., Tanaka, R., Watanabe, M., Takahashi, H., Kakinuma, K., Suda, T., Yamada, M., Takahashi, H. (1999). Effects of whole-body hyperthermia on the canine central nervous system. *International Journal of Hyperthermia* 15, 203-216.
- Vertrees, R.A., Zwischenberger, J.B., Woodson, L.C., Bedell, E.A., Deyo, D.J., Chernin, J.M. (2001). Veno-venous perfusion-induced systemic hyperthermia: case report with perfusion considerations. *Perfusion* 16, 243-248.
- Wehner, H., Wey, S., Meyer, A. (2018). Whole body hyperthermia guideline. *Deutsche Gesellschaft für Hyperthermie e.V.* First edition. URL: <https://ap.lc/RoJB9>
- Wylleman, B., Brancato, L., Gorbashieva, I., van Zwol, E., Mori da Cunha, M.G.M.C., Benoit, J., Vueghs, P., Van den Bossche, J., Rudenko, O., Janicot, M., Bogers, J. (2021). Tolerability of long-term temperature controlled whole-body thermal treatment in advanced cancer-bearing dogs. *International Journal of Hyperthermia*. Manuscript under review.
- Yagawa, Y., Tanigawa, K., Kobayashi, Y., Yamamoto, M. (2017). Cancer immunity and therapy using hyperthermia with immunotherapy, radiotherapy, chemotherapy and surgery. *Journal of Cancer Metastasis Treatment* 3, 219.



The benefits of computed tomography imaging in the diagnosis, prognosis and treatment planning of equine orthopedic patients illustrated by six cases

De voordelen van computertomografie in de diagnose, prognose en behandeling van orthopedische aandoeningen bij het paard: zes casussen

*¹L. M. J. Vandekerckhove, *¹E.V. Raes, ²M. Dumoulin, ²A. Martens, ¹K. Vanderperren

¹Department of Morphology, Imaging, Orthopedics, Rehabilitation and Nutrition,

Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgium

²Department of Large Animal Surgery, Anesthesia and Orthopedics, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgium

*Both authors contributed equally

Louis.Vandekerckhove@UGent.be

ABSTRACT

Radiography and/or ultrasonography are the first imaging modalities for diagnosing orthopedic pathology in equine patients. However, in some cases, cross-sectional imaging is necessary to reach a more accurate diagnosis. Six cases were retrospectively selected from the imaging database of the Faculty of Veterinary Medicine (Ghent University) to illustrate the benefits of computed tomography (CT) in orthopedic patients. In two cases, CT demonstrated osteomyelitis lesions in two young foals, which could not be detected with radiography and ultrasonography. In three cases, CT was performed for surgical planning of fracture repair, and in one case CT demonstrated multiple lesions at the soft tissues and ligamentous insertions in the stifle. In all cases, CT revealed additional findings, which were important for the treatment and prognosis of the patient.

SAMENVATTING

Radiografie en/of echografie zijn de eerste beeldvormingsmodaliteiten die gebruikt worden voor de diagnose van orthopedische problemen bij paarden. In sommige gevallen is een accuratere diagnostiek noodzakelijk door middel van cross-sectionele beeldvorming. Zes klinische gevallen werden retrospectief geselecteerd uit de database van de dienst Medische Beeldvorming van de Faculteit Diergeneeskunde (Universiteit Gent) om de toegevoegde waarde van computertomografie (CT) aan te tonen bij orthopedische patiënten. Bij twee gevallen kon via CT osteomyelitis gedetecteerd worden bij jonge veulens, wat niet op radiografie of echografie werd vastgesteld. In drie gevallen waarbij de radiografische diagnose een fractuur was, werd CT uitgevoerd voor een betere chirurgische planning. In één geval werden meerdere wekedelenletsels ter hoogte van de knie aangetoond op CT. In alle gevallen bracht het CT-onderzoek bijkomende bevindingen aan het licht die de prognose en behandeling voor de patiënt veranderden.

INTRODUCTION

Computed tomography (CT) is a cross-sectional imaging technique which has numerous advantages over conventional radiography as it provides detailed anatomical information where multiple soft tissues

and bony structures overlap. Computed tomography provides a higher degree of contrast resolution and enables the performance of 3D multiplanar reconstructed images in sagittal, transverse and dorsal planes. Therefore, CT is routinely used in the diagnostic work-up of equine patients and for surgical planning.

Computed tomography of horses can be performed both under general anesthesia and on the standing horse depending on the examined region. CT of the equine head and the cranial cervical region is more and more performed on the standing horse where either a sliding gantry or a stationary gantry is used. Recently, a multi-slice helical unit is also available on the equine market for standing CT of the fetlock and the foot region and has demonstrated its feasibility (Mageed, 2020). With the increased availability of CT scanners in equine practice, the amount of CT examinations in the horse industry is increasing.

In this article, six clinical cases of horses with orthopedic problems are presented which underwent a CT examination to illustrate the advantages of CT over radiography and/or ultrasonography in the diagnosis and surgical planning and/or correct treatment.

MATERIAL AND METHODS

Radiographs were taken with a Philips Optimum generator (Philips N.V., Eindhoven, the Netherlands) and AGFA DR or CR plate (AGFA-Gevaert N.V., Mortsel, Belgium). Ultrasound examinations were performed with a Philips CX50 ultrasound system (Philips N.V., Eindhoven, the Netherlands).

All CT examinations were performed under general anesthesia using a 320-row scanner (Aquilion One, Canon Medical Systems, Tokyo, Japan). The following parameters were used for the CT image acquisition depending on the body part: slice thickness 0.5 mm, rotation time 0.5 s, exposure settings between 360-600 mA and 135 kV, 512x512 matrix. For post-contrast images, iodinated contrast medium (Iomeron 300 mg I/ml; Bracco Imaging Deutschland GmbH, Konstanz, Germany) was injected via both the left and right jugular veins with a power injector at a dose 2 ml/kg body weight or standard 400 mL if the patient exceeded 200 kg body weight.

CASE DETAILS

Case 1

A ten-day-old, male Haflinger foal was presented for recent left hind lameness. The foal was born at term and without complications. Clinical examination demonstrated distension of the left tibiotarsal joint and severe left hind lameness at walk. Puncture of the tibiotarsal joint revealed macroscopically normal appearing synovial fluid with normal white blood cell parameters. A snap foal test showed gamma globulins within the normal reference values. Blood work revealed marked elevation of SAA (2091 µg/ml) suspicious of an infectious etiology. Radiographic examination (lateromedial and dorsoplantar projections) demonstrated soft tissue swelling dorsal to the distal tarsal region and at the level of the tibiotarsal joint re-

cesses. The lateral aspect of the third tarsal bone was irregularly marginated and this was considered more likely due to ongoing ossification of the tarsal bones, but crushing of the cartilaginous precursor of the third tarsal bone or osteomyelitis were also included as differential diagnoses (Figure 1). Native CT and post-contrast IV CT were performed for further investigation of the source of infection and lameness: the foal was scanned from the caudal thoracic region until and including the distal limbs. For practical reasons, both hind limbs were included in the scan. CT images confirmed the distension of the tibiotarsal joint and the pronounced soft tissue swelling at the dorsal aspect of the distal tarsus. Additionally, the CT images showed multiple ill-marginated moth-eaten hypoattenuating osteolytic areas of the cortex and medulla at the dorsolateral aspect of the third tarsal bone. This region was bordered by a severe amount of increased mineral attenuation (sclerosis) in the dorsolateral and to a lesser extent in the dorsomedial aspects. The height of the third tarsal bone decreased mildly towards lateral and dorsal giving it a wedge-shaped appearance. The proximal and distal subchondral bone plates were interrupted at multiple sites. Approximately one third of the third tarsal bone was affected (Figure 2). No other abnormalities were detected and a type T osteomyelitis of the third tarsal bone with signs of crushing of the bone and infectious arthritis of the distal intertarsal and tarsometatarsal joints were concluded. The tibiotarsal joint effusion was considered secondary inflammatory to the adjacent infectious process. The tarsometatarsal joint was punctured and the obtained synovial fluid contained 23000 WBC/mm³. *Actinobacillus equuli* and *Staphylococcus equorum* were isolated from the fluid and antibiotic treatment was changed according to the resulting antibiogram. Control radiographs of the left tarsus were repeated nine days and three weeks after initial presentation. The first control radiographs showed diminished soft tissue swelling and at this time clear lytic lesions at

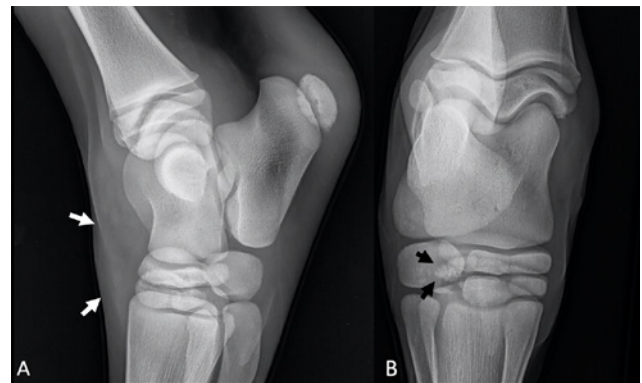


Figure 1. Case 1: A. Lateromedial and B. dorsoplantar projections of the left tarsus of the foal at initial presentation. Note the soft tissue swelling dorsal to the distal aspect of the tarsus (white arrows). The lateral aspect of the third tarsal bone is irregularly marginated (black arrow).

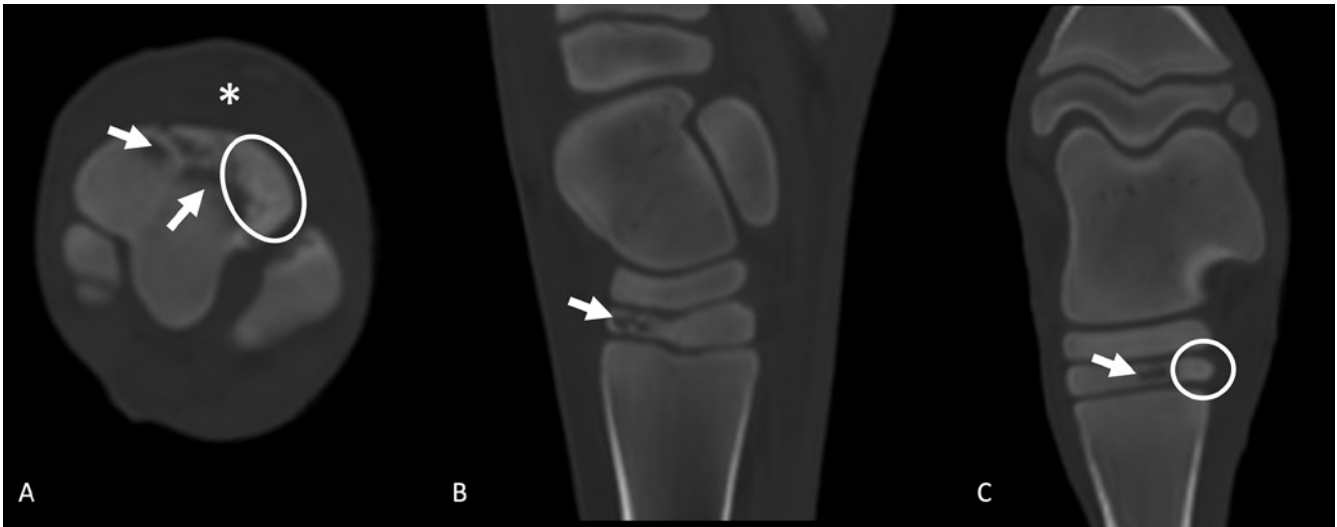


Figure 2. Case 1: A. Transverse, B. sagittal and C. dorsal reconstructed CT images of the left tarsus. Medial is to the left. The arrows indicate the irregular shaped, ill-defined lytic areas in the dorsolateral aspect of the third tarsal bone bordered by a region of increased mineral attenuation (sclerosis) in the dorsolateral aspect (encircled). The asterisk indicates the soft tissue swelling dorsal to the distal tarsal region.

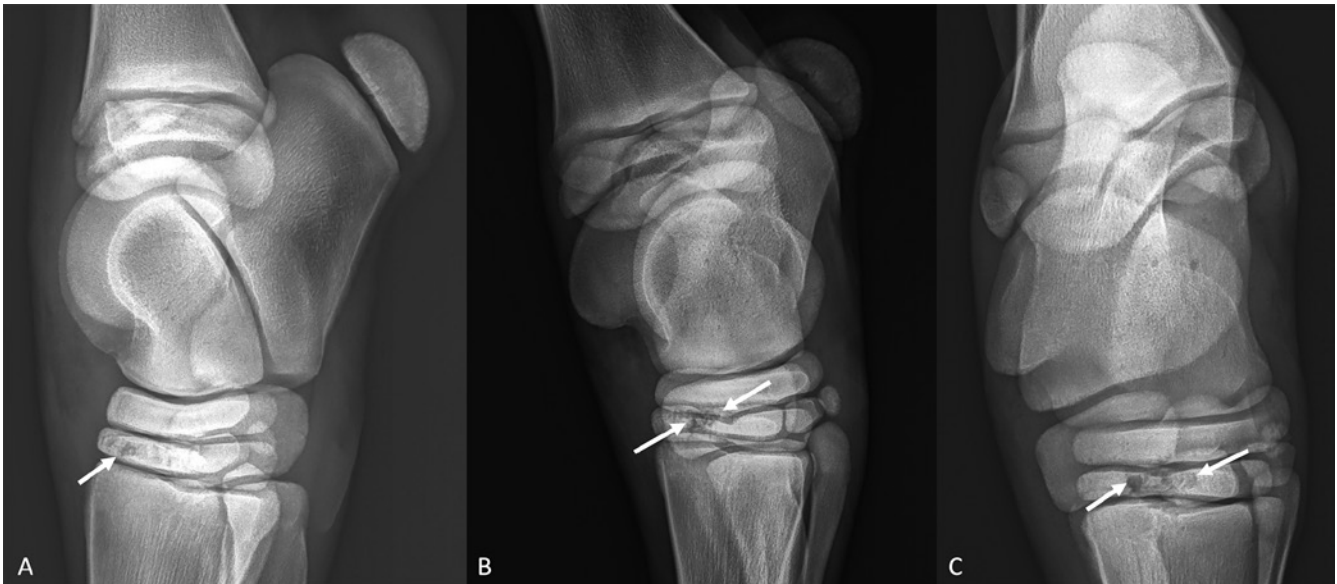


Figure 3. Case 1: A. Lateromedial, B. dorsomedial-plantarolateral oblique and C. dorsoplantar projections of the left tarsus after nine days. The white arrows indicate the lucent areas in the third tarsal bone. Note the third tarsal bone is slightly wedge shaped.

the dorsal half of the third tarsal bone surrounded by increased mineral opacity (sclerosis) were detected. The third tarsal bone was slightly wedge-shaped and there was a moderate amount of ill-defined palisading new bone formation at the dorsoproximal aspect of the third metatarsal bone. The proximal subchondral bone plate of the third metatarsal bone was mildly irregularly outlined (Figure 3). In the second control examination, there was similar mild persistent soft tissue swelling dorsal to the distal tarsal region. The lytic areas in the dorsal half of the third tarsal bone had decreased in size, were better defined, and surrounded by sclerosis (Figure 4). The serum SAA decreased to normal reference values, bacteriologic examination using blood culture medium (Bactec, Becton Dickinson and

Company, Franklin Lakes, New Jersey, United States of America) of the synovial fluid was negative and the foal was discharged from the clinic. Systemic antibiotics and box rest were advised. Six weeks later, the foal was clinically and radiographically re-evaluated. The foal was not lame at walk and at the trot on a straight line. Radiographs demonstrated further reduced soft tissue swelling, there was only mild focal swelling centered at the dorsal aspect of the small tarsal bones. The lytic areas in the third tarsal bone were not detected anymore, the dorsal aspect was still mildly heterogeneous with a better demarcation between the cortical and medullary bone. The dorsal aspect of the distal intertarsal and tarsometatarsal joints spaces were mildly irregular and there was periarticular new

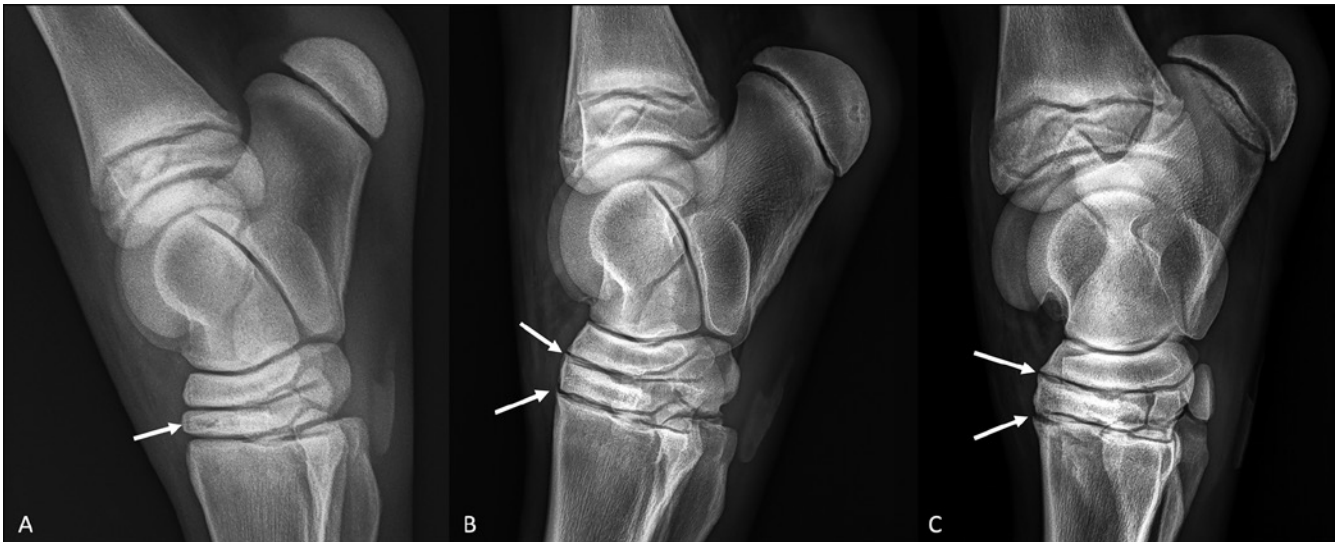


Figure 4. Case 1: A. Lateromedial view three weeks after initial presentation and B. lateromedial and C. dorsomedial-plantarolateral projections two months after initial presentation. A. The arrow indicates the small lucent area remaining at the dorsal aspect of the third tarsal bone. B. and C. The arrows indicate the periarticular new bone formation at the dorsal and more pronounced at the dorsolateral aspects of the distal intertarsal and tarsometatarsal joints. Note the distal intertarsal and tarsometatarsal joint spaces are mildly irregularly outlined in the dorsal aspect and the third tarsal bone demonstrates better demarcation between the medulla and cortex.

bone formation at the dorsal aspect of the involved joints. The previously mentioned wedge shape of the third tarsal bone was not evident anymore. Resolution of the type T osteomyelitis of the third tarsal bone with degenerative changes of the distal intertarsal and tarsometatarsal joints was concluded.

Case 2

A twenty-day-old warmblood foal was presented for recent onset of left hind lameness. On clinical

examination, the foal demonstrated severe lameness at walk and both hind limbs were diffusely swollen. There were no joint effusions noted. A pelvic problem was suspected, and radiography (ventrodorsal and laterolateral projections) and ultrasonography of the pelvis were performed. Both examinations were unremarkable. Radiographs of the left hind fetlock and left stifle were within normal limits. Serum SAA was markedly elevated (2808 $\mu\text{g/ml}$) suggesting an infectious etiology. A CT examination (including a post-contrast scan after IV injection of iodinated contrast

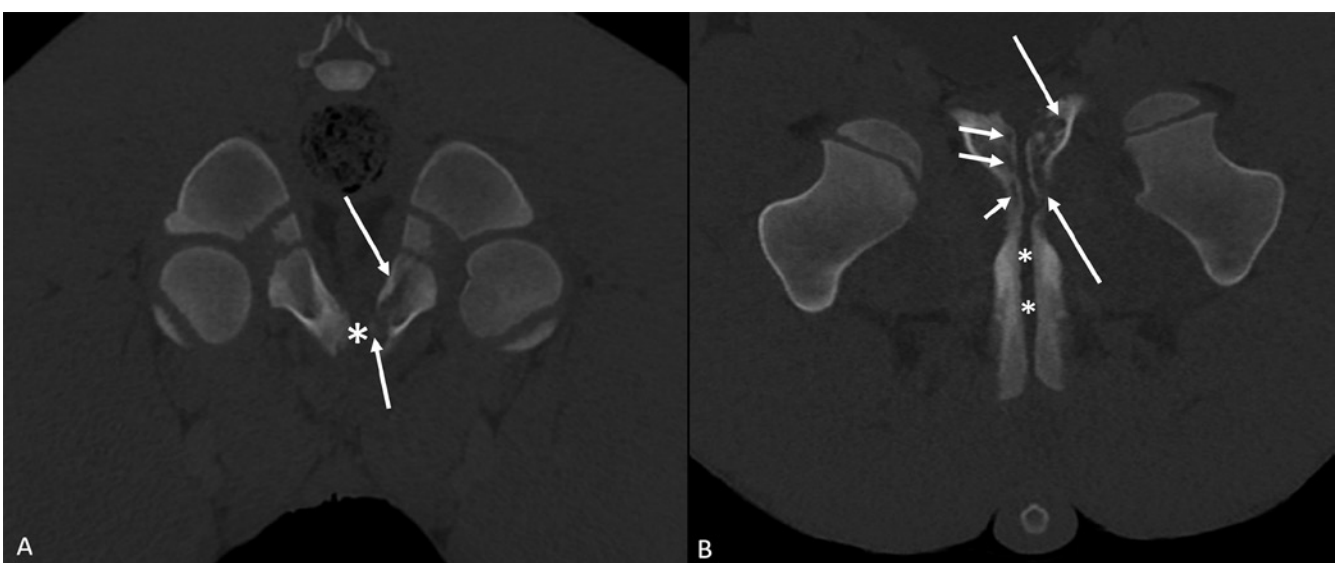


Figure 5. Case 2: A. Transverse and B. dorsal reconstructed CT images of the pelvis at the level of the pubic bones presented with bone filters. In both images, left is right side of the patient. In the left image, top is dorsal of the patient and in the right image top is cranial of the patient. The long white arrows indicate the ill-defined lytic regions in the left pubic bone, the short arrows indicate some smaller lytic areas in the right pubic bone. The white asterisks indicate the cartilaginous symphysis between both pubic bones.

medium) was performed of the lumbar spine, pelvis and both hind limbs. CT images revealed marked patchy hypoattenuation (osteolysis) of the cortical and trabecular bone of the left and to a lesser extent of the right pubic bones. The right pubic bone was also moderately affected. The cortical bone was disrupted. There was a small amount of poorly mineralized periosteal new bone formation at the ventrolateral aspect of the left pubic bone and a smaller amount of well-defined periosteal new bone at the cranioventrolateral aspect of the right pubic bone (Figure 5). A moderate amount of heterogeneous soft tissue attenuating material was surrounding the pubic bones with a moderately sized hypoattenuating region at the dorsolateral aspect of the left pubic bone surrounded by a rim of faint contrast enhancement (2.7 x 1.7 x 2.8cm) (Figure 6). The left medial iliac lymph node was moderately increased in size (2.9 x 1.1 x 3.1cm). The final diagnosis was osteomyelitis of both pubic bones with intrapelvic abscess formation. Unfortunately, this region was not safely accessible for sampling and the foal was treated with a combination of rifampicine and clarythromycine. Because serum SAA remained high, antibiotic treatment was changed to oxytetracycline. When the serum SAA level returned to normal values, the foal was treated with oral doxycycline. No follow-up was available for this patient.

Case 3

A fifteen-month-old warmblood stallion was found fracture lame at the right front limb after falling on the



Figure 6. Case 2: Transverse CT image at the level of the coxofemoral joints presented with soft tissue filters after IV injection of iodinated contrast medium. Left is the right side of the patient. The white arrows indicate the heterogeneous soft tissue attenuation swelling surrounding the pubic bones and the white asterisk indicates a rounded fluid attenuating cavity surrounded by rim enhancement indicative of an abscess.

pasture. Radiographs from the referring veterinarian revealed a displaced fracture of the tuberculum supraglenoidale.

During clinical examination, the horse was in good general condition, but was severely lame, with mild lateral deviation of the shoulder region during walk.

Radiography (mediolateral and cranioproximal-craniodistal oblique projections) of the right shoulder revealed a moderate degree of soft tissue swelling cranial to the shoulder joint, most obvious on the cranioproximal-craniodistal oblique view. A wide, well-

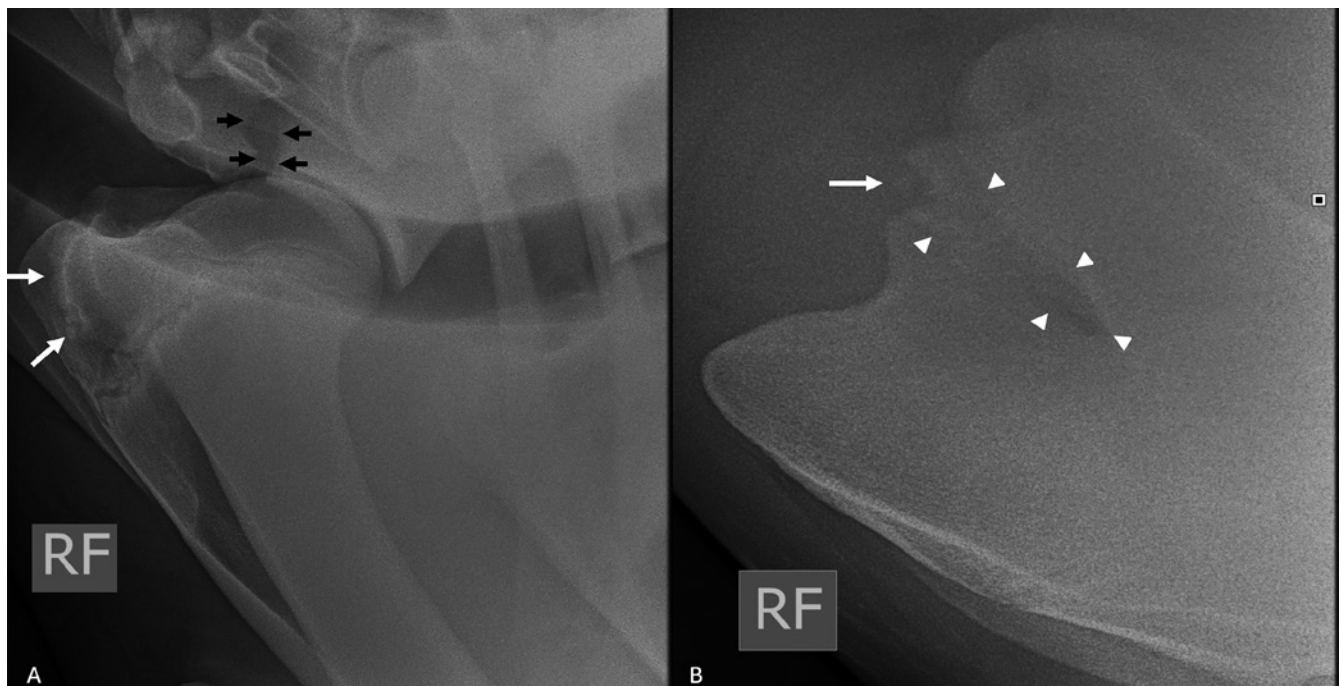


Figure 7. Case 3: A. Mediolateral and B. cranioproximal-craniodistal oblique projections (lateral is to the left) of the right shoulder, showing an ill-defined wide radiolucent line (black arrows) separating the supraglenoid tubercle from the body of the scapula with distal and cranial displacement. The intermediate tubercle of the humerus is irregularly outlined (white arrows). Two adjacent ill-defined fragments are noted. The white arrowheads indicate an ill-defined wide radiolucent zone going from the level of the intermediate tubercle of the humerus in a craniocaudal direction.

defined, irregular radiolucent line was separating the supraglenoid tubercle from the body of the scapula (6.9 mm to 15 mm gap) resulting in a distal and cranial displacement. The cranial contour of the intermediate tubercle of the humerus was moderately irregularly margined. Two well-defined, rounded (2.5 mm in diameter) to ovoid (3.3 mm x 5.1 mm) and homogeneous bone fragments were located along the craniodistal border of the intermediate tubercle (Figure 7A), and an ill-defined, radiolucent line going in a craniocaudal plane was noted between the intermediate and greater tubercles of the humerus (Figure 7B).

For further assessment of the fracture configuration and associated soft tissue trauma, ultrasonography was performed. Ultrasonography confirmed a markedly displaced fracture of the tuberculum supraglenoidale, surrounded by heterogeneous soft tissue swelling representing hematoma formation. The proximal part of the biceps tendon was markedly enlarged, especially its lateral lobe, and its fibers demonstrated an undulating appearance on longitudinal scan. There was a marked anechoic distention of the bursa bicipitalis, with echoic material (synovial proliferations). The osseous surface at the level of the intermediate tubercle of the humerus was markedly irregularly outlined with at least two hyperechoic foci with distal acoustic shadowing and deep penetration of the echoes through the osseous surface of the lateral intertubercular sulcus of the humerus (Figure 8).

CT was performed for surgical planning and further examination of the lateral intertubercular sulcus of the humerus. CT demonstrated an irregular, well-defined fracture line at the right supraglenoid tubercle with craniodistal displacement and craniomedial rotation. The fragment to which the biceps brachii tendon was still attached could be exactly measured (2.4 cm x 6 cm x 5 cm), thus allowing a correct planning of the implants to be used for surgical fixation. Three ad-

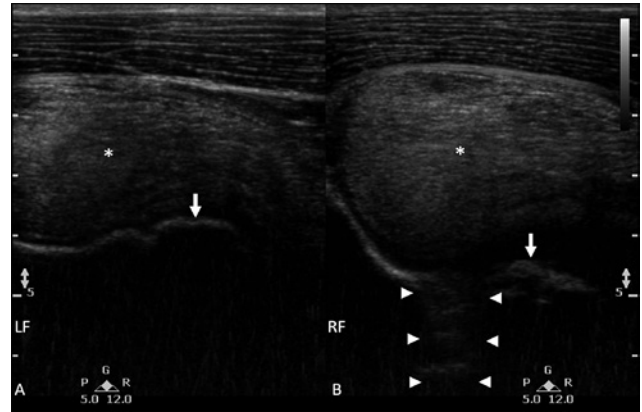


Figure 8. Case 3: Transverse ultrasound images of the A. left and B. right proximal humerus. Lateral is to the left on both images. The asterisk indicates the biceps tendon, which is markedly thickened on the right compared to the left. The osseous surface is interrupted and echoes are penetrating the bone (white arrowheads) between the intermediate tubercle (white arrow) and the greater tubercle of the humerus.

ditional smaller fragments, which were not detected on radiography, could be identified: one (8 mm x 2.5 mm x 8 mm), well-defined bone fragment located at the caudodistomedial aspect of the displaced supraglenoid tubercle and two small bone fragments were still attached at the cranial aspect of the glenoid cavity, one lateral (triangular shaped measuring 9 mm x 8 mm x 14 mm) and one medial (triangular shaped measuring 16 mm x 5 mm x 20 mm) involving the articular surface of the glenoid cavity (Figures 9A and 9B).

On the CT images, it was evident that approximately 25% of the articular surface of the glenoid cavity was involved in the fracture, which was underestimated on radiography. The CT images confirmed the irregular outline of the intermediate humeral tubercle,



Figure 9. Case 3: Multiplanar CT reconstructions in A. sagittal, B. dorsal and C. transverse planes. Medial is to the left. The large fracture fragment of the supraglenoid tubercle is indicated by the white arrowheads. Additional fragments are noted in the fracture gap (white arrow) and lateral and medial to the cranial aspect of the glenoid cavity (black arrows). The Salter-Harris type III fracture is indicated by the black arrowheads just lateral to the intermediate tubercle of the humerus (large white arrow).

and small bone fragments (3 mm) located adjacent to its osseous surface. An undulating hypodense line was interrupting the bone surface of the intermediate humeral tubercle running in a caudolateral direction and connecting to the physis between the humeral tubercles and the diaphysis of the humerus. This was indicative of a Salter-Harris type III fracture (Figure 9C).

Based on the CT findings, the horse underwent osteosynthesis of the supraglenoid tubercle with two LCP plates and a tension-band wire. The three small fracture fragments were localized based on the CT images and were removed. It was decided to manage the non-displaced Salter Harris type III fracture conservatively. Post-operative radiographs revealed good fracture apposition and no implant failure (Figure 10).

Case 4

A yearling was presented with a severe non-weightbearing left front limb lameness and a marked swelling at the level of the elbow region. Radiographic examination (mediolateral and craniocaudal projections) identified an oblique sharp radiolucent line interrupting the distal aspect of the ulna, approximately 10 cm distal to the ulnar notch. A second fracture line was present at the caudal aspect of the proximal epiphysis of the radius, starting at the proximal articular surface, running distally through the physis and caudal aspect of the metaphysis, interrupting the caudal cortex of the metaphysis resulting in a thin caudal fragment. There was a cranial and lateral displacement of the radius in relation to the proximal ulna and humerus. Additional fragmentation was present in the fracture gap (Figure 11). The radiographic diagnosis was an acute, displaced, closed articular, Salter Harris type IV of the radius with luxation of the elbow joint (Monteggia type fracture of the elbow). CT examination was performed for the exact configuration and the exact localization of the fracture planes and fragments for surgical planning. CT images revealed the two fracture lines previously identified on the radiographs, one transverse hypoattenuating fracture line through the ulnar diaphysis and a second fracture line in the radius with a proximodistal orientation, involving the caudal aspect of the epiphysis and metaphysis. This resulted in a caudal thin fragment (7 cm x 1 cm) with involvement of the caudal radial epiphysis and part of the metaphysis attached to the proximal ulna. There was a complete cranial displacement with an additional mild exorotation of the radius compared to the humeral condyles causing a large fracture gap with the presence of multiple thin and small bony fragments of different size and shape with one thin larger fragment (3 cm x 7 mm) located medially and multiple fragments laterally.

The distal half of the lateral collateral ligament was only partially attached on the radius, and partially on a thin linear fragment (1.5 cm x 5 mm) with cor-

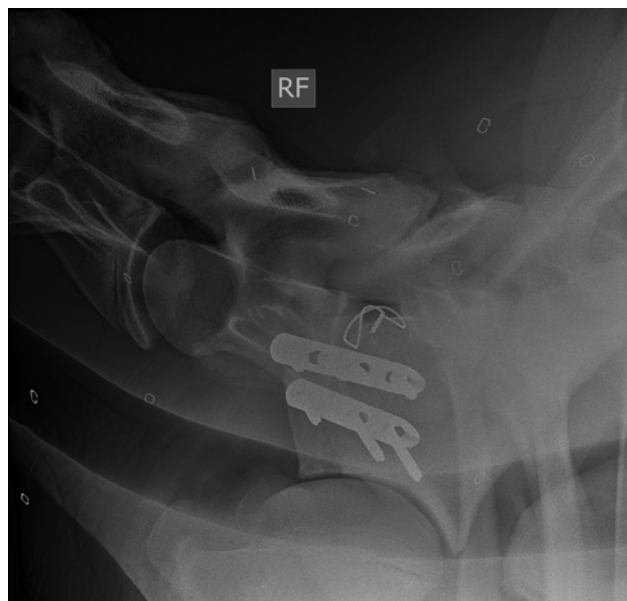


Figure 10. Case 3: a mediolateral post-operative radiograph revealed good fracture apposition with two LCP plates and a tension-band wire.

responding defect on the caudolateral aspect of the radial epiphysis, present in the lateral aspect of the fracture gap (Figure 12).

Based on the radiography and the CT findings, the horse underwent surgical repair by internal fixation under general anesthesia. First, multiple small fragments and one long fragment (3 cm x 0.5 cm), which was part of the radial articular surface, were removed. After exposure of the fracture fragments and flushing of the fracture gap and joint, a reduction of the fracture was performed. The medial coronoid process of the ulna was fixed to the epiphysis of the radius using a 4.5 mm compression screw. Then a twelve-hole-locking plate was placed at the caudal aspect of the ulna to fix the ulna to the radius using one cortical and eleven locking screws. Finally, an additional compression screw was placed between the lateral coronoid process of the ulna and the radial epiphysis. Post-operative radiographs revealed good fracture apposition and no implant failure (Figure 13).

Case 5

A two-year-old horse was presented with a wound and left hind lameness after the horse escaped when brought in from the pasture. Clinical examination revealed a deep wound (approximately 5 cm in length) at the dorsolateral aspect of the left metatarsophalangeal joint. Radiographic examination of the left metatarsophalangeal joint (lateromedial, dorsoproximal-plantarodistal, dorsolateral-plantaromedial oblique and dorsomedial-plantarolateral oblique projections) revealed a severe amount of soft tissue swelling surrounding the fetlock region, most pronounced at the dorsolateral aspect and centered on the recesses of the metatarsophalangeal joint. The soft tissues were fo-

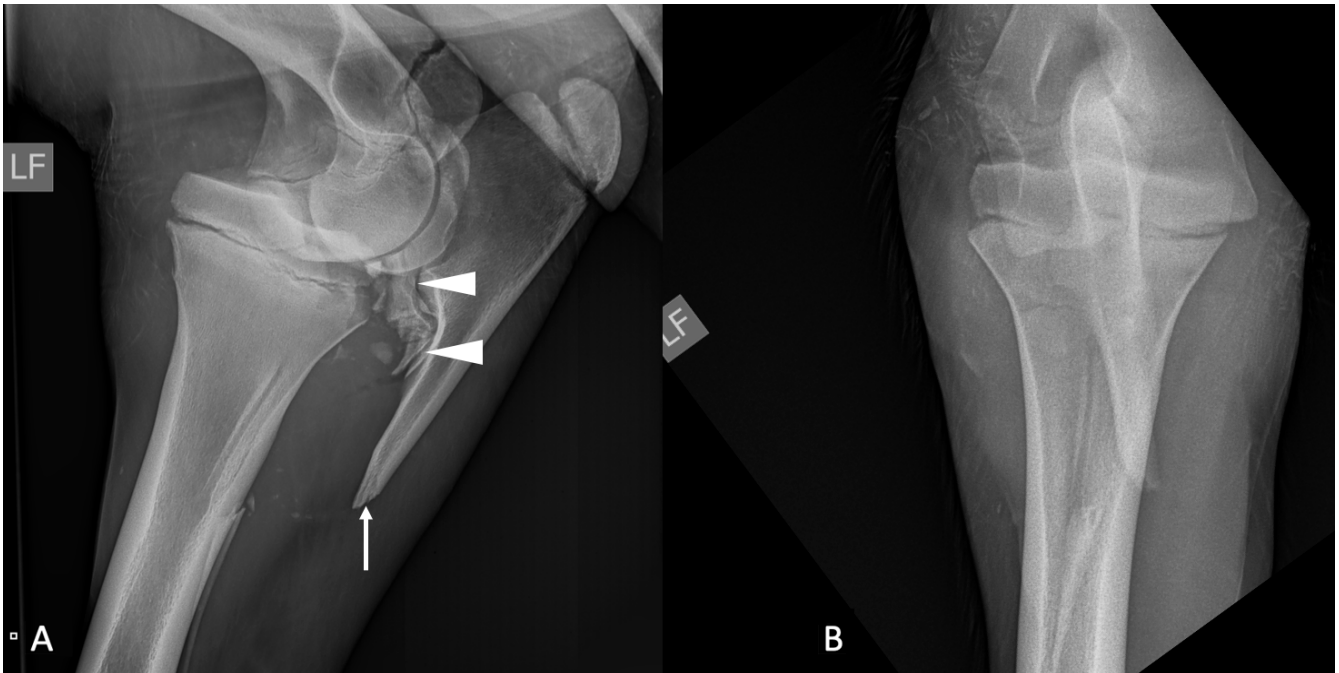


Figure 11. Case 4: A. mediolateral and B. craniocaudal projections with an oblique sharp radiolucent line interrupting the distal aspect of the ulna (arrow). A second fracture line is present at the caudal aspect of the proximal epiphysis of the radius, starting at the proximal articular surface, running distally through the physis and caudal aspect of the metaphysis, interrupting the caudal cortex of the metaphysis resulting in a thin caudal fragment (arrowheads). Note the cranial and lateral displacement of the radius in relation to the proximal ulna and humerus (Monteggia fracture). Additional fragmentation is present in the fracture gap.

cally irregularly outlined at the dorsal aspect of the fetlock region with multiple gas opacities superimposed on the soft tissues.

A well-defined, oblique, mildly curved fracture line was present at the lateral aspect of the lateral condyle of the third metatarsal bone. This fracture

line interrupted the lateral aspect of the subchondral bone plate of the lateral condyle and was running in a proximomedial direction (proximodistal distance of 17 mm). There was a mild displacement of the fragment in a dorsolateral direction and lateral collateral fossa of the third metatarsal bone was mildly hetero-

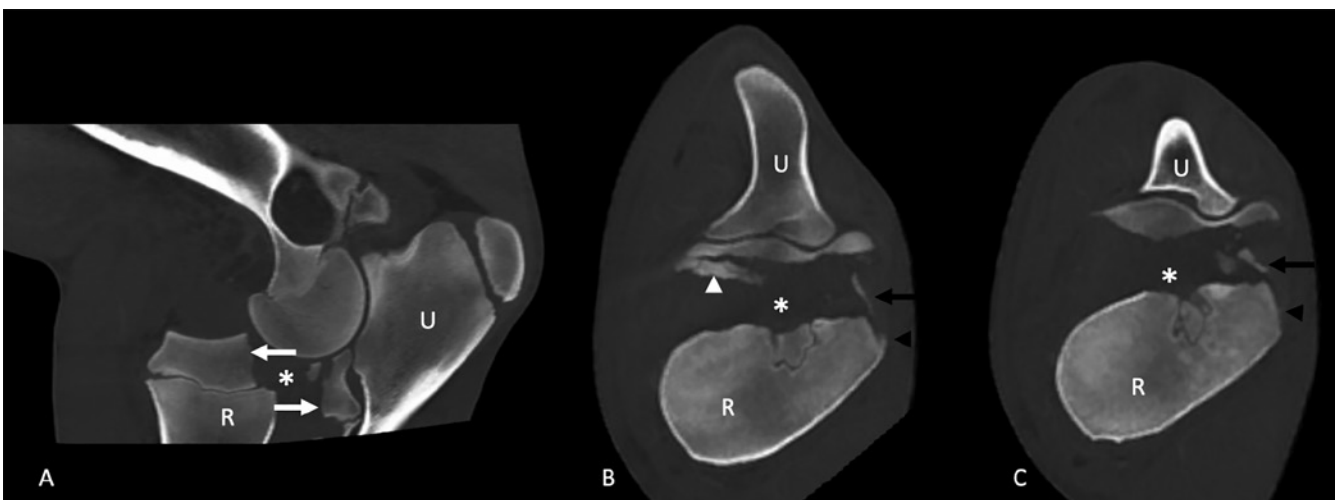


Figure 12. Case 4: Multiplanar CT reconstructions in A. sagittal and B. and C. transverse planes. Medial is to the left. The fracture line in the radius involving the caudal aspect of the epiphysis and metaphysis is indicated by the arrows. A large fracture gap is present (asterisk) with one thin larger fragment medially (white arrowhead) and multiple fragments in the fracture gap. A thin linear fragment (black arrow) is present in the lateral aspect of the fracture gap with corresponding defect on the caudolateral aspect of the radial epiphysis (black arrowhead) where a part of the lateral collateral ligament has been attached to. Note the complete cranial displacement with an additional mild exorotation of the radius (U= ulna; R= radius).

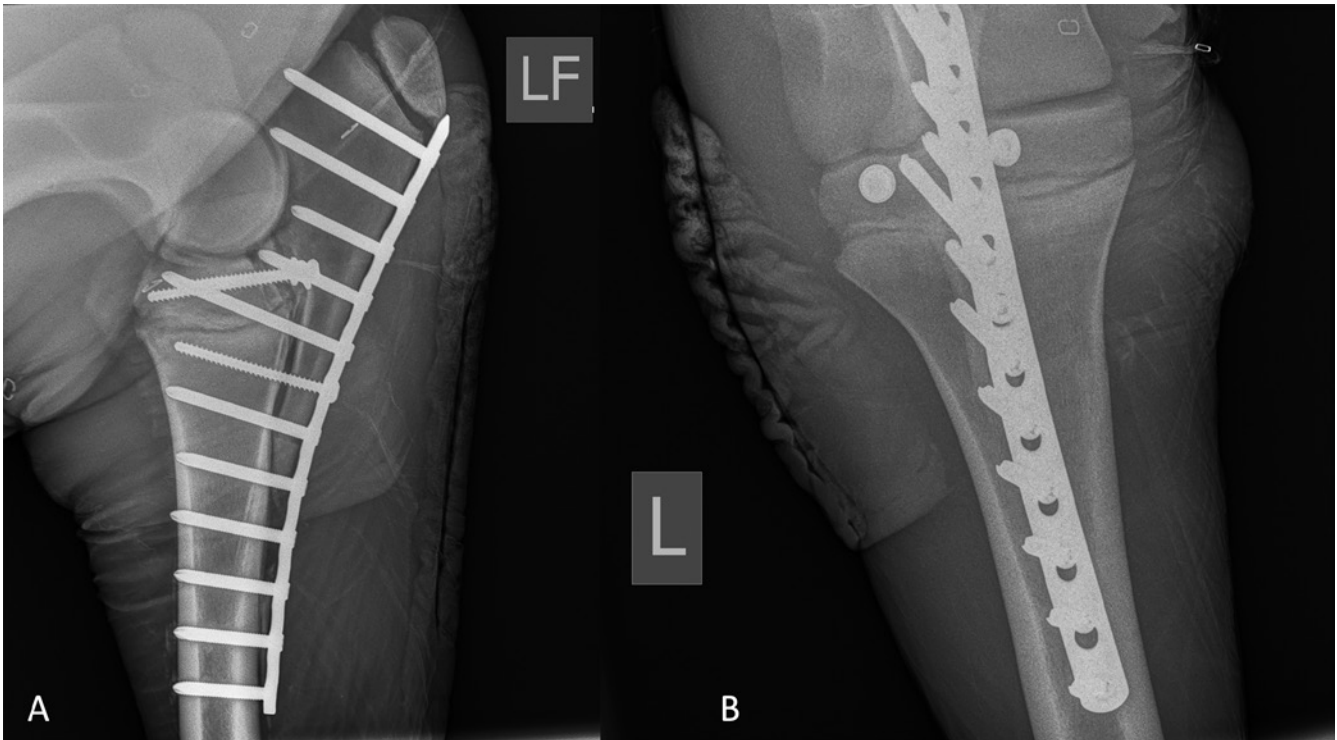


Figure 13. Case 4: A. Mediolateral and B. craniocaudal post-operative radiographs revealed good fracture apposition with two compression screws placed through the radius and a twelve-hole-locking plate fixed with one cortical and eleven locking screws at the caudal aspect of the ulna and radius.

geneous. A metal probe was inserted dorsally at the level of the soft tissue defect and the point of the probe ended at the dorsal margin of the condyles of the third metatarsal bone. The radiographic conclusion was an intrasynovial wound at the dorsal aspect fetlock joint with an acute, intra-articular fracture of

the lateral condyle of the third metatarsal bone involving the lateral collateral fossa (Figure 14). CT was performed to determine the surgical planning by either fragment removal or fracture fixation.

The joint recesses of the metatarsophalangeal joint were severely distended with fluid attenuating mate-

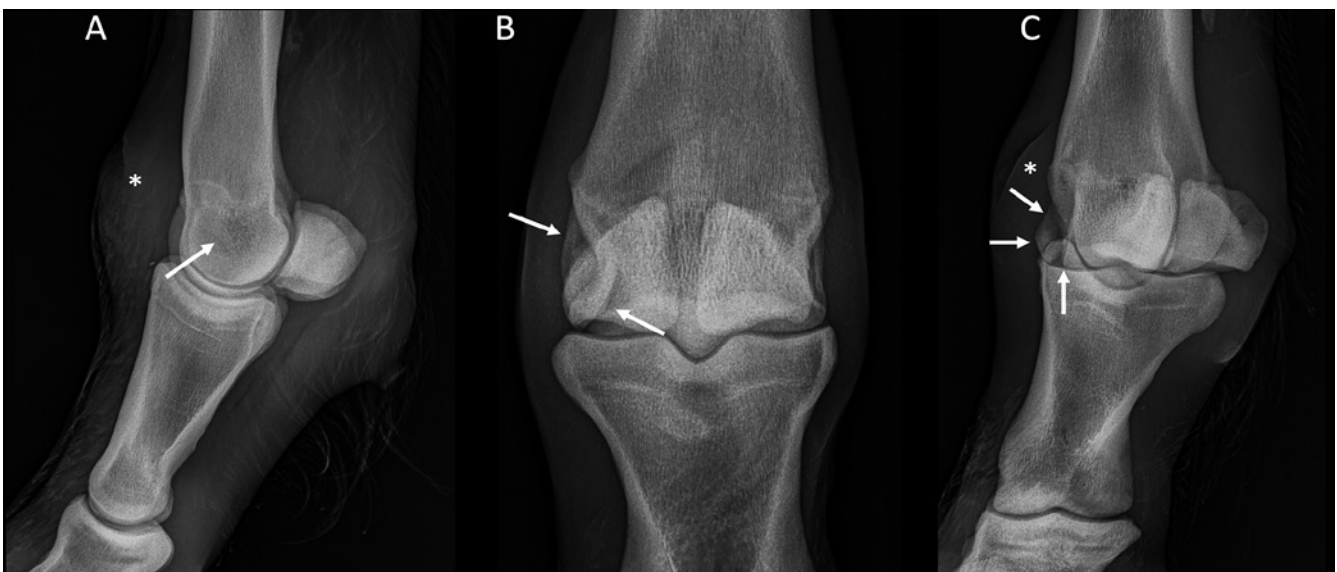


Figure 14. Case 5: A. Lateromedial, B. dorsoplantar, C. dorsomedial-plantarolateral oblique projections of the left metatarsophalangeal joint with a severe amount of soft tissue swelling surrounding the fetlock region and a wound at the dorsal aspect (asterisk). A. On the lateromedial projection, a curved radiolucent line is present (arrow). B. and C. A well-defined, oblique, mildly curved fracture line is present at the lateral aspect of the lateral condyle of the third metatarsal bone (arrows) interrupting the lateral aspect of the subchondral bone plate of the lateral condyle. There is mild displacement of the fragment in a dorsolateral direction.



Figure 15. Case 5: Multiplanar CT reconstructions in A. and B. dorsal, C. transverse and D. sagittal planes demonstrating a well-defined fracture line with a proximodistal orientation, interrupting the subchondral bone of the lateral condyle of the third metatarsal bone and running to the lateral collateral fossa, resulting in a triangular fragment (black arrowhead), which is mildly angled and displaced distally and dorsally. Focal mineral debris is present at the fracture site and medial to the sagittal ridge of the third metatarsal bone (white arrow). A small short radiolucent line is present at the sagittal groove of the proximal phalanx (black arrow). Note the soft tissue interruption, corresponding to the wound (white arrowhead). Medial is to the left.

rial combined with soft tissue attenuating proliferations, which were most pronounced in the plantar recess. The lateral collateral ligament was moderately thickened, ill-defined and heterogeneous. There was a well-defined fracture line with a proximodistal orientation, interrupting the subchondral bone of the lateral condyle of the third metatarsal bone and running to the lateral collateral fossa, resulting in a triangular fragment, which was mildly angled and displaced distally and dorsally. The fracture fragment measured 14 mm in a proximodistal direction, 11 mm in a dorsoplantar direction and 6 mm in a laterolateral direction and occupied approximately 5 % of the articular surface of the lateral condyle. Focal mineral debris was present at the fracture site. Three additional mineralized pinpoint mineral foci were detected in the plantar recess of the metatarsophalangeal joint. An additional small, thin linear fragment (length: 4 mm; width: 1 mm) was present medial to the sagittal ridge of the third metatarsal bone at the level of the sagittal groove of the proximal phalanx. A small short radiolucent line was present in the sagittal groove of the proximal phalanx

(Figure 15). As the fracture fragment was too small for internal fixation, it was decided to remove it.

Synovial puncture of the metatarsophalangeal joint revealed turbid synovial fluid. Arthroscopy of this joint was performed starting with the lateroplantar approach to flush the joint and to flush the debris in dorsal direction. Next, a dorsomedial arthroscopic approach was performed. Inspection of the joint revealed marked synovitis with an intra-articular wound dorso-laterally. Fibrin and synovial proliferations were removed using a rongeur and a shaver. The dorsolateral wound was debrided and then enlarged distally to a small arthrotomy. The intra-articular fracture fragment at the dorsolateral part of the distal third metatarsal bone was detached from the bone and the joint capsule and was removed. The joint was then extensively flushed (both dorsally and plantar), and the wound was sutured in three layers (capsule, subcutis and skin) with absorbable suture material. One gram of ceftiofur was injected to the joint. A plaster cast was placed.

Case 6

A six-year-old Belgian Warmblood showjumping horse was referred to the Surgery and Medical Imaging Department of the Faculty of Veterinary Medicine (Ghent University) for contrast CT of the left hind stifle and arthroscopy of this joint depending on the results of the CT. Three months earlier, the horse was markedly lame left hind. The horse was known to have an osseous cyst-like lesion at the lateral condyle of the femur in the left stifle and at the medial condyle of the femur in the right stifle. Ultrasonography by the referring veterinarian revealed marked medial femorotibial joint distension in left hind stifle. Conservative treatment with NSAID's and relative rest improved the lameness, but the lameness relapsed.

No orthopedic examination was requested, but radiographic examination and ultrasound of the left stifle were repeated. Radiographs confirmed the large, ill-defined osseous, cyst-like lesion at the lateral condyle of the femur, with moderate surrounding sclerosis (Figure 16). Osteochondrosis of the sulcus intertrochlearis of the femur was also noted. On ultrasound, the lateral femorotibial joint was more distended, especially the subextensor recess and to a lesser degree the medial femorotibial joint. The eminentiae intercondylares were irregularly outlined and an irregular indentation was present at the cranial aspect of the eminentiae intercondylares. The cranial aspect of the lateral cranial meniscotibial ligament was within normal limits. The adjacent osseous surface was focally mildly irregularly outlined.

As requested, the horse underwent native CT imaging of the complete left hindlimb and contrast CT imaging of the left stifle. Thirty mL of 50% diluted Iomeron was injected in the lateral and medial femorotibial and femoropatellar joints under general anesthesia.

CT confirmed the osseous, cyst-like lesion in the

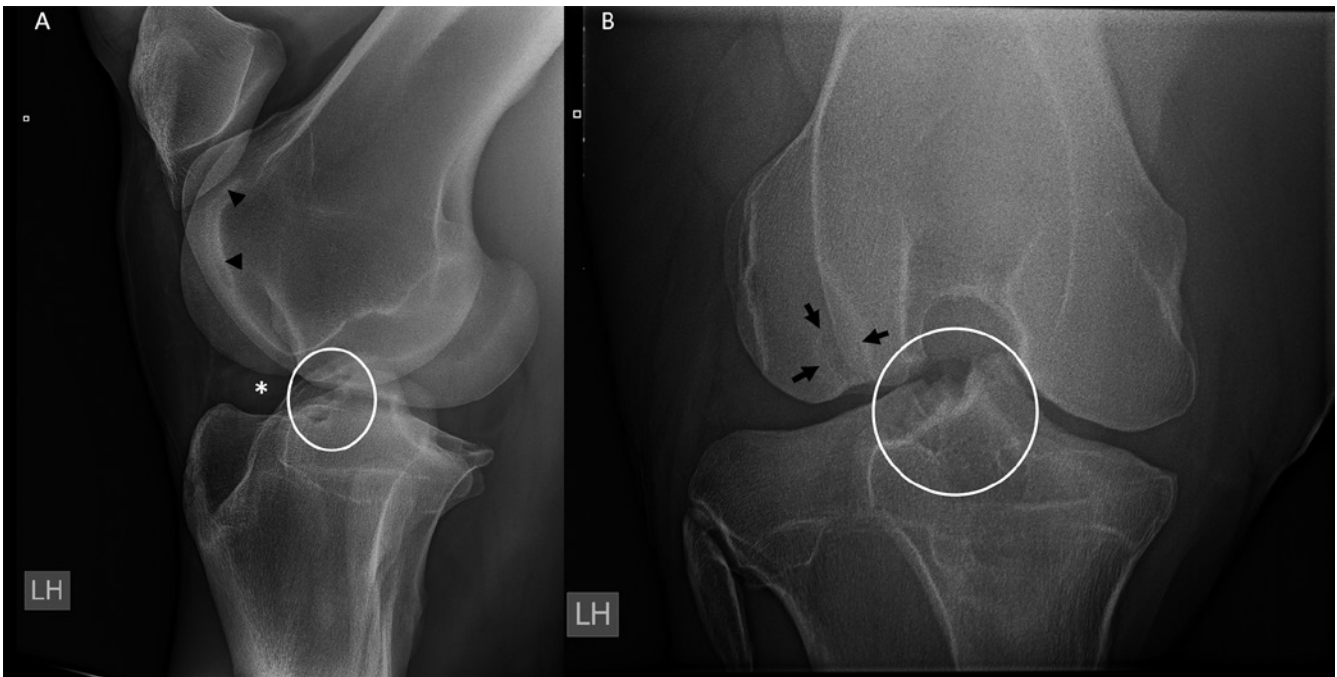


Figure 16. Case 6: A. Caudal 30° lateral to craniomedial oblique and B. caudocranial radiographs of the left stifle where an ill-defined osseous cyst-like lesion is noted with surrounding sclerosis (black arrows). The cranial aspect of the eminentiae intercondylares are moderately irregularly outlined and heterogeneous (white circle). Note the increased opacity at the cranial aspect of the stifle with compression of the infrapatellar fat pad indicative of femorotibial joint distention (white asterisk). The black arrowheads indicate the osteochondrosis lesion of the sulcus intertrochlearis of the femur, which is an incidental finding.

lateral femoral condyle. The adjacent subchondral bone surface was irregularly outlined and there was an irregular interface between the articular cartilage layer and the intra-articular contrast medium. Additionally, the contrast medium was entering the cystic lesion. The findings were indicative of a large subchondral, osseous, cyst-like lesion of the lateral femoral condyle with associated cartilage defect and functional articular communication (Figure 17).

A well-defined, rounded, hypoattenuating area of bone resorption (diameter of 6.5 mm) was present in the region of attachment of the cranial lateral meniscotibial ligament. Focally, the bone surface of the tibial plateau was interrupted at that level with a thin rim of surrounding sclerosis and central filling of the cyst-like lesion at the ligament insertion. There was a mild to moderate amount of bone proliferation at this level, and additionally, a marked amount of hetero-

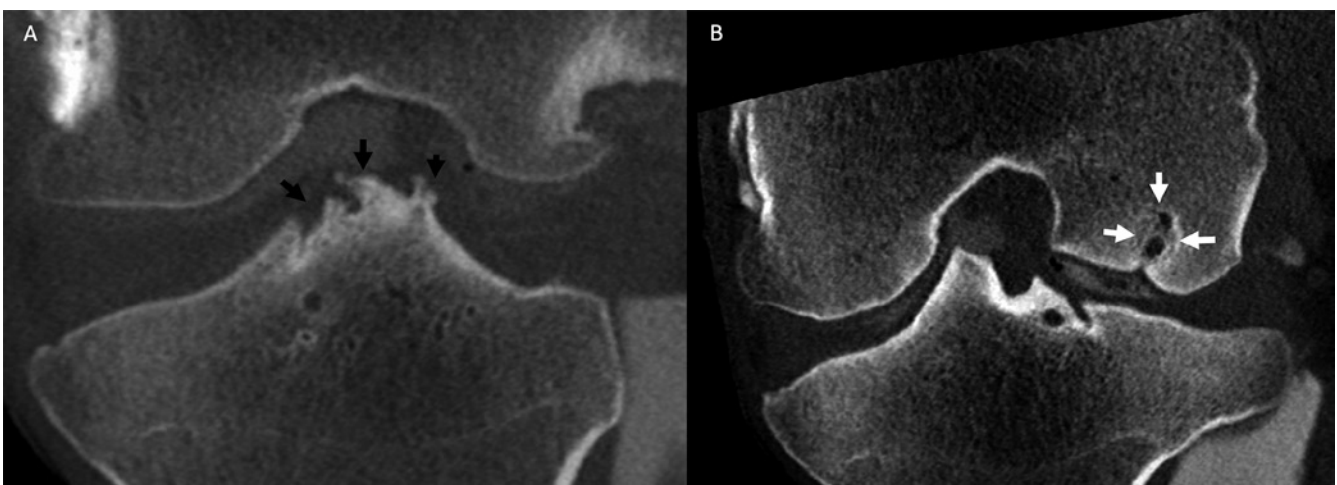


Figure 17. Case 6: Multiplanar CT reconstructions in a dorsal plane at a A. cranial and B. more caudal level. Medial is to the left. The black arrows indicate the enthesioid new bone formation at the insertion of the cranial cruciate ligament and the white arrows indicate the irregularly shaped large osseous cyst-like lesion in the lateral condyle of the femur, which shows two compartments and two rims of sclerosis.

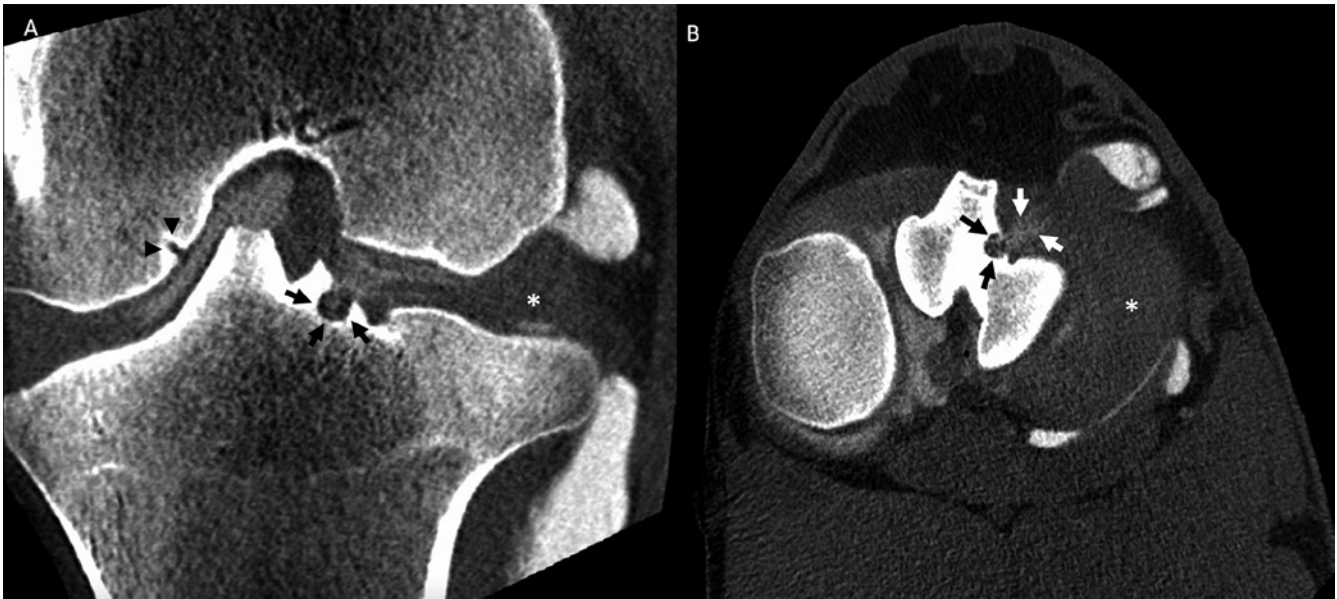


Figure 18. Case 6: Multiplanar CT reconstructions in a A. dorsal and B. transverse plane of the left stifle. Medial is to the left. The cystic enthesopathy (black arrows) and contrast leakage in the tear of the lateral cranial meniscotibial ligament (white arrows) are clearly detectable. The lateral meniscus is annotated with an asterisk. Note the small osseous cyst-like lesion at the axial aspect of the medial condyle (black arrowheads).

geneous irregularly shaped contrast medium leakage was present within the lateral cranial meniscotibial ligament extending partially further into the cranial horn of the lateral meniscus. Those findings were compatible with a marked cystic enthesopathy, desmopathy and tearing of the lateral cranial meniscotibial ligament with extension into the cranial horn of the lateral meniscus. Additionally, a small, well-defined, subchondral bone irregularity of the lateral tibial plateau was noted (2.8 x 2.5 x 1.5 mm) (Figure 18).

The lateral intercondylar eminence was markedly irregularly outlined with well-defined, irregular new bone formation, at the level of the cranial attachment of the cranial cruciate ligament, indicative of an enthesopathy of the cranial cruciate ligament (Figure 17).

A small subchondral, osseous, cyst-like lesion of the medial femoral condyle was also noted, without contrast entering the cyst, and the overlying cartilage layer was normal. Generally, there was a moderate synovitis of the lateral femorotibial joint, and to a lesser degree the medial femorotibial joint. Osteochondrosis of the sulcus intertrochlearis of the femur was present.

Arthroscopy of the stifle was proposed for additional diagnosis and simultaneous treatment of the tear of the lateral meniscus and the lateral cranial meniscotibial ligament, but the owners opted for a conservative treatment due to the severity of the lesions and the subsequent poor prognosis.

DISCUSSION

In this study, CT was necessary to diagnose the site of osteomyelitis in two young foals, to demonstrate

exact configuration of fractures for surgical planning in three cases, and in one case, CT demonstrated multiple soft tissue injuries in the stifle.

Radiography is the first choice in foals presenting suspected osteomyelitis. However, there is a certain time lag between a clinically suspected lesion before it becomes radiographically apparent: it may take 21 days before radiographs become diagnostic for osteomyelitis in foals (Paradis, 2010). Therefore, if a foal is suspected of osteomyelitis and the radiographs are negative, this does not rule out an osteomyelitis lesion and follow-up radiographs after seven days or a CT scan should be performed (Paradis, 2010; Barba and Lepage, 2013; Glass and Watts, 2017). Early diagnosis and treatment are crucial to improve prognosis.

Advanced diagnostic imaging modalities have been useful in the identification of septic osteomyelitis in foals as it provides excellent visualization of bony destruction, and it is particularly useful in proximal regions where overlying soft tissues and incomplete ossification of subchondral bone limit complete evaluation of joint surfaces, subchondral bone and physis (Barba and Lepage, 2013; Glass and Watts, 2017).

In the initial presentation of case 1, only two projections of the tarsus (lateromedial and the dorsoplantar) were taken where an irregular aspect of the third tarsal bone was seen on the dorsoplantar projection and not on the lateromedial one. In a recent study in which radiography and CT in foals with osteomyelitis were compared, the area of lysis was underestimated by 37% with lateromedial projection (Lean et al., 2018). In this case, it could have been beneficial to initially include the four projections of the tarsus to improve the visualization and the extent of the irregular aspect of the third tarsal bone. However, this is of-

ten seen in young foals due to the ongoing ossification process, and follow-up is necessary to differentiate between the ongoing ossification and osteomyelitis (Coleman and Whitfield-Cargile, 2017). In both foals with osteomyelitis in the present case series, CT provided a good view on the severity and the extent of the lysis and was beneficial for accurate therapy. Addition of intra-venous contrast administration improves soft tissue evaluation and allows for identification of soft tissue lesions such as abscesses (Nelson et al., 2017) thereby expanding diagnostic capabilities.

The small body size of young foals allows to include large body parts and even perform full body scans. This is an advantage as it decreases the need for multiple radiographs of multiple joints. This is advantageous when the clinical examination fails to point out the exact origin of lameness. CT may actually result in cost saving by providing an earlier diagnosis and decreasing hospitalization duration (Paradis, 2010).

It is not surprising that the majority of cases in this series includes patients with fractures. CT is the modality of choice for pre-operative planning of fracture repair as it allows the production of cross-sectional images with superior bone resolution that assist in the identification of the number and direction of fracture planes, especially in complex fractures (Bergman and Saunders, 2011).

With the increasing availability of CT, this modality is being more frequently used for surgical planning and repair of fractures in horses. Computed assisted surgery is mainly used for the fracture repair of the distal limb including the tarsus, metatarsus, metacarpus, proximal, middle and distal phalanx (Perrin et al., 2010; Perrin et al., 2011).

To the authors' knowledge, pre-operative computed tomography for elbow and shoulder fractures has not been reported in the literature; yet, it has proven its benefits in planning, executing and in the results of the surgery in the present cases. Based on the CT images, the most optimal surgical technique could be chosen due to the exact visualization of the fracture planes and fragment localization. Additionally, the fragments could be accurately measured and thus the surgeon was able to decide to remove the small fragments and choose the correct size of the surgical implants on beforehand.

Only one case of stifle injury was examined in this case series. Native CT combined with CT arthrography is the modality of choice to visualize the complete stifle including the soft tissue structures (Van der Vekens et al., 2011). Radiography, ultrasonography, nuclear scintigraphy and diagnostic arthroscopy have been described in the diagnosis of stifle pathology in the horse, but these techniques also have limitations. Radiography and nuclear scintigraphy are useful for the evaluation of bone structures and soft tissue entheses, but are limited by superimposition of the musculature and the size of the bone structures and are considered less useful for the evaluation of

the soft tissue structures (Maulet et al., 2005). Ultrasonography is limited to the superficial bone and soft tissue structures. Evaluation of certain structures, such as the cruciate ligaments is extremely difficult (Hoegaerts et al., 2005). Diagnostic arthroscopy can be useful for the evaluation of the articular cartilage, portions of the menisci and associated ligaments, but certain anatomical areas of the stifle cannot be reached, including the bodies of the menisci, most of the cartilage of the tibial plateau, the caudal part of the condyles of the femur and the caudal part of the cranial cruciate ligament (Walmsley, 2002). In human medicine, high field magnetic resonance imaging (MRI) is the modality of choice to diagnose stifle injury (Nacey et al., 2017). When MRI is not available, CT arthrography can be considered because it has been proven very accurate in diagnosing cruciate ligament, cartilage and meniscal lesions (Kalke et al., 2012). Furthermore, low field MRI of the equine stifle is not widely available and high field MRI is not possible for equine stifles at this moment. In case 6 of this series, the radiographic abnormalities at the level of the eminentiae intercondylares already indicated an enthesopathy at the level of the cranial lateral meniscotibial ligament or at the cranial cruciate ligament in combination with the large osseous cyst-like lesion in the lateral condyle. Arthrography CT confirmed the large cyst in the lateral condyle and showed functional articular communication, as well as a cystic enthesopathy of the cranial lateral meniscotibial ligament with a tear of this ligament which continued in the cranial horn of the lateral meniscus and marked enthesopathy of the cranial cruciate ligament. Thus, due to the poor prognosis and the young age (six-year-old) of this horse, the owners did not choose for arthroscopy.

In conclusion, CT is increasingly available and in the present case series, it has proven its additional value compared to radiography and ultrasonography, due to its earlier diagnosis of osteomyelitis in foals (cases 1 and 2), the improved pre-surgical planning for complex fractures (cases 3, 4 and 5) and the alteration of the prognosis in stifle lameness with multiple osseous and soft tissue lesions in case 6.

REFERENCES

- Barba M., Lepage, O. M. (2013). Diagnostic utility of computed tomography imaging in foals: 10 cases (2008-2010). *Equine Veterinary Education* 25, 29-38.
- Bergman E. H. J., Saunders J. H. (2011) Equine fractures. In: Schwarz T. and Saunders J. H. (editors). *Veterinary Computed Tomography*. Wiley-Blackwell, West Sussex, 457-463.
- Coleman M. C., Whitfield-Cargile C. (2017). Orthopedic conditions of the premature and dysmature foal. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* 33, 289-297.
- Glass K., Watts A. E. (2017). Septic arthritis, physitis, and osteomyelitis in foals. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* 33, 299-314.

- Hoegaerts M., Nicaise M., van Bree H., Saunders J. H. (2005). Cross-sectional anatomy and comparative ultrasonography of the equine medial femorotibial joint and its related structures. *Equine Veterinary Journal* 37, 520-529.
- Kalke R. J., Di Primio G. A., Schweitzer M. E. (2012). MR and CT arthrography of the knee. *Seminars in Musculoskeletal Radiology* 16, 57-68.
- Lean N. E., Perkins N. R., Ahern, B. J. (2018). Comparison of conventional radiography and computed tomography as aids in the diagnosis of osteomyelitis in 11 foals. *Australian Veterinary Journal* 96, 257-261.
- Mageed, M. (2020). Standing computed tomography of the equine limb using a multi-slice helical scanner: Technique and feasibility study. *Equine Veterinary Education*, 1-7.
- Maulet B. E. B., Mayhew I. G., Jones E., Booth T. M. (2005). Radiographic anatomy of the soft tissue attachments of the equine stifle. *Equine Veterinary Journal* 37, 530-535.
- Nacey N. C., Geeslin M. G., Miller G. W., Pierce J. L. (2017). Magnetic resonance imaging of the knee: An overview and update of conventional and state of the art imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 45, 1257-1275.
- Nelson B. B., Goodrich L. R., Barrett M. F., Grinstaff M. W., Kawcak C. E. (2017). Use of contrast media in computed tomography and magnetic resonance imaging in horses: Techniques, adverse events and opportunities. *Equine Veterinary Journal* 49, 410-424.
- Paradis, M. R. (2010). Septic arthritis in the foal: What is the best imaging modality? *Equine Veterinary Journal* 22, 334-335.
- Perrin R. A. R., Launois M. T., Brogniez L., Desbrosse F. G., Coomer R. P., Clegg P. D., Reda A. A., Gehin S. G., Vandeweerd J. M. E. F. (2010). Computed tomography to identify preoperative guidelines for internal fixation of the distal sesamoid bone in horses: an in vitro study. *Veterinary Surgery* 39, 1030-1036.
- Perrin R. A. R., Launois M. T., Brogniez L., Clegg P. D., Coomer R. P. C., Desbrosse F. G., Vandeweerd J. M. E. F. (2011). The use of computed tomography to assist orthopaedic surgery in 86 horses (2002-2010). *Equine Veterinary Education* 23, 306-313.
- Van der Vekens E., Bergman E. H. J., Vanderperren K., Raes E. V., Puchalski S. M., van Bree H. J. J., Saunders J. H. (2011). Computed tomographic anatomy of the equine stifle joint. *American Journal of Veterinary Radiology* 72, 512-521
- Walmsley J. P. (2002). Arthroscopic surgery of the femorotibial joint. *Clinical Techniques in Equine Practice* 1, 226-233.



© 2021 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Over dieren

Verlossing in de kerststal op het marktplein

Collega Frans (Sus) Van Tendeloo (promotie 1976) schreef onder het pseudoniem Maarten Jagermeester een heel oeuvre bij elkaar: een indrukwekkende reeks jeugdboeken, verhalenbundels voor volwassenen en naslagwerken over dieren. De verhalen zijn niet allemaal even geloofwaardig tot in de details, maar dat mag de leespret zeker niet bederven. Zo opent zijn bundel *Meneer de dierendokter*, aangekondigd als *De grappigste verhalen uit mijn praktijk* (Houtekiet, 2019), met een bepaald indrukwekkend ‘Kerstverhaal’. We lezen er in hoe de dierendokter op kerstavond een van de twee schapen – mooie Ardense Voskoppen - in de kerststal op het marktplein van een Kempisch dorp verlostte van een tweeling. En dat bij min zes vrieskou, vanzelfsprekend omringd door een menigte supporters, velen rechtstreeks uit het café. En dat was nog niet alles. Het moederschaap bleek geen melk te geven. De gebruikelijke ‘prik’ hielp niet en een ander bracht mee dat de lammetjes uiteindelijk moesten gezoogd worden door een zeer gewillige hondenteef. Het rustige dorpje Noorderwijk had nu eindelijk een attractie waar iedereen over sprak.

Luc Devriese

Aderlaten: bloed evacueren Achtergrond en technieken gebruikt in de diergeneeskunde

Bloodletting: background and techniques used in veterinary medicine

¹L. Devriese, ²C. Van der Meeren, ¹J. De Smet

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

SAMENVATTING

Bloed ‘laten’ is een van de oudste en meest toegepaste medische en veterinaire praktijken. Het ontstaan ervan is vermoedelijk te vinden in het geloof in magie. Het gewone volk was er diep van overtuigd dat geheimzinnige magische krachten in het lichaam oorzaak waren van ziekte. Het ‘kwaad’ (ziek) bloed moest zoveel mogelijk uit het lichaam verwijderd worden. Om de praktijk te rechtvaardigen, hielden universitair geschoolde artsen het bij de Grieks-Latijnse leer van onevenwicht (dyscrasie) in de lichaamsvochten. In de negentiende eeuw werd de vermeende dyscrasie vervangen door theorieën die de rol van ontsteking beklemtoonden. Bloed met ‘ontstekingsstoffen’ moest geëlimineerd worden. Tegen het einde van die eeuw had ook deze interpretatie krediet verloren en aderlaten verdween stilaan uit de praktijk, eerst uit de humane, pas later en schoorvoetend uit de diergeneeskunde, in die tijd nog vooral uitgeoefend door hoefsmeden – of slachters-veeartsen (maréchaux-vétérinaires). Aan de hand van een dagboek bijgehouden van 1853 tot 1887 door een hoefsmid-veearts wordt aangetoond hoe aderlating tot in het laatste kwart van de negentiende eeuw frequent toegepast werd bij allerhande inwendige aandoeningen van runderen. Aansluitend bij dit verhaal over de achtergronden van aderlaten worden de toegepaste technieken kort beschreven.

ABSTRACT

For centuries, evacuation of blood, bloodletting, along with purgation, has been the most employed means to attempt healing in diseased domestic animals, as well as in humans. It was a common belief that unknown and much-feared evil forces causing disease (in French: “le mal”, hence “la maladie”) could be evacuated from the body in this way. Among university-trained medicals, however, bloodletting was justified by antique Greek theories on disbalance (dyscrasy) of the different body humors (liquids), as the main cause of illness. Through Roman, Byzantine and Arab medicine, this doctrine was introduced in European medical schools. In the nineteenth century, this was superseded by theories on inflammation as a major cause. Again, evacuation of blood was advocated as a powerful means to cure. In domestic animals, bloodletting was frequently performed by farrier- or butcher-veterinarians, officially licensed in the nineteenth century to attempt most veterinary diagnoses and therapeutic acts. A diary kept by a farrier-veterinarian with a mainly dairy practice in a Flemish rural region from 1853 to 1887, shows that bloodletting was done in nearly half (44.5%, first period) to over one third (38%, second period) of all patients suffering from internal disorders. This was nearly always accompanied by oral application of minerals and plant extracts in drenches. This background information is completed and illustrated by a short description of the techniques used.

INLEIDING

Een in dit tijdschrift verschenen artikel over het doen verdwijnen van ‘het kwaad’ uit het zieke li-

chaam, handelde onder meer over het aderlaten, samen met purgeren, als zijnde de daartoe meest gebruikte methode (Devriese et al., 2015). Uitvoerders bij dieren waren ‘paarden- en koemeesters’, vage, in

de marge van de veehouderij opererende figuren. In de negentiende eeuw werden ze opgevolgd door officieel toegelaten hoefsmeden-veeartsen of slachters-veeartsen, in het Franse jargon van die tijd “les maréchaux-vétérinaires”, voorgangers van de dierenartsen (Mammerickx, 1997). De ingreep werd evengoed door min of meer deskundige (of eerder: durvende) veehouders uitgevoerd.

In de diergeneeskundige praktijk liet men meestal bloed vloeien uit de halsvene, de vena jugularis. Men deed dus eigenlijk aan ‘vene laten’, flebotomie, maar de term aderlaten was sterk ingeburgerd. Tot ver in de jaren 1800 was aderlaten een belangrijke taak voor de hoefsmeden-veeartsen, wellicht in iets mindere mate ook voor de geschoolde, gediplomeerde veeartsen. De hieronder besproken gegevens uit het dagboek van de hoefsmid-veearts Christiaens uit Beveren - Leie tonen dat er in de tweede helft van de jaren 1800 bij de meeste inwendige aandoeningen nog bloed gelaten werd.

HET ‘KWAAD’ VERSUS ‘DYSCRASIE’

In de volks(dier)geneeskunde werd sterk geloof gehecht aan het nut van aderlaten als middel om het ‘kwaad’ uit het lichaam van de zieke te laten verdwijnen. Ziekte werd immers beschouwd als (meestal) het resultaat van geheimzinnige, onvatbare ‘kwade’ krachten aanwezig in, of inwerkend op het lichaam. Het is een opvatting die stamt uit het geloof in magische krachten die alles beheersen. De ziekteverwekkers werden vaagweg ‘het kwaad’ genoemd. De in de Franse taal algemeen gebruikte termen le mal, le (la) malade en la maladie werden er zelfs van afgeleid. In het Nederlands spreken we van kwalen en kwaaltjes.

Om daaraan te verhelpen werd vooral beroep gedaan op bloed laten, bloed (af)tappen, aderlaten. Dit wordt aanzien als een van de oudste medische ingrepen, na wondverzorging en castreren. Er bestaan aanwijzingen voor dat dit al gebeurde in prehistorische tijden, lang voor Hippocrates (rond 400 vC), de vermeende ‘vader’ van de geneeskunde. Universitair gediplomeerde artsen verkondigden de hen onderwezen theorieën - even verkeerd als geleerd - over ‘onevenwicht’, dyscrasie, van de lichaamsvochten, ideeën die teruggingen op de antieke geneeskunde van Hippocrates, in het latere Romeinse rijk gepropageerd door Galenus. Via de Arabische rijken kwam deze visie terecht in het vroege Europese universitaire onderwijs. Bij mensen werd aderlaten voorgeschreven door gediplomeerde artsen, maar de ingreep zelf werd meestal door chirurgijn-barbiërs gedaan.

ONTSTEKING

In de negentiende eeuw geraakten de theorieën over ‘onevenwicht’ in onbruik, maar aanvankelijk bleef de

ingreep nog populair, in de diergeneeskunde duidelijk langer dan in de humane geneeskunde (d’Houdain – Doniol – Valcrose, 2001). In de Utrechtse collegedictaten van Alexander Numan uit de eerste helft van de 19^{de} eeuw worden enkele tientallen predisponerende factoren en specifieke ziekte-indicaties voor aderlaten behandeld, maar voor onevenwicht wordt geen plaats meer geruimd (Nederbragt, 2018). In de opeenvolgende negentiende-eeuwse uitgaven van zijn ook in Vlaams België wijdverspreide *Handboek der Geneesen Verloskunde van het Vee*, vooral bestemd voor veehouders, komt aderlaten trouwens uitvoerig aan bod. Het eveneens sterk verspreide handboek *De bekwaame Veearts* van Wagenfeld, oorspronkelijk in het Duits (1841), houdt het erg beknopt, maar is ook positief, getuige volgend citaat. ‘De aderlating is in de meeste ontstekingsziekten, vooral bij goed gevoede dieren, een onschatbaar en bijna het enigste geneesmiddel. Men verzuime het dus niet, want zelfs in twijfelachtige gevallen zal zij meer voor- dan nadeel doen’.

Toen de leer van het onevenwicht (dyscrasie) van de lichaamsvochten stilaan verlaten werd, en het geloof in magische kwade krachten al eerder aan het tannet was (Thomas, 1971), zocht men nog verder naar verklaringen voor een mogelijk nut van aderlaten. In de 19^{de} eeuw meende men die vooral te vinden in de effecten op wat zeer vaag ‘ontsteking’ genoemd werd, zoals hierboven in het citaat uit Wagenfeld aangegeven. Men klasseerde er zelfs aandoeningen zoals kalfziekte onder, ziekten waarin het bekende trio symptomen indicatief voor ontsteking, i.e. “calor”, “rubor” of “tumor” en “dolor”: warmte, roodheid of zwelling en pijn, afwezig was.

In een negentiende-eeuws Engels handboek (Percivall, 1855) vinden we de overheersende opinie daaromtrent zeer duidelijk geformuleerd: ‘The blood is the food of inflammation; the more we reduce the one, the more shall we diminish the other; drawing blood therefore, is the most direct means we possess of abating inflammation. Indeed, in practice, it is our most decisive means of cure, and in some cases is the only remedy we have it in our power to employ.’

In alle wijdverspreide, zowel de populaire als de universitaire negentiende-eeuwse handboeken, werd ontsteking, of wat men daarvoor aanzag, inderdaad aangegeven als hoofdindicatie voor aderlaten. In Frankrijk en landen onder Franse invloedsgroei die mening onder impuls van de gezaghebbende arts Broussais (1772-1838) zelfs uit tot een doctrine: het Broussaïsme. In de handboeken werd wel gewaarschuwd tegen al te enthousiaste toepassing van de ingreep. Men stelde vaag of expliciet dat aderlaten tegenaangewezen was bij verzwakte en zeker bij anemische dieren. De gevaren en de mogelijke nadelen werden sterker in de verf gezet.

In het laatste kwart van de jaren 1800 zorgde de ontdekking van talrijke infectieuze pathogenen ervoor dat de praktijk samen met de justificerende theorieën sterk aan populariteit inboette. Het geloof in ‘ont-

NOMS DES PROPRIÉTAIRES.	RÉSIDENCE.	ESPÈCE D'ANIMAUX.	NATURE DE LA MALADIE.	PRESCRIPTION.	DATE.	Observations.
Leo Lorisment	Beveren	een koe	longontsteking	bloeygelaten ℞ Bistroti Desputas	Janua 1863	
Kunias, Kantoms	Beveren	een koe	lijfmoeder ontsteking	℞ Bistroti Desputas bloeygelaten lavementen	" 10 " 11 " 14 " 17	
Petrus Boruyt	Deerlijk	een paard	longontsteking	℞ Bistroti Desputas bloeygelaten ℞ Emite bloeygelaten ℞ Emite	" 16 " 20 " 11 " 22 " 11	

Figuur 1. Fragment uit het dagboek van hoefsmid-veearts Christiaens (in familiebezit).

giften’, met ‘Detox!’ als commerciële slogan, bleef echter levendig bij het publiek, ook al voerde Molière reeds enkele eeuwen vroeger in zijn theaterstuk *Le Malade Imaginaire* (1673) de medicus met de toepasselijke naam Purgon op met de commentaar: ‘Il faut qu’il ait tué bien de gens pour s’être fait si riche’.

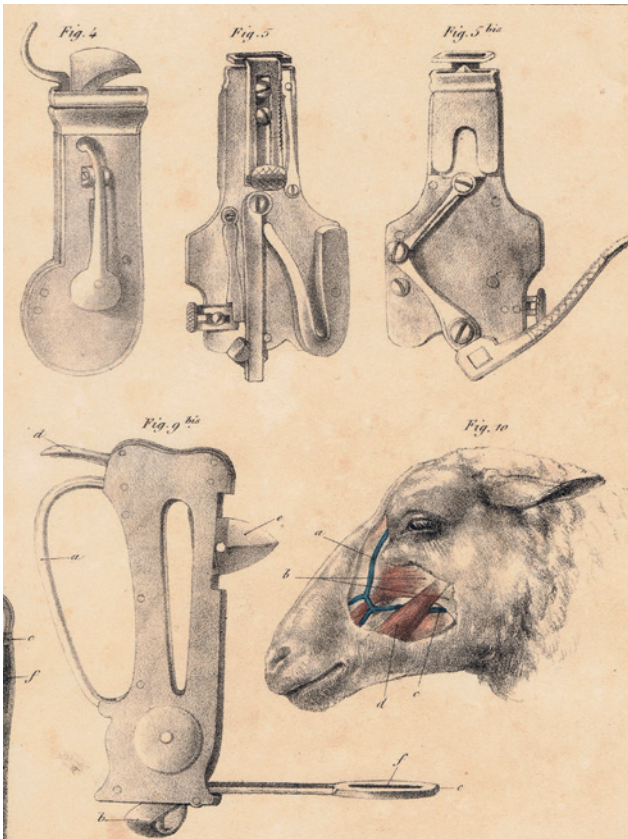
DIERGEENEESKUNDIG GEBRUIK

Een zorgvuldig bijgehouden dagboek (Figuur 1) van de allicht niet zo rijke hoefsmid-veearts Christiaens uit Beveren-Leie geeft een vermoedelijk representatief idee van het aandeel van aderlating in de diergeneeskunde in de negentiende eeuw. In de vooral op runderen gerichte praktijk van Christiaens lag het gemiddelde percentage aderlatingen op de uitgevoerde behandelingen in de eerst helft van zijn carrière (steekproef van de jaren 1853+1858+1863+1868) op 44,5%. In een tweede en laatste periode (steekproef van de jaren 1873+1876+1883+1887) was dat 38%. Er bestond dus een neiging om procentueel minder aderlatingen te gaan doen (voortschrijdend inzicht?), maar dan toch niet spectaculair. In 1887, het laatste volledige geregistreerde praktijkjaar, werd dan toch nog altijd bij één patiënt op drie een aderlating toegepast. De aard van de indicaties veranderde wel in de loop van de tijd. Enkel in de eerste jaren van zijn praktijk werd aderlating uitgevoerd bij verlossingen (!): niet minder dan 23% van het totaal indicaties. Later

overheersten ‘ontstekingen’ allerhande. Christiaens vermeldde onder andere maagontsteking, longontsteking, ‘ribbevliesontsteking’ en ‘lijfmoederontsteking’ (metritis). Een uitzondering op de ontstekingsindicatie is de tot dusverre onopgehelderde ‘moederhoofd-ziekte’ (kalfziekte: hypocalcemie?), die gaandeweg een stijgend aandeel in de indicaties innam van enkele percentages tot 38% in respectievelijk het eerste en laatste jaar van zijn praktijkvoering. Het verwondert ook niet dat hij het ‘bloeyd laten’ toepaste bij ‘voetontsteking’ (hoefbevangenheid) bij het paard. Bij de meeste aandoeningen werd naast de aderlating een aanvullende therapie ingesteld met kruiden(extracten) en/of scheikundige stoffen uit zijn therapeutisch arsenaal.

HALSVENE

Veruit de gemakkelijkste en meest populaire plaats om bloed te laten was de vena jugularis. Strikt genomen was dit geen (slag)ader-, maar ‘venelating’, flebotomie. Bij lokale aandoeningen kon de ingreep gebeuren op of dichtbij de plaats waar men vermoedde dat ‘het kwaad’ huisde. Daarom werden arteriële latingen uitgevoerd op soms moeilijk bereikbare en delicate plaatsen (Figuur 2). Dit ondanks het feit dat men wel degelijk wist dat bloed circuleert. De ontdekking in 1628 door Harvey van de bloedsomloop en de pompfunctie van het hart, was algemeen bekend. Correcte



Figuur 2. Snepper (model Brogniez) en anatomische tekening die de plaats aangeeft waar in de submaxillaire streek bloed kon 'gelaten' worden bij aandoeningen van schapen in die zone (uit: Brogniez, 1839-1845).



Figuur 3. Meest voorkomend model van vlijm met kloppers (Museumcollectie Diergeneeskundig Verleden (Faculteit Diergeneeskunde, UGent), Merelbeke).



Figuur 4. Snepper in gesloten toestand uit de Museumcollectie Diergeneeskundig Verleden (Faculteit Diergeneeskunde, UGent).

beschrijvingen werden al kort daarna overgenomen, niet enkel in de geleerde traktaten, maar ook in de vroeger wijdverspreide primitieve veeartsenijkundige handboekjes, zoals dat van Jacobus de Smet (1651), 'Peerde-Meester' in Borgerhout. Er werden echter geen praktische conclusies aan verbonden. Twee tot drie eeuwen na Harvey bleef men 'bloed slaan' op de meest onmogelijke plaatsen. Het leek wel alsof sommige 'meesters' daarmee hun kunde (en durf!) wilden bewijzen. Tegen aangepaste tarieven, uiteraard.

'Laten' of 'bloed laten' in de opgestuwde halsader deed men meestal door er bovenop een kleine insnede te maken met een vlijm waarop een stevige tik gegeven werd met een houten 'klopper' (Figuur 3). Bekijken we even de daarbij gebruikte techniek aan de hand van het ook bij ons veel gebruikte 19^{de}-eeuwse handboek van Numan. De zevende uitgave (1875) geeft aan dat 'de ware kundigen' geen band of riem gebruikten om de ader te laten opzwellen. 'Men kan namelijk de ader door ze onderaan de hals met de vingers te drukken, en het bloed een weinig naar boven te drijven, zeer goed doen zwellen. Deze wijze is daarom niet alleen beter, maar ook eenvoudiger. Zij die hun vak goed kennen gebruiken ook geen klopper, maar slaan op de vlijm met de pink van de rechterhand'. Anderen beschikten over een 'snepper': een vlijm aangedreven door een ingebouwde veer, een mechanisme analoog aan de snaphaan van geweren en handvuurwapens. Trefzeker maar ook niet zonder gevaar. Figuur 4 en 5 zijn afbeeldingen van zo'n snepper uit de museumcollectie Diergeneeskundig Verleden in Merelbeke (Faculteit Diergeneeskunde, UGent).

Na het 'bloed slaan' met de vlijm bleef er een letterlijk vlijmscherp ingesneden wonde over. Het risico op verbloeden was reëel, vooral wanneer de vlijm dwars door de ader heen ging. Om overmatig bloedverlies te vermijden, kon men tijdelijk een metalen klemmetje of meteen een huidhechting aanbrengen. Hoe hechtingen werden gelegd in tijden dat er nog geen catgut of nylondraad bestond komen we te weten via een citaat uit Numans handboek (editie 1875). Het hechten '... geschiedt op de volgende wijze: men steekt in het midden der wond door hare beide randen of lippen eene naald of stevige ijzeren speld; neemt alsdan vijf of zes lange haren uit de manen of den staart, voegt deze tezamen en windt ze van achteren om de uitstekende einden der speld, zodat de wond overkruisd wordt (Figuur 6). De beide einden dezer, te zamen genomen haren, worden aan elkander geknoopt, zodat zij vast blijven zitten. Na een of twee dagen neemt men de speld uit de wond.' Het hechtmateriaal kon ook een textieldraad zijn. Er werden gewone rechte stopnaalden gebruikt. Goed geëquipeerde vaklui beschikten over speciale naaldhouders om de rechte naalden doorheen de taaie huid te drijven (Figuur 7).

In de eerste decennia van de jaren 1900 werd dit instrumentarium naar de rommelzolder verwezen. Men gebruikte en gebruikt enkel nog kleine trocarts om bloed af te laten. Het volstaat dan de huid een tijdlang stevig toe te klemmen om het bloeden te stoppen.



Figuur 5. Open snepper.

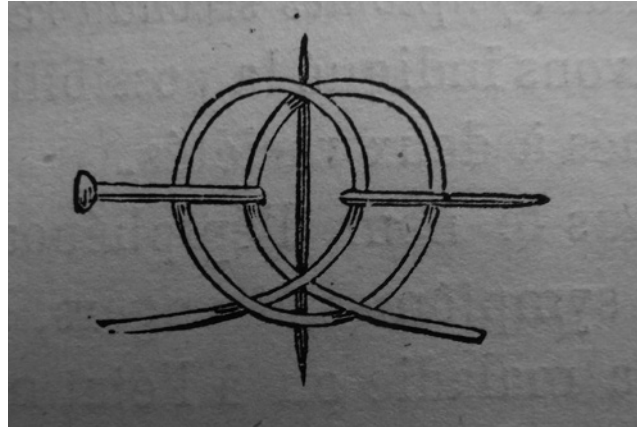
ANDERE TECHNIEKEN

De huid van de huisdieren is minder geschikt voor ‘laatkopen’, in Vlaanderen beter bekend als ‘ventousen’, destijds populair in de humane geneeskunde. Dat waren strak op de huid geplaatste bokalen waarin onderdruk tot stand gebracht werd met pompjes of door er iets in te laten verbranden. Daarmee werd lokale hyperemie opgewekt. Men kon dit zo laten of via een snede uit de kunstmatig opgezwollen zone slagaderbloed laten wegvloeien. In de meest verspreide negentiende-eeuwse handboeken zoals die van Numan staat aangegeven dat dit bij dieren enkel kon toegepast worden op plaatsen waar voldoende egale spiermassa onder de huid aanwezig was. Of dit veel gebeurde mag betwijfeld worden. De ingreep was pijnlijk en het enige zekere resultaat was een afstotelijk huidletsel. Dat genas weliswaar snel, tenminste als de patiënt zowel de ziekte als de behandeling overleefde.

Brognez (1845) gaf aan dat ook bloedzuigers (*Hirudo officinalis*) konden geplaatst worden op lichaamsstreken met fijne huid. Hij vermeldde bij kleinere dieren zelfs de mogelijkheid geringe hoeveelheden bloed te laten wegvloeien via prikken (mouchetures: kunstmatige muggenbeten), kleine insnedes of scarificaties. Ter verduidelijking moet hieraan toegevoegd worden dat Brogniez, coryfee van de pasopgerichte ‘Ecole Vétérinaire’ van Kuregem, voorloper van de twee Belgische faculteiten diergeneeskunde, veruit de meeste aandacht besteedde aan ‘la saignée’. Hoewel uitgesproken voorstander, beschreef hij als enige in detail de complicaties en zelfs dodelijke accidenten die zich bij aderlating konden voordoen. Een van de vele instrumenten die hij ontwierp en hielp realiseren, was trouwens de snepper (Figuur 2, 3 en 4).

SLOT

Het vroeger overmatige gebruik en de excessen zijn al lang verdwenen. Aderlaten is ook geen onderdeel van de dagelijkse praktijk meer, maar werd nooit helemaal verlaten. De ingreep werd wellicht het langst toegepast bij hoefbevangenheid bij het paard.

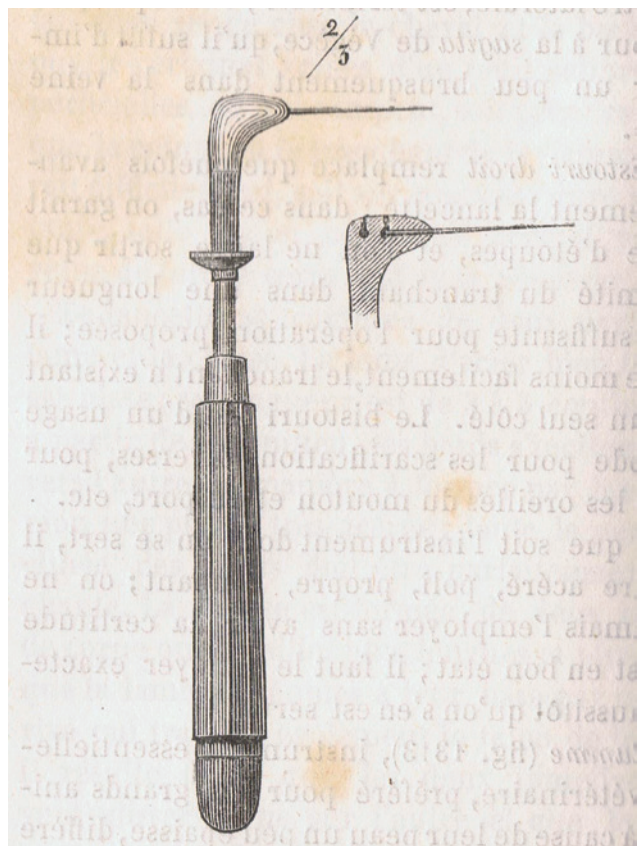


Figuur 6. Aanbrengen van afzonderlijke hechtingen. Hechting van de vlijmsnede (verticaal) met behulp van een stopnaald (horizontaal links door de huid gestoken (uit: Hutrel d’Arboval, 1877).

Nu nog zelfs is de ingreep aangewezen bij een viertal vrij zeldzame ziekten: hemochromatose, acuut longoedeem, polyglobulie en porfyrie.

DANKBETUIGING

Met dank aan Piet Deprez en Paul Desmet.



Figuur 7. Naaldhouder voor kopnaalden (uit: Hutrel d’Arboval, 1877).

LITERATUUR

- Brogniez, A.J. (1839-1845). *Traité de Chirurgie Vétérinaire*. Derde volume en Atlas. Société encyclographique des Sciences médicales, Brussel.
- De Smet, J. (1651). *Den Lusthof van het Cureren der Peerden*. Eerste druk, Verhulst, Antwerpen.
- Devriese, L., De porte, H.M.F., Bols, P. (2015). Aderlaten en etterdrachten verdrijven het 'kwaad' uit het lichaam. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 84, 101-109.
- d'Houdain – Doniol – Valcrose, G. (2001). *Histoire de la saignée vétérinaire*. Thèse, Alfort.
- Hutrel d'Arboval, L.H.J. (1838). *Dictionnaire de Médecine, de Chirurgie et d'Hygiène Vétérinaires*. Eerste uitgave, Baillière, Parijs. Figuren overgenomen uit de editie 1877.
- Mammerickx, M. (1997). Hoefsmeden-veeartsen in de 19^{de} eeuw in België. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 66, 262-265.
- Nederbragt, B. (2018). Kort zamenstel der algemeene veeartsenijkundige ziektekunde. Het collegedictaat van Alexander Numan (1780-1852). Deel 2: etiologie. *Argos* 58, 304-312.

- Numan, A. (1875). *Handboek der Genees- en Verloskunde van het Vee*. Zevende uitgave, door F. Hekmeijer vermeerderd, van Goor, Gouda.
- Percivall, W. (1855). *Hippopathology, a Systematic Treatise on the Disorders and Lameness of the Horse*. Tweede uitgave, Longman, Londen.
- Thomas, K. (1971). *Religion and the Decline of Magic: Studies in Popular Beliefs in Sixteenth- and Seventeenth-Century England*. Weidenfeld & Nicolson, London. Vertaling (1989): *De Ondergang van de Magische Wereld. Godsdiens en Magie in Engeland 1500-1700*. Agon, Amsterdam.
- Wagenfeld, L. (1841). *Allgemeines Vieharzneibuch*. Bornträger, Königsberg. Nederlandse vertaling: W.F. Steigerwald. *De bekwame Veearts*. Tweede uitgave, Noothoven van Goor, Leiden.



© 2021 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of

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

TE KOOP: ECHOGRAFIETOESTEL

VOLUSON S6 (GE Healthcare) 2012

Perfecte staat: steeds onder jaarlijks onderhoudscontract
 Inbegrepen: 2 sondes:
 • abdominaal (10/2018)
 • vaginaal (12/2020)
 standaardopties + 3D/4D
 Gebruiksaanwijzing
 Sony printer
 Refurbished en gratis levering



Prijs: 8000 euro

Contact: herman.ponette@skynet.be
 0477/815613
 Steeds welkom na afspraak

Media service  

Vind de juiste werker
 voor je bedrijf



Plaats je personeelsadvertentie in *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* en krijg 15% korting.

www.mediaservice.be

Runderen versus paardachtigen in de vroeg-West-Europese geschiedenis

L. Devriese

Museumcollectie Diergeneeskundig Verleden, Merelbeke,
Faculteit Diergeneeskunde, UGent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

SAMENVATTING

Traditioneel wordt in onze geschiedenis een grote rol toebedeeld aan het paard als oorlogsinstrument en daarmee ook als middel om streken te veroveren en te koloniseren. Domesticatie van deze diersoort zou ervoor gezorgd hebben dat stammen die de paardrijkunst beheersten, dominant werden in onze streken. Minstens zo belangrijk echter, indien al niet meer, is de domesticatie van het rund. Die zorgde voor een extra voedselbron doordat, voor de mens onverteerbare planten, in hoofdzaak grassen, door runderen omgezet worden in voedzaam vlees en melk. Hun melkproductie, hoe gering ook, gaf een selectief voordeel aan mensen die de genetisch gedetermineerde eigenschap lactosetolerantie bezaten. Dit vinden we nu nog weerspiegeld in de prevalentie ervan in de huidige bevolking. In het tweede deel wordt de belangrijke rol van paarden in Noordwest-Europa als trekkracht geïllustreerd.

INLEIDING

Het gedomesticeerde rund kreeg in de geschiedschrijving over de prehistorie veel minder aandacht dan de paardachtigen. Onterecht. Dit werd recent duidelijk gemaakt door DNA-onderzoek in archeologische resten en naar de verspreiding van lactosetolerantie onder de bevolking. Dit is slechts een deel van het verhaal van de rol van grote huisdieren zoals we het zien in de door geschriften bevestigde geschiedenis. Trekkracht van grote huisdieren was ook heel belangrijk. In West-Europa werden al in de vroege middeleeuwen (ca 400 tot 1000 n.C.) paarden en kruisingen met ezels (overwegend muilezels) gebruikt in de akkerbouw.

KOEIEN, LACTOSETOLERANTIE EN MIGRATIE

De steppemigratie, die leidde tot de grootste genetische omslag die Europa ooit heeft gekend, wordt in de traditionele geschiedschrijving meestal voorgesteld als het resultaat van wilde veroveringstochten door woeste maar dappere benden (onze voorouders!) uitgevoerd. Die hadden in de steppen van centraal Azië en Zuidoost-Europa paarden getemd en leren gebruiken als een machtig instrument in het krijgsbedrijf. Dat is de courante versie van wat verkondigd wordt in de wijdverspreide “histoire bataille”, de geschiedschrijving die men in de vorige eeuw het liefst beoefende.

Maar dat was niet zo, zo blijkt uit talrijke archeologisch-genetische studies samengevat door Krause en Trappe (2019). De nieuwe kolonisten leefden net als hun voorgangers in dorpen en bewerkten de omliggende akkers. Ze konden wel brons bewerken. Hiermee verlieten de mensen het steentijdperk, het lithicum. In het begin werd zowel steen als brons gebruikt

om werktuigen en wapens te vervaardigen. Archeologen noemen die overgangperiode het chalcolithicum, een tijdperk dat in sommige streken teruggaat tot zo'n zesduizend jaar geleden.

Belangrijker in de context van dit artikel is het feit dat de immigranten uit het oosten op minstens één cruciaal punt duidelijk verschilden van hun voorgangers en gedeeltelijk ook tijdgenoten, boeren in West-Europa: ze waren gedreven koeienhouders. Terwijl de oorspronkelijke boeren nauwelijks meer dan twee koeien hielden, bezaten de nieuwkomers grote kudden. Met zijn vruchtbare bodem bood Europa nieuwe mogelijkheden. De voormalige nomaden hoefden niet langer verder te trekken met hun vee als een terrein afgegraasd was, ze konden zich ergens vestigen en massaal dieren houden op een vaste plek. De landbouw van Europa veranderde ingrijpend en daarmee ook de voeding. Dat vinden de moleculaire archeologen weerspiegeld in de lijkresten (vooral beenderen en tanden) die ze bestuderen.

Van de zowat twee liter die een koe 5000 jaar gele-



Figuur 1. Amenhotep II als kind. De toekomstige farao laaft zich aan de tepels van de koegodin Hathor om in haar goddelijke krachten te delen. Geverfde steen in de tempel van Tuthmoses III (1479-1425 v.C.) (uit: Fokkinga en Felius, 2010).

den gaf per dag, kon de eigenaar overigens maar een klein deel door zichzelf en zijn familie laten gebruiken (Figuur 1). De rest was voor de kalveren (Figuur 2). Als het overschot over de familie werd verdeeld, was dat nauwelijks genoeg voor een kleine portie per persoon. En dat was maar best ook, want voor het verteren van grotere hoeveelheden koeienmelk was het spijsverteringsstelsel van de Europeanen van toen niet geschikt. Veel mensen zijn het tegenwoordig nog steeds niet en hebben een lactose-intolerantie. In tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt, gaat het daarbij niet om allergie of zelfs een ziekte, maar simpelweg om de genetische oertoestand van alle volwassen zoogdieren: alleen kinderen hebben de juiste enzym samenstelling om melk te verdragen. Hun dunne darm neemt de melksuiker (lactose) op, die vervolgens met behulp van het enzym lactase wordt gesplitst in glucose en galactose, die gemakkelijk kunnen worden opgenomen in de bloedbaan.

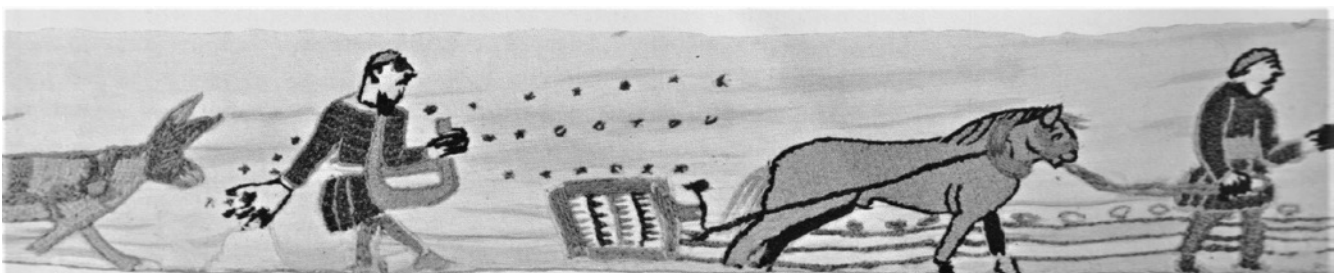
Op volwassen leeftijd valt de productie van dit



Figuur 2. Een Indiase vrouw melkt haar koe, maar laat een speen voor het kalf (uit: Fokkinga en Felius, 2010).

enzym stil. Melk verliest dan zijn voedingswaarde, omdat de suiker niet meer in energie kan worden omgezet. In plaats daarvan splitsen bacteriën in de endeldarm de melksuiker. Hierbij worden gassen geproduceerd met diarree en winderigheid tot gevolg. Gevaarlijk is dat niet, maar wel erg onaangenaam en soms ook pijnlijk. Evolutionair gezien is die programmering nuttig omdat baby's anders met familieleden, bijvoorbeeld hun vader, om moedermelk zouden moeten concurreren. Dit gebeurde maar al te dikwijls wanneer er voedseltekort was en naar alternatieve voedselbronnen gezocht moest worden. Nu is er natuurlijk geen reden meer voor een dergelijk biologisch beveiligingsmechanisme.

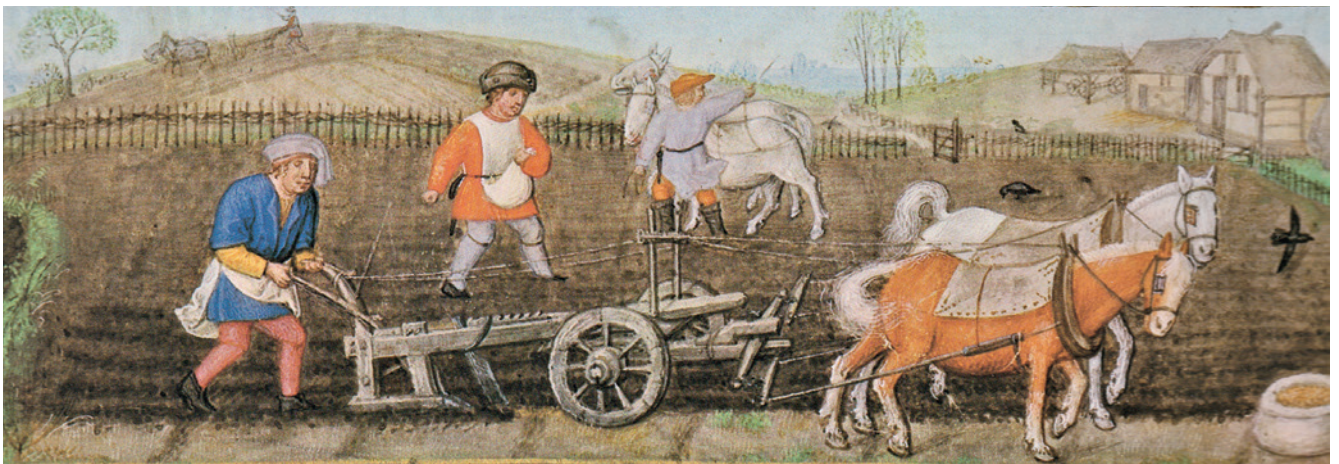
Tegenwoordig zijn er lactosevrije melkproducten en lactasepillen op de markt. De meeste volwassenen in Noord- en Midden-Europa hebben die niet nodig, en dat is te danken aan mutaties in de regulerende delen van het lactasegen. Deze mutaties zijn dominant (één kopij is voldoende) en zorgen voor zogenaamde lactasepersistentie. Mensen met die genetische aanpassing maken ook na de kinderleeftijd lactase aan.



Figuur 3. Detail uit de "tapisserie de Bayeux" (Bayeux, Normandië, elfde eeuw).



Figuur 4. Detail uit de “vieil rentier” van de heer van Oudenaarde (Koninklijke Bibliotheek, Brussel, dertiende eeuw).



Figuur 5. Detail van een miniatuur uit het breviarium Mayer van den Bergh (in het gelijknamige museum, Antwerpen, einde vijftiende eeuw).

In sommige Europese landen is de lactasepersistentie nagenoeg 100% terwijl die meer naar het zuiden toe, bijvoorbeeld Griekenland slechts rond de 20% ligt. Lactosetolerantie leverde pas echt een evolutionair voordeel op, toen er meer melk beschikbaar kwam. Met de toenemende productie van melk verspreidde de mutatie zich verder in Europa en dat lijkt in Centraal-Europa met de immigratie van de koeienhoeders uit de steppe het geval te zijn geweest.

VROEG GEBRUIK VAN TREKPAARDEN IN NOORDWEST-EUROPA

Naast hun waarde als voedselbron hadden runderen nog een tweede heel belangrijk potentieel voordeel voor mensen: koeien en gecastreerde stieren (ossen) konden ingezet worden als trekkracht om goederen te vervoeren op sleden en karren, en vooral ook om akkers om te ploegen. In deze branche waren ze echter de enigen niet, ook gedomesticeerde paarden, ezels en

kruisingen tussen deze twee soorten, vooral muil dieren, product van paardenmerries met ezelhengsten, leverden trekkracht, minstens even goed, zo niet beter.

De oudste overgeleverde teksten over landbouwschiedenis tot en met de eerste eeuwen van onze tijdrekening, zijn vrijwel alle uit het Nabije Oosten en het Middellandse zeegebied afkomstig. Daaruit blijkt dat men vooral gebruik maakte van runderen en ezels om het land te bewerken met de primitieve gereedschappen van toen. De best gedocumenteerde antieke Latijnse tekst over landbouw *De Re Rustica* van de in Spanje geboren auteur Columella (eerste eeuw van onze jaartelling) besteedde verhoudingsgewijs slechts weinig aandacht aan paarden en hun kruisingen, des te meer aan runderen.

In zijn magistrale *Geschiedenis van de Landbouw in België* toonde Paul Lindemans (1952) aan dat paarden in onze streken niet enkel gekweekt werden voor gebruik door ridders (ruiters, “chevaliers”) in de oorlogsvoering, maar dat ze al heel vroeg ingezet werden in de landbouw, vooral voor het bewerken van akkers

met de primitieve ploegen en eggen van toen. Getuige dit citaat: ‘In onze provincies werden de vazallen niet elk jaar opgeroepen ter heervaart. Er konden ettelijke jaren verlopen vooraleer dit eens gebeurde. Wat niet het geval was in de naburige grotere koninkrijken. Zo verliepen er soms vele jaren dat de ridder - boer of de dienstplichtige gebruiker van het heerlijk goed ongestoord op zijn landgoed kon boeren. Wat kon hij intussen doen met het sterke strijddros dat hij op stal moest houden? Het gezond boerenverstand spande het voor de ploeg en de wagen. Dat is stellig één van de omstandigheden die de oorzaak waren dat ons land tot de zeldzame landstroken behoorde en bleef behoren, waar het veldwerk sinds onheuglijke tijden met paarden bedreven werd. Overal elders gebruikte de boer een os. In veel landen is het gebruik van het paard als trekdier niet ouder dan de 19^{de} eeuw.’

Bijzonder waardevolle iconografische bronnen bevestigen dat beeld. Het beroemde ‘tapijt’ (“tapisserie”, eigenlijk borduurwerk, kort na 1066) van Bayeux dat de verovering van Engeland verhaalt door Willem de Bastaard, later Willem de Veroveraar genoemd, toont in een randversiering een stevig trekkend paard en een muilnier (Figuur 3). Het is niet bekend waar dit precies geweven werd. Scandinavië of Engeland, neemt men tegenwoordig aan. Een tweede beeldende bron is de “vieil rentier” van de heer van Oudenaarde. Dit boek met jaarlijkse rente (cijnsverplichtingen verbonden aan onroerende eigendommen), pronkstuk van de koninklijke bibliotheek Albertina (Brussel) is nog meer illustratief, speciaal voor het akkerwerk met paarden, maar dateert van twee eeuwen later (Figuur 4). Een nauwkeurig weergegeven ploeg getrokken door een tweespan, zien we op een miniatuur (Figuur 5) in het kostbare breviarium Mayer van den Bergh (Antwerpen), aan het einde van de vijftiende eeuw gemaakt in de stijl van de Gents-Brugse school. Het oorspronkelijk trekken van voren (uiteenrijten van de aarde door het ploegmes), was toen al geëvolueerd tot

omploegen, met de nadruk op ‘om’: het met onkruid begroeide akkeroppervlak wordt omgekeerd, zodat de bodem beter geschikt is om te bezaaien of te beplanten.

Een veel oudere (eind 9^{de} eeuw) bevestiging van het gebruik van paarden voor het akkerwerk in het noordwesten van Europa is te vinden in de verklaring van de Viking Ottar in een gesprek met de Zuid-Engelse koning Alfred. Hij bezat vooral rendieren, maar voor het klein beetje ploegwerk dat hij te doen had, gebruikte de Viking paarden (Skre, 2011).

REFERENTIES

- Fokkinga, A., Felius, M. (2010). *Koeien. Een Wonderbaarlijke Reis door de Wereld van het Rund*. Toth, Bussum.
- Krause, J., Trappe, T. (2019). *Die Reise unserer Gene. Eine Geschichte über Uns und unserer Vorfahren*. Ulstein, Berlin. In Nederlandse vertaling uitgegeven door Nieuw Amsterdam (2020). *De Reis van onze Genen. Een Verhaal over ons en onze Voorouders*.
- Lindemans, P. (1952). *Geschiedenis van de Landbouw in België*. De Sikkels, Antwerpen. Deel 2, 290-390.
- Pye, M., (2014). *Aan de Rand van de Wereld*. Originele titel: *The Edge of the World*, p. 89, noot 195.
- Skre, D., (2011). *Things from the Town: Artefacts and Inhabitants in Viking-Age Kaupang*, Aarhus University Press. Geciteerd door Pye, 2014.



© 2021 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

OVERKOOT STAAN VAN HOOGDRACHTIGE DIBILKOEIEN

VRAAG

“Af en toe zie ik dikbilkoeien rond de partus die achter bilateraal overkoot staan (kogelgewrichten in flexie = dorsale deviatie). Ze hebben dan moeite om te blijven staan tijdens de keizersnede (geen verband met eventuele epidurale). Is hiervoor een specifieke ethiologie aan te wijzen?”

ANTWOORD

In de rundveepraktijk komt deze symptomatologie bij (hoog)drachtige dikbieldieren af en toe voor en wordt het vooral gezien tijdens de winterperiode.

De dieren hebben moeite om rechtop te blijven staan, de beide kogelgewrichten van de achterpoten zijn naar dorsaal gedeveerd en de spongewrichten zakken enigszins dieper door.

Deze houding wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een aantasting van de perifere zenuwbanen (perifere neuropathie - polyneuritis), waardoor er een zekere hypotonie is in de spieren van de achterhand.

Door deze parese (verlies van kracht) staan de dieren beiderzijds overkoot en kunnen ze zich moeilijker voortbewegen door de gedeeltelijke uitval van motorische zenuwbanen. Nochtans is er geen sprake van een progressieve totale paralyse in de achterhand. Het is opmerkelijk dat dit enkel bij dieren van het Belgisch Witblauw-ras voorkomt. Bij andere vleesveerasen, zoals Charolais en Limousin en het meest voorkomende melkveeras Holstein-Freisian wordt dit overkoot staan vóór de kalving niet opgemerkt.

Bij het rund zijn er in de wetenschappelijke literatuur geen publicaties te vinden die dit symptomeenbeeld beschrijven.

Bij andere diersoorten daarentegen (paard en hond) zijn gelijkaardige ziektebeelden te vinden onder de term polyneuritis. Bijvoorbeeld bij het paard werd het ziektebeeld polyneuritis equi reeds in het begin van de negentiende eeuw beschreven. Bij de hond spreekt men van idiopathische polyradiculoneuritis of een ontsteking van de zenuwwortel (radix) van spinale zenuwen met onbekende oorzaak.

Mogelijke differentiaaldiagnosen bij het rund

Druk op de nervus ischiadicus

De meest waarschijnlijke oorzaak is druk op de nervus ischiadicus in het bekkenkanaal door de vrucht, waardoor de motorische zenuwen de achterhandspieren minder goed op spanning houden. Na de kalving verdwijnen dan ook geleidelijk aan de symptomen.

Na een moeilijke partus kan fysisch trauma aanleiding geven tot overkoot staan, maar dat ziet men meestal in gevallen waarbij te grote trekkracht werd gebruikt bij de extractie van de vrucht of wanneer een kalf kruis op kruis blijft hangen en waarbij tijdens de extractie een te hoge druk werd uitgeoefend op de nervus ischiadicus in het bekkenkanaal.

Idiopathische neuropathie

Idiopathische neuropathie zonder bekende oorzaak waarbij perifere zenuwbanen van de achterhand beschadigd zijn, bijvoorbeeld door een auto-immuunziekte mogelijk na een virale of bacteriële infectie.

Deficiënties van het vitamine B-complex

Deficiënties van het vitamine B-complex kunnen leiden tot polyneuropathie. Normaal gesproken maakt herkauwend rundvee zelf zijn vitamine B aan in de pens, i.e. vitaminen B1, B2, B5, B6, B12, biotine, foliumzuur, inositol en niacine). Meestal wordt aangenomen dat de productie in de pens de behoefte dekt. Drachtige dikbieldieren krijgen vooral in de winterperiode niet altijd het meest uitgebalanceerde rantsoen voorgeschoteld, hetgeen eventueel zou kunnen leiden tot deficiënties voor de aanmaak van deze essentiële vitaminen.

Klauwproblemen

Zeer uitzonderlijk (meestal niet beiderzijds) komt het voor dat er zich pijnlijke mortellaroletsels ontwikkelen rondom de bijklauwen. In dat geval is het mogelijk dat het rund overkoot gaat staan om de pijn te verminderen.

Prognose

De ervaring leert dat de meeste runderen spontaan genezen na verloop van tijd (aantal weken) nadat ze gekalfd hebben.

Behandeling

Een symptomatische behandeling zou kunnen bestaan in het toedienen van vitamine B-complex, het voorzien van een zachte ondergrond of weidebeloop om ergere complicaties te voorkomen en een aangepast rantsoen (krachtvoeder), extra mineralen

en vitaminen om een goed evenwicht in energie en eiwitenergie te bewerkstelligen aangepast aan het drachtstadium en om deficiëntie uit te sluiten.

Dr. M. Van Aert,
Cow & Claw Care
Vakdierenarts rundvee
Wetenschappelijk consulent Vakgroep Heelkunde en Anesthesie van de Huisdieren,
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent,
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

Boekennieuws



Jef Laureyns, geboren in 1952, die vele VDT-lezers nog gekend en gewaardeerd hebben als praktijkassistent bij de Vakgroep Voortplanting, Verloskunde en Bedrijfsdiergeneeskunde, liet bij de uitgeverij Beefcake Publishing een roman ‘De Vierde Weg’ verschijnen. Hierin een vlot leesbare beschrijving van het opgroeien van een timide jongen op het Vlaamse platteland. Zijn problemen kan hij gelukkig kwijt aan zijn konijnen. Zo komt hij er toe diergeneeskunde te studeren en in een plattelandspraktijk ergens in de polders te gaan werken. De boeren en hun dieren helpen hem zijn eigen weg te vinden:

de ‘vierde weg’.

Het boekje (ISBN 978 949 3111 707 – NUR 301) telt 136 pagina’s, kost 17,50 euro (of 4,99 als e-boek) en kan verkregen worden in de boekhandel (onder andere bij Standaard boekhandel, bookspot.be, in Nederland: Bruna) of via de uitgeverij: contact <https://www.beefcakepublishing.Be/product/de-vierde-weg/>



Sint Truidersteenweg 193
3700 Tongeren
info@savab.be

CONGRES: SMILE – DENTAL & ORAL CARE - MAART 2022

Op 3, 4 en 5 maart 2022 organiseert SAVAB-Flanders voor de 36ste keer opnieuw een congres: “Smile” – Dental & Oral Care. Deze keer is de provincie Limburg aan de beurt. Met veel Limburgse gastvrijheid hopen we jullie daar massaal te mogen ontvangen.

PERSBERICHT AMCRA: INTERNATIONALE WEEK VAN DE SENSIBILISERING VOOR VERSTANDIG GEBRUIK VAN ANTIBIOTICA

Het gebruik van antibiotica bij dieren is de laatste jaren fors gedaald en de geleverde inspanningen kaderen in het “One Health”-perspectief. Voortbouwend op de reeds geboekte vooruitgang, maar zich bewust van de uitdagingen die er nog liggen, verwelkomt de dierlijke sector het Belgische actieplan “One Health” in de strijd tegen antimicrobiële resistentie.

Het nieuwe antibioticumreductieplan gepubliceerd door AMCRA, de ‘Visie 2024’, voorziet nieuwe reductiedoelstellingen voor de dierlijke sector. Deze zijn ook opgenomen in het nieuwe ‘Antibioticumconvenant 2021-2024’, met engagementen van de sectoren en de overheid.

AANPASSINGEN WEBSITE TABBLAD ‘WETENSCHAP’

Onder onze rubriek wetenschap voegen we een nieuwe categorie ‘UGent’ toe. SAVAB-Flanders ondersteunt als beroepsvereniging voor dierenartsen het wetenschappelijk onderzoek maar al te graag. We zullen op deze pagina dus de link leggen met bepaalde faciliteiten van de universiteit Gent. Op vraag van de universiteit kunnen we hier nog extra zaken aan toevoegen indien gewenst.

DE NIERKLINIEK

De “Universitaire Nierkliniek voor Kat en Hond”, kortweg de “Nierkliniek”, bestaat uit een mobiel team van gecertificeerde specialisten in de interne geneeskunde van gezelschapsdieren (ECVIM), samen met doctoraatsstudenten. Zij zoeken patiënten in verschillende praktijken in het land, om halfjaarlijks te onderzoeken, bloed- en urineonderzoeken bij uit te voeren en de bloeddruk op te volgen.

Meer info? <https://www.nierkliniek-khd.be/>

EPICENTRUM

Onze collega’s zijn regelmatig op zoek naar informatie over epilepsie. We verwijzen hen graag door naar de knappe website van Epicentrum van UGent: <https://www.epicentrum.ugent.be>. De experts van de afdeling Neurologie en Neurochirurgie van de Vakgroep Kleine Huisdieren, Faculteit diergeneeskunde bundelen allerlei informatie over epilepsie. Omwille van hun jarenlange ervaring en up-to-date kennis van de wetenschappelijke evolutie is deze website een pareltje geworden om te gebruiken bij noodsituaties of het inwinnen van informatie over epilepsie.

Een kritische blik op het gebruik van homeopathie in de diergeneeskunde

Auteurs: K. Florizoone, T. De Schuyter

VDT nr 5-2021, pg. 259

“In Frankrijk bedraagt de totale kost van alle voorgeschreven homeopathische geneesmiddelen ongeveer 279 miljoen euro per jaar. De verkoop van homeopathische geneesmiddelen zonder voorschrift werd in het Verenigd Koninkrijk in 2012 op 53 miljoen euro geschat. In heel Europa overschrijdt de jaarlijkse verkoop **1 biljoen miljard** euro. In 2008 bereikte de verkoop in de VSA **2,8 biljoen miljard** euro. De jaarlijkse uitgaven voor een bezoek aan de homeopaat bedragen daar 161 miljoen euro. De firma Boiron, de grootste producent van homeopathische behandelingen, rapporteerde een jaarlijkse omzet van 614 miljoen euro in 2016 (Finoulst, 2018).”

Equine astma: huidige kennis van zaken

L.M. Verhaeghe, L. Lefère, A. Dufourni, E. Paulussen, G. van Loon

VDT nr 4-2021, pg. 194

Aerosol – pg 202

Inhalatietherapie wordt beschouwd als de beste route om luchtwegaandoeningen te behandelen aangezien er door de directe toediening diep in de longen lagere dosissen nodig zijn en de kans op nadelige systemische effecten hierdoor sterk vermindert. Bovendien kan inhalatietherapie door de eigenaar thuis uitgevoerd worden. Geneesmiddelen die via inhalatie worden toegediend, hebben echter een kortere werkingsduur dan geneesmiddelen die systemisch worden toegediend. Frequentere toediening kan dus noodzakelijk zijn om een vergelijkbare werking te bereiken (Cha en Costa, 2017). Omdat de druppelgrootte van het product bepaalt of de medicatie al dan niet in de diepe luchtwegen terechtkomt, dient aerosoltherapie toegediend te worden met **gespecialiseerde toestellen**. Medicatie kan verneveld worden met bijvoorbeeld Flexineb® (Nortev Limited, Ierland), of medicatie in de vorm van een puffer kan toegediend worden met de Equine Haler® (Equine Health Care Aps Jorgensen Labs, USA), Aservo EquiHaler® (Boehringer-Ingelheim, Duitsland) of AeroHippus® (Trudell Medical International, Canada) (Figuur 5).

Beclomethasone, budesonide, ciclesonide en fluticasone kunnen gebruikt worden in aerosoltherapie (Pirie, 2014; Couëtil et al., 2016). Tijdens het vernevelen of puffen is het belangrijk om het paard rustig te houden, zodat de ademhalingsfrequentie laag is en er meer deeltjes in de diepere luchtwegen afgezet kunnen worden (Mazan, 2018) (Tabel 3).

Fluticasone is een krachtige corticosteroïde met een lange pulmonale verblijftijd en weinig bijniersuppressie (Pirie, 2014; Mazan, 2018). Recent werd ciclesonide als monopreparaat voor het paard geregistreerd. Ciclesonide toegediend met de Aservo®EquiHaler® toont een significante reductie van de klinische symptomen en geeft zeer weinig systemische of lokale neveneffecten (Lavoie et al., 2019; Pirie et al., 2021).

Aanpassingen in het rood in Tabel 3, pg 205

Clenbuterol	β ₂ -adrenerge agonist	0,8 µg/kg	IV	Om de 12 uur	-Planipart® Boehringer
Clenbuterol	β ₂ -adrenerge agonist	0,4 µg/kg	aerosol	Om de 12 uur	-Planipart® Boehringer
Salbutamol-sulfaat	β ₂ -adrenerge agonist	1-2 µg/kg	aerosol	Om de 1-4 uur	-Ventolin® HFA GlaxoSmithKline Pharmaceuticals
Salmeterol	β ₂ -adrenerge agonist	0,25-1,0 µg/kg	aerosol	Om de 6-8 uur	-Serevent® GlaxoSmithKline Pharmaceuticals
Ipratropium bromide	Muscarine cholinerge antagonist	0,2-0,4 µg/kg om te puffen	aerosol	Om de 8-12 uur	-Atrovent® HFA Boehringer
		2-3 µg/kg in een 0,02% oplossing voor verneveling			
N-butylscopolammonium bromide	Muscarine cholinerge antagonist	0,3 mg/kg	IV	Eénmalig toediening bij acute aanval	- Spasmipur 20mg/ml® Richter Pharma
Atropine sulfaat	Muscarine cholinerge antagonist	0,01-0,02 mg/kg	IV	Eénmalig toediening bij acute aanval	- Atropine Sulfate® Sterop
Mucolittische en mucokinettische middelen					
(Pearce et al., 1978; Keller et al., 2001; Van Erck en Lekeux, 2005)					
Acetylcysteine		20 mg/kg	PO	20 dagen 1 x/dag	-Lysomucil® Zambon -Acetylcysteine EG® Eurogenerics -Lysox® Menarini Benelux
Bromhexine-		15-20g	PO	Min 10 dagen 1x/dag	-Bisolvon® Sanofi -Bromhexine EG® Eurogenerics
Dembrexine		0,33 mg/kg	PO	Om de 12 uur	-Sputolysin® Boehringer
Andere					
(Nogradi et al., 2015; Couëttil et al., 2016)					
Omega-3 vetzuren		1,5-3 g	PO	60 dagen 1 x/dag	

PO: per oraal, IV: intraveneus, IM: intramusculair.



Dierenarts Interne Geneeskunde Kattenkliniek AniCura Specialistisch Verwijscentrum Haaglanden (32 uur)

In het AniCura Specialistisch Verwijscentrum Haaglanden te Rijswijk gaan de modernste medische technieken samen met de liefde voor het dier. Ons multidisciplinaire team staat dag en nacht klaar om specialistische zorg te bieden.

Binnenkort opent er naast het Specialistisch Verwijscentrum Haaglanden in Rijswijk een Feline-only verwijscentrum, gericht op tweedelijns kattengeneeskunde. Wij vinden het belangrijk dat katten op een stress-vrije manier de beste diergeneeskundige zorg en begeleiding krijgen. Naast goede diergeneeskundige zorg geloven wij in persoonlijk contact, openheid, eerlijkheid en een Cat Friendly aanpak in alles wat we doen.

Wie zoeken wij?

Wij zoeken een nieuwe collega met de juiste 'cattitude', om ons hechte en enthousiaste team te komen versterken. We vinden samen werken en samen groeien belangrijk. We zetten ons in voor de beste zorg voor onze patiënten en hun eigenaren, waarbij Cat Friendly werken bovenaan staat. Als team werken we samen aan een zo hoog mogelijke standaard in de diagnostiek, zorg en liefdevolle begeleiding van (chronisch) zieke patiënten.

Als dierenarts interne geneeskunde op het Feline-only Verwijscentrum ben je gek op/van katten, vind jij het belangrijk om katten en hun eigenaren gepaste zorg te bieden en sta jij 100% achter onze Cat Friendly aanpak. Jij hebt ervaring binnen (tweedelijns) interne geneeskunde, hebt een aanvullende opleiding gedaan op gebied van kattengeneeskunde (bijv.

MANZCVS, ISFM Distance Education Feline Medicine) en wil je hier graag verder in toeleggen. Je vindt samenwerken belangrijk en onderhoudt graag contact met onze specialisten en onze verwijzers als het gezicht van onze kliniek. Daarnaast vind je het ook leuk om je collega's te begeleiden en verder te helpen in hun ontwikkeling.

Wat worden jouw taken?

Als dierenarts pak jij de doorverwezen internistische patiënten op. Verdere opwerking gebeurt in onze gloednieuwe Feline-only kliniek in samenwerking met onze specialisten en residents. Alle moderne faciliteiten, behorende bij een hedendaags verwijscentrum, zijn tegen die tijd aanwezig (CT, MRI, digitale röntgen, fluoroscopie, echografie incl. Doppler, endoscopie, gloednieuwe moderne operatiekamers en een uitgebreid laboratorium).

Wat bieden wij?

Naast de leukste baan van Nederland bieden we een goed salaris, voldoende ruimte en tijd voor nascholing. Er zijn geen aanwezigheidsdiensten 's avonds of in het weekend. Wel kan het in de toekomst zijn dat je gevraagd wordt om af en toe als telefonische achterwacht beschikbaar voor je dienstdoende collega's. Indien nodig kunnen we (tijdelijke) woonruimte aanbieden naast de kliniek.

Solliciteren naar deze vacature?

We komen graag met je in gesprek. Solliciteer via hrdrechtstreek@anicura.nl of stel je vragen via onze mail en wij nemen z.s.m. contact met je op.

We zien er naar uit kennis te maken!

Inhoud van de 90^{ste} jaargang 2021

Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift

DANKWOORD AAN DE REVIEWERS VAN DE ARTIKELS VERSCHENEN IN 2021

De redactie houdt er aan om de beoordelaars te bedanken voor hun onbaatzuchtige inzet en het delen van hun expertise bij een soms ondankbare taak in een wereld waarin tijd een alsmaar kostbaarder goed wordt.

Luc Devriese, Koen Margodt, Joke Lannoo, Emilie Volkaert, Anneleen Spillebeen, Ruth Fortrie, Stijn Schauvliege, Bruna Alonso, Gerlinde Janssens, Dieter Verdonck, Geert Janssens, Mieke Van Eetvelde, Thorsten Rick, Ilse Moeremans, Pieter Defauw, Norberto Ruiz Suarez, Sarah Janssens, Peter Bols, Nausikaa Devriendt, Tom Hendrickx, Annelies Willems, Hans Van Loo, Sofie Rutjens, Alexander Fourni, Richard Ducatelle, Katrien Palmers, Inge Wijnberg, Pieter Cornillie, Jozef Laureyns, Norbert Van de Velde, Kristina Lehnert, Bart Van Goethem, Christophe Casteleyn, Tania Maenhout, Edwin Claerebout, Eline Wydooghe, Kaatje Kromhout, Nicolas-Anne Archard, Luc Peelman, Andre Dobbeleir, Bas Nimwegen, Marie Deflandre, Chris Vanhove, Simon Vermeire

THEMA: VAN GENESIS TOT DIERENRECHTEN

C. DE RUYVER	3
Van Genesis tot Dierenrechten: denken over dieren doorheen de westerse geschiedenis - Deel 1: van Genesis tot de bête-machine van Descartes	
C. DE RUYVER	10
Van Genesis tot Dierenrechten: denken over dieren doorheen de westerse geschiedenis - Deel 2: van ontdekkingsreizen tot Dierenrechten	

OVERZICHTSARTIKELS

M. FREJLICH, E. CAPIAU	51
Iridociliaire cysten bij de hond: een overzicht van de belangrijkste aspecten omtrent diagnose, risico's en behandeling	
P. DE BIE, S. FAVRIL, S. DE VOS, H. DE ROOSTER	115
Perioperatieve beeldvormingstechnieken voor de identificatie van de schildwachtlymfeknoop in de diergeneeskundige oncologie	

PROSPECTIEVE STUDIE

S. VERMEIRE, M. BRZOWSKA, M. RAPP	235
Computertomografie van de uterus en ovaria bij gezonde teven: een beschrijvende en vergelijkende studie	

RETROSPECTIEVE STUDIE

C. BENZIMRA, L. COUTURIER, L. GATEL, E. CAUVIN, G. GORY, D. RAULT	17
Echografische bevindingen geassocieerd met uteriene migrerende grasaren bij elf honden	

J. L.J. WUYTS, O. B. PASCOTTINI, J. L.M.R. LEROY 59
 Het verband tussen het geboortegewicht en de groeiparameters van jongvee en de vruchtbaarheid en melkproductie op latere leeftijd: een retrospectieve longitudinale studie

N. DE WILDE, K. PEREMANS 283
 De meerwaarde van botscentigrafie bij honden met ongedefinieerd manken achteraan of niet-gelokaliseerde pijn op de achterhand

ORIGINELE ARTIKELS

F. VERDOODT, T. ROGGEMAN, I. POLIS 125
 Cardiopulmonaire resuscitatie en de RECOVER-richtlijnen op de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent

N. DEVRIENDT, T.C.N. RODRIGUES, S. VANDENABEELE, S. FAVRIL, A. BISCOP, 227
 S. MARYNISSSEN, B.J.G. BROECKX, I. HOFSTRA, F. MORTIER, E. DE BAKKER,
 L. VLERICK, H. DE ROOSTER
 Validatie van een huid- en vachtscoreprotocol bij honden

R. MEYERMANS, K. BARTLEY, S. JANSSENS, S.T.G. BURGESS, N. BUYS 231
 Screening van antilichamen tegen het Pso o 2-antigeen van de schurftmijt (*Psoroptes ovis*) bij experimenteel geïnfecteerde swifter-schape kan de aangetaste dieren mogelijk niet identificeren

E. VANDERMEULEN, K. PEREMANS, E. STOCK, T. BOSMANS, M. HESTA, J. SAUNDERS 275
 Normale lever-naar-harttransittijd en shuntfractie na transsplenische injectie van ^{99m}Tc-pertechnetaat bij gezonde katten

CASUISTIEKEN

J. DE SWERT, B. VAN GOETHEM 23
 Sialolithiasis in een palatale sialocoele bij een hond

L. MILLER., M. GOZALO-MARCILLA., P.J. POLLOCK., A. PANTI. 29
 Anesthesie van een drachtige fokmerrie met gastro-intestinale koliek

H. HAARDT, K. VANDERPERREN, C. BAUWENS, L. LEFÈRE, E. RAES, E. POLLARIS, 37
 A. MARTENS
 Succesvolle chirurgische behandeling van een os temporale en parietale fractuur met bijhorende hersenschade bij een twee weken oud veulen

J. SIMARD, R. DUCATELLE, A. VAN CAELENBERG, T. HELLE-BUYCK 71
 Prolaps van de eileider geassocieerd met een leiomyoom bij een Griekse landschildpad (*Testudo hermanni*)

S. DE BACKER, K. CHIERS, L. VAN BRANTEGEM 133
 Eikenblad (*Quercus* spp.)-intoxicatie in een schaap

R. MAALOUF, S. ALONSO-SOUSA, R. GRAHAM 138
 Adenocarcinoomtumor van de dikke darm met recidiverende koliek en hematochezie bij een Arabische hengst

Z. NEUCKERMANS, J. RIJCKAERT, K. KROMHOUT, M. HOEGAERTS, G. VAN LOON 171
 Volledig herstel van een vermoedelijke cerebrovasculaire aandoening van de rechter voorhersenen bij een achtjarig sportpaard

N. CALISKAN, E. FORREZ, N. VAN ROY, S. ROELS Abdominale ectopia cordis bij een geaborteerd kalf zonder chromosomale afwijkingen	178
L. GEERINCKX, A. JONKER, L. VAN BRANTEGEM, P. DE LAENDER, N. DE WILDE, E. CLAEREBOUT, K. CHIERS Longworminfectie met <i>Otostrongylus circumlitus</i> bij een wilde gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	182
B. KIBAR KURT, G. TURAN Succesvolle behandeling van type III-atresia ani en rectovaginale fistel bij een kitten	189
G. MAMPAEY, G. SCHILS, A. SCHLAKE, S. MARYNISSEN, E. VANDERMEULEN Atypische enteritis die levensbedreigende pneumatosis intestinalis veroorzaakt bij een hond - radiografische en echografische bevindingen	245
S. JANSSEN, B. WYLLEMAN, K. KROMHOUT, J. BENOIT, S. MARYNISSEN, I. VAN DE MAELE, H. DE ROOSTER Algehele warmtebehandeling als adjuvanttherapie bij radiotherapie bij een hond met uitgezaaid anaalzakadenocarcinoom	289

CASUSREEKS

L. VAN HAUTEGEM, B. VAN GOETHEM, I. CORNELIS, M. TOOM, H. DE ROOSTER Hemipelvectomy bij de hond: een patiëntenstudie van drie honden	78
---	----

VOOR EN UIT DE PRAKTIJK

E. KOWALSKI, M. ALUWÉ, ST. DE SMET, SA. DE SMET Effect van immunocastratietijdstop op groeiprestaties, karkas- en vleeskwaliteit van varkens	44
---	----

PERMANENTEN VORMING

J. LANNOO, E. WYDOOGHE, A. VAN SOOM Gonadectomie 2.0: nieuwe inzichten over de langetermijneffecten van sterilisatie en castratie bij honden	87
F. MORTIER, S. MARYNISSEN, E. STOCK, S. DAMINET, D. PAEPE Een update van de behandeling van urineweginfecties bij honden en katten	144
L.M. VERHAEGHE, L. LEFÈRE, A. DUFOURNI, E. PAULUSSEN, G. VAN LOON Equine astma: huidige kennis van zaken	194
K. HERMANS Preventieve diergeneeskunde bij het konijn	252
L. M. J. VANDEKERCKHOVE, E.V. RAES, M. DUMOULIN, A. MARTENS, K. VANDERPERREN De voordelen van computertomografie in de diagnose, prognose en behandeling van orthopedische aandoeningen bij het paard: zes gevallen	299

UIT HET VERLEDEN

J. DE SMET Oorlogspaarden - Deel 1: kort overzicht van het gebruik van paarden voor oorlogsvoering vanaf de late middeleeuwen tot het einde van de negentiende eeuw	98
---	----

J. DE SMET	157
Oorlogspaarden - Deel 2. enkele gegevens over paarden en muil-dieren in Wereldoorlog I en II	
L. DEVRIESE, C. VAN DER MEEREN, J. DE SMET	313
‘Aderlaten’ - bloed evacueren: achtergrond en technieken gebruikt in de diergeneeskunde	
L. DEVRIESE	319
Runderen versus paardachtigen in de vroeg-West-Europese geschiedenis	

OPINIESTUKKEN

L. VAN ACKER, H. DE ROOSTER, G. SERRANO, D. PAEPE, W. DE SPIEGELAERE, N. DEVRIENDT	209
Is er wetenschappelijke basis om hepatotrope factoren te supplementeren aan honden met multipel verworven portosystemische shunts secundair aan attenuatie van een congenitale portosystemische shunt?	
K. FLORIZOONE, T. DE SCHUYTER	256
Een kritische blik op het gebruik van homeopathie in de diergeneeskunde	

VRAAG EN ANTWOORDRUBRIEK

Amputatie van de uterus bij herkauwers	46
Braken bij herkauwers	106
Sedatie bij drachtige merries	165
Vaccinatie van zeugen	217
Economisch belang van pneumonie en pleuritis bij slachtvarkens	218
Noodslachting bij het rund	263
<i>Moniezia spp.</i> bij runderen	264
Overkoot bij hoogdrachtige dikbilkoeien	323

Contents volume 90 - 2021

Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift

THEME: FROM GENESIS TO ANIMAL RIGHTS

C. DE RUYVER	3
From Genesis to Animal rights: thinking about animals throughout Western history - Part 1: From Genesis to the bête-machine of Descartes	
C. DE RUYVER	10
From Genesis to Animal rights: thinking about animals throughout Western history - Part 2: From voyages of discovery to Animal Rights	

REVIEWS

M. FREJLICH, E. CAPIAU	51
Iridociliary cysts in the dog: a review of the most important aspects of diagnosis, risks and treatment	

- P. DE BIE, S. FAVRIL, S. DE VOS, H. DE ROOSTER 115
 Peri-operative imaging techniques of the sentinel lymph node in veterinary oncology

PROSPECTIVE STUDY

- S. VERMEIRE, M. BRZOZOWSKA, M. RAPP 235
 Computed tomography of the uterus and ovaries in healthy dogs: a descriptive and comparative study

RETROSPECTIVE STUDY

- C. BENZIMRA, L. COUTURIER, L. GATEL, E. CAUVIN, G. GORY, D. RAULT 17
 Ultrasonographic findings associated with uterine migrating grass seeds in eleven dogs

- J. L.J. WUYTS, O. B. PASCOTTINI, J. L.M.R. LEROY 59
 Relationship between birth weight and growth parameters of dairy calves and their fertility and milk production in later life: a retrospective longitudinal study

- N. DE WILDE, K. PEREMANS 283
 The value of bone scintigraphy in dogs with undefined hind limb lameness or unlocalized pain

ORIGINAL ARTICLES

- F. VERDOODT, T. ROGGEMAN, I. POLIS 125
 Cardiopulmonary resuscitation and the RECOVER guidelines at the Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University

- N. DEVRIENDT, T.C.N. RODRIGUES, S. VANDENABEELE, S. FAVRIL, A. BISCOP, 227
 S. MARYNISSEN, B.J.G. BROECKX, I. HOFSTRA, F. MORTIER, E. DE BAKKER,
 L. VLERICK, H. DE ROOSTER
 Validation of a skin and coat scoring protocol in dogs

- R. MEYERMANS, K. BARTLEY, S. JANSSENS, S.T.G. BURGESS, N. BUYS 231
 Screening for antibodies against the sheep scab mite (*Psoroptes ovis*) Pso o 2 antigen in experimentally infested Swifter sheep may fail to identify affected animals

- E. VANDERMEULEN, K. PEREMANS, E. STOCK, T. BOSMANS, M. HESTA, J. SAUNDERS 275
 Normal liver-to-heart transit time and shunt fraction after transsplenic injection of ^{99m}Tc-pertechnetate in healthy cats

CASE REPORTS

- J. DE SWERT, B. VAN GOETHEM 23
 Minor salivary gland sialolithiasis associated with a palatal sialocele in a dog

- L. MILLER., M. GOZALO-MARCILLA., P.J. POLLOCK., A. PANTI. 29
 Anesthetic management of a pregnant broodmare with gastrointestinal colic

- H. HAARDT, K. VANDERPERREN, C. BAUWENS, L. LEFÈRE, E. RAES, E. POLLARIS, 37
 A. MARTENS
 Successful surgical repair of a temporal and parietal bone fracture with associated traumatic brain injury in a fourteen-day-old foal

- J. SIMARD, R. DUCATELLE, A. VAN CAELENBERG, T. HELLE-BUYCK 71
 Oviductal prolapse associated with a leiomyoma in a Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*)

S. DE BACKER, K. CHIERS, L. VAN BRANTEGEM Oak leaf (<i>Quercus</i> spp.) intoxication in a sheep	133
R. MAALOUF, S. ALONSO-SOUSA, R. GRAHAM Colonic adenocarcinoma resulting in recurrent colic and hematochezia in an Arabian stallion	138
Z. NEUCKERMANS, J. RIJCKAERT, K. KROMHOUT, M. HOEGAERTS, G. VAN LOON Complete recovery of right forebrain signs from presumptive cere-brovascular origin in an eight-year-old sport horse	171
N. CALISKAN, E. FORREZ, N. VAN ROY, S. ROELS Abdominal ectopia cordis in an aborted calf without chromosomal aberrations	178
L. GEERINCKX, A. JONKER, L. VAN BRANTEGEM, P. DE LAENDER, N. DE WILDE, E. CLAEREBOUT, K. CHIERS Lungworm infection with <i>Otostrongylus circumlitus</i> in a free-ranging harbor seal (<i>Phoca vitulina</i>)	182
B. KIBAR KURT, G. TURAN Successful treatment of type III atresia ani and rectovaginal fistula in a kitten	189
G. MAMPAEY, G. SCHILS, A. SCHLAKE, S. MARYNISSEN, E. VANDERMEULEN Atypical enteritis causing life-threatening pneumatosis intestinalis in a dog – radiographic and ultrasonographic findings	245
S. JANSSEN, B. WYLLEMAN, K. KROMHOUT, J. BENOIT, S. MARYNISSEN, I. VAN DE MAELE, H. DE ROOSTER Whole-body thermal therapy as adjuvant therapy to radiation in a dog with metastasized anal sac adenocarcinoma	289

CASE SERIES

L. VAN HAUTEGEM, B. VAN GOETHEM, I. CORNELIS, M. TOOM, H. DE ROOSTER Hemipelvectomy in the dog: a case series in three dogs	78
--	----

CONTINUING EDUCATION

J. LANNOO, E. WYDOOGHE, A. VAN SOOM Gonadectomy 2.0: novel insights into the long-term effects in dogs	87
F. MORTIER, S. MARYNISSEN, E. STOCK, S. DAMINET, D. PAEPE Update on the treatment of urinary tract infections in dogs and cats	144
L.M. VERHAEGHE, L. LEFÈRE, A. DUFOURNI, E. PAULUSSEN, G. VAN LOON Equine asthma: current understanding	194
K. HERMANS Preventive veterinary medicine in rabbits	252
L. M. J. VANDEKERCKHOVE, E.V. RAES, M. DUMOULIN, A. MARTENS, K. VANDERPERREN The benefits of computed tomography imaging in the diagnosis, prognosis and treatment planning of equine orthopedic patients illustrated by six cases	299

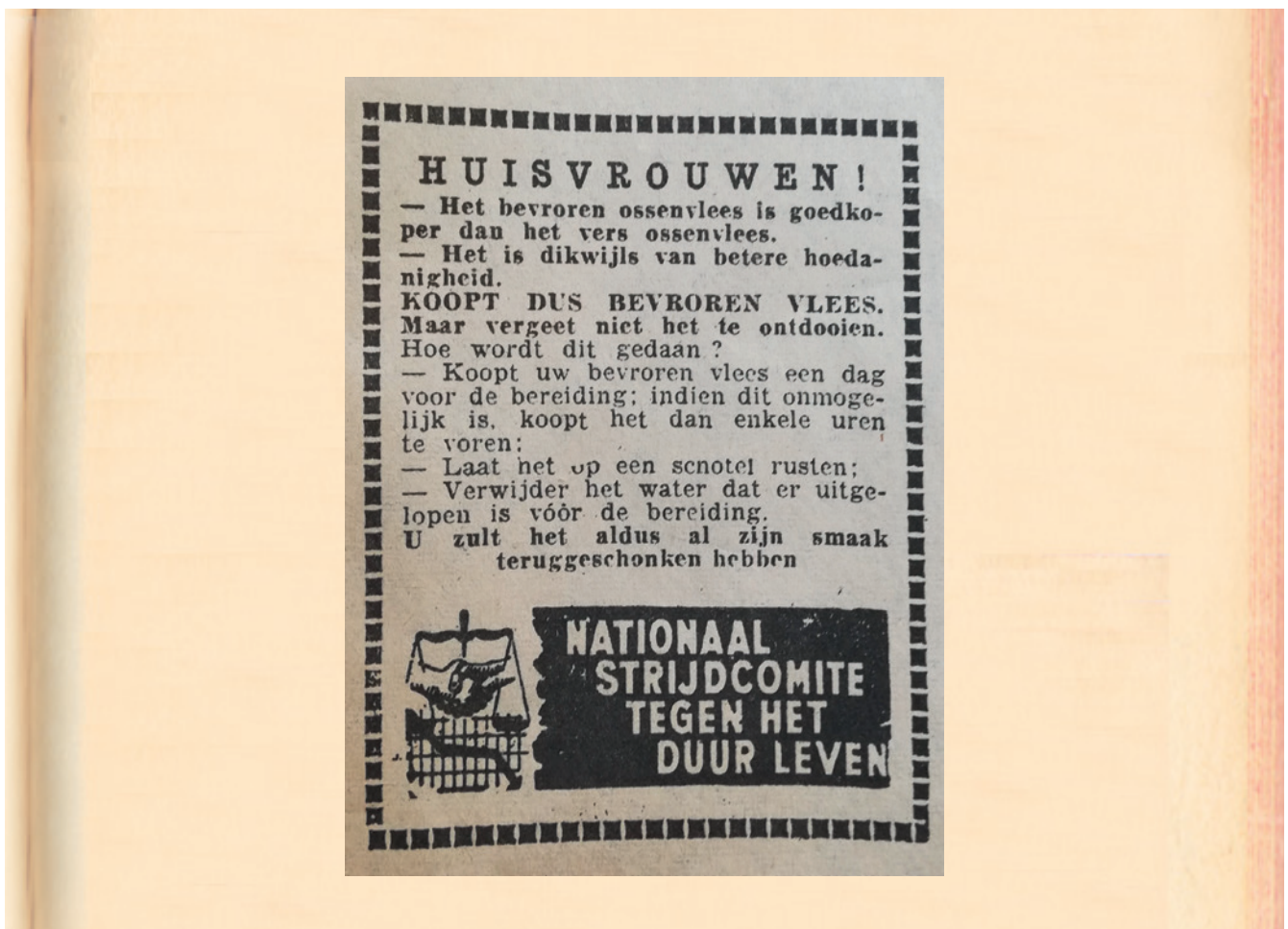
FROM THE PAST

- J. DE SMET 98
Horses in wartime - Part 1: a short survey of important developments in warfare use of horses from the late medieval period until the end of the nineteenth century
- J. DE SMET 157
Horses in wartime - Part 2. some aspects of the use of horses and other Equidae, mainly mules, in Worldwar I and II
- L. DEVRIESE, C. VAN DER MEEREN, J. DE SMET 313
Bloodletting: background and techniques used in veterinary medicine
- L. DEVRIESE 319
Runderen versus paardachtigen in de vroeg West-Europese geschiedenis

VIEW POINTS

- L. VAN ACKER, H. DE ROOSTER, G. SERRANO, D. PAEPE, W. DE SPIEGELAERE, 209
N. DEVRIENDT
Is there a rationale to supplement hepatotropic factors to dogs with multiple acquired portosystemic shunts secondary to congenital portosystemic shunt attenuation?

Uit het verleden



Recente inzichten in luchtwegaandoeningen bij kalveren en de impact op het antibioticumgebruik

Op donderdag 9 september organiseerde MSD Animal Health een KOL'Laboration Day over luchtwegaandoeningen (BRD) bij kalveren en de impact op het antibioticumgebruik. Twintig stakeholders van verschillende organisaties, zoals universiteiten, regionale laboratoria, overheid, landbouworganisaties en praktijkdierenartsen, waren aanwezig op deze bijeenkomst.

Dr. Bart Pardon, docent aan de UGent, benadrukte in zijn presentatie dat een nieuwe systematiek van longechografie een nuttige aanvulling is op bestaande diagnostiek om (sub)klinische pneumonie bij kalveren op te sporen (Pneumonee project). Zo werd onder andere aangetoond dat 18% van de kalveren al (sub)klinische pneumonie hadden bij aankomst op het vleeskalverbedrijf, terwijl slechts 2% ziektekenen vertoonden.

Dr. Thierry Petitjean (ARSIA) besprak de resultaten van hun BRD kit. Er lijkt een seizoensgebonden relatie te zijn voor de kiemen: BRSV duidelijk meer in de wintermaanden en *Pasteurella multocida* in de zomer. Bij chronische aandoeningen van de longen worden vooral *Pasteurella multocida* en *Mycoplasma bovis* aangetoond. Zijn collega Dr. François Claine presenteerde resultaten van het *Mycoplasma bovis* project. Uit een door hen uitgevoerd *Mycoplasma bovis* prevalentie onderzoek, bleek dat 85% (n=29482/34302) van de koeien die getest waren seronegatief werden bevonden.

Als laatste presenteerde dierenarts Randy Boone over zijn praktijkervaringen met BRD en impact op antibioticumgebruik in de vleeskalversector. De druk op verdere daling van het antibioticumgebruik heeft naar zijn mening een negatieve impact op het dierenwelzijn. Uit zijn cijfers blijkt dat de sterfte onder vleeskalveren en het percentage achterblijvers de laatste jaren is toegenomen. Vaccineren van dieren tegen BRD op het herkomstbedrijf of op het vleeskalverbedrijf zou kunnen bijdragen tot een verdere reductie van het antibioticumgebruik. Dierenarts Randy Boone sloot af met de conclusie dat bij het antibioticumdossier samenwerking tussen de instanties en de dierenarts in het veld onderbouwde resultaten geeft met een minimum aan dierenleed.

X-Ray VERACHTERT Digital nv

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



NEW : DURA-line DR detectors

AGFA *Agfa*
HealthCare



MUSICA

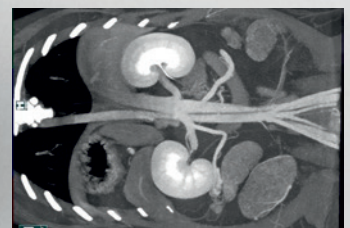
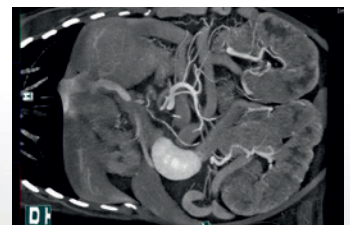
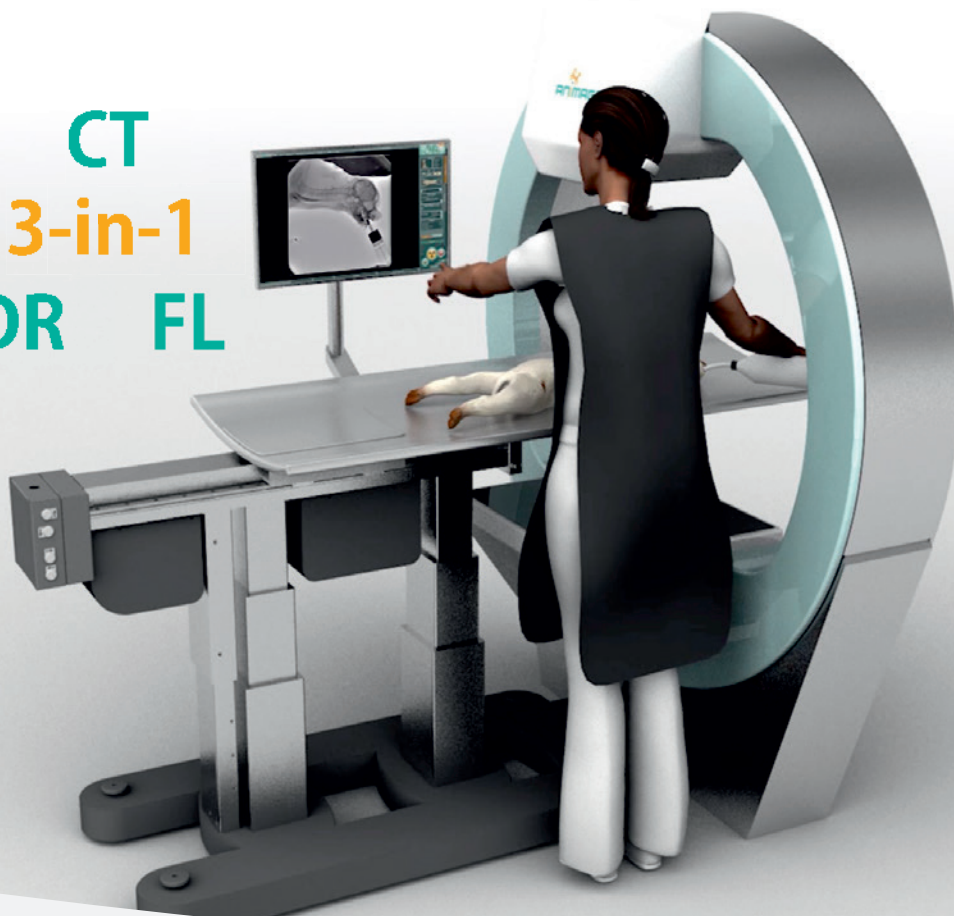


- De nieuwste DR detectoren - **model 2022**
- Minder straling, dus **lagere dosis !**
- **Spatwaterdicht**
- **Schokbestendig** voor val tot op 1 meter !
- Opladen via USB
- **Draadloos** of bekabelde werking
- **Service** en onderhoud door Verachttert Digital

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

NEW : All-in-One FIDEX-GT

CT
3-in-1
DR FL



ANIMAGE

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

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

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

Bescherm snel* en langdurig tegen BRD!



Bovilis® INtranasal RSP™ Live

- *Vaccinatie vanaf 1 week leeftijd
- Reductie van klinische BRD-symptomen
- Stimulering van de aangeboren immuniteit
- Gebruik van het vaccin mogelijk tot 6 uur na reconstitutie
- Eenvoudig toe te dienen
- Beschikbaar per 1 dosis en 5 dosissen

Ontdek de impact van BRD op een rundveebedrijf via onze interactieve website op www.watjenietkanzien.be



Bovilis® Bovipast RSP

- Actieve immunisatie van runderen tegen *Mannheimia haemolytica*, BRSV en PI-3
- Kruisbescherming tegen *Mannheimia haemolytica* A1 en A6 door de unieke "IRP" technologie
- 2 verschillende adjuvantia voor een sterkere immuunrespons
- Veilig voor drachtige en lacterende dieren

...of scan de QR code.

Bovilis® Bovipast RSP Indicatie(s): Voor de actieve immunisatie van runderen tegen: Parainfluenza type 3-virus, om infecties te reduceren; Bovine Respiratoir Syncytiaal virus, om infecties en klinische symptomen te reduceren; Mannheimia haemolytica serotype A1, om infecties, sterfte, klinische symptomen, longletsels en bacteriële invasie van de longen, veroorzaakt door serotypes A1 en A6, te reduceren. Kruisimmuniteit tegenover het A6 serotype van M. haemolytica werd aangetoond na primovaccinatie in een challengestudie onder laboratoriumcondities. Ongeveer twee weken na het voltooien van het basisimmunisatieprogramma is de humorale immuunrespons tegen BRSV-virus en PI-3-virus op zijn hoogste niveau. De duur van de beschermende immuniteit werd niet bepaald aan de hand van challenge experimenten. Aanvang van de immuniteit: 2 weken. Duur van de immuniteit: niet vastgesteld. **Contra-indicaties:** Geen dieren vaccineren die andere ziektes vertonen, een ernstige parasitaire infectie hebben of in een slechte algemene toestand verkeren door een voldoende immuunrespons enkel bekomen wordt bij gezonde en immunocompetente dieren. **Bijwerkingen (frequentie en ernst):** Immunisatie kan vaak (meer dan 1 maar minder dan 10 van de 100 behandelde dieren) resulteren in een tijdelijke zwelling ter hoogte van de injectieplaats (in extreme gevallen kunnen smalle zwellingen tot 10 cm lang voorkomen). In de meeste gevallen verdwijnt deze zwelling volledig of vermindert ze tot een verwaarloosbare kleine knobbel binnen 2 tot 3 weken na vaccinatie, hoewel bij individuele dieren zeer kleine reacties kunnen teruggevonden worden tot 3 maanden later. Daarnaast kan vaak (meer dan 1 maar minder dan 10 van de 100 behandelde dieren) na de vaccinatie een voorbijgaande lichte verhoging van de lichaamstemperatuur voorkomen gedurende maximaal 3 dagen en kan tegelijk een vermindere beweeglijkheid vastgesteld worden. Na post-marketing ervaring: Overgevoeligheidsreacties die fataal kunnen zijn kunnen optreden in zeer zeldzame gevallen (minder dan 1 van de 10.000 behandelde dieren, inclusief geïsoleerde rapporten). **Dosering en toedieningsweg:** dosis: 5 ml. **Toedieningswijze:** Subcutaan gebruik. Injectie in de zijkant van de hals. **Basisimmunisatie:** Dieren vanaf de leeftijd van ongeveer 2 weken moeten tweemaal gevaccineerd worden met een interval van ongeveer 4 weken. **Herhalingsvaccinatie:** Indien een herhalingsvaccinatie noodzakelijk is, dient één dosis gegeven te worden ongeveer 2 weken voor iedere risicoperiode (bv. transport, introductie in de kudde, wijziging huisvesting). Het vaccin goed schudden voor gebruik. Voor de vaccinatie worden naalden met een diameter van 1,5 tot 2,0 mm en een lengte van 10 tot 18 mm aanbevolen. Het vaccin dient voor gebruik op kamertemperatuur gebracht te worden en snel geïnjecteerd te worden. BE-V211583

Bovilis® INtranasal RSP Live. Indicatie(s): Actieve immunisatie van runderen vanaf de leeftijd van 1 week oud ter vermindering van de klinische respiratoire verschijnselen en virusuitscheiding van BRSV en PI3 infectie. Aanvang van de immuniteit: BRSV: 5 dagen. PI3: 1 week. Duur van de immuniteit: 12 weken. **Contra-indicaties:** Geen. **Bijwerkingen (frequentie en ernst):** Een milde, voorbijgaande neusuitvoeling kan zeer vaak (meer dan 1 op de 10 behandelde dieren vertonen bijwerkingen) voorkomen gedurende 2 dagen na vaccinatie. Een milde, voorbijgaande spontane hoest kan vaak (meer dan 1 maar minder dan 10 van de 100 behandelde dieren) voorkomen; deze verdwijnt gewoonlijk binnen 3 dagen. Een milde, voorbijgaande ooguitvoeling kan vaak (meer dan 1 maar minder dan 10 van de 100 behandelde dieren) voorkomen; deze verdwijnt gewoonlijk binnen 4 dagen. Een voorbijgaande, lichte verhoging van de ademhalingsfrequentie kan vaak (meer dan 1 maar minder dan 10 van de 100 behandelde dieren) voorkomen; deze verdwijnt zelden tot 41,1 °C (minder dan 1 van de 10.000 behandelde dieren, inclusief geïsoleerde rapporten); deze verdwijnt gewoonlijk binnen 4 dagen. **Dosering en toedieningsweg:** Nasaal gebruik. Vaccineer kalveren vanaf de leeftijd van 1 week oud. Reconstitueer het lyofilisaat met het oplosmiddel zoals hier beschreven. Zorg ervoor dat het lyofilisaat volledig is gereconstitueerd vóór gebruik. Na reconstitutie heeft de suspensie een roze-achtige tot roze kleur. **Dosering:** een enkelvoudige dosis van 2 ml gereconstitueerd vaccin per dier, 1 ml in elk neusgat. Instructies voor reconstitutie: Voor correcte reconstitutie van het lyofilisaat dient het oplosmiddel naar de injectieflacon met lyofilisaat overgebracht te worden (2 ml voor 1 dosis, 10 ml voor 5 doses en 20 ml voor 10 doses; zie ook de tabel hieronder) met een naald en spuit. Het vacuüm in de vaccinflacon zorgt voor een snelle lediging van de spuit. Resuspendeer door te schudden. De vaccin-suspensie kan opgetrokken worden in een sponse spuit. Het vaccin in de spuit is nu klaar voor gebruik, direct vanuit de spuit. Een sprayapparaat is niet nodig. Tijdens het vaccineren is het aan te raden de spuitjes per dier te vervangen om een multi-dosis spuit de nozzles te vervangen om zo de overdracht van pathogenen te vermijden. Aantal doses per injectieflacon: 1 - Benodigde hoeveelheid oplosmiddel: 2ml - Volume per dosis: 2ml. Aantal doses per injectieflacon: 5 - Benodigde hoeveelheid oplosmiddel: 10ml - Volume per dosis: 2ml. Aantal doses per injectieflacon: 10 - Benodigde hoeveelheid oplosmiddel: 20ml - Volume per dosis: 2ml. **Registratienummer:** BE-V543457 (met glazen type I injectieflacon Unsolvole 2 ml). BE-V543520 (met glazen type II injectieflacon Unsolvole 10 of 20 ml).